

Kuusen pistokasaineistojen testaus ja tutkimus Suomessa

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 julkaisu toiminnassa 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 2101
sähköposti julkaisutoimitus@metla.fi

Julkaisija

Metsäntutkimuslaitos
PL 18
01301 Vantaa
puh. 010 2111
faksi 010 211 2101
sähköposti info@metla.fi
<http://www.metla.fi/>

Tekijät Napola, Marja-Leena			
Nimeke Kuusen pistokasaineistojen testaus ja tutkimus Suomessa			
Vuosi 2008	Sivumäärä 26	ISBN 978-951-40-2143-5 (PDF)	ISSN 1795-150X
Yksikkö / Tutkimusohjelma / Hankkeet Punkaharjun toimintayksikkö/ 3457 Jalostetun metsänviljelyaineiston tuotannon ja käytön tehostaminen Vantaan toimintayksikkö/3413 Metsänjalostus- ja siemenviljelyohjelmat			
Hyväksynyt Teijo Nikkanen, vastuututkija, 18.12.2008			
Tiivistelmä <p>Kuusen yleisimmät kasvulliset lisäysmenetelmät ovat pistokasmonistus, varttaminen ja mikrolisäys. Pistokasmonistus voidaan lisäystavan mukaan jakaa joukkomonistukseen ja klooneittaiseen monistukseen. Monistuksessa valituista kantataimista leikataan oksia, jotka pistetään juurrutuslupaansa juurtumaan lämmitettyyn kasvihuoneeseen. Klooniin maastotestauksen jälkeen on mahdollista hakea klooniille tai klooniyhdistelmälle asetuksen mukaista rekisteröintiä.</p> <p>Metsäpuiden kasvullisen pistokaslisäyksen kehittäminen ja klooniin testaus koeviljelyksissä kuului 1960-luvulta lähtien Metsänjalostussäätiön toimintoihin. Pistokaslisäys ja testaus oli keskittynyt Haapastensyrjän metsänjalostuskeskukseen, jossa parhaimmillaan juurrutettiin vuosittain yli sata tuhatta pistokasta. Vuoden 2000 alussa, Metsänjalostussäätiön fuusioitua Metsäntutkimuslaitokseen, siirtyivät kuusen pistokasklooniaineistot Metlan vastuulle.</p> <p>Raportissa selostetaan kuusen pistokaslisäyksen, klooniinvalinnan ja testauksen taustoja kuluneiden kolmen vuosikymmenen ajalta. Raporttiin on myös koottu tiedot perustetuista kuusen klooniin kokeista sekä näiden tuloksista julkaistuista artikkeleista. Tuloksia klooniinaineistojen kasvusta koeviljelyksissä on koottu yhteenvedoksi, jonka päätuloksen mukaan kuusen pluspuualkuperää olevat pistokaskloonit ovat keskimäärin 17 prosenttia jalostamattomia vertailueriä nopeakasvuisempia.</p> <p>Kuusen pistokaslisäyksen kehittäminen lopetettiin kymmenen vuotta sitten, mutta klooniin kokeiden seuranta on jatkunut ja niissä kasvavia puita on tällä vuosituhanella käytetty Metlan sekä Joensuun yliopiston tutkimusten tutkimusaineistona.</p>			
Asiasanat Metsäkuusi, kasvullinen lisäys, pistokaslisäys, klooniin kokeet, klooniin testaus			
Julkaisun verkko-osoite http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2008/mwp104.htm			
Tämä julkaisu korvaa julkaisun			
Tämä julkaisu on korvattu julkaisulla			
Yhteydenotot Marja-Leena Napola, Metsäntutkimuslaitos, Haapastensyrjän metsänjalostusasema, Haapastensyrjäntie 34, 12600 Läyliäinen. Sähköposti: marja-leena.napola@metla.fi			
Muita tietoja			

Sisällys

1 Johdanto	5
2 Kuusen pistokaslisäyksen menetelmät.....	7
2.1 Yksittäiskloonimonistus ja kloonyhdistelmät.....	7
2.2 Joukkomonistus	8
3 Perustetut kloonikokeet ja niiden nykytilanne	9
3.1 Kuusen kloonitestauksen taustaa	9
3.2 Yhteenveto kloonikokeiden nykytilanteesta.....	12
4 Tuloksia kuusen kloonaineistojen kasvusta	13
4.1 Pistokaslisäystä koskevat julkaisut.....	13
4.2 Tuloksia kloonien, kloonyhdistelmien ja joukkomonistuserien kasvusta.....	16
4.3 Valinnan ja testauksen merkitys kasvullisessa lisäyksessä.....	17
5 Päätelmiä.....	18
6 Kuusen kasvullista lisäystä koskevaa kirjallisuutta	19
Liitteet.....	23

1 Johdanto

Kasvullisen pistokaslisäyksen tarkoituksena on tuottaa halutuilta ominaisuuksiltaan parhaita genotyyppejä käytännön metsänviljelyä varten. Suvullisessa lisäyksessä perintötekijöiden rekombinaatio johtaa voimakkaaseen geneettiseen vaihteluun, kun taas kasvullisessa lisäyksessä perintötekijöiden edulliset yhdistelmät säilyvät muuttumattomina ja niiden hyödyntäminen sellaisenaan on mahdollista. Kasvullisen lisäyksen etuna suvulliseen verrattuna on se, että kloonivalinnassa jalostushyötyyn vaikuttaa ”laajempi” periytymisaste, jossa ovat mukana kaikki geneettiset vaihtelukomponentit. Lähtöaineiston jalostuksellinen taso ja pistokaskloonien kantayksilöiden valintatapa vaikuttavat kasvullisesta lisäyksestä saatavaan hyötyyn. Kloonien valintamenetelminä voidaan käyttää massavalintaa, perhevalintaa, perheen sisäistä valintaa tai yhdistettyä valintaa. Viimeksi mainittu on tehokkain silloin kuin valinnan kohteena olevien ominaisuuksien heritabiliteetti on alhainen.

Professori Richard Kleinschmit aloitti Saksassa kuusen pistokaslisäyksen määrätietoisesti kehittämisen ja kloonien testauksen vuonna 1948. Vuotta myöhemmin myös Suomessa kokeiltiin kuusen pistokasoksien juurruttamista Metsäntutkimuslaitoksen Ruotsinkylän rodunjalostusasemalla Max. Hagmanin toimesta (Hagman 1950). Laajamittainen kuusen kasvullinen pistokaslisäys alkoi Metsänjalostussäätiössä keväällä 1969 tehdyistä pistokasmonistuksen kokeiluista, jolloin Haapastensyrjän metsänjalostuskeskuksen uuteen juurrutuskasvihuoneeseen laitettiin juurtumaan useiden eri puulajien oksia. Juurrutusohjelman mukaan tavoitteena oli selvittää eri puulajien pistokasoksien juurtumiseen vaikuttavia tekijöitä, kuten pistämisen ajankohtaa, juurrutusaineita ja juurrutusalueita.

Metsänjalostussäätiön pistokaslisäys keskittyi aluksi juurrutusmenetelmän kehittämiseen, eikä kloonien valintaan ja testaukseen kiinnitetty tuolloin erityistä huomiota (Lepistö 1974). Ensimmäisen kerran kloonitestauksen tärkeys tuli esille vuonna 1973, jolloin asiantuntijaryhmä päätti perustaa tieteellisen kloonikokeen. Tämän Metsänjalostussäätiön valitsemaa pistokasklooneja sisältäneen koeviljelyksen nro 565/1 suunnitteli Metsäntutkimuslaitos, ja se istutettiin Imatralle keväällä 1974 (Rautanen 1995). Metsänjalostussäätiön ensimmäinen kloonivarhaistesti nro 671/1 istutettiin Nurmijärven Röykkään vuonna 1976. Yhteenvedo Metsänjalostussäätiön ensimmäisten pistokaskloonikokeiden varhaisista pituusmittauksista on julkaistu Metsänjalostussäätiön tiedotteessa 1983/2 (Lepistö 1983).

Muissa Pohjoismaissa sekä useissa Keski-Euroopan maissa kiinnostus kasvullista lisäystä kohtaan oli erittäin voimakasta koko 1970-luvun ajan. Kasvulliseen lisäykseen liittyvään tutkimukseen ja kehitystyöhön panostettiin, ja aihepiiristä järjestettiin lukuisia symposiumeja. Kokemusperäinen ja tutkimuksellinen tieto aiheesta kasvoi vuosi vuodelta, mutta pistokaslisäyksen perusongelmat, kuten juurtuminen, kloonien vanheneminen, pistokasokkaiden laatu sekä laajamittaisen lisäyksen vaikeus pysyivät ratkaisemattomina (Roulund 1974, Roulund 1977, 1980, Werner ja Pettersson 1981, Benzer 1981, Lindgren 1977, Libby 1974, Monchaux 1983, Shelbourne 1974, Skroppa 1981).

Saksassa professori Jochen Kleinschmitin johdolla tehdyt tutkimukset ja kuusen lisäysmenetelmät vaikuttivat erityisen voimakkaasti Metsänjalostussäätiön pistokastoimintoihin 1970-luvun lopulla. Saksassa oli kehitetty kuusen kasvullisen lisäyksen menetelmää, jossa parhaimpien kuusialkuperien taimieristä valittuja pisimpiä taimiyksilöitä monistettiin pistokkaina ja testattiin kloonikokeissa klooniyhdistelmien koostamista varten. Suomessa klooniyhdistelmien koostamista rajoittavaa lainsäädäntöä ei vielä tuolloin ollut, joten suurten kloonimäärien pikatestaus

näytti tarjoavan mahdollisuuden valita parhaiten menestyneitä pistokasklooneja massalisäystä varten.

Metsänjalostussäätön pistokaslisäyksessä siirryttiin yhdistettyyn valintaan ja perheen sisäiseen valintaan 1980-luvun alussa. Pistokaskloonien valinnan ja testauksen periaatteista käytiin vuoden 1979 aikana vilkasta keskustelua. Saksalaiseen massavalintamenetelmään perustuvat valinnat oli tehty jalostamattomista taimitarhaeristä, ja nyt pyrittiin parantamaan kloonien geneettistä tasoa jo lähtöaineistoista ja kantataimien valinnoista alkaen. Kantataimien ja kloonien valintaan liittyvä tutkimustoiminta oli tuolloin huipussaan kaikissa pohjoismaissa (Werner 1979, Dietrichson & Kierulf 1982, Roulund 1977, 1979, Roulund ym. 1986).

Haapastensyrjän jalostuskeskuksen kasvullisessa lisäyksessä keskityttiin koko 1980-luvun ajan esitestattujen lähtöaineistojen pisimpien yksilöiden kloonaukseen ja testaukseen. Testauksen jälkeen kloonien parhaimmistosta oli tarkoitus muodostaa käytännön mittakaavassa tehtävän lisäyksen emoaineisto. Kuusen kasvullista lisäystä ja kloonitaimien myyntiä säätelevät määräykset olivat samaan aikaan valmisteilla. Määräykset ja ohjeet valinnasta, testausajasta ja kloonikokoonpanosta astuivat voimaan vuonna 1993. Jo valittujen ja testattujen aineistojen alkuperät ja testausmenetelmät eivät täyttäneet uusia säädöksiä, joten testattuja klooniyhdistelmiä massalisäystä varten ei voitu muodostaa.

Testattujen klooniyhdistelmien muodostamiseen liittyvien hankaluuksien vuoksi kuusen kasvullisessa lisäyksessä ryhdyttiin 1980-luvun lopulla kehittämään joukkomonistusta ja tutkimaan kloonien kantayksilöiden valintamenetelmiä. Haapastensyrjän metsänjalostuskeskukseen rakennettiin vuonna 1994 maa- ja metsätalousministeriön tuella kuusen pistokkaiden juurruttamiseen tarkoitettu kasvihuone (ks. MJS työraportti 21). Huonetta ehdittiin käyttää oksien juurrutukseen vain parin vuoden ajan, sillä laman aiheuttaman resurssipulan vuoksi kuusen kasvullisen lisäyksen toiminnot lopetettiin eikä niitä myöskään ole jatkettu Metsäntutkimuslaitoksen alaisuudessa tällä vuosituhannella (Metsänjalostussäätö liitettiin Metlaan vuonna 2000).

Kuusen kloonijalostusta ja pistokaslisäystä käsitteleviä tutkimuksia on Suomessa kaiken kaikkiaan julkaistu vähän muihin pohjoismaihin verrattuna. Tämä johtuu osaksi Metsänjalostussäätön pistokaslisäyksen käytännönläheisyydestä sekä osaksi kuusen kasvullista lisäystä koskevan tutkimuksen puuttumisesta Metsäntutkimuslaitoksen tutkimustoiminnasta. Kuusen pistokkaita koskevia tarkasteluita ja tutkimustuloksia ovat maassamme julkaisseet pääasiassa Martti Lepistö (1974, 1977, 1983, 1989, 1993), Marja-Leena Napola (1988, 1992, 1994, 1999, 2006) sekä Juha Rautanen (1995).

Tämä selvitys on tehty Metsäntutkimuslaitoksen tutkimushankkeen 3457 (Jalostetun metsänviljelyaineiston tuotannon ja käytännön tehostaminen) osahankkeen ”Jalostushyöty kuusen kasvullisesti lisätyssä metsänviljelyaineistossa” työnä. Tarkastelun kohteena ovat metsäkuusen (*Picea abies* (L.) Karst.) eri pistokasaineistoilla perustetut koeviljelykset ja pistokastestauksen päätulokset. Lisäksi selvityksessä kartoitetaan kuusen kloonikokeiden nykytilanne.

2 Kuusen pistokaslisäyksen menetelmät

2.1 Yksittäiskloonimonistus ja kloonyhdistelmät

Klooneittaisessa monistuksessa eli yksittäiskloonimonistuksessa valitaan yksittäisiä taimia kasvullisen lisäyksen lähtöaineistoksi. Kloonien kantataimiksi (eli emotaimiksi) voidaan valita koeviljelyksissä kasvavia nuoria puita alle kymmenvuotiaista jälkeläistöistä joko silmävaraisesti tai mittausten perusteella. Kantataimia voidaan valita myös taimitarhalla kasvavista nuorista taimieristä (metsikköeristä, siemenviljelyseristä tai kantapuujälkeläistöistä). Kloonien kantataimet merkitään Metsäntutkimuslaitoksen metsägeneettisen rekisterin pitämään klooniaineistojen luetteloon. Kantayksilölle ja siitä monistettaville klooniaimille annetaan V-puutunnus. Kantayksilön alkuperätiedot ja valinnan perusteet tallennetaan myös rekisteriin.

Pistokasoksien saannon lisäämiseksi ja oksien juurtumiskyvyn ylläpitämiseksi oksatarhoissa kasvavia kantataimia ja toisen lisäyskierroksen pistokasemoja on leikattava eli pensastettava. Emojen huolellinen hoito ja matalakasvuisena pitäminen hidastaa niiden fysiologista vanhenemisilmiötä klooniaimien aikana. Fysiologisen vanhenemisen seurauksena yli kymmenvuotiaista pensastamattomista emotaimista leikatut oksat juurtuvat heikosti, ja niistä saatavien pistokasaimien kasvutapa on enimmäkseen oksamaisen makaava.

Kantataimien maastokokeissa tapahtuvan klooniaimien tarkoituksena on löytää kasvultaan, laadultaan ja kestävyydeltään parhaimmat kloonit, joista muodostetaan yhdistelmiä käytännön taimituotantoa varten. Valitettavasti fysiologinen vanheneminen vaikeuttaa testausjakson jälkeen muodostettujen kloonyhdistelmien käytännön lisäystä. Kloonien kantayksilöiden silmävarainen valinta testatuista ja hyväksi tunnetuista lähtöaineistoeristä sekä kantataimista muodostettujen testaamattomien kloonyhdistelmien lisäys (ns. valikoidut kloonyhdistelmät) osoittautui Metsänjalostussäätiössä 1990-luvun alkupuolella työmäärän, kustannusten ja taimisaannon puolesta tehokkaammaksi käytännön lisäysmenetelmäksi kuin testattujen yksittäiskloonien monistus.

Metsäpuiden kasvullista lisäystä koskevat ensimmäiset maa- ja metsätalousministeriön säännökset ja Metsäntutkimuslaitoksen ohjeistot astuivat voimaan vuoden 1993 alussa. Säädöksissä annettiin määräyksiä kloonyhdistelmien kloonien määrästä ja testausajasta sekä kasvullisesta joukkomonistuksesta. Esimerkiksi testattujen kloonyhdistelmien muodostamiseksi vaadittiin testausta vähintään kolmessa kokeessa kahdentoista vuoden ajan. Koko tämän testausajan kloonien emot olisi pitänyt säilyttää pensastettuina laajoissa oksatarhoissa. Maassamme ei tästä syystä muodostettu yhtään rekisteröityä testattua kloonyhdistelmää. Ainoa rekisteröity yhdistelmä C05-93-1 kuului valikoitujen kloonyhdistelmien luokkaan.

Suomen Euroopan Unioniin liittymisen myötä maa- ja metsätalousministeriössä valmisteltiin uusi metsänviljelyaineiston kauppaa koskeva asetus, joka astui voimaan joulukuussa 2002. Säädöksissä esitetään metsänviljelyaineiston tuottamiseen käytettävät perusaineistot ja niiden luokat. Yksittäiskloonimonistuksen piiriin kuuluu kaksi kloonien ja kloonyhdistelmien luokkaa: *alustavasti testattu* ja *testattu*. Perusaineistorekisteriin voidaan merkitä yksittäisen testatun kluonin lisäksi vähintään neljän testatun kloonin yhdistelmiä. Fenotyyppien perusteella valittuja eli asetuksen mukaan alustavasti testattuja klooneja on yhdistelmässä oltava vähintään 11 kpl ja yhden kloonin lisäyskatto on miljoona pistokasainta. Nykyiset määräykset ovat monessa suhteessa aiempia määräyksiä lievempiä.

2.2 Joukkomonistus

Kasvullinen joukkomonistus eli ”Bulk-lisäys” on yksinkertainen ja helpoin tapa tuottaa kuusen pistokastaimia metsänviljelyyn. Joukkomonistuksessa kantayksilöitä sisältävät erät monistetaan suoraan pistokkaiksi ilman kantataimien merkintää tai yksittäisistä emotaimista leikattujen pistokasoksien erillään pitämistä. Joukkomonistus kehitettiin 1960-luvulla Ranskassa douglaskuusen lisäysmenetelmäksi. Myöhemmin, erityisesti 1970-luvun loppupuolella joukkomonistuksesta kiinnostuttiin ensin Saksassa ja sitten myös Pohjoismaissa.

Joukkomonistuksen lähtöaineistoina on käytetty muun muassa metsikköeriä (paikallisia tai provenienssieriä), alustavasti testattujen pluspuiden tai siemenviljelyskloonien vapaapölytysjälkeläistöjä sekä testattuja pariristeytysjälkeläistöjä. Kantataimia on kasvatettu avomaan kylvöksissä, kennoissa ja tilavissa taimiastioissa. Oksatuotanto on järjestetty joko pensastamalla kantataimia tai serial-monistuksella, jossa osa uudesta pistokastaimiaineistosta jätetään kasvaamaan seuraavan lisäyskierroksen lähtömateriaaliksi.

Joukkomonistusmenetelmällä on useita etuja yksittäiskloonimonistukseen verrattuna:

- Joukkomonistuksen lähtöaineisto on nuorta, joten pistokkaat juurtuvat hyvin ja niissä ei esiinny vanhemmalle lähtöaineistolle tyypillistä makaavaa kasvua.
- Oksatuotannon ja oksanleikkauksen kustannukset pysyvät matalina, kun emotaimia ei tarvitse kasvattaa klooneittaisissa oksatarhoissa.
- Joukkomonistus on joustava menetelmä, koska lähtöaineistojen koostumus voidaan valita kulloistenkin tarpeiden mukaan, ja sitä on helppo muuttaa ja uudistaa.
- Joukkomonistetut metsänviljelyaineistot ovat geneettisesti monimuotoisempia kuin klooniyhdistelmät.
- Pitkälle jalostettuja ja testattuja, mutta siemenmäärältään pieniä eriä voidaan hyödyntää tehokkaasti. Lainsäädäntö mahdollistaa jopa yhden testatun pariristeytysjälkeläistön kasvullisen lisäyksen ilman taimimäärän rajoituksia.
- Joukkomonistus mahdollistaa esimerkiksi muovihuoneessa tuotettujen testattujen risteytyserien laajamittaisen käytön.

Metsänjalostussäätiön Haapastensyrjän jalostuskeskuksen taimitarhalle kylvettiin ensimmäinen bulk-kylvös keväällä 1980. Varhaistestattujen jälkeläistöjen tarkoituksena oli tuottaa oksamateriaalia joukkomonistusta varten sekä toimia yksittäiskloonivalinnan lähtöaineistona. Eteläsuomalaisia, keskisuomalaisia ja pohjoissuomalaisia pluspueria sekä provenienssiristeytyseriä käsittänyt kylvös perustettiin 1981. Tätä seuraava bulk-kylvös kylvettiin vuonna 1983 Pieksämäen taimitarhan massalisäysprojektia (1983–1987) varten. Kylvöksistä on myös valittu uuden polven V-klooneja kloonitestausta ja klooniyhdistelmien muodostamista varten.

Vuonna 1986 perustettu Bulk-86 kylvös sisälsi ainoastaan provenienssihybridieriä. Kylvöksestä valittiin keväällä 1988 kloonien kantayksilöitä pituusryhmittäin ja fenologisin perustein valintatutkimuksia varten. Emojen käsittelykokeita tehtiin 1989–90. Käytännön mittakaavan pistokaslisäystä sekä kantataimien valinnan ja käsittelyjen kehittämistä varten kylvettiin Haapastensyrjän tarhalle 42 alustavasti testattua erää keväällä 1988. Taimierien joukosta tehtiin paljon erityyppisiä valintoja yksittäiskloonimonistusta, klooniyhdistelmiä sekä kaupallista lisäystä varten (ks. M-L Napola. Metsänjalostussäätiön Tiedote 1/1992).

3 Perustetut kloonikokeet ja niiden nykytilanne

3.1 Kuusen kloonitestauksen taustaa

Haapastensyrjän metsänjalostuskeskuksessa vuonna 1969 valittujen yksittäiskloonien testaus pääsi oksatuotannon tehostamisvaiheen jälkeen vauhtiin 1970-luvun puolivälin jälkeen. Metsäntutkimuslaitos perusti Ku-tunnuksin merkityillä klooneilla koeviljelykset Imatralle (560/1), Kangasniemelle (690/1), Padasjoelle (988/1) ja Mäntyharjulle (989/1). Näiden kokeiden kloonit ovat toimineet usean puuainetutkimuksen (Metla, Joensuun yliopisto) aineistona 2000-luvulla. Muita yksittäiskloonikokeita ei Metlan toimesta ole perustettu.

Metsänjalostussäätiö aloitti pistokaskloonien laajamittaisen varhaistestauksen vuonna 1976. 1980-luvun alussa lisäyksessä oli lähes 400 kloonina, joiden testaamiseksi oli perustettu viisi-toista kloonikoetta (kuvat 1 ja 2). Alustavien koetulosten perusteella lisäyksestä karsittiin pois hidaskasvuisimpia klooneja ja keskityttiin kloonien parhaimmiston testaukseen kokeissa 769/1-04 ja 945/1 (Lepistö 1983, 1989). Klooniyhdistelmien muodostamista vaikeutti kloonien vanhenemisestä johtunut heikko juurtuminen ja taimien huono laatu. Kloonien emoja ei ollut oksatarhattu testauksen ajan.

Kleinschmitin Saksassa kehittämää kloonivalintamenetelmää soveltaen Haapastensyrjässä aloitettiin 1970-luvun loppupuolella T-tunnuksella merkittyjen kloonien lisäys ja testaus. Suurin osa T-klooneista valittiin silmävaraisesti kaupallisten taimitarhojen taimierien joukosta. Osa klooneista valittiin pituuskasvun perusteella Haapastensyrjän varhaistesteistä sekä proveniensihybridejä käsittäneestä taimitarhakylvöksestä. Klooni-aimilla perustettiin kahdeksan kloonikoetta, joiden tuloksia on esitelty Lepistön (1989) ja Napolan (1999d) opinnäytetöissä sekä Metsänjalostussäätiön työraportissa nro 61 (Napola 1999b).

Pieksämäen taimitarhalla aloitettua kasvullista joukkomonistusta varten kylvettiin Haapastensyrjän tarhalle alustavasti testattuja siemeneriä (bulk-kylvökset) 1980-luvun alussa. Pari-vuotiaista taimieristä valittiin pituuskasvun perusteella uusia V-kloonien kantataimia, jotka testattiin kloonikokeissa. Kloonien emot istutettiin muovihuoneoksataraan, jossa niitä pidettiin matalina hoitoleikkausten avulla.

Nuorista testatarhakokeista valittiin samoihin aikoihin kloonien kantayksilöitä lisäystä varten. Parhaiden perheiden pisimmät taimet saivat V-tunnuksen, lisättiin pistokkaina ja istutettiin koeviljelyksiin. Molemmissa edellä mainituissa aineistoissa kloonien lukumäärä oli kuitenkin liian pieni, eivätkä testausjakson jälkeen muodostetut yhdistelmät täyttäneet klooniyhdistelmien koostamista koskevia säännöksiä.

Metsänjalostussäätiön viljelypuuprojektissa, jossa jalostettiin surukuusia (*Picea abies* f. *pendula*) ja muita kapealatvaisia kuusia, kasvullinen lisäys oli avainasemassa. Viljelypuukloonien valintatyöt aloitettiin vuonna 1981 ja taimien vauhtikasvatusmenetelmää kehitettiin voimakkaasti. Kantataimet valittiin kapean tai riippaisen kasvumuodon sekä pituuskasvun perusteella. Osa klooneista valittiin V-klooneina, osalle annettiin T-tunnus. Laajimmillaan viljelypuuiden kasvullinen lisäys oli vuosina 1985–89, jolloin suurin osa Haapastensyrjässä pistetyistä pistokkaista oli surukuusia.



Kuva 1. Kuusen oksien juurrutus tapahtuu keväällä kasvihuoneessa, jossa pohjalämmitys ja tasainen kosteus edistävät juurisolukon muodostumista. Nuorista emotaimista leikatut oksat juurtuvat kahdessa kuukaudessa. Emotaimien ikääntymisen myötä juurtuminen hidastuu ja juuriston laatu heikkenee.



Kuva 2. Kloonien väliset erot pituuskasvussa ja laadussa näkyvät selvimmin nuorissa kokeissa. Kuvassa metsänhoitaja Martti Lepistö Haukivuoren kloonikokeessa 769/04 1980-luvun puolivälissä.



Kuva 3. Kuusenjalostaja Marja-Leena Napola tarkastelee testatuista pluspuuperheistä kasvuunlähdön ajankohdan perusteella valittuja kloonien kantataimia Haapastensyrjän taimitarhalla keväällä 1991.



Kuva 4. Kuusen kevätfenologia vaikuttaa pistokasoksien juurtumiseen. Myöhään silmunsa aukaisevat pistokkaat juurtuvat nopeammin ja ovat taimena pystympiä kuin varhaiset pistokkaat.

Juurrutukseen ja taimikasvatukseen liittyviä kokeiluja ja menetelmien testausta on tehty kapeilla kuusilla runsaasti. Pistokaskokeita on perustettu yhteensä 15. Viljelypuuprojektin (surukuusen) aineistoja tai tuloksia ei käsitellä tässä työraportissa.

Koska 1980-luvun alun joukkomonistukseen ei liittynyt jalostuksellisia kokeita tai tutkimusta, perustettiin Haapastensyrjän tarhalle keväällä 1988 42 erää käsittänyt kylvös. Siihen pyrittiin

valitsemaan alustavasti testattuja eriä, joista osa esiintyi vanhemmissa jälkeläiskokeissa. Nämä taimierät ja niistä lisätyt pistokkaat sekä yksittäiskloonit olivat aineistona useassa tutkimuksessa 1990-luvulla.

Eräs tavoite oli muodostaa testatuista siemeneristä kevähallan välttäviä kasvullisen lisäyksen lähtöaineistoja (yksittäiskloonit sekä joukkomonistus). Tätä varten Bulk-88 -kylvöksen erät jaettiin kahteen pääryhmään, eteläsuomalaisiin jälkeläistöihin ja provenienssihybrideihin. Niissä tehtiin lähtöaineiston fenologista valintaa ja taimierien koulintaa vuosina 1989 ja 1990. Fenologiset ryhmät olivat: aikaisin kasvuun lähtevät taimet, myöhään kasvuun lähtevät taimet sekä valikoimaton, keskimääräisen kasvuunlähdon taimiaineisto. Ryhmien silmunpuhkeamisen ajoitumista seurattiin keväisin taimitarhalla (kuvat 3 ja 4). Kantataimista leikatuilla pistokkailla perustettiin useita kloonikokeita vuosina 1993–95. Tulokset kloonikokeiden pituusmittauksista viiden vuoden iässä on julkaistu Metsänjalostussäätiön työraportissa nro 55/1999 (Napola 1999a).

3.2 Yhteenveto kloonikokeiden nykytilanteesta

Metlan metsägeneettisen rekisterin mukaan maassamme on perustettu kuusen kloonikokeita 204 kappaletta, suurin osa Metsänjalostussäätiön toimesta. Kokeiden yhteispinta-ala on 165 hehtaaria. Metsänjalostussäätiössä kehitetyn varhaistestauksen vuoksi useat kloonikokeet lopetettiin jo 7–8 vuoden iässä. Metlan koeviljelysten evaluaatiossa vuonna 2002 voimassa olevia kloonikokeita oli jäljellä 101 kpl, pinta-ala yhteensä 105 ha.

Liitteenä olevassa taulukossa kloonikokeet on jaettu neljään ryhmään: varhaistestit, testustarhat, kenttäkokeet ja näytealat. Vuoden 2007 lopulla osa kokeista, etenkin heikkokuntoiset näytealat, päätettiin lopettaa. Kloonikokeita jäi jäljelle kolmisenkymmentä kappaletta.

Vuonna 1993 istutettujen kloonikokeiden varhaishoidon jälkeen ei kuusen kloonikokeiden ylläpitoon ole suunnattu kovinkaan paljon resursseja. Yksityisten metsänomistajien maille perustetut kokeet ovat jääneet usein hoitamatta, ja ne ovat kärsineet heinittymisestä ja vesakoitumisesta. Joitakin kokeita on mitattu ennen ensiharvennusta tai lopetusta 1990-luvun lopulla ja 2000-luvun alussa.

Metsänjalostussäätiön liittyttyä osaksi Metsäntutkimuslaitosta kaikkien kloonikokeiden lopettamisesta keskusteltiin, sillä kasvullisen lisäyksen tutkimuksen ja kehittämisen ei katsottu kuuluvan kuusen pitkän aikavälin jalostuksen piiriin. Toisaalta nämä toiminnot ja kokeet eivät kuuluneet myöskään minkään Metlan tutkimushankkeen vastuulle, eikä Metlassa ollut aiheeseen liittyvää tutkimusperinnettä.

Kiinnostus kasvullista lisäystä kohtaan virisi Metsäntutkimuslaitoksessa uudelleen pitkän aikavälin jalostusohjelman ”Metsänjalostus 2050” valmistuttua vuonna 2004 (Haapanen & Mikola 2008). Jalostusohjelmassa kuusiaineistojen testausmenettelyksi on valittu kloonitestaus.

Vuonna 2007 alkoi Teijo Nikkasan vetämä, vuosille 2007–2011 jaksotettu tutkimushanke nro 3457 ”Jalostetun metsänviljelyaineiston tuotannon ja käytön tehostaminen”, joka sisältää yhtenä osahankkeena kuusen kasvullista lisäystä käsittelevän kokonaisuuden. Osahanke 3457-02 ”Jalostushyöty kuusen kasvullisesti lisätyssä metsänviljelyaineistossa” tähtää tiedon tuottamiseen pistokaslisäyksen mahdollisuuksista käytännössä. Osahankkeessa selvitetään erityyppisillä kasvullisesti lisätyillä aineistoilla saavutettavia jalostushyötyjä.

Osahankkeen 3457-02 ensimmäisenä tehtävänä oli selvittää kloonikokeiden tilanne kunnon ja mittausten suhteen. Varttuneemmista kloonikokeista on jo olemassa runsaasti julkaistuja tuloksia, mutta nuorempien kokeiden mittaustiedot olivat jääneet käsittelemättä Metsänjalostussäätiössä 1990-luvun puolivälistä lähtien toteutetun kuusen kloonauksen alasajon myötä. Mittaustiedostoja on säilytetty disketeillä Haapastensyrjässä. Kaikkea kloonikoedataa ei ole vielä tallennettu metsägeneettiseen rekisteriin. Joukko parhaiten onnistuneita koeviljelyksiä hoidetaan ja mitataan osahankkeen toimesta (taulukko 1).

4 Tuloksia kuusen kloonaineistojen kasvusta

4.1 Pistokaslisäystä koskevat julkaisut

Kuusen kasvullisessa lisäyksessä keskityttiin aluksi oksankeräyksen ja juurrutusmenetelmien kehittämiseen. Lupaavat juurtumistulokset innostivat Metsänjalostussäätiön työntekijöitä kirjoittamaan runsaasti yleisartikkeleita metsäalan lehtiin sekä muihin alaa sivuaviin julkaisuihin. Metsä ja Puu -lehden vuoden 1970 viimeisessä numerossa Lauri Kärki kirjoittaa aiheesta ”Pistokkaiden käyttö avaa uusia mahdollisuuksia metsänjalostustyössä” ja Martti Lepistö ”Tuloksia metsäpuiden pistokaskokeista vuodelta 1970”.

Kasvullinen lisäys oli 1970- ja 1980-lukujen aikana metsänjalostukseen liittyvän tutkimuksen ja kehittämistyön pääaihe niin Euroopassa kuin muuallakin maailmassa. Lepistön artikkelit ulkomaisissa julkaisuissa 1970-luvulla käsitelivät pääasiassa pistokaslisäyksen ja kloonitestauksen käytännöllistä puolta, sillä kloonien testaus koeviljelyksissä aloitettiin vasta saman vuosikymmenen lopulla.

Metsänjalostussäätiön tiedotteessa 2/1983 (Lepistö 1983) esiteltiin 15 nuoren kloonikokeen pituusmittaustuloksia. Tarkoituksena oli valita kloonien joukosta nopeakasvuisimmat kloonit, joista tulotaisiin muodostamaan seoksia käytännön pistokastaimituotantoa varten. Nämä lähtöaineistot ja koeviljelykset olisivat sopineet hyvin tieteelliseen tutkimuksen kohteiksi, mutta valitettavasti havupuiden kloonauksen ei kuulunut Metlan tuolloisiin tutkimuskohteisiin. Muissa pohjoismaissa kuusen kasvullisen lisäyksen tutkimus oli 1980-luvulla monipuolista ja laajaa.

Taulukko 1. Osahankkeessa 3457-02 hyödynnettävät kloonikoeaineistot

Koe	Perustamis- vuosi	Koe- eriä	Taimia	Aineistoryhmä	Kunta	Mittausvuosi
VARHAISTESTIT:						
143401	1992	83	830	V-klooneja	Loppi	2000
TESTAUSTARHAT:						
76904	1980	117	3744	V-klooneja (ent. Ku-kl.)	Haukivuori	1998
112601	1986	106	1443	V-klooneja	Pieksämäki	1997
112701	1986	39	366	V-klooneja	Pieksämäki	1997
139401	1991	58	1389	V-klooneja	Loppi	2000
143701	1992	17	2304	Bulk-eriä	Loppi	1999
143702	1992	17	2196	Bulk-eriä	Loppi	1999
147801	1993	30	3969	Bulk-eriä ja klooneyhd.	Loppi	2007
147901	1993	50	2140	Bulk-eriä	Loppi	2007
186101	1994	52	3415	V-klooneja	Loppi	2007
186301	1994	25	2374	Bulk-eriä ja klooneyhd.	Loppi	2007
186401	1994	140	2719	V- ja T-klooneja	Loppi	2007
201001	1995	10	1799	Bulk-eriä ja klooneyhd.	Loppi	Mitataan 2008
201101	1995	40	3071	Bulk-eriä	Loppi	Mitataan 2008
		784	31759			
KENTTÄKOEET:						
107402	1985	206	500	V-klooneja	Hankasalmi	1998
125101	1988	128	3059	V-klooneja	Ruotsinpyhtää	1999
125102	1988	126	2837	V-klooneja	Savonlinna	1999
125201	1988	24	1200	V-klooneja	Ruotsinpyhtää	2002
143402	1992	83	1660	V-klooneja	Sipoo	2002
143502	1992	9	1296	Kloonisek. ja bulk-eriä	Sipoo	2002
143503	1992	9	1296	Kloonisek. ja bulk-eriä	Pieksänmaa	2002
143703	1992	13	1764	Bulk-eriä	Nummi-Pusula	1999
144701	1991	55	870	V-klooneja	Pohja	2000, tark. 2008
147801	1993	30	1323	Bulk-eriä ja klooneyhd.	Karkkila	Mitataan 2008
164601	1994	93	2511	V-klooneja	Pieksämäki	2002, tark. 2008
186201	1994	36	2545	Bulk- ja V-eriä	Karkkila	Mitataan 2008
186302	1994	25	1850	Bulk- ja klooneyhd.	Karkkila	Mitataan 2008
186402	1994	132	2544	V- ja T-klooneja	Karkkila	Mitataan 2008
		969	25255			
Koetaimia yhteensä			57014			
Kokeita yhteensä 28 kpl: yksittäiskloonikokeita 15 kpl, joukkomonistuskokeita 13 kpl						

Taulukko 2. Kuusen kloonikokeiden tuloksia käsittelevät tärkeimmät artikkelit.

Julkaisu tai moniste	Klooneja, kpl	Viittaukset koeviljelyksiin
Napola, M-L. 1988. Havaintoja kuusen (<i>Picea abies</i> (L.) Karst.) provenienssiristeytys-jäkeläisten kasvusta ja kehityksestä. Metsänjalostuksen pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto.	33	990/1,1007/1
Lepistö, M. 1989. Nuoruus- kypsyyss korrelaatiot kuusen pistokaskloonikokeissa ja niiden vaikutus jalostustyön etenemiseen. Licensiaattitutkielma. Helsingin yliopisto.	268	890/1/02, 769/1/02/03/04
Napola, M-L. 1992. Pistokaslisäyksellä kuusen jalostuksen tulokset metsänviljelyyn. Metsänjalostussäätiön Tiedote 1/1992.	33	990/1,1007/1
Lepistö, M. 1993. Genetic variation, heritability and expected gain of height in <i>Picea abies</i> in 7 to 9 year-old clonal tests. Scand. J. For. Res. 8: 480–488.	274	890/1/02, 869/02/04
Rautanen, J. 1995. Untersuchung der Höhenentwicklung zwischen den Klon- und Sämlings herkunften der Fichte über 21 Jahre. Ein Beitrag zur Frage der Prüfdauer. Väitöskirja. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 559.	119	560/1
Napola, M-L. 1999. Valintamenetelmän, alkuperän sekä lähtöaineiston jalostuksellisen tason vaikutukset kuusen pistokaskloonien kasvuun. Licensiaattitutkielma. Helsingin yliopisto.	1285	658/1, 665/1, 671/1,839/1, 889/02, 890/02, 990/1, 560/1, 1074/1/02, 657/1, 768/1, 769/04, 889/1, 890/1, 769/1,769/02, 769/03, 837/1, 945/1, 1007/02
Napola, M-L. 1999. Alkuperän ja fenologisen valinnan merkitys kuusen kasvullisessa joukkomonistuksessa. Metsänjalostussäätiön työraportteja 55.	117 erää	1478/1/02, 1479/1, 1480/1
Napola, M-L. 1999. T-kloonien testaustuloksia kuusen jalostuspopulaatioiden muodostamista varten. Metsänjalostussäätiön työraportteja 61.	900	889/1/02, 890/1/02, 886/1, 836/1, 991/1/02
Napola, M-L. 1999. Kuusen V-kloonien testaustuloksia. Metsänjalostussäätiön työraportteja 62.	380	658/1, 665/1,671/1,839/1, 657/1, 768/1, 769/04,769/1, 769/02/03, 837/1, 945/1
Napola, M-L. 2006. Kantayksilöiden varhaisen pituusvalinnan vaikutus kuusen pistokaskloonien kasvuun. Tuloraportti.	156	1481/1, 1482/1/02

Ensimmäisenä varsinaisena kuusiklooneihin liittyvänä tieteellisenä tutkimusjulkaisuna maassamme voidaan pitää Martti Lepistön vuonna 1989 valmistunutta liseniaattityötä ja tästä aineistosta muutamaa vuotta myöhemmin ilmestynyttä julkaisua (Lepistö 1993, taulukko 2). Juha Rautanen käsitteli väitöskirjassaan (1995) ensimmäisen kuusen kloonikokeen nro 560/1 puiden

kehitystä parinkymmenen vuoden ajalta. 1990-luvun lopulla valmistui joukko Marja-Leena Napolan tekemiä kuusen kloonaukseen liittyviä julkaisuja (taulukko 2).

4.2 Tuloksia kloonien, klooniyhdistelmien ja joukkomonistuserien kasvusta

Vuosina 1977–1982 perustettujen nuorten kloonikokeiden pituusmittaukset osoittivat, että tutkituista yksittäisklooneista yli 17 % ylitti vertailuerien pituuskeskiarvon 20 prosentilla, ja nopeakasvuisimpien kloonien pituuskasvun ero vertailueriin oli jopa 60–95 prosenttia (Lepistö 1983). Tulos selittyy osin sillä, että pistokastaimet juovat juuriston rakenteesta johtuen vähemmän ja kasvavat nopeammin kuin siementaimet istutusta seuraavien viiden vuoden aikana.

Pistokaskloonien väliset pituuserot pienenevät ja kloonien sijajärjestys muuttuu kokeen vanhetessa (Rautanen 1995). Vuonna 1969 valittuja klooneja sisältävän koeviljelyksen 560/1, Imatra, pitkäaikaista testausta tutkimuksessaan käsitellyt Rautanen totesi kokeen kloonien olevan 21 vuoden iässä keskimäärin yhtä pitkiä siementaimivertailuerien kanssa. Etelä-Suomen kantapuu-kloonien ryhmä ylitti siementaimivertailut 1,2 %, kun taas ulkomaisista kuusialkuperistä valittujen kloonien ryhmä oli 5,4 % vertailueriä lyhyempi.

Vastaavia tuloksia kloonien ja siementaimien välisiä kasvuerosta saatiin samoilla klooneilla perustetuista, Nurmijärvellä kasvaneista testaustarhakokeista. Napolan tutkimuksessa (1999d) todettiin, että testaamattomista lähtöaineistoista valitut kloonit olivat siementaimivertailueriä hidaskasvuisempia, kun taas kloonikokeissa alustavasti varhaistestatut sekä jatkolisäykseen valitut kloonit olivat vertailueriä selvästi nopeakasvuisempia. Jatkotestauksessa olleiden kloonien (noin 100 kpl) keskimääräinen pituuden jalostushyöty oli yhdeksän vuoden iässä 17 prosenttia (Lepistö 1993, Napola 1999c). Kloonikokeessa 769/04, Haukivuori, pisimmät jatkotestattavat kymmenen kloonina olivat 18 vuoden iässä 15 prosenttia siementaimivertailuita pidempiä ja keskipuun tilavuudeltaan 64 % niitä suurempia.

Sekä Lepistön (1993) että Napolan (1999b) tutkimusten mukaan taimitarha-aineistoista tapahtuneella silmävaraisella kloonivalintamenetelmällä ei saavuteta valintahyötyä. Klooniryhmän (245 kloonina) ja siementaimiryhmän välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää pituuseroa. Valitseamalla pisimmät 10 % klooneista jatkotuotantoa varten saavutettaisiin 19 % parannus pituuskasvussa.

Alustavasti jälkeläiskokeissa testatuista ja taimitarhalle uudelleen kylvetyistä taimiperheistä pituusmittauksen perusteella valittujen kloonien kasvunopeus ylitti merkitsevästi vertailuerien kasvunopeuden koesarjassa 1074/1–2 kahdeksan vuoden iässä. Klooniryhmän (196 kloonina) keskimääräinen pituuden jalostushyöty oli 15 %. Eteläsuomalaisten pluspuiden jälkeläistöistä valitut kloonit kasvoivat keskimäärin 9% vertailuita nopeammin. Lopen runsaasti testattujen parhaiden pluspuiden jälkeläistöistä valitut kloonit olivat keskimäärin 17 prosenttia vertailuita nopeampikasvuisia. Parhaat kloonit kasvoivat yli 60 % nopeammin kuin siementaimivertailut. (Napola 1999d). Valitettavasti liiallisten sukulaisuussuhteiden vuoksi kloonaineistosta ei voitu muodostaa kaupallista testattua klooniyhdistelmää.

Metsänjalostussäätöön kloonivalinnassa käytettiin 1980-luvun alussa ns. yhdistettyä valintamenetelmää, jossa kantataimet valittiin ja monistettiin jälkeläiskokeiden nopeakasvuisimpien perheiden pisimpien yksilöiden joukosta. Tämä antoi pituuskasvussa suuremman keskimääräisen valintahyödyn (16–24 %) kuin alustavasti testatuista perheistä tehty valinta (Napola 1999d).

Tätä valintapaa käytetään nykyisin kuusen pitkän aikavälin jalostuksessa, jossa nuorista esivalintakokeista valitaan ehdokkaita kloonitestausta ja toisen polven jalostuspopulaatioiden muodostamista varten.

Testattujen klooniyhdistelmien kasvusta ei ole olemassa tutkimuksia, sillä rekisteröimätöntä yhdistelmää ei jatkotestattu enää 1990-luvun alkupuolella. Testattuja klooneja on kuitenkin vertailun vuoksi mukana useissa kloonikokeissa joko yksittäisklooneina tai sekoituksina (taulukko 1). Näiden kokeiden tuloksia tullaan tarkastelemaan osahankkeen 3457-02 raportoinnin yhteydessä.

Rekisteröity klooniyhdistelmä C01-93-1 oli valittu alustavasti testatuista nelivuotiaista pluspuu-jälkeläistöistä kevätfenologian (myöhäinen kasvuun lähtö), ulkoisen laadun sekä kasvun perusteella. Tätä yhdistelmää on mukana sekä klooneittain että sekoituksena muutamassa koeviljelyksessä, joiden pituusmittaus tehdään syksyllä 2008. Kuuden vuoden iässä yhdistelmän pistokastaimet olivat pituuskasvultaan vain hieman siemenviljelysalkuperää olevia siementaimia parempia; vertailuerien suhteen ne sen sijaan olivat noin 18 % nopeakasvuisempia. Pituuskasvun paremmuus on samaa tasoa kuin 1980-luvun alussa alustavasti testatuista bulk-jälkeläistöistä tehdyissä valinnoissa.

Joukkomonistettuja pistokastaimia sisältäviä koeviljelyksiä on perustettu vuosina 1993–1995. Tuloksia kolmen kloonikokeen pituusmittauksista viiden vuoden iässä on julkaistu Metsänjalostussäätiön työraportissa nro 55/1999: “Alkuperän ja fenologisen valinnan merkitys kuusen kasvullisessa joukkomonistuksessa” (Napola 1999a). Eteläsuomalaisten kantapuiden joukkomonistetut jälkeläistöt kasvoivat kloonikokeissa viiden vuoden iässä nopeammin kuin vastaavat siementaimijälkeläistöt.

Työraportissa todetaan myös, että joukkomonistettujen alkuperäryhmien (E-kantapuut, provenienssihybridit ja ulkomaiset erät) silmunpuhkeamisen ajankohdan erot eivät vaikuttaneet ryhmien pituuskasvuun tilastollisesti merkitsevästi. Bulk-sekoitusten kantayksilöiden kasvurytmiin kohdistuva valinta ei siis näiden tulosten perusteella vaikuttaisi pituuskasvuun. Pistokasperheiden väliset erot ryhmien sisällä eivät myöskään olleet tilastollisesti merkitseviä. Eteläsuomalaisten pluspuuperheiden joukkomonistuksella saavutettiin 15–23 % pituuskasvuhyöty jalostamattomiin vertailueriin verrattuna. Tulos on jälleen samaa luokkaa kuin aiemmin esitettyjen alustavasti testatuista lähtöaineistoista tehtyjen kloonivalintojen valintahyöty.

4.3 Valinnan ja testauksen merkitys kasvullisessa lisäyksessä

Pistokasmonistuksessa tärkeimmät käytännön lisäykseen vaikuttavat tekijät ovat kantataimien koko ja ikä. Pienistä taimista ei saada riittävästi juurrutukseen soveliaita oksia, mikä olisi tärkeää silloin, kun lisäysmenetelmänä on ns. serial-monistus. Liian vanhasta taimesta leikatut oksat juurtuvat huonosti sekä ovat pistokkaina usein kasvumuodoltaan makaavia eli plagiotrooppisia. Pistokasemojen ikääntymistä on hidastettu toistuvien latvusosan leikkauksin, joilla emotaimi pidetään korkeintaan metrin korkuisena.

Lähtöaineiston jalostuksellinen taso sekä kantayksilöiden valintatapa vaikuttavat kasvullisesta lisäyksestä saatavaan hyötyyn. Kloonien valintamenetelminä voidaan käyttää massavalintaa, perhevalintaa, perheen sisäistä valintaa tai yhdistettyä valintaa. Joukkomonistuksen lähtöaineistoksi voidaan valita metsikköeriä, siemenviljelyseriä, kantapuiden vapaapölytysjälkeläistöjä tai

risteytysjälkeläistöjä. Jos valinnan kohteena olevien ominaisuuksien periytymisaste (heritabiliteetti) on alhainen, yhdistetty valinta on tehokkain menetelmä.

Metsänjalostussäätöön kasvullisesta lisäyksestä saadut kokemukset sekä kloonikokeiden tulokset osoittavat selvästi, että parivuotiaista testaamattomista metsikkötason lähtöaineistoissa tehtävä fenotyyppinen valinta on tehotonta. Pituusvalinta viisivuotiaista taimitarhalla kasvaneista testaamattomista risteytysjälkeläistöistä on sen sijaan osoittautunut luotettavammaksi menetelmäksi kun nuorista kantataimista tehty lisäys (Napola 2006).

Haapastensyrjässä 1980-luvun lopulla aloitetun yhdistettyä (perheen välistä ja sisäistä) kloonivalintaa selvittävän tutkimuksen mukaan hidaskasvuisimpien testaustarhaperheiden pisimmät kantataimet olivat kloonikokeessa nopeakasvuisia, samoin kuin parhaiden perheiden lyhimmistä taimista lisätyt kloonit (Napola 2006). Tämän ja aiempien vastaavien tulosten perusteella voidaan päätellä, että nuorten testattujen jälkeläistöjen joukosta voidaan suhteellisen luotettavasti valita yksittäisklooneja ja joukkomonistuksen kantayksilöitä. Yksittäiskloonien valinnassa voidaan myös ensisijaiseksi valintakriteeriksi ottaa esim. kevätfenologia. Roulundin ym. (1985) mukaan kasvuunlähdon ajankohdan periytymisaste on kuusella erittäin korkea, noin 0,90 luokkaa.

Kloonien testauksen toivottiin Metsänjalostussäätöissä johtavan kaupallisten testattujen kloonisekoitusten muodostamiseen. Testauksen aikana klooniemot kuitenkin alkoivat osoittaa vanhenemisen merkkejä, mikä johti epätasaiseen pistokastaimisaantoon ja suureen hävikkiin. Valikoituja klooniyhdistelmiä oli mahdollista muodostaa ilman kloonitestausta, mutta tämän lisäysmenetelmän hyödyntäminen (yhtä yhdistelmää lukuun ottamatta) samoin kuin testattujen pariristeytyserien joukkomonistus (Napola 1997) jäivät toteutumatta 1990-luvun talouslaman vuoksi. Lisäysmenetelmiin ja kantayksilöiden valintaan liittyvien tutkimuksellisten koeviljelysten mittaukset ja tulosten julkaiseminen kuuluvat Metlan hankkeen 3457 tehtäviin vuosina 2007–2011.

5 Päätelmiä

Kuusen kasvulliseen lisäykseen liittyvät kehittämistyöt, kloonaineistojen valinta ja aktiivinen kloonitestausta kestivät lähes kolmekymmentä vuotta. Tänä ajanjaksona kokemusperäinen tietomäärä kasvoi, vaikka tieteellinen tutkimus aihepiiristä jäi vähäiseksi. Tutkimustietoa haettiin muista pohjoismaista, joissa julkaistiin lukuisia tutkimuksia niin kantataimivalinnasta kuin myös testauksesta. Tanskassa tai Etelä-Ruotsissa tehdyt kasvullisen lisäyksen tutkimukset ja niiden tulokset eivät kuitenkaan suoraan ole soveltuneet Suomen olosuhteisiin. Maassamme olisi tarvittu omaa korkealaatuista kloonaukseen liittyvää tutkimusta heti kasvullisen lisäyksen alkuajoista lähtien.

Metsänjalostussäätöissä tehdyt julkaisut ja raportit antavat varsin kattavan kuvan kuusen pistokasmonistuksen mahdollisuuksista ja ongelmista. Yksittäiskloonimonistus ja kloonitestausta on korkeiden kustannusten vuoksi käytäntöön sopimaton menetelmä. Sen sijaan kasvullinen joukkomonistus ja siihen suoraan liittyvät valikoidut yhdistelmät voisivat olla pienimuotoisen kehittämisen kohteena tulevaisuudessakin.

Uusi metsäpuiden jalostusohjelma sisältää kuusenjalostuksen etenemistä, aineistomääriä ja testaustapoja koskevia yksityiskohtia. Vuosina 2002–2007 istutetuista pluskuusten jälkeläistöjä sisältävistä koeviljelyksistä tullaan valitsemaan ns. kantataimia 5–7 vuoden iässä koesarjojen mittaustietojen perusteella. Pensastetut kantataimet säilynevät lisäskelpoisina jopa 15 vuotta. Kantataimet testataan pistokastaimina kloonikokeissa, jonka jälkeen parhaat kloonit valitaan seuraavan jalostuskierroksen jalostuspopulaatioon. Metsänjalostusohjelman mukaan kunkin kohdealueen varsinaisen jalostuspopulaation lisäksi voidaan muodostaa erityisominaisuuksien perusteella valittuja pienempiä osapopulaatioita.

Kloonitestaukseen valittavien kantataimien (kantataimien) huolellisella valinnalla voidaan vaikuttaa sekä testauspopulaation että tulevan jalostuspopulaation geneettiseen rakenteeseen ja jalostusarvoon. Kantataimien valinnassa voidaan eri kohdealueilla painottaa eri ominaisuuksia. Testauksen kuluessa on mahdollista tehdä lupaavimmilla kloonilla kokeita myös kontrolloiduissa olosuhteissa. Ilmastonmuutoksen aiheuttamiin ongelmiin voidaan varautua testaamalla jalostuspopulaatioehdokkaista lisättyjen pistokastaimien reagoitua ilmaston lämpenemiseen ja mahdollisiin kuiviin jaksoihin ennen varsinaista lopullista kloonien valintaa jalostuspopulaatioihin.

Kuusen nykyisten jalostusaineistojen kasvuisimpien, laadukkaimpien ja kasvurytmiltään joustavimpien kantapuiden kukittaminen ja jälkeläistöjen joukkomonistus voisi olla sovelias menetelmä tulevaisuuden taimituotannossa. Bulk-lisäyksen avulla pitkälle jalostetut ja sopeutuneisuudeltaan tunnetut aineistot saadaan hyödyttämään käytännön metsätaloutta. Koko lisäsketjun eri vaiheissa on vielä runsaasti kehittämisen ja tutkimisen tarvetta. Tutkimustyön ja kehittämistyön mahdollisuudet Haapastensyrjän metsänjalostusasemalla ovat hyvät, sillä Haapastensyrjässä on kuusen pistokasoksien juurruttamiseen suunniteltu kasvihuone sekä nykyaikaisia kasvatustiloja, joiden valaistusta ja lämpötiloja voidaan säätää.

6 Kuusen kasvullista lisäystä koskevaa kirjallisuutta

- Ahuja, M.R & Libby, W.J. (toim.). 1993. Clonal Forestry I: Genetics and Biotechnology. 277 s. Clonal Forestry II: Conservation and Application. 240 s. Springer-Verlag.
- Benzer, B. 1981. Large scale propagation of Norway spruce by cuttings. Sveriges Lantbruksuniversitet. Rapporter och uppsatser 32: 33-42.
- Bentzer, B. 1988. Rooting and Early Shoot Characteristics of *Picea abies* (L.) Karst. Cuttings Originating from Shoots with enforced Vertical Growth. Scand. J. For. Res. 3: 481-491.
- Bentzer, B.G., Foster, G.S., Hellberg, A.R. & Podzorski, A.C. 1988. Genotype x Environment Interaction in Norway spruce involving three levels of genetic control: seed source, clone mixture, and clone. Can. J. For. Res. 18: 1172-1181.
- 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.
- Dekker-Robertson, D.L. & Kleinschmit, J. 1991. Serial propagation in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst): Results from later propagation cycles. Silvae Genetica 40, 5/6: 202-214.
- 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., Örländer, 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.
- Haapanen, M. & Mikola, J. 2008. Metsänjalostus 2050 – pitkän aikavälin metsänjalostusohjelma. Metsäntutkimuslaitoksen työraportteja 71. 50 s.

- Hagman, M. 1950. Metsäpuiden kasvullinen monistaminen. Metsätal. Aikakauslehti 7-8: 14-18.
- 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.
- Högberg, K-A., Eriksson, U. & Werner, M. 1995. Vegetativ förökning och klonskogsbruk - med tonvikt på gran. SkogForsk. Redogörelse 2/95. 38 s.
- Karlsson, B. 2000. Clone testing and genotype x environment interaction in *Picea abies*. Väitöskirja. Swedish University of Agricultural Sciences. Silvestria 162.
- 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.
- Kloonien ja klooniyhdistelmien merkitseminen kloonaineistojen luetteloihin. 1993. Metsäntutkimuslaitos Työohje 216. 5.1.1993. 9 s.
- Krutzsch, P. 1973. Norway spruce. Development of buds. IUFRO S2.02.11. Moniste. 4 s.
- Kärki, L. 1970. Pistokkaiden käyttö avaa uusia mahdollisuuksia metsänjalostustyössä. Metsä ja Puu 12/1970: 4- 6.
- Larsen, A.B., Wellendorf, H. & Roulund, H. 1997. Realized correlated responses at late stage from upward, downward, and stabilizing selection at nursery stage in *Picea abies* (L.) Karst. Forest Genetics 4(4): 189-199.
- Lepistö, M. 1970. Tuloksia metsäpuiden pistokaskokeista 1970. Metsä ja Puu 12/1970: 6-7.
- Lepistö, M. 1974. Successful propagation by cuttings of *Picea abies* in Finland. N.Z. J. For. Sci 4(2): 367-370.
- Lepistö, M. 1977. Vegetative propagation by cuttings of *Picea abies* in Finland. Proc. Symposium in Uppsala 16-17 February 1977, Vegetative propagation of forest trees - physiology and practice: 87 - 95. The Institute for Forest Improvement.
- Lepistö, M. 1983. Kuusen pistokkaiden parhaimmisto seulotaan viljelyyn kloonikokeissa. Metsänjalostussäätiö. Tiedote 2/1983. 8 s.
- Lepistö, M. 1989. Nuoruus-kypsyys korrelaatiot kuusen pistokaskloonikokeissa ja niiden vaikutus jalostustyön etenemiseen. Lisensiaattitutkielma, Helsingin yliopisto. 69 s.
- Lepistö, M. 1993. Genetic variation, heritability and expected gain of height in *Picea abies* in 7 to 9 year-old Clonal Tests. Scand. J. For. Res. 8: 480-488.
- Lepistö, M. ja Altonen, M. 1995. Uusi pistokashuone Haapastensyrjässä ja sen rakenneratkaisut. Metsänjalostussäätiön työraportteja 21.
- Libby, W.J. 1974. The use of vegetative propagules in forest genetics and tree improvement. N.Z. J. For. Sci. 4(2): 440-447.
- Lindgren, D. 1977. Skogsbruk med gransticklingar. Skogshögskolan. Skogsfakta 2/1977 Stockholm. 14 s.
- Lundkvist, K. 1987. Earliness and growth performance in clones of *Picea abies* selected for late frost resistance. Scand. J. For. Res. 2:31-43.
- 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.
- Maa- ja metsätalousministeriön työryhmämuistio 2004:12. Metsäpuiden siemenhuolto-työryhmän muistio. Helsinki 2004. 48 s.
- Monchaux, P. 1983. *Epicea commun*: sélection massale en pépinière. Annales AFOCEL 1982: 263-289.
- Napola, M-L. 1988. Havaintoja kuusen (*Picea abies* (L.) Karst.) provenienssiristeytysjälkeläisten kasvusta ja kehityksestä. Metsänjalostustieteen pro gradu -työ, Helsingin yliopisto. 72 s.
- Napola, M-L. 1992. Pistokaslisyöksellä kuusen jalostuksen tulokset metsänviljelyyn. Metsänjalostussäätiön Tiedote 1/1992. 8 s.
- Napola, M-L. 1994. Kasvulliseen monistukseen tähtäävä kuusen jalostus. MMM:n kuusiseminaari 31.10.1994 Vantaalla. Moniste. 10 s.

- Napola, M-L. 1997. Kuusen jalostuksen aineistot Metsänjalostussäätiössä. Metsänjalostussäätiön työraportteja 43. 19 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. T-kloonien testaustuloksia kuusen jalostuspopulaatioiden muodostamista varten. Metsänjalostussäätiön työraportteja 61. 14 s.
- Napola, M-L. 1999c. Kuusen V-kloonien testaustuloksia. Vuosina 1969-74 valitut aineistot. Metsänjalostussäätiön työraportteja 62. 16 s.
- Napola, M-L. 1999d. Valintamenetelmän, alkuperän sekä lähtöaineiston jalostuksellisen tason vaikutukset kuusen pistokaskloonien kasvuun. Metsänjalostustieteen lisensiaattityö. Helsingin yliopisto. 56 s.
- Napola, M-L. 2000 Kuusen kasvullisen lisäyksen kehittämismahdollisuudet. Raportti Metlan hankkeelle 3273. 14 s.
- Napola, M-L. 2005. Kandidaattien valinta kuusen uudistamiskokeista. Moniste. 13 s.
- Napola, M-L. 2006. Kantayksilöiden varhaisen pituusvalinnan vaikutus kuusen pistokaskloonien kasvuun. Tuloraportti Metlan hankkeelle 3413. 24 s.
- Niiranen, J. 1979. Kuusen pistokastaimien kasvatusta. Metsänjalostussäätiön tiedonantoja 2/1979. 4 s.
- Raiskila, S. 2008. The effect of lignin content and lignin modification on Norway spruce wood properties and decay resistance. Dissertationes Forestales 68.
- Raiskila, S., Saranpää, P., Fagerstedt, K., Laakso, T., Löija, M., Mahlberg, R., Paajanen, L. & Ritschkoff, A.-C. 2006. Growth rate and wood properties of Norway spruce cutting clones of different sites. *Silva Fenn.* 40: 247-256.
- Rajala, T. 2008. Responses of soil microbial communities to clonal variation of Norway spruce. Dissertationes Forestales 58. 50 s.
- Rautanen, J. 1995. Untersuchung der Höhenentwicklung zwischen den Klon- und Sämlingsherkunften der Fichte über 21 Jahre. Ein Beitrag zur Frage der Prüfdauer. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 559. 58 s.
- Roulund, H. 1974. Comparative study of characteristics of seedlings and clonal cuttings. *N.Z.J. For. Sci.* 4(2): 378-386.
- Roulund, H. 1977. A comparison of seedlings and clonal cuttings of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *Forest Tree Improvement* 10: 1-26.
- Roulund, H. 1979. Stem Form of Cuttings Related to Age of Ortets and Position of Scions. *Forest Tree Improvement* 13: 1-24.
- Roulund, H. 1980. Growth and quality characters, their variation and correlation in a combined clone and progeny experiment in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *Forest Tree Improvement* 14: 1-46.
- Roulund, H. 1981. Problems of clonal forestry in spruce and their influence on breeding strategies. *Forestry Abstracts* 42: 457-471.
- Roulund, H., Wellendorf, H. & Werner, M. 1985. A clonal experiment in Norway spruce – 15 years results. *Forest Tree Improvement* 17: 1 – 33.
- Roulund, H., Wellendorf, H. & Werner, M. 1986. A Selection Experiment for Height Growth with Cuttings of *Picea abies* (L.) Karst. *Scand. J. For. Res.* 1: 298-302.
- Roulund, H. 1987. Ortet-ramet regression and age-age correlation in clonal trials of Norway spruce. *Forest Tree Improvement* 20: 119-137
- Shelbourne, C.J.A. 1974. Clonal test with *Picea abies* (L.) Karst. In Norway. Norsk Institutt for Skogforskning. 1974. 38 s.
- Skrøppa, T. 1981. Some results from a 20-year old clonal cutting experiment with Norway spruce. Symposium on clonal forestry. Research Note 32: 105-115. Uppsala 1981.
- Skrøppa, T. 1982. Genetic Variation in Growth Rhythm Characteristics within and between natural populations of Norway spruce. Proceedings of symposium. *Silva Fennica* 16:2.

- Skrøppa, T. ja Dietrichson, J. 1986. Genetic variation and ortet/ramet relationships in clonal test with *Picea abies*. *Scand. J. For. Res.* 1: 323-332.
- St. Clair, J.B., Kleinschmit, J. & Svolba, J. 1985. Juvenility and serial vegetative propagation of Norway spruce clones (*Picea abies* (L.) Karst.). *Silvae Genetica* 34: 42-48.
- Ununger, J., Ekberg, I. & Kang, H. 1988. Causal Relationship between Juvenile Shoot Characters in *Picea abies*. *Scand. J. For. Res.* 3:147-156.
- Werner, M. 1979. Present methods of propagation of Norway spruce and future aspects. Proc. of the IUFRO joint meeting. Norway spruce provenances and Norway spruce breeding. Bucharest 1979: 117-128. Lower Saxony Forest Research Institute.
- Werner, M. & Pettersson, H. 1981. Klonskogsbruk med gran. Institutet for skogsförbättring. Årsbok 1981: 118-153.
- Werner, M. 1987. Selection methods and its influence on a large scale propagation programme in Sweden. *Forest Tree Improvement* 20: 79-101.
- Zubizarreta Gerendiain, A., Peltola, H., Pulkkinen, P., Jaatinen, R., Paippinen, A. & Kellomäki, S. 2007. Differences in growth and wood property traits in cloned Norway spruce (*Picea abies*). *Can. J. For. Res.* 37: 2600-2611.

Liite 1. M-L Napolan vastuulla olevat kloonikokeet vuoden 2007 lopussa metsägeneettisen rekisterin mukaan.

Koe	Perustamis- ajankohta	Koe- eriä	Tois- toja	Taimia/ ruutu	Pinta- ala	Kasvu- paikka	Lopetus vuosi	Kokeen tarkoitus	PAIKKA
VARHAISTESTIT									
65801	20.5.1977	167	3	3	0,05	pelto	1986	Pistokaskloonien kasvun vertailu	Nurmijärvi, Röykkä
66501	20.6.1977	256	6	5	0,09	pelto	1986	Pistokaskloonien alustava vertailu varhaistesti-menettelyllä	Nurmijärvi, Röykkä
67101	18.6.1976	38	5	5	0,08	pelto	1986	Pistokaskloonien alustava vertailu varhaistesti-menettelyllä	Nurmijärvi, Röykkä
83901	26.5.1976	30	5	5	0,01	pelto	1986	Pistokaskloonien alustava vertailu varhaistesti-menettelyllä	Nurmijärvi, Röykkä
88902	3.6.1982	395	6	4	0,14	pelto	1988	Taimitarhoilta huipputaimina valittujen eteläsuomalaisten pistokaskloonien alustava vertailu	Loppi, Läyliäinen
89002	9.6.1982	228	6	4	0,08	pelto	1988	Taimitarhoilta huipputaimina valittujen eteläsuomalaisten pistokaskloonien alustava vertailu	Loppi, Läyliäinen
99001	28.5.1984	40	8	3	0,02	pelto	1997	Pistokaskloonien kasvun ja laadun vertailu standardisimentaimiin ja keskenään	Loppi, Läyliäinen
107401	6.6.1985	206	5	2	0,05	pelto	1992	Pistokaskloonien kasvun ja laadun vertailu standardisimentaimiin ja keskenään	Loppi, Läyliäinen
143401	6.5.1992	83	5	2	0,07	pelto	2000	Kloonivalintoja selvittävä koe. Pistokkaita.	Loppi, Läyliäinen
TESTAUSTARHAT									
56001	27.5.1974	125	20	4	6,10	pelto		Kuusipistokkaiden kasvun tutkiminen ja vertaaminen siementaimien kasvuun	Imatra, Pelkola
65701	12.5.1977	62	5	4	0,12	pelto		Pistokaskloonien ja siementaimien kasvun vertailu	Nurmijärvi, Röykkä
76801	12.6.1980	500	4	3	1,20	MT	1986	Kuusipistokaskloonien ja siementaimien vertailu	Karkkila, Vaskijärvi
76904	21.5.1980	117	4	8	0,54	pelto	2006	Kuusipistokaskloonien ja siementaimien kasvun vertailu	Haukivuori, Mäen tila 4:46
88601	24.9.1981	306	8	4	0,22	pelto		Pistokaskloonien alustava vertailu keskenään ja standardisiemeneriin	Loppi, Läyliäinen
88701	18.9.1981	88	7	4	0,06	pelto		Pistokaskloonien alustava vertailu keskenään ja standardisiemeneriin	Loppi, Läyliäinen
88901	20.5.1982	412	6	4	2,07	MT		Taimitarhoilta huipputaimina valittujen eteläsuomalaisten pistokaskloonien alustava vertailu	Mäntyharju, Niinimäki
89001	17.6.1982	245	6	4	1,23	OMT-MT	2006	Taimitarhoilta huipputaimina valittujen eteläsuomalaisten pistokaskloonien alustava vertailu	Pieksänmaa, Tikkanmäki
112601	4.7.1986	106	5	3	0,05	pelto	2006	Pluspuu- ja risteytysjälkeläistöistä valittujen V-kloonien testaus. Pistokas.	Pieksämäki, Kirkonkylä
112701	30.6.1986	39	5	2	0,01	pelto	2006	K-kantapuu-jälkeläistöistä valittujen V-kloonien testaus. Pistokas.	Pieksämäki, Kirkonkylä
114301	9.6.1986	8	6	64	0,08	pelto		Selvittää kuusen latvusmuodon vaikutusta biomassan ja runkopuun kokonaistuottoon	Punkaharju, Vaahersalo
139401	7.5.1991	58	8	3	0,14	pelto	2000	Pistokaskloonien vertailu siementaimijälkeläistöihin	Loppi, Joentaka
142201	6.6.1991	28	7	3	0,21	pelto		Demonstroida ja kokeilla kloonien testauksesta annettuja ohjeita. Pistokas.	Paimio, Preitilä
142202	15.5.1991	13	4	3	0,04	pelto	2004	Demonstroida ja kokeilla kloonien testauksesta annettuja ohjeita. Pistokas.	Tuusula, Ruotsinkylä
142203	7.6.1991	17	4	2	0,05	pelto		Demonstroida ja kokeilla kloonien testauksesta annettuja ohjeita. Pistokas.	Paimio, Preitilä
143501	14.5.1992	9	4	36	0,13	pelto		Yksittäiskloonisekoitusten ja BULK-sekoitusten vertailu. Pistokkaita.	Loppi, Sajaniemi
143701	19.5.1992	17	4	36	0,16	pelto		Erlaisten pistokaskloonisekoitusten kasvun seuranta	Loppi, Läyliäinen
143702	15.5.1992	17	4	36	0,22	pelto		Erlaisten pistokaskloonisekoitusten kasvun seuranta	Loppi, Sajaniemi
147801	25.5.1993	30	4	36	0,40	pelto		Joukkomonistettujen ja valikoitujen pistokassekoitusten alkukehityksen tutkiminen	Loppi, Sajaniemi
147901	27.5.1993	50	5	9	0,22	pelto		Joukkomonistuserien fenologisen harvennuksen ja varhaisvalinnan merkityksen selvittäminen	Loppi, Sajaniemi
148101	27.5.1993	71	5	4	0,14	pelto		Valikoitujen V-kloonien valintatutkimus sekä vertailu alustavasti testattuihin kloonisiin	Loppi, Sajaniemi

Koe	Perustamis- ajankohta	Koe- eriä	Tois- toja	Taimia/ ruutu	Pinta- ala	Kasvu- paikka	Lopetus vuosi	Kokeen tarkoitus	PAIKKA
148201	12.5.1994	104	8	2	0,16	pelto		Risteytysjälkeläistöistä valittujen pistokaskloonien testaus	Loppi, Sajaniemi
186101	20.5.1994	52	3	25	0,35	pelto		Pluspuujälkeläistössä tehdyn kantayksilövalinnan tehokkuuden selvittäminen	Loppi, Sajaniemi
186301	27.5.1994	25	4	25	0,24	pelto		Erialaisten joukkomonistuskeoitusten kehityksen selvittäminen. Pistokas.	Loppi, Sajaniemi
186401	1.6.1994	140	5	4	0,27	pelto		Valikoitujen pistokaskloonien alkukehityksen tutkiminen sekä kloonien testaus	Loppi, Sajaniemi
201001	3.5.1995	10	5	36	0,18	pelto		Klooniyhdistelmän C05-93-1 kloonien alkukehityksen selvitys	Loppi, Sajaniemi
201101	10.5.1995	40	5	16	0,31	pelto		Risteytyspistokasjälkeläistöissä tapahtuvan varhaisvalinnan vaikutusten selvittäminen	Loppi, Sajaniemi
KENTTÄKOKEET									
69001	21.6.1979	77	5	4	0,62	MT		Kuusen pistokaskloonien kasvun ja kestävyden tutkiminen eri alkuperillä.	Kangasniemi, Suurola
76901	19.6.1980	33	4	25	1,32	MT	1986	Parhaiden massalisäyksessä olevien kuusipistokaskloonien ja siementaimien vertailu.	Karkkila, Vaskijärvi
76902	27.5.1980	33	4	9	0,48	pelto	2006	Pistokaskloonien ja siementaimien kasvun vertailu.	Nurmijärvi, Perttula
76903	27.5.1980	32	4	7	0,36	pelto	2006	Pistokaskloonien ja siementaimien kasvun vertailu.	Nurmijärvi, Perttula
83601	2.7.1981	532	10	4	6,22	MT	1986	Kuusipistokaskloonien ja siementaimien vertailu.	Loppi, Sajaniemi
83701	28.5.1981	72	13	4	1,50	MT	1986	Pistokaskloonien vertailu keskenään ja plusmetsikköalkuperää oleviin siementaimiin.	Pieksänmaa, Nikkarila
94501	24.5.1983	63	8	5	1,04	pelto		Kuusen pistokaskloonien vertailu standardisiementaimiin ja keskenään.	Vihti, Haimoo
98801	6.6.1979	69	10	4	0,94	MT		Verrata pistokaskloonialkuperien kasvua vertailussa oleviin siementaimiin.	Padasjoki, Pajulahti
98901	15.5.1979	15	8	49	2,23	Trk	2004	Verrata kloonien kasvua siementaimien kasvuun käyttämällä suuria ruutuja.	Mäntyharju, Hyyrylä
99101	4.6.1984	101	7	3	0,78	pelto		Pistokaskloonien kasvun ja laadun vertailu standardisiementaimiin ja keskenään.	Loppi, Sajaniemi
99102	14.5.1984	131	7	3	1,23	pelto		Pistokaskloonien kasvun ja laadun vertailu standardisiementaimiin ja keskenään.	Pieksänmaa, Pyhitty
100301	14.5.1984	160	4	3	0,88	MT	2006	Kapealatvaisten kuusien jälkeläisistä valittujen pistokaskloonien testaus.	Pieksänmaa, Pyhitty
100701	25.5.1984	36	8	3	0,41	pelto	1991	Pistokaskloonien vertailu siementaimiin ja keskenään.	Nurmijärvi, Leppälampi
100702	16.5.1984	36	8	3	0,40	MT	1991	Pistokaskloonien vertailu siementaimiin ja keskenään.	Pieksänmaa, Nikkarila
107402	12.6.1985	206	5	3	1,37	pelto		Pistokaskloonien kasvun ja laadun vertailu standardisiementaimiin ja keskenään.	Hankasalmi, Sauvamäki
125101	26.5.1988	128	6	4	1,20	pelto		Pistokaskloonien testaus.	Ruotsinpyhtää, Petjärvi
125102	17.6.1988	126	6	4	1,17	pelto		E- ja K-Suomen kantapueristä valittujen pistokaskloonien vertailu standardimetsikköeriin.	Savonlinna, Juvola
125201	20.5.1988	24	2	25	0,48	pelto		Pistokaskloonien sisäisen vaihtelun selvittäminen.	Ruotsinpyhtää, Petjärvi
125202	21.5.1988	22	2	25	0,37	pelto		E- ja K-Suomen kantapueristä valittujen pistokaskloonien sisäisen vaihtelun selvittäminen.	Kitee, Puhossalo
143402	15.5.1992	83	5	4	0,66	pelto		Kloonivalintoja selvittävä koe. Pistokkaita.	Sipoo, Box
143502	13.5.1992	9	4	36	0,52	pelto		Yksittäiskloonisekoituksien ja BULK-sekoitusten vertailu. Pistokkaita.	Sipoo, Box
143503	30.5.1992	9	4	36	0,52	pelto		Yksittäiskloonisekoituksien ja BULK-sekoitusten vertailu. Pistokkaita.	Pieksänmaa, Surnumäki
143703	23.5.1992	13	4	36	0,70	pelto		Erialaisten pistokaskloonisekoitusten kasvun seuranta.	Nummi-Pusula, Leppäkorpi
144701	9.5.1991	55	6	3	0,35	pelto		Pistokaskloonien vertailu siementaimijälkeläistöihin.	Pohja, Böle
147802	24.5.1993	30	5	9	0,53	pelto		Erialaisten pistokassekoitusten ja vertailuerien välinen kasvuvvertailu.	Karkkila, Haavisto
148001	5.5.1993	58	5	9	1,01	pelto		Joukkomonistuserien fenologisen harvennuksen ja varhaisvalinnan merkityksen selvittäminen.	Karkkila, Haavisto
148202	6.6.1994	102	6	4	0,92	pelto		Kloonien kantayksilöiden varhaisen pituusvalinnan merkityksen selvittäminen. Pistokkaita.	Nummi-Pusula, Seppälä
164601	25.5.1994	93	3	9	1,00	MT		Pistokaskloonien vertailu standardeihin.	Pieksänmaa, Vehmaskylä

Koe	Perustamis- ajankohta	Koe- eriä	Tois- toja	Taimia/ ruutu	Pinta- ala	Kasvu- paikka	Lopetus vuosi	Kokeen tarkoitus	PAIKKA
186201	19.5.1994	36	3	25	1,02	pelto		Pistokaskantayksilöiden valintaa selvittävä tutkimus.	Karkkila, Haavisto
186302	20.5.1994	25	3	25	0,74	pelto		Erialaisten joukkomonistussekoitusten kehityksen selvittäminen. Pistokas.	Karkkila, Haavisto
186402	25.5.1994	132	5	4	1,02	pelto		Valikoidun pistokaskloonien alkukehityksen tutkiminen sekä kloonien testaus.	Karkkila, Haavisto
207701	20.9.1999	37	5	12	0,34	OMT-MT		Kuusen jälkeläiskokeista valittujen joulukuusikloonien sekä siementaimien välinen vertailu.	Loppi, Läyliäinen
208301	17.6.1999	25	3	6	0,18	pelto		Selvitetään, onko taimitarhaviheessä tehdyllä siementaimien pituusvalinnalla merkitystä	Paimio, Preitilä
208302	12.5.1999	23	3	5	0,22	pelto		Selvitetään, onko taimitarhaviheessä tehdyllä siementaimien pituusvalinnalla merkitystä	Punkaharju, Laukansaari
NÄYTEALAT JA JÄLKEÄISVILJELYKSET									
13801	30.5.1958	5	3	10	0,11		1994	Perusrunkokoe	Tuusula, Ruotsinkylä
13901	31.5.1958	3	3	16	0,06		1994	Pistokaskoe	Tuusula, Ruotsinkylä
13902	31.5.1958	6	1	16	0,15		1994	Pistokaskoe	Tuusula, Ruotsinkylä
14201	25.5.1964	40	1		0,21		1994	Tutkitaan onko olemassa maannousemasientä vastaan kestäviä puuyksilöitä.	Tuusula, Ruotsinkylä
59001	12.6.1978	115	1	6	0,74	MT		Kloonikokoelma, jossa kaikki saatavilla olevat pistokaskloonit.	Punkaharju, Laukansaari
89201	2.6.1981	72	1	50	1,42	MT-	1997	Pistokaskloonien vertailu keskenään ja standardisemeneriin.	Pieksänmaa, Olkonlahti
101199	15.5.1984	8	1	250	1,00	MT	2004	Kuusipistokastaimien vertailu.	Vihti, Olkkala
108399	31.5.1985	9	1	150	0,48	MT		Riippa- ja tavallisen kuusen pistokasaineiston kasvu- ja laatuvertailu	Keuruu, Riho
162099	12.5.1992	6	2	400	1,74	pelto		Provenienssihybridi pistokasseosten kasvuvvertailu.	Hartola, Lepsala
162199	6.6.1992	6	2	400	1,73	pelto		Pistokasseosten kasvuvvertailu.	Rääkkylä, Oravisalo
164799	15.6.1994	82	3	414	0,62	MT		Pistokaskloonien vertailu standardeihin.	Pieksänmaa, Vehmaskylä
178999	9.6.1989	4	1	1366	1,47	OMT		Klooniseoksien esittely ja vertailu standardeihin.	Kitee, Haapasalo
181999	23.5.1992	6	2	300	1,44	pelto		Pistokassekoitusten ja siementaimien välinen vertailu.	Nummi-Pusula, Leppäkorpi
182099	19.5.1992	6	2	300	1,62	pelto		Pistokassekoitusten ja siementaimien välinen vertailu.	Loppi, Läyliäinen
182199	17.5.1993	4	2	500	1,60	pelto		Pistokassekoitusten kasvun seuranta.	Karkkila, Haavisto
182299	19.5.1993	2	2	1000	1,42	pelto		Pistokassekoitusten kasvun seuranta.	Vihti, Ojakkala
182399	23.5.1993	2	1	2000	2,30	VT		E- ja provenienssihybridi pistokasseosten välinen vertailu.	Loppi, Topeno
182499	23.5.1993	2	1	2500	15,00	MT		E- ja provenienssihybridi pistokasseosten välinen vertailu.	Karkkila, Siikala
183799	10.5.1980	268	1	15	2,10	MT		Kuusen pistokas- ja siementaimien vertailu.	Loppi, Läyliäinen
183899	21.5.1982	335	1	23	1,76	MT		Pistokastaimien vertailu.	Tammela, Vistinkoski
183999	20.5.1982	98	1	50	1,40	MT	2004	Pistokaskloonien vertailu.	Ulvila, Harjunpää
184299	31.5.1982	31	1	85	0,76		2001	Kuusipistokaskloonien vertailu.	Janakkala, Koljala
184599	20.5.1985	1	1	4000	2,00	MT		Pistokasnäyteala.	Janakkala, Kesijärvi
184699	13.6.1988	8	1	200	0,45	pelto		Kantapuiden vapaapölytyserien ja risteytysten vertailu BULK-pistokkain.	Loppi, Vojakkala
184799	25.5.1988	1	1	600	0,30	pelto		Pistokasklooniseoksen seuranta (72-271 +44 Miehikkälä, 600 kpl)	Mäntsälä, Hautjärvi
187899	1.6.1988	4	1	3150	3,00	VT+-MT		Pistokaskloonisekoitusten testaus.	Kuru, Hainari
184999	3.6.1988	10	1	500	0,80	pelto		Provenienssihybridi pistokasalkuperien vertailu.	Ruotsinpyhtää, Petjärvi
185099	31.5.1988	22	1	600	2,00	pelto	1998	Pistokasklooniseosten seuranta.	Tammisaari, Snappertuna

Metlan työraportteja 104

<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2008/mwp104.htm>

Koe	Perustamis- ajankohta	Koe- eriä	Tois- toja	Taimia/ ruutu	Pinta- ala	Kasvu- paikka	Lopetus vuosi	Kokeen tarkoitus	PAIKKA
201299	4.5.1995	5	3	100	0,76	pelto		Pistokassekoitusten ja vertailuerien välinen kasvuvertailu.	Parainen, Lielax
201399	16.5.1995	5	3	100	0,76	pelto		Pistokassekoitusten ja vertailuerien välinen kasvuvertailu.	Loppi, Jokiniemi
201499	6.6.1995	6	2	400	1,62	OMT		Pistokas- ja vertailuerien välinen kasvuvertailu.	Loppi, Jokiniemi
201599	12.5.1995	6	1	400	0,16	pelto		Pistokassekoitusten ja vertailuerien välinen kasvuvertailu.	Loppi, Sajaniemi
202999	23.5.1985	9	1	50	0,13	OMT		Riippakuusi pistokaskloonien vertailu keskenään ja metsikköalkuperäiseen tavalliseen kuuseen.	Loppi, Läyliäinen
203999	8.5.1996	4	1	500	1,00	pelto		Valikoidun pistokasklooniyhdistelmän vertailu standardieriin.	Parainen, Lielax
204899	29.5.1981	4	1	2055	1,50	OMT	2004	Pistokaskloonien vertailu.	Nurmijärvi, Perttula
205899	31.5.1981	16	1	1174	7,80	MT-OMT		Pistokkaiden kloonien vertailu avojuuri- ja paakkutaimilla.	Elimäki, Ruokosuo
208901	13.6.1996	30	3	7	0,39	pelto		Näyteala, jonka tarkoituksena on demonstroida kuusipistokkaiden kasvua ja kehitystä	Paimio, Preitilä
208902	24.5.1996	30	3	7	0,25	OMT		Näyteala, jonka tarkoituksena on demonstroida kuusipistokkaiden kasvua ja kehitystä	Punkaharju, Laukansaari