



METLA
TAIMI
UUTiset

numero 2/2012

Metsäkylvön ja
siementuotannon
teemanumero

Kannattaako
kylvösiemen
pilleröidä?

Jyrsinkylvöä
turvemailla



YHTEISTYÖSSÄ MUKANA:

Fin Forelia Oy
Kiljavantie 664
05100 Röykkä

Ab Mellanå Plant Oy
Mellanåvägen 33
64320 Dagsmark

Partaharjun Puutarha Oy
Partaharjuntie 431
76280 Partaharju

Pohjan Taimi Oy
Kaarreniementie 16
88610 Vuokatti

Taimi-Tapio Oy
Pinninkatu 53, 3 krs.
33101 Tampere

UPM Metsä
Joroisten taimitarha
Kotkatlahdentie 121
79600 Joroinen

TOIMITTAJA

Marja Poteri
Metsäntutkimuslaitos
Itä-Suomen alueyksikkö/Suonenjoki
marja.poteri@metla.fi

AINEISTON TOIMITUS

Pekka Helenius

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

TAITTO

Metla/Maija Heino

KANSIKUVA

Metla/Pekka Helenius

TILAUKSET

Tilaushinta vuodeksi 2012 on 35 euroa.
Taimiutiset ilmestyy neljä kertaa vuodessa.
Tilaukset toimittajalta tai verkkolomakkeella
www.metla.fi/taimiuutiset/taimiuutiset-tilaus.htm

JULKAISIJA

Metsäntutkimuslaitos
Itä-Suomen alueyksikkö/ Suonenjoki

ISSN-L 1455-7738

ISSN 1455-7738 (Painettu)

ISSN 2242-9395 (Verkkojulkaisu)

Kopijyvä Oy, 2012

Aineisto lehteen

Kevät 25.2.
Kesä 4.5.
Syksy 31.8.
Talvi 3.12.

Ilmestyy

28.3.
4.6.
30.9.
31.12.

**8** Siementen pelletöinti**KIRJOITTAJIEN YHTEYSTIEDOT**

jorma.vierula@metsakeskus.fi
Suomen metsäkeskus
Etelä- ja Keski-Pohjanmaa
Huhtalantie 2
60220 Seinäjoki

seppo.ruotsalainen@metla.fi
Metsäntutkimuslaitos
Itä-Suomen alueyksikkö
Finlandiantie 18
58450 Punkaharju

pekka.helenius@metla.fi
veli-matti.saarinen@metla.fi
markku.nygren@metla.fi
katri.himanan@metla.fi
marja.poteri@metla.fi
Metsäntutkimuslaitos
Itä-Suomen alueyksikkö
Juntintie 154
77600 Suonenjoki

markku.saarinen@metla.fi
Metsäntutkimuslaitos
Länsi-Suomen alueyksikkö
Kaironientie 15
39700 Parkano

juho.matala@metla.fi
Metsäntutkimuslaitos
Itä-Suomen alueyksikkö
PL 68 (Yliopistokatu 6)
80101 Joensuu

markku.kolehmainen@mhy.fi
MHY Metsä-Savo
Sulkavan toimisto
Tiiterontie 17 A
58700 Sulkava

mikko.hypponen@metla.fi
ville.hallikainen@metla.fi
Metsäntutkimuslaitos
Pohjois-Suomen alueyksikkö
PL 16 (Eteläranta 55)
96301 Rovaniemi



18 Männyn siemen törmäystestissä



21 Parempiin tuloksiin männyn metsäkylvössä

Sisällys

Miten olisi uusi karistamo?	4
<i>Jorma Vierula</i>	
Käpyjen keruuta, kylvöä, feromoneja... – uusi hanke käynnistynyt.....	6
<i>Pekka Helenius</i>	
Taimetilastot vuodelta 2011	7
<i>Pekka Helenius</i>	
Siementen pelletöinti – ennakkoluulottomia kokeiluja ja epäonnea.....	8
<i>Katri Himanen</i>	
Maanmuokkauksen ekologiset perusteet ja männyn siemensyntyinen taimettuminen turvemaidella	12
<i>Markku Saarinen</i>	
Hassiselta kone turvemaiden uudistamiseen.....	15
<i>Pekka Helenius, Veli-Matti Saarinen, Markku Kolehmainen</i>	
Männyn siemen törmäystestissä	18
<i>Pekka Helenius</i>	
Parempiin tuloksiin männyn metsäkylvössä: tunne vihollisesi	21
<i>Pekka Helenius</i>	
Metsäpuiden siemenuutisia Kanadasta	25
<i>Markku Nygren</i>	
Hirvikarkotekokeista selkeitä tuloksia – Trico vähensi vahinkoja talvilaidunalueella ...	26
<i>Juho Matala, Marja Poteri</i>	
Julkaisusatoa.....	30



Miten olisi uusi
karistamo?

JORMA VIERULA | SUOMEN METSÄKESKUS, ETELÄ- JA KESKI-POHJANMAA

MAA- JA METSÄTALOUSMINISTERIÖN virkamiehet ja metsänjalostuksen tutkijat ovat luennoineet meille käytännön miehille ja naisille siemenviljelyssiemenen eduista 1980-luvulta lähtien. Muistelen, että 1990-luvulla siemenviljelyssiemenen hintaa jopa subventoitiin valtion varoista siemenviljelyssiemenen saamiseksi kilpailukykyiseksi metsikkösiemenen kanssa. Siemenviljelyssiemen on vallannut taimitarhat jo ajat sitten, mutta metsäkylvöpuolella on ollut nihkeämpää. Nyt näyttää kuitenkin siltä, että käänne on tapahtumassa myös metsäkylvöissä. Utta on se, että metsäpalvelujen tuottajat; metsänhoitoyhdistykset, metsäyhtiöt ja metsäpalveluyrittäjät haluavat metsäkylvöihin siemenviljelyssiementä ja metsikkösiemen uhkaa jäädä tuottajien laareihin. Uskon, että muutoksen käynnistäjänä on ollut loppukäyttäjääsiakas: metsänomistajat haluavat metsäkylvöihin enenevässä määrin jalostettua siementä.

Siemenviljelyksiin panostetaan

Hyvä asia on se, että siemenviljelyssiemenen tuottajat ovat uskoneet asiaansa. Ne ovat edenneet männyn ja kuusen 1,5-polven valiosiemenviljelysten perustamisessa jo varsin pitkälle valtion myötävaikutuksella. Valtio on avustanut siemenviljelysten perustamista 2000-luvulla kaikkiaan n. 8,4 miljoonalla eurolla ja siemenen tuottajien panostus siemenviljelysten perustamiseen 2000-luvulla on ollut n. 5 miljoonaa euroa, joten kokonaisinvestointi on ollut n. 13,5 miljoonaa euroa.

Viime vuonna työskenteli maa- ja metsätalousministeriön asettama työryhmä, joka arvioi metsäpuiden siemen- ja taimituotannossa tarvittavia toimialajärjestelyjä. Siementuotanto nousi työryhmän työskentelyssä pääosaan. Työryhmä arvioi siementuotantoa huoltovarmuuden ja liiketalouden näkökulmista. Tarkastelun lopputuloksena liiketaloudellinen näkökulma vahvistui. Työryhmän mielestä siemenviljelyssiemenen tuotanto on liiketoimintaa, joka antaa kohtuullisen taloudellisen tuoton, kunhan siemenviljelykset perustetaan hyvälle pelloille ja viljelyksiä hoidetaan huolella. Työryhmän mielestä valtion tukea viljelysten perustamiseen tarvitaan kuitenkin edelleen investointien aktivoimiseksi, sillä pitkäkö odotusai-ka viljelyksen perustamisesta tuotantovaiheeseen on omiaan hyydyttämään investointihaluja.

Työryhmä totesikin, että siemenviljelysten perustamisohjelman edetessä kohtuullisesti prioriteetiltaan ajankohtaisempi kehittämisasia on karistamo- ja laboratoriotoinnin kehittäminen.

Siemenviljelyskävylle oma karistamo

Maassamme käpyjen karistuskapasiteetti on varsin mittava ja sinänsä riittävä, lähes 10 miljoonaa litraa. Karistamot ovat pääosin peräisin 1960- ja 1970-luvuil-

ta. Ne ovat edelleen soivia pelejä, mutta tekniikka on vanhaa ja ne ovat hankalia käyttää. Käyttöikää niillä kuitenkin on vielä jäljellä ja niitä voidaan ja on mielekästä käyttää metsikkökeräyskäpyjen karistukseen.

Karistuksessa kehitystyö tulee kohdistaa siemenviljelyskäpyjen karistukseen ja tavoitella tilannetta, jossa käpyjen käsittelyn hygieniaan liittyvät asiat voitaisiin hoitaa asianmukaisesti ja toteuttaa karistusprosessin optimointi tavalla, joka on linjassa siemenviljelyksiin tehtyjen panostusten kanssa.

Maamme tarvitaan uusi, tekniikaltaan nykyaikainen karistamo, jossa voidaan karistaa kaikkien siemenviljelyssiemenen tuottajien kuusen ja männyn siemenviljelyskävyt. Siemenviljelyskaristamoon tulisi ohjata myös taimitarhakäyttöön tarkoitettu metsikkökeräyskuusi. Jos karistuskapasiteettia jää yli, karistamossa voidaan karistaa myös metsikkökeräyskäpyjä.

Siemenviljelyskaristamon kapasiteetin tulisi olla noin miljoona litraa. Männyn kapasiteettitarve on noin 550 000 litraa ja kuusen noin 450 000 litraa. Laskelma perustuu männyn noin 3000 kg vuotuisen siemenviljelyssiemenen tarpeeseen ja kuusen noin 1500 kg vuotuisen taimitarhasiementarpeeseen. Siemenviljelyskaristamon yhteyteen tulisi rakentaa pienehkö röntgenlaitteella ja perusanalyysivälineillä varustettu siemenlaboratorio, jota hyödynnetään karistusprosessin valvonnassa ja kehittämisessä. Karistuksen kehitystyöhön olisi tarpeen kytkeä mukaan myös Metlan siementutkimus.

Katseet kohdistuvat siemenviljelyssiemenen tuottajiin

Siemen- ja taimituotannon toimialatyöryhmän johtopäätös oli, että siemenviljelyssiemenen tuottajien asia on yhdessä selvittää mahdollisuudet perustaa yhtiö, joka toteuttaisi siemenviljelyssiemenen karistamo- ja laboratorion investoinnit. Yhtiön pääomistajina olisivat siemenviljelyssiemenen tuottajat ja yhtiön päätehtävänä olisi karistaa osakkaiden siemenviljelyskävyt.

Työryhmä hahmotteli myös toista pidemmälle menevää vaihtoehtoa. Siinä maamme karistuksen alalla toimivat organisaatiot muodostavat yhteisyrityksen olemassa olevasta karistus- ja laboratorion kapasiteetistaan. Uusi yhtiö tekisi tarvittavat suunnitelmat karistus- ja laboratorion palveluista ja toteuttaisi tarvittavat investoinnit sisältäen siemenviljelyssiemenen karistuksen ja käsittelyn.

Siemenviljelyssiemenen tuottajilta vaaditaan nyt yhteistyökykyä, tarmoa ja päättäväisyyttä, jotta ne ryhtyvät arvioimaan vaihtoehtojen toimivuutta, toteuttamiskelpoisuutta ja liiketaloudellista kannattavuutta. Yhteisen tahtotilan muodostaminen olisi nyt tärkeätä, ettei kukin toimija lähde tekemään omia investointeja, joiden mielekkäisyys pienellä toimialalla on kyseenalainen.

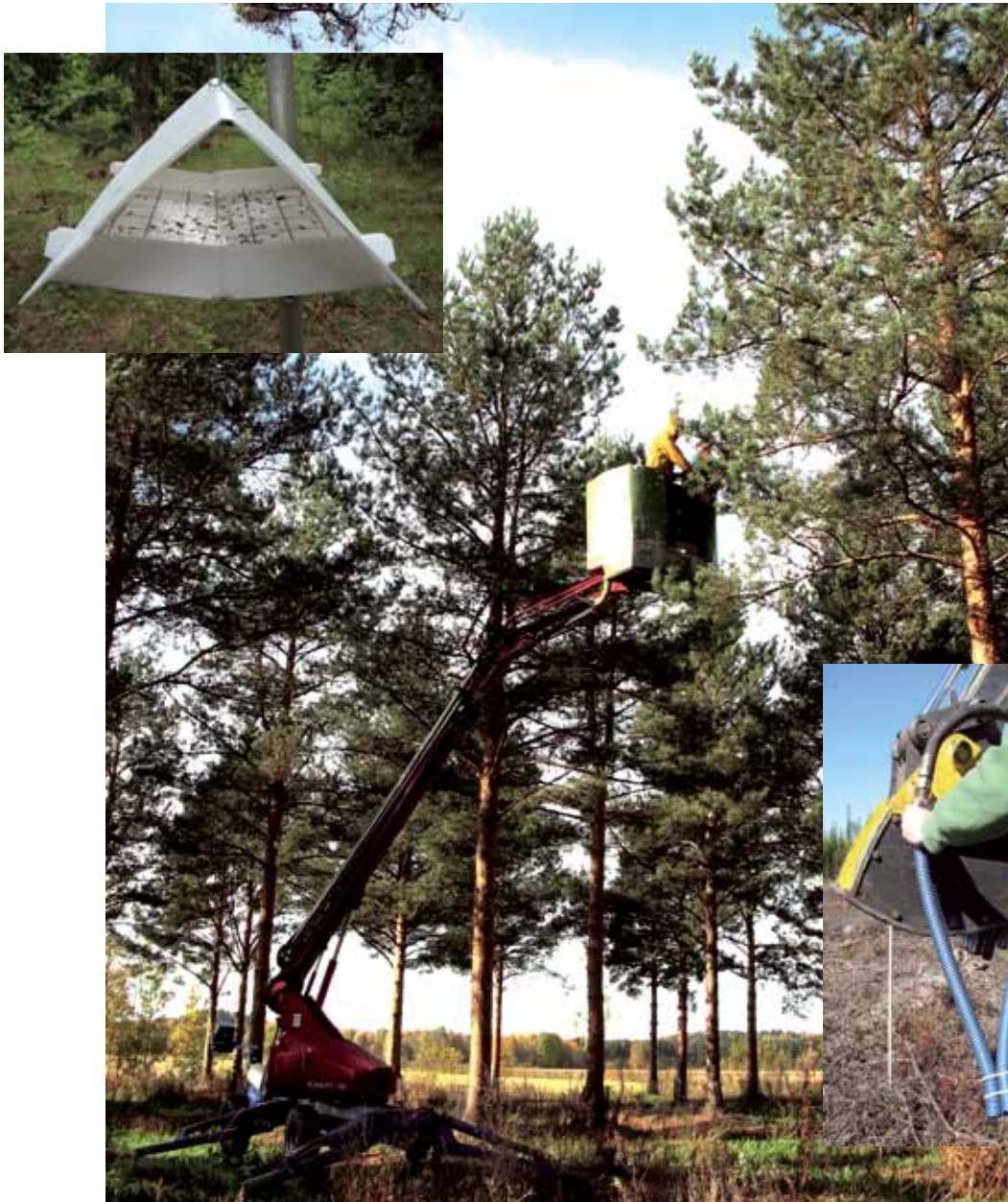


Käpyjen keruuta, kylvöä, feromoneja... – uusi hanke käynnistynyt

PEKKA HELENIUS | METLA, ITÄ-SUOMEN ALUEYKSIKKÖ

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSELLA käynnistyi vuoden alussa viisivuotinen Metsäkylvömenetelmät ja metsäpuiden siementuotanto -hanke. Hankkeen tavoitteena on varmistaa korkealaatuisen kylvösiemenen saatavuus taimitarhoille ja uudistusaloille, parantaa männyn metsäkylvön viljelyvarmuutta ja kilpailukykyä suhteessa muihin uudistamismenetelmiin, lisätä taimisaantoa ja

vähentää siemenkulutusta kuusen taimitarhakylvöissä sekä kehittää integroitua torjuntaa käpy- ja siementuholaisia vastaan siemenviljelyksillä. Eri-tyishuomio kohdistetaan hyvälaatuisen kuusen siemenviljelyssiemenen saatavuuden parantamiseen ja taimisaannon kasvattamiseen männyn metsäkylvössä. Tavoitteet pyritään saavuttamaan mm. seuraavilla toimenpiteillä:



Metla / Pekka Helenius

- Itämisalustan ominaisuuksien parantaminen metsäkylvössä muokkausmenetelmiä kehittämällä.
- Männyn metsäkylvöön sopivien kohteiden valinnan tarkentaminen puusto-, maalaji- tms. tiedoilla.
- Käpyjen keruuajankohdan tarkentaminen ja koko siemenhuoltoketjun hygienian parantaminen.
- Siementen esikäsittelymenetelmien kehittäminen taimitarhakylvöön.
- Vartteiden kukittaminen siemenviljelyksillä (mm. gibberelliinin runkoinjektio).
- Kasvinsuojeluaineiden testaus kuusen käpy- ja sementuholaisiin.

- Feromonien käyttö torjunta-ajankohdan ja tuholaiskannan kynnsarvon määrittämisessä sekä torjunta-menettelynä.

Hanke toteutetaan tiiviissä yhteistyössä käytännön toimijoiden (siemen- ja taimituottajat, metsäyhtiöt, metsänhoitoyhdistykset, koneurakoitsijat jne.) sekä muiden pohjoismaisten tutkimuslaitosten kanssa. Hankkeen toiminnassa pyritään lisäksi riippumattomuuteen maantieteellisistä sekä tieteenala- ja kasvupaikkakohtaista rajoista. Hankkeen toteutuksesta vastaavat pääasiassa Pekka Helenius, Markku Nygren, Tiina Ylioja (vs. Pekka Rossi), Katri Himanen, Seppo Ruotsalainen ja Markku Saarinen.



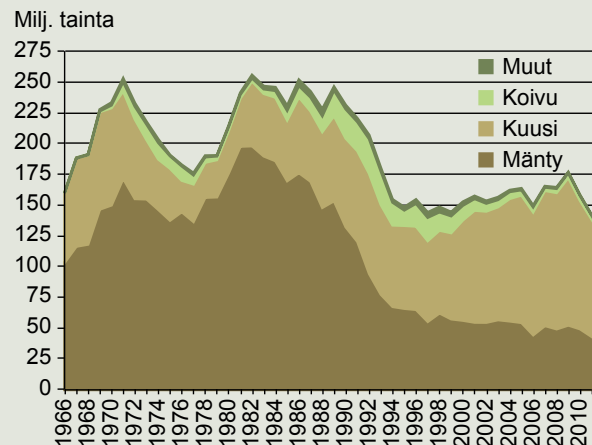
Taimitilastot vuodelta 2011

Tuotantomäärät edelleen laskussa

Eviran kokoamien tilastojen mukaan vuonna 2011 taimitarhoilla tuotettiin metsänviljelyyn yhteensä 142 miljoonaa tainta, mikä on 16 miljoonaa tainta vähemmän kuin vuonna 2010 ja 35 miljoonaa tainta vähemmän kuin vuonna 2009. Kuusen taimimäärä laski pitkästä ajasta alle 100 miljoonan ja männyn alle 50 miljoonan taimen. Puulajisuhteet säilyivät käytännössä ennallaan (kuusi 67 %, mänty 30 % ja koivu < 3 %). Männyllä koko tuotantomäärä oli paakutaimia, sen sijaan paljasjuurikuuksia tuotettiin vielä 130 000 ja paljasjuurikoivuja 1 700 kappaletta paikallisten taimituottajien toimesta.

Muutoksia taimitarhakylvöjen puulajisuhteissa

Taimitarhakylvöihin käytettiin vuonna 2011 yhteensä 1678 kg siementä. Männyn osuus kylvöissä lisääntyi edellisvuodesta, kuusen ja koivun vastaavasti vähäni. Muita kotimaisia puulajeja (lehtikuusi, tammi, tervaleppä ja visakoivu) kylvettiin yli kolme kertaa enemmän kuin edellisvuonna. Jalostetun siemenen osuus oli kuusella enää 17 %, edellisvuodesta laskua kertyi 7 %-yksikköä. Sitä vastoin männyllä jalostetun siemenen osuus kasvoi 58 %:iin (53 % vuonna 2010). Männyllä myös testattu -luokkaan kuuluvan huipusiemenen osuus kasvoi jo noin 3 %:iin. Koivulla kaikki taimitarhakylvöt tehtiin aikaisempien vuosien tapaan jalostetulla siemenellä.



Kotimaisilta taimitarhoilta istutukseen toimitettujen taimien määrät 1966–2011. Lähde Evira.

Taimituonti edelleen pääasiassa kuusta (puulaji, ei taivaankappale)

Taimien tuonti- ja vientitilastojen kärjessä oli edellisen vuoden tapaan kuusen paakutaimi (tuonti 16 miljoonaa ja vienti 0,8 miljoonaa tainta). Kokonaisuutena tuontimäärä kasvoi edellisvuodesta yli 6 miljoonalla taimella, joista suurin osa oli ruotsalaista kuusta. Taimivienti sitä vastoin romahti vuoden 2010 yli neljästä miljoonasta taimesta miljoonaan. Vientimaat olivat Ruotsi ja Viro, puoli miljoonaa tainta kumpaankin. Kuusella oli kärkipaikka myös siementen tuonnissa (132 kg), viennin ollessa pääasiassa mäntyä (196 kg).

PEKKA HELENIUS

Siementen pelletointi – ennakkoluulottomia kokeiluja ja epäonnea

KATRI HIMANEN | METLA, ITÄ-SUOMEN ALUEYKSIKKÖ

METSÄPUIDEN SIEMENTEN kuorruttamista eli pelletointia tai pilleröintiä on kokeiltu usealla vuosikymmenellä, monilla puulajeilla ja monissa maissa. Useimpia kokeiluja yhdistää tavoitteiden ja toteutuksen epämääräisyys, ja tulokset ovat olleet valitettavan heikkoja. Suomessa mielenkiinto on keskittynyt männyn ja koivun siementen pelletointiin. Olisiko pelletoinnista hyötyä esimerkiksi metsäkylvöissä?

Miksi siemeniä kuorutetaan?

Monien maatalous- ja koristekasvien siemenet ovat pieniä ja epäsäännöllisen muotoisia. Siemenen koon kasvattaminen ja muodon muuttaminen kuoruttamalla helpottaa erityisesti koneellista kylvöä. Esimerkiksi epäsäännöllisen muotoisista sokერიjuurikkaan siemenistä saadaan pelletoinnilla pyöreitä. Hyvin pienikokoisten begonian siementen massa voidaan puolestaan kasvattaa satakertaiseksi, jolloin tarkka konekylvö on mahdollista. Siemenissä on usein kiinni lenninsiipi tai muita rakenteita, ja näiden murtuminen kylvössä aiheuttaa helposti vaurioita myös itse siemenen. Tällöin kuoruttamisella voidaan parantaa myös siementen mekaanisen rasituksen kestävyttä.

Pelletointiaineeseen voidaan myös lisätä sienten kasvua estäviä aineita, tai siemeniä syöviä eläimiä karkottavia yhdisteitä. Pelletti voi koostua useasta kerroksesta, jolloin torjunta-aine lisätään ainoastaan kuorutteen uloimpaan kerrokseen. Pelletti voi sisältää myös ravinteita, joita taimi tarvitsee myöhemmin kasvaessaan. Värijäämällä siemen kylvön onnistumisen seuranta helpottuu (kuva 1). Toisaalta siemenen väri vaikuttaa sen riskiin tulla syödyksi. Kun siemeniä kylvetään maahan ja niitä ei peitetä (esimerkiksi metsäkylvöissä), erityisesti linnut havaitsevat maan väristä poikkeavat siemenet helposti. Niinpä pelletoinnilla voidaan naamioida siemenet, mutta pahimmillaan värikkäiksi kuorutetut siemenet huutavat tulla syödyiksi.

Pelletointiaine voi olla joko vettä itseensä imevää tai sitä hylkivää seosta. Usein itämisen estää kuivuus, jolloin hydrofiilinen kuorrute voi olla eduksi itämiselle. Toisinaan itämistä halutaan viivyttää tai sen ajankohtaa säädellä. Tällöin vettä hylkivä kuorrute, joka lopulta hajoaa, voi toimia ”ajastimena” sallien itämi-

sen vasta haluttuna ajankohtana. Esimerkiksi männyn metsäkylvöjä voidaan tehdä myös loppusyksyllä sillä ehdolla, että siemenet eivät ehdi imeä itseensä liikaa vettä tai ala itää ennen pakkasia. Ruotsissa on tutkittu männyn siemenillä etyylliselluloosakuorutetta, joka ensin estää veden imeytymisen, mutta hajoaa talven aikana. Pelletoinnilla voitaisiin näin ollen jatkaa kylvökautta syksyyn.

Pelletoinnilla näyttää siis olevan potentiaalia myös metsänuudistamisessa, mutta menetelmäkehitys on haastavaa.

Kuorrute koostuu mineraaleista ja sidosaineesta

Useimmiten pelletointiaine koostuu varsinaisesta päällystysaineesta sekä sidosaineesta. Päällystysaine on yleensä joidenkin mineraalien ja orgaanisten yhdisteiden seosta tai se voi sisältää vain yhtä mineraalia. Päällystysaineena on käytetty mm. maasälpää, dolomiittia, alumiinisilikaattia ja talkkia. Sidosaaine pitää pelletin kasassa. Tähän on käytetty mm. tärkkelystä, sokereita, selluloosaa, arabikumia, savea ja tuhkaa.

Pelletin on pysyttävä ehjänä kylvön ajan ja toisaalta hajottava helposti siemenen itäessä. Siementen käsittelyä ja kylvöä vaikeuttaa jos pelletoinnissa käytetään ihmiselle tai ympäristölle haitallisia tai myrkyllisiä yhdisteitä. Tämän lisäksi on tärkeää miettiä ovatko pelletointiaineet haitallisia itse siemenille. Monet tavanomaisetkin aineet voivat estää itämisen tai haitata sitä kemiallisten reaktioiden välityksellä, mutta ennen kaikkea pelletti voi häiritä itämiselle välttämättömiä tekijöitä, kuten siemenen veden ja hapen saantia.

Pelletointikokeiden ja -kokeilujen yhtenä suurimpana kompastuskivenä onkin ollut se, että kuorutuksessa käytetyistä aineista ei ole ollut tarkkaa, tai toisinaan minkäänlaista havaintoa. Niin tieteellisissä kuin käytännön kokeissa pelletointi on teetetty usein ulkopuolisessa yrityksessä, jolloin liikesalaisuuden nimissä pelletointiaineita tai -menetelmiä ei ole kerrottu tilaajalle tai tietoja ei ole pyydetty. Myös itse tehdyissä kokeissa voi olla vaikeaa varmistua käytettyjen aineiden kaikista ainesosista. Vaikka kuorutusaineilla ei olisikaan vaikutusta itämiseen, pelletointiprosessi,

Kuva 1. Kylvöjäljen seuranta on helppoa, kun siemenet on värjätty. Mikäli käsittely on alentanut siementen itävyyttä, riittää, että värillisiä siemeniä on muutama prosentti kylvösiemenen joukossa. (valokuva Erkki Oksanen / Metla)



esimerkiksi korkeat lämpötilat tai siementen kovakourainen käsittely, voi vaurioittaa siemeniä. Nämä tekijät tekevät tutkimustulosten tulkinnasta vaikeaa.

Puiden siementen pelletöinti – havupuilla huonoja kokemuksia

Pelletöinnillä pyritään helpottamaan kylvöä taimitarhalla tai maastossa. Monilla puulajeilla pelletöinnin tiedetään kuitenkin haittaavan itämistä. Pohjois-Amerikassa tutkittiin 1940-luvulla pelletöinnin vaikutusta havupuiden itämiseen maastossa useilla mäntylajeilla (*Pinus taeda*, *P. banksiana*, *P. monticola*, *P. palustris*, *P. ponderosa*, *P. eliottii*, *P. strobus*, *P. resinosa*) ja kuusilla (*Picea abies*, *P. mariana*, *P. glauca*, *P. sitchensis*) (Rudolf 1950). Pelletöityjen siementen itäminen oli useimmissa tapauksissa käsittelemättömiä siemeniä huonompaa, mutta toisinaan itävyys maastossa oli samaa luokkaa kuin käsittelemättömien siementen. Näiden kokeiden yksityiskohdista tai pelletöintiaineista ei kuitenkaan ole tietoa.

Kanadalaistutkimuksessa selvitettiin pelletöinnin vaikutusta banksinmännyn (*P. banksiana*) itämiseen metsäkylvössä (van Damme 1988). Siemenet pelletöiti ruotsalainen Hilleshög Ab ja pelkän pelletöinnin lisäksi tutkimuksessa oli mukana värjättyjä ja karkoteaineella hajustettuja siemeniä. Siemenet kylvettiin käsin tai koneellisesti laikutettuun maahan. Lisäksi kokeiltiin muokkausjälkeen käsin

tehtyjen pienpainanteiden vaikutusta itämistulokseen. Paras itämistulos saavutettiin kylvämällä käsittelemättömät siemenet käsin tehtyyn muokkausjälkeen. Konekylvössä siementen pelletöinnillä ei ollut vaikutusta itävyyteen maastossa, kun taas käsinkylvössä laikkuun kylvetty, väri- ja karkoteainetta sisältävät pelletöidyt siemenet itivät muulla tavoin käsiteltyjä siemeniä huonommin. Karkoteaineen tarkoituksena oli vähentää siemensyöntiä, mutta tällaista vaikutusta ei havaittu. Siementen värjääminen helpotti kylvöjäljen seurantaa, mutta värjättyjen siementen huono taimettumistulos saattoi osin selittyä lisääntyneellä siemensyönnillä, sillä myös eläinten arveltiin havainneen oransseiksi värjätty siemenet maastossa helposti. Pelletöityjä siemeniä mahtui kylvökoneeseen kerralla vähemmän niiden pelletöimättömiä siemeniä suuremman koon vuoksi, mikä hidasti kylvöä.

Kanadassa tutkittiin 80-luvun vaihteessa kahden eri yrityksen tekemän pelletöinnin vaikutusta valkokuusen (*P. glauca*), mustakuusen (*P. mariana*) ja kahden mäntylajin (*P. banksiana* ja *P. resinosa*) siementen itämiseen (Fraser & Adams 1980). Toinen kokeiluista pelletöintitavoista (Asgrow-coating) hidasti selvästi kaikkien puulajien siementen itämistä erityisesti itämisen optimilämpötilaa korkeammassa ja matalammassa lämpötiloissa. Kummankin mäntylajin sekä valkokuusen siemenet kärsivät molemmista pelletöintitavoista mustakuusen siemeniä enemmän.

Pelletöidyt (Moran-coat pelleting) mustakuusen siemenet itivät parhaimmillaan optimilämpötilassa yhtä hyvin kuin käsittelemättömät siemenet. Tässäkään tutkimuksessa pelletöintitavoista ja -aineista ei kerrota yksityiskohtia.

Brittiläisessä Kolumbiassa pelletöintiä on käytetty 2000-luvulla jättituijan (*Thuja plicata*) sekä lepän (*Alnus rubra*) siemenillä (Kolotelo ym. 2001). Pelletöinti tehdään koneellisen kylvön helpottamiseksi taimitarhoilla. Pelletöinti kuitenkin hidastaa itämistä, sillä sirkkajuuren täytyy läpäistä siemenkuoren lisäksi myös pelletti. Viivytyksen arvioidaan olevan jättituijalla noin neljä vuorokautta (Kolotelo ym. 2001). Jättituijan siementen vararavintovarasto on pieni ja erityisesti huonoissa itämisolosuhteissa vararavinto saattaa pelletin aiheuttaman lisärasituksen vuoksi kulua loppuun ennen kuin alkiosta on ehtinyt kehittyä omavarainen sirkkataimi.

Metsäntutkimuslaitoksella tutkittiin 1980-luvun lopussa ja 90-luvun alussa männyn ja kuusen pelletöityjen siementen käyttöä metsäkylvössä (Alkkian kenttäkokeet 2012). Pelletöintikäsittelyn vaikutusta taimettumiseen tutkittiin mätästetyssä ja lautasauratussa maassa. Siemenet kylvettiin kesäkuussa. Männyllä pelletöinti huononsi taimettumista. Kuusella pelletöinti ei vaikuttanut taimettumistulokseen, mutta tulos oli yleisesti ottaen mäntyä huonompi. Toisessa kokeessa selvitettiin pelletöinnin vaikutusta syyskylvöjen tulokseen männyllä ja kuusella lautasauratussa maassa.

Tulokset olivat samansuuntaiset kuin kesäkylvössä, eli pelletöinti heikensi männyn taimettumista. Kokeen suorittajilla ei ollut tietoa pelletöintiaineesta tai käytetyistä kuorrutusmenetelmistä. Kokeissa oli mukana useita eri "pelletöintikäsittelyitä", jotka tarkoittivat eri paksuisten pelletöintiainekerrosten kokeilua. Mitä paksumpi kerros ainetta oli, sitä huonommin siemenet itivät. Pelletit olivat vaaleanharmaita.

Havupuilla parhaat tulokset on saatu aiemmin mainitulla männyn siementen kuorruttamisella vettä hylkivällä etyyliiselluloosalla. Itävyys maastossa talvehtimisen jälkeen on saatu käsittelyllä kohtamaan, mutta yhtenäisen pinnoitekerroksen aikaansaaminen on vaikeaa ja pelletöinti kallista (Pamuk 2004).

Koivun ja lepän siemenet kylvetään taimitarhalla usein hajakylvönä, ja pienet sirkkaimet siirretään muutaman viikon ikäisinä varsinaisiin kasvatuskennosiin. Pelletöinnillä tämä vaihe voitaisiin välttää. Suomessa pelletöityjen rauduskoivun siementen kylvöä onkin kokeiltu ja käytetty muutamalla taimitarhalla. Mellanä Plantin taimitarhan ensimmäisissä kokeiluissa 1990-luvulla ongelmana oli pelletöintiaine, joka oli joko liian kovaa, jolloin se ei hajonnut riittävän nopeasti kylvön jälkeen, tai pelletit hajosivat liian pehmeinä kylvökoneessa. Liian kovalla pelletöintiaineella päällystettyjen siementen itäminen oli heikkoa. Uudet kokemukset ovat lupaavam-

pia. Käsittelyn tekijää vaihtamalla pelleteistä on saatu konekylvöön sopivia ilman itävyyden alenemista.

Onko toivoa kuitenkin?

Siementen pelletöinti vaikuttaa monista syistä kiinnostavalta kehityskohteelta metsäkylvöissä ja lehtipuiden taimituotannossa. Havupuilla suuret läpimurrot ovat kuitenkin jääneet syntymättä. Käytettävissä olevan tiedon perusteella on vaikea päätellä mistä epäonnistumiset johtuvat.

Mikäli tähän kehitystyöhön halutaan tarttua, on mietittävä tavoitteet selviksi: mitä pelletöinnillä yritetään saada aikaan, mikä ongelma halutaan ratkaista? Halutaanko esimerkiksi vähentää siementen vaurioitumista konekylvöissä tarhalla tai metsässä? Halutaanko parantaa kylvötuloksen seurantaa? Pyritäänkö vähentämään siemensyöntiä metsäkylvöissä? Keskitetäänkö syyskylvöjen tulosten parantamiseen?

Seuraavaksi kannattaa selvittää, millainen kuorrutusaine tai -menetelmä voisi ratkaista ongelman. Ja voiko tavoitteen ylipäänsä saavuttaa siementen käsittelyillä vai onko tosiasiaa kyse jonkin muun taimituotanto- tai metsänviljelyketjun vaiheen ongelmasta? Esimerkiksi metsäkylvöissä suurimmat ongelmat ovat muualla kuin siementen kylvössä itää. Periaatteessa kun riittää, että siemen putoaa itämiselle suotuisaan kohtaan joko keväällä, tai riittävän myöhään syksyllä.

Jos pelletöinnin teettää ulkopuolisessa yrityksessä, tulisi varmistua, että myös pelletöinnin tekijä tietää mitä käsittelyllä tavoitellaan ja miten työvaiheet voivat siemeniin vaikuttaa. Koska puiden siemenet ovat pääosin elävää solukkoa, ympäristöolosuhteet vaikuttavat suuresti niiden itävyyteen ja varastointikestävyys. Kuivat siemenet kestävät hyvin kylmää ja hetkellisiä korkeita lämpötiloja, mutta jo muutama vuorokausi yli +40 °C heikentää itävyyttä. Jos siemenet kostuvat pelletöinnin yhteydessä, alttiut ääreille lämpötiloille kasvaa ja pakkasvaurioita syntyy jo -5... -10 °C lämpötilassa. Kun siementen vesipitoisuus kasvaa, niiden hengitys kiihtyy. Se tarkoittaa, että siementen hapenkulutus kasvaa, mutta myös sitä, että niiden vararavintolosukko on otettu kiihtyneiden elintoimintojen käyttöön. Vaikka siemenet kuivattaisiin uudelleen ja varastoitaisiin asianmukaisesti, niiden itävyys alenee varastoinnissa nopeammin kuin siementen, joita ei ole stressattu.

Tilanne, jossa riskit ovat käsittelyn tilaajalla ja pelletöinnin tekijä ei paljasta mitä aineita ja menetelmiä on käyttänyt, ei ole epäonnistumisten sattuessa erityisen hedelmällinen. Ainakaan suurta määrää siementä ei kannata lähettää käsittelyyn ennen kuin tuloksista on varmistuttu. Kokeiden hyvä dokumentointi on ehdottoman tärkeää, jotta on mahdollista päätellä mikä on mennyt pieleen, mikäli esimerkiksi itävyys ei vastaa odotuksia.



Kuva 2a. Pelletöityjä männyn siemeniä. Pelletöimällä siemenistä saadaan tasakokoisia, mikä helpottaa kylvöä, mutta paksu kuorrute voi haitata itämistä tai käsittely voi vaurioittaa siementä. (valokuva Katri Himanen)



Kuva 2b. Halkaistu pelletti. Kuvan siemenen sisärakenne on vahingoittunut, sillä alkiota tai alkio-onteloa ei ole havaittavissa. (valokuva Katri Himanen)

Itämisen edellytykset

Siemenet ovat niiden varastoinnin aikana elossa ja ympäristöolot vaikuttavat niihin. Kun siemenet imevät itseensä vettä, niiden elintoiminnot vilkastuvat ja ne herkistyvät mm. lämpötilan vaihteluille. Samalla myös niiden hapen tarve lisääntyy. Väärät olosuhteet voivat hidastaa tai estää itämisen tai siemenet voivat vaipua horrokseen esimerkiksi hapenpuutteen vuoksi. Eri puulajien siementen itämiselle suotuisimmat olosuhteet, esimerkiksi itämisen optimilämpötila, vaihtelevat jonkin verran, mutta samat periaatteet pätevät kaikilla lajeilla.

Vesi

Vesi on ehdoton edellytys itämiselle. Vesi toimii siemenessä liuottimena sekä osallisena itämisen biokemiallisissa reaktioissa. Veden avulla siemenen vararavintosisolukon ravintoaineet kulkeutuvat kasvavaan alkioon. Vesi imeytyy ensin siemenen passiivisesti, kosteammasta ympäristöstä kui-

vempaan siemenen. Veden imeytyminen tasaantuu tämän jälkeen ja sirkkajuuren tunkeutuessa ulos siemenestä vedenotto kiihtyy uudelleen, sillä alkio tarvitsee lisää vettä kasvaakseen.

Lämpötila

Lämpötilan noustessa siemenen elintoiminnot vilkastuvat. Toisaalta liian korkeat lämpötilat vaurioittavat siementä. Männyn ja kuusen siementen itämisen optimilämpötila on noin 20–22 °C. Tätä alemmissa ja korkeammassa lämpötiloissa itäminen ensin hidastuu ja lopulta lakkaa kokonaan. Männyn siemenet voivat itää alimmillaan 5–6 °C lämpötilassa ja itävyys alenee noin + 28 °C jälkeen.

Happi

Energiaa vapautuu siementen vararavintoaineista soluhengityksessä, eli hapen riittävä saatavuus on edellytys itämiselle. Erityisesti alkion hapensaanti on itämiselle välttämätöntä. Alhainen ympäristön

happipitoisuus hidastaa itämistä tai estää sen kokonaan. Siemen joutuu kohtaamaan hapettomia olosuhteita lähinnä liiallisen kosteuden vuoksi. Veden ja vettyneiden solukoiden hapenläpäisykyky on huomattavasti kuivia rakenteita alempi, joten siemenet voivat kärsiä hapenpuutteesta joutuessaan päiviksi veden alle esimerkiksi liian syvässä muokkausjäljessä.

Valo

Kaikkien puulajien siemenet eivät vaadi valoa itääkseen, mutta monille lajeille, mm. männylle ja koi-vulle se on välttämätöntä. Tärkeää ei ole vain valon määrä vaan myös sen laatu. Siemenet aistivat valoa ns. fytochromipigmentin avulla. Pigmentin kemiallinen rakenne muuttuu tietyn aallonpituuksisen valon ja toisaalta pitkän pimeän jakson vaikutuksesta. Näin siemen voi ”aistia” esimerkiksi sitä, onko se hautautuneena syvälle maahan vai maan pinnalla, tai varjostavatko toiset kasvit sitä.

Kirjallisuus

Ahola, V. & Leinonen, K. 1999. Responses of *Betula pendula*, *Picea abies* and *Pinus sylvestris* seeds to red/far-red ratios as affected by moist chilling and germination temperature. *Canadian Journal of Forest Research* 29: 1709–1717.

Alkkian kenttäkokeet 2012. <http://www.metla.fi/pa/alkkia.htm>

van Damme, L. 1988. Sowing method and seed treatment effects on jack pine direct seeding. *Northern Journal of Applied Forestry* 5: 237–240.

Fraser, J.W. & Adams, M.J. 1980. The effect of pelleting and encapsulation on germination of some conifer seeds native to Ontario. Canadian forestry service, department of the environment. Great lakes forest research centre, Ontario. Report 0-X-319. 17 s. + 4 liitesivua.

Heikkilä, R. 1977. Eläimet kylvetyn männyn ja kuusen siemenen tuhoajina Pohjois-Suomessa. *Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja* 89(5): 1–35.

Kolotelo, D., Van Steenis, E., Peterson, M., Bennett, R., Trotter, D. & Dennis, J. 2001. *Seed Handling Guidebook*. British Columbia. Ministry of Forest. Tree Improvement Branch. 151 s.

Martell, A.M. 1981. Effects of pelleting and repellent coating of conifer seeds on feeding by deer mice. Canadian forestry service, department of the environment. Great lakes forest research centre, Ontario. Report 0-X-330. 9 s.

Nilsson, S. 1985. Pelletering. *SST* 1/85: 91–92.

Nygren, M. 2002. Havupuiden syyskylvöistä. *Metsätieteen aikakauskirja* 1/2002: 50–51.

Nygren, M. 2003. Metsäpuiden siemenopas. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantaja* 882. 2. painos. 138 s. + 6 liitesivua.

Nystrand, O. & Granström, A. 1997. Post-dispersal predation on *Pinus sylvestris* seed by *Fringilla* spp: ground substrate

affects selection for seed color. *Oecologia* 110:353–359.

Pamuk, G. S. 2004. Controlling water dynamics in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seeds before and during seedling emergence. *Väitöskirja. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Silvestria* 305. 29 s.

Rudolf, P. O. 1950. A test of pelleted jack pine seed. *Journal of Forestry* 48 (10): 703–704.

Tillman-Sutela, E. & Kauppi, A. 2000. Structures contributing to the completion of conifer seed germination. *Trees* 14: 191–197.

Tietoja artikkeleita varten ovat ystävällisesti luovuttaneet tai tekstiä kommentoineet Rainer Bodman ja Metti Salminen (Mellänä Plant Ab) sekä Pekka Helenius, Kaarlo Kinnunen ja Markku Nygren (Metla).

Maanmuokkauksen ekologiset perusteet ja männyn siemensyntyinen taimettuminen turvemilla

MARKKU SAARINEN | METLA, LÄNSI-SUOMEN ALUEYKSIKÖ

TURVEMAILLA SIEMENSYNTYISEN taimettumisen (luontainen/kylvö) tulos vaihtelee kangasmaita enemmän pohjaveden pinnan tason, sääolojen ja ojitusvaikutuksesta syntyneen kasvillisuusvaihtelun mukaan. Vedenpinnan tason vaikutus muokkaamattoman taimettumispinnan kosteuteen riippuu voimakkaasti turpeen pinnalle kerrostuneen raakahumuksen esiintymisestä ja pintakasvillisuudesta. Mitä heikompi tai lyhytaikaisempi ojituksen jälkeinen kuivatusvaikutus on ollut, sitä enemmän on jäljellä suon alkuperäistä rahkasammalkasvustoa ja sitä parempi on taimettumisherkyys. Tämä kuitenkin edellyttää että vesipinnan taso rahkasammalpinnoilla on uudistamisen yhteydessä laskettu riittävän syväälle. Toisaalta mitä voimakkaampi ja pitkäaikaisempi kuivatusvaikutus on ollut, sitä aiemmin rahkasammalkasvustot ovat hävinneet ja sitä enemmän on ehtinyt kerrostua puiden ja pintakasvillisuuden karikemassaa (raakahumusta) turpeen pinnalle. Raakahumus hidastaa tai katkaisee turpeen vesipinnan kapillaariyhteyden ja taimettumisherkyys pienenee. Kapillaarikontaktin taimettumista edistävä vaikutus on siis sitä heikompi mitä paksumpi on raakahumuskerrostuma. Rahkasammalpinnoilla se on hyvin voimakas ja liiallisen kosteuden raja tulee vastaan huomattavasti syvemmillä vesipinnan tasoilla kuin raakahumuksen peittämällä turvekankailla. Viimeksi mainituilla vedenpinnan tason optimi taimettumisen suhteen voi olla niinkin vähäinen kuin 10 cm.

Kapillaarikontaktin vaikutus on voimakas myös, kun pintakasvillisuus ja raakahumus poistetaan ja turvepinta paljastetaan esimerkiksi kaivurilaikutuksen yhteydessä. Laikutetuilla uudistamisaloilla ei näin ollen ole suositeltavaa antaa turpeen vedenpinnan nousta liian korkealle. Tällöin saattaa kunnostusojitus olla tarpeellinen toimenpide heti uudistamisen yhteydessä. Mikäli alue mätätetään, voidaan kunnostusojitusta lykätä myöhemmin tehtäväksi esim. muokkauksesta aiheutuvan kiintoainekuormituksen pienentämiseksi. Mätäillä kasvavien taimien kehitys on melko pitkään vedenpinnan tason vaihtelusta riippumatonta.

Kuivatusvaikutuksen kestosta ja voimakkuudesta riippuen ovat raakahumuksen lisäksi myös kangasmaille tyypilliset sammalkasvustot (kuten seinäsammalet) vallanneet alaa heikentäen sirkkaimien menestymisen edellytyksiä. Turvekankailla maanmuokkaus on välttämätöntä luontaiseen uudistamiseen pyrittäessä. Tätäkin enemmän muokkausta tarvitaan niillä ojitusalueilla, joilla ojituksen jälkeiset kasvillisuusmuutokset ovat johtaneet paksujen karhunsammalkasvustojen syntymiseen.

Turvemilla metsän uudistamiseksi tehtävän maanmuokkauksen tavoitteena ei aina ole peruskuitatuksen parantaminen ojitusmätästykseä. Näin siksi että uudistamisvaiheen saavuttaneen puuston kehitys on jo aiemmin edellyttänyt hyvän kuivatusojaverkoston, joka uudistamisen yhteydessä lisäksi kunnostetaan. Muokkauksen tehtävänä on taimettumiselle otollisten pintojen luominen, johon voidaan pyrkiä muillakin menetelmillä kuin ympäristöä kuormittavalla ojitusmätästykseä. Kevyt pintamuokkaus esim. laikutuksena voidaan tehdä samalla koneella kuin ojaverkoston kunnostuskin eli kaivurilla. Laikutus kuitenkin edellyttää kuivatusojaverkoston kunnostusta, sillä pohjaveden pinta on saatava pysymään riittävän syväällä. Ojien kunnostuksella paitsi lisätään pohjavesisyvyyttä myös vähennetään pohjavesisyvyyden kasvukautista vaihtelua. Taimien syntyminen ja alkukehitys edellyttää riittävän keskimääräisen pohjavesisyvyyden lisäksi sitä, ettei vesipinta tilapäisesti nouse liian korkealle loppukesän aikana.

Kaivurilaikutuksen soveltavuudesta on toistaiseksi vain alustavia tuloksia. Niiden mukaan hyvin kuivatetun ojitusalueen pinnalle tehdyt laikut ovat toimiva ratkaisu, mikäli poistetaan vain pintakasvillisuus ja turvekankailla enintään pintakasvillisuuden alla oleva raakahumuskerros. Laikutustyössä on ehdottomasti vältettävä koskemasta raakahumuksen alla olevaan turvekerrostumaan, kuten tehdään laikumätästykseä. Turpeeseen ei saa syntyä painautumia, joten parasta on pyrkiä lähinnä elävän sam-

malkasvuston poistamiseen. Näin ollen laikkupintoihin jää osittain raakahumusta. Mikäli tavoiteltiin paljaita turvepintoja, syntyisi kaivurityöskentelyn epätarkkuus huomioon ottaen herkästi liian syviä laikkuja.

Laikun ominaisuudet itämisen ja sirkkataimien alkukehityksen kannalta riippuvat olennaisesti siitä, minkälaiseen kasvillisuuspintaan se tehdään. Rahka- ja karhunsammalkasvustoihin tehty laikut ovat kuohkeita ja kosteita tarjoten kuivana kesänä hyvän itämisalustan. Turvekankaiden seinäsammalpintaisen raakahumuksen alla on usein maaton turvekerros, joka on edellisiä heikompi taimettumisalustana. Kosteutta on siinäkin riittävästi, mut-

ta siemenet ovat alttiita erilaisille siemensyöjille ja toisaalta kovat sadekuurot sekoittavat ja liettävät hienojakoista turvemassaa. Kovien sateiden jälkeen vesi jää helposti lammikoksi vettä huonosti läpäisevälle maaton turvepinnalle. Myös rouste on ajoittain ongelma. Mikäli laikutuksessa turvepinnan päälle jätetään osa raakahumuskerroksesta, voidaan edelliset ongelmat osin välttää. Tällöin itämisalustan kuivumisriski kuitenkin lisääntyy.

Laikutuksen etu on merkittävä verrattuna muokkaamattomaan pintaan turvekankailla mutta erityisesti karhunsammalmuuttumilla. Kummassakin tapauksessa taimettumistulos ilman muokkausta on huono. Laikutuksen hyöty on

suhteellisesti vähäisempi rahkasammalpinnoilla, sillä ne taimettuvat muokkaamattominakin melko hyvin. Laikutus voi kuitenkin niiläkin moninkertaistaa taimimäärän kuivina kesinä.

Laikkupintojen vertailu mätäspintoihin on hankalaa, koska sirkkataimien syntyajankohdan säätila vaikuttaa ratkaisevasti taimettumistulokseen. Taimettumistuloksen suhteellinen ero näiden pintojen välillä voi siis vaihdella vuosittain. Kuivana kesänä laikkuihin voi syntyä kaksinkertaisesti sirkkataimia turvemättäisiin verrattuna, mutta sateiset jaksot kääntävät asetelman helposti päinvastaiseksi. Lisäksi erot luonnollisesti riippuvat verrattavien mätäs- ja laikkupintojen



Kuva 1. Oikein tehty kääntömätäs on kauhallinen turvetta kokonaisuudessaan ylösalaisin kuoppaansa asetettuna siten, että lopputulokseksi saadaan laakea n. 5–10 cm ympäröivästä kasvillisuuspinnasta kohoava turvepinta, jossa ei ole laikkujen liiallisen märkyyden riskiä eikä pintakerroksen kuivuminenkaan ole yhtä suuri ongelma kuin ojitusmättäissä. (valokuva Markku Saarinen)



Kuva 2. Turpeeseen sekoittunut kivennäismaa heikentää kasvualustan vedenpidätyskykyä, mutta toisaalta edistää veden uudelleen imeytymistä kuivuneeseen turpeeseen. (valokuva Markku Saarinen)

ominaisuuksista sekä pohjaveden pinnan etäisyydestä. Turvemätäillä siemensyntyisen (luontainen ja kylvö) taimettumistuloksen vaihtelu johtuu erityisesti turpeen pintakerroksen kosteusvaihtelusta. Siemenet on saatava kosteaan tuoreeseen turpeeseen mutta lopputulokseen vaikuttaa myös kesäaikainen kuivuminen ja kuivumisen jälkeinen uudelleen kostuminen. Jälkimäinen riippuu turpeen omi-

naisuuksista, joidenkin turpeiden muuttuessa kuivumisen jälkeen vettähylliviksi. Koska turvemätäs kokonaisuudessaan sitoo kuitenkin hyvin kosteutta vain pintaturpeen kuivussa, on istutustaimilla kuivien kesien aikana parhaimmat edellytykset selvitä kuivuusstressistä.

Siemensyntyisen taimettumisen edistämiseksi mätästys on tehtävissä myös siten että pintatur-

peen kuivuminen vähenee huomattavasti. Mikäli kaivurin nostama turvemassa käännetään omaan kuoppaansa ns. kääntömätästykseenä (kuva 1), säilyttää turvemassa paremmin kosteutensa kuin kasvillisuuden päälle maanpintaan pudotettu turvemätäs. Näin ollen kuivuminen pintaturpeessa vähenee ja sirkkataimet selviytyvät paremmin kesän kuivuusjaksoista. Viljelyä edeltävänä vuonna tehdyt mätäät säilyttävät kääntömätäinä paremmin kosteutensa usein jo huhtikuussa esiintyvänä kuivina aurinkoisina päivinä, jolloin perinteiset mätäät saattavat kuivua haitallisesti kevään kylvöjä ajatellen.

Turvemaille mätästys tuottaa aikaansaattavan kasvualustan ominaisuuksien suhteen huomattavasti enemmän vaihtelua kuin kangasmailla. Mätäät voivat turvepaksuudesta riippuen olla kivennäismaata tai turvetta tai usein molempia sekaisin (kuva 2). Turpeen kohdalla vaihtelua tuottaa turvelaji ja turpeen maatuneisuus. Kivennäismaa puolestaan vaihtelee maalajitekoostumuksen mukaan. Turpeen alta voi nousta yhtä hyvin soraa kuin saveakin ja kaikkea näiden väliltä. Muokkaustapaa valittaessa on turverassin käyttö suositeltavaa. Mikäli ohutturpeisen ojitusalueen pohjamaa on puhdasta savea tai liettyvää hiesusavea, on mielekkäämpää pyrkiä tekemään mätäät pelkästään turvekerrostumasta. Teknisesti tämä onnistuu parhaiten laikkumätästykseenä. Joidenkin turvelajien kohdalla mätästämisen hyöty ainakin kylvöä ajatellen saattaa olla hyvin kyseenalaista. Tästä on hyvänä esimerkkinä maatunut puhdas saraturve.



Hassiselta kone turvemaiden uudistamiseen

PEKKA HELENIUS JA VELI-MATTI SAARINEN | METLA, ITÄ-SUOMEN ALUEYKSIKKÖ
MARKKU KOLEHMAINEN | MHY, METSÄ-SAVO

SEURAAVAN 20 VUODEN aikana suuri määrä ojitetuja soita tulee uudistuskypsiksi. Näistä valtaosa on mäntyvaltaisia metsiä (VMI10). Tehokkaille, turvemaiden vaihtelevissa olosuhteissa toimiville männyn uudistamismenetelmille tulee siis olemaan kysyntää lähitulevaisuudessa.

Ilomantsilainen Hassisen Veljekset Oy on kehittänyt turvemaiden uudistamiseen kaivinkoneen puomiin kiinnitettävän jyrshintyyppisen Havel-maanmuokkaimen (www.havel.fi). Muokkaimessa on neljällä akselilla 15 cm pitkiä teriä, joita pyöritetään hydraulimoottorilla noin 700 kierrosta minuutissa (kuva 1). Terät sekoittavat pintakasvillisuuden, raakahumuksen ja turpeen kylvöalustaksi. Jyrsin voidaan kääntää hydraulisylinterillä myös pystyasentoon, jolloin jyrsimen reunassa olevilla kynsillä voidaan siirrellä hakkuutähteitä ja tehdä tarvittaessa tavallista laikutusta. Jyrsimen voidaan asentaa myös kylvölaite, jolloin kylvö onnistuu muokkauksen yhteydessä.

Uudistamisen laatua ja työn tuottavuutta turvemaiden männyn kylvössä Havel-jyrsimellä tutkittiin Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen toimipaikassa kesällä 2011. Seuraavassa esitetyt tulokset perustuvat Markku Kolehmainen Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoululle tekemään opinnäytetyöhön.

Minä lähdän Pohjois-Karjalaan...

Tutkimus tehtiin kolmella päätehakatulla turvekan-kaalla Ilomantsissa (17. toukokuuta), Enossa (24. toukokuuta) ja Lieksassa (24. kesäkuuta) satunnaisesti lohkojen muotoisena kokeena. Vertailukäsitte-lynä oli laikutus, joka tehtiin Ilomantsissa ja Enossa Havel-jyrsimen etureunaan kiinnitetyllä teräslevyllä (kuva 1). Laikutuksessa pintakasvillisuus ja raakahu-mus pyrittiin kuorimaan varovasti turpeen päältä, et-tei laikuista olisi tullut liian syviä ja märkiä. Lieksassa laikut tehtiin levyn rikkoutumisen takia muokkaimen etureunassa olevilla kaivurin kynsillä.

Sekä jyrsin- että vertailulaikut (kuva 2) kylvettiin männylle kaivinkoneeseen asennetulla Seedgun-kyl-

völaitteella (Newforest Oy) muokkauksen yhteydes-sä. Ilomantsissa ja Enossa käytettiin samaa sieme-nerää (itämistarmo 74 % ja -kapasiteetti 94 %). Lieksassa käytetyn siemenen itämistarmo oli 82 % ja -kapasiteetti 95 %. Urakoitsija, kone ja kuljettaja oli sama kaikilla kohteilla. Osa laikuista jätettiin kylvämättä luontaisen täydennyksen arvioimiseksi. Lisäksi kullakin työmaalla katettiin neljä laikkua metalliverkolla (silmäkkö 8 mm) siemensyönnin selvittämiseksi.

Kylvötyö taltioitiin kaivinkoneen ohjaamoon asennetulla videokameralla. Videokuvan perusteel-la tehtiin vertaileva aikatuokimus, jossa selvitettiin muokkausmenetelmien työn tuottavuus ja työajan käytön jakauma.

Kylvösiemenmäärää ja siementen mahdollista vaurioitumista seurattiin keräämällä koneen kylvö-suuttimista siemennäytteitä säännöllisin väliajoin. Ilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta seurattiin kohteille jätetyillä tallentimilla. Kesän sademäärät saatiin Lieksassa olevalta Ilmatieteen laitoksen sääasemat-ta. Elokuussa koelaikuista (yhteensä 1 468 jyrsinlaik-kua ja 1 153 vertailulaikkua) laskettiin sirkkatimet.

Sadetta, poutaa ja pakkasta

Ilomantsissa ja Enossa kylvöpäivät olivat pääosin poutaisia, Lieksassa sitä vastoin satoi koko päivän. Lieksassa myös kylvöä edeltävänä päivänä oli sata-nut runsaasti, minkä takia etenkin vertailulaikkuihin kertyi seisovaa vettä. Jyrsinlaikkujen pinta oli sormin tunnustelemalla kaikilla kohteilla kuivempi kuin ver-tailulaikuissa. Kosteusero näkyi myös jyrsinlaikkujen



Kuva 1. Kaivinkoneen puomin päässä oleva Havel-jyrsin. Vertailukäsitte-lynä ollut laikutus tehtiin jyrsimen etureunaan kiinnitetyllä teräslevyllä. Jyrsimen kyljessä näkyvät siemensuuttimet. (valokuva Pekka Helenius)



Kuva 2. Vasemmalla juuri muokattu jyrseinlaikku ja oikealla vertailulaikku. (valokuvat Pekka Helenius)



pinnan vertailulaikkuja vaaleampana värinä myöhemmin kesällä. Kesäkuun 6. päivä lämpötila maan pinnassa laski sekä Ilomantsissa että Enossa alle $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Kylvöstä oli tällöin kulunut Ilomantsissa 3 viikkoa ja Enossa 2 viikkoa. Kesäkuun alku ja koko heinäkuu olivat Pohjois-Karjalassa vähäsateisia. Elokuun sademäärä vastasi pitkän ajan keskiarvoa.

Vaihtelua kylvömäärässä ja -tuloksessa, muttei työn tuottavuudessa

Kylvölaitteen laikkuun annostelema siemenmäärä vaihteli paljon, vaikei kylvölaitteen säätöihin kajottu kokeen aikana. Vaihteluväli oli Ilomantsissa 31–47 siementä,

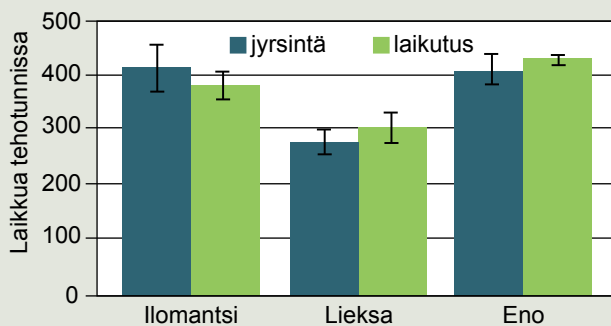
Enossa 26–37 siementä ja Lieksassa 19–55 siementä / laukaus. Kahdella työmaalla laukauskohmainen siemenmäärä näytti lisäksi vähentyvän työmaan aikana, mikä luonnollisesti heikentää tulosten luotettavuutta. Laitteen annostelevaan siemenmäärään saattoi vaikuttaa siemensäiliön vajeeminen työmaan edetessä. Kylvölaite ei rikkonut siemeniä.

Jyrsinnän ja laikutuksen välillä ei ollut käytännön eroja työn tuottavuudessa. Keskimääräinen työn tuottavuus oli jyrsinnässä 360 ja laikutuksessa 367 muokkausjälkeä tehotyötunnissa (kuva 3). Työaikajakaumissa eri työvaiheiden välillä ei myöskään ollut eroja. Tehotyöajasta kului itse muokkauseen ja kylvöön noin 83 %, koneen

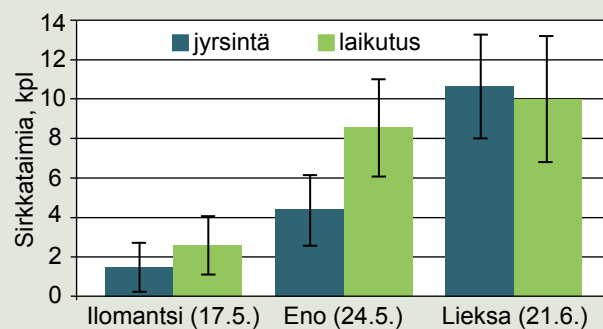
siirtymiseen 7 % ja hakkuutähteen siirtelyyn 10 %.

Sirkkataimien määrä jyrsinlaikkuissa jäi vertailukäsittelyä pienemmäksi Ilomantsissa ja Enossa. Sitä vastoin Lieksassa sirkkataimia oli yhtä paljon molemmissa käsittelyissä (kuva 4). Ilomantsissa ja Enossa tyhjien laikkujen osuus oli jyrsinnässä huomattavasti suurempi kuin vertailukäsittelyssä, mutta Lieksassa sitä vastoin hieman pienempi (kuva 5).

Metalliverkolla suojatuissa laikkuissa oli huomattavasti enemmän taimia (10 / 10 / 18) kuin suojaamattomissa laikkuissa (3 / 7 / 10) työmaittain. Kaikki keväällä kylvämittä jätetyt laikut olivat syksyllä tyhjiä, joten luontaisia taimia ei kylvölaikuissakaan todennäköisesti ollut.



Kuva 3. Koneellisen kylvön työn tehotuntituottavuus ja sen keskihajonta jyrsinnässä ja kylvössä työmaittain.



Kuva 4. Laikkukohtainen sirkkataimimäärä ja keskihajonta elokuussa. Laikkuu kohti kylvettiin Ilomantsissa keskimäärin 38 siementä, Enossa ja Lieksassa 31 siementä. Suluissa kylvöpäivämäärät.

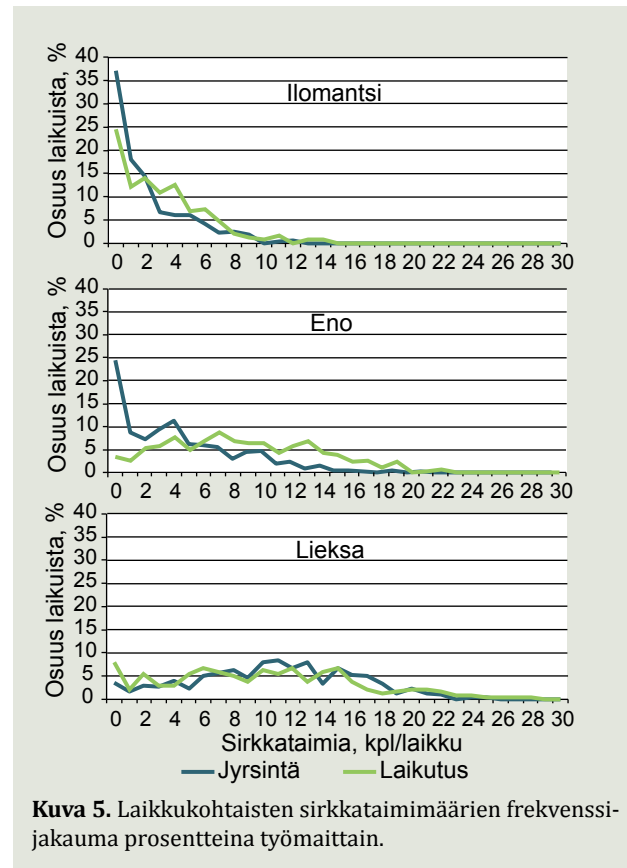
Tarvetta jatkokehitykselle

Sirkkataimien vähäisempi määrä jyrnsinlaikuissa verrattuna tavallisiin laikkuihin johtuu todennäköisesti jyrnsinlaikun kuohkeudesta, joka hidasti tai esti kapillaariveden nousun laikun pintaan siementen saataville. Vaikutus lienee samanlainen kuin jos viljan siemen kylvettäisiin suoraan juuri kynnetyn pellon pintaan. Kuivasta, lämpöä huonosti johtavasta pintakerroksesta johtuen jyrnsinlaikku oli kesäkuun 6. päivän pakkasaamuna todennäköisesti myös vertailulaikkua kylmempi, jolloin osa erosta voi selittyä myös hallavaurioilla. Muutaman viikon ikäiset männyn sirkkataimet alkavat vaurioitua lämpötilan laskiessa alle -3°C (Rikala ja Repo 1987). Lieksassa kylvöajankohta oli sateisempi ja myös myöhäisempi, joten kuivuus ja halla eivät vaikuttaneet tulokseen. Kolmas mahdollinen muokkaustapojen eroon vaikuttanut tekijä on allelopatia, ts. variksenmarjan, juolukan, suopursun ym. varpujen lehdistä vapautuvat, männyn siementen itämistä estävät ja taimien kasvua hidastavat yhdisteet. Näitä on voinut vapautua jyrnsinlaikkuun sekoittuneesta pintakasvillisuudesta. Varmaa näyttöä asiasta ei tämän tutkimuksen perusteella kuitenkaan saada.

Siemenhävikki laikuista oli suurta. Esimerkiksi Ilomantsissa verkolla suojatuissa laikuissa oli yli kolminkertainen määrä sirkkataimia suojaamattomiin laikkuihin verrattuna. Varmaa havaintoa tuhonaiheuttajasta ei ole, mutta mm. pikkulintujen on havaittu syövän kylvösiemeniä etenkin alkukesällä. Syönnineston lisäksi metalliverkko on voinut vaikuttaa taimimääriin myös vähentämällä hallavaurioita.

Kaivinkonekylvön edut ja haitat turvemilla

Työntutkimukset osoittivat, että työnopeudessa ei jyrnsinnän ja laikutuksen välillä ole eroa. Sen sijaan kylvötiheydessä jäätin reilusti tavoitteesta. Jyrnsinnässä muokkausjälkiä saatiin noin 1600 ja laikutuksessa noin 1 200 kappaletta hehtaarille, kun tavoitteena kokeessa oli 2 000 kylvöpistettä hehtaarille. Tavoitetiheys olisi luultavasti saavutettavissa työn omavalvonnan kautta. Tutkimustuloksen mukaisella työn tuottavuudella 2000 kylvöpisteen tekeminen hehtaarille veisi arviolta noin 7 käyttötuntia kaivinkoneelta. Koneellisen kylvön tekeminen kaivinkoneella on kuitenkin kustannustehokkuuden kannalta yleisesti ottaen haasteellista, koska metsäkonealustalle asennettujen jatkuvatoimisten mätästajälakureiden ja metsä-äkeiden työn tuottavuus on kaivinkonetyöhön verrattuna nelin-viisinkertainen. Tutkitun kaltaisella ojitetulla rämeellä kaivinkone saattaa silti olla paremman kantavuutensa ja alueella mahdollisesti samalla kertaa tehtävän ojien perkauksen vuoksi järkevämpi vaihtoehto, kun mahdollisesti useampi operaatio saadaan tehdyksi yhdellä konesiirrolla.



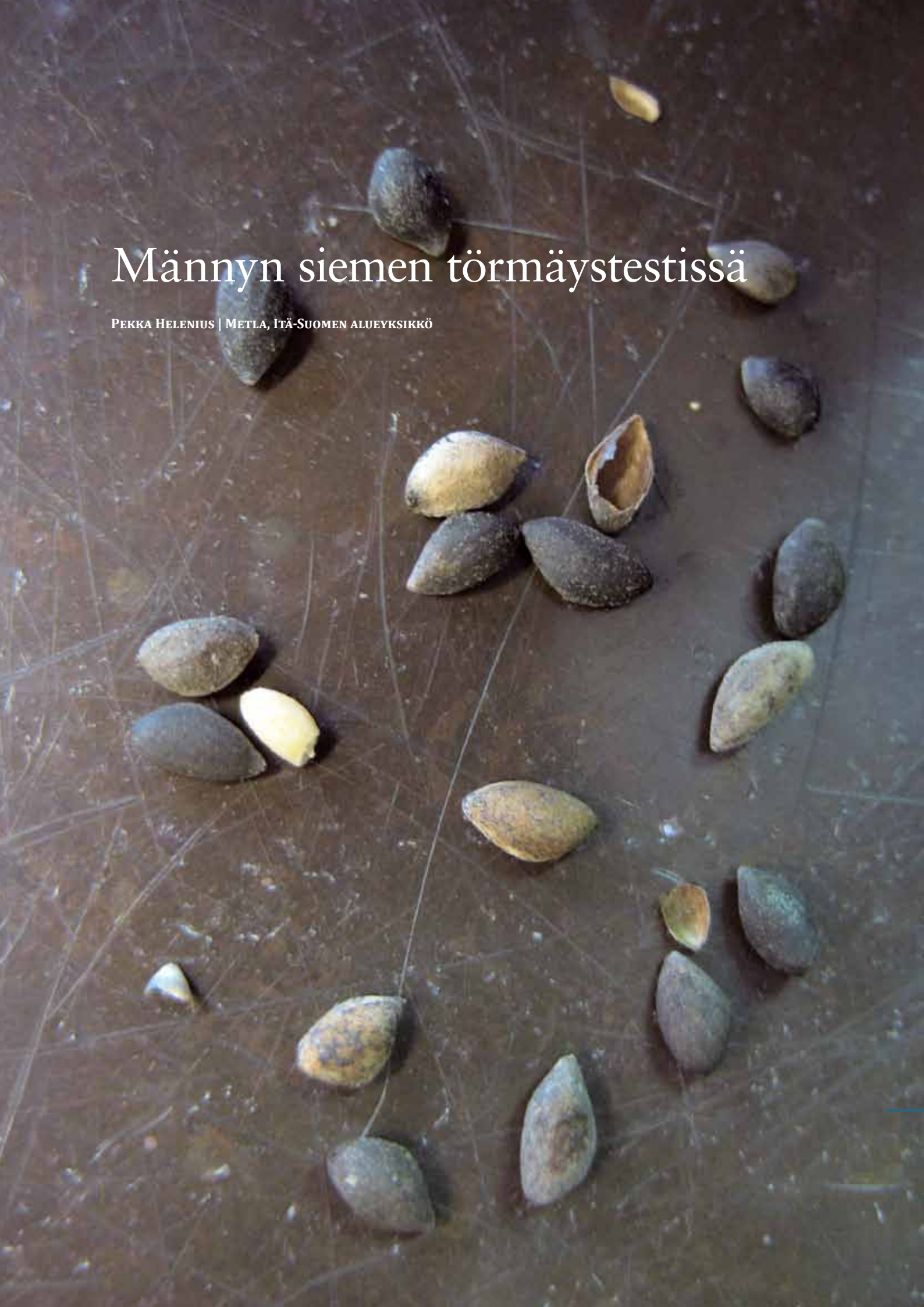
Taimettumisen osalta tämän tutkimuksen tulokset koskevat ensimmäistä kylvön jälkeistä syksyä yhtenä vuotena. Taimia kuolee ensimmäisenä talvena usein runsaasti, joten lopullisesta kylvötuloksesta on liian aikaista sanoa mitään. Toisenlaisissa sääoloissa myös ensimmäisen syksyn tulos olisi voinut olla erilainen. Työmaat inventoidaan uudelleen syksyllä 2012, jolloin saadaan luotettavampi kuva menetelmien eroista. Havel-jyrnsimen kehitystä jatketaan kesällä 2012 kokeilemalla jyrnsinlaikun tiivistämisen vaikutusta kylvötulokseen.

Kirjallisuus

- Bergsten, U. 1985. A study on the influence of seed predators at direct seeding of *Pinus sylvestris* L. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsskötsel. Rapport no. 13.
- Hytönen, J. 1992. Allelopathic potential of peatland plant species on germination and seedling growth of Scots pine, silver birch and downy birch. *Silva Fennica* 26 (2): 63–73.
- Rikala, R. & Repo, T. 1987. Frost resistance and frost damage in *Pinus sylvestris* seedlings during shoot elongation. *Scandinavian Journal of Forest Research* 2: 433–440.

Männyn siemen törmäystestissä

PEKKA HELENIUS | METLA, ITÄ-SUOMEN ALUEYKSIKKÖ



MÄNNYN METSÄKYLVÖSSÄ koneellisen, muokkauksen yhteydessä tehtävän kylvön osuus on jo yli 70 %. Peruskoneena koneellisessa kylvössä on useimmiten metsätraktori ja muokkaimena metsä-äes tai jatkuvatoinen laikkuri. Pienempiä uudistusaloja laikutetaan ja kylvetään myös kaivinkoneella. Yleisimmät kylvölaitteet ovat nykyisin Bräcke Oy:n valmistaman TTS Sigman eri versiot, Ramek Oy:n valmistama TOP 100 sekä Newforest Oy:n Seedgun. Edellä mainittujen lisäksi urakoitsijoilla on jonkin verran käytössä itse rakentamiaan kylvölaitteita.

Yhdessä ensimmäisistä metsä-äkeeseen asennetuissa kylvölaitteversioissa (TTS/Palonen) siemen varisi painovoiman vaikutuksesta lautasen tyvellä olleesta siemensäiliöstä muokkausjälkeen pyörivän reikälevyn annostelemana. Nykyisin kylvölaitteet ovat yleensä joko peruskoneen kuormatilassa tai hytissä, josta siemen puhalletaan paineilmalla letkuja pitkin muokkausjälkeen. Siemenen annostelijana on yleensä joko kolopyörä tai pieni ruuvikuljetin.

Vanhastaan on tiedetty kuivan siemenen vaurioituvan herkästi esimerkiksi lenninsiipien mekaanisessa poistossa. Nykyisissä kylvölaitteissa siementen annostelijat ovat niin hellävaraista, etteivät ne enää juurikaan riko kylvösiemeniä (ks. Taimiuutiset 3/2011, s. 6–9). Sen sijaan puhalluksesta ja kylvöalustaan törmämisestä siemenelle mahdollisesti aiheutuvista vaurioista ja niiden vaikutuksesta itävyyteen ei ole ollut tietoa. Kylvöaloilla on tullut vastaan tilanteita, joissa kylvölaitteen puhallusvoimakkuus on ollut niin suuri, ettei kättä ole uskaltanut viedä kylvösuuttimen eteen.

Sarjatulta siemenillä

Siemenen vaurioitumista mekaanisessa rasituksessa tutkittiin Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen toimipaikan metsäkylvölaboratoriossa keväällä 2012. Kokeessa varastokuivia männyn siemenviljelyssiemeniä ammuttiin sisäläpimitaltaan 7 mm paksuista muoviletkaa pitkin kovalle ja pehmeälle alustalle 0,5 / 1 / 1,5 ja 2 bar:in paineilmalla (kuva 1). Kovana alustana oli seulasarjan messinkinen pohja-astia (kuva 2), pehmeänä alustana saman astian pohjalle laitettu noin 10 mm paksuinen kerros hienoa hiekkää. Alustoilla pyrittiin jäljittelemään siemenen osumista muokkausjäljessä joko kiveen tai hienojakoiseen, irtonaiseen maa-ainekseen. Etäisyys siemensuuttimesta alustan pintaan oli 80 cm. Siemenet ammuttiin 20 kpl:een erissä viitenä

Kuva 2. Kovalle alustalle 1,5 bar:in paineella ammuttuja männyn siemeniä. Ammuttujen siementen itävyys aleni paljon enemmän kuin paljaalla silmällä erottuvista vaurioista voi päätellä. (valokuva Pekka Helenius)



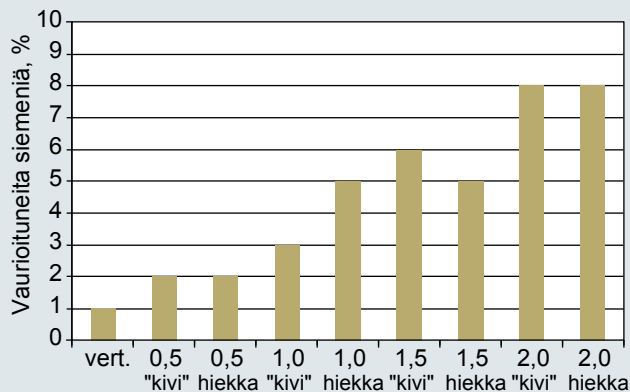
Kuva 1. Siementen ampumiseen käytetty laitteisto sekä kovana puhallusalustana alustana käytetty messinkinen astia. Pehmeä alusta tehtiin kaatamalla saman astian pohjalle 10 mm paksuinen kerros hienoa hiekkää. Suuttimen etäisyys alustasta oli molemmissa käsittelyissä 80 cm. (valokuva Pekka Helenius)

toistona (yhteensä 100 siementä / käsittely). Ampumisen jälkeen siemenet röntgenkuvattiin ja idätettiin petrialjoilla Suonenjoen siemenlaboratoriossa.

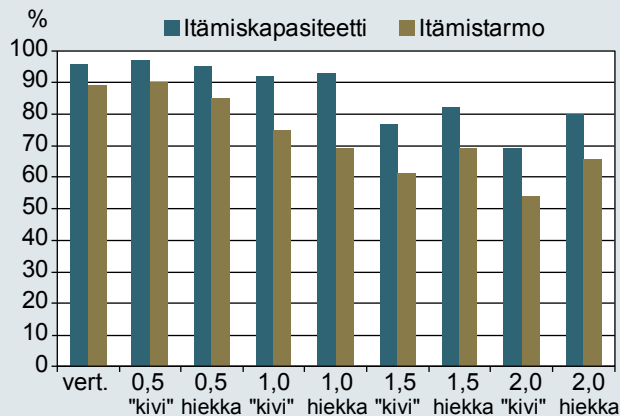
Helposti särkyvä

Röntgenkuvan perusteella rikkiäisiksi luokiteltuja siemeniä oli sitä enemmän mitä suuremmalla paineella siemenet ammuttiin alustalle (kuva 3). Kovan ja pehmeän alustan välillä ei, yllättävää kyllä, näyttänyt olevan selkeää eroa. Murtumia ja halkeamia syntyi törmäyksen seurauksena pääasiassa siemenkuoreen, mutta myös siemenvalkuaiseen ja alkion kaikkiin osiin (sirkkajuureen, -varsiin ja lehtiin). Aikaisemmissa tutkimuksissa nimenomaan sirkkalehtien on todettu olevan herkimpiä mekaanisille iskuille. Voimakkaimmissa puhalluskäsittelyissä (1,5–2 bar) siemeniä myös kuoriutui kokonaan alustasta riippumatta (kuva 2).

Sekä puhallusvoimakkuus että -alusta vaikuttivat siementen itämistarmoon ja -kapasiteettiin (kuva 4). Itämistarmo näytti olevan itämiskapasiteettia herkempi puhalluksen aiheuttamalle mekaaniselle rasitukselle:



Kuva 3. Puhallusalustan (kova tai pehmeä) ja -paineen (0–2 bar) vaikutus siementen rikkoutumiseen. Siementen rikkoutuminen (halkeama tai murtuma siemenkuoressa, siemenvalkuaisessa tai alkiossa) on arvioitu röntgenkuvalta heti käsittelyjen jälkeen.



Kuva 4. Puhallusalustan (kova tai pehmeä) ja -paineen (0–2 bar) vaikutus itämistarmoon ja -kapasiteettiin.

itämiskapasiteetti laski käsittelyjen seurauksena enimmillään noin 25 %-yksikköä ja itämistarmo 35 %-yksikköä. Kovalle alustalle ammuttujen siementen itävyys laski etenkin voimakkaimmissa puhalluskäsittelyissä hieman enemmän kuin pehmeälle alustalle ammuttujen.

Idätystestissä itämättömiksi jääneitä tai epänormaalisti itäneitä siemeniä oli enemmän kuin röntgenkuvilta vaurioituneiksi luokiteltuja siemeniä. Osa käsittelyiden seurauksena syntyneistä vaurioista oli todennäköisesti niin pieniä hiusmurtumia, etteivät ne erottuneet kunnolla röntgenkuvilta. Myös Kosken (1963) tekemissä rasisuskokeissa siementen itävyys aleni mekaanisten iskujen seurauksena enemmän kuin röntgenkuvilta pystyi päättämään. Alkiot esiin preparoimalla Koski löysi kuitenkin murtumia tai halkeamia kaikista iskun saaneista, mutta itämättä jääneistä siemenistä.

Voimakkaimmissa puhalluskäsittelyissä siementen itäminen pysähtyi idätystestissä usein sirkkajuuren tunkeuduttua ulos siemenkuoresta, tai sirkkajuuri jäi tyngäksi muuten normaalisti kehittyneessä sirkkataimessa. Ammuttujen siementen itävyyttä alensi myös homehtuminen, mikä johtune kuoreen syntyneistä vaurioista.

Tarvitaanko turvatyynyä?

Luonnossa männyn siemen on sopeutunut putoamaan maahan painovoiman aikaan saamalla nopeudella lenninsiiven aiheuttaman pyörimisliikkeen jarruttaessa tehokkaasti putoamista. Lenninsivettömien siementen vaurioituminen ja itävyyden aleneminen voimakkaassa törmäyksessä ei siten olekaan kovin yllättävää.

Koesiemenet idätettiin käsittelyjen jälkeen optimiolosuhteissa. Maastossa esimerkiksi siemenkuoren rikkoutumisen itävyyttä alentava vaikutus on ilman alhaisen suhteellisen kosteuden takia todennäköisesti suurempi kuin suotuisissa laboratorio-olosuhteissa, joissa siemenkuoresta ja -valkuaisesta varovasti esiin kaivettu alkiokin on saatu kasvamaan muutaman viikon ajan (Koski 1963).

Taimisaanto on metsäkylvössä varsin alhainen ilman mekaanisia vaurioitakin. Lisähävikin välttämiseksi kylvölaitteiden puhallusvoimakkuus kannattaakin pitää alhaisena kylvökohteesta riippumatta. Edes pehmeään hiekkaan osuminen ei näytä takaavan häiriintymätöntä itämistä, jos siemenillä on liikaa vauhtia. Vaikka siemen olisikin haihdunnan pienentämiseksi hyvä saada kylvettyä muutaman millin syvyyteen kylvöalus-

taan, kovalla paineella ampumalla sitä ei kannata yrittää tehdä. Myös siemensuutinten mahdolliseen tukkeutumiseen sekä suuntauksen muutoksiin työmaan aikana kannattaa kiinnittää huomiota.

Kirjallisuus

Koski, V. 1963. Männyn siemenen mekaanisesta vaurioitumisesta. Pro gradu. Helsingin yliopisto. 42 s.

Nilsson, J. P. 1963. Studier över mekaniska skador av tallfrö. Summary: Studies of mechanical injuries on pine seed (*Pinus sylvestris* L.). Norrl. SkogsvFörb. Tidskrift 1. 57-95.

Rummukainen, A., Tervo, L., Kautto, K. & Pulkkinen, M. 2011. Maanmuokkaus- ja kylvölaitteyhdistelmien vertailua männyn kylvössä Kainuussa ja Pohjois-Pohjanmaalla. Metsätieteen aikakauskirja 1/2011: 13–33.

Yli-Vakkuri, P. 1959. Siemensiipien hankaajista ja niiden vaikutuksesta siementen itävyyteen. Acta Forestalia Fennica 68.



Euroopan unioni
Euroopan sosiaalirahasto

Parempiin tuloksiin männyn metsäkylvössä: tunne vihollisesi

PEKKA HELENIUS | METLA, ITÄ-SUOMEN ALUEYKSIKKÖ

MÄNNYN METSÄKYLVO on nykyisin yhtä suosittu uudistamismenetelmä kuin 30 vuotta sitten. Suosion syinä lienevät istutusta alhaisemmat uudistamiskustannukset sekä luontaista uudistamista nopeampi ja varmempi uudistuminen. Pienillä kuvioilla kylvö kilpailee myös kustannuksiltaan tasaväkisesti luontaisen uudistamisen kanssa, mikäli siemenpuihin sitoutunut pääoma ja korjuukoneiden siirtokustannukset otetaan huomioon. Myös jalostushyöty alkaa nykyisin olla varteenotettava, uudistamismenetelmän valintaan vaikuttava tekijä. Kylvön edullisuus on toisaalta johtanut myös sen käyttöön liian rehevillä kasvupaikoilla.

Metsäkylvö on onnistunut säilyttämään suosionsa varsin vähäisillä näytöillä, sillä yhtä vakiintunutta tainta kohti joudutaan kylvämään edelleen keskimäärin kymmenen itämiskykyistä siementä. Toisin sanoen 80–90 % kylvetyistä siemenistä tai niistä syntyneistä taimista tuhoutuu viiden vuoden sisällä kylvöstä. Siemenmääräksi muutettuna tämä metsäkylvön ”hukkaprosentti” on noin 8000 kg vuodessa. Suurimmat tuhot tapahtuvat heti kylvökesänä ja sitä seuraavana talvena. Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että puolet ensimmäisenä syksynä elossa olevista taimista on elossa vielä kymmenen vuoden kuluttua kylvöstä.

Siementen ja sirkkataimien tuhoutuminen johtuu useista eri tekijöistä, jotka usein voimistavat toistensa vaikutusta. Tuhojen esiintymisessä voi olla voimakasta vuosivaihtelua lähinnä sääolosuhteista johtuen.

Kuivuus

Kuivuus on merkittävin kylvötulosta heikentävä tekijä. Kuivuudella tarkoitetaan yleensä maan vesipitoisuuden laskua tasolle, joka haittaa kasvien kasvua ja kehitystä. Maan vesipitoisuus on suurimmillaan keväällä lumen sulamisen aikaan, josta se laskee kohti kesää sateisuudesta riippuen. Kevätkosteuden haihduttua maasta kylvösiementen itäminen on riippuvaista sateiden ajoittumisesta. Keväällä kylvetyt siemenet voivat kuivana kesänä itää vasta elo-syyskuussa.

Kylvöalustan kuivuuden lisäksi siemenen vedenpuute voi aiheutua voimakkaasta haihdunnasta, jolloin maasta siemeneen imeytynyt vesi ”karkaa”

edelleen ilmaan, etenkin jos siemen on paljaana kivennäismaan pinnalla. Tällöin siemen ei saavuta itämiseen vaadittavaa vesipitoisuutta, vaikka maa olisikin kosteaa. Myös pienet sirkkataimet ovat heikosti kehittyneen juuristonsa takia arkoja maan kuivumiselle ja voimakkaalle haihdunnalle. Kuivuus ja voimakas haihdunta voivat siis estää tai hidastaa siementen itämistä, tai tappaa jo itäneen siemenen tai heikosti juurtuneen sirkkataimen (kuva 1). Sääolot kylvöä seuraavien 2–3 viikon aikana ovat usein ratkaisevia kylvön onnistumisen kannalta.

Mitä kauemmin itäminen viivästyy kuivuuden takia, sitä kauemmin siemen on alttiina siemensyöjille. Myöhäinen itäminen viivästyttää myös juuriston kehitystä, jolloin sirkkataimi on altis roustetuholle seuraavana talvena. Heinä-elokuun kylvöt epäonnistuvat usein juuri kuivuuden ja sen seurausvaikutusten takia.

Syönti

Havupuiden siemenissä on runsaasti alkion evääksi pakattua ravintoa, minkä takia ne kiinnostavat monia eläimiä. Maassa olevia siemeniä syövästä eläimistä yleisimpiä ovat pikkulinnut, myyrät, hiiret, muurahaiset, maakiitäjäiset ja etanat. Eläinten aiheuttama hävikki voi vaihdella 10–90 %:n välillä kylvetystä siemenmäärästä. Etenkin Suomen yleisimpiin lintuihin kuuluvat peippo ja järripeippo löytävät helposti kivennäismaan pinnalla paljaana olevat siemenet ja saattavat tyhjentää koko kylvöaikun tai pitkän matkan äesvakoa. Syöntipaine on suurimmillaan toukokuussa ennen poikasten kuoriutumista, juuri vilkkaimman kylvösesongin aikaan. Myyrät ja monet hyönteiset löytävät puolestaan hajuaistinsa avulla myös maan alle hautautuneet siemenet (kuva 2). Nuoria sirkkataimia syövästä eläimistä yleisin on etana. Etanatuhoja esiintyy yleensä sateisempina kesinä ja hakkuuaukeata varjoisammassa paikoissa. Myös linnut voivat vaurioittaa sirkkataimia tavoittelemalla sirkkalehdissä vielä kiinni olevaa siemenkuorta (kuva 3). Vanhemmilla kylvöaloilla teeri ja metso voivat syödä taimien latvaversoja. Tukkimiehentäi ei sitä vastoin yleensä kajoa sirkkataimiin.

Sade-eroosio

Sadepisara painaa noin kymmenen kertaa enemmän kuin männyn siemenen ja kaksi kertaa enemmän kuin hiekanjyvää, joten sillä on pudotessaan voimakas kylvöalustan pintaa muokkaava vaikutus. Metsä-äkeellä tehtävässä muokkauksessa vaon pohjan pituussuuntainen, lautasten kynsien aiheuttama harjanteiden ja painanteiden välinen korkeusvaihtelu voi helposti olla yli 10 cm. Painanteen pohjalle tippuvan männyn siemenen kannalta tilanne on sama kuin yli 10 m syvän, helposti sortuvan rotkon pohjalla makaavalla ihmisellä. Karkeilla lajittuneilla mailla korkeusvaihtelu yleensä vähenee tai katoaa kokonaan ensimmäisessä sateessa. Samalla osa siemenistä tai sirkkataimista hautautuu maan alle (kuva 4). Jo yli 10 mm paksuinen kivennäismaakerros siemenen päällä voi hidastaa tai estää kokonaan siementen itämisen. Sade-eroosio kuluttaa myös helposti maata sirkkataimen juurten ympäriltä, jolloin taimi kaatuu tai osa sen juurista paljastuu ja kuivuu seuraavan poudan aikana.

Rouste

Rouste on neulasmaista jäätä, joka syksyllä ja keväällä nostaa etenkin heikosti juurtuneita taimia osittain tai kokonaan maasta (kuvat 1 ja 5). Roustetta esiintyy yleisimmin vähälumisilla ja hienojakoisilla, kosteilla mailla lämpötilan vaihdellessa nollan molemmin puolin. Parhaiten roustehavaintoja voi tehdä avointen uudistusalojen paljaissa kivennäismaalaikuissa syksyn ensimmäisinä pakkasamuina. Paikoitellen suurina ryhminä esiintyvät ohuet roustejäätöpiikit voivat kasvaa usean cm:n pituisiksi ja nostaa mukanaan kariketta, pieniä kiviä ja taimia. Rousteen esiintyminen on sidoksissa myös muokkauksen voimakkuuteen: mitä laajemmalta alalta ja mitä syvemmältä kivennäismaata pal-

jastetaan, sitä suurempi on roustetuhoriski. Kylvövuotta seuraavana kesänä rousteen vaurioittamat taimet kuolevat usein kuivuuteen tai ainakin niiden kasvu hidastuu. Hidas kasvu puolestaan altistaa uusille roustevaurioille seuraavana syksynä.

Ravinnepuutos

Ensimmäisinä kylvön jälkeisinä viikkoina vesi on lämpötilan ohella tärkein itämiseen ja sirkkataimen kehitykseen vaikuttava tekijä. Sirkkataimi alkaa kuitenkin nopeasti tarvita myös ravinteita kasvaakseen kunnolla. Ravinteiden vähäisyydestä kärsivät taimet jäävät pieniksi (kuva 6) ja altistuvat roustetuhoille seuraavana talvena ja edelleen kuivuudelle seuraavana kesänä.

Sirkkataimen käytettävissä olevien ravinteiden määrä riippuu kasvupaikan lisäksi muokkauksyvyydestä. Metsämaassa on eniten ravinteita humuksessa ja aivan kivennäismaan pintakerroksessa. Kylvöaloilla suurimmat taimet löytyvät usein läheltä humuskerrosta. Painoero syvemmällä rikastumiskerroksessa kasvaneisiin taimiin voi olla yhden kesän jälkeen 30 %. Humuksen lähellä myös rousteen ja sade-eroosion vaikutus siemeniin ja sirkkataimiin on vähäisempi kuin syvemmällä tai keskemmällä kivennäismaapintaa.

Pintakasvillisuus

Pintakasvillisuus hidastaa siementen itämistä ja sirkkataimien kasvua kilpailemalla niiden kanssa vedestä, valosta ja ravinteista sekä tukahduttamalla niitä mekaanisesti. Tietyt kasvilajit kuten variksenmarja ja kanerva (kuva 7), suopursu, juolukka ja poronjäkäla tuottavat myös kemiallisia yhdisteitä, jotka estävät tai hidastavat männyn siementen itämistä ja sirkkataimien kasvua (allelopatia).

Kuvat 1–7. ”Viholliset” eli eri tuhonaiheuttajia ja niiden jälkiä männyn siemenissä ja sirkkataimissa. (valokuvat Pekka Helenius ja Katri Himanen)

Kyseessä on siis kasvien välinen ”kemiallinen sodankäynti”. Tehtokas metsäpalojen torjunta on lisännyt kanervan ja variksenmarjan peittävyttä ja sen myötä myös ongelmia männyn uudistumisessa erityisesti Pohjois-Suomessa. Merkittävät pintakasvillisuuden aiheuttamat ongelmat, allelopatiaa lukuun ottamatta, kielivät yleensä liian rehevästä kasvupaikasta kylvölle.

Muita vihollisia

Paljas kivennäismaa varastoi päivällä hyvin lämpöä ja luovuttaa sitä yöllä, minkä takia sirkkataimen hallavauriot ovat muokatuilla kivennäismailla melko harvinaisia. Sitä vastoin turvekankailla halla voi tappaa tai vaurioittaa itäviä siemeniä tai sirkkataimia (vrt. tämän lehden juttu sivulla 15). Sirkkataimet alkavat vaurioitua lämpötilan alittaessa -3 °C. Myös liian korkeasta lämpötilasta (> +45 °C) on haittaa sekä siemenille että sirkkataimille. Kulotetuilla aloilla ja humuspinnoilla ilman lämpötila maan pinnassa voi keskikesän aurinkoisina ja tuulettomina päivinä nousta yli +60 °C. Nuorilla, vielä puutumattomilla sirkkataimilla kuumuus tuhoaa juurenniskan solukon, jolloin ne kaatuvat maan pinnasta. Viivästynyt itäminen altistaa sirkkataimet siis myös lämpötilavaurioille. Kuumuutta seuraa yleensä myös kuivuus ja sen mukanaan tuomat ongelmat.

Ilman suhteellinen kosteus on kylvöaloilla usein niin alhainen, ettei sienitaudeista ole yleensä riisaa. Sateisempina kesinä haapaa väli-isäntänään käyttävä männynversoruoste voi kuitenkin tappaa männyn sirkkataimia. Isoista haavoista onkin syytä päästä eroon



1 Kuivuus ja rouste



2 Metsämyyrä



3 Pikkulintu



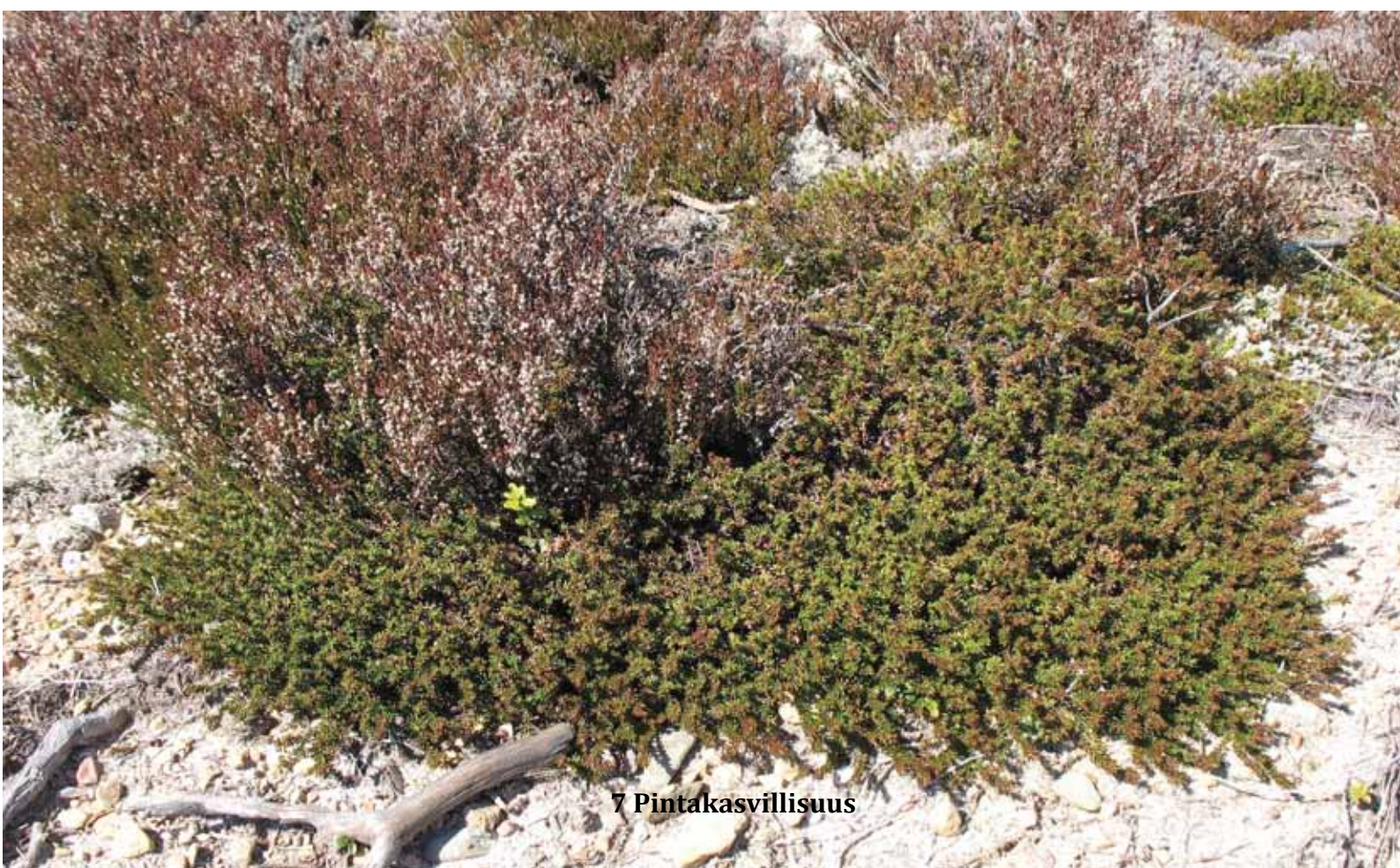
4 Sade-eroosio



5 Rouste



6 Ravinnepuutos



7 Pintakasvillisuus

esim. kaulaamalla ennen männyn kylvöstä haaveilua. Runsaaslumisilla paikoilla kylvötaimia uhkaa männyn talvihome niin kauan kuin ne ovat lumen pinnan alapuolella.

Kylvötulosta voi heikentää myös siemenen huolimaton käsittely. Siemenen kostuminen yhdessä korkean lämpötilan kanssa johtaa nopeasti itämiskyvyn alenemiseen varastossa. Myös mekaaniset iskut ja voimakas ravistelu ennen kylvöä tai sen aikana alentavat siementen itävyyttä (kts. tämän lehden juttu 18).

Torjuntavoitto?

Edellä mainittujen tuhonaiheuttajien vaikutusta voidaan vähentää ensinnäkin käyttämällä kylvöä vain sille parhaiten soveltuvilla, maalajiltaan karkeilla tai keskikarkeilla, kuivilla tai kuivahkoilla kankailla. Kohdevalinnan lisäksi myös ajoitus on tärkeää. Varmimmin kylvö onnistuu vapun ja juhannuksen välisenä aikana. Uusimpien tutkimusten mukaan Pohjois-Suomessa kylvö voi onnistua myös lokakuussa ennen lumen tuloa. Myöhään syksyllä kylvetyt siemenet talvehtivat lumen alla ja itävät seuraavana keväänä. Etelä-Suomessa syyskylvetyt siemenet kasvavat yleensä liikaa ja jäävät talven aikana. Kostumisongelmaa on yritetty ratkaista kuorruttamalla siemenet veden imeytymistä hidastavalla aineella (ks. juttu tämän lehden sivulta 8).

Kylvöalojen maanmuokkauksessa tulee pyrkiä matalaan, vain kivennäismaan ja humuksen rajapinnan paljastavaan muokkauksen jälkeen, jossa pinnan korkeusvaihtelu on vähäistä. Kivennäismaa kannattaa siis jättää mahdollisimman koskemattomaksi. Aivan kaikkea humusta ei myöskään ole syytä kuoria kivennäismaan pinnalta. Ohuen humuskerroksen ja kivennäismaan mosaiikkimainen vaihtelu kylvöalustassa johtaa yleensä parhaaseen

lopputulokseen. Kulutus on puolestaan tehokas vastalääke variksenmarjan ja kanervan taholta tulevaan kemialliseen sodankäyntiin. Kulotetut alueet tulee kuitenkin muokata kevyesti ennen kylvöä.

Lopuksi on syytä huolehtia siitä, ettei siemenen laatua tahattomasti heikennetä ennen kylvöä. Turvallinen tapa on säilyttää siemenet ennen käyttöä jääkaapissa ilmatiiviissä astiassa ja viedä työmaalle kerrallaan vain yhden päivän kylvöannos.

Mitä tulevaisuudessa?

Kylvöalustan pinnalle paljaaksi jäävän siemenen ennuste on erittäin huono. Keskeinen kehittämiskohde koneellisessa männyn metsäkylvössä onkin saada siemenen peitettyä ohuella maakerroksella kuten taimitarhoilla (vermikuliitti, sahanpuru, hiekka tms.) ja maataloudessa (kylvövannas tai kylvösiemenen multaus) on tehty jo vuosikymmeniä. Siemenen koneellista piilottamista metsäkylvössä yritetään Metlassa vuoden alussa käynnistyneessä metsäkylvömenetelmät ja metsäpuiden siementuotanto -hankkeessa (ks. juttu tämän lehden sivulta 6).

Kirjallisuus

Bergsten, U. 1985. A study on the influence of seed predators at direct seeding of *Pinus sylvestris* L. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsskötsel. Rapport no. 13.

Bergsten, U., Goulet, F., Lundmark, T. & Ottosson Löfvenius, M. 2001. Frost heaving in a boreal soil in relation to soil scarification and snow cover. *Canadian Journal of Forest Research* 31: 1084-1092.

de Chantal, M., Rita, H., Bergsten, U., Ottosson Löfvenius, M. & Grip, H. 2006. Effect of soil properties and soil disturbance on frost heaving of mineral soil: a laboratory experiment. *Canadian Journal of Forest Research* 36: 2885-2893.

Hagner, M. & Lundmark, A. 1982. Täckning med humus vid radsådd. Institutionen för skoglig produktionslära, Umeå universitet. Rapport nr 128.

Heikkilä, R. 1977. Eläimet kylvetyin männyn ja kuusen siemenen tuhojina Pohjois-Suomessa. *Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja* 89(5): 1-35.

Hyppönen, M. & Hallikainen, V. 2011. Factors affecting the success of autumn direct seeding of *Pinus sylvestris* L. in Finnish Lapland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 26:6, 515-529.

Liwata, P. 1999. Metsämaan rousteen muodostuminen. Pro gradu -työ. Oulun yliopisto. 62 s.

Mälkönen, E. 1972. Näkökohtia metsämaan muokkaamisesta. *Folia Forestalia* 137.

Nilson, M. E. & Hjältén, J. 2003. Covering pine seeds immediately after seeding: effects on seedling emergence and on mortality through seed-predation. *Forest Ecology and Management* 176: 449-457.

Nystrand, O. & Granström, A. 2000. Predation on *Pinus sylvestris* seeds and juvenile seedlings in Swedish boreal forest in relation to stand disturbance by logging. *Journal of Applied Ecology* 37: 449-463.

Oleskog, G. & Sahlén, K. 2000. Effects of seedbed substrate on moisture conditions and germination of *Pinus sylvestris* seeds in a clearcut. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15: 225-236.

Poteri, M. (toim.) 1999. Taimituho-opas. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 737. 128 s.

Saksa, T. & Kankaanhuhta, V. 2007. Metsänuudistamisen laatu ja keskeisimmät kehittämiskohteet Etelä-Suomessa. Metsänuudistamisen laadun hallinta -hankkeen loppuraportti. Metsäntutkimuslaitos. 76 s. ISBN 978-951-40-2040-7.

Tertti (Hertz), M. 1934. Tutkimuksia kasvualustan merkityksestä männyn uudistumiselle Etelä-Suomen kangasmailla. *Comm. Inst. For. Fenn.* 20(2).

Vaartaja, O. 1949. High surface soil temperatures on methods of investigation, and thermocouple observations on a wooded heath in the south Finland. *Oikos* 1:1.

Vaartaja, O. 1950. On factors affecting the initial development of pine. *Oikos* 2:1.

Zackrisson, O. & Nilsson, M-C. 1992. Allelopathic effects by *Petpetrum hermaphroditum* on seed germination of two boreal species. *Canadian Journal of Forest Research* 22: 1310-1319.



Hirvikarkotekokeista selkeitä tuloksia – Trico vähensi vahinkoja talvilaidunalueella

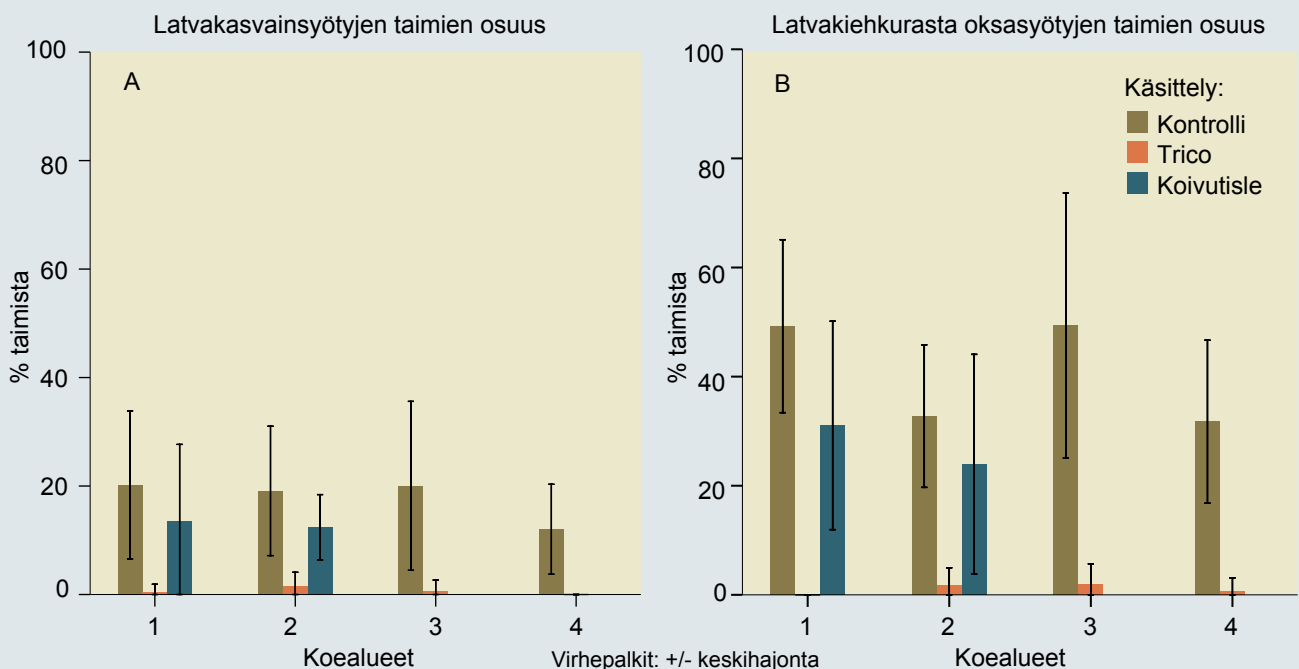
JUHO MATALA JA MARJA POTERI | METLA, ITÄ-SUOMEN ALUEYKSIKKÖ

HIRVIEN AIHEUTTAMAT TAIMITUHOT ovat olleet merkittäviä jo pitkään. Kannansäätely metsästämisellä on tärkein vahinkojen vähentämismenetelmä, mutta taimikkovahinkoja tulee esiintymään etenkin talviti-hentymäalueilla, vaikka hirvikantaa saataisiin pienennettyä. Tällöin tarvitaan muita menetelmiä hirven puiden taimiin kohdistaman syönnin haittojen pienentämiseksi. Ehkä käytännöllisin keino tähän on suojata tukkipuiksi kasvatettavaksi aiotut taimet kriittisim-män tuhovaiheen ohi syöntiä estävillä tai vähentävillä pahaan hajuun ja makuun perustuvilla karkotteilla. Tähän käytössä olleita aineita on viime vuosikymmeninä käytetty noin 1000–3000 hehtaarilla vuodessa (Löyttyniemi ym. 1992, Svensberg 2012). Suomesta on kuitenkin viime vuodet puuttunut tähän tarkoituk-sen toimivaksi todettu myyntiluvallinen aine.

Itävaltalaisen Kwizda-Agron valmistama Trico-karkote sai vuonna 2009 myyntiluvan koekäyttöä var-

ten. Kyseessä on lampaan teurasjätteen rasvoista tehty haju- ja makuvaikutukseen perustuva taimiin ruisku-tettava karkote, joka on alun perin kehitetty taimien suojaamiseen pienemmiltä hirvieläimiltä kuten met-säkauriilta. Ainetta koemyyntiluvalla kokeilleet met-sänomistajat ovat olleet tuotteen suojausvaikutukseen ja käytettävyyteen varsin tyytyväisiä (Matala 2010), mutta aineen toimivuuden luotettavaksi todentamiseksi tarvitaan myös suunnitelmallisia kokeita.

Metsäntutkimuslaitoksen toimesta on järjestetty karkoteaineen vaikutuskokeita sekä talvikäytössä männyn suojana että kesä- ja talviaikaisesta käytöstä koivun suojaamisessa. Talvikokeilla on pyritty selvittämään erityisesti karkotteen syöntiä estävää vaikutusta ja aineen pysyvyyttä, ja kesäaikaisilla kokeilla on syönninestovaikutuksen ja pysyvyyden lisäksi selvitetty kasvukaudenaikaisen käytön mahdollisia haittavaikutuksia taimiin.



Kuva 1. Kokeen aikana latvakasvainsyötyjen (A) ja latvakiehkurasta oksasyötyjen (B) taimien osuus keskimäärin koealan puista.

Männyn taimien suojauskoe talvilaidunalueella

Talviaikaista suojaustehoa selvittävä koe toteutettiin 2010–2011 Kuusamon yhteismetsän mailla olevalla tunnetulla hirvien talvilaidunalueella, jossa on jatkuvasti tapahtunut pahoja taimikkotuhoja. Kokeessa tehtiin noin hehtaarin laajuiset karkotekäsittely- ja kontrollikoealajärjestelyt neljälle kuviolle, jotka olivat 12–13-vuotiaita aurasalueelle istutettuja mustikkatyyppin mäntytaimikoita. Taimikoiden mäntyjen keskipituuudet vaihtelivat 150 ja 200 cm:n välillä ja taimimäärät vaihtelivat keskimäärin 2830–4670 taimessa per hehtaari.

Karkotekoealojen koetaimista karkoteaineella käsiteltiin erityisesti latva ja ylimmät latvakasvaimet, mutta myös muut syönnille alttiit vehreät oksakasvaimet ruiskutettiin. Kahdella koekuviolla oli Trico-karkotteen lisäksi koekilussa Charcoal Finland oy:n koivutislevalmistetta. Karkoteaineruiskutukset tehtiin syyskuussa

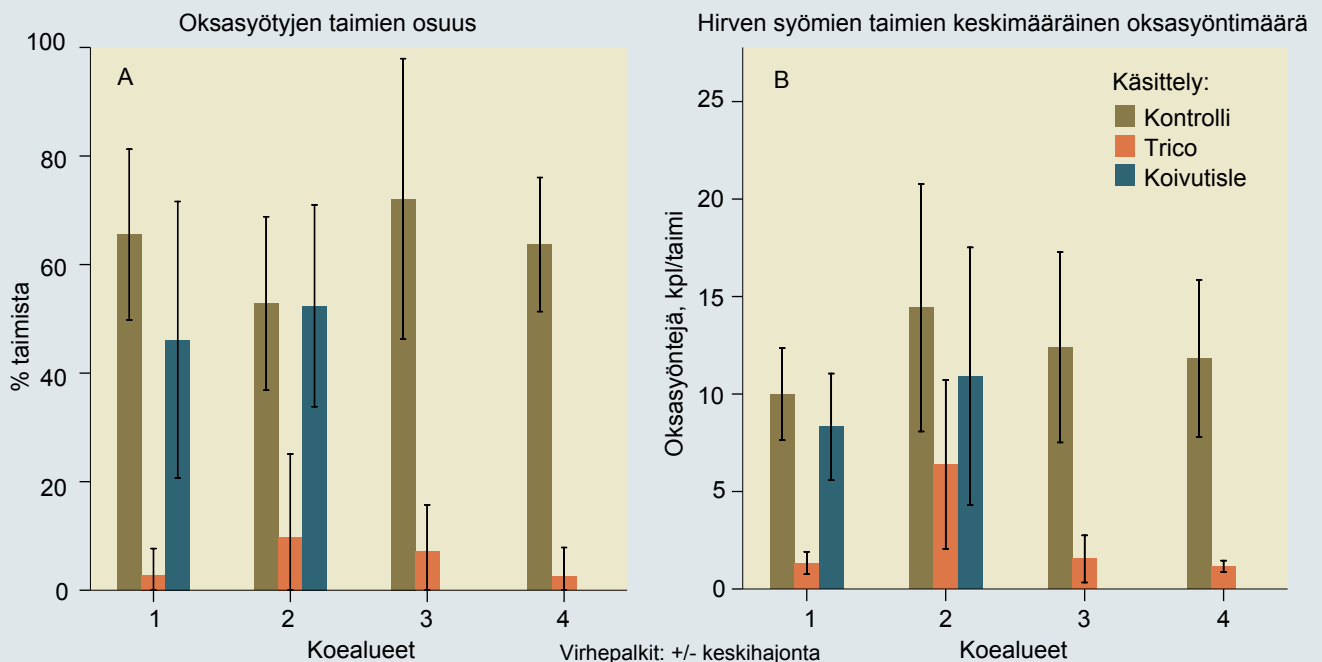
2010, ja koealueiden puusto- ja syöntimittaukset toteutettiin kesä-heinäkuussa 2011.

Syöntimittausten tuloksia tarkasteltiin koealakeskiarvoina. Koealoittain laskettiin prosenttiosuus puista, jotka olivat kokeen aikana latvakasvainviolettuja, ylimmästä oksakiehkurasta oksasyötyjä tai joissa oli uusia sivuoksyöntejä. Lisäksi laskettiin keskimääräinen oksasyöntimäärä niille puille, joissa oli uusia oksasyöntejä. Tilastollinen testaus tehtiin pareittain käsittelyjen ja kontrollien välillä merkkitestillä SPSS 17 -ohjelmalla.

Latvakasvainsyötyjä tai latvakiehkurasta oksasyötyjä taimia oli kontrollikoealoilla varsin paljon. Latvakasvainsyötyjen osuudet kontrollikoealojen puista vaihtelivat koealueittain 12–20 prosenttiin ja latvakiehkurasta oksasyötyjen osuudet 32–49 prosenttiin (kuva 1a ja b). Koivutisleellä käsitellyillä koealoilla latvasyöntejä oli 12–14 %:lla ja latvakiehkuran oksasyöntejä 24–31 %:lla puista (kuva 1a ja b). Näihin verrattuna Tricolla käsi-

tellyillä koealoilla oli erittäin vähän syöntejä. Useilla koealoilla näitä syöntejä ei ollut lainkaan ja koealueittain keskimäärinkin tarkasteltuna osuudet vaihtelivat 0–2 %:iin taimista (kuva 1a ja b). Erot olivat tilastollisesti merkitseviä Tricon ja sekä kontrollin että koivutislekäsitellyn välillä, mutta koivutisle ei eronnut merkitsevästi kontrollista.

Myös oksasyöntejä kaikkiaan oli koealueilla runsaasti. Kontrollikoealojen puista keskimäärin 53–72 %:lla oli havaittavissa uusia oksasyöntejä, koivutislekoealoilla näitä oli keskimäärin 46–52 %:lla puista ja Tricolla käsitellyillä koealoilla 3–10 %:lla puista (kuva 2a). Nämäkin erot olivat tilastollisesti merkitseviä Tricon ja sekä kontrollin että koivutislekäsitellyn välillä, mutta koivutisle ei eronnut merkitsevästi kontrollista. Koska oksasyöntien merkitys on sitä suurempi, mitä useampi oksa taimea kohden katkaistaan, myös keskimääräistä taimikohtaista oksasyöntimäärää oli tarpeen tarkastella. Kontrollikoealojen syödyillä taimilla tämä vaihteli koealueittain keskimäärin



Kuva 2. Kokeen aikana oksasyötyjen taimien osuus keskimäärin koealan puista (A), ja keskimääräinen taimikohtainen oksasyöntimäärä niillä taimilla, joita oli kokeen aikana syöty (B).



Kuva 3. Trico-karkotteella käsitelty taimi talven kokeen jälkeen kesällä 2011 – syömättä jääneen taimen kasvu on lähtenyt hyvin käyntiin ja aine on vielä havaittavissa. (valokuva Juho Matala)

välillä 10–14 oksakatkaisua per taimi, koivutislekoealoilla oksakatkaisujen määrä vaihteli 8–11 kappaleen välillä ja Trico-koealoilla 1–6 katkaistun oksan välillä (kuva 2b). Erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä, mutta tämän tulkinnaassa tulee ottaa huomioon, että oksasyöntien määrä syödyillä puilla voitiin laskea vain niille koealoille, joilla oli syöntejä ja näitä oli Tricolla käsitellyistä koealoista vain osalla, kun taas kontrolli- ja koivutislekoealoista kaikilla oli oksasyöntejä (ks. kuva 2a).

Koivutaimikon suojauskoe

Koivun taimilla on selvitetty Trico-lehvästökäsittelyjen vaikutuksia taimien pituuskasvuun ja syöntiin. Koealueena on metsään rajautuva pelto (1,2 ha), jonne keväällä 2009 on istutettu 40 cm pituisia rauduskoivun taimia (1 800/ha). Käsittelevä varten merkattiin samana keväänä 60 ympyräkoelaa (säde 4 m), joihin tuli kolme eri käsittelevä (20 koelaa/käsittelevä). Käsittelevät olivat 1. kesäkuun alun käsittelevä, 2. syyskuun alun käsittelevä ja 3. käsittelevä

mätön kontrolli; käsittelyt olivat neljässä lohossa. Koivun taimilla Trico-käsittelyä on tehty kolmena kasvukautena 2009–2011.

Kesäkuun käsittelyissä uusien lehtien pinnat peittyivät valkoiseksi lähes kokonaan. Kaikkina seuranta vuosina kesäkuun alussa ruiskutettu valmiste on pysynyt lehdistä ja versojen pinnalle syksyyn saakka. Kesäkuun alun jälkeen oksat kuitenkin jatkavat pituuskasvuun vielä pari kuukautta, jolloin käsitellyt lehdet jäävät uusien lehtien peittoon. Syyskäsittelevissä, jotka on tehty lehtien varisemisen aikaan, valmiste on pysynyt talven yli versojen pinnalla.

Tutkittuina kolmena vuotena kumpanakaan ajankohtana (kesä, syksy) käsittelevä ei ole tilastollisesti vaikuttanut koivun taimien pituuskasvuun verrattuna käsittelemättömiin taimiin. Kolmen kasvukauden jälkeen kontrollitaimien keskipituus on 187,8 cm ($\pm 8,4$), kesäkuun alun käsittelevissä 178,3 cm ($\pm 11,7$) ja syyskäsittelevissä 187,2 cm ($\pm 9,3$). Hirvieläinten syöntiä ei koivukokeen taimikossa ollut esiintynyt satunnaisia oksan katkaisuja lukuunottamatta. On todennäköistä, että taimikon sulkeutuessa sen houkuttelevuus lisääntyy, minkä vuoksi suojauskoikeita jatketaan edelleen.

Tricon toimivuus ja käyttö

Hirvi aiheuttaa vakavimman haitan taimen jatkekehitykselle katkaistessaan pääranan joko latvakasvaimesta tai alemmaa rungosta. Myös ylimmän kiehkuran oksasyönnit ovat haitallisia taimien toipumisen kannalta, mutta muiden oksakasvainten syönnit ovat taimen kannalta harmittomampia. Talviaikaisella suojauskokeella oli havaittavissa erittäin runsasta syöntiä joka kohdistui sekä taimien latvaosiin että sivuoksiin. Kokeessa Trico-käsittelevä käytännössä esti taimen latvaan ja latvaoksiin kohdistuvat syönnökset ja huomattavasti vähensi myös si-

vuoksasyöntiä. Koivutislekäsittelyllä taas ei havaittu merkittävä eroa käsittelemättömiin taimiin, mikä vastaa aiempia tutkimustuloksia sen riittömättömästä suojausvaikutuksesta talven yli kestämissä kokeissa (Härkönen & Heikkilä 2009). Syönnestovaikutuksen kannalta näillä aineilla oli kokeessa selkeästi havaittavana erona aineen pysyvyys taimissa: kun Trico oli selvästi havaittavissa talven jälkeen (kuva 3), oli koivutisle vain vaivoin havaittavissa runko-osien hieman tummempana värinä.

Suojausvaikutuksen lisäksi on olennaista, että karkoteaineella ei ole muita haittavaikutuksia esimerkiksi puiden kasvuun. Kesäaikaisessa suojauskokeessa Tricolla käsitellyt koivun taimet olivat kehittyneet normaalisti eikä niissä havaittu kontrollitaimista poikkeavia vikoja.

Näiden kokeiden perusteella Trico vaikuttaisi siis käyttökelpoiselta aineelta metsäpuiden taimien yksinpuin tapahtuvaan suojaukseen hirviltä sekä talvi- että kesäaikaana. Aine on hieman piimämäistä etenkin viileällä ilmalla, ja sen kulutus nousee helposti, mikäli leviytykseen käytetyn ruiskun suuttimet eivät ole sopivat. Koska aine on myös varsin kallista, sillä kannattaa suojata vain latvaosat niistä taimista, jotka on tarkoitus kasvattaa tukkipuiksi. Näin käytettynä ja taimien koosta ja levitysilmasta riippuen aineen kulutus on noin 10 litraa hehtaarille (1 000 tainta). Koska käsittelevä on myös toistettava useana vuonna taimien suojaamiseksi kriittisen vaiheen yli, kannattaa käsittelevä männällä tehdä vain pahimmilla ongelma-alueilla ja aloittaa vasta kun syöntiä alueella havaitaan yleensä yli metrin pituusvaiheessa. Arvokkaiden ja herkempien koivuntaimikoiden suojaaminen voi olla tarpeen aloittaa jo aiemmin.

Maahantuoja on hakenut Trico-karkotteelle myyntilupaa. Mikäli päätös on myönteinen, on todennäköistä, että karkotetta tulee markkinoille kuluvan vuoden syksyllä.

Kiitokset

Kuusamon yhteismetsälle ja Jukka Laitiselle taimikoiden osoittamisesta koekäyttöön; MMT Risto Heikkilälle, Eeva-Maria Haralalle, Osmo Korhoselle, Martti Uddille ja Jorma Sillanpäälle kokeiden perustamisesta avustamisesta sekä Pekka Rossille koivuaineiston analysointivavusta; Metlan Sallan ja Nurmeksen toimipaikkojen kenttähenkilöstölle (Pertti Kairala, Arto Onkamo, Hannu Hietajärvi, Mikko Valtonen, Juha Lintunen ja Heikki Näivö) huolellisesti toteutuista Kuusamon kokeen syöntimittauksista ja maa- ja metsätalousministeriön kala- ja riistaosastolle tutkimuksen rahoittamisesta.

Kirjallisuus

-
Härkönen, S. & Heikkilä, R. 2009. The use of birch tar in the prevention of moose damage in young Scots pine stands. *Estonian Journal of Ecology* 58(1):53–59. doi:10.3176/eco.2009.1.06
-
Löyttyniemi, K., Heikkilä, R. & Repo, S. 1992. Pine tar in preventing moose browsing. Tiivistelmä: Mäntyterva hirvituhojen estäjänä. *Silva Fennica* 26(3):187–189.
-
Matala, J. 2010. Käyttäjäkokeuksia hirvikarkotteeksi tarkoitettua Trico-valmisteesta. *Taimiuutiset* 3/2010:14–16. <http://www.metla.fi/taimiuutiset/2010/taimi-3-10.pdf>
-
Svensberg, M. 2012. Suomen riistakeskuksen arkisto, suullinen tiedonanto 2.5.2012.

NordGen Metsän yhteispohjoismainen konferenssi Viljelläkö kuusta liikaa – mitkä ovat vaihtoehdot?

Aika: 5.–6.9.2012

Paikka: Vanajanlinna (Hämeenlinna)

Konferenssi koostuu seminaariesityksistä ja maastoretkeilystä

Aiheina

- Männyn metsäkylvöt ja männyn viljelyn tulevaisuus Pohjoismaissa
- Kuusen jalostushyötyjen siirtäminen käytäntöön
- Jalojen lehtipuiden viljelyn mahdollisuudet ja tautiongelmien ratkaisu Pohjoismaissa
- Tuulituhot ja metsänuudistaminen

Konferenssin pääkielenä on englanti. Ilmoittautumishojeista ja tarkemmasta ohjelmasta tiedotetaan myöhemmin lisää mm. www.nordgen.org -sivustolla.

Lisätietoja: katri.himanen@metla.fi, hiski.aro@evira.fi



Metsänuudistaminen on investointi tulevaan



Risto Rikala. 2012. Metsäpuiden paakkutaimien kasvatuseritys. Metsäntutkimuslaitos. 247 s. ISBN 978-951-40-2359-0

Hinta: 30 euroa (sis.ALV) + postituskulut

Kirjan myynti:

• Yksittäiskappaleet:
Metsäkustannus Oy, Puh. 02077 29120
Metsäkustannuksen verkkokauppa

• Yli 10 kpl tilaukset:
Metla, Suonenjoen yksikkö, Juntintie 154,
77600 Suonenjoki
sähköposti: su@metla.fi

Jaana Luoranen, Timo Saksa ja Karri Uotila. 2012. Metsänuudistaminen. Metsäntutkimuslaitos. 150 s. ISBN 978-952-5694-94-9

Hinta: 38 euroa (sis.ALV) + postituskulut
Kirjan myynti: Metsäkustannus Oy,
Puh. 02077 29120,
Metsäkustannuksen verkkokauppa



Julkaisusatoa



JALOSTETUN SIEMENEN KÄYTTÖ METSÄKYLVOSSÄ ON TALOUDELLISESTI KANNATTAVAA

Ahtikoski, A., Ojansuu, R., Haapanen, M., Hynynen, J. & Kärkkäinen, K. 2012. Financial performance of using genetically improved regeneration material of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Finland. *New Forests* 43(3): 335–348.

Toisin kuin istutuksessa, metsäkylvössä metsänviljelymateriaalin geneettinen taso vaikuttaa uudistamiskustannuksiin, sillä siemenviljelyssiemen on metsikkösiementä kalliimpaa. Tästä syystä metsänomistajaa kiinnostaa tietää, onko jalostetun siemenen käytöstä syntyvä lisäkustannus taloudellisesti perusteltavissa. Koska siemenviljelyssiemenen käytöllä saatavasta jalostushyödyistä ei ole vielä olemassa koko kiertoajan kattavia tuotostietoja, on taloudellisissa tarkasteluissa käytettävä metsikön kasvua simuloivia ohjelmia.

Tässä tutkimuksessa verrattiin metsikön puuntuotosta Metsäntutkimuslaitoksessa kehitetyn MOTTI-simulaattorin avulla käyttäen neljää eri jalostushyötytasoa (3, 7, 12 ja 15 % pituudessa ja läpimitassa). Nämä jalostushyödyt perustuvat 10–20-vuotiaiden kokeiden tuloksiin ja vastaavat jalostustasoltaan erilaisia siemen-

viljelyksiä. Tarkastelu kattoi lähes koko Suomen etelästä aina lämpösummavyöhykkeelle 750 °Cvrk (=astevuorokausi) asti, eli koko sen alueen mille jalostettua männyn siementä on saatavissa. Simulaatiossa metsikköä käsiteltiin Tapion ohjeiden mukaisesti. Harvennukset tehtiin säädetyn pohjapinta-alaran ylityttyä ja uudistaminen joko läpimita- tai ikäkriteerin täytyessä. Aineiston jalostushyödyn taso vaikutti siihen millä iällä harvennukset tai päätehakkuu tehtiin, koska kasvunopeus vaikutti puuston järeytymiseen.

Jalostetun aineiston käytön taloudellista kannattavuutta mitattiin tarkastelemalla aineiston geneettisen tason vaikutusta paljaan maan arvoon käyttäen kolmea eri korkokantaa (2, 3 ja 4 %). Paljaan maan arvo (maan odotusarvo) kertoo käytetyn puuntuotantoketjun avulla saatavien nettotulojen nykyarvon käytettäessä maata puuntuotantoon periaatteessa ikuisesti. Metsänuudistamisen ja hoidon kuluina sekä kantohintoina käytettiin vuosien 1995–2008 keskimääräisiä arvoja. Jalostetun siemenen käytön aiheuttamana lisäkuluna käytettiin 70 €/ha, mikä vastaa todellista hintaeroa metsikkökeräyssiemenen verrattuna. Tämä merkitsi noin 20 % lisäystä uudistamiskuluihin. Perustarkastelun lisäksi tehtiin herkkyyksianalyysi, jossa tarkasteltiin taloudellisesti

parasta ja huonointa vaihtoehtoa. Edellisessä käytettiin kuluina ajanjakson minimiarvoja ja tuloina jakson maksimia, jälkimmäisessä päinvastaista yhdistelmää.

Simulaatiot osoittivat, että jalostushyödyn myötä hehtaari-kohtainen vuotuinen tilavuuskasvu suureni ja kiertoaika lyheni, lukuun ottamatta pohjoisinta Suomea, missä päätehakkuuikä säilyi samana, koska siellä paras-kasvuimmallakaan aineistolla päätehakkuun läpimittakriteeri ei täyttynyt ennen ikärajaa. Esimerkiksi Keski-Suomessa (lämpösumma 1100 °Cvrk) kiertoaika lyheni 96 vuodesta 71 vuoteen siirryttäessä metsikköaineistosta suurimpaan jalostushyötyyn (15 %).

Paljaan maan arvon kasvuun vaikuttivat jalostushyöty, viljelypaikan lämpösumma ja käytetty korkotaso. Paljaan maan arvo kasvoi jalostushyödyn ja lämpösumman kasvaessa ja korkotason laskiessa. Keski-Suomesta (1100 °Cvrk) etelään jalostetun siemenen käyttö lisäsi paljaan maan arvoa kaikilla tarkastelussa mukana olleilla jalostushyödyn ja korkoprosentin tasoilla. Lämpösummavyöhykkeellä 900 °Cvrk, mikä on pohjoisin alue, minne siemenviljelyssiementä on käytännössä saatavilla, siemenviljelyssiemenen käyttö lisäsi paljaan maan arvoa kaikilla korkotasolla jalostushyödyn ollessa 12 % tai suurempi. Sen sijaan jalostushyödyllä 7 % siemenviljelyssiemenen käyttö oli kannattavaa vain korkotasolla 2 ja 3 % ja matalimmalla jalostushyödyllä (3 %) vain korkotasolla 2 %. Kun ottaa huomioon, että kolmen prosentin jalostushyöty on nykytilanteessa selvä aliarvio, voidaan todeta, että männyn siemenviljelyssiemenen käyttö parantaa selvästi metsätalouden kannattavuutta käytännössä



Vuonna 1998 perustettu männyn 1,5-polven valiosiemenviljelys Orimatilassa. (valokuva Pekka Helenius)

koko sillä alueella missä sitä on käytettävissäkin. Herkkyyssanalyysissä todettiin, että tämä johtopäätös ei merkittävästi muutu, vaikka kulut ja tulot poikkeaisivat huomattavastikin keskimääräisistä arvoista. On myös huomattava, että tässä tutkimuksessa ei huomioidu metsänjalostuksella saatavaa puiden teknisen laadun paranemista. Tuloksia voidaan siten pitää turvallisina pohja-arvioina jalostetun aineiston käytön taloudellisesta kannattavuudesta.

SEPPÖ RUOTSALAINEN

MÄNNYN KYLVÖ MYÖHÄÄN SYKSYLLÄ ONNISTUU LAPISSA

Hyppönen, M. & Hallikainen, V. 2011. Factors affecting the success of autumn direct seeding of *Pinus sylvestris* L. in Finnish Lapland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 26(6): 515–529.

Kylvö on kustannustehokas männynviljelymenetelmä, joka soveltuu lähinnä kuivahkoille ja kuiville kankaille, Pohjois-Suomessa myös tuoreille kankaille. Kevät ja alkukesä toukokuun puolivälistä kesäkuun loppuun on todettu parhaaksi männyn kylvöajankohdaksi. Koneelliselle kylvölle sovelias aika on tätäkin lyhyempi, koska maanmuokkaukoneet pääsevät maastoon vasta roudan sulamisen ja maan kuivumisen jälkeen sekä maaston kantavuuden parannuttua. Sovelias kylvöaika keväällä on siis varsin lyhyt.

Kylvöajan pidentämiseksi on harkittu erilaisia vaihtoehtoja. Yksi näistä on kylvö myöhään syksyllä. On useita syitä siihen, että männyn syyskylvö voisi onnistua pohjoisessa. Esimerkiksi syksy on pohjoisessa suhteellisesti kuivempi kuin etelässä, ja maanpinta jäätyy pohjoisessa aikaisem-

min. Kasvukausi on silloin ohi, ja maassa olevat siemenet säilyvät itämättä kevääseen asti. Siemenet eivät enää ime vettä ennen talvea ja kestävät myös jäätyksen hyvin. Eräiden kylvöaikatutkimusten tulokset antavat viitteitä, että uudistamistulos paranee, mitä myöhemmin syksyllä kylvö tehdään.

Erityisesti pohjoisessa siemenet voivat säilyä maassa useita vuosia ja itää vasta usean vuoden kuluttua. Siementen jälki-itäminen on tyypillistä erityisesti ankarissa ilmasto-olosuhteissa. Tämäkin näkökohta tukee syksyä mahdollisena kylvöajankohtana ja sen soveltumista erityisesti Pohjois-Suomeen.

Metsähallitus on vuosikymmenen ajan tehnyt männyn kylvöjä myöhään syksyllä käytännön työmailla Lapissa. Kylvöjen onnistumisesta ei ole ollut tieteellistä näyttöä. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, miten Metsähallituksen syyskylvöt ovat onnistuneet Keski-Lapissa. Kriteereinä käytettiin männynntaimien kokonaismäärää, kehityskelpoisten männynntaimien määrää, tyhjiä koaloja määrää ja pituuden kehitystä. Lisäksi tutkittiin, mitkä tekijät ovat vaikuttaneet uudistamisen onnistumiseen.

Aineisto koostuu Metsähallituksen Länsi- ja Itä-Lapin alueilla vuosijaksolla 1997–2005 tekemistä männyn syyskylvöistä. Kaikki kylvöt oli tehty lokakuussa. Syyskylvöjen perusjoukosta poimittiin satunnaisesti 50 uudistusala. Uudistusalat sijaitsivat Kittilän, Rovaniemen ja Sallan kuntien alueilla. Kaikki uudistusalat oli muokattu äestämällä. Hakkuutapana oli 32 tapauksessa avohakkuu ja 18 tapauksessa siemenpuuhakkuu. Maastomittaukset tehtiin kesällä 2008. Inventoinnissa käytettiin systemaattista koeala-arviointia. Kooltaan 10 m²:n koalojen lukumäärä vaihteli 15–25 välillä metsikön pinta-alan mukaan. Koaaloja mitattiin yhteensä 908 kpl.

Taimet laskettiin koaloilta ja niihin laskettiin myös ns. vaihtuva taimiaine (< 10 cm). Aineiston analyysissä käytettiin yleistettyjä lineaarisia sekamalleja.

Päätulokset ja johtopäätöksiä

- Myöhäinen syyskylvö oli onnistunut hyvin Keski-Lapissa vastoin useimpien kylvöajan-kohtatutkimusten tuloksia ja metsänhoitosuosituksia.
- Uudistusaloilla oli keskimäärin 14 000 tainta hehtaarilla (mediaani 10 000 kpl/ha) eli ainakin yhtä paljon kuin keväällä kylvetyillä aloilla tavallisesti on.
- Luonnontaimien täydentävä vaikutus oli merkitsevä (reunametsä).
- Aukkoisuus eli tyhjien koalojen osuus oli uudistusaloilla keskimäärin 8,1 %.
- Kylvötaimikoiden keski-ikä oli 3–4 vuotta, ja taimikoiden keskipituus oli kolmen vuoden iällä noin 7 cm ja neljän vuoden iällä noin 14 cm.
- Paljastetun maan osuus ja lämpösoma vaikuttivat positiivisesti sekä humuksen paksuus ja kivisyys negatiivisesti taimien määrään ja taimettumisen todennäköisyyteen.
- Tuloksissa oli alueellisia eroja. Myös vuosien väliset erot olivat merkitseviä. Vuosi 2005 poikkesi merkittävästi muista. Kylvövuotta 2005 seurasi erittäin kuiva kesä 2006.
- Jää ja routa ovat tärkeimpiä siementen ja taimien tuhoutumiseen vaikuttavia tekijöitä, mutta myöhäissyksyn kylvöissä niillä ei näyttänyt olevan suurta vaikutusta.
- Myöhäissyksy näyttää olevan kevään ja alkukesän lisäksi järkevä kylvöajankohta ainakin Keski-Lapissa.

**MIKKO HYPPÖNEN
VILLE HALLIKAINEN**

PUUPPELTO-GITTY

PUPELLON KYLÄSSÄ VILDELEVÄT HUUMORIA SUSIPARI NIILO NÄRE JA TAIMI PAAKKUNAINEN

