

# **Kuusen kasvullinen joukkomonistus – Pistokasaineistojen kasvu Etelä-Suomen kloonikokeissa**

Marja-Leena Napola

Metlan työraportteja / Working Papers of the Finnish Forest Research Institute - sarjassa julkaistaan tutkimusten ennakkotuloksia ja ennakkotulosten luonteisia selvityksiä. Sarjassa voidaan julkaista myös esitelmiä ja kokouskoosteita yms.

Sarjassa ei käytetä tieteellistä tarkastusmenettelyä. Kirjoitukset luokitellaan Metlan julkaisutoiminnassa samaan ryhmään monisteiden kanssa.

Sarjan julkaisut ovat saatavissa pdf-muodossa sarjan Internet-sivuilta.

<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/>  
ISSN 1795-150X

**Toimitus**

PL 18, 01301 Vantaa  
puh. 010 2111  
faksi 010 211 2102  
sähköposti [julkaisutoimitus@metla.fi](mailto:julkaisutoimitus@metla.fi)

**Julkaisija**

Metsäntutkimuslaitos  
PL 18, 01301 Vantaa  
puh. 010 2111  
faksi 010 211 2102  
sähköposti [info@metla.fi](mailto:info@metla.fi)  
<http://www.metla.fi/>

|   |                        |  |                          |
|---|------------------------|--|--------------------------|
| <b>Tekijät</b><br>Napola, Marja-Leena   |                        |  |                          |
| <b>Nimeke</b><br>Kuusen kasvullinen joukkomonistus – Pistokasaineistojen kasvu Etelä-Suomen kloonikokeissa  |                        |  |                          |
| <b>Vuosi</b><br>2012  | <b>Sivumäärä</b><br>33 | <b>ISBN</b><br>978-951-40-2362-0 (PDF) | <b>ISSN</b><br>1795-150X |
| <b>Alueyksikkö / Tutkimusohjelma / Hankkeet</b><br>Etelä-Suomen alueyksikkö /Hanke 3413, metsänjalostus- ja siemenviljelysohjelmat.<br>Itä-Suomen alueyksikkö/Hanke 3457, jalostetun metsänviljelyaineiston tuotannon ja käytön tehostaminen.<br>Itä-Suomen alueyksikkö/Hanke 3537, metsäpuiden kasvullinen lisäys.   |                        |  |                          |
| <b>Hyväksynyt</b><br>Tuija Aronen, hankkeen 3537 vetäjä, 29.3.2012  |                        |  |                          |
| <b>Tiivistelmä</b><br>Kuusen kasvullisessa pistokalisäyksessä siirryttiin 1980-luvulla käyttämään kloonimonistuksen ja testauksen sijasta joukkomonistusmenetelmää eli bulk-lisäystä. Metsänjalostussäätiön Haapastensyrjän taimitarhalle kylvetyissä lähtöaineistoissa tehtiin taimivalintoja menetelmän kehittämiseksi sekä pistokastaimien laadun parantamiseksi. Erityisesti pyrittiin parantamaan pistokastaimierien hallankestävyyttä valitsemalla lähtöaineistoksi keväällä myöhään kasvuun lähteviä kantataimia. Taimivalintamenetelmien vaikutusta pistokkaiden kasvuun testattiin vuosina 1993-95 perustetuissa kloonikokeissa. Raporttiin on dokumentoitu maassamme tehdyn kuusen joukkomonistuksen aineistot ja menetelmät sekä maastokokeiden päätulokset, joita on verrattu muualla saatuihin vastaaviin tuloksiin. Haapastensyrjän joukkomonistuksen nuorissa kylvötaimierissä tehty fenologinen valinta osoitti, että myöhään silmunsa aukaisevat pistokaslisätyt taimiaineistot ovat jonkin verran nopeakasvuisempia kuin valikoimattomat vastaavat taimiaineistot. Eteläsuomalaisten pluspuiden jälkeläistöjen myöhään kasvuun lähtevät pistokaserät olivat 14 vuoden ikäisissä kokeissa keskimäärin 6 % valikomattomia pluspuueriä ja 12 % jalostamattomia vertailueriä pidempiä. Fenologinen valinta osoittautui tehokkaaksi vain silloin, kun joukkomonistusaineistoja viljellään hallaisilla kasvupaikoilla. Pituusvalinta lähtöaineistoissa ei sen sijaan tuottanut selkeää pituuskasvuetua kasvullisesti lisätyissä bulk-pistokaserissä. Pisimpien taimiyskilöiden kloonauksen on todettu tehottomaksi sekä aiemmissa suomalaisissa kloonikokeissa että myös muualla Pohjoismaissa. Tästä syystä sekä pisimpien että lyhimpien taimien harvennus joukkomonistuksen lähtöaineistosta on suositeltavaa. Koska joukkomonistuksessa lisätään siemenalkuperiä ilman kloonitestausta, olisi erien oltava jälkeläiskokeissa testattuja, nopeakasvuisia ja kaikin puolin hyvälaatuisia. Ulkomaisten kuusien pistokaslisäystä, virolaisia alkuperiä lukuun ottamatta, tulisi välttää tässä tutkimuksessa ilmenneen runkovaurio- ja sienituhoherkkyyden vuoksi. Kuusen jalostuksessa koostettujen jalostuspopulaatioiden pluspuiden siemenerät ovat suositeltavinta kasvullisen lisäyksen perusaineistoa. |                        |  |                          |
| <b>Asiasanat</b><br>Kuusi, kasvullinen lisäys, kloonauksen pistokas, joukkomonistus, bulk-lisäys, kloonikoe   |                        |  |                          |
| <b>Julkaisun verkko-osoite</b><br><a href="http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2012/mwp229.htm">http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2012/mwp229.htm</a>   |                        |  |                          |
| Tämä julkaisu korvaa julkaisun  |                        |  |                          |
| Tämä julkaisu on korvattu julkaisulla   |                        |  |                          |
| <b>Yhteydenotot</b><br>Marja-Leena Napola, Metsäntutkimuslaitos, Haapastensyrjän toimipaikka, Haapastensyrjäntie 34, 12600 LÄYLIÄINEN. Sähköposti <a href="mailto:marja-leena.napola@metla.fi">marja-leena.napola@metla.fi</a>  |                        |  |                          |
| <b>Muita tietoja</b>  |                        |  |                          |

## Sisällys

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Johdanto .....</b>  | <b>5</b>  |
| <b>2</b> | <b>Kasvullisessa lisäyksessä käytetyt aineistot ja perustetut kloonikokeet .....</b> | <b>7</b>  |
| <b>3</b> | <b>Tuloksia erityyppisten kantataimiaineistojen joukkomonistuksesta .....</b>        | <b>10</b> |
|          | 3.1 Perusaineiston alkuperän merkitys.....   | 10        |
|          | 3.2 Kantayksilöiden pituusvalinnan vaikutus.....                                     | 13        |
|          | 3.3 Fenologisesti valittujen pistokasaineistojen kasvu.....                          | 14        |
| <b>4</b> | <b>Joukkomonistettujen erien pituuskehitys .....</b>                                 | <b>18</b> |
| <b>5</b> | <b>Tarkastelu ja päätelmiä.....</b>  | <b>20</b> |
| <b>6</b> | <b>Kirjallisuus.....</b>   | <b>22</b> |

## Valokuvaliite

## 1 Johdanto

Kuusen kasvullisen pistokaslisyksen kehittäminen aloitettiin maassamme 1960-luvun lopulla Metsänjalostussäätiön Haapastensyrjän metsänjalostuskeskuksessa Lopella. Aluksi pistokasmonistus keskittyi yksittäisten kloonien valintaan ja kloonien testaukseen. 1980-luvulla Metsänjalostussäätiössä kiinnostuttiin myös joukkomonistuksesta eli bulk-lisäyksestä (bulk-propagation) muiden pohjoismaiden esimerkin innostamana.

Joukkomonistus eroaa klooneittain monistuksesta useassa suhteessa. Yksittäiskloonien monistuksessa valittu kantayksilö merkitään kantapuunumerolla ja sen valintatiedot rekisteröidään Metlan metsägeneettiseen rekisteriin. Kantayksilöistä ja näistä monistetuista klooneista edelleen lisätyt pistokkaat on pidettävä erillään, ja rekisteritunnus seuraa niiden mukana aina koeviljelyksiin tai kokoelmiin asti.

Joukkomonistuksessa kantayksilöistä tai rekisteröimättömiä kantataimia sisältävistä eristä leikataan oksia kaikista taimista ja pistokkaat juurrutetaan sekoituksena ilman klooneista pidettävää kirjanpitoa. Lähtöaineistot ovat nuoria, ja niiden koostumusta voidaan helposti muuttaa esimerkiksi valikoivalla harvennuksella. Lähtöaineistoksi voidaan valita pisimmälle jalostettuja eriä, kuten parhaimpien pluspuiden eriä tai testattuja pariristeytyseriä. Bulk-lisäys on tästä syystä joustava sekä klooneittain monistusta halvempi pistokastaimien käytännön tuotantomenetelmä.

Bulk-lisäys kehitettiin alun perin Ranskassa 1960-luvulla douglaskuusen lisäysmenetelmäksi. Myöhemmin joukkomonistuksesta tuli osa eri kuusilajien jalostusohjelmaa sekä taimituotantoa. Aiheeseen liittyviä tutkimuksia ja selvityksiä tehtiin erityisesti Kanadassa, Saksassa sekä Pohjoismaissa (mm. Benzer 1981, Johnsen 1985, Kleinschmit 1974, Napola 1997, Rauter 1974, Ritchie 1992, Rook 1992, Werner 1979).

Pistokasaineistojen lisäystä säätelevät tiukat asetukset haittasivat menetelmän edelleen kehittämistä ja kaupallista käyttöönottoa Saksassa ja Ruotsissa (Kleinschmit ja Schmidt 1977, Roulund 1981, Werner ja Pettersson 1981). Suomessa vuonna 1992 voimaan tulleet säännökset olivat sen sijaan joukkomonistuksen osalta maltilliset ja massatuotantoa suosivat. Nykyisin käytössä olevat metsänviljelyaineiston kauppaa säätelevät asetukset ovat vuodelta 2002.

Metsänjalostussäätiössä käynnistyi vuonna 1983 Maa- ja metsätalousministeriön tuella kuusen pistokaslisyksen projekti, jossa tavoitteena oli kehittää joukkomonistuksesta käytäntöön soveltuva taimituotantomenetelmä. Projektin vetäjänä toimi säätiön taimituotannosta vastannut Mh Pentti Tyystjärvi. Toimintojen pääpaikka oli Pieksämäen keskustaimitarha, jonne massalisäystä varten rakennettiin juurrutuskasvihuoneita ja ramppikenttiä. Myös Haapastensyrjän jalostuskeskuksen taimitarhalle kylvettiin vuosittain kuusieriä bulk-lisäyksen lähtöaineistoksi ja yksittäisten kloonien valintaa varten. Joukkomonistushanke kesti vuoteen 1987 ja tuotti yli miljoona kuusenpistokasta, joista suurin osa päättyi käytännön metsänviljelyyn (Tyystjärvi 1984, 1987).

1980-luvun puolivälissä todettiin, että kasvullisen lisäyksen lähtöaineistojen tulisi olla jalostukselliselta tasoltaan mahdollisimman korkealaatuisia. Joukkomonistuserissä tehtävät harvennuksset ja kantataimivalinnat tulisi toteuttaa tutkimustietoon perustuvien ohjeiden mukaisesti. Koska Pieksämäen joukkomonistusprojekti keskittyi vain juurrutusmenetelmien ja pistokastaimien massatuotannon kehittämiseen, kylvettiin vuosina 1986 ja 1988 Haapastensyrjän taimitarhalle kuusieriä kantataimien alkuperään, pituuteen ja kasvurytmiin perustuvan valinnan merkityksen

selvittämiseksi (Napola 1992). Pistokasaineistoilla perustettiin yhteensä 17 kloonikoetta Etelä-Suomen alueelle vuosien 1992–1995 aikana.

Kuusen pistokaslisäyksen toiminnot Metsänjalostussäätiössä vähenivät 1990-luvun puolivälin jälkeen ja loppuivat vuosituhannen vaihteessa. Kloonikokeet mitattiin viiden vuoden iässä ja joukkomonistuseriä sisältävien kokeiden tuloksista julkaistiin Metsänjalostussäätiön työraportti nro 55 (Napola 1999a). Tämän jälkeen mittausta tehtiin vain satunnaisesti, sillä kuusen kasvullisen lisäyksen tutkimus ei kuulunut minkään Metsäntutkimuslaitoksessa käynnissä olevan hankkeen piiriin.

Metsäntutkimuslaitoksen tutkimushankkeessa nro 3457 'Jalostetun metsänviljelyaineiston tuotannon ja käytön tehostaminen', kuusen kasvullisen lisäykseen liittyvät selvitykset ja tutkimukset aloitettiin uudelleen vuonna 2007. Aluksi oli kartoitettava kloonikokeiden senhetkinen tilanne, sillä kokeet olivat olleet hoitamatta useita vuosia. Koeviljelyksiä mitattiin vuosina 2007 – 08 yksitoista kappaletta. Kuusen pistokasaineistojen lisäyksen, testauksen ja tutkimuksen historiasta sekä aiemmista tuloksista julkaistiin vuonna 2008 Metlan työraportti nro 104 (Napola 2008).

Kuusen kasvullisen lisäyksen ja pistokastaimien kaupan yhteydessä puhuttiin 1990-luvulla yleisesti pistokkaiden lähtöaineistoista ja näistä valituista kantataimista. Uudessa maa- ja metsätalousministeriön antamassa metsänviljelyaineiston kauppaa koskevassa laissa (241/2002) ja asetuksessa (1055/2002) esitellään metsänviljelyaineiston tuottamiseen käytettävät perusaineistotyytit ja -luokat. Perusaineistolla tarkoitetaan siemenlähdettä, metsikköä, siemenviljelystä, perheen vanhempia, kloonია tai klooniyhdistelmää. Kloonilla tarkoitetaan kantayksilöstä kasvullisen lisäyksen avulla saatua yksilöiden ryhmää.

Metsänjalostussäätiössä tehty kasvullinen lisäys on perustunut jalotustoiminnassa käytössä olleisiin aineistoihin sekä menetelmiin, jotka poikkeavat nykyisten säädösten vaatimuksista. Tästä syystä Metsänjalostussäätiön suunnitteleminen ja perustaminen kokeiden raportoinneissa käytetään rinnasteisesti termejä lähtöaineisto ja perusaineisto sekä kantataimi ja kantayksilö.

Tämä raportti on tehty tutkimushankkeen nro 3457 osahankkeessa 'Jalostushyöty kuusen kasvullisesti lisätyssä metsänviljelyaineistossa'. Raportissa tarkastellaan joukkomonistusmenetelmää ja joukkomonistettuja aineistoja sisältävistä kloonikokeista saatuja päätuloksia. Raportin tarkoituksena on myös dokumentoida lisäyksessä ja koeaineistojen koostamisessa käytetyt perusaineistot sekä valintamenetelmät.

Koeaineistojen ja -tulosten dokumentointi on tärkeä osa Metsäntutkimuslaitoksessa tuotettavaa taitotietoa. Viime aikoina on tähdennetty tutkimustoiminnassa kerättyjen tietovarantojen koostamista ja saattamista talteen myöhempää hyödyntämistä varten. Aihepiirin ja koehistorian tuntemus edesauttaa tutkimustulosten ja aineistojen mahdollista käyttöä. Vaikka kiinnostus kuusen pistokaslisäystä kohtaan on tällä hetkellä vähäistä, on mahdollista, että esim. tulevaisuuden biotaloushankkeiden myötä taimituottajat kiinnostuvat jälleen pitkälle jalostetuista ja nopeakasvuista pistokastaimista.

## 2 Kasvullisessa lisäyksessä käytetyt aineistot ja perustetut kloonikokeet

Metsänjalostussäätiön Haapastensyrjän metsänjalostuskeskuksessa aloitettiin vuonna 1986 pistokaskloonien kantayksilöiden sekä joukkomonistuksen kantataimien pituusvalinnan merkityksen selvittäminen. Taimitarhalle kylvettiin keväällä kolmekymmentä alkuperäristeystä (provenienssihybridierää). Jälkeläistöjen emopuut olivat testaamattomia loppilaisia kantapuita ja isäpuut Punkaharjun provenienssikokeesta 18/01 valittuja ulkomaisia, lähinnä saksalaisia puita. Kylvöksestä valittiin kasvullista lisäystä varten taimia pituusryhmittäin ja fenologisin perustein keväällä 1988. Pistokastaimilla perustettiin kloonikokeet 1435/01-02 ja 1437/01-03 vuonna 1992 (taulukko 2).

Käytännön taimituotantoon tähtäävää pistokaslisäystä varten sekä kantataimien valinnan ja käsittelyjen edelleen kehittämistä varten kylvettiin Haapastensyrjän tarhalle keväällä 1988 41 alustavasti testattua kuusierää. Kylvöeristä 21 edusti Etelä-Suomen pluspuiden jälkeläistöjä, 18 alkuperäristeystä ja kaksi eristä oli metsikköalkuperää (taulukko 1). Suurin osa kylvöeristä oli alustavasti testattu Nurmijärven jälkeläiskokeissa 656/01 ja 711/01. Muutamat kylvöerät olivat samaa karistuserää kuin 1970-luvulla istutetuissa kokeissa kasvavien jälkeläistöjen siemenivät. Taimierien joukosta tehtiin runsaasti erityyppisiä valintoja yksittäisten kloonien monistusta ja joukkomonistusta varten (ks. Metsänjalostussäätiön Tiedote 1/1992 ja Metsänjalostussäätiön työraportteja nro 55/1999).

Kevään kasvurytmiin perustuvan kantataimivalinnan (ns. fenologinen valinta) tutkimiseksi kylvöerien taimien silmunpuhkeamisen ajankohtaa seurattiin vuosina 1989 ja 1990. Keskimääräisen kasvuunlähden ajankohta vaihteli suuresti jälkeläistöjen välillä. Ulkomaisten kantapuiden taimien silmunaukeamisen ajankohta oli aineiston myöhäisin. Jälkeläistöistä valittiin ja merkittiin kloonitunnuksella molempina vuosina kymmenen aikaisinta ja kymmenen myöhäisintä yksilöä. Taimet kouluttiin väljiin riveihin viereiseen taimipenkkiin. Kouluttujen kloonien kantayksilöiden silmunpuhkeamista ja ulkoista laatua havainnoitiin vuosina 1990–91, jonka jälkeen ne pensastettiin. Pensastamisessa (latvomisessa) taimen latva ja ylimmän kiehkuran oksanpäät leikataan pistokasoksien laadun ja juurtumisen parantamiseksi.

Viisivuotias pensastettu taimi tuotti parhaimmillaan vuodessa yli 150 pistokasoksa, joiden juurtuminen oli lähes sataprosenttinen. Sekä kloonien kantayksilöistä että kylvöjälkeläistöjen kantataimista leikattiin useana vuonna pistokasoksia sekä kloonikokeita että pistokastaimien myyntiä varten. Joukkomonistuksen kehittämiseen ja kantataimivalinnan tutkimiseen liittyviä kloonikokeita perustettiin kahdeksan kappaletta vuosina 1993–95 (taulukko 2).

Pistokasoksat leikattiin juurruttamista edeltävän vuoden loppupuolella, yleensä marraskuussa. Oksat säilytettiin kylmävarastossa muovipusseissa noin -3 asteessa pistämishetkeen asti. Oksat pistettiin maaliskuun aikana kennoihin, joiden alustamateriaali koostui turpeesta, perliitistä ja joiakin vuosina myös kuorihumuksesta.

Kuusenjalostushankkeessa vuosittain pistettyjen oksien määrä vaihteli 90-luvun alkupuolella sadantuhannen molemmin puolin. Näiden lisäksi Haapastensyrjän metsänjalostuskeskuksessa juurrutettiin kapeiden kuusten oksia, koristepuiden oksia sekä joukkomonistusaineistoja pisto-

kastaimien myyntiä varten. Käytännön pistokaslisäyksestä ja juurrutustekniikan kehittamisestä vastasi tuolloin MML Martti Lepistö. Lepistö on laatinut aihepiiristä lukuisia suunnitelmia, raportteja ja muistioita erityisesti metsäteollisuuden toimeksiannosta (mm. Lepistö 1991, 1994).

Kloonikokeisiin otettujen yksittäisklooniryhmien ja pistokassekoitusten koostumus vaihtelee lähtöaineiston alkuperän, kanta- tai emotaimien, oksien valintakriteereiden, oksanleikkauksen ajankohdan ja lopullisen pistokassekoituksen mukaisesti. Pistokastaimien sekoituksia varten laadittiin vuonna 1992 oma rekisterinsä, sillä koeasiapapereiden alkulehdillä oli mahdotonta selvittää eri sekoitusten koostumusta. Tiedot liitettiin yleensä koepapereiden liitteeksi. Samoista kantayksilöistä, pistokasemoista tai kantataimieristä leikattujen oksien muodostama pistokasjoukko kuului tiettyyn pistokassekoitukseen pistämisvuodesta riippumatta. Seosta varten kustakin erästä tai kantataimesta leikattiin sama määrä oksia. Vuoteen 1994 mennessä sekoituksia oli muodostettu 40 kappaletta.

Vertailuerinä joukkomonistusmenetelmiä selvittävässä kloonikokeissa käytettiin Metlan metsänjalostustutkimuksen virallisia standardimetsikköeriä siementaimina sekä pistokastaimina. Kokeiden vertailuerinä käytettiin myös Tapion Kangasniemen siemenviljelyseriä, Lopen metsikköeriä, alustavasti testattuja pluspuujälkeläistä sekä testattuja pistokasklooneja yksittäin tai seoksina. Fenologisen valinnan tutkimista varten suunniteltujen kloonikokeiden vertailueriksi kylvettiin pistämiskeväänä samoja siemenalkuperiä, joista pistokkaat olivat lähtöisin.

Lopella kasvavissa kokeissa tehtiin kasvuunlähdön luokitusta useana keväänä. Luokittelussa käytettiin ruotsalaisen Peter Krutzschin vuonna 1973 julkaisemaa metodologiaa (Krutzsch 1973), jossa luokka nro 3 merkitsee silmujen neulasten kasvuun lähtöä. Kuusenjalostaja kehitti luokittelua tarkemmaksi ja käyttöön otettiin luokat 2+, 2.5 ja 3- kuvaamaan hallanaran silmuvaiheen kehitystä ja täsmentämään kehityksen ajallista jaksottumista. Luokituksen onnistumiseen vaikutti suuresti lämpösumman kertymisen tahti. Helteisinä keväinä kasvuunlähtö oli liian nopeaa kloonien luotettavien kasvurytmierojen tutkimisen kannalta.

Kokeiden pituusmittaus on tehty yhden vuoden ja 5-7 vuoden iässä sekä taulukossa 2 esitettyinä vuosina. Mittaustiedot on tallennettu Metlan metsägeneettiseen rekisteriin. Lopen kloonikokeet eivät kärsineet halloista, pintakasvillisuuden kilpailusta tai myyristä. Vuosituhannen vaihteessa tuomiruoste vikuutti osaa kokeista muutamana peräkkäisenä vuotena. Karkkilassa kasvavien kenttäkokeiden taimien vaurioituminen rehevän kasvillisuuden vuoksi oli merkittävää. Karkkilan kokeissa oli myös keväthallatuhoja, jotka luokiteltiin vuonna 1998 ennen syksyn pituusmittausta.

Joukkomonistuserien lisäksi Metsänjalostussäätiön perustamissa kloonikokeissa on mukana useita muita pistokaseriä, jotka liittyvät yksittäiskloonimonistukseen sekä valikoitujen klooniyhdistemien muodostamiseen. Tässä raportissa tarkastellut joukkomonistuserät ja ryhmät edustavat useimmiten vain osaa kokeiden monista eristä, josta syystä joukkomonistuserien keskimääräistä pituutta verrataan vertailuerien pituuskeskiarvoon. Eri kokeista saatujen pituusuhdearvojen keskiarvoa on käytetty kuvaamaan joukkomonistuksella saavutettavaa yleistä pituuskasvuhyötyä jalostamattomaan materiaaliin verrattuna.



**Taulukko 1.** Haapastensyrjän taimitarhalle keväällä 1988 kylvetyt kuusierät ja jälkeläistöjen silmunpuhkeamisen vaihe 9.5.1990 tehdyn luokituksen mukaan.

| Kylvöerän tunnus                             | Alkuperä                              | Kasvuun lähteneitä, % |
|--|---------------------------------------|-----------------------|
| <b>Eteläsuomalaiset pluspuut:</b>            |                                       |                       |
| E 8, alkup. puu                              | Miehikkälä                            | 30                    |
| E 11, alkup. puu                             | Miehikkälä                            | 20                    |
| E 239, Hs huone 11                           | Pöytyä                                | 50                    |
| E 253, kokoelma/Loppi                        | Mäntsälä                              | 50                    |
| E 269, kokoelma 125/Loppi                    | Lohja                                 | 40                    |
| E 316, kokoelma/Pieksämäki                   | Muurame                               | 70                    |
| E 456D, kokoelma 125/Loppi                   | Iitti                                 | 70                    |
| E 1160, Hs huone 11                          | Kullaa                                | 50                    |
| E 1205, kokoelma 125/Loppi                   | Muurame                               | 30                    |
| E 1515, Hs huone 11                          | Mynämäki                              | 50                    |
| E 2089, kokoelma 125/Loppi                   | Längelmäki                            | 90                    |
| E 2090, kokoelma/Loppi                       | Längelmäki                            | 50                    |
| E 479 x E 2510                               | Mäntsälä x Kuorevesi                  | 90                    |
| E 5512, alkup. puu                           | Loppi, Haapastensyrjä                 | 80                    |
| E 5513, alkup. puu                           | Loppi, Haapastensyrjä                 | 40                    |
| E 5519, alkup. puu                           | Loppi, Haapastensyrjä                 | 70                    |
| E 5535, alkup. puu                           | Loppi, Haapastensyrjä                 | 50                    |
| E 5708, alkup. puu                           | Loppi, siemenkeräysmetsä 1196         | 60                    |
| E 7021, alkup. puu                           | Loppi, siemenkeräysmetsä 1196         | 50                    |
| E 7079, alkup. puu                           | Loppi, siemenkeräysmetsä 1196         | 90                    |
| E 7112, alkup. puu                           | Loppi, siemenkeräysmetsä 1196         | 80                    |
| <b>Ulkomaista alkuperää olevat pluspuut:</b> |                                       |                       |
| E 1903, kokoelma/Loppi                       | Saksa, Saksi/Tenhola                  | 30                    |
| E 1909, kokoelma/Loppi                       | Saksa, Saksi/Tenhola                  | 20                    |
| E 1922, kokoelma/Loppi                       | Saksa, Bayerischer Wald/Tenhola       | 40                    |
| E 2480, kokoelma/Loppi                       | Saksa, Bayerischer Wald/Tenhola       | 30                    |
| E 2484, kokoelma/Loppi                       | Saksa, Carlsfeld/Tenhola              | 30                    |
| <b>Kaukoristeymät:</b>                       |                                       |                       |
| E 1021 x E 4291                              | Padasjoki x Saksa, Carlsfeld/Tuusula  | 10                    |
| E 1021 x E 4433                              | Padasjoki x Puola, Visla/Tuusula      | 10                    |
| E 5534 x E 4270                              | Loppi x Saksa, Schmiedewald/Tuusula   | 50                    |
| E 5707 x E 4324                              | Loppi x Saksa, Schielbach/Tuusula     | 90                    |
| H 3423 x E 4324                              | Loppi x Saksa, Schielbach/Tuusula     | 5                     |
| E 5511 x E 4435                              | Loppi x Puola, Visla/Tuusula          | 80                    |
| E 5717 x E 4431                              | Loppi x Puola, Visla/Tuusula          | 30                    |
| E 7058 x E 4421                              | Loppi x Puola, Oszczepsk/Tuusula      | 80                    |
| E 7188 x E 4280                              | Loppi x Saksa, Carlsfeld/Tuusula      | 5                     |
| H 3387 x E 4309                              | Loppi x Saksa, Schielbach/Tuusula     | 80                    |
| H 5126 x E 4350                              | Loppi x Tsekkoslovakia/Tuusula        | 30                    |
| <b>Metsikköerät:</b>                         |                                       |                       |
| M50-84-007                                   | Eesti, Misso (Tapion Oitin myyntierä) | 30                    |
| R01-87-0337                                  | Elimäki, Mustilan kartano             | 90                    |

**Taulukko 2.** Joukkomonistuseriä sisältävät Metsänjalostussäätiön perustamat onnistuneet kloonikokeet.

| Kokeen numero | Istutus-ajankohta | Eriä, kpl | Taimia, kpl | Toistoja, kpl | Taimia ruudussa | Kunta        | Viimeinen mittaus |
|---------------|-------------------|-----------|-------------|---------------|-----------------|--------------|-------------------|
| 1435/02       | 13.05.1992        | 9         | 1296        | 4             | 36              | Sipoo        | 2002              |
| 1435/03       | 30.05.1992        | 9         | 1296        | 4             | 36              | Pieksämäki   | 2002              |
| 1437/01       | 19.05.1992        | 17        | 2304        | 4             | 36              | Loppi        | 1999              |
| 1437/02       | 15.05.1992        | 17        | 2196        | 4             | 36              | Loppi        | 1999              |
| 1437/03       | 23.05.1992        | 13        | 1764        | 4             | 36              | Nummi-Pusula | 1999              |
| 1478/01       | 25.05.1993        | 30        | 3969        | 4             | 36              | Loppi        | 2007              |
| 1478/02       | 24.05.1993        | 30        | 1323        | 5             | 9               | Karkkila     | 2008              |
| 147901        | 27.05.1993        | 50        | 2140        | 5             | 9               | Loppi        | 2007              |
| 1480/01       | 5.05.1993         | 58        | 2530        | 5             | 9               | Karkkila     | 2008              |
| 1862/01       | 19.05.1994        | 36        | 2545        | 3             | 25              | Karkkila     | 2008              |
| 1863/01       | 27.05.1994        | 25        | 2374        | 4             | 25              | Loppi        | 2007              |
| 1863/02       | 20.05.1994        | 25        | 1850        | 3             | 25              | Karkkila     | 2008              |

### 3 Tuloksia erityyppisten kantataimiaineistojen joukkomonistuksesta

#### 3.1 Perusaineiston alkuperän merkitys

Virolaisen Misson metsikköalkuperän taimista lisätty joukkomonistuserä oli nopeakasvuisin Karkkilan peltomaalle vuonna 1993 istutetussa kloonikokeessa 1480/01 (kuva 1). Pistokastaimien keskimääräinen pituus Misson bulk -erässä oli 16 vuoden iässä 717 cm. Miehikkälän standardimetsikköerän nro 11 pistokastaimet olivat pituudeltaan keskimäärin 540 cm, eli lähes pari metriä eestiläisiä lyhyempiä. Pituusero oli tilastollisesti erittäin merkitsevä.

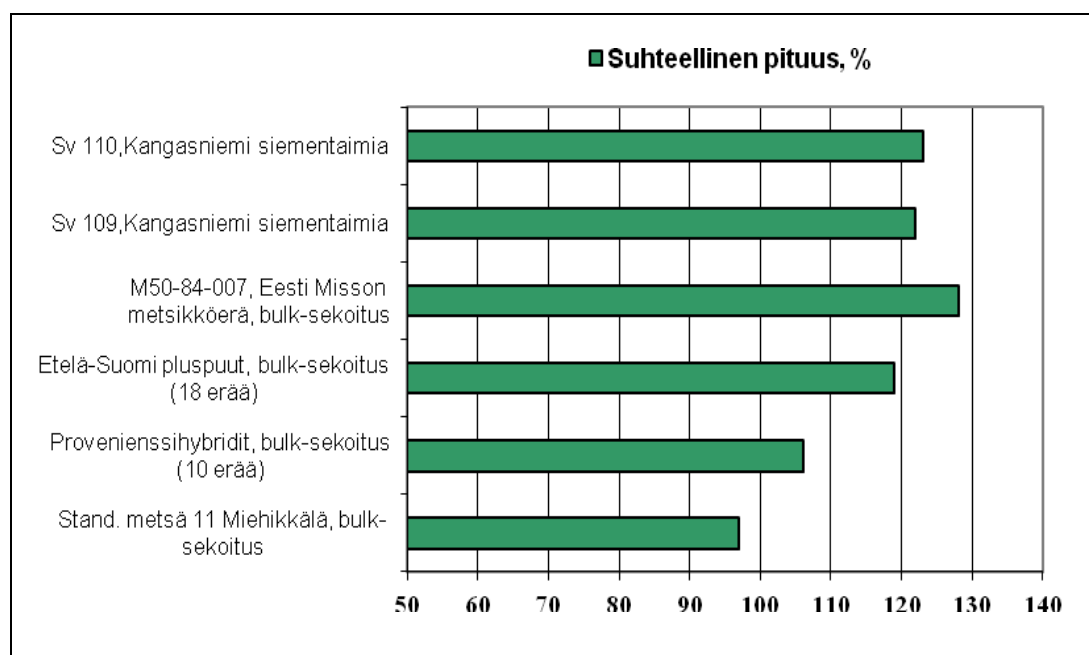
Kokeessa 1480/01 vertaillaan keskenään metsikkötaimista, pluspuutaimista ja alkuperäristeymien taimista monistettuja pistokassekoituksia. Pistokaseriä verrataan myös siemenviljelysten ja

plusmetsiköiden siementaimieriin. Vertailun tarkoituksena on saada tietoa kasvullisesti lisättyjen aineistojen kestävydestä ja pituuskasvusta yleisesti metsänviljelyssä käytettävään materiaaliin verrattuna.

Eteläsuomalaisten pluspuiden jälkeläistöistä koostettu bulk-sekoitus oli 10 prosenttiyksikköä ja provenienssihybridierä 20 prosenttiyksikköä eestiläistä Misson erää lyhyempi. Pituuserot eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä. Eteläsuomalainen erä ja provenienssihybridierä eivät myöskään eronneet tilastollisesti vertailueristä.

Tässä kloonikokeessa alkuperäristeymäpistokkaat (provenienssihybridit) olivat muista kokeista poiketen heikkokasvuisia, mikä johtuu alkuperäristeymiin iskeytyneestä kasvua hidastavasta korosairaudesta. Miehikkälän standardimetsikön nro 11 jälkeläiset olivat samaa karistuserää edustavina pistokastaimina sekä siementaimina noin 4 % vertailuerien keskiarvoa hidaskasvuimpia.

Kangasniemen Leppäniemen siemenviljelysten nro 109 ja 110 siementaimierät olivat kumminkin yli 20 % jalostamattomia vertailueriä pidempiä (ks. kuva 1). Ero on hieman suurempi kuin mitä on saatu Metlan muista samoja siemenviljelyseriä testaavista vastaavan ikäisistä jälkeläiskokeista. Jalostetulla siemenviljelysaineistolla saatava pituuskasvun lisäys on kuitenkin sekä tässä että muissa kokeissa selvästi korkeampi kuin mitä on aiemmin odotettu.

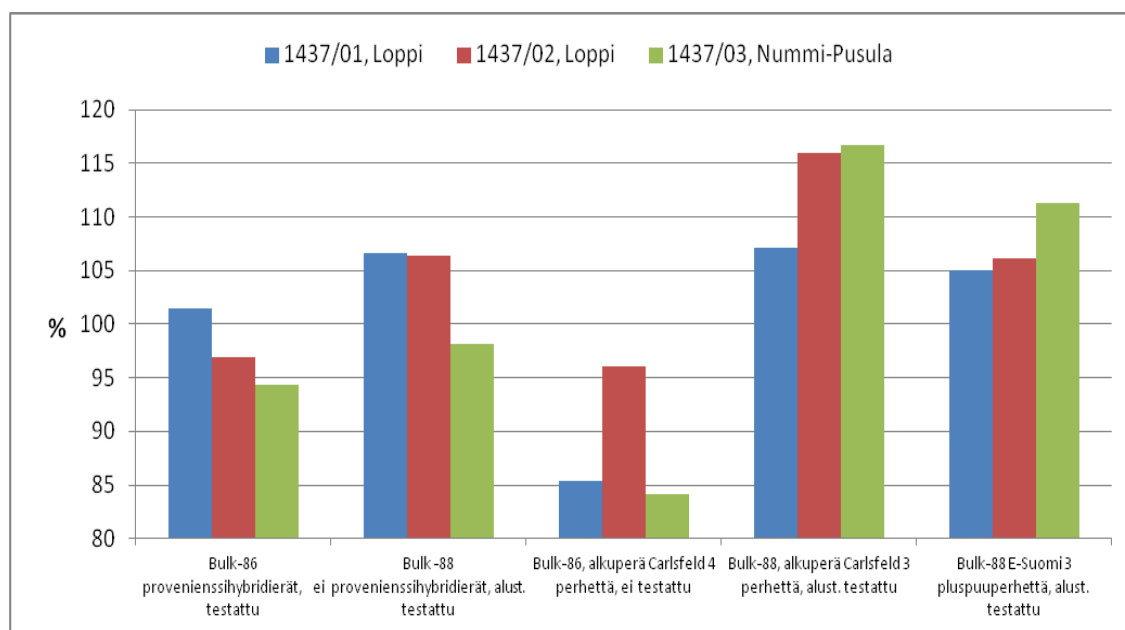


**Kuva 1.** Joukkomonistuserien ja Kangasniemen siemenviljelyserien suhteellinen pituus Karkkilan kloonikokeessa 1480/01 16 vuoden iässä. Vertailuerät = 100.

Saksalaista Carlsfeldin alkuperää olevat nuorissa jälkeläiskokeissa alustavasti testatut erät kasvoivat joukkomonistettuina nopeimmin kloonikoesarjassa 1437/01–03. Vuoden 1988 bulkkylvöksen kolme carlsfeldilaista perhettä ylitti pistokkaina pituudessa vertailuerät 13 prosentilla. Samaa alkuperää edustava, mutta vuonna 1986 kylvetyistä testaamattomista kantapuueristä monistettu neljän perheen bulk-pistokaserä sitä vastoin oli vertailuita 11 prosenttia lyhyempi. Lupaavimpien kolmen testatun pluspuujälkeläistön joukkomonistuserä oli keskimäärin 8 prosenttia vertailuita pidempi (kuva 2).

Alustavasti testatut vuonna 1988 kylvetyt ulkomaisten lähtöaineistojen erät (18 erää) olivat koe-sarjassa 1437/01–03 joukkomonistus-pistokkaina nopeakasvuisempia kuin testaamattomien ulkomaisten bulk-86 -kylvöjälkeläistön monistetut erät (18 erää). Saksalaisperäiset alustavasti testatut kolme perhettä olivat joukkomonistettuna testattuja kolmea eteläsuomalaista monistettua pluspuuperhettä nopeakasvuisempia. Tulos osoittaa että joukkomonistettavien kylvöerien testaaminen siementaimina jälkeläiskokeissa on tärkeää ennen laajamittaisen lisäyksen aloittamista, vaikka materiaali olisikin ulkomaista alkuperää jonka oletetaan kasvavan paikallisalkuperää nopeammin.

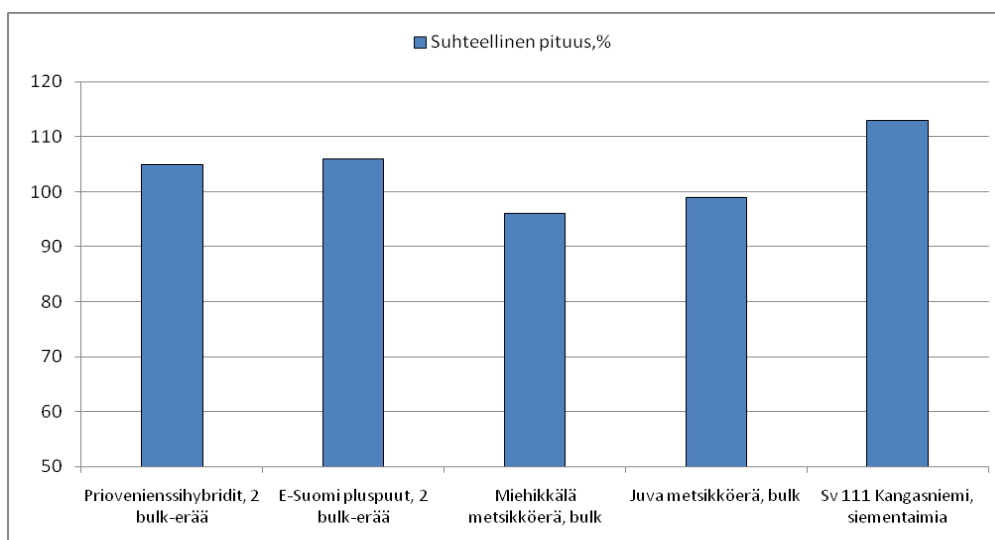
Joukkomonistetut bulk-88 -provenienssihybridit eivät Lopen kloonikokeissa poikenneet tilastollisesti pituuskasvultaan Etelä-Suomen bulk-88 -pluspuueristä. Sen sijaan Nummi-Pusulan osakokeessa 1437/03 eteläsuomalaiset pistokkaat olivat keskimäärin 19 prosenttiyksikköä provenienssihybrideitä pidempiä. Vaikka alkuperäristeyvät yleisesti ottaen kasvavat eteläisessä Suomessa hyvin, ovat ne menestykseltään ja sopeutumiseltaan epävakaita. Eräänä syynä tähän on ulkomaisten alkuperien heikko talveentuminen, joka johtaa syksyllä latvuksen hallavaurioihin ja talvella pakkasvaurioihin (Napola 1999).



**Kuva 2.** Pistokaskoe-erien suhteelliset pituudet (%) kloonikoesarjassa 1437/01–03 kahdeksan vuoden iässä. Vertailuerien keskiarvo = 100.

Metsikköeristä kasvatettujen taimien joukkomonistetut pistokkaat ovat odotusten mukaisesti kasvaneet alustavasti testattuja pluspuueriä sekä provenienssiristeymäeriä hitaammin kokeessa 1862/01 (kuva 3). Koe-erien väliset erot eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä. Provenienssihybridit ovat pariristeytyksiä, jolloin niistä saadut siementaimet ovat täyssidaria. Pluspuutaimet sitä vastoin ovat vapaasti pölyttyneitä, eli puolissaria. Parhaiden pluspuuiden välisten pariristeytysten joukkomonistus olisi oletettavasti tuottanut vapaapölytteisiä nopeakasvuempia pistokkaita.

Kokeessa vertailuna ollut Kangasniemen Leppäniemen siemenviljelyksen sv 111 siementaimierä oli 16 vuoden iässä joukkomonistettuja metsikköeriä nopeakasvuempi. Siemenviljelyserän pituusero (115 cm) Miehikkälän metsikköerään oli erittäin merkitsevä. Suhteelliselta pituudeltaan Kangasniemen siementaimierä on ylittänyt jalostamattomat vertailuerät 13 prosentilla. Luku kuvaa hyvin nykyarvioita siemenviljelystaimien kasvutuotosta jalostamattomaan materiaaliin verrattuna.



**Kuva 3.** Eri alkuperiä edustavien joukkomonistuserien ja siemenviljelyksen sv 111 erän suhteellinen pituus (%) Karkkilan kloonikokeessa 1862/01 16 vuoden iässä. Vertailuerät = 100.

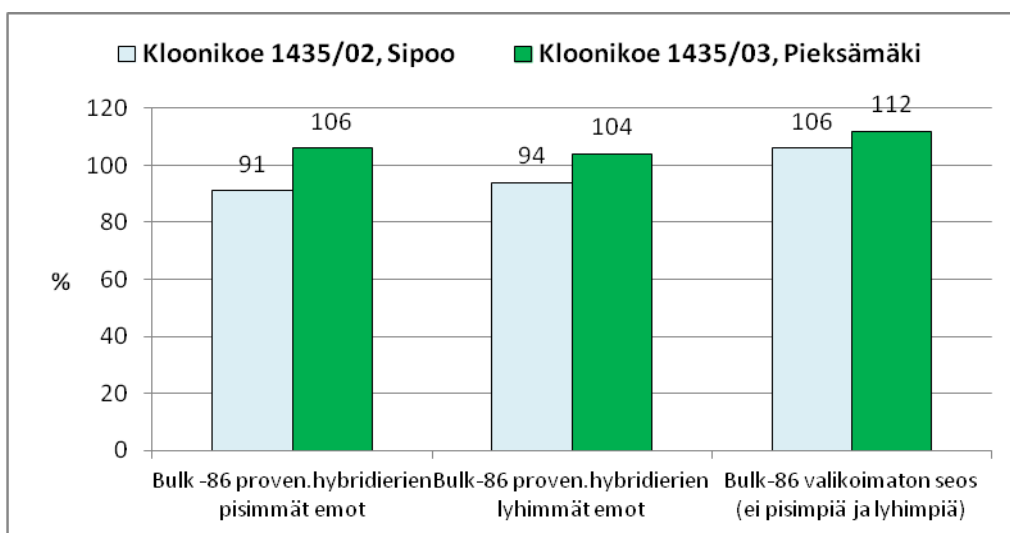
### 3.2 Kantayksilöiden pituusvalinnan vaikutus

Pisimpien kantataimien suosiminen joukkomonistuksessa ei ole tuottanut oletettua pituuden kasvuyhötystä valikoimattomaan lähtöaineistoon verrattuna. Kloonikokeen nro 1435 kummassakin osakokeessa satunnainen oksankeräys keskimittaisista emotaimista on tuottanut parhaimman pituuskasvun pistokastaimierissä (kuva 4).

Vuonna 1992 perustetut kokeet 1435/02, Sipoo ja 1435/03, Pieksämäki sisältävät Haapastensyrjän taimitarhalla kasvaneesta provenienssihybrideitä (alkuperäristeymiä) käsittävistä ns. 'Bulk-86' -kylvöksestä lisättyjä koe-eriä. Taimia osakokeiden kussakin erässä on 144 kpl ja ne on istutettu neljään lohkokoon 36 taimen ruuduissa. Vertailueränä on käytetty neljän standardi-kuusikon satunnaisista kylvötaimista joukkomonistettua pistokaserää.

Pisimpien kantataimien pistokkaat ovat kummassakin osakokeessa kasvaneet hitaammin kuin kantataimierien keskimääräistä pituutta edustavien taimien pistokkaat. Pitkien kantataimien valinta lisäyksen emotaimiksi on Sipoon kokeessa 1435/02 tuottanut vertailuerää yhdeksän prosenttiyksikköä heikomman pituuskasvun, kun taas lyhimpien taimien suosiminen on tuottanut vertailua 6 % lyhemmän pistokaserän. Keskipituisten kantayksilöiden lisäys on tuottanut vertailua 6 % nopeakasvuiseen pistokasjoukon.

Pistokaserät ovat kasvaneet paremmin Pieksämäen osakokeessa kuin Sipoossa. Tämä johtune alkuperäristeymien vertailuita myöhäisemmästä silmun puhkeamisen ajankohdasta, mikä vähentää kevähallan aiheuttamia latvavaurioita. Myös Pieksämäen kokeessa keskipituista taimista monistetut pistokkaat ovat olleet nopeampikasvuisia kuin lyhyistä tai pitkistä taimista monistetut taimet. Erien pituusarvot eivät kuitenkaan tilastollisesti poikenneet toisistaan kummassakaan osakokeessa.



**Kuva 4.** Vuoden 1986 bulk-lähtöaineistosta emotaimien pituusvalinnan perusteella joukkomonistettujen pistokaserien suhteelliset pituudet (%) kloonikokeessa 1435/02, Sipoo ja 1435/03, Pieksämäki 11 vuoden iässä. Vertailuerien joukkomonistuserä = 100.

### 3.3 Fenologisesti valittujen pistokasaineistojen kasvu

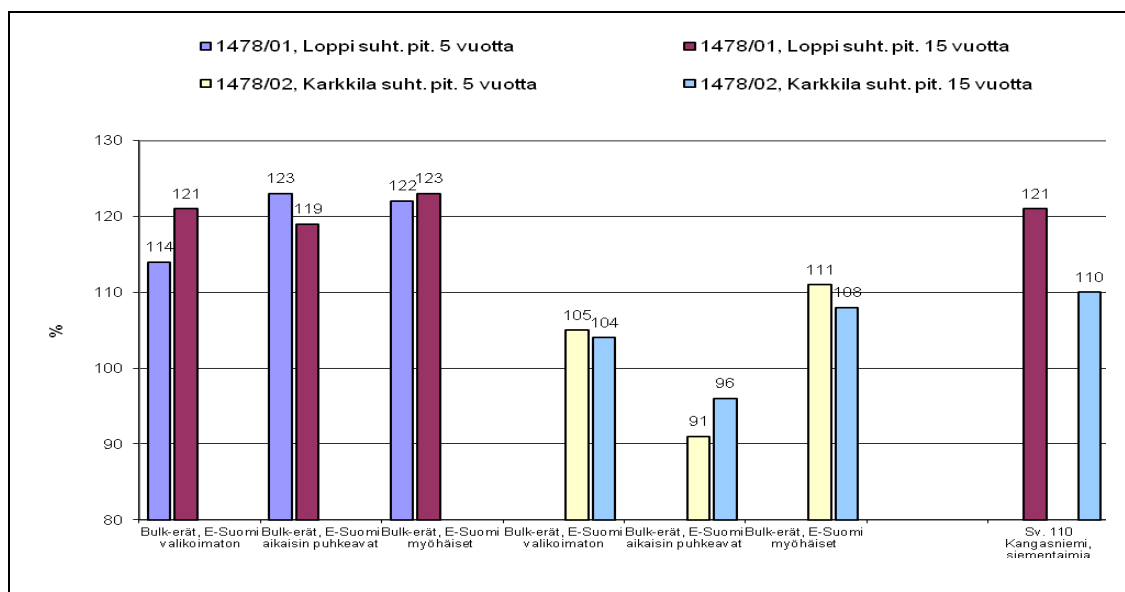
Metsänjalostussäätiössä tehty kasvullinen pistokaslisäys tähtäsi käytännön taimituotantoon. Ennen kaupallista massalisäystä joukkomonistuksen lähtöaineiston harvennus- ja valintamenetelmien (esim. fenologinen valinta) vaikutuksia oli testattava maastokokeissa, sillä aihepiiristä ei ollut olemassa selvityksiä. Silmunpuhkeamisen ajankohdan ajoittumisen vaikutusta kloonitaimien pituuskasvuun kenttäolosuhteissa ei myöskään ollut vielä 1990-luvun alkupuolella tutkittu muissa Pohjoismaissa.

Joukkomonistettujen pistokastaimien viljelyvarmuuden ja kasvuunlähdon parantamiseksi valittiin vuosina 1989 ja 1990 Haapastensyrjän kustakin 40 perusaineiston kylvöperheestä myöhään silmunsu aukaisevia taimia. Kloonikokeita varten valittiin samoista eristä myös erittäin aikaisin

kasvuun lähteviä taimia. Alustavia tuloksia nuorista kokeista on julkaistu Metsänjalostussäätiön työraportissa nro 55 (Napola 1999a). Raportissa todettiin, että koe-erien osakokeiden välinen kasvuunlähdön korrelaatio oli voimakas ja erittäin merkitsevä. Saatujen tulosten mukaan fenologinen kantayksilövalinta ei kuitenkaan vaikuttanut pistokastaimien pituuskasvuun hallattomilla kasvupaikoilla.

Viidentoista vuoden ikäisistä kokeista tehdyt mittaukset osoittavat, että aikaisin kasvuun lähtevien, myöhään kasvuun lähtevien ja keskimääräisen kasvuunlähdön joukkomonistuserät eivät edelleenkään pituudeltaan poikenneet merkitsevästi toisistaan hallattomalla testaustarha-alueella mm. kokeessa 1478/01 Lopen Sajaniemessä. Myöhään kasvuun lähtevien eteläsuomalaisen pluspuiden pistokaserä oli kokeessa 1478/01 23 prosenttia vertailueriä nopeakasvuisempi. Tämä erä ylittää pituudeltaan siemenviljelysalkuperän kahdella prosenttiyksiköllä (kuva 5).

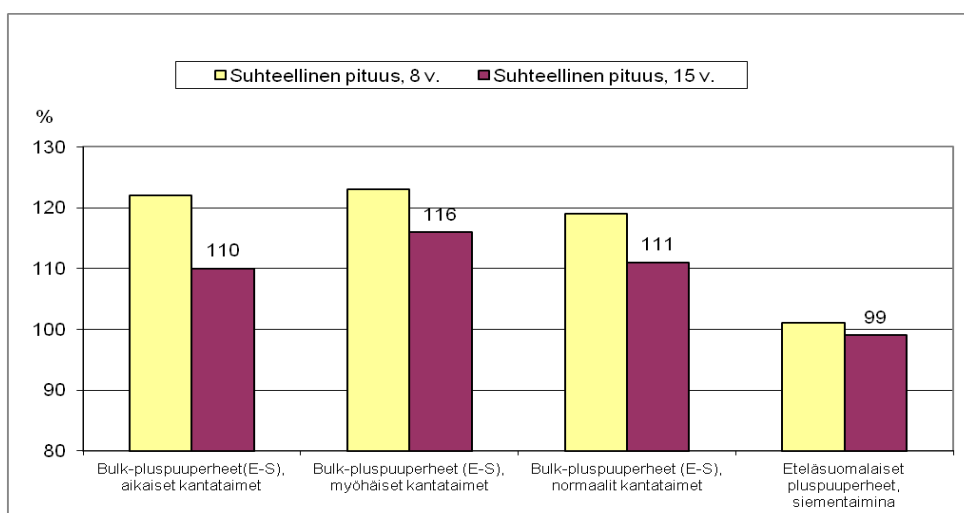
Karkkilan osakokeessa 1478/02 myöhään kasvuun lähtevien, eteläsuomalaisista taimieristä valittujen kantataimien joukkomonistuserä oli 15 vuoden iässä aikaista erää 12 prosenttiyksikköä nopeakasvuisempi (kuva 5). Tässä osakokeessa halla on vaikuttanut aikaisin silmunsa aukaisevan eteläsuomalaisen koe-erän kasvuun, joka oli vertailuita neljä prosenttia heikompi. Myöhään kasvuunlähtevän erän pituuden etumatka aikaiseen koe-erään verrattuna oli viiden vuoden iässä 20 prosenttiyksikköä. Kuuden vuoden iässä tehdyn silmunpukkeamisen luokituksen mukaan aikaisen eteläsuomalaisen erän ollessa jo täydessä pituuskasvussa, myöhäisen erän pistokastaimista puolet oli avannut silmunsa. Samana ajankohtana vasta 15 % myöhäisistä provenienssihybriditaimista oli lähtenyt kasvuun.



**Kuva 5.** Eteläsuomalaisista taimieristä joukkomonistettujen fenologisten pistokaserien suhteellinen pituus Lopen ja Karkkilan kloonikokeissa 1478/01–02 5 ja 15 vuoden iässä sekä siemenviljelyksen nro 110 siementaimierän suhteellinen pituus koesarjassa 15 vuoden iässä. Vertailuerät = 100.

Kasvuunlähdön perusteella tehty kantataimivalinta ei vaikuttanut pistokkaiden kasvuun Lopen Sajaniemen testaustarhan kokeessa 1479/01 (kuva 6). Vaikkakin eteläsuomalaiset myöhään silmunsu aukaisevat pistokaserät ylittivät keskimääräisessä pituudessa aikaiset erät kuudella prosenttiyksiköllä, ero ei ollut merkitsevä. Sen sijaan pistokaslisätyjen pluspuuerien vastaavat ja samaa karistuserää olevat siementaimet erosivat pituudessa erittäin merkitsevästi kasvullisesti lisätyistä eristä.

Pistokaserät olivat keskimäärin vastaavia siementaimieriä pidempiä. Siementaimet ja pistokas-taimet olivat istutettaessa samaa pituusluokkaa, eivätkä ne poikenneet toisistaan (ks Napola 1999a). Ruotsalaiset tutkijat ovat esittäneet samankaltaisia tuloksia nuorista kloonikokeista ja pistokasviljelmistä. Pistokkaiden nopea alkuunlähde ja ripeä pituuskasvu johtuu ruotsalaisten mukaan pistokas-taimien tukevuudesta sekä juuriston rakenteesta (mm. Gemmel ym. 1991, Sonesson & Karlsson 1995, Sonesson & Almqvist 2002).



**Kuva 6.** Joukkomonistettujen eteläsuomalaisten pluspuueräryhmien (10 perhettä) ja vastaavien erien siementaimiryhmän suhteelliset pituudet 8 ja 15 vuoden iässä Lopen kokeessa 1479/01. Vertailuerät = 100.

Lopen Sajaniemen kokeessa 1863/01 aikaisin silmunsu aukaisevien ja myöhään kasvuun lähtevien joukkomonistettujen pistokaserien välillä ei ollut pituudessa merkitseviä eroja 14 vuoden iässä. Sen sijaan Karkkilan osakokeessa 1863/02 eteläsuomalaisista lähtöaineistoista valittujen aikaisten ja myöhäisten pistokaserien pituus ja terveydentila poikkesivat tilastollisesti toisistaan (kuva 7). Eteläsuomalaisten pluspuiden myöhään kasvuun lähtevät pistokaserät olivat pituudeltaan keskimäärin 24 prosenttiyksikköä aikaisia eriä pidempiä. Myös provenienssihybrideillä on havattavissa vastaava, mutta vähäinen pituusero.

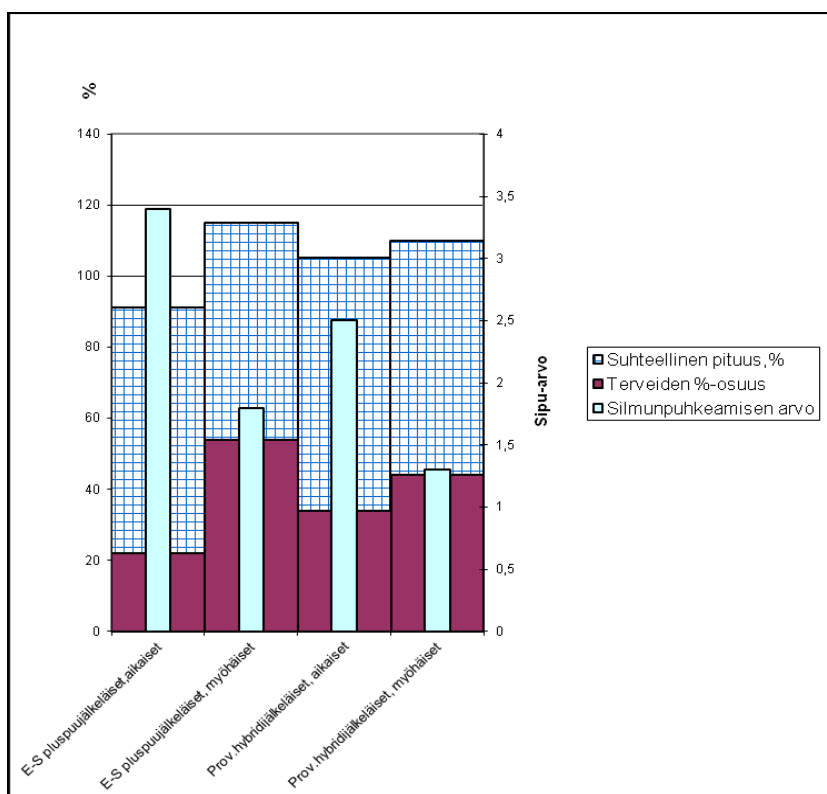
Ajankohtana, jolloin Etelä-Suomen pluspuiden jälkeläistöistä valittujen aikaisin silmunsu aukaisevien kantataimien pistokkaat lähtevät kasvuun (silmunpuhkeamisen keskimääräinen luokitusarvo 3 tai yli 3), ovat myöhäisten kantataimien pistokkaiden silmut vielä tiiviisti silmusuojusten peitossa (luokitusarvo 1–2). Myöhään kasvuun lähtevät pistokas-taimet avaavat päätesilmunsa myöhäisimmillään kahden viikon päästä aikaisimpien taimien kasvun aloitusajankohdasta.



Karkkilan hallanaralla peltomaalla tämä on johtanut aikaisten eteläsuomalaisten koetaimien hitaampaan pituuskasvuun ja suurempaan taimivaurio-osuuteen myöhäisiin koetaimiin verrattuna. Provenienssihybrideillä fenologinen valinta ei vaikuttanut ulkoiseen laatuun eikä pituuskasvuun.

Kokeessa 1863/02 aikaisten eteläsuomalaisten kantataimien pistokkaista (150 kpl) täysin vailla vikaisuuksia oli vain hieman yli 20 % , kun terveiden puiden osuus myöhään puhkeavien pistokkaiden ryhmässä oli lähes 60 %. Terveiksi puiksi hyväksyttiin tuloslaskennassa puut, joilla ei ollut rungon mustakorovaurioita, halkeamia, poikaoksia, ranganvaihdoksia, eikä latvuksen haaroittumista.

Koesarjaan 1863/01–02 2000-luvulla iskeytynyt korosairaus oli vikuuttanut eniten Karkkilan osakokeessa kasvavia provenienssihybridieriä. Aikaisilla provenienssihybrideillä pahoin korosairaiden puiden osuus oli 28 % (ks. Napola 2010). Korosairaus oli saanut aikaan pituuskasvun taantumisen, ja osa koepuista oli kuollut pystyyn. Kokeet olivat vielä 1990-luvun lopulla täysin terveitä. Karkkilan kloonikokeet eivät olleet aktiivisessa seurannassa 2000-luvulla lähes kymmenen vuoteen, joten korosairauden leviämisestä kokeissa ei ole tietoa.



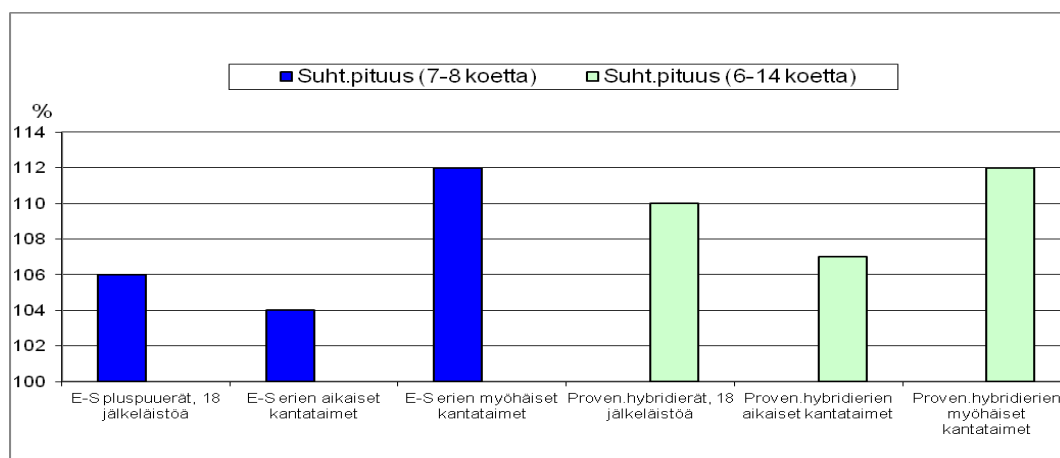
**Kuva 7.** Fenologisesti valittujen joukkomonistuserien suhteellinen pituus (koetaimia 150 kpl), terveiden koetaimien osuus ja keskimääräisen silmunpuhkeamisen arvo Karkkilan kenttäkokeessa 1863/02 15 vuoden iässä. Vertailuerien keskipituus = 100.

## 4 Joukkomonistettujen erien pituuskehitys

Joukkomonistuksesta saatava jalostushyöty riippuu lähtöaineiston emo- ja isäpuiden jalostusarvosta, perheen aiemmasta testauksesta sekä jalostusarvosta, joukkomonistuksen siementaimierien harvennustavasta ja kantayksilöiden valintatavasta. Testaamattomista taimieristä monistettujen pistokkaiden jalostushyöty ei yleensä voi nousta kovinkaan korkealle ja se voi olla jopa negatiivinen, eli kloonijainestojen pituuskasvu on heikompaa kuin jalostamattomien metsikköerien kasvu (Napola 1999b, 1999c).

Tässä raportissa tarkastelluissa kloonikokeissa eteläsuomalaisten alustavasti testattujen pluspuujälkeläistöjen joukkomonistuserät olivat keskimäärin vertailueriä nopeakasvuisempia. Suurin osa kokeista oli iältään 15-vuotiaita. Valikoimattomista (ei siementaimierien harvennusta pituuden tai fenologian mukaan) lähtöaineistoista monistetut joukkomonistuserät olivat keskimäärin 6 prosenttia ja myöhään kasvuun lähtevistä taimiaineistoista monistetut erät keskimäärin 12 % jalostamattomia vertailueriä pidempiä (kuva 8). Myöhäisistä kantataimista lisätyt pistokaserät poikkesivat pituuskasvultaan kenttäkokeissa aikaisista eristä tilastollisesti merkitsevästi. Aikaisin kasvuun lähtevien pistokaserien ryhmän suhteellisen pituuden keskihajonta oli myöhäisen ryhmän keskihajontaa suurempi. Kuuden prosentin keskimääräinen suhteellinen pituustulos eteläsuomalaisilla perheillä on odotettu tulos, sillä pluspuuperheet eivät olleet pariristeytyksiä vaan alkuperäisten pystypuiden vapaapölytyseriä sekä kokoelmissa vapaasti pölyttyneitä eriä.

Provenienssihybridien (kaukoristeymät) ryhmät sisälsivät ulkomaalaista alkuperää olevien pluspuiden vartteiden vapaapölytyseriä sekä eteläsuomalaisen emopuun ja ulkomaalaisen isäpuun pariristeytyseriä (ks. taulukko 1). Myöhään silmuun puhkeavista kantataimista monistettujen pistokaserien keskimääräinen suhteellinen pituus oli hybridiryhmän suurin ja keskihajonta ryhmän pienin. Provenienssihybridien valikoimattomat pistokaserät olivat keskimäärin eteläsuomalaisia eriä pidempiä, mutta pituusero on selvästi Metsänjalostussäätiössä aiemmin saatuja provenienssihybridien kasvua koskevia tuloksia pienempi (ks. Napola 1997). Ulkomaista alkuperää olevien erien pituuskasvua kloonikokeissa on heikentänyt runkoihin iskeytynyt mustia koroja aiheuttava *Neonectria*-sieni (Napola, J. 2011, Lilja ym. 2011).



**Kuva 8.** Eteläsuomalaisten pluspuuerien, provenienssihybridierien sekä fenologisesti valittujen erien joukkomonistettujen pistokaskoe-erien keskimääräiset suhteelliset pituudet tarkastelluissa kloonikokeissa. Jalostamattomat metsikkövertailuerät = 100.

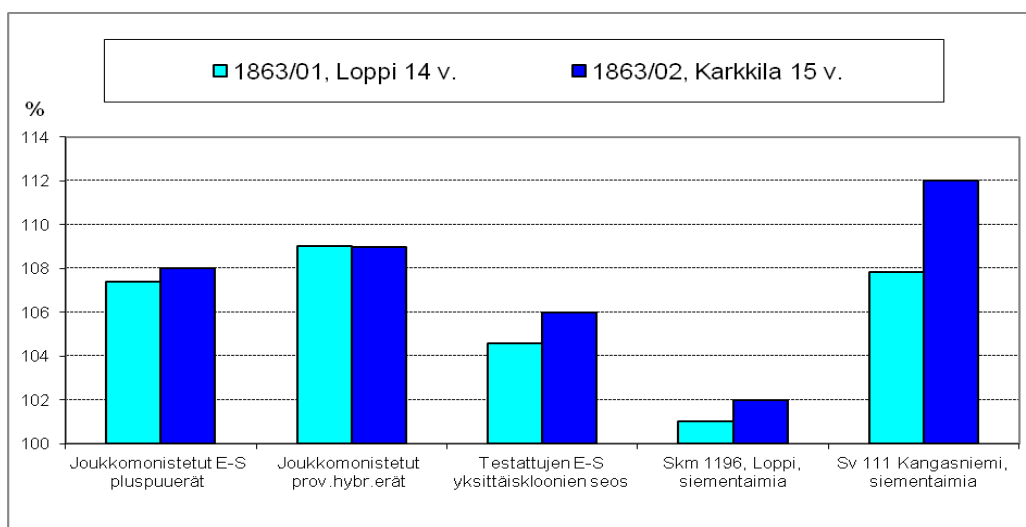
Joukkomonistus tuotti nopeakasvuisempia pistokasjälkeläistöjä kuin yksittäiskloonien lisäys. Osahankkeen 345702 toimintajakson alkuvuosina selvitettiin yksittäiskloonien, eli V-kloonien kasvua lähinnä 1980-luvulla perustetuissa kloonikokeissa. Lähtöaineistona näissä kokeissa käytettiin testaamattomia kantapuu-eriä. V-kloonikokeiden viimeksi tehtyjen pituusmittausten tulosten mukaan yksittäisten kloonien valinnalla ei useissa kokeissa ole saatu lainkaan pituudessa kasvuetua jalostamattomaan viljelymateriaaliin (metsikköeriä) verrattuna. Eteläsuomalaisten yksittäiskloonien keskimääräinen pituusuhde 10–20-vuotiaissa kloonikokeissa (11 kpl) vaihteli 78 prosentista 113 prosenttiin ja oli keskimäärin 100 % eli vertailuiden tasoa. Pistokaskloonien heikkokasvuisuuteen on vaikuttanut mm. testaamaton lähtöaineisto, pisimpien (jälkikasvua) parivuotiaiden kantayksilöiden valinta, kloonien latvavauriot sekä hallatuhot. Nämä tulokset ovat yhteneväisiä aiemmin kloonikokeista saatujen tulosten kanssa, joita on esitelty yksittäiskloonista koskevassa selvityksessä Metlan työraportteja -sarjan numerossa 104 (Napola 2008).

Virolaisen metsikköerän (M50-84-007, Misso) joukkomonistusjälkeläistöt olivat kokeiden nopeakasvuisimpia eriä. Vastaavia tuloksia on saatu myös useista jälkeläiskokeista, joissa Misson taimiera on ollut jopa 40 % vertailueriä nopeakasvuisempi (Napola 2002). Misson metsikköerän silmunpuhkeamisen ajankohta on ollut sekä jälkeläiskokeissa että kloonikokeissa erittäin myöhäinen. Kokeessa 1480/01, Karkkila virolainen bulk-erä ylitti pituudessa vertailuerät 28 prosentilla 16 vuoden iässä (ks. kuva 1). Nopeakasvuisuuden lisäksi virolaiset puut vaikuttavat korosairauden kestäviltä. Karkkilan kokeessa Misson joukkomonistuserässä korovaurioisten puiden osuus oli 0 %, kun taas provenienssihybrideillä vaurio-osuus oli 17 %. Kangasniemen siemenviljelysten sv 109 ja sv 110 siementaimiperäisistä koepuista 5 % kärsi runkovaurioista. Molemmat siemenviljelyserät kokeessa olivat 22-23 % vertailuita nopeakasvuisempia.

Joukkomonistettujen pistokkaiden pituuskehitystä valikoituihin V-klooneihin verrattuna on selvitetty mm. koesarjassa 1863/01–02. Joukkomonistuseriä ja yksittäisklooneja verrattiin tässä kokeessa myös siemenkeräysmetsikköerään sekä siemenviljelyserään (kuva 9). Kokeessa testattavana ollut yksittäiskloonien pistokasekoitus koostettiin 18 parhaasta testatusta eteläsuomalaisesta V-kloonista. Kloonien valinta perustui vuonna 1985 istutetun kloonikokeen 1074/01–02 kahdeksan vuoden pituusmittausten tuloksiin. Kloonien emopuut oli pidetty tuotantokunnossa kasvattamalla niitä muovihuoneessa ja pitämällä emopuut matalana toistuvien hoitoleikkauksin.

Nopeakasvuisina valittujen V-kloonien pistokasseos ei koesarjassa 1863/01–02 ylittänyt suhteelliselta pituudeltaan joukkomonistettujen pluspuuerien eikä provenienssihybridien pituutta kummassakaan osakokeessa. Yksittäiskloonien testauksen aikana tapahtuva kloonien vanheneminen on saattanut vaikuttaa pistokkaiden kasvuun, joka oli odotettua heikompa.

Loppilaisen siemenkeräysmetsikön nro 1196 ja Kangasniemen siemenviljelyksen sv 111 siementaimierien kasvu sen sijaan oli aiempien tulosten mukaista. Erät eivät pituudeltaan kuitenkaan eronneet toisistaan tilastollisesti merkitsevästi, eivätkä ne myöskään poikenneet joukkomonistuseristä kummassakaan osakokeessa. Siemenkeräysmetsiköstä on 1970-luvulla harvennettu huonolaatuisimmat puut pois, joten jälkeläistöjen suhteellinen pituus oli odotetusti muutamia prosentteja jalostamattomia vertailueriä suurempi. Siemenviljelyksen sv 111 siementaimijälkeläistöjen tuottama pituushyöty ylti kenttäkokeessa 1863/02 12 prosenttiin. Jälkeläistöt olivat kokeessa keskimäärin kaksi prosenttiyksikköä joukkomonistettuja eteläsuomalaisia eriä pidempiä. Vastaavia kasvueroja saatiin myös kokeesta 1862/01 (kuva 3).



**Kuva 9.** Joukkomonistuserien suhteellisen pituuden vertailu yksittäisklooneihin ja siementaimieriin koesarjassa 1863/01–02. Vertailuerät = 100.

## 5 Tarkastelu ja päätelmiä

Metsänjalostussäätiossä vuonna 1988 aloitettu, käytännön taimituotantoon tähdännyt joukkomonistus -hanke joutui käyttämään lähtöaineistonaan Nurmijärven Röykän testaustarhan nuorten jälkeläiskokeiden tulosten perusteella valittuja alustavasti testattuja siemeneriä. Nopeakasvuisimpien pluspuiden siemeneriä ei tuolloin edes ollut siemenvarastossa saatavilla, joten bulkkylvöerät eivät edustaneet kuusenjalostuksen parhaimmistoa. Myöhempinä vuosina kuusen jälkeläiskokeiden vartuttua koottiin niiden pituuskasvu- ja tilavuuskasvutulosten perusteella nopeakasvuisimmista pariristeytysjälkeläistöistä joukkomonistuksen lähtöaineiston ehdokaspopulaatiot sekä ensimmäistä että toista jalostusvyöhykettä varten (Napola 1997). Parhaiden provenienssiristeymien (Loppi x Saksa) pituussuhde vertailueriin oli tuolloin yli 20 % ja tilavuussuhde yli 70 %.

Tässä raportissa tarkasteltujen eteläsuomalaisten joukkomonistusjälkeläistöjen 6 prosentin keskimääräinen suhteellinen pituusarvo on lähes sama kuin vastaavien siementaimijälkeläistöjen suhteellisen pituuden keskiarvo (8 %) Nurmijärven Röykän 14 -vuotiaissa jälkeläiskokeissa. Nurmijärven kokeissa 517/01, 656/01 ja 711/01 Etelä-Suomen kantapuiden vapaapölytysjälkeläistöjen (101 koe-erää) keskimääräinen pituussuhde vertailueriin oli kaikissa kokeissa sama, eli 102 % (Napola 1999d). Lopen siemenkeräysmetsikön nro 1196 jälkeläistöjen pituussuhde sekä varttuneissa jälkeläiskokeissa että 1990-luvun kloonikokeissa oli myös samaa suuruusluokkaa eli 2-3 %. Voidaan olettaa, että jälkeläiskokeiden tulosten perusteella valittavien joukkomonistuksen lähtöaineistojälkeläistöjen pituuskehitys on samaa tasoa kuin vastaavilla siementaimilla jälkeläiskokeissa.

Joukkomonistuksen eteläsuomalaisissa lähtöaineistoissa tehtävällä fenologisella, myöhään puhkeavia suosivalla valinnalla voidaan lisäysmenetelmällä saatavaa laatu- ja pituushyötyä nostaa merkittävästi harventamattomiin eriin verrattuna erityisesti hallaisilla kasvupaikoilla. Myös provenienssihybridijälkeläistöissä fenologinen valinta vaikutti pistokasjälkeläistöjen kasvuun: aikaiset kantayksilöt tuottavat heikosti kasvavia pistokkaita ja myöhäiset nopeasti kasvavia pistokkaita.

Kuvissa 7 ja 8 esitettyjen tulosten mukaan aikaisten kantayksilöiden poistaminen ja myöhään kasvuun lähtevien kantataimien suosiminen parantaa joukkomonistettujen pistokasaineistojen kasvua, hallankestävyyttä, laatua ja terveyttä. Vastaavia tuloksia on esitetty myös ruotsalaisista kuusikokeista (Danusevicius 1999, Hannerz 1999, Hannerz ja Langwall 2000, Karlsson ja Högberg 1998). Aikaisin silmunsa aukaisevat taimet ovat osottautuneet herkiksi saamaan tuomi-ruostevaurioita, jotka johtavat edelleen kasvutappioihin, rungon laatuvaurioihin ja mahdollisiin sienikorotuhoihin (Napola 2010).

Nopeakasvuiset ja myöhään kasvuun lähtevät kuusen alkuperäristeyvät olivat Metsänjalostussäätiössä tehokkaan jalostuksen ja lisäyksen kohteena 1970-luvulta lähtien aina vuosituhannen loppuun. Eteläsuomalaisten pluspuiden ja keskieuropalaisten, Metlan koeviljelmistä valittujen kantapuiden väliset risteytysjälkeläistöt olivat nuorissa jälkeläiskokeissa pituudeltaan keskimäärin 10 prosenttiyksikköä ja tilavuudeltaan 20 prosenttiyksikköä eteläsuomalaisten pluspuiden jälkeläistöjä parempia (Napola 1989).

Tarkastelluissa kloonikokeissa alkuperäristeymistä (provenienssihybrideistä) lisätyt joukkomonistuserät ylittivät keskimääräiseltä pituudeltaan eteläsuomalaisten pluspuiden joukkomonistuserät vain neljällä prosenttiyksiköllä. Ulkomaista alkuperää olevissa puissa pituuskasvua heikensi runkovaurioiden sienikorot, joita esiintyi keskimäärin 15 prosentilla provenienssihybrideistä. Eräillä saksalaista alkuperää olevilla jälkeläistöillä koropuiden osuus oli yli 30 %. Koroalittiuden vuoksi alkuperäristeymiä ei tulisi käyttää kuusen kasvullisen lisäyksen lähtöaineistona.

Joukkomonistusta varten kylvetyistä taimieristä kannattaa pisimmät ja lyhimmat taimiyksilöt harventaa pois ennen kantataimien pensastusta ja pistokastaimituotantoa. Pisimpien kantataimien kasvullinen lisäys tuotti negatiivisen jalostushyödyn koesarjassa 1435/02–03, mikä tulos on aiemmista vastaavista kokeista saatujen tulosten mukainen. Kloonien kantataimien pituusvalinta taimitarhalla on yleensä tuottanut heikon tuloksen kloonikokeissa kenttäolosuhteissa (Dietrichson & Kierulf 1982, Högberg 2003, Karlsson 2000, Napola 2006, Rautanen 1995, Skräppa & Dietrichson 1986). Nopea taimivaiheen pituuskasvu voi olla osoitus jälkikasvuisuudesta ja yksilön pitkästä kasvurytmistä, joka saattaa johtaa heikentyneeseen talveentumiseen ja edelleen tuhoherkkyyteen (pakkasvauriot ym.). Karlssonin (2000) mukaan varhaisvaiheen taimivalinta on jokseenkin tehokasta poistamaan vain heikoimman materiaalin, mutta ei riittävän tehokasta valitsemaan yksittäisiä hyviä genotyyppisiä.

Joukkomonistuksen menetelmää on kehitetty ja tutkittu laajalti 1980 ja 1990-luvuilla eri puolilla Eurooppaa, mutta kiinnostus käytännön lisäystä kohtaan hiipui useassa maassa. Suomessa kuusen kasvullista bulk-lisäystä ei ole tehty 1990-luvun loppupuolen jälkeen. Tällä vuosituhannella joukkomonistusta on käytetty kaupallisessa taimituotannossa etenkin Isossa-Britanniassa, Irlannissa ja nyt viime vuosina jälleen Ruotsissa.

Ruotsissa on aloitettu muutamien vuosien tauon jälkeen kuusen pistokaslisyys Etelä-Ruotsin Falkenbergin taimitarhalla, jossa elokuussa 2011 juurrutettiin miljoona kuusenpistokasta. Ruotsin metsäntutkimuslaitoksen julkaiseman Vision-lehden numerossa 3/2011 (Johansson 2011) kerrotaan sekä metsänomistajien että metsäalan yritysten olevan nykyisin aiempaa kiinnostuneita metsänjalostuksen tuloksista, joita kuusella voidaan tuoda käytäntöön kasvullisen lisäyksen avulla. Falkenbergissa joukkomonistettujen pistokkaiden lähtöaineisto koostuu Ekebon tutkimusaseman kuusenjalostuksesta vastaavan Bo Karlssonin koostaman jalostuspopulaation parhaiden puiden välisistä pariristeytyksistä. Myös kuusen biotekniseen lisäykseen panostetaan uuden yhteistyöprojektin voimin.

Suomessa kuusen joukkomonistuksen lähtöaineistoiksi on vuonna 2012 saatavilla kuusen jalostuspopulaatioihin kuuluvien kotimaisten pluspuiden vapaasti pölyttyneitä eriä sekä alustavasti testattuja siemenviljelyseriä. Keskieurooppalaista alkuperää olevien kaukoristeymäerien kasvullinen lisäys on tämän raportin tulosten perusteella riskialtista. Kuusen jalostuslinjojen etenemiseen liittyvien parhaiden puiden välisten pariristeytyksien teko on aloitettu, ja risteytyksiä tehdään aina silloin kun kuusen kukinta tämän mahdollistaa. Kasvullisen lisäyksen avulla pieniä, mutta pitkälle jalostettuja ja geneettisiltä ominaisuuksiltaan arvokkaita risteytyssemeneriä voidaan haluttaessa hyödyntää käytännön metsätaloudessa.

## 6 Kirjallisuus

- Benzer, B. 1981. Large scale propagation of Norway spruce by cuttings. Sveriges Lantbruksuniversitet. Rapport och uppsatser 32: 33-42.
- Danusevicius, D. 1999. Early genetic evaluation of growth rhythm and tolerance to frost in *Picea abies* (L.) karst. Väitöskirja. Acta universitatis Agriculturae Sueciae. Silvestria 103. Uppsala.
- Dietrichson, J. & Kierulf, C. 1982. Selection of eight-year-old spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) plant in a progeny trial and mass production by cuttings. edd. Norsk Inst. Skogforsk. 38(1): 1-28.
- Gemmel, P., Örlander, G. ja Högberg, K.A. 1991. Norway spruce cuttings perform better than seedlings of the same genetic origin. *Silvae Genetica* 40, 5/6: 198-202.
- Hannerz, M. 1999. Early testing of growth rhythm in *Picea abies* for prediction of frost damage and growth in the field. Väitöskirja. Dept.For.Genet. Swed.Univ.Agr. Sci. Silvestria 85. Uppsala.
- Hannerz, M. & Langwall, O. 2000. Färre skador och högre tillväxt med senskjutande granar. Skog Forsk Resultat nr 18/2000. 6s.
- Högberg, K-A. 2003. Possibilities and limitations of vegetative propagation in breeding and mass propagation of Norway spruce. Acta Univesitatis Agriculturae Sueciae. Silvestria, 294: 7.
- Johansson, S. 2011. Snabbare tillgång till snabbare träd. Lehtiartikkeli haastatteluineen. Vision 3/2011: 16-18. Kvartalstidning från Skogforsk. Uppsala.
- Johnsen, Ö. 1985. Successive bulk-propagation of juvenile plants from full-sib families of Norway spruce. *For. Ecol. Manag.* 11: 271-282.

- Karlsson, B. 2000. Clone testing and genotype x environment interaction in *Picea abies*. Väitöskirja. Swedish University of Agricultural Sciences. Silvestria 162.
- Karsson, B. & Högberg, K.-A. 1998. Genotypic parameters and clone x site interaction in clone tests of Norway spruce. *Forest Genetics* 5(1): 21-30.
- Kleinschmit, J. 1974. A program for large scale cutting propagation in Norway spruce. *N. Z. J. For. Sci.* 4(2): 359-366.
- Kleinschmit, J. & Schmidt, J. 1977. Experiences with *Picea abies* cuttings propagation in Germany and problems connected with large scale application. *Silvae Genetica* 26, 5-6: 197-203.
- Krutzsch, P. 1973. Norway spruce. Development of buds. IUFRO S2.02.11. Moniste. 4 s.
- Lepistö, M. 1991. Kuusen pistokkaiden tuottaminen käytännön metsänviljelyä varten. Moniste 8.12.1991. Metsänjalostussäätiö. 9 s.
- Lepistö, M. 1994. Oksatuotannon ja juurrutusmenetelmien kehittäminen kuusen pistokaslisyksessä. Metsänjalostussäätiön työraportteja 3.
- Lilja, A., Rytönen, A., Napola, M-L., Napola, J., Talgo, V., Poteri, M. ja Hantula, J. 2011. *Neonectria-sieni*, uusi koropatogeeni kuusella? *Taimiuutiset* 3/2011: 21-23.
- Maa- ja metsätalousministeriön päätös metsänviljelyaineiston kaupasta. MMM:n päätös 1533/92. Helsinki 23.12.1992. 4 s.
- Maa- ja metsätalousministeriön laki ja asetus metsänviljelyaineiston kaupasta. MMM:n päätökset 241/2002 ja 1055/2002. Helsinki 2002.
- Napola, J. 2011. Puolan ja Valko-Venäjän kuusialkuperät alttiita korosairaudelle. *Taimiuutiset* 2/2011: 8-10.
- Napola, M-L. 1989. Kuusen kaukoristeyvät kasvavat hyvin - Provenienssihybridien menestyminen Etelä-Suomen koeviljelyksissä. Metsänjalostussäätiö. Tiedote 1/1989. 4 s.
- Napola, M-L. 1992. Pistokaslisyksellä kuusen jalostuksen tulokset metsänviljelyyn. Metsänjalostussäätiön Tiedote 1/1992. 8 s.
- Napola, M-L. 1997. Kuusen risteytysjälkeläistöjen valinta kasvullista joukkomonistusta varten. Metsänjalostussäätiön työraportteja 39. 24 s.
- Napola, M-L. 1999a. Alkuperän ja fenologisen valinnan merkitys kuusen kasvullisessa joukkomonistuksessa. Metsänjalostussäätiön työraportteja 55. 27 s.
- Napola, M-L. 1999b. Kuusen V-kloonien testaustuloksia. Vuosina 1969-74 valitut aineistot. Metsänjalostussäätiön työraportteja 62. 16 s.
- Napola, M-L. 1999c. Valintamenetelmän, alkuperän sekä lähtöaineiston jalostuksellisen tason vaikutukset kuusen pistokaskloonien kasvuun. Metsänjalostustieteen lisensiaattityö. Helsingin yliopisto. 56 s.

- Napola, M-L. 1999d. Tuloksia Metsänjalostussäätiossä vuosina 1976-85 perustetuista kuusen jälkeläiskokeista. Metsänjalostussäätion työraportteja 60. 16 s.
- Napola, M-L. 2002. Tuloksia kuusen siemenviljelyserien varhaiskehityksestä Etelä-Suomen jälkeläiskokeissa. Taimiuutiset 1/2002: 6-7.
- Napola, M-L. 2006. Kantayksilöiden varhaisen pituusvalinnan vaikutus kuusen pistokaskloonien kasvuun. Tuloraportti Metlan hankkeelle 3413. 24 s.
- Napola, M-L. 2008. Kuusen pistokasaineistojen testaus ja tutkimus Suomessa. Metlan työraportteja 104/2008. 24 s.
- Napola, M-L. 2010. Kevätfenologia osoittautunut entistä tärkeämmäksi kuusen jalostuksessa. Taimiuutiset 1/2010: 9-12.
- Rautanen, J. 1995. Untersuchung der Höhenentwicklung zwischen den Klon- und Sämlingsherkunften der Fichte über 21 Jahre. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 559. 58 s.
- Rauter, R.M. 1974. A short term tree improvement program through vegetative propagation. N.Z.J. For.Sci. 4:373-377.
- Ritchie, G.A. 1992. Commercial production of Douglas-fir rooted cuttings at Weyerhaeuser Company. Proc. of IUFRO Symposium. Mass production technology for genetically improved fast growing forest tree species. Bordeaux. France. 1992.
- Rook, D.A. 1992. Super Sitka for the 90s. Edited by D.A. Rook. Forestry Commission Bulletin 103. 1992. 74 s.
- Roulund, H. 1981. Problems of clonal forestry in spruce and their influence on breeding strategies. Forestry Abstracts 42: 457-471.
- Skårøppa, T. ja Dietrichson, J. 1986. Genetic variation and ortet/ramet relationships in clonal test with *Picea abies*. Scand. J. For. Res. 1: 323-332.
- Sonesson, J. & Almqvist, C. 2002. From clonal forestry to bulk propagation of cuttings. SkogForsk Resultat 6: 1-4.
- Sonesson, J. & Karlsson, B. 1995. Val av gran vid skogsodling i Svealand. SkogForsk Resultat nr 13/1995.
- Tyystjärvi, P. 1984. Väliraportti kuusen pistokkaiden massalisäyshankkeesta. Moniste. Metsänjalostussäätio. 1984. 3 s.
- Tyystjärvi, P. 1987. Kuusen pistokkaiden massalisäysprojektin loppuraportti. Moniste. Metsänjalostussäätio. 1987. 5 s.
- Werner, M. & Pettersson, H. 1981. Klonskogsbruk med gran. Institutet for skogsförbättring. Årsbok 1981: 118-153.



VALOKUVALIITE (kuvat Marja-Leena ja Jaakko Napola)



**Kuvat 1 ja 2.** Joukkomonistusmenetelmällä tuotettuja kuusen pistokastaimieriä Metsänjalostussäätiön Pieksämäen taimitarhalla keväällä 1986.





**Kuva 3.** Haapastensyrjän taimitarhalle keväällä 1988 kylvetyissä joukkomonistuserissä seurattiin taimien silmun aukeamisen ajankohtaa keväällä 1989. Kylvöerien aikaisimmat ja myöhäisimmät yksilöt merkittiin solmusäleellä.



**Kuva 4.** Bulk-emotaimien pensastus aloitetaan, kun taimet ovat kolmen vuoden ikäisiä.



**Kuva 5.** Pistokasoksat leikataan marraskuussa ja juurrutetaan maaliskuussa. Emotaimet pensastetaan vuosittain keväällä hyvissä ajoin ennen kasvuunlähtöä. Oksajäte kerätään tarkoin pois havupunkkituhojen välttämiseksi.



**Kuva 6.** Silmunpukkeamisen ajankohdan ero perheiden välillä voi olla joinakin keväänä lähes kaksi viikkoa.



**Kuva 7.** Metsänjalostussäätiö tuotti sopimusasiakkaille bulk-pistokastaimia 1990-luvun puolella välissä. Pistokkaat juurrutettiin kennoissa ja kasvatettiin kaksivuotiaiksi.



**Kuva 8.** Uusi pistokkaiden juurrutuskasvihuone valmistui käyttökuntoon keväällä 1995. Huoneen pohjalämmitys edistää pistokasoksien juurtumista.



**Kuva 9.** Vuonna 1988 kylvetyistä eristä keväällä 1990 valitut aikaisimmat ja myöhäisimmät taimet kouluttiin riveihin ja numeroitiin tulevia kloonivalintoja varten.



**Kuva 10.** Fenologisesti valittuja, hoitoleikattuja nelivuotiaita emotaimia 1992.



**Kuvat 11, 12 ja 13.** Fenologian perusteella valitut kantataimet latvottiin huhtikuussa 1991.

Ensimmäisessä leikkauksessa taimen latva ja yläkiehkurun oksat typistetään.

**Kuva 14.** Hoitoleikkauksessa 1992 lyhennettiin latvaoksien lisäksi taimen sivuoksistoa.



**Kuvat 15 ja 16.** Hoitoleikatuista emotaimista saatiin runsaasti pistokkaita kloonikokeisiin. Viisivuotiaan emot tuottivat parhaimmillaan 150 oksaa/taimi, ja niiden juurtuminen oli 99 %. Osa koepistokkaista juurrutettiin pienessä turvekennossa ja taimia kasvatettiin koulinnan jälkeen vielä kahden seuraavan kesän ajan (taimityyppi: 1/2Lt+1/2Ms-2As).



**Kuva 17.** Koe 1861/01 istutettiin Lopen Sajaniemeen vuonna 1994.



**Kuva 18.** Kokeessa 1861/01 taimien kasvuunlähdön ajankohdan erot eri koe-erillä olivat selkeät. Silmunpuhkeamisen luokitusta tehtiin kloonikokeiden nuoruusvaiheessa joka kevät.



**Kuva 19.** Kokeen 1861/01 yksittäisklooniruutujen pituuskasvu oli tasaista.





**Kuvat 20 ja 21.** Lopen Sajaniemen testaustarhaan istutettiin kaikkiaan 12 pistokaskoetta 1992-95.



**Kuva 22.** Koe 1861/01 vuonna 2009. Nopeakasvuisin erä (7,6 m) 13 vuoden iässä oli loppilaisen pluspuun E 5535 jälkeläistöstä valittu myöhään kasvuunlähtevä pistokaskloonni, joka ylitti tuusulalaisen standardimetsikkövertailun (5,5 m) keskipituudessa 38 prosentilla.

