

t a i m i

uutiset 3/2006



Tässä numerossa

- MÄNNYN KYLVÖKOHTEET VALITTAVA TARKASTI
- PARKANON KYLVÖPÄIVÄN KUULUMISET
- SUOMALAISIA JA RUOTSALAISIA TUTKIMUSTULOKSIA KUUSEN KYLVÖSTÄ
- TURVEALUSTAN HAPPI TÄRKEÄÄ TAIMEN KASVULLE
- TAIMIEN PITUUSKEHITYKSEN ENNUSTAMINEN
- JULKAISUSATOJA



■ METLA

MÄNNYN KYLVÖ EI SOVI YLEISMENETELMÄKSI

Jorma Vierula, Metsäkeskus Etelä-Pohjanmaa

Jo vanhastaan niin Etelä-Pohjanmaalla kuin koko maassa on tiedetty, että männyn kylvö ei sovi hienojakoisille ja reheville maille. Konekylvön yleistyttyä 1990-luvulla männyn kylvö helppoutensa ansios- ta laajeni kuitenkin liian reheville ja hienojakoisille maille. Kehitystä vauhditti myös taloudellinen taantuma, jonka seurauksena uudistamiskuluissa haluttiin säästää.

Suonenjoki käynnisti metsän uudistamisen laadun seurannan

Etelä- ja Keski-Pohjanmaan metsänhoitoyhdistykset ja metsäkeskus lähtivät vuonna 2001 mukaan Metlan Suonenjoen toimintayksikön vetämään "Metsän uudistamisen laadun hallinta" – hankkeeseen. Se oli hyvä päätös, sillä hanke on tehnyt hyviä palveluksia alueemme metsänuudistamiselle. Olemme saaneet täsmälliset tulokset metsän uudistamistöiden onnistumisesta käytännön työmaille. Tulokset kattavat istutukset, kylvöt ja luontaisen uudistamisen ja ne antavat tartuntapintaa kaikkien metsänuudistamismenetelmien laadun parantamiseen.

Kaikkiaan taimikoita on tähän mennessä inventoitu 4400 hehtaaria. Männyn kylvössä hyvän taimikon keskitiheystavoitteeksi on asetettu 3000 männyn tainta hehtaarilla neljän vuoden kuluttua kylvöstä. Tämän tavoitteen saavuttaneita kylvötaimikoita on 48 % aineistosta. Keskimäärin mäntyjä oli 3105 kpl/ha. Vastaavat hyvien taimikoiden osuudet ovat männyn istutuksessa 57 %,

kuusen istutuksessa 60 % ja männyn luontaisessa uudistamisessa 34 %.

Kuusta lisättävä johdonmukaisesti

Männyn kylvön onnistumiseen vaikuttavat erityisesti kasvupaikan laatu ja maalaji. Kuivalla kankaalla hyvien männyn kylvötaimikoiden osuus on 75 %, kuivahkolla kankaalla 54 %, tuoreella kankaalla 37 % ja lehtomaisella kankaalla 0 %. Tuoretta kangasta tai sitä parempaa on inventoidusta männyn kylvöalasta ollut 41 %.

Selkeä johtopäätös on se, että kuuselle uudistamista on johdonmukaisesti lisättävä Etelä- ja Keski-Pohjanmaalla. Nyt kuusen osuus on 22 % metsänviljelyalasta. Juuri valmistuneessa alueellisessa metsäohjelmassa tavoitteeksi on asetettu kasvattaa kuusen osuus 35 %:iin metsänviljelyalasta.

Maalajin vaikutus kylvön onnistumiseen näkyy tuloksissa myös selvästi. Hienoksi luokitellulla maalajilla männyn kylvötaimia koko aineistossa on 2425 kpl/ha, keskikarkeilla mailla 3415 kpl/ha ja karkeilla mailla 3503 kpl/ha. Hyviä, tavoitteen mukaisia kylvötaimikoita on turvemailla 68 %, hienojakoisilla mailla 25 %, keskikarkeilla 53 % ja karkeilla 53 %.

Konekylvön tulokset ovat paremmat kuin käsin kylvön. Koko aineistossa konekylvetyillä aloilla on keskimäärin 200 mäntyä hehtaarilla

enemmän kuin käsin kylvetyillä alueilla.

Männyn siemen pääosin metsikköalkuperää

Metsäkeskus Etelä-Pohjanmaan alueella käytetty männyn siemen on pääosin metsikköalkuperää. Pääosa männyn siemenestä on kertynyt alueen metsänhoitoyhdistysten ja metsäkeskuksen yhteistyössä toimeenpanemista ohjatuista hakkuukeräyksistä. Useat metsänhoitoyhdistykset toteuttavat myös omia ohjattuja hakkuukeräyksiä.

Metsäkeskus on perustanut kaksi 1,5-polven männyn siemenviljelyä, 20 hehtaarin Kokon siemenviljelyksen Kauhajoelle vuonna 2002 ja 25 hehtaarin Veikonmäen siemenviljelyksen Alavudelle vuonna 2006. Viljelmät on pääosin tarkoitettu alueen metsäkylvöjen siementarpeen tyydyttämiseen ja niistä odotetaan ensimmäisiä satoja 2010-luvulla.

Metsäkylvösiemenen käsittely kehittämiskohde

Metsäkylvösiemen on onnistuttu pitämään laadultaan hyvänä. Itävyys on niin metsikkö- kuin siemenviljelyssiemenellä ylittänyt 90 % tai ollut lähellä sitä. Myös siemenen pitkäaikaisvarastointi on hoidettu asianmukaisesti. Sen sijaan siemenen käsittely kylmävarastoinnin jälkeen kaipaisi kohennusta ja kunnon ohjeistusta samaan malliin kuin on tehty taimien käsittelystä.

Miten 5 %:n varastokosteuden omaavaa siementä on käsiteltävä, jotta siemenen itävyys säilyy? Mitä tehdä, kun kylvökauden jälkeen myyntipakkauksissa olevaa siementä jää käyttämättä esimerkiksi muutama kilo? Miten siementä on varastoitava ennen kylvöä metsänhoito-yhdistyksen varastossa? Entä metsäpää? Onko siemenpakkausten oikea säilytyspaikka muokkauskooneen hytin lattia?

Ehdotan, että Metlan Suonenjoen toimintayksikkö kokoaa pienen ryh-

män käytännön toimijoita ja laatii metsikkösiemenen käsittelyoppaan, jotta saadaan sekin viljelyketjun osa kuntoon.

Kylvö oikeisiin kohteisiin

Männyn kylvö ei sovi uudistamisen yleismenetelmäksi, kuten ei mikään muukaan uudistamismenetelmä. Metsänuudistamisessa yhden konsntin soveltajat eivät pääse kelvollisiin tuloksiin. Menetelmä on valittava kasvuolosuhteiden mukaan. Män-

nyn kylvö toteutettuna sille sopivil- la kasvupaikoilla tuottaa oivallisia uudistamistuloksia.

Jorma Vierula
Metsäkeskus Etelä-Pohjanmaa
Huhtalantie 2
60220 SEINÄJOKI
Jorma.Vierula@metsakeskus.fi

Mh Jorma Vierula on metsäkeskus Etelä-Pohjanmaan johtaja.

KONEKYLVÖ VALTAAMASSA METSÄKYLVÖT – PARKANON KYLVÖPÄIVÄN ANTI MONIPUOLINEN

Marja Poteri, Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen yksikkö

Kesäkuun alussa järjestetyssä metsäkylvöpäivässä Metlan kylvötutkijat esittelivät Parkanon yksikön lähialueille perustettuja metsäkylvökokeita. Samalla osanottajille tarjottiin monipuolisia tietoisuuksia kylvön onnistumiseen vaikuttavista monista tekijöistä.

Metsäkylvö vaatii aina kivennäis- maan paljastamista joko äestämällä tai laikuttamalla. Muokkaamattomassa metsähumuksessa on harvoin kylvösiemenille edellytyksiä kehittyä kunnon taimikoksi. Metsä-äkeeseen liitetty jatkuvatoiminen kylvölaite on edelleen yleisin metsäkylvöissä, vaikkakin kaivuriin liitettävien ja mättäisiin tai laikkuihin kylvävien laitteiden käyttö on yleistynyt. Tällä hetkellä kaikesta metsäkylvöalasta kylvetään koneellisesti n. 60 %.

Kone- ja käsinkylvön kustannukset eivät juuri eroa toisistaan. Konekylvössä joudutaan käyttämään käsinkylvöä suurempaa siemenmäärää, koska jatkuvatoimisilla metsä-äkeeseen liitetyillä laitteilla ei voida valita edullisinta kylvökohtaa, vaan kone kylvää sokeasti. Käsinkylvö vie enemmän työaikaa, mutta toisaalta kylväjä voi valita parhaimmat kylvökohdat ja säästää näin siemenkustannuksissa.

Kylvö puolukkatyypillä tai sitä karummilla mailla

Metlassa kylvöjen onnistumista selvittävissä kokeissa käsinkylvetyt koealat ovat taimettuneet hieman paremmin kuin konekylvetyt (kuva 1). Eri konekylvömenetelmät puolestaan osoittautuvat hyvin saman-

kaltaisiksi vertailtaessa äes- ja laikukujälkeen saatua kylvötulosta kuivahkolla kangasmaalla (kuva 2). Lounais-Suomessa ja Pirkanmaalla käytännön uudistusaloilta saadut konekylvötulokset ovat edelleen vahvistaneet näkemystä, että kylvöä ei yleensä kannata viedä puolukka-tyyppiä rehevämille mailla. Rehevillä mailla tehdyissä kokeissa on tarvittu kaksikertainen viljelytiheys, jotta äestetyllä maalla metsäkylvöllä (3600 kylvöpistettä/ha) päästiin samaan viljelytulokseen kuin istuttamalla (1800 tainta/ha) vastaava kohde.

Onnistunut kylvötulos riippuu kylvömenetelmän lisäksi myös monesta muusta seikasta, kuten puulajista, kylvösiemenen erilaisista ominaisuuksista sekä kylvöalustan käsittelystä ja kylvöajankohdan valinnasta.

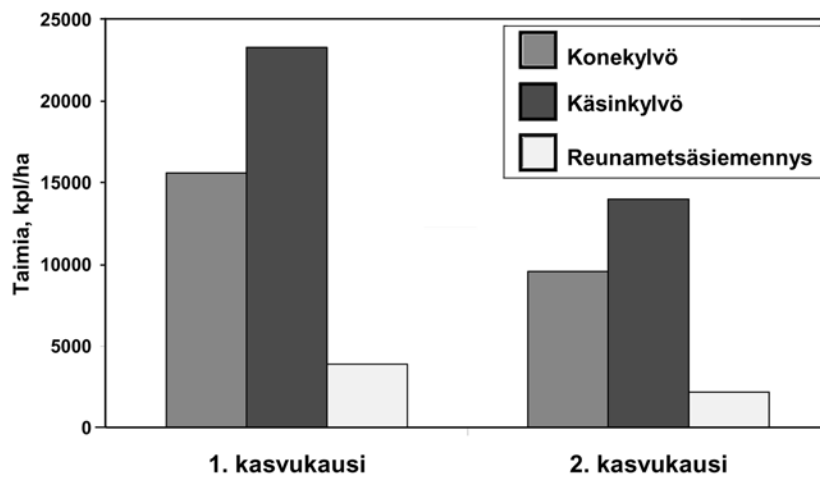
Taulukko. Metsänuudistamisen ja siemenen käytön tilastolukuja vuosilta 2004-2005.

Vuonna 2004 * luontainen uudistusala, ha	Vuonna 2004* kylvöala, ha	Vuonna 2004* istutusala, ha	Vuonna 2005** tarhakylvöjen siemenmenekki, kg	
			Siemenviljelmä- siemen	Metsikkökeräys- siemen
Yht. 33 000	Yht. 33 700 mäntyä 32 800 ^a kuusta 500 muita 400	Yht. 88 900 mäntyä 28 500 kuusta 55 700 raudusk. 3 700 muita 1 000	mäntyä 329 kuusta 801 raudusk. 19,8	mäntyä 292 kuusta 363 raudusk. 2,2

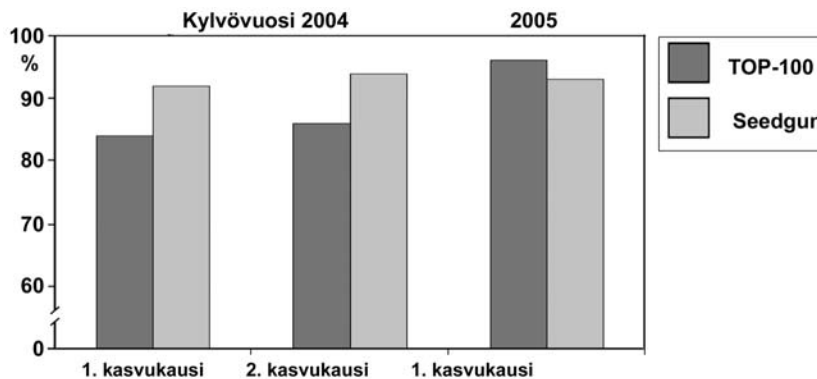
* lähde: Metsätilastollinen vuosikirja 2005. Metsäntutkimuslaitos

** lähde: Evira, taimituotantotilastot 2006

^a siementä kului metsäkylvöissä n. 10 000 kg



Kuva 1. Kone- ja käsikylvön vertailua. (Kinnunen 2002).



Kuva 2. Konekylvön onnistuminen. (Kinnunen 2006).

Kylvöön soveltuvat lähinnä karuhkot maat, joten mänty on sovelia in kylvettävä puulaji (kuva 3). Kuusen mätäkylvössä taimettuminen oli kokeissa ensimmäisen kesän jälkeen hyvä, mutta rousetuhojen seurauksena suuri osa kylvötaimista tuhoutui heti ensimmäisenä talvena. Rouste on merkittävä haitta kuusen kylvössä, minkä lisäksi kuusen kylvötaimien hidaskasvu rajoittaa kuusen kylvön käyttöä rehevillä mailla, missä pintakasvillisuuden kilpailu on voimakasta.

Jalostetulla siemenellä hyviä tuloksia

Siemenen alkuperä vaikuttaa taimikon kehitykseen, sillä Metlassa vuosina 2002-2004 tehtyjen tutkimusten mukaan siemenviljelyssiemenen käytöllä saadaan neljännen kasvukauden jälkeen 10 % pitempiä taimia kuin metsikkökeräys siemenellä. Suurin 20 % pituusero siemenviljelyssiemenen hyväksi mitattiin heti ensimmäisen kasvukauden jälkeen. Tämän Metlan neljävuotisen tutkimuksen tulokset ovat samansuuntaisia kuin Ruotsissa on saatu vastaavissa koesarjoissa. Ruotsalaiskoeksissa hyvä pituus kasvu on jatkunut aina toistaiseksi viimeisimpään 11 vuoden kuluttua kylvöstä tehtyyn mittaukseen, jolloin siemenviljelyssiemenistä kasvatetut taimet ovat olleet 15 % pidempiä kuin metsikkötaimet.

Metsikkö- ja siemenviljelyssiemenestä kasvatettujen taimien kokoero selittyy osittain siemenviljelyssiemenen suuremmalla painolla. Isoista siemenistä kehittyi runsaamman vararavinnon turvin kookkaita sirkkaimia, jotka kestävät pieniä taimia paremmin esim. kuivuutta ja roustetta.

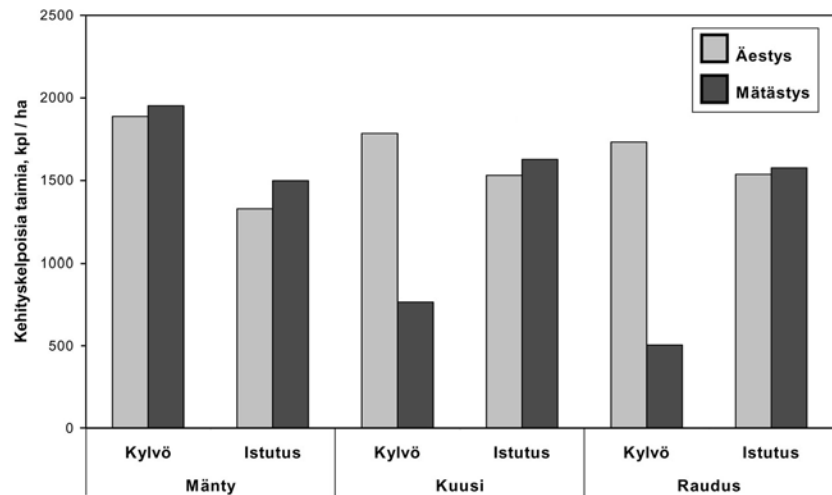
Metlan kylvökokeissa myös taimimäärä on ollut 5 % korkeampi siemenviljelyssiemenellä kuin metsikkökeräyssiemenellä johtuen jalostetun siemenen paremmasta itävyydestä. Vuonna 2004 valmistuneen Metsäpuiden siemenhuoltotyöryhmän muistion mukaan tavoitteena onkin kylvää 50 % metsäkylvöistä siemenviljelmiltä saadulla materiaallilla ja hyödyntää näin vuosikymmenien aikana tehdyn jalostustyön tuloksia.

Kylvö ajoitettava keväeseen-alkukesään

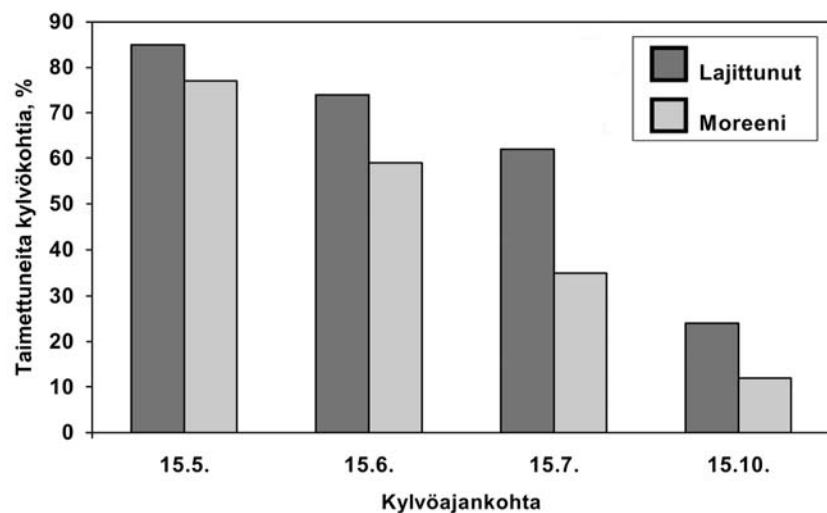
Arin vaihe kylvössä on heti itämisen jälkeen, jolloin pienet sirkkaimet tarvitsevat kosteutta. Parhaiten riittävä vedensaanti turvataan, jos kylvö on tehty kivennäismaan painaumiin ja siemenen päällä on vielä ohut kerros maa-ainesta kosteutta säilyttämässä. Kosteuden lisäksi itävä siemen tarvitsee lämpöä, ja käytännössä suotuisin kylvöajankohta havupuille onkin huhti-toukuuusta juhannukseen ulottuvalla ajanjaksolla (kuva 4).

Toinen kriittinen vaihe kylvön onnistumisessa on kylvön jälkeinen talvi, jolloin vähälumisina jaksoina alku- ja loppupalvesta on riskinä, että rouste nostaa ylös huonosti juurtuneita kylvötaimia. Rousteriskin vuoksi elokuu sopii huonosti kylvöajaksi, koska tällöin kylvetyt taimet eivät yleensä ehdi juurtua riittävästi talvikauden varalle.

Havupuiden siemen sopii huonosti myöhäiseen syyskylvöön tai talvikylvöön, joista on etsitty ratkaisua



Kuva 3. Kylvön ja istutuksen onnistuminen 10 kasvukauden jälkeen. Kylvössä kaksinkertainen viljelytiheys. (Kinnunen 2003d, 2006).



Kuva 4. Kylvöajankohdan vaikutus männyn taimettumistulokseen. (Kinnunen 1996).



Kuva. Koneurakoitsija Hannu Alkkio esitteli konekylvöä Parkanossa järjestetyllä kylvöretkeilyllä kesäkuun alussa. (Kuva Teijo Nikkanen).

kylvökauden pidentämiseksi. Havupuiden siementen ongelmana on, että tavallaan maastoon varastoidun ja kevään taimettumista odottavan kylvösiemenen kosteuspitoisuus on haitallisen korkea, jolloin talvipakaset aiheuttavat helposti siemenessä soluvaurioita. Havupuista poiketen koivun siemen on soveltunut myös syyskylvöön; tosin koivun kylvöä ei yleensä suositella, koska kylvötulos koivulla jää usein liian heikoksi (kuva 3). Metlan koesarjassa koivun siemenet tuhoutuivat kylvömättäillä pääasiassa kuivuuden vuoksi.

Kirjallisuutta

Hyvin kylvetty on puoliksi uudistettu. Metsäkylvöretkeily Parkanos-
sa 8.6.2006. Metla, Parkanon ja Punkaharjun toimintayksikkö. Moniste, 21 s.

Metsäpuiden siemenhuoltotyöryhmän muistio. Työryhmämuistio 2004:12. Maa- ja metsätalousministeriö. 48 s. + liitteet. Muistio luettavissa: <http://www.mmm.fi/julkaisut/tyoryhmamuistiot/index.html>

Ackzell, Lennart ja Lindgren, Dag. 1994. Some genetic aspects of hu-

man interventions in forest regeneration: Considerations based on examples from an experiment in northern Sweden. *Forestry* 67: 133-148.

Kinnunen, Kaarlo. 1994. Männyn kylvön ja luontaisen uudistamisen näkymät. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 495: 27-35.

--. 1995. Onko rehevien maiden uudistamisessa vaihtoehtoja. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 538: 15-22.

--. 1996. Kevät- ja syyskylvön onnistuminen eri puulajeilla. *Julkaisussa: Laiho, O. & Luoto, T. (toim.). 1996. Metsäntutkimuspäivä Porissa 1995. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 593: 4-9.

--. 2002. Kylvö metsänuudistamismenetelmänä. *Metsätieteen aikakauskirja* 2002:47-49.

--. 2003a. Kylvön ja maanmuokkauksen kehittäminen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 888: 47-52.

--. 2003b. Männyn uudistaminen luontaisesti ja kylväen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 891: 57-62.

--. 2003c. Konekylvön käyttökelpoisuus männyn uudistamisessa. *Metsätieteen aikakauskirja* 2003 (1):69-72.

--. 2003d. Direct seeding on fertile mineral soils. *Artificial Forest Regeneration in Nordic and Baltic Countries, SNS Workshop on June 16-18, 2003 in Suonenjoki. Poster.*

Rummukainen, Arto. 2001. Koneellinen kylvö. Kirjassa: *Onnistunut metsänuudistaminen*, s. 142-143.

Savonen, Eira-Maija ja Ruotsalainen, Seppo. 2005. Männyn siemenen koko ja sen vaikutus metsäkylvössä. *Taimiutiset* 2/2005: 19-21.

Wennström, Ulfstand. 2001. Direct seeding of *Pinus sylvestris* (L.) in the boreal forest using orchard or stand seed. Dept. of silviculture. Umeå, Swedish University of Agricultural Sciences.

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



KYLVÄISINKÖ KUUSTA? – SUOMALAISIA JA RUOTSALAISIA TUTKIMUSTULOKSIA

Pekka Helenius ja Markku Nygren, Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen yksikkö

Pyrkimys uudistamiskustannusten karsimiseen ja “luonnonläheiseen” metsänhoitoon sekä toisaalta kanton noston yleistymisen päätehakkuualoilla ovat nostaneet esiin kysymyksen, olisiko kylvön osuutta järkevää lisätä kuusen uudistamisessa. Vuonna 2004 kuusta kylvettiin koko maassa 462 ha, mikä on noin 0,3 % kaikesta metsänuudistamisesta (Peltola 2005). Kuusen kylvöstä on olemassa paljon tutkimuksia, joista löytyy yksiselitteinen vastaus edellä esitettyyn kysymykseen.

Heikinheimo (1941) selvitti kuusen kylvön käyttökelpoisuutta 1930-luvulla sekä inventointitutkimuksin että kenttäkokeissa. Inventoituihin aloihin sisältyi sekä tuoreen että lehtomaisen kankaan metsiköitä; kenttäkokeiden tulokset ovat lehtomaiselta kankaalta Etelä-Hämeestä ja Punkaharjulta. Kylvömenetelmänä oli joko ruutukylvö tai vakoruutukylvö ja kylvökohtia valmistettiin 2500–6400 kpl/ha. Siemenmäärät vaihtelivat 0,5–1 kg hehtaarille ja kylvörüutua kohden siementä käytettiin 250–1000 kappaletta. Muokaus tehtiin ilmeisesti käsin; tätä tosin ei suoraan mainita alkuperäisessä lähteessä. Osa koelajoista perustettiin koivu-, leppä- tai mäntysuojuspuustojen alle. Loppupäätelmänä oli, että “...kuusen kylvö on istutusta epävarmempi ja hitaammin tuloksiin johtava metsänviljelymenetelmä.” Ongelmakohtia ovat Heikinheimon mukaan pintakasvillisuuden ja karikkeen aiheuttamat tuhot ja kuusen kylvösten erittäin hidas alkukehitys verrattuna istutuksiin. Kylvötaimien pituus yhdeksän vuoden kuluttua viljelystä oli 36 cm, kun

istutustaimien (koulimaton, kaksivuotias paljasjuuritaimi) pituus lähes samalla ajanhetkellä (10 v) oli 76 cm (taulukko 1). Kylvörüudusta taimettumatta jäi keskimäärin 40 %.

Kulotuksesta ei hyötyä kuusen kylvössä

Yli-Vakkuri (1961) tutki kuusen kylvösiemenen itämistä ja taimien alkukehitystä kulotetuilla tuoreen kankaan päätehakkuualueilla Hämeessä ja Satakunnassa viitenä peräkkäisenä kasvukautena 1950-luvun lopulla. Siemenet kylvettiin joko palaneen humuksen pinnalle tai paljastettuun kivennäismaahan. Palaneessa humuksessa siementen itäminen ja alkukehitys oli erittäin heikkoa; vuoden kuluttua kylvöstä taimellisia kylvökohtia oli vain 8 %. Syyksi tähän esitettiin mm. siementen itämisen kannalta liian korkea lämpötilaa mustaksi palaneen humuksen pinnalla (termoinhibitio), humuksen kuivumista, siemeniä syöviä pikkunisäkkäitä ja mahdollisesti myös itämisalustan epäedullista happamuutta. Uusien tutkimusten mukaan kasvualustan kuivuus lisäksi voimistaa korkean lämpötilan haitallista vaikutusta siementen itämiseen (Leinonen 1998). Paljastetussa kivennäismaassa siemenet itivät paremmin kuin poltetussa humuksessa, mutta taimet jäivät hitaan alkukehityksen takia luontaisesti syntyneen lehtipuuston ja voimakkaan pintakasvillisuuden alle. Osa kivennäismaassa itäneistä sirkkatalaimista tuhoutui voimakkaissa kesäsateissa. Kuusen kylvötaimikot va-

kiintuivat, eli taimien kuoleminen loppui, vasta viidennen kasvukauden jälkeen kylvöstä.

Hagner (1990) teki yhteenvedon ruotsalaisista kuusen kylvötutkimuksista vuosilta 1907-1989. Ruotsalaistutkimusten mukaan keskimäärin 20-30 % keväällä kylvetyistä kuusen siemenistä muodosti elävän taimen ensimmäiseen syksyyn mennessä. Viiden vuoden kuluttua kylvöstä näistä taimista oli elossa 50-60 %, eli kehityskelpoisten taimien saanto kylvössä oli vain noin 14 %. Pintakasvillisuuden aiheuttamien tuhojen takia kylvöä ei Hagnerin mukaan voi suositella uudistamismenetelmäksi kuusen kasvu- paikoilla.

Kemiallinen tai mekaaninen heinäntorjunta avuksi

Kolström (1991) vertaili kuusen kylvöä ja istutusta äestetyillä tuoreen ja lehtomaisen kankaan mailla Pohjois-Karjalassa. Viljelytiheytenä oli 2000 istutus- tai kylvökohtaa / ha (5-15 siementä/kylvökohta). Kahdeksan vuoden kuluttua viljelystä taimellisia kylvökohtia oli tuoreella kankaalla keskimäärin 38 % ja lehtomaisella kankaalla 21 % (taulukko 1). Kemiallinen tai mekaaninen heinäntorjunta viljelyn jälkeen paransi hieman kylvön tulosta tuoreella, mutta ei lehtomaisella kankaalla. Istutustaimista (koulimaton ja koulittu paljasjuuritaimi ja paakkutaimi) oli molemmilla metsätyypeillä elossa keskimäärin 80 %. Kylvötaimien pituus oli kahdeksan vuoden kuluttua noin 35 cm ja

istutustaimien 95 cm. Hitaan alkukehityksen ja huonon viljelytuloksen takia kylvöä ei Kolströmin mukaan voida pitää käyttökelpoisena viljelymenetelmänä kuusen uudistamisessa.

Kinnunen (1995, 2006) tutki kuusen kylvöä vaihtoehtona istutukselle äestetyillä ja mätästetyillä tuoreen ja lehtomaisen kankaan karkeajakaisilla mailla Etelä-Suomessa. Kylvössä viljelytiheytenä oli 3600 kylvöpistettä/ha ja istutuksessa 1800 tainta/ha. Mättäillä kylvö onnistui erittäin huonosti, äestysjäljessä jonkin verran paremmin. Seitsemän kasvukauden jälkeen äestysjäljessä oli eläviä taimia noin joka toisessa

kylvöpisteessä. Istutustaimien kuolleisuus oli vähäinen, joten puolta pienemmästä viljelytiheydestä huolimatta istutustaimia oli elossa yhtä paljon kuin taimellisia kylvöpisteitä ja mättäillä moninkertainen määrä. Istutustaimet olivat seitsemän kasvukauden jälkeen kaksi kertaa, ja kymmenen kasvukauden jälkeen lähes kolme kertaa pidempiä kuin kylvötaimet (taulukko 1). Hitaasta alkukehityksestä johtuen suurin osa kylvötaimista oli seitsemän kasvukauden jälkeen vielä pintakasvillisuuden peitossa. Tutkimuksessa ei ollut hienojakoisia maita, joilla kylvön epäonnistumisriski on vielä suurempi.

Viikarin (1999) tutkimuksessa selvitettiin pintakasvillisuuden kemiallisen ennakkotorjunnan vaikutusta kuusen kylvö- ja istutustaimien alkukehitykseen äestetyillä tuoreen kankaan päätehakkualoilla Kymenlaaksossa. Torjunta-aineena käytettiin muokkauksen yhteydessä levitettyä Arsenalin (tehoaine imatsapyryri, maa- ja lehtivaikutteinen; ei enää käytössä) ja Rodeon (tehoaine glyfosaatti, lehtivaikutteinen) seosta. Päätehakkualoilla, joilla pintakasvillisuutta oli torjuttu kemiallisesti, kylvötaimia oli elossa kahden vuoden jälkeen 78 % ja istutustaimia 98 %. Ilman kemiallista ennakkotorjuntaa kylvötaimia oli elossa vain 45 %, mutta istutustaimia yhtä paljon

Taulukko 1. Kuusen kylvö- ja istutustaimien elossa olo ja pituuskehitys eri tutkimuksissa. Kaikki tutkimukset oli tehty joko tuoreella tai lehtomaisella kankaalla. Tulokset ovat keskiarvoja molemmilta metsätyypeiltä. Muokkausmenetelmänä oli käytetty pääsääntöisesti joko äestystä tai mätästystä.

Viljelymenetelmä	Siemen- ja taimimateriaali *	Viljelytiheys ja siemenmäärä (kpl, g / ha)	Aika viljelystä (v.)	Taimellisia viljelykohtia (%)	Taimien keskipituus (cm)	Lähde
Kylvö	–	2000, 50–100	2	45 **	–	Viikari 1999
	–	–, 200	3–5	58	12	Kinnunen 1996
	–	–	4	–	27	Saksa (julkaisematon)
	–	–	4	67	21	Mattila 2001
	–	–	5	45	24	"
	A2–B3	3600, 150–220	7	52	40	Kinnunen 1995 ***
	B2	2000, 50–160	8	29	35	Kolström 1991
	–	≤ 2500, ≤ 500	9	60	36	Heikinheimo 1941
	–	–	10	–	43	Hagner 1990
	A2–B3	3600, 150–220	10	45	60	Kinnunen 2006 ***
				(ka. 50)		
Istutus	1,5 v. pk.	2000	2	98 **	33	Viikari 1999
	1 v. pk.	–	3	–	53	Saksa (julkaisematon)
	2 v. pk.	–	3	–	56	"
	3 v. pj.	–	3	–	59	"
	2 v. pj.	1800	7	90	100	Kinnunen 1995 ***
	4 v. pj.	2000	8	91	131	Kolström 1991
	2 v. pj.	2000	8	71	68	"
	2 v. pk.	2000	8	80	86	"
	2 v. pj.	2500	10	86	76	Heikinheimo 1941
	2 v. pj.	1800	10	88	170	Kinnunen 2006 ***
				(ka. 86)		

* A2 = siemenviljelyssiemen, B2 = siemenkeräysmetsiköstä kerätty siemen, B3 = metsikkökeräysssiemen, pj. = paljasjuuritaimi, pk. = paakutaimi

** Ilman pintakasvillisuuden kemiallista ennakkotorjuntaa

*** Tutkimuksissa on inventoitu samat koalat

kuin torjuntaa käytettäessä (98 %) (taulukko 1). Viikarin mukaan kuusen kylvön onnistuminen yhtä hyvin istutuksen kanssa edellyttää pintakasvillisuuden kemiallisen torjunnan lisäksi suurempaa viljelytiheyttä ja luonnontaimia täydentämään kylvöjälkeä.

Uusinta- ja täydennysviljelyyn usein tarvetta

Mattila (2001) selvitti Pohjois-Savossa vuosina 1995 ja 1996 tehtyjen kuusen kylvöjen onnistumista äestetyillä, laikutetuilla ja mätäste-tyillä tuoreen ja lehtomaisen kankaan aloilla. Kylvöalat inventoitiin vuonna 2000 ja onnistumista kuvattiin kylvötaimien lukumäärällä ja tilajakaumalla. Tulosten perusteella kylvö osoittautui epävarmaksi uudistamismenetelmäksi. Vuoden 1995 kylvöaloista 95 % ja vuoden 1996 aloista 58 % tarvitsi kylvötaimien lukumäärän ja tilajakauman perusteella vähintään täydennysistutuksen, kun täydennysrajana oli 1300 kasvatuskelpoista tainta hehtaarilla. Luontaiset kuusentaimet mukaan luettuna vastaavat luvut ovat 95 % (eli sama kuin pelkästään kylvötaimilla) ja 42 %. Vuosien välinen vaihtelu johtunee pääasiassa loppukesään 1995 ajoittuneesta saateettomasta jaksosta, joka tappoi sirkkataimia. Pintakasvillisuuden peittävyuden lisääntyminen vähensi merkittävästi kylvötaimien määrää (kuva 1). Kylvötaimien keskipituus oli vuoden 1995 kylvöissä (5 v.) lehtomaisella kankaalla 25 cm ja tuoreella kankaalla 22 cm, ja vuoden 1996 kylvöissä (4 v.) 22 cm ja 19 cm. Muokkausmenetelmien välillä ei ollut eroa kylvön onnistumisessa, joskin inventoinnissa oli mukana vain kaksi mätästysalaa. Mattilan mukaan kuusen kylvössä on aina oltava valmis uusinta- tai täydennysviljelyyn suuren epäonnistumisriskin takia, joten se soveltuu huonosti käytännön metsänuudistamismenetelmäksi.

de Chantal (2003) kuusen kylvöajankohdan, maanmuokkauksen ja maaperän ominaisuuksien vaikutusta selvittävässä tutkimuksessa Pohjois-Hämeessä paras alkukehitys oli toukokuussa kaivinkoneella kevyesti muokattuun maahan kylvetyillä siemenillä. Toukokuussa kylvetyistä siemenistä kasvaneet taimet olivat suurempia ja niissä oli vähemmän roustetuhoja kuin kesäkuun kylvöissä. Kesäkuun kylvöissä kuivuudesta aiheutuneita vaurioita oli myös enemmän kuin toukokuun kylvöissä. Mätästys ja karkean kivennäismaan paljastava voimakas muokkaus johtivat maan kuivumiseen, joka puolestaan lisäsi kuolleisuutta. Hienojakoisilla, kosteilla mailla kylvötaimet kärsivät rousteesta sekä syvältä paljastetussa kivennäismaassa että mätäissä.

Kylvö varhain keväällä äestysjälkeen

Myös Kinnusen (1996, 2002) kuusen kylvöajankohdan ja maanmuokkauksen vaikutusta karkeilla mailla selvittävässä tutkimuksessa päädyttiin vastaavaan tulokseen; mikäli kuusta halutaan ylipäänsä uudistaa kylvämällä, tulee se tehdä aikaisin keväällä ja äestettyyn maahan. Syyskylvössä tulokset olivat erittäin heikkoja; kolmen kasvukauden jälkeen kylvötaimista oli elossa alle 10 % sekä äestysjäljessä että mätäillä. Kylvöajankohdasta riippumatta kylvön riski kuitenkin kasvaa aina kasvupaikan viljavuuden lisääntyessä, joten Kinnusen mukaan kuusen kylvöä ei voida suositella käytäntöön.

Saksan ym. (2005) laajoissa Etelä-Suomen yksityismetsien metsänuudistamisen laadun inventoinneissa kuusen kylvö- ja luontaisen uudistamisen tulokset olivat heikkoja. Tuoreella kankaalla hyviä uudistamistuloksia oli 21 % ja lehtomaisella kankaalla vain 5 % inventoidusta kylvöpinta-alasta. Istutuksessa vastaavat luvut olivat 48 ja 33 %, joten istutus kuusen uudistamisen valta-



Kuva 1. Kuusen kylvöala 5 vuoden kuluttua kylvöstä Pohjois-Savossa (Tenho Hynönen).

menetelmänä on hyvin perusteltu, vaikka siinäkin on vielä parantamisen varaa.

Kuusen kylvöä ei voi suositella

Johtopäätös em. tutkimuksista on, ettei kylvöä voida suositella kuusen uudistamismenetelmäksi taimien suuren kuolleisuuden ja erittäin hitaan alkukehityksen takia. Maastossa - muokkausaloilla, tienvarsilla ja metsäojien pientareilla - toisinaan esiintyvät kohdat, joissa luontaisesti syntyneitä kuusen taimia on 'turkina' antavat kylvöä ajatellen liian optimistisen kuvan siementen maastoitävyydestä ja taimien alkukehityksestä. Tällaisten taimiheiikkojen syntyminen keskittyy näet kokonaan huippusiementuvuosiin, jolloin siementä voi kylvääntyä yli 3000 kappaletta neliometrille. Käyttämällä useita kiloja siementä hehtaaria kohti voitaisiin ehkä päästä hyväksyttävään kuusitaimikoihin myös kylvämällä, mutta tähän eivät niukat siementevaramme tietenkään riitä. Kuusen siemenet onkin parasta varata kokonaan taimitarhoille, missä hehtaarin taimet kasvatetaan paristakymmenestä siemengrammasta.

Kirjallisuus

- de Chantal, M. 2003. The effects of site and soil properties on the establishment and early development of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* regenerated from seeds. Väitöskirja. Helsingin yliopiston metsäekologian laitoksen julkaisuja 27.
- Hagner, M. 1990. Direct seeding of pine and spruce. SLU. Institutionen för skogsskötsel. Arbetsrapporter 37. 25 s.
- Heikinheimo, O. 1941. Kuusen kylvöstä ja sen edellytyksistä. Metsätaloudellinen Aikakauskirja 58: 193-200.
- Kinnunen, K. 1994. Onko rehevien maiden uudistamisessa vaihtoehtoja. Teoksessa: Laiho, O. & Luoto, T. (toim.). 1995. Metsäntutkimuspäivä Tampereella 1994. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 538.
- . 1996. Kevät- ja syyskylvön onnistuminen eri puulajeilla. Teoksessa: Laiho, O. & Luoto, T. (toim.). 1996. Metsäntutkimuspäivä Porissa 1995. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 593.
- . 2002. Kylvö uudistamismenetelmänä. Metsätieteen aikakauskirja 1 / 2002: 4749.
- . 2006. Hyvin kylvetty on puoliksi uudistettu. Metsäkylvöretkeily Parkanossa 8.6. 2006. Retkeilyopas. 21 s.
- Kolström, T. 1991. Kuusen kylvö ja istutuskoe viljavilla kivennäismailla Pohjois-Karjalassa. *Silva Fennica* 2: 85-97.
- Leinonen, K. 1998. *Picea abies* seed ecology: effects of environmental factors on dormancy, vigor and germination. Väitöskirja. Helsingin yliopiston metsäekologian laitoksen julkaisuja 18. 67 s. + liitteet.
- Mattila, H. 2001. Kuusen kylvötaimikoiden tila Pohjois-Savossa 4-5 vuotta kylvön jälkeen. Metsänhoitotieteen pro gradu-tutkielma. Metsäekologian laitos. Helsingin yliopisto. 46 s.
- Peltola, A. 2005. Metsien hoito. Metsätalostollinen vuosikirja 2005. Metsäntutkimuslaitos.
- Saksa, T., Kankaanhuhta, V., Kalland, F. ja Smolander, H. Uudistamistuloksen laatu Etelä-Suomen yksityismetsissä ja keskeisimmät kehittämiskohteet. Metsätieteen aikakauskirja 1 / 2005: 67-73.
- Viikari, L. 1999. Pintakasvillisuuden kemiallisen ennakkotorjunnan vaikutus taimien alkukehitykseen kuusen istutus- ja kylvöaloilla. Insinöörityö. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. 38 s. + liitteet.
- Yli-Vakkuri, P. 1961. Emergence and initial development of tree seedlings on burnt-over forest land. *Acta Forestalia Fennica* 74: 150.

Pekka.Helenius@metla.fi
Markku.Nygren@metla.fi
Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen yksikkö
Juntintie 154
77600 SUONENJOKI

TURVEKASVUALUSTASSA OLTAVA TAIMILLE VEDEN LISÄKSI MYÖS RIITTÄVÄSTI HAPPEA

Juha Heiskanen, Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen yksikkö ja
Annu Kaila, Helsingin yliopisto, metsäekologian laitos

Juuret tarvitsevat happea

Kasvualustan on tarjottava taimien juurille riittävästi ravinteita, happea ja vettä, jolloin on olemassa edellytykset myös koko taimen kasvulle. Kasvihuoneessa juurten hapensaantavuus edellyttää ennen kaikkea pitkäkestoisien liikkakastelun välttämistä. Ulkokentillä kasvualustan vesipitoisuus voi sadekausina nousta haitallisen korkeaksi ja häiritä juuriston hapensaantia.

Juurten riittävän hapensaannin takaamiseksi kaasujen vaihtuvuuden turvepaakun ja ilman välillä on oltava riittävän tehokasta. Hapen täytyy liikkua (diffusoitua) ilmasta paakkuun ja ylimääräisen hiilidioksidin on poistuttava turpeen huokosista. Hapesta vain pieni osa on liuennot veteen ja siksi paakun happivarat kuluvat nopeasti loppuun, jos ilmanvaihto estyy liiallisen veden vuoksi.

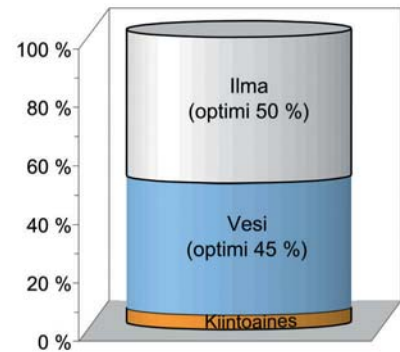
Turvepaakun huokostila jakautuu veden ja ilman kesken (kuva 1). Ilmanvaihto riippuu ilman täyttämisen huokosten määrästä, joka pienee kastelun jälkeen (kuva 2). Mitä määrempi kasvualusta on, sitä vähemmän on ilmalla täyttyneitä huokosia ja sitä heikompa on ilmanvaihto. Ilmanvaihtoa rajoittaa veden lisäksi myös kasvuturpeen tiivistyminen, liettyminen sekä kuorettuminen. Maatumisen ja tiivistymisen myötä parhaiten ilmaa vaihtavien suurien huokosten määrä vähenee. Lisäksi kasvualustan pinnalla esiintyvät levät ja sammalet hidastavat ilmanvaihtoa.

Kivennäismaassa ilmatilan tulisi olla vähintään noin 10 % kokonaistilavuudesta, jotta kaasujen vaihto olisi mahdollista. Huokostilan tulisi jakaantua siten, että juurille olisi tarjolla riittävästi sekä happea että vettä (optimissa yleensä noin puolet ja puolet). Kasvatuskokeissa on havaittu, että kivennäismailla juurten hapenoton ja kasvun kannalta ilmatilan minimivaatimus on yleensä 10–15 %. Orgaanisilla mailla, kuten turpeella, ilman täyttämien huokosten optimimäärä on kuitenkin suuremmasta huokostilasta johtuen paljon kivennäismaita suurempi, taimikasvatuksessa jopa 50 % (kuva 1).

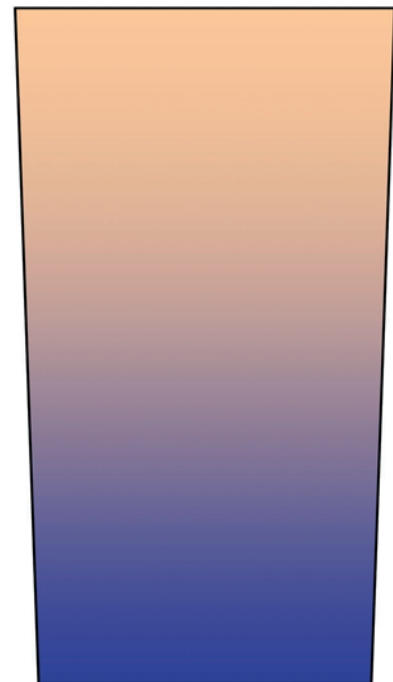
Laboratoriokoe

Kasvualustan ilmavuuden ja happipitoisuuden arvioimiseksi on yleensä määritetty ilmalla täyttyneiden huokosten osuutta näytteen tilavuudesta. Vaikka tämä epäsuora mittaus tapa on osoittautunut käytännössä toimivaksi menetelmäksi, voidaan tarkempi kuva juuriston happipitoisuudesta saada mittaamalla happipitoisuutta suoraan kasvualustasta.

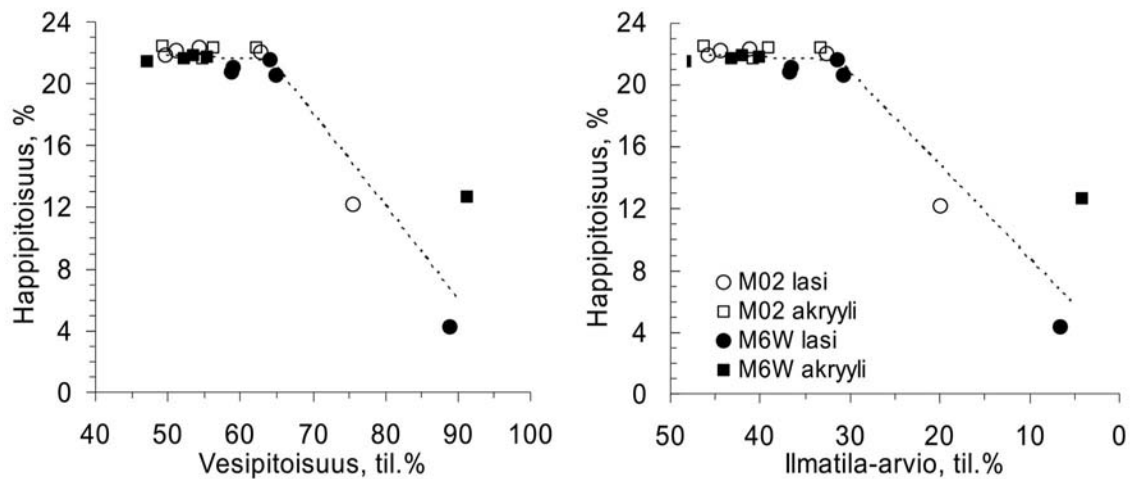
Esikokeessa mittasimme happipitoisuutta kasvuturpeesta sekä laboratoriossa että kasvihuoneessa käyttämällä happiantureita (Precision Sensing GmbH, Regensburg, Saksa). Laboratoriossa käytimme erillisiä turvelierion sisäseinämään kiinnitettäviä anturinäppäjä (sensor spots), joiden lukeminen tapahtui läpinäky-



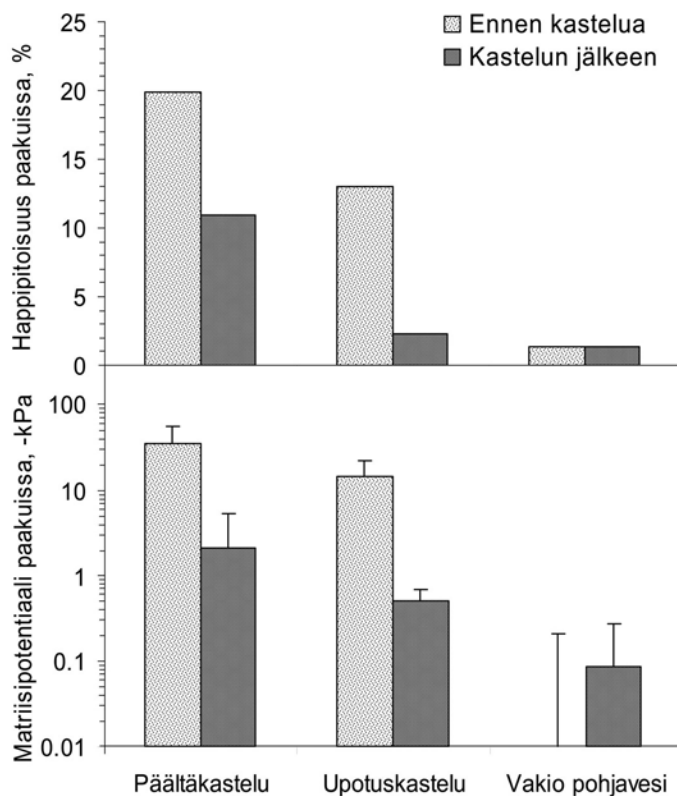
Kuva 1. Kiintoaineen, veden ja ilman tilavuusosuudet vaaleassa kasvuturpeessa.



Kuva 2. Runsaan kastelun jälkeen turvepaakun (PL 81F mittasuhteilla) vesipitoisuus on suurin pohjalla.



Kuva 3. Kasvuturpeen happipitoisuus läpinäkyvässä lasi- ja akryylilieriössä sensorinapeilla (sensor spots) mitattuna (lieriön korkeus 10 cm, turpeen lämpötila 19 °C).



Kuva 4. Kasvuturpeen (MO2) happipitoisuus (dipping probe) ja matriisipotentiaali (tensiometrit) kasvihuoneessa taimipaakkujen (PL81F) keskellä ennen ja jälkeen kastelun (noin 1 tunti kastelusta, lämpötila paakuissa 19-23 °C).

vän lieriön (lasi tai akryyli) ulkopuolelta.

Laboratoriossa mittasimme kahta tuoretta ja kuohkeaa turvetta, joista MO2 (lannoittamaton) näytti olevan aavistuksen ilmavampaa kuin M6W (lannoitettu ja kostutusaineistettu). Olosuhteet akryylilieriössä vaikuttivat puolestaan olevan hivenen hapokkaampia kuin lasilieriössä, mikä johtunee erilaisesta pintajännityksestä ja veden sitoutumisesta lieriön pinnalla. Erot turpeiden ja lieriömateriaalien välillä olivat kuitenkin hyvin pieniä (kuva 3). Happipitoisuus aleni kaikissa tapauksissa voimakkaasti, kun vesipitoisuus oli suurempi kuin 65 % ja ilmatila alempi kuin 30 %. Tämä sopii yhteen aikaisempien tutkimusten kanssa, joiden mukaan ilmatila kasvu-alustassa ei saisi pitkäaikaisesti alittaa 35 % eikä vesipitoisuus ylittää 55 %.

Kasvihuonekoe

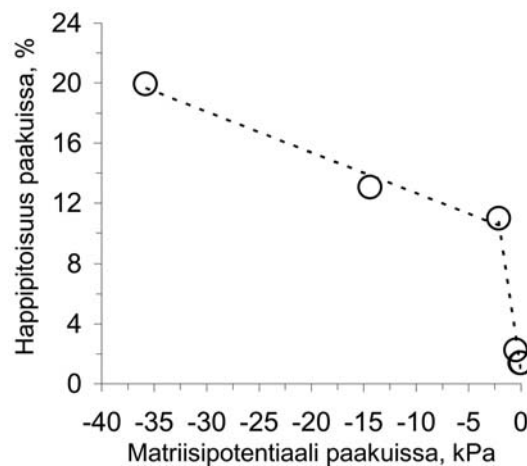
Kasvihuoneessa vertailimme kolmen eri kastelutavan (Kekkilän Taimisuperex 1/1000 liuoksella) vaikutusta turpeen (MO2) happitilanteeseen. Päättä- ja upotuskastelussa arkit (PL81F) kasteltiin keskimäärin kaksi kertaa viikossa (kuva 2). Upotuskastelussa arkin pohja upotettiin

matalaan veteen 2–3 minuutiksi. Jatkuvassa altakastelussa taas vesitaso arkin pohjalla oli jatkuvasti 1–2 cm korkeudella. Turve kasvihuoneessa oli tiivistynyt ja kuivimmilla paakuilla turpeen pinta oli hieman kovettunut. Happianturi (dipping probe) työnnettiin paakun keskelle.

Kastelutapa vaikutti merkittävästi paakun happipitoisuuteen. Jatkuvassa altakastelussa happipitoisuus pysyi koko ajan hyvin matalana, alle viidessä prosentissa. Uputuskastelussa happipitoisuus ennen kastelua oli alle 15 %, mutta laski kastelun jälkeen yli 10 prosenttiyksikköä. Päältä kasteltavien happitilanne oli paras; happipitoisuus ennen kastelua oli lähes 20 % ja kastelun jälkeen oli noin 10 %. Kastelumenetelmien vaikutuksesta kuusentaimien kasvuun ja kuntoon kerrotaan tarkemmin myöhemmin eri jutussa.

Tensiometrillä mitattavan matriisipotentiaalin (veden pidätysvoima) muutokset ennen ja jälkeen kastelun sekä kastelutapojen välillä nousivat samaa linjaa kuin happipitoisuudenkin (kuva 4 ja 5). Kasvuturpeessa matriisipotentiaali ei saisi siten pitkään ylittää -2 kPa:ta, mikä vastaa noin 55–60 %:n vesipitoisuutta. Vastaavasti ilmatila ei saisi alittaa 35 prosenttia.

Kasvihuoneessa erityisesti ylikastelun seurauksena ja sateisina kesinä ulkokentillä hapen saatavuudesta saattaa muodostua taimien kasvua ja elinvoimaisuutta rajoittava tekijä. Turvealustan vedenpidätyskyky on suuri, joten riittävästä hapensaannista on huolehdittava. Vaikka juuret voivat tilapäisesti sopeutua happivauteen, hapenpuute vähentää kas-



Kuva 5. Kasvuturpeen (MO2) happipitoisuus suhteessa matriisipotentiaaliin taimipaakkujen (PL81F) keskeltä mitattuna kasvihuoneessa.

vua huomattavasti ja alitistaa myös taudeille ja kuolleisuudelle.

Puustjärvi, V. 1973. Kasvuturve ja sen käyttö. Turveteollisuusliitto r.y., Helsinki. 173 s.

Aiheesta kirjallisuutta:

Backman, T. 2004. Riittävä happi kastelussa siivittää sadon huippuunsa. Puutarha & Kauppa 2004/11: 15.

Heiskanen, J. 1993. Taimitarhoilla käytettyjen kasvuturpeiden vedenpidätystunnusten vaihtelu. Silva Fennica 27: 77-97.

--. 1995. Irrigation regime affects water and aeration conditions in peat growth medium and the growth of containerized Scots pine seedlings. New Forests 9: 181-195.

--. 1997. Air-filled porosity of eight growing media based on sphagnum peat during drying from container capacity. Acta Horticulturae 450: 277-286.

Wall, A. & Heiskanen, J. 2003. Effect of air-filled porosity and organic matter concentration of soil on growth of *Picea abies* seedlings after transplanting. Scandinavian Journal of Forest Research 18: 344-350.

Juha Heiskanen
Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen yksikkö
Juntintie 154
77600 SUONENJOKI
Juha.Heiskanen@metla.fi

Annu Kaila
Helsingin yliopisto
Metsäekologian laitos
PL 27
00014 HELSINGIN YLIOPISTO
Annu.Kaila@helsinki.fi

VUODEN 2005 TAIMITUOTANTOTILASTOT

Tuotantomäärissä pientä kasvua edelleen

Kotimaassa tuotettujen taimien määrä on kasvanut kahden miljoonan taimen verran edelleen ja oli 164 miljoonaa tainta vuonna 2005. Tilastot kokoaa vuosittain nykyinen Elintarviketurvallisuusvirasto Evira eli entinen Kasvintuotantotarkastuskeskus KTTK.

Tuotannosta 63 % oli kuusen taimia, joiden kasvatusmäärä on lisääntynyt

tasaisesti muutaman prosentin vuosivauhdilla. Samanaikaisesti kuusen paljasjuuritaimien kasvatus on edelleen vähentynyt. Vuonna 2005 oli tuotannosta enää 2 % paljasjuurisia kuusen taimia, kun vuonna 2004 määrä oli 4 %.

Männyn taimien osuus tuotannosta vuonna 2005 oli 33 % ja koivun 3 % muiden puulajien osuuden jäädessä yhteen prosenttiin.

Suomeen tuotiin enemmän taimia kuin vietiin

Valtaosa tuontitaimista oli Ruotsista tuotuja kuusen paakkutaimia, noin 8,5 miljoonaa tainta, minkä lisäksi tuotiin myös 1,5 miljoonaa männyntainta. Virosta tuotiin 0,5 miljoonaa kuusen ja 0,5 miljoonaa rauduskoivun paakkutainta. Lisäksi Virosta tuli pieniä määriä visaköivun taimia ja 76 000 hybridihaavan tainta. Kaikkiaan tuontitaimien määrä oli reilut 11 miljoonaa tainta, kun maasta vietiin Ruotsiin 2,5 miljoonaa tainta ja Viroon 250 000 tainta. Lähes 80 % viennistä oli kuusen paakkutaimia.

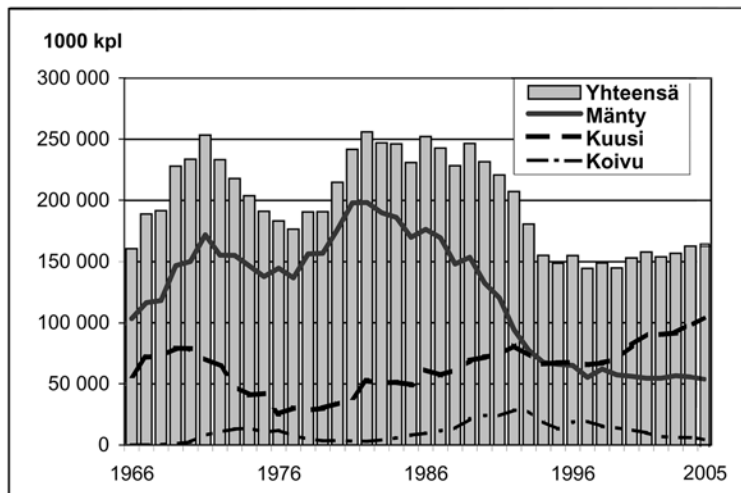
Kuusen metsikkökeräys-siementä yhä vähemmän tarhakylyissä

Taimitarhakylyissä kuusen siemenviljelyssiemen osuus on edelleen pudonnut huonojen kuusen kukintavuosien ja eri siementuholaisten verotuksen vuoksi. Vuonna 2005 kaikista kuusen kylvöistä 52 % tehtiin siemenviljelyssiemenellä, kun vuonna 2004 vastaava osuus oli vielä lähes 70 %.

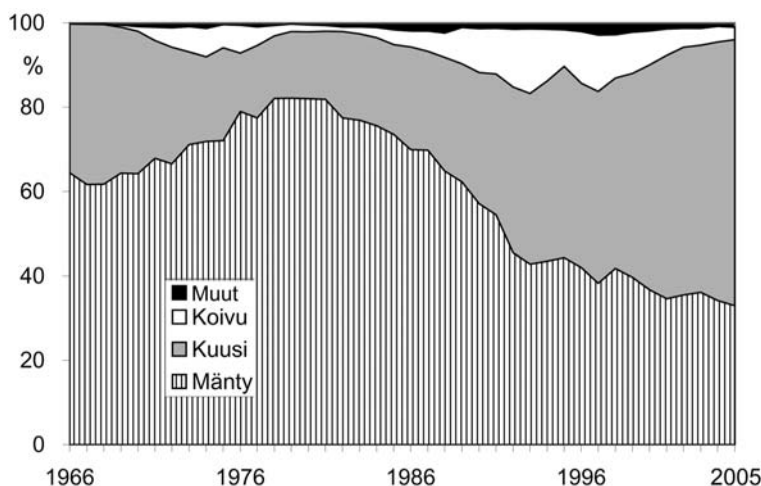
Evira (Elintarviketurvallisuusvirasto) on koonnut kotisivuilleen runsaasti asiaa liittyen metsänviljelyaineistoihin. Sivuilta saa ammatinharjoittamiseen liittyvää tietoa mm. lainsäädännöstä, lähtöisyysalue- ja lämpösummakartoista sekä erilaisista tilastoista.

Linkki metsänviljelyaineistoihin: www.evira.fi/kasvintuotanto_ja_rehut/metsanviljely

Marja Poteri



Kuva 1. Taimituotantomäärät yhteensä ja puulajeittain eriteltyinä (1000 kpl) vuosina 1966-2005. Lähde Evira.



Kuva 2. Eri puulajien osuudet (%) tuotantomääristä vuosina 1966-2005. Lähde Evira.

YKSIVUOTIAIDEN PAAKKUKUUSIERIEN PITUUSKEHITYKSEN ENNUSTAMINEN

Risto Rikala ja Juha Lappi, Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen tutkimusyksikkö

Tausta

Taimierän kasvatusta suunniteltaessa kasvattajalla on oltava tiedossa ainakin taimien tavoitepituus ja toimitusajankohta. Kesä- ja syysistutuksiin tarkoitettujen taimien osalta on lisäksi pohdittava taimien karaistuneisuustarvetta. Useilla tarhoilla käytetään kasvatuksen ohjaamisen ja seurannan apuvälineinä normaalin kasvatustoimenpiteiden kirjaamisen lisäksi taimierien pituuskehityksen, kasvualustan vesipitoisuuden ja puristenesteen johtokyvyn tarkkailua. Luonnollisesti kasvatustoimenpiteisiin vaikuttaa myös sää. Osalla tarhoista mitataan ja merkitään muistiin myös säätietoja kuten lämpötila ja sademäärä.

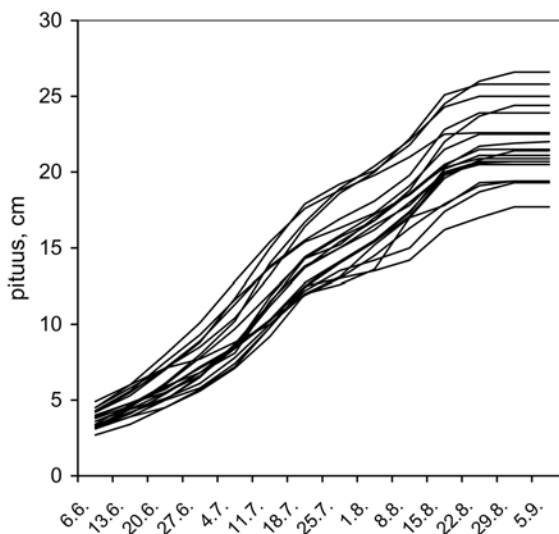
Olisiko mahdollista helpottaa kylvöaikojen määritystä ja kasvatuksen suunnittelua hyödyntämällä tarhoilla kasvatuksen seurannassa kertyneitä aineistoja? Varmasti näin jo tehdäänkin. Haetaan tukea edellisvuosien pituuskasvukäyristä ja muistellaan millaisissa olosuhteissa ne toteutuivat. Mutta onko eri vuosien tiedot koottavissa kompaktimpaan ja käyttökelpoisempaan muotoon? Selittäisivätkö kasvatuksen aikana mitatut sää-, johtokyky-, taimilaatikoiden paino- ym. tunnuksat taimien kasvua ja olisiko niiden avulla mahdollista mallittaa tarha-kohtaiset kasvukäyrät. Tähän kysymykseen yritetään vastata Suonenjoen taimitarhan aineistosta viimeisen kymmenen vuoden ajalta (1995–2005) kertyneen aineiston pohjalta.

Aineisto ja menetelmä

Aineistona käytettiin Metlan Suonenjoen taimitarhalla vuosina 1995–2005 kasvatettujen kuusierien (29 kpl) seuranta-aineistoa. Taimieristä 18 oli tarkoitettu istutettaviksi yksivuotisina ja 11 jatkokasvatettaviksi kaksivuotisiksi. Edellisten kylvöajat vaihtelivat 14.4.–11.5. ja jälkimmäisten 23.5.–16.6. Vuosina 1995–2000 yksivuotisiksi tarkoitettuja taimia kasvatettiin kylvöstä loka-kuun lopulle saakka muovihuoneessa, mutta vuodesta 2001 lähtien taimet siirrettiin ulkokasvatukseen heinäkuun puolivälin jälkeen. Lyhytpäiväkäsiteltyjä eriä ei aineistossa ole.

Taimet kasvatettiin vuosina 1995–98 Ecopot-kennostoissa (PS508,

PS608) ja vuosina 1996–2005 Plan-tek-kennostoissa (PL121F, PL181F ja PL64F) ja kasvualustana käytettiin taimikasvatukseen tarkoitettua peruslannoitettua ja -kalkittua kasvu- turvetta. Kaikkia taimieriä lannoitettiin lisäksi Superex-kastelulannoituksella kasvukauden aikana. Yksivuotisiksi kasvatettavien taimien kastelulannoituksessa annettu typpimäärä oli keskimäärin 9,9 g/m² (vaihteluväli 5,3–22,6 g/m²) ja jatkokasvatukseen tarkoitettujen taimien 3,2 (1,5–7,8) g/m². Jakson alkuvuosina taimet kasvatettiin kohokasvatuksena muovikourujen päällä ja 2000-luvulla suuralustoilla. Jatkokasvatukseen tarkoitettuja taimiarkkeja pidettiin ensimmäisenä vuonna muoviputkien (Ø 1,5 cm) päällä.



Kuva 1. Esimerkki taimierän (1 v. PL81F) yksittäisten taimien (20 kpl) pituuskasvusta. Kylvöaika 19.4. ja ulossiirto muovihuoneesta 20.7. Taimien loppupituus = 21,8 cm ja variaatiokerroin (hajonta/keskiarvo) = 0,11. Taimien ulossiirron vaikutus kasvuun samoin kuin kasvun palautuminen ilmenevät varsin voimakkaana.

Kasvatuksen aikana sekä avomaalta (sääkoju 2 m) että muovihuoneista mitatuista ilman lämpötilahavainnoista laskettiin jokaiselle taimierälle kasvatuksen aikaisten lämpötilojen viikkokeskiarvot sekä lämpösumma.

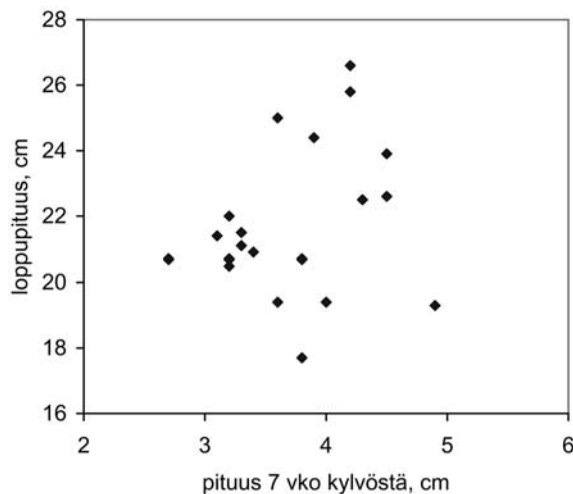
Taimien pituuskasvua seurattiin kasvatuserittäin mittaamalla viikoittain samoista, arvoituista 2-3 laatikoista kustakin 5-10 arvotun taimen pituus (mm). Pituus mitattiin turpeen pinnasta taimen latvaneulasten kärkeen. Ensimmäinen mittaus tehtiin 6-7 viikon kuluttua kylvöstä ja mittaus jatkettiin pituuskasvun loppumiseen. Kuitenkin muutamien erien mittaus oli lopetettu ennen kuin pi-

tuuskasvu oli täysin loppunut. Pituusseurantalaatikoiden viereisten laatikoiden painoa punnittiin (tavallisesti 3 laatikkoa/erä) ja turpeen puristenesteen johtokykyä (3 laatikkoa/erä; 1 taimi/laatikko) mitattiin myös viikoittain. Taimilaatikon paino muunnettiin turpeen vesipitoisuudeksi vähentämällä koko painosta tyhjän arkin paino, turpeen kuivapaino, mahdollisen peittoaineen paino sekä taimien paino ja suhteuttamalla erotukseksi jäljelle jääneen veden paino arkin täyttötillavuuteen. Mitattu puristenesteen johtokyky muunnettiin vastaamaan turpeen tavoitekasvatuskosteutta (45 %, til.) (katso Rikala 1996). Kasvatuksen aikana turpeen keskimääräinen ve-

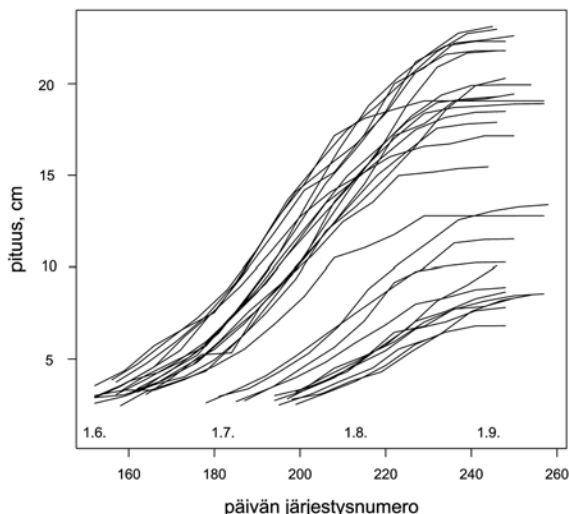
sipitoisuus oli 47 % (til.) (vaihteluväli 40–71 %) ja puristenesteen johtokyky 1,1 mS/cm (vaihteluväli 0,68–1,67 mS/cm).

Taimierien keskipituus kasvukauden päättyessä oli yksivuotisiksi kasvatettavilla kuusentaimilla 192 mm (erävaihtelu 128–231 mm) ja jatkokasvatukseen tarkoitetuilla taimilla 77 mm (62–103 mm).

Jokaisessa taimierässä on luonnollisesti sisäistä taimien välistä vaihtelua (kuva 1), joka tässä aineistossa osoittautui yksivuotisiksi kasvatetuilla taimilla keskimäärin pienemmäksi (erien loppupituuden variaatiokerrointen keskiarvo 0,145) kuin myöhemmin kesällä kylvetyillä, jatkokasvatukseen tarkoitetuilla taimilla (0,200). Taimien yksilöllinen kokovaihtelu voi johtua siemenestä tai itämis- ja kasvuolosuhteista. Usein korostetaan idätysjakson olosuhteiden suotuisuuden ja tasaisuuden tärkeyttä; alussa syntyvien erojen uskotaan korostuvan jatkossa. Tämän aineiston perusteella tämä näkemys ei näyttäisi kuitenkaan erityisen hyvin pitävän paikkaansa. Taimen pituus 5-6 viikon kuluttua kylvöstä, ei selittänyt kovin hyvin sen loppupituutta (kuva 2). Tätä voi osin selittää taimierien tasaisuus; taimierien pituuden variaatiokerroin oli koko aineistossa keskimäärin alle 0,17.



Kuva 2. Taimien “alkupituuden” (7 viikkoa kylvöstä, 6.6.) ja loppupituuden (5.9.) välinen riippuvuus kuvan 1 taimierällä.



Kuva 3. Taimierien (29 kpl) mitatut pituuskasvukäyrät.

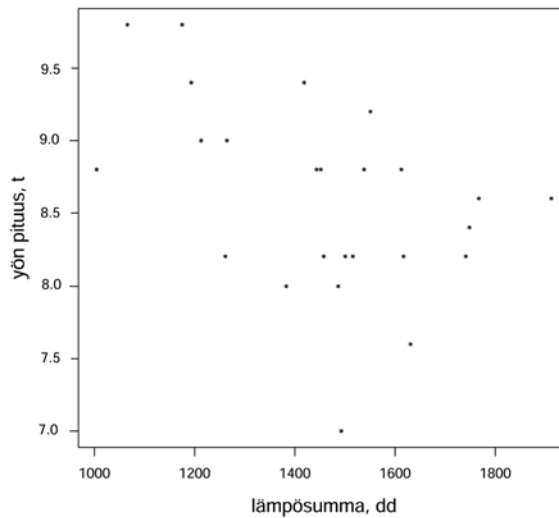
Johtokyvyllä ja vesipitoisuudella vähäinen vaikutus

Käytössä olevien tunnusten (kylvöajankohta, kasvatusajan pituus, kasvualustan keskimääräinen vesipitoisuus ja puristenesteen johtokyky) vaikutuksia taimien loppupituuteen tutkittiin regressioanalyysillä. Havaittiin, että tässä aineistossa sekä puristenesteen johtokyvyn että taimilaatikon painon avulla lasketun vesipitoisuuden vaikutus taimien pituuskehitykseen jäi muiden merkittävämpien tekijöiden varjoon. Myöskään käytetyn lannoitteen

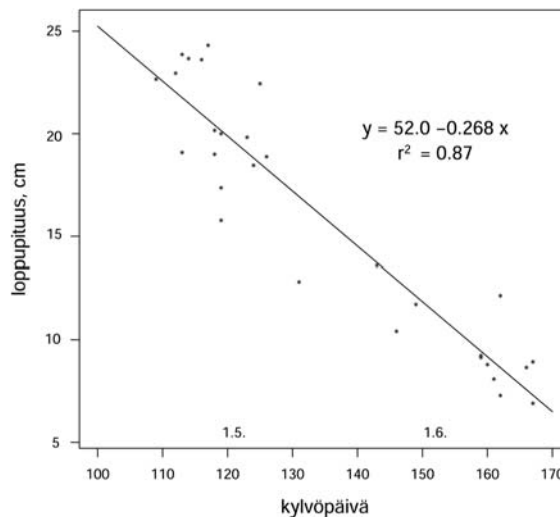
määrä ei selittänyt taimien loppupituutta. Tämä saattaa tuntua oudolta, mutta on sinänsä ymmärrettävää. Kastelulla ja lannoituksella yritetään pitää vesipitoisuus sekä ravinnetilanne jatkuvasti optimissa ja poikkeamat optimista ovat usein tilapäisiä eivätkä ilmeisesti paljontakaan vaikutusta lopputulokseen.

Päivän pituus ja lämpösumma

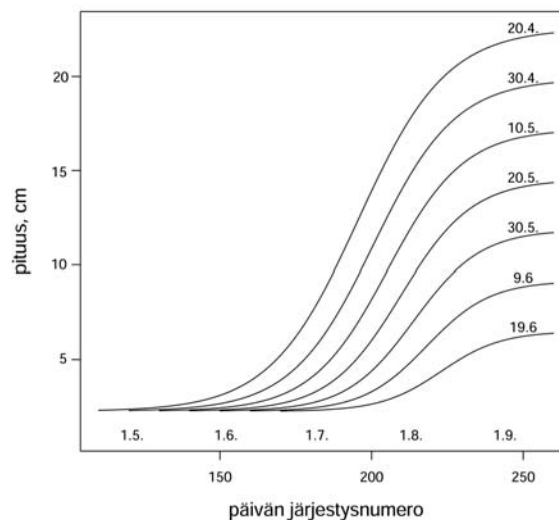
Myöhään (kesäkuussa) kylvettyjen taimien pituuskasvu päättyi hieman myöhemmin kuin aikaisten (huhtikuussa) kylvösten, mutta riippuvuus kylvöajankohdan ja kasvun päättymisen välillä oli löyhä. Myöhäisten kylvösten taimet jäivät luonnollisesti myös lyhyemmiksi (kuva 3). Kasvun päättymiseen vaikuttavat tunnetusti valojaksoisuus ja lämpösumma. Kosken ja Sieväsen (1985, katso myös Koski 1999) ja myöhemmin Partasen (2004ab) tutkimuksissa on osoitettu, että ensimmäisen kasvukauden kuusentaimien pituuskasvun päättymisen (taimet ovat saavuttaneet keskimäärin 95 % loppupituudestaan) riippuu sekä yön pituudesta että kertyneestä lämpösummasta. Kasvun päättymisen herkkyys yön pituudelle lisääntyy, kun aika kylvöstä kasvaa ts. lämpösumma lisääntyy. Samanlainen selvä tulos on saatu kuusen kylvöajankohtakoikeissa taimitarhalla (Kontinen ym. 2000). Nyt lasketusta aineistosta tämä riippuvuus oli samansuuntainen, mutta löyhempi (kuva 4). Toisin sanoen tämän aineiston mukaan taimierän pituuskasvun päättymistä ei voisi kovin hyvin ennustaa kertyneen lämpösumman ja päivän pituuden perusteella. Minkä vuoksi taimet eivät noudattaneet paremmin “päivänpituus-lämpösummasääntöä”? Edellä mainituissa kokeellisissa tutkimuksissa ilmiötä tutkittiin alkuperittäin, samanlaista kasvatusta ja yhtäläisiä kasvuolosuhteita käyttäen. Todennäköisesti käytännön taimierien kasvatukset kymmenen vuoden ajalta



Kuva 4. Lämpösumman ja yön pituuden yhteisvaikutus kuusentaimien pituuskasvun päättymiseen. Vaaka-akselilla kylvöstä kasvun päättymiseen kertynyt lämpösumma ja pystyakselilla yön pituus tunteina kasvun päättyessä.



Kuva 5. Taimien keskimääräinen (taimierittäin) loppupituuden riippuvuus kylvöpäivästä.



Kuva 6. Mallilla lasketut pituuskäyrät eri ajankohtina kylvetyille ensimmäisen kesän kuusi-erille.

eri muovihuoneissa sekä avomaalla erilaisilla lannoitus- ja kasteluohjelmilla aiheuttavat vaihtelua myös kasvun päättymisajankohdassa taimierien välillä (Partanen 2004a). Esimerkiksi voimakas typpilannoitus elokuun alkupuolella voi viivästyttää kasvun päättymistä ja silmun muodostumista. Tällaisten tekijöiden vaikutusta ei kuitenkaan pystytä analysoimaan näin pienellä materiaalilla.

Kylvöajankohta ennustaa loppupituuden

Taimierien pituuskehitystä mallitettiin seuraavasti. Ensinnäkin taimierien pituuskehitykseen sovitettiin logistinen funktio, jossa on neljä parametria. Sitten mallitettiin parametrien riippuvuus kylvöajankohdasta. Selkein riippuvuus saatiin loppupituudelle (ks. kuva 5). Mallin mukaan mitä myöhemmin taimet oli kylvetty, sitä nopeammin ne kasvoivat saavuttaakseen loppupituuden. Viimeisten kylvöajankohdientaimilla myös kasvun päättymisen siirtyi lievästi myöhemmäksi kuin aikaisemmin kylvetyillä taimilla. "Sirkkataimen pituutta" (taimen pituus 6-7 viikon ikäisenä) kuvastava pituuden alarajaparametri ei riippunut kylvöpäivästä. Muodostetulla mallilla laadittiin ennusteet eri ajankohtina kylvettyjen taimierien pituuskäyriksi (kuva 6).

Löytyykö aineistoja

Kylvöajankohta, ts. kasvatusajan pituus, ennusti hyvin yksivuotisten kuusentaimien loppupituuden Suo-

nenjoen taimitarhan aineistossa. Kuinka paljon kuvatut kasvukäyrät poikkeavat tarhalla toiselle on vaikea sanoa. Onko olemassa sellaisia tarhakohtaisia kasvatustutkimuksia tai -olosuhteita, jotka voisivat olennaisesti vaikuttaa pituuskehityksen malliin? Tällainen voisi olla esim. Suonenjoen aineistosta voimakkaasti poikkeava ravinnetaso kasvualustassa. Tätä voitaisiin tutkia, jos käytössä olisi toinen tai muutamia vastaavia aineistoja. Aluksi aineistolta vaadittaisiin vain normaalit kasvatustiedot sekä viikoittaisia pituusmittauksia, jotka alkavat 4-7 viikon kuluttua kylvöstä ja jatkuisivat pituuskasvun päättymiseen. Mikäli vastaavalta ajalta olisi tiedossa puristenesteen johtokyky ja taimilaitikoiden paino, voitaisiin myös selvittää niiden vaikutusta kasvuun.

Viitteet

Koski, V. & Sievänen, R. 1985. Timing of growth cessation in relation to the variations in the growing season. Teoksessa: Tigerstedt, P.M.A, Puttonen, P. & Koski, V (toim.). Crop Physiology of Forest Trees. Proceedings of an International Conference on Managing forest trees as cultivated plants held in Finland, July 23-28, 1984. s.167-191.

--. 1999. Lämpösumman käytöstä kuusen taimikasvatuksessa. Julkaisussa: Poteri, M. (toim.). Taimitarhatutkimuksen vuosikirja 1999. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 755: 21-26.

Kontinen, K., Rikala, R. & Luorinen, J. 2000. Kylvöajankohta ja kuusen taimien pituuskehitys ja karaistuminen. Julkaisussa: Poteri, M. (toim.). Taimitarhatutkimuksen vuosikirja 2000. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 788: 56-60.

Partanen, J. 2004a. Dependence of photoperiodic response of growth cessation on the stage of development in *Picea abies* and *Betula pendula* seedlings. *Forest Ecology and Management* 188(1-3): 137-148.

--. 2004b. Yönpituus ja taimien kasvuvaihe selittävät yksivuotiailla kuusilla ja rauduskoivuilla pituuskasvun päättymisen ajankohtaa. *Taimiuutiset* 1: 7-9.

Rikala, R. 1996. Puristenesteen johtokyvyn sudenkuopat – turpeen vesi-pitoisuuden, ravinteiden ja lämpötilan vaikutus puristenesteen johtokykyyn. Julkaisussa: Smolander, H. & Salonen, T. (toim.) Metsätaimitarhapäivät Jyväskylässä 13.-14.2.1996. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 601: 67-74.

Risto.Rikala@metla.fi
Juha.Lappi@metla.fi
Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen yksikkö
Juntintie 154
77600 SUONENJOKI

JUUTIT INNOVOIVAT TAIMIKASVATUSTA

Marja Poteri, Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen yksikkö

Joulupuu- ja koristehavutuotannossa maailman huippua edustava Tanska on joutunut yhä kovenevaan kilpailuun EU:n laajentumisen myötä, ja tämä näkyikin vuoden 2006 taimitarharetkeilyn esitelmien valinnassa. Luovuus ja innovaatiot taimituotannossa olivat eräänä teimana ympäristöjärjestelmien ja ilmasto-
muutokseen sopeutumisen ohella.

Jyllannin eteläosassa pidetyn retkeilyn kumpikin aamupäivä oli varattu esitelmille ja iltapäivät varsinaiseen retkeilyyn. Vuosituhannen vaihteessa myrskyt kaatoivat Saksassa ja Tanskassa metsää, minkä vuoksi uusia metsityskoalueita on perustettu aikaisempaa laajemmassa mitassa.

Ensimmäisen iltapäivän vierailukohteena oli uudistusala, jossa tutkittiin Tanskassa vähän käytettyjen paakkutaimien kasvuunlähtöä myrskytuhoalueelle perustetussa kokeessa. Vertailussa oli useiden eri puulajien paakku- ja paljasjuuritaimia. Paakkutaimet oli kasvatettu isoissa ja pienissä Hiko- ja Jiffy-paakuissa. Tutkittavia puulajeja olivat lehtikuusi, douglaskuusi, mänty, tammi, pyökki, aitopihta *Abies procera (nobilis)*, sitkankuusi ja kuusi.

Lehtikuusen istutus isoilla paakuilla tuotti hyvän tuloksen

Myrskytuhon jälkeen koetalta oli nostettu kannot ja tehty matala vaotus auralla. Pääsääntöisesti taimet oli istutettu palteeseen, vaikkakaan muokkausjäljen ja istutuskohdan vaikutusta ei varsinaisesti seurattu.

Paakkutaimet oli istutettu syksyllä 2002 ja paljasjuuritaimet keväällä 2003. Johtuen runsaasti heinä- ja muusta pintakasvillisuudesta, kuten horsmasta ja karhunvadelmasta, olivat isot paakkutaimet ja paljasjuuritaimet menestyneet parhaiten kaikilla puulajeilla.

Lehtikuusen ja sitkankuusen isoissa HIKO-paakuissa (V93, vol.93 cm³) istutetut taimet olivat merkittävästi pitempiä kuin paljasjuuritaimet neljän kasvukauden kuluttua istutuksesta. Parhaiten kasvaneet sitkankuuset olivat keskimäärin 1,6 metrin mittaisia (kuva 1), kun isoissa paakuissa istutetut lehtikuuset olivat yli 2-metrisiä (kuva 2). Tanskalaiset käyttävät lehtikuusen hybridiä, joka on eurooppalaisen ja japanilaisen lehtikuusen risteytys, *Larix decidua x L. kaempferi (leptolepis)*.

Tammi ja pyökki sen sijaan olivat kasvaneet parhaiten, jos ne oli istu-

tettu paljasjuurisina. Erityisen heikkoja istutustulokset olivat pyökin isoilla paakkutaimilla, mikä vahvisti tanskalaisten aikaisempaa käsitystä pyökin soveltumattomuudesta paakkukasvatukseen. Toistaiseksi ei ole löydetty selitystä siihen, miksi pyökki on niin ongelmallinen kasvatettavaksi paakuissa. Lehtipuiden tuotannossa ovat paljasjuuritaimet edelleen vakio menetelmä.

Retkeilyn toisena päivänä tutustuttiin Johansenin taimitarhayritykseen, jonka tuotanto tapahtuu neljällä eri tarhalla Tanskassa. Kukin toimipiste on erikoistunut omaan puulajivalikoimaan ja tietyn tyyppiseen tuotantoon esim. koulintamateriaalin tuottamiseen.

Metsätaimet paljasjuurisina

Vanhalla vuonna 1937 perustetulla perheyrittelyksellä on ollut monia vai-



Kuva 1. Sitkankuusen kasvu oli lehtikuusen jälkeen parhainta neljän kasvuvuoden jälkeen. (Kuva Nuutti Kiljunen).

heita, mm. 1990-luvulla tuotannossa keskityttiin pelkästään metsätaimien tuottamiseen. Nykyisen uuden omistajan kaudella 1990-luvun lopusta lähtien on tuotevalikoimaa muutettu taas enemmän puutarha- ja maisemanhoitopuiden suuntaan. Tuulensuoja-aitoina käytettävät puut ja pensaat ovat merkittävä artikkeli Tanskalaisessa taimituotannossa.

Vierailimme yhtiön Børkopin tarhalla (kuva 3), jonka päätuotantosuun-

tana olivat metsätaimet. Lehti- ja havupuuta tuotettiin yhtä paljon. Lehtipuut olivat lähinnä pyökkiä ja tammea, ja havupuut lehtikuusta ja pihtaa. Kaikki tuotanto oli avomaan paljasjuurituotantoa ja tarhan pinta-ala 50 ha.

Valtaosa Johansenin taimiyhtiön tuotannosta myydään Tanskaan, minkä lisäksi taimia viedään 8 muuhun EU-maahan. Työntekijöitä Børkopin tarhalla on ympäri vuoden 12 ja varsinaisella tuotantokaudella

otetaan 25 henkeä lisää. Erityisen epäoikeudenmukaisiksi koettiin suhteellisen korkeat palkkakustannukset uusiin EU-kilpailijamaihin verrattuna. Tanskalaisten taimikasvattajien mukaan kilpailijamaissa ovat työvoiman palkkakustannukset kolmasosan siitä, mitä Tanskassa työntekijöille maksetaan.

Taimien koulinta ja nosto oli pitkälle koneellistettua, kuten myös rikkokojen torjunta, jota tehtiin mekaanisesti haraamalla taimipenkien välit. Tarha on sertifioitu MPS-ympäristöjärjestelmään A-jäsenenä. Tarhan johtajan mukaan Børkopin tarhalla rikkokojen torjunta tehdään käytännössä pelkästään glyfosaatilla.

MPS-ympäristöjärjestelmä kahdella metsätaimitarhalla

Jos uudet EU-maat luovat Tanskassa paineita työvoiman kustannuspuolelle, on kehittyneiden taimikasvattajamaiden, kuten Hollannin, kanssa kilpailtava asiakkaat vakuuttavien erilaisten sertifiointien käyttöönotossa. Ensimmäisen päivän luennolla kuultiinkin tanskalaisten taimikasvattajien käyttöönottamasta kansainvälisestä MPS-järjestelmästä.

MPS perustettiin Hollanissa vuonna 1993, jolloin sen käyttäjät olivat pääasiassa kukkaviljelijöitä. Nykyisin MPS on kansainvälinen 5000 jäsenen sertifioima järjestelmä, jossa yritykset luokitellaan eri torjunta-aineiden, lannoitteiden ja energian käytön sekä syntyvän jätemäärän perusteella. Luokitusasteet johdetaan valmistajien ympäristövaikutusten ja käyttömäärien mukaan. MPS-sertifioitu yritys on sitoutunut raportoimaan neljän viikon välein valmistajien käytön sekä pitämään kirjaa kasvatussuunnitelmista. Tanskassa on toistaiseksi kaksi metsäpuuta tuottavaa taimitarhaa, jotka ovat sertifioineet MPS-järjestelmän.



Kuva 2. Niclas Scott Bentsen Tanskan Maatalousyliopistosta (KVL) esittelemässä koetuloksia 2002-2003 tehdyistä lehtikuusen paakku- ja paljasjuuritaimien istutuksista. (Kuva Marja Poteri).



Kuva 3. Johansenin taimitarhalla Børkopissa kaikki tuotanto oli avomaalla ja koneellistettua kuten kuvassa näkyvä taimien nosto. (Kuva Nuutti Kiljunen).

Kuusen perimässä joustavuutta ilmastomuutoksille

Norjalainen tutkija Øistein Johnsen ryhmineen on selvittänyt kuusen kasvuunlähtöä ja kasvun päättymistä eri alkuperillä. Norjalaisten havaintojen perusteella kuusen kukintavuoden lämpösumma ja etenkin siemenen alkionmuodostuksen aikana vallitseva lämpötila vaikuttavat siemenestä kehittyvän taimen kasvurytmiin. Tutkijoiden mukaan siemen tavallaan muistaa syntymävuotensa lämpöolot, mikä selittää sen, että havaintojen mukaan eri vuosina kerätyillä siemenillä voi taimien kasvu käynnistyä tai päättyä hyvin eri aikaan.

Johnsen esitteli useita norjalaisia koesarjoja, joissa on seurattu siemenviljelmiltä kerättyjen siementen kasvurytmiä tapauksissa, joissa on tehty vartteiden siirtoja etelä-pohjoissuunnassa tai eri korkeuksille merenpinnasta (150-850 mpy). Lisäksi on saatu arvokasta kuuseen liittyvää kasvurytmitietoa liittämällä pitkäaikaisia säähavaintosarjoja siemenviljelmiltä kerättyjen siementen jälkeläishavaintoihin.

Eräänä esimerkkinä oli Lyngdalin siemenviljelmiä, jolta on kerätty kuusen siemeniä poikkeuksellisen kylmänä ja lämpimänä kasvukautena (vuodet 1987 ja 1989). Näiden ääri vuosien lämpösummissa oli 300-400 d.d.-yksikön ero, joka vastaa n. 4 asteen siirtoa etelä-pohjoissuunnassa. Kahden erilaisen siemenvuo-

den ero näkyi syksyllä samaa alkuperää olevilla taimilla enimmillään kolmen viikon erona silmunmuodostuksessa: lämpimän siemenvuoden taimilla kasvu päättyi ja silmu muodostui myöhemmin kuin samalla alkuperää olevilla kylmän siemenvuoden taimilla.

LP-käsittelyllä voidaan kompensoida korkean lämpötilan vaikutusta

Syksyllä kasvun päättymiseen ja silmunmuodostukseen voidaan vaikuttaa lyhytpäiväkäsittelyllä. Tiedetään, että pitkällä yöllä eli LP-käsittelyllä voidaan saada eteläiset syksyllä pitkään kasvavat alkuperät päättämään kasvunsa ja silmuuntumaan aikaisemmin. Samalla tavoin Lyngdalin lämpimän kasvukauden eli 'eteläisen' siemenjälkeläistön taimet silmuuntuivat nopeammin, jos taimet kasvatettiin yli 8 tunnin yössä. Ero kylmän ja lämpimän kasvukauden taimien silmuuntumisessa oli suurimmillaan kolme viikkoa, kun käytettiin 5-7-tunnin pituista yötä.

Lyngdalin koetaimia istutettiin myös maastoon, jossa seurattiin kuusen kasvua. Kylmän siemenvuoden vaikutus näkyi taimien merkittävästi huonompina kasvuna 8 vuoden seurannan jälkeen verrattuna vastaavaan siemenalkuperään, joka oli peräisin lämpimältä siemenvuodelta. Heikko kasvu johtui kylmän siemenvuoden taimien suuremmis-

ta keväthallavioituksista. Sen sijaan poikkeuksellisen lämpimän vuoden siemenistä kehittyneet taimet selviytyivät myöhemmän kasvuunlähdön vuoksi keväthalloista ja kehittyivät siten myös kylmän siemenvuoden taimia selvästi pidemmiksi.

Johnsen piti keväthallan vioitusta ongelmallisempänä, sillä taimet toipuvat kevään hallavioituksesta huomattavasti paremmin kuin syyshallan tapauksessa. Lisäksi ainakin ensimmäisen vuoden syyshallaan voidaan varautua tarhalla tehtävällä LP-käsittelyllä, joka turvaa syyshallan onnistumisen. Keväthallan varalle ei ole torjuntakeinoja taimien ollessa maastossa.

Eräessä toisessa koesarjassa saksalaisilla kuusialkuperillä, joilla on perustettu siemenviljelmää eri osiin Norjaa, havaittiin, että mitä pohjoisempaan siemenviljelmiä sijaitsi, sitä aikaisemmin saksalaiset kuusialkuperien jälkeläistöt alkoivat muodostaa silmua verrattuna Saksassa tuotettujen siementen jälkeläisiin. Tästäkin näkyi kuusen perimän joustavuus ja sopeutuvuus ilmasto-oloihin: pohjoisessa tuotetuilla siemenillä taimien kasvurytmi alkoi muistuttaa pohjoisen alkuperän kasvunpäättymisen rytmiä.

Marja Poteri

JULKAISUSATO

Mätästys parhain maankäsittelymenetelmä tukkimiehintäin tuhoja vastaan kuusentaimilla

Heiskanen, Juha & Viiri, Heli. 2005. Effects of mounding on damage by the European pine weevil in planted Norway spruce seedlings. Northern Journal of Applied Forestry 22: 154-161.

Tukkimiehintäi (*Hylobius abietis* L.) on pääasiainen hyönteistuholainen havupuiden istutustaimikoissa Pohjois-Euroopassa. Sitä ei toistaiseksi tavata Pohjois-Amerikassa, mutta on riski, että se leviää myös sinne.

Tukkimiehintäin tuhoja voidaan torjua käsittelemällä taimet hyönteisten torjunta-aineilla ennen istutusta. Mätästystä, jossa taimen ympärille muodostuu kivennäismaavyöhyke, on myös käytetty vähentämään tukkimiehintäin tuhoja. Ruotsissa on käytetty myös mekaanisia taimisuoja. Tukkimiehintäin aiheuttamien tuhojen voimakkuutta eri uudistamismenetelmiä käytettäessä ei kuitenkaan ole kovin tarkasti vielä tutkittu.

Tutkimuksessa tarkasteltiin mätästykseen (laikku- ja kääntömätästys) vaikutusta tukkimiehintäin tuhoihin yksi- ja kaksivuotiailla kuusen paakutaimilla istutuksen jälkeen kahdella eri hakkuualalla Suomenjoella. Mätästykseen lisäksi tutkittiin muokkaamattomia istutuskohtia, joita ei oltu käsitelty mitenkään tai joissa taimen ympärillä oli käytetty pahvikatetta tai herbisidiä (glyfosaatti). Tavoitteena oli lisäksi tutkia, kuinka deltametriinillä esikäsitellyt taimet selviävät istutusalueilla, joilla tukkimiehintäin syöntipaine on voimakas lähialueiden aiemmista hakkuista johtuen.

Päätulokset

- Mätästysmenetelmät vähensivät selvästi tukkimiehintäin tuhoja, kuolleisuutta ja kasvutappioita vaikka taimet oli esikäsitelty deltametriinillä.
- Taimien kasvu ja elossaolo olivat kaikkein heikoimmat, kun tukkimiehintäin syöntiaste oli suurin.
- Ensimmäisen kasvukauden jälkeen syötyjen taimien osuus oli suurin muokkaamattomissa istutuskohdissa (76%), kun taas mätäissä syöntiä oli vähän (1%).
- Taimien kuolleisuus oli alhainen mätäissä (1%), kun taas muokkaamattomissa kohdissa kuolleisuus oli korkeampi yksivuotiailla taimilla (27%) kuin kaksivuotiailla (10%).
- Toisena vuonna istutuksesta kuolleisuus ja erityisesti syötyjen taimien osuus (>50%) lisääntyi sekä mätästetyissä että muokkaamattomissa kohdissa.
- Tulokset viittasivat myös siihen, että ilman maanmuokkausta suurempien kaksivuotiaiden taimien kuolleisuus on pienempää ja tukkimiehintäin syönti vähäisempää kuin yksivuotiailla taimilla. Toisaalta mätäisiin istutetut yksivuotiaat taimet kasvoivat kuitenkin paremmin ja olivat vähemmän syötyjä toisena istutuksen jälkeisenä kasvukautena kuin kaksivuotiaat taimet.
- Pahvikatteen ja herbisidin (glyfosaatti) käyttö kasvaville taimille voi vähentää pintakasvillisuuden kilpailua, mutta tuloksien mukaan taimien elinvoimaisuus voi jopa heiketä ja kuolleisuus kasvaa näiden käsittelyiden vuoksi verrattaessa täysin käsittelemättömään maahan.
- Tutkimuksessa käytetyistä menetelmistä ei löytynyt mätästykseen (laikku- ja kääntömätästys) veroista torjuntakeinoja tukkimiehintäin tuhoja vastaan. Mätästys on siten paras maankäsittelymenetelmä tukkimiehintäin tuhojen vähentämiseksi

uudistusaloilla ja uudistumisen turvaamiseksi.

Juha Heiskanen

Kulotuksen ja maanmuokkauksen vaikutus männyn siementen itämiseen ja kylvötaimien varhaiseen eloonjääntiin

Pitkänen, A., Järvinen, E., Turunen, J., Kolström, T. & Kouki, J. 2005. Kulotuksen ja maanmuokkauksen vaikutus männyn siementen itämiseen ja kylvötaimien varhaiseen eloonjääntiin. Metsätieteen aikakauskirja 4/2005: 387-397.

Tutkimuksessa selvitettiin kulotuksen ja erilaisten maankäsittelytapojen vaikutusta männyn siementen itämiseen ja kylvötaimien varhaiseen kehitykseen avoimella kulotetulla ja kulottamattomalla maalla. Tutkimus koostuu kolmesta erillisestä kylvökokeesta, joista yksi tehtiin kasvihuoneessa ja muut maastossa kahdena peräkkäisenä kesänä. Laajamittaisen faktorikokeen mukaiset hakkuukäsittelyt maastossa tehtiin vuonna 2001. Koealueet olivat kooltaan 3-5 hehtaaria ja ennen käsitteilyä mäntyvaltaisia (noin 150 v.) EVT-VT-tyyppin metsiä Lieksassa. Koealueista puolet poltettiin hakkuukäsittelyjen jälkeisenä kesänä.

Tukkimiehintäin aiheuttamien taimituhojen selvittämiseksi samoille koealueille istutettiin ja kylvettiin mäntyjä, joiden elossa säilyvyyttä ja kasvua seurattiin. Männyn taimettumisen kehittymistä seurattiin mineraalimaapinnoilla, muokkaamattomalla maalla ja kulotetuilla humuspinoilla. Tässä kuvatut kylvötutkimukset on tehty samoilla koealoilla kuin Taimiuutisten numerossa 4/

2005 referoitu taimikoe, jossa kuvataan männyn istutustaimiin kohdistuva tukkimiehentäin syöntipaine kulotuksen jälkeen.

Laboratoriossa tehtiin idätyskoeruukuissa, joihin haettiin maastosta viiden cm:n paksuisia pinta-alaltaan 100 cm² maapaloja, jotka asetettiin muovirasioihin. Osasta maapaloja poistettiin humuskerros. Vastaavasti tehtiin maastoon kulotetuille alueille noin 1 m² ruutuja, joista osasta poistettiin kuokalla humus. Maanpinnankäsittelyinä olivat näin kaikissa kokeissa mineraalimaa (muokattu), muokkaamaton maa ja kulotettu humuspinta. Vuonna 2001 kylvöt tehtiin sekä kasvihuoneessa että maastossa 4.-5.7. ja siementen itämistä eri alustoilla seurattiin viikon (itämistarmo), sekä kolmen viikon (itämisprosentti) ja seitsemän viikon kuluttua kylvöhetkestä.

Yhdeksälle kulotetulle ja yhdeksälle kulottamattomalle alalle tehtiin kuusi koeruutuparia kullekin alalle kesällä 2002 ja toiset kuusi kesällä 2003. Koeruutuparit sijoitettiin eri puolille koealoja. Kukin koeruutupari koostui 60 × 60 cm kylvöruuduista, joista toisesta poistettiin humuskerros (muokattu) ja toisessa maaperä jätettiin koskemattomaksi (muokkaamaton). Kylvöt ruutuihin tehtiin kepillä vedettyihin vakoihin ja siemenet peitettiin kevyesti. Kuhkankin ruutuun kylvettiin keskimäärin 60 siementä. Kesällä 2002 siemenet kylvettiin 27.-31. toukokuuta ja 2003 vastaavasti 2.-6. kesäkuuta. Maastossa taimet inventoitiin vuosina 2002 ja 2003 elo- ja syyskuun aikana ja vuonna 2004 ja 2005 kesä-heinäkuun vaihteessa.

Päätulokset

- Alustan laatu ei näyttänyt vaikuttavan itämiseen tai taimien kehitykseen kasvihuoneessa, vaan itävyys oli hyvä erilaisilla pinnoilla. Humuspinnalla siemenet itivät kolmen viikon jälkeen merkittävästi heikommin, mutta erot tasoittuvat seit-

semän viikon aikana.

- Maastossa paljastettu mineraalimaa oli selvästi suotuisin alusta männyn itämiselle ja taimettumiselle. Muokkaamaton, kasvipeitteinen maa ja kulotuksen paljastama humuspinta olivat huonoja taimettumisalustoja.

- Muokkaamattomilla ruuduilla kulotus oli edullinen taimien syntymisen ja eloonjäämisen kannalta, mutta muokatulla maalla kulotuksella ei ollut vaikutusta.

- Luontaisesti uudistettaessa kevyt mineraalimaan paljastava muokkaus on välttämätön hyvän taimettumistuloksen saamiseksi kulottamattomilla uudistusalustoilla sekä tarpeen myös kulotetuilla aloilla, jos turpeen palaminen on ollut riittämätöntä.

- Hyvän taimettumistuloksen saamiseksi kulotus olisi suoritettava riittävällä intensiteetillä, jotta humuskerros ohenisi lähelle mineraalimaa-kerrosta.

- Tukkimiehentäin aiheuttamia tuhoja havaittiin vuonna 2002 kylvetyissä taimissa vasta kolmantena vuotena (syöntivioituksia 36 %:lla taimista) kylvön jälkeen, vaikka koealueilla oli huomattavasti tukkimiehentäitä jo tätä ennen ja koealueille istutetuissa männyn taimissa oli huomattavia syöntivioituksia.

- Myös vuoden 2003 kylvötaimien vuoden 2002 kylvöerää selvästi alemmat vaurioluvut (syöntivioituksia 8 %:lla taimista) viittaavat siihen, että taimet altistuvat tukkimiehentäin syönnille vasta kasvettaaan riittävän suuriksi.

- Kulotetuilla koealoilla havaittiin kuplamörsky-sienen itiöemiä runsaasti kulotuksen jälkeen. Mikäli sieni olisi aiheuttanut merkittävää taimikuolleisuutta, tämän olisi pitänyt näkyä muokattujen kulottamattomien ja kulotettujen ruutujen taimimäärien erona, mutta samansuuriset kuolleisuusluvut eri käsitellyissä eivät viittaa tällaiseen mahdollisuuteen.

Heli Viiri

Tukkimiehentäin geneettinen vaihtelu Euroopassa

Conord, C., Lempérière, G., Taberlet, P. & Després, L. 2006. Genetic structure of the forest pest *Hylobius abietis* on conifer plantations at different spatial scales in Europe. *Heredity* 97(1): 46–55.

Tukkimiehentäipopulaatioiden geneettistä rakennetta ja vaihtelua tutkittiin 20 uudistamisalalla Euroopan, alue- ja paikallistasolla. Suurin osa geneettisestä vaihtelusta löytyi populaatioiden sisältä eikä niiden väliltä. Jopa eristäytyneiltä paikoilta ei löytynyt merkkejä tukkimiehentäiden geneettisestä erilaisuudesta. Tulokset tukkimiehentäipopulaatioiden geneettisestä samankaltaisuudesta vahvistavat aiemmin saatuja tuloksia lajin suuresta liikkuvuudesta ja hyvästä leviämiskyvystä.

Koska tukkimiehentäin esiintymisalue Euroopassa kattaa laajan alueen, on oletettavissa, että lajiin kohdistuu voimakas valintapaine erilaisista ilmasto-oloista ja isäntäkasvien saatavuudesta johtuen. Tämä alueellinen vaihtelu antaa mahdollisuuden lajin paikalliselle sopeutumiselle, mutta lopputulos riippuu valintapaineen voimakkuudesta.

Tutkimuksessa käytettiin ns. AFLP-menetelmää (*amplified fragment length polymorphism*), joka on DNA-pohjainen tyypitysmenetelmä. Se tuottaa suuren määrän markkereita, jotka sijaitsevat ympäri genomia ilman ennakkotietoa sen rakenteesta. Menetelmällä voidaan etsiä populaatiosta poikkeavia yksilöitä. Tutkittavia kysymyksiä olivat: 1) Vaikuttaako tukkimiehentäiden kannannousu niiden geneettiseen rakenteeseen? 2) Vaihtoehtoisesti, onko populaation geneettinen rakenne hyvin sekoittunut?

Populaatiokoot pysyvät hyvin suurina uudistamisaloilla ihmistoiminnan vaikutuksesta, koska lisäänty-

mismateriaalia on tarjolla riittävästi kantojen muodossa. Tämän perusteella olisi odotettavissa, että populaatioiden sisällä on suuri geneettinen vaihtelu ja vähän erilaistumista. Lisäksi tutkittiin, toimiiko toukka-ajan isäntäkasvi valintatekijänä. Tällöin pitäisi löytyä vähemmän geneettistä vaihtelua yhden puulaajin metsistä kuin sekapuustoisista metsistä.

Tutkimusaineisto koostui 367 tukkimiehentäistä (305 toukkaa ja 62 aikuista) 20 koealueelta Virosta, Suomesta, Ranskasta, Irlannista ja Puolasta. Metla osallistui tutkimusaineiston kokoamiseen ja tutkimusta varten nostettiin kaivinkoneella männyn ja kuusen kantoja Suomenjoella ja Karttulassa. Kannoista kaivettiin toukat esille Suomenjoen yksikössä ja toimitettiin analysoitavaksi Ranskaan. Lajin erilaistumista männylle ja kuuselle voidaan tutkia vain toukista, jotka olivat varmuudella syntyneet tiettyssä puulajissa. Tässä tutkimuksessa lajiutumisen tutkimiseen käytetyistä toukista merkittävä osa (83 toukkaa) oli suomalaista alkuperää.

Päätulokset

Testattaessa tukkimiehentäin toukien mahdollista erilaistumista mänty- ja kuusiravinnolle todettiin, että kahdella ranskalaisella paikalla (Ardèche ja Limousin) heikkoa erilaistumista oli havaittavissa, mutta Suomenjoella ja Karttulassa vastaavaa ei ollut havaittavissa. Se, että tukkimiehentäi sattuu syntymään männyllä ei siis aiheuta estettä myöhemmän ravinnonkäyttöön kuusella ja päinvastoin.

Männyllä ja kuusella olevilla populaatioilla ei ollut merkittäviä geneettisiä eroja. Merkittäviä eroja ei ollut myöskään yhdellä puulajilla esiintyvien tai sekapuustoisilla kohteilla aikuisten ja toukkien välillä.

Suomalainen ja irlantilainen populaatio erosivat melkein kaikista

muista populaatioista, mutta virolainen populaatio ei eronnut puolalaisista tai useimmista ranskalaisista populaatioista. Euroopan mittakaavassa suurin osa geneettisestä vaihtelusta (94,46 %) oli maiden sisäistä, kun vain 5,54 % vaihtelusta oli maiden välistä. Suomalaisesta mänty-kuusi sekametsästä kerätyissä toukissa ei ollut merkittäviä eroja, jotka olisivat antaneet viitteitä siitä, että tukkimiehentäi olisi meillä erikoistumassa männyllä ja kuusella omaksi lajiksi tai roduksi. Pieni geneettinen vaihtelu ranskalaisten eri tukkimiehentäipopulaatioiden välillä antaa viitteitä siitä, että aikuiset voivat levitä jopa 300 km. Tähän asti aikuisten tukkimiehentäiden leviämistä on tutkittu Suomen Lapissa, missä sen on todettu lentävän jopa 80 km päähän havumetsän rajalta.

Tutkimuksen tuloksilla on käytännössä kaksi merkittävää sovellusta. Voidaan olla levollisin mielin, koska tukkimiehentäi ei ole lajiutumassa omaksi entistä tehokkaammaksi tuholaisekseen männyllä ja kuusella. Toisaalta, jos tukkimiehentäi sekoittaa vilkkaasti perimäänsä 300 km halkaisijaltaan olevan leviämisen alueen sisällä, niin voimme olla varmoja siitä, että tukkimiehentäitä riittää myös tulevaisuudessa kaikille uudistusaloille.

Heli Viiri

Kesällä istutettujen hybridihaavan kloonitaimien maastomenestyminen

Luoranen, J., Lappi, J., Zhang, G. & Smolander, H. 2006. Field performance of hybrid aspen clones planted in summer. *Silva Fennica* 40(2): 257-269.

Kiinnostus istuttaa hybridihaavan taimia on lisääntynyt viime vuosina sekä Suomessa että Baltiassa. Yksivuotiaat paakutaimet on istutettu perinteisesti toukokuussa. Hybridihaapa kasvaa nopeasti, joten istutet-

taessa taimet ovat yleensä kookkaita (50-100 cm) ja ne on siten kasvatettu tilavuudeltaan isoissa paakuissa (500-600 cm³). Tästä johtuen taimitarhalla kasvatustilaa tarvitaan paljon. Lisäksi kookkaiden taimien käsittely, kuljetus ja istutus on vaikeampaa kuin tavanomaisten taimien. Isot taimet ovat myös kalliita.

Tutkimuksessa selvitettiin, voidaan-ko kasvussa olevia ja nykyisiä myyntitaimia lyhyempiä hybridihaavan taimia istuttaa heinäkuussa ja elokuun alussa kasvun ja elävyyden heikkenemättä. Tutkimuksessa istutettiin mikrolisättyjä taimia kolmeen maastokokeeseen ja juuripistokkaista tuotettuja taimia yhteen maastokokeeseen heinäkuun alkupuolelta syyskuun puoliväliin sekä seuraavan vuoden toukokuussa. Taimien kehitystä seurattiin mittaamalla taimien pituus ja läpimitta sekä arvioimalla taimien kunto ja mahdolliset tuhon aiheuttajat vuosittain. Lisäksi selvitettiin taimien juurtumista istutuksen jälkeen ruukkuko-keella.

Päätulokset

- Sekä mikrolisättyjen että juuripistokkaista tuotettujen hybridihaavan taimien elävyydessä ei ollut eroja, kun ne istutettiin heinäkuussa ja elokuun alkupuolella.
- Taimien istutuksen jälkeinen kasvu parani, kun ne istutettiin kesällä eikä syksyllä tai seuraavana keväänä.
- Heinäkuussa ja elokuun alussa istutetut taimet juurtuivat paremmin kuin syksyllä tai seuraavana keväänä istutetut taimet.
- Tulosten perusteella hybridihaavan kesäistutus on siis mahdollista. Laboratoriossa mikrolisätyt hybridihaavan taimet ovat kalliita, joten niitä käytettäessä ei saada kovin suurta kustannussäästöä. Sen sijaan taimien tuotantokustannuksia voidaan alentaa tuottamalla taimia juuripistokkaista.

Jaana Luoranen

Pakkasen voimakkuus kesto merkittävämpi hallavioitusten synnyssä keväällä

Bigras Francine, Coursolle Carole & Margolis Hank A. 2004. Survival and growth of *Picea glauca* seedlings as a function of freezing temperatures and exposure times during budbreak and shoot elongation. *Scandinavian Journal of Forest Research* 19: 206-216.

Taimitarhalla ulkona talvehtivat taimet ovat alttiina joka vuosi keväthalloille. Yöpakkaset ajoittuvat usein taimien hallavioitusten syntymisen kannalta juuri herkimpään ajankohtaan, jolloin silmut puhkeavat ja uudet kasvaimet alkavat venyä pituutta.

Tämän Kanadassa tehdyn tutkimuksen tavoitteena oli selvittää valkokuusen (*Picea glauca*) 1-vuotiailla taimilla sekä hallavioitusten syntymiseen tarvittavia kriittisiä lämpötiloja että varsinkin vioitusten syntymiseen tarvittavien haitallisten hallajaksojen pituutta. Eri puulajien välillä voi olla suuria eroja hallankestävytydessä kasvuunlätövaiheessa.

Koetaimet oli kasvatettu paikallisella taimitarhalla paakuissa ja ne olivat talvehtineet ulkona tarhalla. Keväällä vielä lepotilaiset koetaimet (keskipituus 5,9 cm ja läpimitta 1,4 mm) istutettiin ruukkuihin ja vietiin kasvatuskaappiin, missä ne kasvatettiin koetta varten neljään eri kasvuvaiheeseen: 1. Päätesilmu lepotilassa, ei turvonnut 2. Päätesilmu

turvonnut 3. Päätesilmun silmusuomut avautuneet ja uudet neulaskärjet näkyvissä 4. Uutta kasvainta muodostunut 1-5 cm.

Koetaimille tehtiin pakkastestit kuudessa eri lämpötilassa: 0, -2, -4, -6, -8 ja -10 °C ja kussakin lämpötilassa taimia pidettiin 1, 2, 3, 4, 5, ja 6 tuntia. Pakkastestin aikana taimien juuristo oli suojattu niin, että sen lämpötila ei päässyt laskemaan alle 5 °C-asteen. Pakkastestin jälkeen taimia kasvatettiin kasvihuoneessa 3 kuukauden ajan hallavioitusten tarkastelua varten. Taimista tarkastettiin niiden elävyys-% sekä kuolleiden päätesilmujen määrä ja kasvuunläteneistä vaiheen 4 taimista elävien kasvainten määrä. Samoin inventointiin ruskettuneiden edelliskesäisten vanhojen neulasten määrä. Kasvatusjakson lopussa mitattiin taimien pituuskasvu ja läpimitta sekä kuiva-ainepitoisuus.

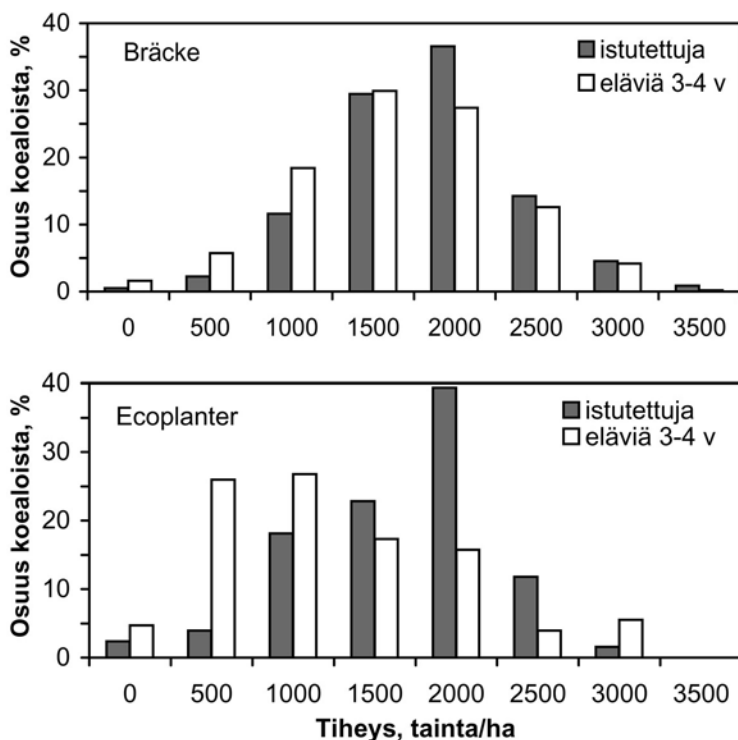
Päätulokset

- Valkokuusen taimilla pakkastestissä käytetty lämpötilalla (0 - -10 °C) lisäsi hallavioitusten määrää enemmän kuin altistusajan pituus (1-6 tuntia). Ainoastaan vanhat neulaset ruskettuivat voimakkaammin, jos altistusaika oli pitempi.
- Koetulokset osoittivat, että keväthallan seurauksena valkokuusen kasvu heikentyy ja taimikuolleisuus lisääntyy.
- Hallan ankaruuden lisäksi myös taimien kasvuvaihe vaikuttaa vioitusten luonteeseen: vähintään kuusi tuntia kestänyt hallajakso (-10 °C) ennen päätesilmun puhkeamista (kasvuvaihe 1) lisäsi 40 % taimien

kuolleisuutta, kun taas 4-6 tunnin altistus samassa lämpötilassa tappoi kaikki taimet, joiden uusi kasvain oli jo venynyt 1-5 cm (kasvuvaihe 4).

- Taimien päätesilmun pakkaskestävyys heikkenee, kun silmun lepotila alkaa purkautua. Tässä kokeessa -10 °C altistuksessa kasvuvaiheen 1 taimilla päätesilmuja tuhoutui 10 %, kun taas kasvuvaiheen 4 taimilla päätesilmuja kuoli samassa altistuksessa 41 %.
- Tulosten perusteella myös vanhojen neulasten (edelliskesänä kasvanneiden) pakkaskestävyys heikkenee, kun silmun kasvu käynnistyy.
- Hallavioitusten seurauksena päätesilmuja tuhoutui ja vanhoja edelliskesäisiä neulasia ruskettui, mikä yhdessä alensivat taimien kasvua. Uuden kasvaimen pituuskasvu heikkeni 50 % -10 °C:ssa kasvuvaiheen 2 taimilla ja -8 °C:ssa kasvuvaiheen 3 taimilla 36 %.
- Eri puulajien välillä on huomattaviakin eroja pakkaskestävytydessä, esim. mustakuusella (*Picea mariana*) on vastaavissa altistuslämpötiloissa taimien kuolleisuus ollut suurempi kuin tässä kokeessa olleella valkokuusella.
- Eri pakkastestien tulosten vertailussa on otettava huomioon, että riippuen altistusajan pituudesta tulokset voivat vaihdella. Samoin tuloksiin vaikuttaa se, miten hyvin taimien juuret on suojattu pakkastestin aikana.

Marja Poteri



Kuva 3. Istutustiheys ja elävien taimien tiheys 3-4 vuoden kuluttua istutuksesta. Bräcke-koneella istutettiin kuusen taimia kolmena vuotena yhteensä 66 kohteelle ja Ecoplanter-koneella kahtena vuotena 6 kohteelle. Jokaiselta kohteelta laskettiin elävien kuusen taimien määrät 15-17 ympyräkoevalta, joiden säde oli 2,52 m, istutusta seuraavan vuoden syyskesällä ja 3 tai 4 vuoden kuluttua istutuksesta.

Oikaisu numeron 2/2006
artikkeliin

KONEISTUTUSKOKEIDEN TULOKSIA

Jaana Luoranen ja Johanna Heikkilä

Taimi uutisten 2/2006 artikkelissa sivulla 8 esiteltiin kuvassa 3 Bräcke- ja Ecoplanter- istutuskoneiden työpöjälkeä. Kuvasta 3 puuttui kokonaan toisen istutuskoneen työpöjälkeä kuvaava graafi.

Taimi uutiset-lehti vuonna 2006

ilmestyy aineisto lehteen

joulukuu vk 27.12. 1.12.

PUUPPÄLTO-ELIY

PUPELLON KYLÄSSÄ VILDELEVÄT HUUMORIA SUSIPARI NIILONÄRE JA TAIMI PAAKKUNAINEN

