

# Kuusen siemenviljelysaineiston menestyminen Pohjois-Suomessa

Survival and growth of Norway spruce seed orchard material  
in northern Finland



Seppo Ruotsalainen  
Teijo Nikkanen





# **Kuusen siemenviljelysaineiston menestyminen Pohjois-Suomessa**

Survival and growth of Norway spruce seed orchard material  
in northern Finland

Seppo Ruotsalainen  
Teijo Nikkanen

**Ruotsalainen Seppo & Nikkanen Teijo. 1998.** Kuusen siemenviljelysaineiston menestyminen Pohjois-Suomessa.  
Summary: Survival and growth of Norway spruce seed orchard material in northern Finland.  
Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 709. 33 s.  
ISBN 951-40-1653-X, ISSN 0358-4283

**Avainsanat:** kuusi, siemenviljelys, taustapölytys, käyttöalue, jälkeläistestaus, kasvu, kestävyys, metsänviljely

**Julkaisija:** Metsäntutkimuslaitos, Punkaharjun tutkimusasema  
Hanke 3076 (Jalostus- ja siementuotantopopulaatiot)  
Hyväksynyt tutkimusjohtaja Matti Kärkkäinen 16.10.1998

**Tekijöiden yhteystiedot:**

Seppo Ruotsalainen  
Kolarin tutkimusasema  
95900 Kolari  
puh. (016) 561 401, faksi (016) 561 904

Teijo Nikkanen  
Punkaharjun tutkimusasema  
58450 Punkaharju  
puh. (015) 7302 226, faksi (015) 644 333

**Julkaisun myynti:**

Kaija Westin, Metla, Helsingin tutkimuskeskus  
puh. (09) 8570 5721, faksi (09) 8570 5717

Metlan kirjasto  
puh. (09) 8570 5580, faksi (09) 8570 5582

Metla, Punkaharjun tutkimusasema  
puh. (015) 730 220, faksi (015) 644 333

# Alkusanat

Eräänlaisina alkusanoina tälle tutkimukselle voidaan pitää toisen tekijän (S.R.) kesällä 1996 Metsähallituksen Rovaniemen taimitarhan johtajan Tapani Kervisen kanssa käymää keskustelua. Tämän keskustelun aikana kävi ilmi, että taimitarhalla oltiin petytty siemenviljelysalkuperää olevien kuusentaimien syyskannan kestävyYTEEN. Tekijöiden muistikuvat kuusen jälkeläiskokeilta Pohjois-Suomessa olivat vahvasti toisenlaisia; mieleen tulivat tiheät, elinvoimaiset kuusentaimikot. Tämän ristiriidan innoittamana päätettiin mitata Pohjois-Suomessa sijaitsevat kuusen jälkeläiskokeet, jotta saataisiin varmaa tietoa mielikuvien tilalle. Tästä on tuloksena käsillä oleva raportti. Toivottavasti siitä on hyötyä pohjoissuomalaisille metsänviljelijöille ja viljelypäästösten tekijöille.

Tutkimuksessa käytetyt jälkeläiskokeet on suunnitellut Jouni Mikola Metsäntutkimuslaitoksessa. Kokeet on perustettu Metsähallituksen maille, jonka henkilöstö on vastannut niiden perustamisesta ja hoidosta. Kokeiden mittauksesta ovat huolehtineet Metsäntutkimuslaitoksen Kolarin ja Muhoksen tutkimusosastojen mittausryhmät Reijo Rauniomaan ja Jaakko Ojalan johdolla. Työtä joudutti lisäksi se, että mittaukseen ja aineiston käsittelyyn osallistui kesällä 1997 Kymenlaakson va. ammattikorkeakoulun metsätalousinsinööriopiskelija Jarmo Harju, joka teki aiheesta insinööriytönsä (Harju 1998). Aineiston käsittelyyn ovat osallistuneet Kaarlo Karvinen (Vantaan tutkimuskeskus), Reijo Rauniomaa ja Teijo Sirviö (molemmat Kolarin tutkimusasemalta) sekä Tiina Tuononen (Punkaharjun tutkimusasema).

Tekijöistä Seppo Ruotsalainen on laatinut alustavan käsikirjoituksen, jota Teijo Nikkanen on täydentänyt ja muokannut. Lopullisen tekstin tekijät ovat viimeistelleet yhdessä. Julkaisun ulkoasu on suunnitellut ja muokanneet Teijo Nikkanen ja Tiina Tuononen.

Käsikirjoituksen ovat lukeneet ja sitä kommentoineet Veikko Koski, Mari Rusanen ja Oiva Salmi. Englanninkielisen tekstin on tarkastanut John Derome. Kiitämme kaikkia julkaisun syntyyn myötävaikuttaneita.

Uumajassa ja Punkaharjulla 13.10.1998



# Tiivistelmä

Tutkimuksessa selvitettiin kuusen siemenviljelysjälkeläisten menestymistä Pohjois-Suomessa. Tarkastelun kohteena oli 11 Oulun läänin pohjoisosassa ja Lapin läänin etelä- ja keskiosissa sijaitsevaa, 9-16 vuoden ikäistä jälkeläiskoetta. Kokeissa oleva siemenviljelysaineisto oli peräisin pääasiassa kolmelta Keski-Suomessa sijaitsevalta, pohjoista alkuperää olevalta siemenviljelykseltä. Siemen oli kerätty siemenviljelysten ollessa enintään 18 vuoden ikäisiä. Kokeissa oli mukana myös metsikköeriä, joihin siemenviljelysjälkeläistojen elossapysymistä ja pituuskasvua verrattiin.

Koetaimien elävyys oli keskimäärin hyvä, yleensä yli 75 %. Siemenviljelysaineiston elossa olo oli lämpösumma-alueelle 800–850 d.d. saakka yhtä hyvä kuin paikallisilla metsikköerillä. Tämän pohjoispuolella siemenviljelysaineiston kestävyys aleni metsikköaineistoon verrattuna. Kaikkein eteläisimmissä kokeissa pluspuiden alkuperä ei vaikuttanut elävyyteen. Muissa kokeissa sen sijaan elävyys oli säännönmukaisesti sitä parempi mitä pohjoisempaa pluspuut olivat kotoisin. Alkuperän vaikutus elävyyteen oli sitä selvempi mitä pohjoisempana koe sijaitsi.

Siemenviljelysaineiston pituuskasvu oli alueen keskiosiin saakka keskimäärin 10 % parempi kuin metsikköaineistolla. Pohjoisimmissä kokeissa siemenviljelysaineisto jäi kuitenkin hieman metsikköeriä lyhyemmäksi.

Sekä elävyydessä että pituuskasvussa yksittäisten pluspuujälkeläistojen välillä oli suuria eroja. Yleensä parhaat jälkeläistöt olivat molemmissa ominaisuuksissa selvästi parempia kuin metsikköerät. Pohjoisimpien kokeiden pohjoista pölytysalkuperää olevien jälkeläistojen korkea elävyys osoitti, että taustapölytyksen alkuperä vaikuttaa siemenviljelysaineiston kestävyteen ankarimmissa ilmasto-olosuhteissa.

Keski-Suomessa sijaitsevilla pohjoista alkuperää olevilla kuusen siemenviljelyksillä taustapölytyksen tuloksena syntynyttä aineistoa voidaan käyttää metsänviljelyssä Oulun läänin pohjoisosissa ja laajalti myös Lapin läänissä 800–850 d.d:n lämpösumma-alueelle saakka. Tällä alueella siemenviljelysaineisto on yhtä kestävää kuin paikallinen metsikköaineisto ja kasvaa paremmin kuin se.

Pluspuujälkeläistojen välillä havaitut suuret erot kestävydessä ja kasvussa antavat mahdollisuuden valinnan avulla edelleen parantaa kuusen siemenviljelysaineiston käyttökelpoisuutta. Jos halutaan erityisen kestävää siemenviljelysaineistoa, on viljelykset syytä perustaa selvästi nykyistä pohjoisemmaksi, Lapin läänin eteläosiin saakka. Tällöin taustapölytys ei alenna saatavan viljelyaineiston kestävyttä.

# Summary

The survival and growth of Norway spruce seed orchard material in northern Finland was studied in 11 progeny tests. The experiments were 9 to 16 years old and were located in the northern part of the province of Oulu and southern and central parts of the province of Lapland. The seed orchard material in the tests was mainly from three seed orchards of northern Finnish origin located in central Finland. The seed was collected when the seed orchards were at their oldest 18 years old. The experiments also included some standard entries from natural stands, to which the survival and height growth of the seed orchard material was compared.

Survival in the test plantations was on the average good, usually higher than 75 %. The survival of the seed orchard material up to the temperature sum area of 800–850 d.d. was as good as that of local standards. To the north of this limit the seed orchard material had lower hardiness than the local standards. In the southernmost experiments the origin of the plus trees had no influence on survival, but already in the central parts of the study area survival was slightly but consistently the better, the more northern was the origin of the plus trees. In the northernmost experiments this tendency was already clearly pronounced.

The height growth of the seed orchard material up to the central parts of the study area was about 10 % higher than that of local standards. In the northernmost experiments the seed orchard material had slightly poorer height growth than the local standards.

There were great differences between the plus tree progenies in both survival and height growth. In most cases the best progenies were clearly better than the local standards as regards both traits. In the northernmost experiments the origin of background pollination influenced the hardiness of seed orchard material.

Norway spruce seed orchards of northern origin located in central Finland still producing background pollinated material, can be used in forest regeneration in the northern parts of the province of Oulu and within large parts of the province of Lapland up to a temperature sum of 800–850 d.d. Within this area the seed orchard material is as hardy as the material from local stands, and is growing better than the local stands.

The great differences observed between plus tree progenies in both hardiness and height growth indicate that they could be improved through selection. If especially hardy seed orchard material is needed, the seed orchards should be established in the southern parts of the province of Lapland, i. e. clearly to the north of the present seed orchards. The background pollination will subsequently have no harmful effect on the hardiness of the seed orchard material.

# Sisällysluettelo

Alkusanat.....	
Tiivistelmä.....	
Summary .....	
Sisällysluettelo.....	
Johdanto .....	7
Aineisto ja menetelmät.....	9
Tulokset.....	14
Kokeiden vertailu.....	14
Siemenviljelysaineiston elossapysyminen.....	16
Siemenviljelysaineiston pituuskasvu.....	17
Siemenviljelysten vertailu.....	19
Elävyys- ja pituuskasvuerojen pysyvyys.....	20
Tulosten tarkastelu .....	23
Johtopäätökset.....	26
Kirjallisuus .....	27
Liitteet .....	29



# Johdanto

Kuusen metsätaloudellinen merkitys on Pohjois-Suomessa selvästi mentyä pienempi. Kuitenkin viime aikoina kuusen viljely on lisääntynyt Pohjois-Suomessa kuten muuallakin maassa. Esimerkiksi entisen Lapin piirimetsälautakunnan alueen yksityismetsiin istutettiin kuusta vuonna 1984 vain 66 000 tainta (0,4 % koko taimimäärästä), mutta vuonna 1995 jo 2,6 miljoonaa tainta (20 %) (Lapin piirimetsälautakunta... 1985, Lapin metsälautakunnan... 1996). Kuusen vähäinen merkitys Pohjois-Suomen metsänviljelyssä on vaikuttanut siihen, että myöskään metsänjalostuksessa sillä ei ole ollut kovin suurta painoarvoa. Pluspuiden valinnan ensimmäisessä vaiheessa suurin piirtein Oulun ja Lapin läänit kattavalta alueelta valittiin vain 236 kuusen pluspuuta (männyllä vastaavalta alueelta lähes 5000 pluspuuta) (Pitkätähtäyksen... 1989). Nämä vähät pohjoiset pluskuuset ovat kuitenkin melko hyvin edustettuina siemenviljelyksillä, ja niiden jälkeläisillä on perustettu myös koeviljelyksiä.

Kuusen viljelyn lisääntyessä on myös Pohjois-Suomessa pyritty käyttämään siemenviljelyksiltä saatavaa aineistoa. Kuusen siemenviljelyssiemenen käyttöalueosuudet mahdollistavat siemenviljelyssiemenen käytön aina Keski-Lappiin ja Kainuuseen, 800 d.d:n vuotuiselle lämpösummarajalle asti (Yrjänä-Ketola & Karvinen 1997, Siemenviljelysten käyttöalueuettelo 1998). Käytännön taimikasvatuksessa on kuitenkin saatu viitteitä siitä, että siemenviljelyssiemenestä kasvatetut taimet ovat olleet herkempiä syyskälälle kuin pohjoinen metsikköaineisto (Tapani Kervinen, Metsähallitus, suull. tieto). Myös pakastustestauksessa Pohjois-Suomen alkuperää olevan siemenviljelyssiemenen on todettu olleen selvästi alkuperäalueensa metsikköeriä heikommin kestävä (Pakkanen & Pulkkinen 1997). Nämä tulokset ovat ristiriidassa kuusen jälkeläiskokeista saatujen alustavien tulosten kanssa. Siemenviljelyssiemenen käyttöalueosuudet pohjautuvat jälkeläiskokeista saatuihin kokemuksiin.

Kuusen ja ennen kaikkea männyn siemenviljelyksillä siitepölyn tuotanto on nuoruusvaiheessa vähäistä (Koski 1981). Tästä on seurauksena se, että viljelykset tuottavat pitkään pääasiassa taustapölytyksen tuloksena syntynyttä siementä, mikä alentaa Pohjois-Suomen alkuperää olevien Etelä- ja Keski-Suomeen sijoitettujen siemenviljelysten tuottaman aineiston kestävyyttä. Männyn taustapölyttynyt pohjoissuomalainen siemenviljelyssiemenen kestävyys suunnilleen emo- ja isäpuiden lämpösumma-alueiden puoliväliin saakka. Kuitenkin jos laskennallinen kestävyysraja jää alle 950 d.d:n ei siemenviljelyssiemenen kestävyysraja vastaa metsikköerät (Nikkanen 1982, Venäläinen 1990).

Kuusen metsikköalkuperien on todettu kestävä Pohjois-Suomessakin mentyä paremmin siirtoja etelästä pohjoiseen (Mononen 1987, Ruotsa-

lainen 1987). Jos sama lainalaisuus koskee siemenviljelyssiementä, olettaisi että kuusen siemenviljelysaineistoa voisi käyttää selvästi emo- ja isäpuiden alkuperälämpösummien puolivälin pohjoispuolella. Edellä mainitut kokemukset taimitarhalta ja yksivuotiaiden taimien pakastustestauksesta eivät kuitenkaan tue tätä päättelyä. Kuusella ei ole mäntyä vastaavaa julkaistua tietoa siemenviljelysaineiston menestymisestä Pohjois-Suomessa. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, mikä on siemenviljelysaineiston elossapysyminen ja pituuskasvu verrattuna paikallisiin metsikköeriin 9-16 kasvukauden kuluttua viljelystä pohjoissuomalaisissa jälkeläiskokeissa. Tutkimuksessa tarkastellaan myös, miten pluspuiden alkuperäalue, siemenviljelys tai pölytysalkuperä vaikuttavat jälkeläisten menestymiseen.

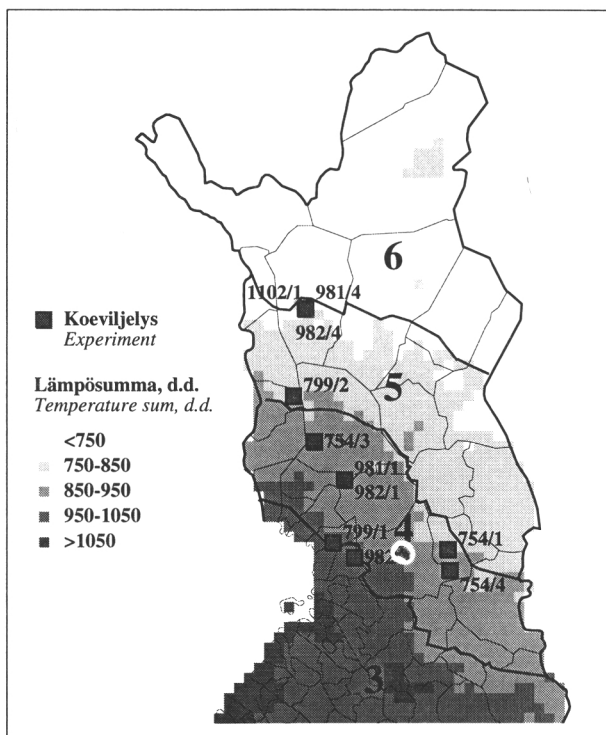


Kuva 1. Pohjois-Suomen alkuperää oleva siemenviljelys 365 (Paronen) Joutsassa 1980-luvun alussa, kokeissa käytetyn siemenen keräyksen aikoihin.

*Figure 1. Seed orchard No 365, of northern Finnish origin, situated in Joutsa, central Finland. The photograph was taken in the beginning of 1980's when seed for the experiments was collected.*

# Aineisto ja menetelmät

Tutkimuksen aineistona on yksitoista vuosina 1981-1987 perustettua kuusen jälkeläiskoetta, jotka on tarkoitettu testaamaan pluspuiden välisiä eroja kestävydessä ja kasvussa (kuva 2, taulukko 1). Kokeet on suunnitellut Metsätutkimuslaitos, ja ne ovat Metsähallituksen mailla Oulun läänin pohjoisosissa ja Lapin läänin etelä- ja keskiosissa. Kokeista seitsemän on perustettu kenttäkokeina tuoreen kankaan metsämailla käytännön metsänviljelymenetelmiä noudattaen. Loput neljä koetta ovat intensiivisesti hoidettuja testautarhakokeita (kuva 4), jotka on perustettu entisille taimitarhapelloille. Kokeet on perustettu satunnaistettujen lohkojen menetelmällä käyttäen neljästä kuuteen lohkoa ja 16 tai 25 taimen ruutuja. Kokeissa on mukana 20-71 pluspuujälkeläistöä ja neljästä kuuteen metsikköerää Keski-Suomen Vilppulasta Lapin Sodankylään.



Kuva 2. Tutkimuksessa mukana olevat kokeet ja niille metsägeneettisessä rekisterissä annetut numerot sekä kuusen jalostusvyöhykkeet Pohjois-Suomessa.

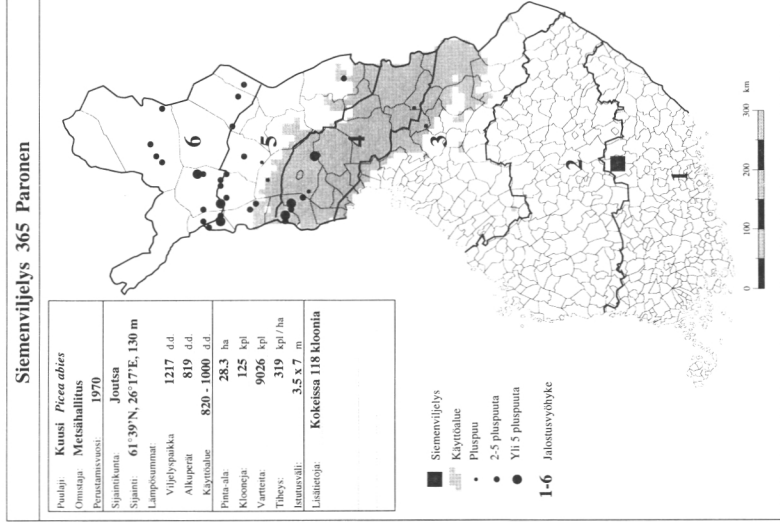
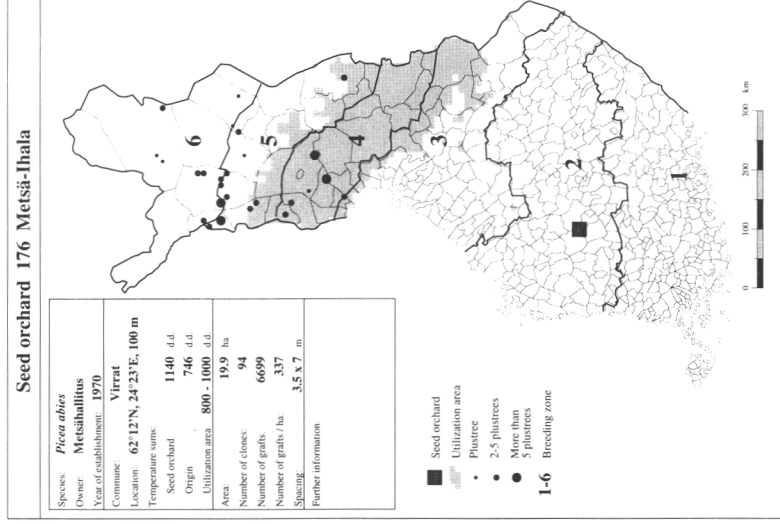
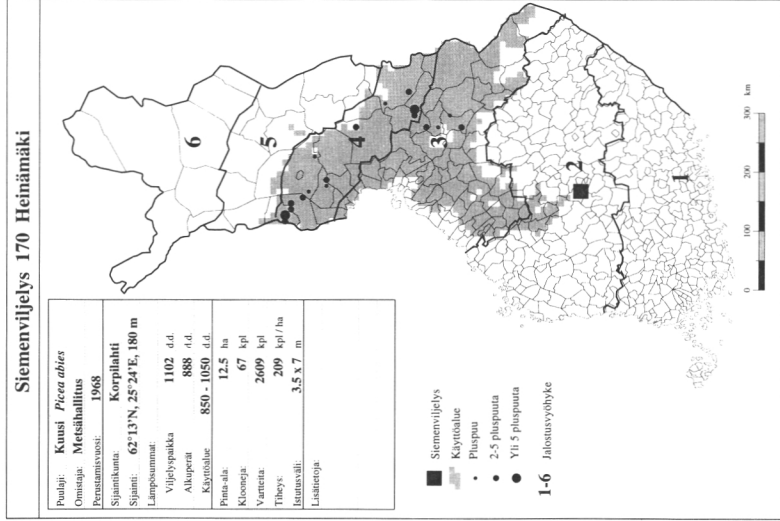
Figure 2. The locations of the experiments showing their numbers in The Forest Genetic Register and the breeding zones of Norway spruce in northern Finland.



Taulukko 1. Tutkimuksessa käytettyjen kuusen jälkeläiskokeiden perustiedot.  
 Table 1. Basic information about the Norway spruce progeny tests used in the study.

Koenumero ja paikkakunta Experiment number and location	Lämpösumma, d.d. Temperature sum, d.d.	Pinnanmuoto Topography	Perustamisvuosi Establishment year	Siemenviljelys-erä, kpl Number of seed orchards	Metsikkö-erä, kpl Number of standard lots	Viimeisin mittausta ikä, v Age at last measurement years	Elävyyss % Survival %	Pituus dm Height dm	Merkittävimmät tuhonaiheet Most serious damaging agents
754/1 Taivaalkoski	874	Tasamaa Flat ground	1981	47	5	16	67	24	Lumihome, latvakuivumia Snow blight, top drying
754/3 Rovaniemen mlk	913	Alava tasamaa Low-lying ground	1981	39	5	16	78	15	Halla, ahava Frost, winter desiccation
754/4 Taivaalkoski	890	Rinne 2 % Slope 2 %	1981	20	4	16	79	19	
799/1 Kuivaniemi	979	Rinne 1 % Slope 1 %	1982	30	5	15	85	24	
799/2 Pello	807	Rinne 2-4 % Slope 2-4 %	1982	30	5	15	80	21	Halla, lumihome Frost, snow blight
981/1 Tervola	913	Rinne 3 % Slope 3 %	1985	32	6	10	83	5	Halla Frost
981/4 Kittilä Pakatin tt	767	Tasamaa Flat ground	1985	31	5	12	56	13	Lumihome, halla, ahava Snow blight, frost, winter desiccation
982/1 Tervola	913	Rinne 1 % Slope 1 %	1985	35	5	10	80	-	Halla Frost
982/2 Yli-li	994	Rinne 1 % Slope 1 %	1985	35	4	10	94	16	
982/4 Kittilä Pakatin tt	767	Tasamaa Flat ground	1985	35	5	9	80	9	Lumihome, halla, ahava Snow blight, frost, winter desiccation
1102/1 Kittilä Pakatin tt	767	Tasamaa Flat ground	1987	71	6	10	39	10	Lumihome, halla, ahava Snow blight, frost, winter desiccation

tt = testaustarha, test orchard



Kuva 3. Tutkimuksen kannalta tärkeimpien siemenviljelystestien perustiedot.

Figure 3. Basic information about the most important seed orchards in the study (see seed orchard No 176 for English explanations).

Suurin osa pluspuujälkeläistöistä on peräisin kolmelta siemenviljelykseltä: 170 Heinämäki (Korpilahti), 176 Metsä-Ihala (Virrat) ja 365 (ent. 178A) Paronen (Joutsa) (kuva 3). Kokeissa testattiin viljelyksen 170 klooneista 60 kpl (89 % viljelyksen klooneista, viljelykseltä 176 65 kloonina (69 %) ja viljelykseltä 365 117 kloonina (94 %). Lisäksi mukana on yksittäisiä jälkeläistöjä siemenviljelyksiltä 112 Leppäniemi (Kangasniemi), 169 Riihimäki (Kuorevesi) ja 366 Paronen (Joutsa) sekä Tervolassa, Pohjois-Suomessa sijaitsevasta kloonikokoelmasta 131. Kokeissa käytetyt siemenviljelyssiemenet on kerätty vuosina 1978, 1980 ja 1983, jolloin viljelykset ovat olleet yleensä vähän toistakymmentä vuotta vanhoja, enimmillään 18-vuotiaita (kuva 1).

Kaikki kokeet on mitattu vähintään kahdesti, vanhimmat kokeet jopa neljä kertaa. Pituus on mitattu kaikista elävistä taimista, jolloin samalla saadaan ruutukohtainen elävyyssprosentti mitattujen ja alunperin istutettujen taimien suhteena. Tässä tutkimuksessa on käytetty yleensä vain viimeisimmän mittauksen tuloksia, paitsi kahdessa vanhimpiin kuuluvassa kokeessa, joista esitetään elossapysymisen ja pituuden kehitys kaikkien mittauskertojen yhdistelmänä.



Kuva 4. Jälkeläiskoe 754/I Taivalkosken testaustarhalla kesäkuussa 1997.

*Figure 4. Progeny test 754/I in Taivalkoski in June 1997.*



Siemenviljelysaineiston menestymistä verrattiin kussakin kokeessa paikallisten metsikköerien keskiarvoon. Paikallisiksi katsottiin ne metsikköerät, joiden kotipaikan keskimääräinen vuotuinen lämpösumma poikkesi alle 100 d.d:tä koepaikan lämpösummasta sekä lisäksi pituuskasvultaan paras metsikköerä, jos se ei tullut mukaan edellä esitetyn ehdon perusteella. Oulun läänin eteläpuolelta kotoisin olevia metsikköeriä ei kuitenkaan hyväksytty paikallisten erien joukkoon, vaikka ne muutamissa eteläisimmissä kokeissa täyttivätkin lämpösummaehdon. Kokeessa 799/2 (Pello) ei ollut yhtään metsikköerää, jonka sijaintipaikan lämpösumma olisi poikennut koepaikan lämpösummasta korkeintaan 100 d.d., joten siinä jouduttiin käyttämään hieman kaukaisempia metsiköitä. Näin määritellyistä paikallisista eristä laskettiin metsikköeräkeskiarvo, johon siemenviljelysaineiston menestymistä verrattiin. Metsikköeräkeskiarvo perustui kokeesta riippuen yhdestä neljään metsikköerään. Tällainen vertailuarvon laskentamenettely katsottiin parhaaksi, sillä yhden yksittäisen metsikön (esim. maantieteellisesti tai lämpösummalla mitaten lähimmän) käyttäminen olisi saattanut johtaa heittelehtiviin tuloksiin, jos juuri kyseisen erän tulos olisi ollut sattumalta kovin poikkeava. Siemensiirto-ohjeiden mukaista paikalliserää (esim. Hokajärvi 1997) ei läheskään kaikissa kokeissa olisi ollut käytettävissä, joten vertailukohtaa ei voitu valita silläkään perusteella. Pituuskasvultaan parhaan metsikköerän ottaminen mukaan vertailukeskiarvoon kasvatti vertailuarvoja jonkin verran kolmessa kokeessa.

Siemenviljelyserien kestävyyttä kuvattiin laskemalla elävyyden poikkeama paikallisten metsikköerien keskiarvosta. Kasvukyky puolestaan ilmaistiin siemenviljelyserien ja paikallisten metsikköerien pituuskeskiarvojen suhteena. Siemenviljelysaineisto ryhmiteltiin pluspuiden jalostusvyöhykkeiden mukaan pluspuualkuperän vaikutuksen tarkastelemiseksi. Samoin tarkasteltiin erikseen kolmella kokeella eri siemenviljelyksiltä peräisin olevan aineiston menestymistä taustapölytyksen ja pölytysalkuperän vaikutuksen selvittämiseksi. Siemenviljelysaineistossa olevan vaihtelun suuruuden havainnollistamiseksi kullakin kokeella tarkasteltiin parasta ja huonointa pluspuujälkeläistöä erikseen.

Koepaikkojen, metsikköerien kotipaikkojen ja siemenviljelysten sijaintipaikkojen keskimääräiset vuotuiset lämpösummat jaksolle 1961-1990 laskettiin Ilmatieteen laitoksen säähavaintoasemien pohjalta käyttäen Ojansuun ja Henttosen (1983) kehittämää interpoloivaa laskentaohjelmaa Matti Haapasen (Metsäntutkimuslaitos, Vantaa) tekemän liityntäohjelman LSMEAN kautta.

# Tulokset

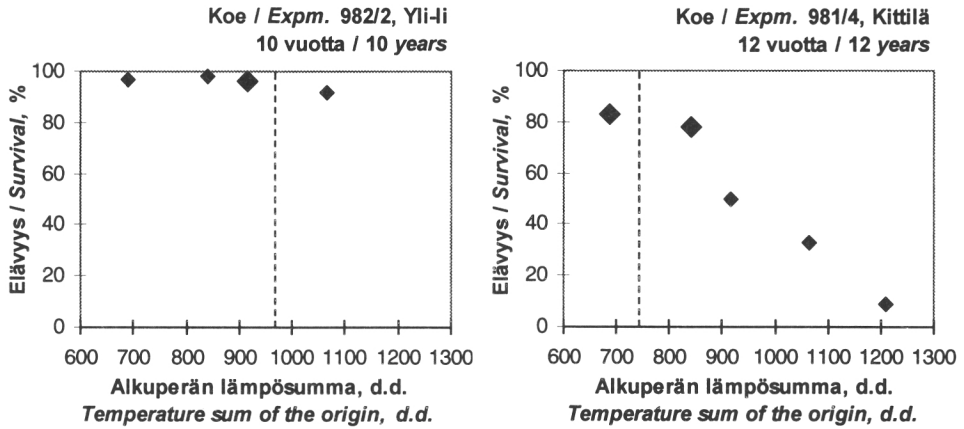
## Kokeiden vertailu

Koetaimien elossapysyminen oli yleensä hyvä; suurimmassa osassa kokeista yli 75 % taimista oli elossa viimeisellä mittauskerralla (taulukko 1, liitteet). Alhaisin elävyys, 39 %, oli Kittilässä sijaitsevassa kokeessa 1102/1. Elävyydeltään keskimääräistä selvästi huonompia olivat myös kokeet 981/4 Kittilästä ja 754/1 Taivalkoskelta.

Koekohtaiset pituuskeskiarvot vaihtelivat 5:stä 24 dm:iin (taulukko 1, liitteet). Pituuden suureen vaihteluun vaikuttivat luonnollisesti erot mittausiässä, mutta myös selviä koepaikkakohtaisia iästä riippumattomia eroja löytyi. Selvästi muita hidaskasvuisempia olivat kokeet 981/1 Tervolassa ja 754/3 Rovaniemen mlk:ssa. Näissä kokeissa epäedullinen pienilmasto (hallaisuus) on todennäköisesti hidastanut pituuskehitystä, mutta Tervolassa syynä on ollut myös jokin muu, ilmeisesti maaperään liittyvä tekijä.

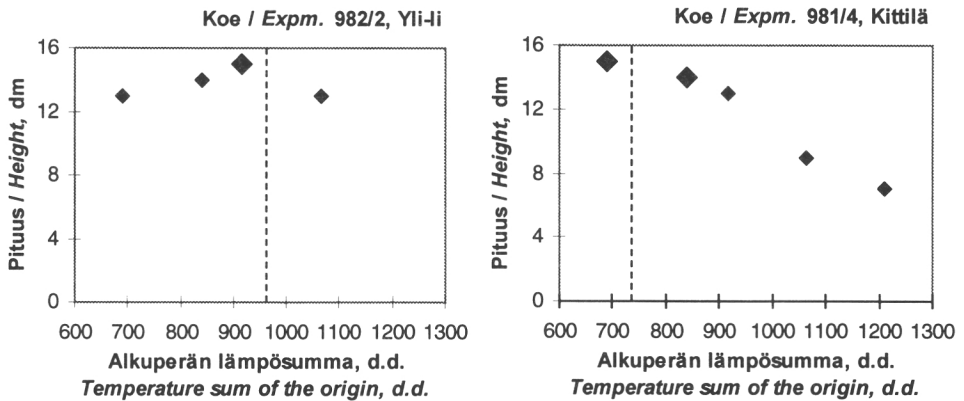
Kokeissa mukana olevien metsikköerien menestyminen vaihteli. Erot elävyydessä eivät kuitenkaan, varsinkaan eteläisimmillä kokeilla, olleet kovin suuria. Kokeessa 799/1 (Kuivaniemi) metsikköerä Pihtiputaalta (siirretty 100 d.d.-yksikköä kylmempään ilmastoon) pysyi elossa metsikköeristä toiseksi parhaiten ja Yli-Iissä sijaitsevassa kokeessa 982/2 Lieksasta peräisin olevan metsikköerän elävyys oli yli 90 %. Ankarimmissa ilmasto-oloissa alkoi alkuperän vaikutus jo selvästi näkyä. Esimerkiksi Kittilän Pakatin testaustarhalla sijaitsevassa kokeessa 981/4 metsikköerien elävyys aleni tasaisesti pohjoisesta etelään: Sodankylä 83 %, Puolanka 50 % ja Vilppula 9 % (kuva 5).

Eteläisimmissä kokeissa metsikköerien välillä oli selvempiä eroja pituuskasvussa kuin elävyydessä. Edellä mainitussa Yli-Iissä sijaitsevassa kokeessa (982/2), jossa lähes kaikki taimet olivat elossa, eteläisimmän (Lieksa) ja toisaalta kaikkein pohjoisimman metsikköerän (Sodankylä) keskipituus oli 2-3 dm alempi kuin parhaalla metsikköerällä (Puolanka). Ankarimmissa oloissa kasvavissa kokeissa metsikköerien elävyyden ja pituusjärjestys oli lähes sama (kuva 6).



Kuva 5. Metsikköerien elävyyden riippuvuus alkuperän keskimääräisestä vuotuisesta lämpösommasta kahdessa kokeessa. Koepaikan keskimääräinen vuotuinen lämpösomma on merkitty katkoviivalla ja tarkasteluissa paikallisiksi katsotut metsiköt suuremmalla symbolilla.

Figure 5. Survival of the standard entries as a function of the mean annual temperature sum of the origin in two experiments. The mean annual temperature sum of the test site is marked with a dashed line and the standard entries regarded as local ones are marked with a larger symbol.

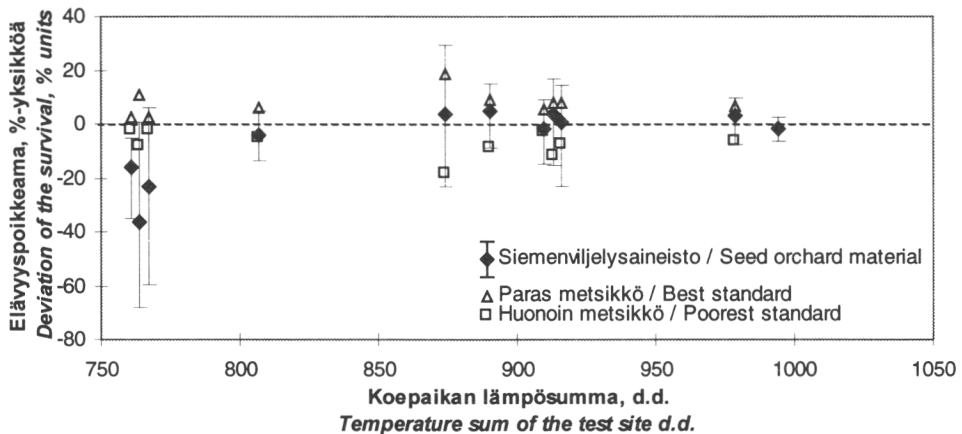


Kuva 6. Metsikköerien pituuden riippuvuus alkuperän keskimääräisestä vuotuisesta lämpösommasta kahdessa kokeessa. Merkinntät kuten kuvassa 5.

Figure 6. Height growth of the standard entries as a function of the mean annual temperature sum of the origin in two experiments. Explanations for the symbols as in Figure 5.

## Siemenviljelysaineiston elossapysyminen

Tutkitun alueen etelä- ja keskiosissa, aina 800 d.d:n vuotuiselle lämpösummavyöhykkeelle saakka, siemenviljelysaineiston elävyys oli paikallisten metsikköerien veroista (kuva 7). Pohjoisimmissa kokeissa (alle 800 d.d:tä) siemenviljelysaineiston kestävyys sen sijaan jäi selvästi paikallisia metsikköeriä heikommaksi. Siemenviljelysaineiston alkuperällä ei ollut vaikutusta elossa pysymiseen 950 d.d:n eteläpuolella sijaitsevilla kokeissa (taulukko 2). Alueen keskiosissa oli havaittavissa lievä mutta säännönmukainen suuntaus, jonka mukaan pohjoisten pluspuiden jälkeläiset olivat paremmin elossa. Pohjoisimmissa kokeissa pluspuiden alkuperän vaikutus elossa pysymiseen tuli jo selvästi esille. Erityisen heikosti sopeutunutta näissä alle 850 d.d:n alueella sijaitsevilla kokeissa oli jalostusvyöhykkeen 3 aineisto, jonka elävyys oli yli 50 %-yksikköä alhaisempi kuin paikallisilla metsiköillä, mutta sopeutuneinkin jalostusvyöhykkeen 6 aineisto oli 17 %-yksikköä paikallisia metsiköitä huonompaa.



Kuva 7. Siemenviljelysaineiston elävyyden poikkeama (%-yksikköä) kokeen paikallisten metsikköerien keskiarvosta (- - -). Kuvaan on merkitty siemenviljelysaineiston keskimääräinen poikkeama ja pluspuujälkeläistöjen vaihteluväli (pystysuora jana) sekä paras ja huonoin paikallinen metsikköeriä.

Figure 7. Deviation of the survival (% units) of seed orchard material from the average of the local standard entries (- - -). The average deviation of seed orchard material with the range of variation between single plus tree progenies (vertical bar) is shown together with the best and poorest local standard entry.

Yksittäisten pluspuujälkeläistöjen elävyydet poikkesivat huomattavasti aineiston keskiarvosta. Äärimmäiset pluspuujälkeläistöt poikkesivat yleensä keskiarvosta sekä ylös- että alaspäin enemmän kuin yksittäiset metsiköt. Alle 800 d.d:n lämpösumma-alueella sijaitsevilla kokeissa parhaatkin pluspuujälkeläistöt jäivät elävyydeltään paikallisten metsikköerien keskiarvon tasolle.

Taulukko 2. Pluspuujälkeläistöjen elävyyden poikkeamat paikallisten metsikköerien keskiarvosta (%-yksikköä) koepaikan lämpösumman ja pluspuiden jalostusvyöhykkeen mukaan.

Table 2. The deviation of survival of plus tree progenies from the average of local standard entries (% units) according to the temperature sum of the test site and the breeding zone of the plus trees.

Pluspuiden jalostusvyöhyke Breeding zone of plustrees	Elävyyden poikkeama, % Deviation of the survival, %		
	Kokeen lämpösumma Temperature sum of the test site		
	< 850 d.d.	850-950 d.d.	> 950 d.d.
6	-17	3	-1
5	-17	2	-1
4	-26	0	0
3	-53	-4	
Paras jälkeläistö / Best progeny	2	17	6
Huonoin jälkeläistö / Poorest progeny	-44	-17	-7

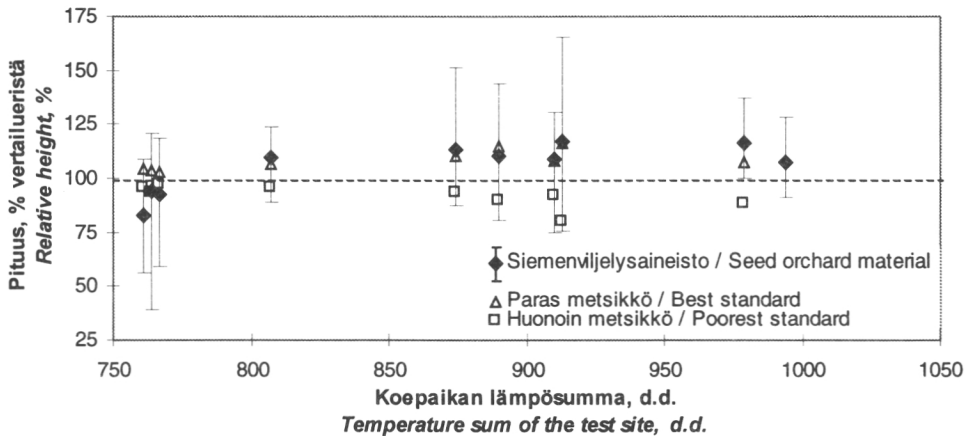
## Siemenviljelysaineiston pituuskasvu

Siemenviljelysaineiston pituuskasvu oli lämpösummarajan 800 d.d. eteläpuolella noin 10 % parempi kuin metsikköerien. Poikkeuksena oli kaikkein eteläisin, jalostusvyöhykkeen 3 aineisto, joka alueen keskiosissa oli kasvultaan suunnilleen metsikköerien veroista (kuva 8, taulukko 3). Pohjoisimmissa kokeissa (alueen lämpösumma alle 800 d.d.) siemenviljelysjälkeläistöjen pituuskasvu oli huonompi kuin paikallisilla



metsikköerillä. Pluspuiden alkuperän merkitys oli näissä kokeissa selvä. Jalostusvyöhykkeeltä 3 peräisin olevan eteläisimmän aineiston pituus oli vain 74 % paikallisten metsikköerien pituudesta. Mitä pohjoisemmista pluspuista oli kyse sitä lähemmäs paikallisia eriä niiden jälkeläiset pääsivät, mutta edes jalostusvyöhykkeeltä 6 oleva pohjoisin aineisto ei yltänyt paikallisten erien tasolle (taulukko 3).

Kuten elävyydessä myös pituudessa yksittäisten pluspuujälkeläistöjen välinen vaihtelu oli huomattavasti suurempaa kuin metsiköiden välinen vaihtelu. Yksittäisissä kokeissa parhaan pluspuun jälkeläistö saattoi ylittää paikallisten metsikköerien keskiarvon jopa yli 50 %:lla ja alueen etelä- ja keskiosissa paras pluspuujälkeläistö oli keskimäärin yli 30 % paikallisia eriä parempi. Myös alle 800 d.d:n alueella sijaitsevilla kokeilla oli yksittäisiä pluspuujälkeläistöjä, jotka ylittivät pituuskasvussa paikallisten erien keskiarvon, mutta ero oli pienempi kuin etelämpänä (enimmillään 21 %). Yli 950 d.d:n alueella sijaitsevilla kokeilla huonoimmatkin pluspuujälkeläistöt olivat pituuskasvussa lähes paikallisten erien veroisia, mutta kylmemmässä ilmastossa huonoimmat erät jäivät näitä selvästi lyhyemmiksi (taulukko 3). Alueen etelä- ja keskiosan kokeissa siemenviljelysaineiston keskimääräinen pituuskasvu oli yhtä hyvä kuin parhaissa metsiköissä (kuva 8).



Kuva 8. Siemenviljelysaineiston pituus prosentteina kokeen paikallisten metsikköerien keskiarvosta (- - -). Kuvaan on merkitty siemenviljelysaineiston keskiarvo ja pluspuujälkeläistöjen vaihteluväli (pystysuora jana) sekä paras ja huonoin paikallinen metsikköerä.

Figure 8. Height of seed orchard material relative (%) to the average of the local standard entries (- - -). The average deviation of seed orchard material with the range of variation between single plus tree progenies (vertical bar) is shown together with the best and poorest local standard entry.

Taulukko 3. Pluspuujälkeläistöjen pituus suhteessa paikallisten metsikköerien keskiarvoon (%) kokeiden lämpösumman ja pluspuiden jalostusvyöhykkeen mukaan.

Table 3. The height of plus tree progenies relative to the average of local standard entries (%) according to the temperature sum of the test site and the breeding zone of plus trees.

Pluspuiden jalostusvyöhyke <i>Breeding zone of plus trees</i>	Suhteellinen pituus, % <i>Relative height, %</i>		
	Kokeen lämpösumma-alue <i>Temperature sum of the test site</i>		
	< 850 d.d.	850-950 d.d.	> 950 d.d.
6	98	116	110
5	96	118	107
4	88	105	111
3	74	100	
Paras jälkeläistö / <i>Best progeny</i>	118	148	133
Huonoin jälkeläistö / <i>Poorest progeny</i>	61	80	96

## Siemenviljelysten vertailu

Kolmessa kokeessa voitiin vertailla eri siemenviljelyksiltä peräisin olevien aineistojen kestävyyttä ja kasvua (taulukko 4). Kolmesta tarkasteltavana olevasta viljelyksestä Korpilahdella sijaitseva viljelys 170 (Heinämäki) tuotti muita heikommin elossapysyvää ja hidaskasvuisempaa aineistoa. Ero oli erityisen selvä pohjoisimmissa, Kittilässä sijaitsevissa kokeissa. Kahden muun siemenviljelyksen, 176 (Metsä-Ihala) Virroilla ja 365 (Paronen) Joutsassa, aineistojen välillä ei ollut merkittävää kestävyys- tai kasvueroa. Kittilän kokeessa 1102/1 oli mukana myös neljä jälkeläistöä Tervolassa sijaitsevasta kloonikokoelmasta 131 (entinen siemenviljelys). Nämä pohjoista pölyalkuperää olevat jälkeläistöt olivat elossa vain hieman vertailueriä heikommin ja pituuskasvussa ne olivat niitä selvästi parempia.

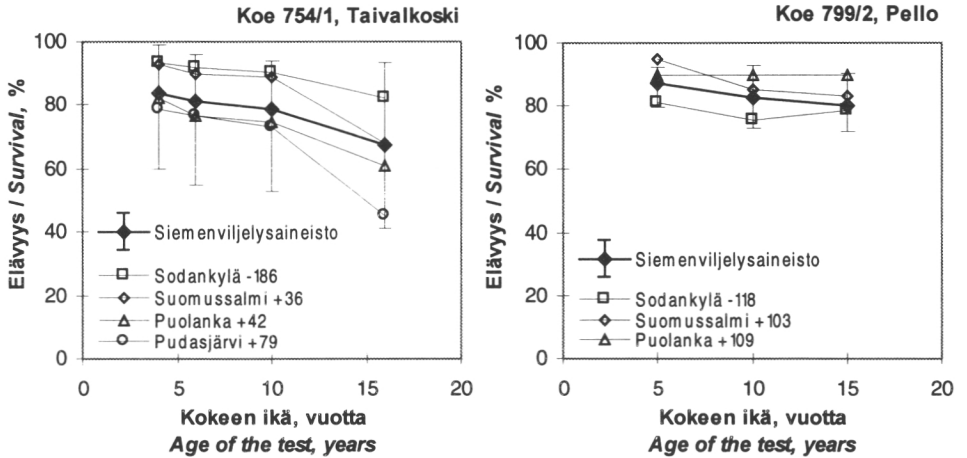
Taulukko 4. Eri siemenviljelyksiltä peräisin olevien aineistojen elävyys ja pituuskasvu suhteessa paikalliseen metsikköaineistoon kolmessa eri kokeessa.

*Table 4. Survival and height growth of the material originating from different seed orchards in relation to local standard entries in three experiments.*

Siemenviljelys Seed orchard	Elävyyspoikkeama, % Deviation of the survival, %			Suhteellinen pituus, % Relative height, %		
	Tervola 981/1	Kittilä 981/4	Kittilä 1102/1	Tervola 981/1	Kittilä 981/4	Kittilä 1102/1
170 (Heinämäki)	-4	-41	-46	97	79	85
176 (Metsä-lhala)	-1	-13	-30	117	100	103
365 (Paronen)	1	-11	-26	111	103	104
131, Tervola	-	-	-5	-	-	111

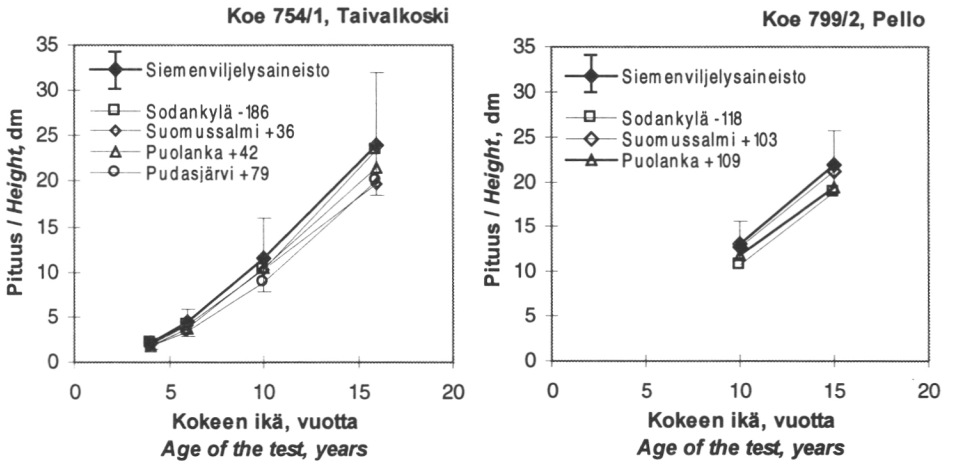
## Elävyys- ja pituuskasvuerojen pysyvyys

Siemenviljelysaineiston ja vertailuna käytettyjen metsikköerien elävyysero säilyi suurin piirtein ennallaan eri mittauskertojen välillä (kuva 9). Tarkasteluajanjakson kuluessa ei havaittu merkkejä siitä, että siemenviljelysaineiston kestävyys olennaisesti heikkenisi vuosien mittaan. Itse asiassa ainoat tapaukset, jolloin elävyys aleni jyrkästi kymmenennen kasvukauden jälkeen, olivat kaksi paikallista metsikköerää kokeessa 754/1 Taivalkosken testaustarhalla. Yleensä elävyyprosentti joko säilyi lähes muuttumattomana viidennen kasvukauden jälkeen tai sitten sekä metsikköerien että siemenviljelysaineiston elävyys aleni samaa tahtia. Joissakin tapauksissa havaittiin elävyyprosentin kasvaneen edellisestä mittauskerrasta. Tämä johtui luonnontaimista ja pintakasvillisuuden aiheuttamista vaikeuksista taimien havaitsemisessa ensimmäisissä mittauksissa. Nämä virheet olivat niin pieniä, että niillä ei ollut merkitystä tulosten kannalta. Testaustarhakokeissa luonnontaimista ja pintakasvillisuudesta ei ollut haittaa.



Kuva 9. Siemenviljelysaineiston ja paikallisten metsikköerien elävyyden muutokset iän myötä kahdessa kokeessa. Siemenviljelysaineistosta on esitetty keskiarvon lisäksi pluspuujälkeläistöjen vaihteluväli (pystysuora jana). Metsikköerien yhteydessä oleva luku tarkoittaa metsikön kasvupaikan ja koepaikan välistä lämpösusmaeroa.

Figure 9. Changes in survival of seed orchard material (♦) and local standard entries as a function of age in two experiments. The average deviation of seed orchard material is shown with the range of variation between single plus tree progenies (vertical bar). The figure in connection with the standard entry refers to the difference in temperature sum between the origin of the standard stand and the test site.



Kuva 10. Siemenviljelysaineiston ja paikallisten metsikköerien pituuskehitys iän myötä kahdessa kokeessa. Selitykset kuten kuvassa 9.

Figure 10. Height development of seed orchard material (♦) and local standard entries as a function of age in two experiments. Explanations as in Fig 9.

Pituuskasvussa siemenviljelysaineiston ja metsikköerien välinen ero joko säilyi vuosien mittaan ennallaan tai siemenviljelysaineisto kasvatti hieman etumatkaansa (kuva 10). Parhaan erän pituusetumatka kasvoi vuosien myötä. Myöskään pituuskehityksessä ei havaittu merkkejä siitä, että siemenviljelysaineiston hyvä alkukehitys myöhemmin taantuisi.



Kuva 11. Heinämäen siemenviljelyksen (170) aineistolla istutettu kuusentaimikko Kuhmon pohjoisosissa.

*Figure 11. A Norway spruce plantation established with material from seed orchard 170.*

## Tulosten tarkastelu

Keski-Suomessa sijaitsevien Pohjois-Suomen kuusisiemenviljelysten tuottama, pääosin taustapölyttynyt aineisto kestää yllättävän hyvin Pohjois-Suomen olosuhteita. Pituuskasvultaan se on paikallista metsikköaineistoa parempaa. Kuusen hyvä elossa pysyminen ankarissakin viljelyolosuhteissa on osoitettu jo monissa aiemmissa tutkimuksissa (Remröd 1975, Rosvall & Ericsson 1982, Pohtila & Pohjola 1983, Ruotsalainen 1987, Kubin ym. 1997). Tulos sopii hyvin yhteen kuusen alkuperäsiirroista saatujen kokemusten kanssa. Niiden mukaan kuusi kestää huomattavan pitkiä siirtoja etelästä pohjoiseen myös pohjoisissa olosuhteissa ilman että elävyys merkittävästi alenee (Remröd 1975, Rosvall & Ericsson 1982). Lisäksi pituuskasvu usein samalla paranee. Kuitenkin kaikkein ankarimmissa olosuhteissa on etelästä siirrettyjen alkuperien elossa pysyminen ja pituuskasvu paikallista heikompi (Ruotsalainen 1987).

Pohjois-Suomesta ei ole olemassa aiemmin julkaistua tietoa kuusen siemenviljelysaineiston menestymisestä. Myöskään Pohjois-Ruotsista ei ole olemassa kovin kattavaa tietoa eteläisellä siitepölyllä pölyttäneen siemenviljelysaineiston menestymisestä, koska sikäläisissä kuusen jälkeläiskokeissa on käytetty pluspuiden välisiä risteytyksiä. Niistä saatujen tulosten mukaan siemenviljelysaineiston elossa pysyminen ei eroa vastaavaa alkuperää olevasta metsikköaineistosta ja pituuskasvu on n. 10 % parempi (Westin & Bäckström 1996, Rosvall ym. 1998). Koska alkuperä vaikuttaa kuusen elossa pysymiseen hyvin vähän (Remröd 1975, Rosvall & Ericsson 1982), on päätelty, että taustapölyttäneenkin siemenviljelysaineiston elävyys on likipitään sama tai vain hieman alempi kuin pohjoisella risteytysaineistolla (Rosvall ym. 1998).

Yksivuotiailla taimilla saatujen pakastustestaustulosten perusteella on päätelty, että taustapölyttynyt Pohjois-Suomen alkuperää oleva siemenviljelysaineisto ei olisi kovin kestävää alkuperäalueellaan (Pakkanen & Pulkinen 1997). Myös Pohjois-Ruotsista on saatu samanlaisia kokemuksia; kuusen siemenviljelysaineisto lopettaa kasvunsa myöhemmin kuin vastaavaa alkuperää oleva metsikköaineisto (Westin & Hannerz 1991, Rosvall ym. 1998). Selityksenä maastokokeisiin nähden ristiriitaisiin tuloksiin lienee se, että siemenviljelysaineiston hallanarkuus ensimmäisenä kasvukautena on ohimenevä ilmiö, joka ei vaikuta enää taimien menestymiseen maastossa. Ensimmäisen kasvukauden aikana pituuskasvu on kokonaan ns. vapaata kasvua, mutta ensimmäisen silmunmuodostuksen jälkeen pituuskasvu perustuu pääasiassa silmussa valmiina olevan versonaiheen venymiseen (ns. ennalta määrätynyt kasvu). Tämän seurauksena kasvujakso lyhenee (Ununger ym. 1988). Itse asiassa yksi-

vuotiaiden taimien pakastustestaus kasvukauden lopulla ei testaakaan aitoa pakkasenkestävyyttä vaan kasvujakson päättymistä (Westin & Hannerz 1991). Siemenviljelysaineiston pitkään kasvujaksoon voi vaikuttaa myös siemenen syntypaikasta johtuva lyhytaikainen jälkivaikutus (Ruotsalainen 1994, Skrøppa ym. 1994). Taimien pitkä kasvujakso ensimmäisenä ikävuotena asettaa tavallista suurempia vaatimuksia taimikasvatukselle. Ongelma voi korostua kasvatettaessa siemenviljelysaineistoa Pohjois-Suomen taimitarhoilla, missä yöt ovat kasvukauden aikana hyvin valoisia. Tällöin voi olla syytä käyttää kasvukauden lopulla pimenuskäsittelyä, mikä nopeuttaa taimien talveentumista (Luoranen ym. 1994).

Kuusen hyvän sopeutumiskyvyn takia sen kestävyyserot Pohjois-Suomen eri osien välillä tulevat kunnolla esille vasta hyvin ankarissa olosuhteissa. Suotuisilla kasvupaikoilla eteläisinkin, Oulun läänin eteläosien pluspuista peräisin oleva siemenviljelysaineisto menestyy hyvin Lapin läänin keskiosissa asti. Pohjoisessa, Tervolan kloonikokoelmassa syntyneiden erien eteläisiä siemenviljelyseriä parempi kestävyys ja kasvu ankarissa koeolosuhteissa osoittavat hyvin sen, että geneettisen sopeutumiskyvyn merkitys tulee olosuhteiden vaikeutuessa lopulta esille. Toisaalta Tervolassa syntyneen aineiston hyvä pituuskasvu osoittaa myös sen, ettei siemenviljelysaineistolla todettu hyvä pituuskasvu ole ainakaan yksin eteläisestä pölytyksestä johtuvaa siirtovaikutusta. Myös Pohjois-Ruotsissa on kuusipluspuiden risteytysjälkeläisiin perustuvissa jälkeläiskokeissa todettu, että pluspuujälkeläistöjen pituuskasvu on selvästi metsikköeriä parempi (Westin & Bäckström 1996, Rosvall ym. 1998).

Tämän tutkimuksen kaltaisia hyviä elävyys- ja kasvutuloksia olisi voitu saada vielä pohjoisempaakin, jos siellä olisi koepaikkoina ollut ilmasto-oloiltaan suotuisampia paikkoja. Pohjoisimmat tutkimuksessa olleet koheet sijaitsivat pienilmastollisesti epäedullisella testaustarhalla Kittilässä, joten siemenviljelysaineiston kestävyuden aleneminen pohjoista kohti korostui. Rosvallin ym. (1998) mukaan kuusella ei yleensä ole havaittavissa selvää yhteyttä kuolleisuuden ja viljelypaikan maantieteellisen sijainnin välillä, vaan paikallisilmastolla on huomattavasti suurempi merkitys.

Pluspuujälkeläistöjen välillä todettiin selviä eroja pituuskasvussa ja elossa pysymisessä, joten valinnalla on mahdollista vielä parantaa siemenviljelysaineistolla saatavaa viljelytulosta. Tässä tutkimuksessa käytetty tarkastelutapa ei kuitenkaan tarjoa mahdollisuuksia luotettavien jalostushyötyarvioiden esittämiseen sen paremmin koko siemenviljelysaineiston kuin yksittäisten kloonienkaan osalta. Pluspuujälkeläistöjen vaihtelun esittämisellä on tarkoitus havainnollistaa lähinnä sitä, että selviä valinnan mahdollisuuksia on kuitenkin olemassa. Tässäkin suhteessa



tulokset ovat yhdenmukaisia Pohjois-Ruotsissa saatujen tulosten kanssa (Westin & Bäckström 1996).

Keski-Suomessa sijaitsevista kolmesta siemenviljelyksestä siemenviljelys 170 tuotti siementä, jonka kestävyys oli varsinkin pohjoisimmissa kokeissa selvästi kahta muuta viljelystä heikompi. Tulos oli odotusten mukainen, sillä sen kloonikokoonpano oli kyseisistä kolmesta viljelyksestä eteläisin. Sen sijaan yllättävämpää oli, ettei siemenviljelysten 176 ja 365 aineistojen välillä ollut kestävyyseroja, vaikka 176 on alkuperältään selvästi pohjoisempi. Tulos selittyy kuitenkin sillä, että näiltä viljelyksiltä kokeissa oleva aineisto oli alkuperältään hyvin samanlaista. Aineisto ei siis ollut edustava otos viljelysten koko kloonikokoonpanosta. Tutkimuksessa saatu yleinen käsitys pluspuun alkuperän ja kestävyuden välisestä riippuvuudesta antaa synn olettaa, että siemenviljelyksistä kloonikokoonpanoltaan pohjoisempi 176 tuottaa jonkin verran kestävämpää aineistoa kuin 365.

Kokeiden nuori ikä, enimmillään 16 kasvukautta, on otettava huomioon arvioitaessa saatuja tuloksia koko kiertoaajan päähän. Koska uuden metsän synnyn kannalta kriittisimmät vuodet olivat kaikissa tutkituissa kokeissa jo takanapäin, ei suuria muutoksia liene odotettavissa jatkossakaan. Tarkastelujaksoon sisältyi joitakin ilmasto-oloiltaan ääreviä vuosia, esimerkiksi poikkeuksellisen kylmä kesä 1987, joten siemenviljelysaineiston hyvä menestyminen ei johdu mistään poikkeuksellisen suotuisasta sääjaksosta. Vanhimmissa kokeissa suoritettu useiden mittauskertojen tulosten vertailu osoitti, että siemenviljelysaineiston ja metsikköerien väliset erot elävyydessä ja pituuskasvussa säilyivät ennallaan kokeiden vanhetessa. Monissa kokeissa havaittiin lieviä pakkasvaurioita, jotka koetaimien kannalta eivät kuitenkaan ole olleet tuhoisia. Siemenviljelysaineisto on siis joutunut alttiiksi ilmastollisille koettelemuksille ja selvinnyt niistä.

Kokeissa käytetty siemen on kerätty 15-20 vuotta sitten siemenviljelysten ollessa noin 10 vuoden ikäisiä. Vaikka kuusen siemenviljelysten siitepölytuotannon kehittymistä ei kovin tarkkaan tunneta, on syytä olettaa, että siitepölytuotannon lisääntymisen takia viljelysten sisäinen pölytys on nykyään suurempi ja samalla niiden tuottaman viljelyaineiston kestävyys parempi kuin koeaineiston kohdalla. Lisäksi tutkimuksessa käytetty vertailumenetelmä oli siemenviljelyseriä kohtaan kriittinen. Mukaan otettiin aina myös pituudeltaan paras vertailuerä, vaikka se ei kolmessa tapauksessa yhdestätoista olisi päässyt mukaan liian kaukaisen alkuperänsä takia. Toisaalta saatujen tulosten soveltamista käytäntöön heikentää se, että kokeet on perustettu kaksivuotiailla taimilla, kun nykyään Pohjois-Suomessa käytetään kuusen viljelyssä pääasiassa yksi- vuotiaita taimia (Heikki Louesuo, Metsähallitus, suull. ilm.). Nuorempien taimien käyttö voi jonkin verran lisätä hallatuhoriskiä maastossa, sillä

kuusen kasvujakson päättymisajankohta aikaistuu 3 – 6 ensimmäisen kasvujakson ajan (Ununger ym. 1988).

Mäntyyn verrattuna (esim. Nikkanen 1982, Venäläinen 1990) kuusen siemenviljelysaineistoa voidaan menestyksellisesti käyttää selvästi sitä pohjoisempuna. Tämä johtuu kuusen mäntyä suuremmasta joustavuudesta ja kyvystä sietää pitkiäkin maantieteellisiä siirtoja, kuten monissa alkuperäkokeissa on osoitettu (Mononen 1987, Ruotsalainen 1987, Rosvall ym. 1998). Kuusen siemenviljelysaineiston käyttöalueet ovat ulottuneet pohjoisessa aina lämpösumma-alueelle 800 d.d. asti, kun mäntyä ei ole suositeltu käytettävän 950 d.d:tä pohjoisempuna (Siemenviljelysten käyttöalueluettelo 1998). Pohjoisimpien kuusiviljelysten käyttöalueen pohjoisraja ulottuu viljelysten kloonien alkuperäalueen keskivaiheille saakka (kuva 3). Suomessa käyttöaluesuosituksissa on oltu jonkin verran varovaisempia kuin Ruotsissa. Siellä siemenviljelyksen kloonien keskimääräinen leveysaste on samalla käyttöalueen keskikohta, josta aineistoa voidaan käyttää yhden leveysasteen verran molempiin suuntiin (Rosvall ym. 1998). Koska Suomessa siemenviljelykset ovat yleensä kauempuna alkuperäalueeltaan kuin Ruotsissa, on suurempi varovaisuus meillä perusteltua.

## Johtopäätökset

Nyt saatujen maastokokeiden tulosten perusteella kuusen Keski-Suomessa sijaitsevilla siemenviljelyksillä pääosin taustapölytyksestä syntynyttä, Pohjois-Suomen alkuperää olevaa aineistoa voidaan käyttää viljelyksestä ja sen alkuperäkoonpanosta riippuen lämpösumma-alueelle 800–850 d.d. asti. Siellä saakka siemenviljelysaineisto pysyy elossa yhtä hyvin kuin paikallinen metsikköalkuperä ja kasvaa sitä selvästi paremmin. Tutkimuksessa mukana olleiden siemenviljelysten 170, 176 ja 365 osalta saadut tulokset vahvistavat viljelyksille aiemmin asetetut käyttöalueet (Siemenviljelysten käyttöalueluettelo 1998). Samalla voidaan päätellä, että vastaavasti myös muut Pohjois-Suomen kuusisiemenviljelykset tuottavat voimassa oleville käyttöalueilleen sopivaa viljelyaineistoa.

Jos kuusen siemenviljelysaineistoa halutaan 800 d.d:n rajan pohjoispuolelle tai sitä etelämpänäkin sijaitseville, pienilmastollisesti epäedullisille paikoille, on siemenviljelykset perustettava selvästi nykyistä pohjoisemmaksi käyttäen samalla vain kestävimpiä pluspuuklooneja. Tällöin pohjoisempaa alkuperää edustava taustapölytys varmistaa aineiston kestävyden ankarissakin oloissa.

# Kirjallisuus

- Harju, J. 1998. Kuusen siemenviljelysjälkeläistöjen menestyminen Pohjois-Suomessa. Kymenlaakson va. ammattikorkeakoulu. Metsäosasto. Insinööriyö. 38+2 s.
- Hokajärvi, T. 1997. Metsänhoito-ohjeet. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 10. 58 s.
- Koski, V. 1981. Männyn siemenviljelysten hedekukinnan määrästä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 7. 13 s.
- Kubin, E., Pasanen, J. & Savilampi, P. 1997. Korkeiden alueiden metsien uudistaminen Kainuussa ja Koillismaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 666. 36 s.
- Lapin metsälautakunnan vuosikertomus 1995. 1996. Koillis-Print, Kemi-järvi 40 s.
- Lapin piirimetsälautakunta, Toimintakertomus 1984. 1985. Moniste. 28 s + liitteet.
- Luoranen, J., Puttonen, P. & Rikala, R. 1994. Lyhytpäiväkäsittely kuusen paakkutaimien kasvatuksessa. Folia Forestalia – Metsätieteen aikakauskirja 1: 51-67.
- Mononen, S. 1987. Männynsiemenen siirrot Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 278:80-91.
- Nikkanen, T. 1982. Pohjois-Suomen mäntyjen nuorissa siemenviljelyksissä syntyneen siemenen käyttömahdollisuuksista Oulun läänin alueella. Summary: Survival and height growth of North Finland x South Finland hybrid progenies of Scots pine in intermediate areas. Folia Forestalia 527. 31 s.
- Ojansuu, R. & Henttonen, H. 1983. Kuukauden keskilämpötilan, lämpösumman ja sademäärän paikallisten arvojen johtaminen ilmatieteenlaitoksen mittaustiedoista. Summary: Estimation of local values on monthly mean temperature, effective temperature sum and precipitation sum from the measurements made by Finnish Meteorological Office. Silva Fennica 17(2):143-160.
- Pakkanen, A. & Pulkkinen, P. 1997. Kestävyysvaihtelu kuusen P-siemenviljelyksellä - Pakastustestaustuloksia Heinämäen kuusisiemenviljelyksen vuoden 1989 sadosta. Metsänjalostussäätiön työraportteja 42. 12 s.
- Pitkätähdyksen metsänjalostusohjelma. 1989. Moniste. 127 + 8 s.
- Pohtila, E. & Pohjola, T. 1983. Vuosina 1970-1972 Lappiin perustetun aurattujen alueiden viljelykokeen tulokset. Summary: Results from the reforestation experiment on ploughed sites established in Finnish Lapland during 1970-1972. Silva Fennica 17:201-224.

- Remröd, J. 1975. Resultat från granproveniensförsök i norrländska höglägen. Föreningen skogsträdsförädling. Årsbok 1974. s.117-135.
- Rosvall, O. & Ericsson, T. 1982. Förflyttningseffekter i norrländska granproveniensförsök. Föreningen skogsträdsförädling. Årsbok 1981. s. 85-17.
- Andersson, B. & Ericsson, T. 1998. Beslutsunderlag för val av skogsodlingsmaterial i norra Sverige med trädslagsvisa guider. Skogforsk, Redogörelse nr 1, 1998. 66 s.
- Ruotsalainen, S. 1987. Kuusen alkuperäsiirrot korkeilla mailla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 278:66-79.
- 1994. Perimä vai ympäristö: mikä ratkaisee siemenviljelysjälkeläistön kestävyuden? Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 525: 35-46.
- Siemenviljelysten käyttöalueuuttelo. 1998. Metsäntutkimuslaitos. Vantaan tutkimuskeskus. 11.02.98. TVA94. Moniste. 1+34 s.
- Skrøppa, T., Nikkanen, T., Ruotsalainen, S. & Johnsen, Ø. 1994. Effects of sexual reproduction at different latitudes on performance of the progeny of *Picea abies*. *Silvae Genetica* 43(5/6):298- 304.
- Ununger, J., Ekberg, I. & Kang, H. 1988. Genetic control and age-related changes of juvenile growth characters in *Picea abies*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 3:55-66.
- Venäläinen, M. 1990. Menestykö Kolarin ja Jämsän mäntyjen risteytymä Oulujoen rannoilla? Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 361:1-14.
- Westin, J. & Hannerz, M. 1991. Tillväxtavslutning och frystestresultat för material från fröplantager och naturbestånd av gran (*Picea abies*). Arbetsrapport nr 258. Institutet för skogsförbättring. 24 s.
- & Bäckström, I. 1996. Plusträdkloner i granfröplantagera 12 Salomonsbesök, 13 Hissjö och 19 Björkebo. Avelsvärden 28. Skogforsk, Uppsala. 12 s.
- Yrjänä-Ketola, L. & Karvinen, K. 1997. Suomen metsänjalostuksen yleis-tilastoa 1997. General statistics on forest tree breeding in Finland 1997. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 642. 42 s.

Liite I. Kokeen 754 koe-eräkohtaiset elävyyss- ja pituustiedot osakokeittain.  
Appendix I. Survival and height growth data of experiment No. 754 at each site.

Pluspuu / Metsikkö Plustree / Stand	Siemen- viljelys Seed orchard	Jalostus- vyöhyke Breeding zone	754/1		754/3		754/4	
			Taivalkoski		Rovaniemen mlk		Taivalkoski	
			Elävyys % Survival %	Pituus dm Height dm	Elävyys % Survival %	Pituus dm Height dm	Elävyys % Survival %	Pituus dm Height dm
P 90	365	6	71	29				
P 275	365	6	69	23	82	16	84	14
P 275D	365	6	63	24	88	16	90	20
P 510	365	6	49	22	81	20		
P 511	365	6	73	26	86	20		
P 512	365	6	85	25	86	19	83	20
P 513	365	6	49	18				
P 514	365	6	41	18				
P 516	365	6	93	32	92	20	75	17
P 517	365	6	74	26	81	17		
P 518A	365	6	79	25	82	17		
P 524	365	6	73	23	85	13	67	20
P 532	365	6	79	30	83	15		
P 535	365	6	60	25	84	13		
P 536	365	6	76	24				
P 1151	365	6	57	24	71	20		
P 1951	365	6	69	27	74	21		
P 1983	365	6	79	26				
P 2156	365	6	63	22	64	11	91	20
P 2612	365	6	66	26	80	16		
P 2613	365	6	82	29	87	16		
P 2619	365	6	50	20				
P 2620	365	6	51	18	72	15	75	18
P 2621	365	6	74	23	82	15	75	20
P 276	365	5	90	30	75	17		
P 277A	365	5	87	29	83	18	84	20
P 277B	365	5	65	23	60	14	89	20
P 278	365	5	72	26	84	20		
P 540	365	5	47	23	70	11	74	17
P 1840	365	5	57	19	87	11	76	20
P 2622	365	5	62	22				
P 2623	365	5	79	32	91	22	79	21
P 2624	365	5	71	23	70	15		
P 2627	365	5	55	23	76	16	81	17
P 390	365	4	75	19	64	14		
P 391	365	4	73	25	64	13		
P 392	365	4	67	24	80	16		
P 393	365	4	89	30	80	18	71	23
P 2054	365	4	72	19				
P 2258	365	4	67	25	84	17	77	21
P 2306	365	4	53	19	82	10	85	18
P 2307	365	4	61	19	70	13		
P 2308	365	4	73	28				
P 2309	365	4	49	22	81	11		
P 2320	365	4	72	21	77	13	87	25
P 2581	365	4	65	24	83	12	83	16
P 2583	365	4	57	18	81	12	82	17
Sodankylä, st 1		5	82	23	75	16	54	14
Suomussalmi, st 3		4	68	20	83	14	76	16
Pudasjärvi, skm 593		4	45	20	63	11	67	17
Puolanka, skm 482		3	61	21	80	13	85	20
Pihtipudas, st 4		3	27	12	61	7		
<b>Keskiarvo</b>			<b>67</b>	<b>24</b>	<b>78</b>	<b>15</b>	<b>79</b>	<b>19</b>

Liite 2. Kokeen 799 koe-eräkohtaiset elävyy- ja pituustiedot osakokeittain.  
Appendix 2. Survival and height growth data of experiment No. 799 at each site.

Pluspuu / Metsikkö Plustree / Stand	Siemen- viljelys Seed orchard	Jalostus- vyöhyke Breeding zone	799/1		799/2	
			Kuivaniemi		Pello	
			Elävyys % Survival %	Pituus dm Height dm	Elävyys % Survival %	Pituus dm Height dm
P 681	170	4	79	24	70	19
P 682	170	4	79	24	75	21
P 683	170	4	89	22	79	19
P 684	170	4	74	24	78	19
P 685	170	4	91	26	83	25
P 686	170	4	80	25	77	21
P 689	170	4	88	25	77	22
P 690	170	4	87	25	85	23
P 693	170	4	88	28	83	24
P 694	170	4	89	26	83	24
P 695	170	4	90	23	81	24
P 696	170	4	85	23	88	19
P 698	170	4	87	26	77	22
P 699	170	4	91	27	75	24
P 1203	170	4	84	23	77	22
P 1204	170	4	83	21	87	18
P 1205	170	4	82	26	84	22
P 1206	170	4	82	23	73	22
P 1207	170	4	76	26	79	24
P 1208	170	4	81	25	85	21
P 1211	170	4	91	29	89	24
P 1212	170	4	81	27	83	24
P 1217	170	4	85	22	79	21
P 1218	170	4	87	22	79	20
P 1219	170	4	86	23	76	21
P 1220	170	4	87	25	81	23
P 1221	170	4	90	22	78	22
P 1222	170	4	88	24	82	22
P 1352	170	4	87	21	77	18
P 2054	170	4	79	26	80	22
Sodankylä, st 1		5	<b>86</b>	<b>22</b>	<b>79</b>	<b>19</b>
Suomussalmi, st 3		4	<b>78</b>	<b>21</b>	<b>83</b>	<b>21</b>
Pudasjärvi, skm 593		4	<b>75</b>	<b>18</b>	71	19
Puolanka, skm 482		3	<b>88</b>	<b>22</b>	<b>90</b>	<b>19</b>
Pihtipudas, st 4		3	86	20	76	19
<b>Keskiarvo</b>			<b>85</b>	<b>24</b>	<b>80</b>	<b>21</b>

St = standardimetsikkö, *standard stand*

Skm = siemenkeräysmetsikkö, *seed collection stand*

Lihavointi = paikallinen metsikköerä

**Bold** = *local stand*

Liite 3. Kokeen 981 koe-eräkohtaiset elävyyss- ja pituustiedot osakokeittain.  
 Appendix 3. Survival and height growth data of experiment No. 981 at each site.

Pluspuu / Metsikkö Plustree / Stand	Siemen- viljelys Seed orchard	Jalostus- vyöhyke Breeding zone	981/1 Tervola		981/4 Kittilä	
			Elävyys % Survival %	Pituus dm Height dm	Elävyys % Survival %	Pituus dm Height dm
P 509	365	6	95	5	79	16
P 515	365	6	82	6	70	15
P 518	365	6	83	5	79	17
P 520	176	6	89	5	48	12
P 523	365	6	83	5	50	13
P 530	365	6	91	5	76	16
P 531	176	6	80	6	72	16
P 533	176	6	88	5	67	14
P 534	176	6	83	5	58	14
P 1166	176	6	85	5	75	16
P 1182	176	6	88	5	86	14
P 1713	176	6	71	5	49	12
P 2153	176	6	88	5	60	15
P 2154	176	6	85	6	80	16
P 2155	176	6	87	6	59	14
P 111	365	5	86	5	63	14
P 1196	176	5	87	6	75	15
P 1216	176	5	90	6	72	14
P 2626	176	5	86	6	77	17
P 496	170	4	77	3	46	12
P 497	170	4	87	4	28	11
P 498	170	4	72	5	40	11
P 678	170	4	81	5	24	11
P 679	170	4	83	5	50	9
P 680	170	4	78	4	58	14
P 683	170	4	88	4	38	10
P 697	170	4	86	6	71	14
P 362	170	3	81	4		
P 375	170	3	86	5	21	11
P 673	170	3	83	5	44	14
P 674	170	3	73	4	21	9
P 675	170	3	87	5	38	12
Sodankylä, st 1		5	90	5	83	15
Rovaniemi		4	91	4	78	14
Suomussalmi, st 3		4	84	5		
Puolanka, skm 482		3	83	5	50	13
Lieksa, st 5		3	77	4	33	9
Vilppula, st 7		2	41	4	5	7
<b>Keskiarvo</b>			<b>83</b>	<b>5</b>	<b>56</b>	<b>13</b>

Liite 4. Kokeen 982 koe-eräkohtaiset elävyyss- ja pituustiedot osakokeittain.

Appendix 4. Survival and height growth data of experiment No. 982 at each site.

Pluspuu / Metsikkö Plustree / Stand	Siemen- viljelys Seed orchard	Jalostus- vyöhyke Breeding zone	982/1 Tervola		982/2 Yli-li		982/4 Kittilä	
			Elävyys % Survival %	Pituus dm Height dm	Elävyys % Survival %	Pituus dm Height dm	Elävyys % Survival %	Pituus dm Height dm
P 1152	365	6	84		92	16	89	11
P 1165	365	6	84		95	17	86	11
P 1183	365	6	71		96	15	77	10
P 1184	365	6	90		96	17	86	11
P 1185	365	6	77		94	16	70	10
P 1193	365	6	70		96	15	72	6
P 1200	365	6	82		96	18	88	10
P 1213	365	6	89		97	17	85	12
P 1214	365	6	84		97	19	80	12
P 1708	365	6	85		94	16	89	11
P 1719	365	6	91		91	17	88	11
P 1982	365	6	89		98	16	88	8
P 2157	365	6	84		93	18	81	10
P 2618	365	6	89		93	17	83	10
P 1191	365	5	83		98	16	84	11
P 1192	365	5	78		94	17	90	9
P 1195	365	5	72		94	15	78	7
P 1197	365	5	76		98	17	65	8
P 1209	365	5	89		95	14	91	8
P 1210	365	5	83		93	17	88	10
P 1215	365	5	95		95	18	84	11
P 1839	365	5	81		90	16	60	8
P 1841	365	5	88				75	8
P 1353	365	4	57		91	14	76	6
P 1354	365	4	64		91	14	76	6
P 1355	365	4	71		95	18	73	9
P 1356	365	4	71		94	19	84	9
P 1357	365	4	67		97	15	74	8
P 1358	365	4	84		93	18	73	8
P 2259	365	4	77		94	15	66	9
P 2319	365	4	88		92	16	85	8
P 2321	365	4	78		98	14	72	6
P 2322	365	4	86		95	15	78	10
P 2579	365	4	83		90	18	79	11
P 2582	365	4	86		93	16	76	8
Sodankylä, st 1		5	85		97	13	94	12
Rovaniemi		4	88		98	14	98	11
Suomussalmi, st 3		4	73					
Puolanka, skm 482		3			96	15	85	8
Liekka, st 5		3	68		92	13	71	6
Vilppula, st 7		2	44				50	4
<b>Keskiarvo</b>			<b>80</b>		<b>94</b>	<b>16</b>	<b>80</b>	<b>9</b>



Liite 5. Kokeen I 102 koe-eräkohtaiset elävyyss- ja pituustiedot osakokeittain.  
Appendix 5. Survival and height growth data of experiment No. I 102 at each site.

Pluspuu / Metsikkö Plustree / Stand	Siemen- viljelys Seed orchard	Jalostus- vyöhyke Breeding zone	I 102/I Kittilä		Pluspuu / Metsikkö Plustree / Stand	Siemen- viljelys Seed orchard	Jalostus- vyöhyke Breeding zone	I 102/I Kittilä	
			Elävyys % Survival %	Pituus dm Height dm				Elävyys % Survival %	Pituus dm Height dm
P 509	176	6	56	8	P 690	170	4	59	11
P 515	176	6	48	10	P 693	170	4	54	9
P 519	365	6	55	11	P 694	170	4	34	9
P 520	176	6	29	10	P 695	170	4	41	8
P 523	365	6	32	10	P 696	170	4	19	9
P 534	365	6	51	8	P 697	365	4	62	11
P 1165	365	6	52	9	P 698	170	4	18	8
P 1166	176	6	50	10	P 699	170	4	39	9
P 1182	176	6	74	10	P 1208	170	4	26	9
P 1183	365	6	68	12	P 1217	366	4	24	10
P 1184	176	6	50	9	P 1219	112	4	9	11
P 1185	365	6	47	9	P 1356	170	4	29	10
P 1708	365	6	73	12	P 1357	365	4	11	
P 1713	176	6	55	12	P 2054	170	4	57	10
P 1982	365	6	40	8	P 2321	170	4	16	8
P 1983	365	6	28	9	P 2322	365	4	36	11
P 2154	176	6	36	10	P 2578	365	4	61	11
P 2155	176	6	60	11	P 2579	170	4	37	10
P 2157	176	6	34	11	P 2582	170	4	28	7
P 2618	176	6	44	11	P 3899	176	4	35	11
P 1191	365	5	54	11	P 3903	176	4	29	9
P 1192	176	5	33	11	P 4417	176	4	17	8
P 1195	176	5	69	11	P 4418	176	4	5	
P 1197	176	5	47	9	P 375	170	3	11	5
P 1216	176	5	35	8	P 673	170	3	15	
P 1841	365	5	33	10	P 674	170	3	5	
P 2625	365	5	48	9	P 675	170	3	12	7
P 2626	176	5	70	11	P 677	170	3	41	8
P 492	170	4	13	4	P 1193	131	6	79	10
P 497	170	4	24	9	P 1196	131	5	73	11
P 498	169	4	18	8	P 681	131	4	40	11
P 670	170	4	17	5	P 687	131	4	82	11
P 672	366	4	16	8	Sodankylä, st I		5	84	10
P 678	170	4	14	10	Kolari		5	71	10
P 679	169	4	15	5	Rovaniemi		4	65	9
P 680	170	4	31	9	Ristijärvi		3	25	9
P 683	170	4	16	6	Paavola		3	21	8
P 685	366	4	31	9	Liekksa, st 5		3	11	5
P 688	170	4	27	9	<b>Keskiarvo</b>			<b>39</b>	<b>9</b>









ISBN 951-40-1653-X  
ISSN 0358-4283  
Punkaharju 1998, KT-paino