

Kuusen kylvö- ja istutuskoee viljavilla kivennäismailla Pohjois-Karjalassa

Taneli Kolström

ABSTRACT: RESULTS FROM THE SOWING AND PLANTING EXPERIMENT OF NORWAY SPRUCE (*PICEA ABIES* (L.) KARST.) ON FERTILE SITES IN NORTH KARELIA, FINLAND

Kolström, T. 1991. Kuusen kylvö- ja istutusmenetelmien vertailukoe viljavilla kivennäismailla Pohjois-Karjalassa. Abstract: Results from the sowing and planting experiment of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) on fertile sites in North Karelia, Finland. *Silva Fennica* 25(2): 85-97.

Tutkimuksessa on vertailtu kuusen kylvö- ja istutusmenetelmiä tuoreilla kankailla Pohjois-Karjalassa (62°20'N, 29°35'E, 85-102 mpy.). Koejäseninä olivat iso koulittu paljasjuuritaimi (2A+2A), pieni koulimaton paljasjuuritaimi (2A), muovihuoneessa kasvatettu kennotaimi (1 1/2 Mk- 1/2 Ak), suojakylvö ja viirukylvö. Pintakasvillisuuden torjuntavaihtoehtoina olivat mekaaninen ja kemiallinen heinäntorjunta sekä vertailuna heinäntorjunnan suorittamatta jättäminen.

Kylvö antoi heikompia tuloksia kuin istutus. Kahdeksan kasvukauden jälkeen kylvötaimia oli vajaassa 30 %:ssa kylvökohtia. Kylvötaimien keskipituus oli tuolloin 35 cm. Suojakylvössä oli kylvökohtassa keskimäärin 2,2 tainta ja viirukylvössä 5,1 tainta. Istutustaimista parhaiten säilyivät elossa koulitut paljasjuuritaimet (91 %). Koulimattomia paljasjuuritaimia oli elossa 71 % ja kennotaimia 79 %. Koulittujen paljasjuuritaimien pituus oli kahdeksan kasvukauden jälkeen 131 cm. Koulimattomien paljasjuuritaimien pituus oli 68 cm ja kennotaimien 86 cm.

Myös kaksivuotiaat taimet osoittautuvat käyttökelpoisiksi kuusenviljelyssä vaatien kuitenkin heinäntorjunnasta huolehtimisen. Hitaan alkukehityksen ja huonon viljelytuloksen vuoksi kylvöä ei voida pitää käyttökelpoisena viljelymenetelmänä tavanomaisessa kuusen uudistamisessa, kun käytetään kertaluonteista heinäntorjuntaa.

Different methods of sowing and planting of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) were compared on fertile sites in North Karelia (62°20'N, 29°35'E, 85-102 m a.s.l.). The planting material were 4-year-old bare-rooted transplants, 2-year-old bare-rooted seedlings, and 2-year-old containerized seedlings raised in plastic greenhouse. The sowing methods were band sowing and shelter sowing. Ground vegetation was controlled during the first growing season mechanically or chemically, or the method of control was totally omitted.

Planting of spruce gave better results than sowing. After eight growing seasons there were sowed seedlings left in 30 % of sowing pots. The average height of them was 35 cm. Seedling survival was best with large bare-rooted transplants (91 %). Survival of containerized seedlings was 79 % and survival of small bare-rooted seedlings was 71 %. The average height of large bare-rooted transplants was 131 cm. The containerized seedlings were 86 cm and small bare-rooted seedlings 68 cm of height.

Sowing is not an advisable method for regeneration of spruce due to the small survival rate and slow initial development when ground vegetation is controlled only once. Also 2-year-old seedlings gave a satisfactory result in regeneration. Seedlings raised in greenhouse were more sensitive to frost damage than seedlings grown on open ground.

Keywords: *Picea abies*, artificial regeneration, sowing, planting.
FDC 232

1 Johdanto

Perinteisesti kuusen istutuksessa Suomessa on käytetty koulittuja paljasjuuritamia (2A+2A tai 2A+1A). Viime vuosina paakkutaimien käyttö on voimakkaasti lisääntynyt (Parviainen 1990). Vuonna 1983 paakkutaimien osuus kuusen viljelytaimista oli 18 % ja vuonna 1989 jo 62,5 % (Metsätalastollinen vuosikirja 1983, 1989). Ruotsissa ja Norjassa paakkutaimien käyttöön on siirrytty huomattavasti aiemmin kuin Suomessa. Esimerkiksi vuonna 1982 paakkutaimien osuus Norjassa kuusen viljelyssä oli 61 % (Parviainen 1984).

Eri metsänkäsittelyohjeistoissa (ks. esim. Metsänhoitosuosukset 1989) kuusen kylvöä ei suositella. Kuusta kylvetään kuitenkin vuosittain 50–100 ha (Metsätalastollinen vuosikirja 1987, 1989). Kuusen kylvöä toteuttavat sekä Metsähallitus että metsäteollisuusyritykset (Metsätalastollinen vuosikirja 1987, 1989), vaikka niiden ohjeistoissa ei ole mainintaa kuusen kylvöstä viljelymenetelmänä (ks. esim. Metsienhoito-ohje 1988). Ruotsissa kuusen kylvöä pidetään mahdollisena lähinnä alavilla mailla Norrlannissa (Hamilton 1982).

Kuusen kylvöä käsittelevää tutkimustietoa on jonkin verran. Tosin pääosa siitä on kuitenkin nykyisin käytössä oleviin menetelmiin nähden vanhaa. Aiemmissa metsänhoidon julkaisuissa

kuusen kylvö tunnetaan, joskaan sitä ei pidetä hyviin tuloksiin johtavana menetelmänä (Heikinheimo 1941, Kalela 1961). Pohtila (1972) on todennut vuosina 1930–1945 Perä-Pohjolassa tehtyjen käytännön kuusiviljelysten, myös kylvöjen, antaneen varsin kehnon tuloksen. Uudet kehittyneemmät maanmuokkausmenetelmät ovat luoneet uusia mahdollisuuksia kylvön käytölle kuusen uudistamisessa.

Tässä työssä verrataan kuusen kylvöä ja istutusta viljavilla kasvupaikoilla Pohjois-Karjalassa. Päätaivoitteena on selvittää,

- (i) millaisia tuloksia kuusen kylvö tuottaa tuoreilla ja lehtomaisilla kankailla ja
- (ii) antaako kaksivuotiaiden muovihuoneessa kasvatettujen kuusentaimien käyttö onnistuneen metsänviljelytuloksen.

Tutkimus on tehty yhteistyössä Pohjois-Karjalan metsälautakunnan kanssa Taimi-Tapion myöntämien taimituotannon kehittämisavustusten turvin. Tutkimuksen eri vaiheissa ovat avustaneet MH Matti Saramäki, MH Timo Jääskeläinen ja metsätalousteknikko Hannu Koivunen. Työn ovat lukeneet prof. Jari Parviainen, prof. Matti Leikola ja dos. Heikki Smolander. He ovat tehneet varteenotettavia parannusehdotuksia. Englanninkieliset osat on tarkastanut Lic.For. Helen Jozefek.

2 Tutkimusaineisto- ja menetelmät

2.1 Koealueet

Tutkimuksen koealueet perustettiin Rääkkylän metsänhoitoyhdistyksen alueen (Pohjois-Karjalan metsälautakunta) yksityismetsiin kuudelle uudistusosalalle (62°20'N, 29°35'E, 85–102 mpy.), joiden koko vaihteli 0,5 ha:sta 2,0 ha:iin. Uudistusaloista osa oli lehtomaisia kankaita (OMT) ja osa tuoreita kankaita (MT) (liite 1). Alat oli avohakattu hakkuukaudella 1981–82 ja ne äestettiin lautasauralla syksyllä 1982. Alat olivat

ennen viljelyä raivattu lukuunottamatta koealan 7 osaa, joka raivattiin viljelyn jälkeen kesällä 1983.

Koealakohtaisesti mitattiin maastossa kiviisyys, humuksen paksuus ja maaston kaltevuus. Lisäksi määritettiin metsätyyppi lisämääreineen ja maalaji (liite 1). Kiviisyys määritettiin Viron (1952) esittämällä menetelmällä.

Uudistamisaloille perustettiin keväällä 1983 kahdeksan koealaa siten, että puolet tuli lehtomaiselle kankaalle ja puolet tuoreelle kankaalle.

Koealoille arvottiin neljänä viiden ruudun toistona seuraavat koejäsenet:

1. koulittu paljasjuurinen kuusentaimi (2A+2A),
2. koulimaton paljasjuurinen kuusentaimi (2A),
3. puolitoista vuotta muovihuoneessa kasvatettu paakerikennotaimi (1 1/2 Mk–1/2 Ak, Fs-608),
4. suojakylvö ja
5. viirukylvö.

2.2 Taimi- ja siemenmateriaali

Koetaimet oli kasvatettu Pohjois-Karjalan metsälautakunnan Onkamon (2A, 2Mk) ja Viinijärven taimitarhoilla (2A+2A). Taimien siemenalkuperä oli Tohmajärvi (B1 PK-452). Kylvösiemenen alkuperä oli Värtsilä (B2 PK-1142). Kylvösiemenen itävyys oli 97 % (21 vrk). Kustakin taimilajista otettiin 50 taimen (satunnais)näyte-erä, josta mitattiin pituus, tyviläpimitta, edellisen vuoden pituuskasvu sekä neulasten, juurten ja rangan kuivamassat (24 h 105 °C) (taulukko 1).

Koulittujen paljasjuuritamien (2A+2A) keskipituus, keskiläpimitta ja neulasten kuivapainot olivat lähes kaksinkertaisia koulimattoihin paljasjuuritamisiin (2A) tai kennotaimisiin

(1 1/2 Mk–1/2 Ak) verrattuna. Juuriston kuivapainoissa erot eri taimilajien välillä olivat huomattavasti suuremmat.

Viljely. Koeruudun koko oli 20 m × 10 m. Kuhninkin koeruutuun tehtiin 19.–30.5.1983 istutus tai kylvö 40 viljelykohtaan. Näin viljelytiheydeksi tuli 2000 kpl/ha. Taimet istutettiin kourukuokalla. Paakkutaimista poistettiin istutushetkellä paakkua ympäröivä kennopaperi. Suojakylvö tehtiin suojakylvölaitteella. Viirukylvössä vedettiin puukepillä maahan viiru, johon siemenet asetettiin. Siemenet peitettiin ohuella (alle 1 cm) maakerroksella. Käytetyn siemenen määrä suojakylvössä oli n. 50 g/ha (n. 5 siementä/kylvökohta) ja viirukylvössä n. 160 g/ha (n. 15 siementä/kylvökohta).

Heinäntorjunta. Heinäntorjunta suoritettiin koeruuduittain seuraavasti: 10 viljelykohtaan (= rivi) kemiallinen heinäntorjunta (Gardoprim 80, jossa tehoaineena terbutylatsiini), 20 viljelykohtaan mekaaninen heinäntorjunta ja 10 viljelykohtaan ei heinäntorjuntaa. Heinäkäsittelymenetelmät arvottiin jokaiselle koeruudulle erikseen. Kemiallinen heinäntorjunta suoritettiin toukokuun lopussa heti istutuksen jälkeen ja me-

Taulukko 1. Taimimateriaalin morfologiset ominaisuudet.
Table 1. Morphological characteristics of seedling types.

Tunnus Characteristic	2A+2A		2A		1 1/2 Mk–1/2 Ak	
	X	S _x	X	S _x	X	S _x
Tyviläpimitta, mm Root-collar diameter, mm	6,0	1,4	2,0	0,4	3,0	0,5
Pituus, cm Height, cm	30,3	5,9	13,1	2,5	18,2	2,8
Pituuskasvu 1982, cm Height growth in 1982, cm	14,0	3,4	10,6	2,1	13,6	2,8
Juuriston kuivapaino, g Dry weight of root system, g	3,7	2,4	0,2	0,1	0,6	0,2
Neulasten kuivapaino, g Dry weight of needle foliage, g	8,5	1,7	4,3	1,3	5,6	0,3
Rangan kuivapaino, g Dry weight of stem, g	5,0	2,6	0,3	0,1	0,6	0,3
Juuristo-verso suhde Root-shoot ratio	0,25	0,09	0,04	0,02	0,10	0,03

2A+2A Barerooted transplant, raised 2 years in the open, transplanted, and raised 2 years in the open.
2A Bare-rooted seedling, raised 2 years in the open.
1 1/2 Mk–1/2 Ak Containerized seedling, raised 1 1/2 years in the plastic greenhouse and 1/2 years in the open.

kaaninen heinätorjunta heinäkuun alussa. Torjuttaessa kemiallisesti heinää taimet ja kylvökohdat suojattiin peittämällä.

Tutkimuskauden sääolot. Tutkimuskauden kahden ensimmäisenä tarkastelukesänä olivat tyyppisiä keskikesällä sattuneet yöhallat. Hallaa esiintyi kesällä 1983 kesäkuun 25. päivänä, jolloin vuorokauden alin lämpötila Ilmatieteen laitoksen havaintoasemalla Tohmajärven Kemiesissä oli $-1,5$ °C-astetta. Kesän 1984 aikana oli hallaöitä useampia. Kesäkuun 9. päivänä kävi lämpömittari $-2,5$ asteessa ja 11. päivänä peräti $-3,5$ asteessa. Vielä 13. kesäkuuta kävi lämpötila $-0,8$ asteessa. Keskikesän hallat sattuivat molempina kesinä kuusen pituuskasvun ollessa parhaimmillaan.

2.3 Mittaukset ja aineiston käsittely

Kylvöjen onnistuminen inventoitiin 15.–20. heinäkuuta 1983. Saman vuoden lokakuussa mitattiin taimien pituus ja kasvu. Lisäksi määritettiin mahdolliset tuhot. Kylvökohdittain mitattiin pisimmän sirkkataimen pituus ja sirkkataimien lukumäärä. Lumien sulettua inventoitiin 16.–17.5.1984 talven aiheuttamat tuhot kylvötaimille. Syksyllä 1984 ja 1986 suoritettiin koelaloilla vastaavat taimimittaukset kuin syksyllä 1983. Hallavauriot määritettiin vain istutustaimista, koska kylvötaimet olivat kahden ensimmäisen kasvukauden aikana niin pieniä, ettei niistä voitu määrittää vaurion aiheuttajaa. Syksyllä 1990 mitattiin taimien pituus sekä kylvötaimien lukumäärä kylvökohdittain. Eri tekijöiden vaikutusta uudistamistulokseen testattiin varianssianalyysillä. Prosenttiluvut muunnettiin ennen analyysiä arcus sin -neliöjuurimuunnoksella.

3 Tulokset

3.1 Viljelyn onnistuminen

Kylvöt. Alkuvaiheessa suojakylvö antoi paremman tuloksen kuin viirukylvö (kuva 1). Viirukylvötaimien kuolleisuus oli kuitenkin pienempi ja niinpä taimellisten kylvökohtien määrä syksyllä 1990 kahdeksan kasvukauden jälkeen oli suojakylvössä 28,8 % ja viirukylvössä 29,4 %. Suojakylvössä taimellisten kylvökohtien määrä lisääntyi vielä heinäkuussa 1983 suoritettujen inventoinnin jälkeen (kuva 1). Syksyllä 1983 88 % kylvökohdista oli taimettunut. Tämän jälkeen taimettuneiden kylvökohtien määrä on vähentynyt tasaisesti sekä viiru- että suojakylvössä.

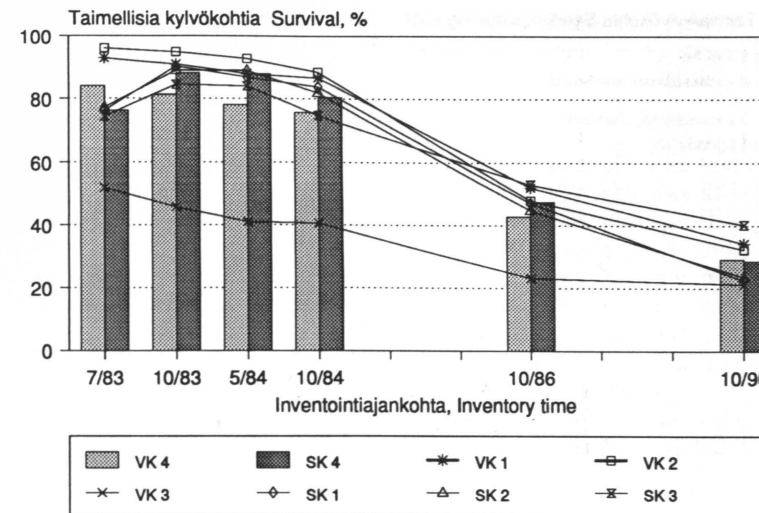
Heinätorjunnan vaikutus onnistumiseen korostui tuoreella kankaalla (taulukko 2). Suojakylvön yhteydessä kemiallisen heinätorjunnan käyttö paransi merkittävästi onnistumista ($p < 0,01$). Viirukylvön yhteydessä heinätorjunnan voimakkuudella ei ollut merkittävää vaikutusta.

Tuoreella kankaalla kylvö onnistui paremmin kuin lehtomaisella kankaalla. Taimellisten kylvökohtien määrä oli lehtomaisella kankaalla suojakylvössä 21,6 % ja viirukylvössä 19,7 %. Tuoreella kankaalla vastaavat osuudet olivat 36,0 % ja 39,0 %. Metsätyyppin vaikutus onnistumiseen oli suojakylvöllä merkittävä ($p < 0,001$).

Taimimäärän kehitys kylvöksissä. Kahden kasvukauden jälkeen kylvökohdan keskimääräinen taimimäärä suojakylvössä oli runsaat kaksi tainta (2,3) ja viirukylvössä vajaat kuusi tainta (5,8). Suojakylvössä keskimääräinen taimimäärä kylvökohdassa pysyi samalla tasolla koko tarkastelujakson ajan. Se oli syksyllä 1990 2,2 tainta. Viirukylvössä kylvökohdan keskimääräinen taimimäärä laski vastaavasti tarkastelujakson aikana 5,1 taimen (kuva 2).

Tuoreella kankaalla oli sekä suoja- että viirukylvössä syntynyt enemmän taimia kylvökohdittain kuin lehtomaisella kankaalla (kuva 2). Ero oli merkitsevä ($p < 0,01$) (taulukko 3). Viirukylvö tuotti kemiallisen heinätorjunnan yhteydessä merkittävästi vähemmän taimia kylvökohdittain tuoreella kankaalla kuin muissa käsittelyissä (kuva 2, taulukko 3).

Istutukset. Ensimmäisen kesän jälkeen oli paljasjuuritaimista elossa 99 % ja kennotaimista 98 %. Kahden kasvukauden jälkeen koulituista paljasjuuritaimista oli elossa 96 %, koulimattomista paljasjuuritaimista 94 % ja kennotaimista 95 %. Kahdeksan kasvukauden jälkeen koulituista paljasjuuritaimista oli elossa 91 %. Ero muihin taimilajeihin oli selvä ($p < 0,001$). Myös koulimattomien paljasjuuritaimien ja kennotaimien



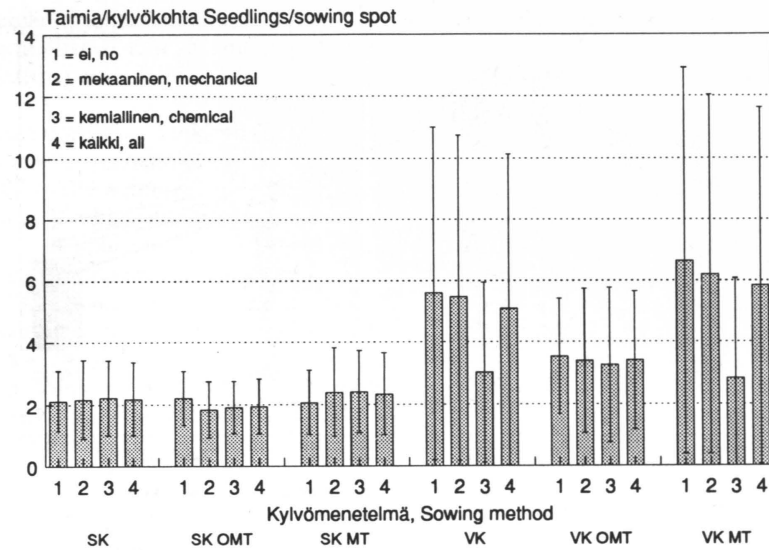
Kuva 1. Taimellisten kylvökohtien määrä suoja- ja viirukylvössä eri inventointijankkoina (kuukausi/vuosi) heinätorjuntamenetelmittain (SK = suoja-kylvö, VK = viirukylvö). Numero selitteessä ilmoittaa heinätorjuntakäsitteilyä (1 = ei, 2 = mekaaninen, 3 = kemiallinen, 4 = kaikki).

Fig. 1. The number of sown spots with seedlings according to sowing method, inventory time (month/year) and grass control (SK = shelter sowing, VK = band sowing). The number in legend indicates grass control (1 = no, 2 = mechanical, 3 = chemical, 4 = all).

Taulukko 2. Taimellisten kylvökohtien määrä (%:na viljelykohdista) eri metsätyypeillä heinätorjunnan ja kylvömenetelmän jakamissa ositteissa. Scheffén testissä toisistaan enintään 5 %:n riskillä eroavat koeyksiköt on yhdistetty hakasuluilla.

Table 2. Survival of sowed seedlings according to sowing method, forest site type and grass control. Figures shown in brackets indicate results between which there is a statistical significance (risk < 5 %).

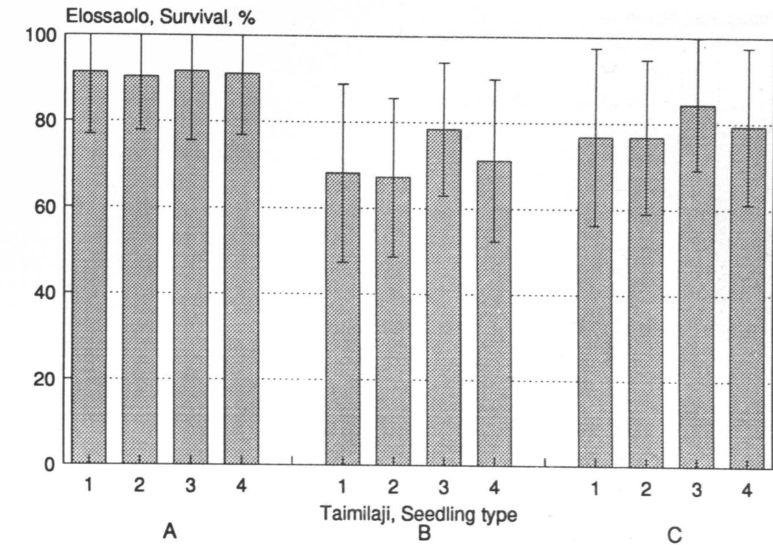
Metsätyyppi Forest site type	Heinätorjunta Grass control	Suojakylvö Shelter sowing	Viirukylvö Band sowing
OMT	Ei - None	17,5	23,1
Oxalis-Myrtillus site type	Mek. - Mechanical	9,0	17,2
	Kem. - Chemical	28,1	18,8
F-arvo - F-value (2,45)		1,126	0,139
MT	Ei - None	27,5	45,6
Oxalis-Myrtillus site type	Mek. - Mechanical	8,1	7,8
	Kem. - Chemical	52,5	23,8
F-arvo - F-value (2,45)		11,696***	6,336**



Kuva 2. Taimimäärä kylvöksissä kasvupaikoittain ja heinäntorjuntamenetelmittain (SK = suojakylvö, VK = viirukylvö).
Fig. 2. The number of seedlings in sowing spots according to forest site type and grass control (SK = shelter sowing, VK = band sowing).

Taulukko 3. Kasvupaikan ja heinäntorjunnan vaikutus kylvötaimien määrään ja pituuteen kylvökohtissa. Varianssianalyysin tulokset.
Table 3. Seedling survival and height of sown seedlings according to sowing method and grass control. Results of analysis of variance.

Kylvömenetelmä Sowing method	Vaihtelun lähde – Source of variance					
	Kasvupaikka Forest site type		Heinäntorjunta Grass control		Yhdysvaikutus Interaction	
	V.A. D.f.	F-arvo F-value	V.A. D.f.	F-arvo F-value	V.A. D.f.	F-arvo F-value
Taimien määrä – Number of seedlings						
Suojakylvö Shelter sowing	1/346	9,23**	2/346	0,14	2/346	2,30
Viirukylvö Band sowing	1/380	17,28***	2/380	5,51**	2/380	3,18*
Taimien pituus – Height of seedlings						
Suojakylvö Shelter sowing	1/346	6,91**	2/346	6,26**	2/346	0,11
Viirukylvö Band sowing	1/380	3,25	2/380	0,48	2/380	0,59



Kuva 3. Istutustaimien elossaolo taimilajeittain (A = 2A+2A, B = 2A, C = 1 1/2 Mk-1/2 Ak) ja heinäntorjuntamenetelmittain. Selitteet kuten kuva 1.
Fig. 3. Survival of plantings according to seedling type (A = 2A+2A, B = 2A, C = 1 1/2 Mk-1/2 Ak) and grass control. Legends see Fig. 1.

eloonjäämisessä oli tilastollisesti jokseenkin merkitsevä ero ($p < 0,05$).

Heinäntorjunta vaikutti taimien eloonjäämiseen ainoastaan käytettäessä koulimattomia paljasjuuritaimia ($p < 0,05$). Heinäntorjuntamenetelmän ja kasvupaikan yhdysvaikutusta ei esiintynyt. Lehtomaisella kankaalla parhaiten säilyivät hengissä koulitut paljasjuuritaimet (94 %) kuten myös oli laita tuoreella kankaalla (88 %). Lehtomaisella kankaalla oli koulimattomia paljasjuuritaimia elossa 69 % ja kennotaimia 76 %. Tuoreella kankaalla heikoimmin menestyivät pienet paljasjuuritaimet (73 %). Kennotaimia oli elossa 82 %.

3.3 Taimien pituuskehitys

Kylvötaimet. Kylvötaimien pituuskehitystä seurattiin kunkin kylvötuppaan pisimmän taimen kehityksen perusteella. Suoja- ja viirukylvön välillä ei taimien pituudessa ollut tilastollisesti merkitsevää eroa (kuva 4). Kylvökohtan pisin taimi oli kahdeksan kasvukauden jälkeen suojakylvössä keskimäärin 33,5 cm ja viirukylvössä 35,6 cm.

Sekä suoja- että viirukylvötaimet kasvoivat paremmin tuoreella kuin lehtomaisella kankaal-

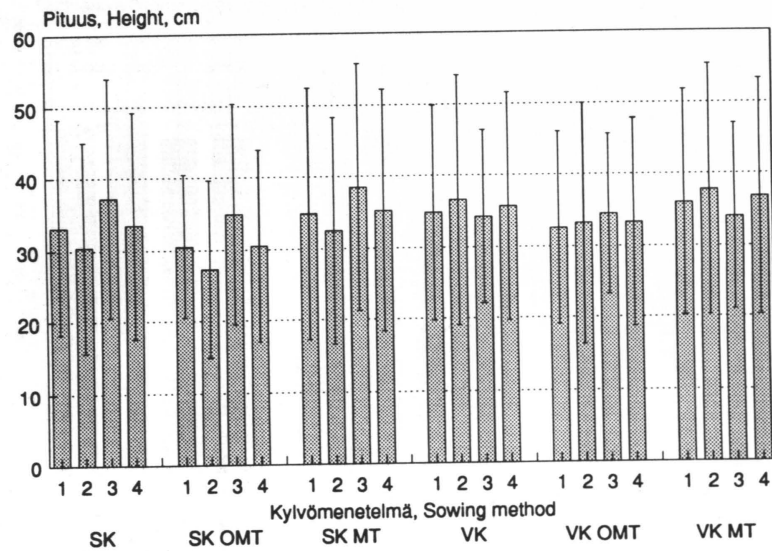
la (kuva 4). Suojakylvön yhteydessä ero oli merkitsevä (taulukko 3). Suojakylvötaimet olivat kemiallista heinäntorjuntaa käytettäessä merkittävästi pitempiä kuin muissa vaihtoehdoissa (kuva 5, taulukko 3). Viirukylvötaimien pituuksissa ei vastaavaa eroa esiintynyt.

Istutustaimet. Syksyllä 1990 taimilajien kokojärjestys maastossa vastasi hyvin taimilajien alkupituuksien kokojärjestystä. Pisimpiä olivat koulitut paljasjuuritaimet (131,6 cm), sitten seuraivat kennotaimet (85,6 cm) ja pienimpiä olivat koulimattomat paljasjuuritaimet (68,2 cm) (kuva 5).

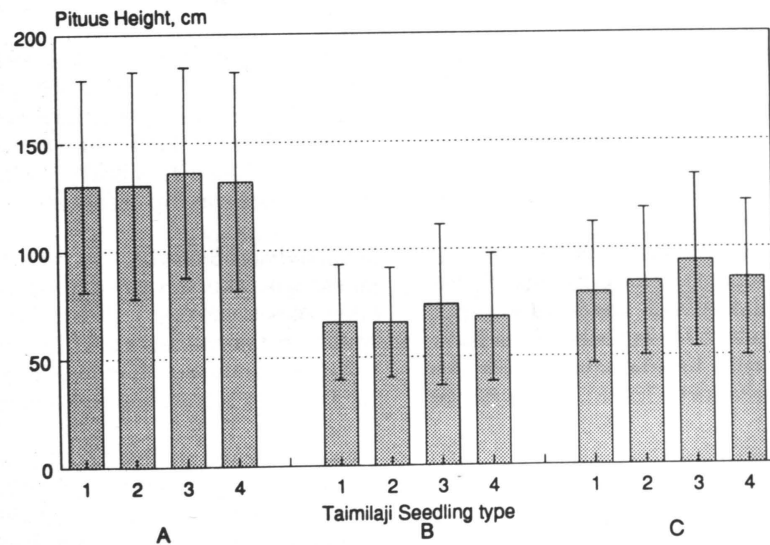
Kasvupaikalla ei ollut merkitsevää vaikutusta istutustaimien pituuteen. Sen sijaan heinäntorjuntakäsittelyn voimakkuus vaikutti merkittävästi koulimattomien paljasjuuritaimien ja kennotaimien pituuteen (taulukko 4). Lyhyimpiä olivat ne taimet, joiden ympäriltä heinää ei oltu torjuttu ollenkaan. Poikkeuksen muodostivat koulitut paljasjuuritaimet tuoreella kankaalla, joskaan ero ei ollut merkitsevä.

3.4 Hallavauriot ja muut tuhot

Hallavauriot inventointiin ensimmäisen ja toi-



Kuva 4. Kylvötaimien keskipituus kasvupaikoittain ja heinätorjuntamenetelmittain (SK = suojakylvö, VK = viirukylvö). Selitteet kuten kuvassa 1.
Fig. 4. Mean height of sown seedlings according to forest site type and grass control (SK = shelter sowing, VK = band sowing). Legends see Fig. 1.



Kuva 5. Istutustaimien (A = 2A+2A, B = 2A, C = 1½ Mk-½ Ak) keskipituus heinätorjuntamenetelmittain. Selitteet kuten kuvassa 1.
Fig. 5. Mean height of seedling types (A = 2A+2A, B = 2A, C = 1½ Mk-½ Ak) according to grass control. Legends see Fig. 1.

Taulukko 4. Istutustaimien keskipituus eri metsätyypeillä heinätorjunnan ja taimilajin jakamissa ositteissa. Scheffen testissä toisistaan enintään 5 %:n riskillä eroavat koejäsenet on yhdistetty hakasu-luilla.

Table 4. Average height of seedlings according to seedling type and grass control. Figures shown in brackets indicate results between which there is a statistical significance (risk < 5 %).

Metsätyyppi Heinätorjunta Forest site type Grass control	Taimilaji - Seedling type		
	2A+2A	2A	1½Mk-½Ak
		Pituus Height	
OMT - Oxalis-Myrtillus site type			
Ei - None	25,2	65,3	78,4
Mek. - Mechanical	132,0	66,2	82,9
Kem. - Chemical	137,6	73,4	93,1
F-arvo - F-value	2,682	3,510*	6,897**
MT - Myrtillus site type			
Ei - None	135,1	66,0	80,0
Mek. - Mechanical	128,3	66,2	85,5
Kem. - Chemical	134,1	74,5	94,4
F-arvo - F-value	0,967	3,287*	5,019**

sen kasvukauden jälkeen, jolloin oli keskikesälä ollut voimakkaita yöhalloja. Syksyllä 1984 hallavauriot muodostivat 82-93 % taimia kohdanneista tuhoista. Molempina syksyinä eniten hallavaurioita esiintyi kennotaimissa ja vähiten koulimattomissa paljasjuuritaimissa. Hallavaurioita istutustaimissa esiintyi seuraavasti:

	1983	1984
2A+2A	25 %	38 %
2A	12 %	28 %
1½ Mk-½ Ak	28 %	46 %

Muita kuin hallatuhoja esiintyi alle 10 %:lla istutustaimista molempina mittausyksyynä. Syksyllä 1983 toiseksi yleisimmäksi tuhoniheuttajaksi hallan jälkeen osoittautui kemiallinen heinätorjunta-aine (terbutylatsiini). Se oli aiheuttanut vaurioita runsaassa prosentissa taimia. Samaa suuruusluokkaa olivat myös kuivuuden aiheuttama tuho. Tukkimiehen täi (*Hylobius abietis*) oli syönyt vajaasta 20 taimesta kuorta. Muita harvinaisia tuhoniheuttajia olivat mm. myyrät, hirvet ja ruostesienet. Huono istutus tai mekaaninen heinätorjunta olivat tuhon syyinä muutamassa taimessa.

4 Tulosten tarkastelu

Aikaisempien tutkimuksien vanhat kuusenkylvökoealat sekä turve- että kivennäismailla on perustettu suojuustuon alle (Multamäki 1940, Heikinheimo 1941, Yli-Vakkuri 1963). Uudemmat kylvökokeet on sen sijaan perustettu pääasiassa ilman verho- tai suojuustuoa (Lähde ja Tuohisaari 1976, Lähde 1979, Valtanen ja Engberg 1987). Uusimpien kylvökokeiden tulokset ovat hyvin vaihtelevia (taulukko 5). Yli-Vakkuri (1962) on todennut kuivuuden olevan usein kylvön onnistumista rajoittava tekijä Suomessa.

Kuusen kylvöä koskevat tutkimustulokset (taulukko 5) painottuvat Pohjois-Suomeen ja ennen kaikkea Lappiin. Ainoastaan Lähteellä (1979) on ollut kylvökokeita koko Suomen alueella. Valtanen ja Engberg (1987) ovat käsitelleet Pohjanmaa-Kainuun aluetta. Saksan (1985) tulokset pohjautuvat Kolilla Pohjois-Karjalassa tehtyyn suppeaan kylvökokeeseen.

Koko aineiston perusteella ei suojakylvön ja

viirukylvön välillä ollut eroja päinvastoin kuin aiemmissa tutkimuksissa (taulukko 5). Taimelisten kylvökohtien määrä em. tutkimuksissa oli suojakylvössä 10-60 % suurempi kuin avokylvössä. Näin suurta eroa kylvömenetelmien välillä ei nyt muodostunut. Yhtenä syyinä on todennäköisesti se, että maanmuokkausmenetelmä oli äestys, jota pidetään kylvön kannalta suotuisimpana maankäsittelynä kuin aikaisemmissa tutkimuksissa Lapissa pääsääntöisesti käytettyä auruusta (Pohtila 1977, Lähde 1979, Pohtila ja Pohjola 1985). Päinvastaisiakin tuloksia maankäsittelyn vaikutuksesta on saatu (Heinonen 1983). Aiemmat kuusen kylvötutkimukset (taulukko 5) on tehty pääsääntöisesti Pohjois-Suomen oloissa.

Kemiallisen heinätorjunnan käyttö viirukylvön kanssa antoi jo ensimmäisinä kasvukausina huonon tuloksen. Tämä viittaa siihen, että huolimatta kylvökohdan suojaamisesta käsittelyvaiheessa siemenet altistuivat torjunta-aineelle. Pie-

Taulukko 5. Tutkimustuloksia kuusen kylvön onnistumisesta Suomessa.
Table 5. Some results of different studies on spruce survival and sowing method.

Tutkimus Study	Seurantajakso, a Followed period, a	Onnistumis-% Survival-%	Maanmuokkaus/kylvökohta Soil preparation/sowing spot
Suojakylvö – Shelter sowing			
Lähde 1979	2–4	85–100	auraus/palle auraus/piennar
Lähde & Tuohisaari 1976	1	85–95	tasainen kiv. maa
Saksa 1985	4	90	äestys
Saksa & Lähde 1982	5	65–90	äestys/iso suoja
Tämä tutkimus This study	8	29	äestys
Vakokylvö – Band sowing			
Valtanen & Engberg 1987	10–11	52–55	auraus/palle
Lähde 1979		8–83	auraus/palle
Lähde & Tuohisaari 1976	1	8–96	auraus/piennar
Pohtila 1977	4	76	tasainen kiv. maa
		26–71	auraus/piennar
		44–57	auraus/palle
		49	laikutus
Pohtila & Pohjola 1983	10	50–53	auraus/palle
			auraus/piennar
Saksa 1985	4	34	äestys
Tämä tutkimus This study	8	29	äestys

Onnistuminen esitetty taimellisten kylvökohtien määränä.
Survival is presented as the proportion of sown spot having seedlings.

nikin määrä torjunta-ainetta (terbutylatsiini) ilmeisesti aiheutti vaurioita siemenelle sekä sirkkataimelle. Tätä tukee sekin, että suojakylvöä käytettäessä kemiallinen heinäntorjunta antoi parhaan tuloksen. Toinen mahdollinen syy saattaa olla, että kemiallisen heinäntorjunnan seurauksena sirkkataimi jäi vaille varjostusta ja kuivui paahteessa.

Kasvupaikan viljavuuden vaikutus kylvön tuloksellisuuteen on selkeä. Valtanen ja Engberg (1987) totesivat kuusen kylvön antavan kuivahkolla kankaalla paremman tuloksen kuin tuoreella kankaalla. Nyt tuoreella kankaalla kylvötaimet kykenivät selviytymään pintakasvillisuuden kilpailusta huomattavasti paremmin kuin lehtomaisella kankaalla. Kylvömenetelmien välillä ei tässä ollut eroja. Käytetyt heinäntorjuntamenetelmät eivät kyenneet parantamaan kylvön tulosta lehtomaisella kankaalla. Sen sijaan tuoreella kankaalla heinäntorjunta paransi tu-

lostaa varsinkin suojakylvössä.

Kylvösuojan on todettu Lapissa edistäneen taimien pituuskasvua vuosittain keskimäärin 10–30 % (Lähde 1979). Nyt saatujen tulosten mukaan suoja ei merkittävästi edistänyt taimien pituuskasvua. Ero johtunee siitä, että Pohjois-Suomessa lämpöolot ovat huomattavasti ankarimmat kuin Rääkkylässä. Myös käytetty maanmuokausmenetelmä oli erilainen. Kahdeksan kasvukauden jälkeen ei kylvömenetelmien välillä voitu havaita eroja taimien pituudessa. Heinäntorjunnan suorittamatta jättäminen näkyi taimien pituuskehityksessä. Mork (1971) on todennut tavallisen kuusen kylvötaimen saavuttavan 20–30 cm:n pituuden viidessä vuodessa, kun vastaavan pituuden saavuttamiseen kului Pohtilan ja Pohjolan (1983) mukaan kuusen kylvötaimelta Pohjois-Suomessa 10 vuotta. Kainuussa ja Pohjanmaalla kuusen kylvötaimien pituus oli neljän kasvukauden jälkeen noin 15

cm (Valtanen ja Engberg 1987). Tässä tutkimuksessa kylvötaimet saavuttivat runsaan 12 cm:n pituuden neljässä vuodessa ja noin 35 cm:n pituuden kahdeksassa vuodessa. Siten kylvötaimet olivat neljän kasvukauden jälkeen samankokoisia kuin koulimattomat paljasjuuritaimet istutushetkellä ja kahdeksan kasvukauden jälkeen samankokoisia kuin koulitut paljasjuuritaimet istutushetkellä.

Istutustaimien koulittu paljasjuuritaimi (2A+2A), koulimaton paljasjuuritaimi (2A) ja kennotaimi (1 1/2 Mk–1/2 Ak) eloonjäämistuloksia (71–91 %) kahdeksan vuoden kuluttua istutuksesta on pidettävä kohtuullisina. Itä-Savossa kuusen viljelytaimikoissa on ollut 6–8 vuoden jälkeen elossa 68 %:a taimista sekä tuoreella että lehtomaisella kankaalla (Rautiainen ja Räsänen 1980). Länsi-Suomen yksityismetsissä oli ensimmäisen viiden vuoden aikana kuollut 6 % kuusen istutustaimista ja kymmenen vuoden jälkeen taimien eloonjäämissadannes oli OMT:llä 89 % ja MT:llä 82 % (Kinnunen ja Nerg 1983, ks. myös Kinnunen 1989). Pohjoisempana on kuusen istutuksista saatu heikompia tuloksia (Kinnunen ja Linnimäki 1978, Pohtila ja Pohjola 1983, Valtanen ja Engberg 1987).

Huolimatta alkuvuosien hallavaurioista istutustaimien pituudet vastasivat em. tutkimuksissa esitettyjä tuloksia taimien alkukehityksestä. Suuremmasta alkupituudesta johtuen koulitut paljasjuuritaimet olivat kahdeksan vuoden kuluttua istutuksesta hieman suurempia kuin aiemmin on esitetty (Mork 1971, Kinnunen ja Linnimäki 1978, Rautiainen ja Räsänen 1980, Valtanen ja Engberg 1987). Sen sijaan kennotaimien kehitys vastasi Pohtilan ja Pohjolan (1983) Lapin aurasalueilla toteamaa koulittujen paakkutaimien (1M+1Ar) kehitystä.

Istutustaimista selvästi arimpia hallalle olivat muovihuoneissa kasvatetut kennotaimet (1 1/2 Mk–1/2 Ak). Vastaavia tuloksia ovat saa-

neet myös Huuri ym. (1982) ja Rummukainen (1968). Jos kuusen viljelyssä aiotaan siirtyä yhä enemmän käyttämään muovihuoneessa kasvatettuja taimia, niiden hallansietokykyä tulisi parantamaa. Koulimattomat paljasjuuritaimet säilyivät parhaiten hallavaurioilta. Tämä johtunee siitä, että koulimaton paljasjuuritaimi on kooltaan vielä niin pieni, että pintakasvillisuus tarjoaa sille suojan hallaa vastaan.

Kylvö antoi onnistumisen suhteen selvästi heikompia tuloksia kuin istutus. Vaikka ero on erittäin merkittävä, voidaan samaan taimitehyyteen päästä lisäämällä kylvökohtien määrää. Niinpä siementen itämisen onnistumista vakavamman esteen kuusen kylvön käytölle muodostaa pintakasvillisuus. Tässä kokeessa heinää torjuttiin vain kylvökesänä. Jos arvioidaan puolen metrin pituuden riittävän pintakasvillisuudesta selviytymiseen, kylvötaimilla kuluu Norjassa tämän pituuden saavuttamiseen 8–12 vuotta riippuen kasvupaikasta (Mork 1971). Tällöin olisi myös huolehdittava pintakasvillisuuden torjunnasta kyseisenä aikana. Käytännössä heinä tulisi torjua kerran kesässä, jos käytetään mekaanista heinäntorjuntaa (Hynönen 1976). Kemiallista heinäntorjuntaa käytettäessä riittää käsittely parin vuoden välein. Kemiallisen heinäntorjunnan käyttö ei ole kuusen taimien kannalta aina taroituksenmukaista vaan saattaa aiheuttaa ongelmia (Hynönen 1976). Kylvön käyttö tavanomaisessa kuusen viljelytilanteessa tuntuu siten epätaroituksenmukaiselta.

Nyt käytetty kennotaimi (1 1/2 Mk–1/2 Ak) on metsänviljelykelpoinen taimilaji, jolla voitaneen ainakin osin korvata perinteinen koulittu paljasjuuritaimi. Hallanarolla alueilla on syytä välttää pelkästään muovihuoneessa kasvatetun taimen käyttöä hallanarkuuden vuoksi. Käytettäessä pienempiä taimia tulee taimikon varhaishoitoon kiinnittää entistä enemmän huomiota.

Kirjallisuus

- Hamilton, H. 1982. (red.) Praktisk Skogshandbok. 10:e upplagan. Sveriges Skogsvärdskönsförbund. 492 s.
- Heikinheimo, O. 1941. Kuusen kylvöstä ja sen edellytyksistä. Metsätaloudellinen Aikakauslehti 58(7): 193–200.
- Heinonen, T. 1983. Pääpuulajien kasvupaikkavaatimukset ja metsän uudistaminen. Julkaisussa: Metsäntutkimuspäivä Joensuussa 15.11.1983. Tavoitteena kehityskelpoinen taimikko — onko met-

- sänuudistaminen kaavamaisista. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 124: 17–26.
- Huuri, O., Raulo, J. & Virta, O. 1982. Yksinomaan muovihuoneen suojassa kasvatettujen männyn ja kuusen taimien metsänviljelykelpoisuus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 47. 60 s.
- Hynönen, T. 1976. Pintakasvillisuuden torjunnan ajoituksen vaikutus taimien alkukehitykseen. Metsänhoitotieteen pro gradu -työ maatalous- ja metsätieteiden kandidaatin tutkintoa varten. Helsin-

gin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Konekirjoite. 108 s.

Kalela, E.K. 1961. Metsät ja metsien hoito. 2. painos. WSOY. 367 s.

Kinnunen, K. 1989. Taimilajin ja maanmuokkauksen vaikutus männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen. Summary: Effect of seedling type and site preparation on the initial development of Scots pine and Norway spruce seedlings. *Folia Forestalia* 727. 23 s.

— & Linnimäki, J. 1978. Metsänuudistamisen onnistuminen ja taimistojen alkukehitys Pohjois-Karjalassa. Summary: Success of forest regeneration and initial development of sapling stands in northern Karelia. *Folia For.* 329. 32 s.

— & Nerg, J. 1983. Istitutustaimikoiden tila 11–12 vuotta viljelystä Länsi-Suomen yksityismetsissä. Summary: State of plantations 11–12 years after planting in some private forests in western Finland. *Folia For.* 546. 20 s.

Lähde, E. 1979. Männyn, kuusen ja lehtikuusen suoja- ja avokylvö aurauksen pientareessa ja palteessa. Summary: Shelter and open sowing of Scots pine, Norway spruce and Siberian larch on the shoulder and tilt of ploughing. *Commun. Inst. For. Fenn.* 97(4). 45 s.

— & Tuohisaari, O. 1976. An ecological study on effects of shelters on germination and germing development of Scots pine, Norway spruce and Siberian larch. Selostus: Ekologinen tutkimus suojakylvön vaikutuksesta männyn, kuusen ja lehtikuusen itämiseen ja sirkkataimien alkukehitykseen. *Commun. Inst. For. Fenn.* 88(1). 37 s.

Metsienhoito-ohje. 1988. Enso-Gutzeit Oy, metsätöimiala.

Metsänhoitosuositukses. 1989. Keskusmetsälautakunta Tapio. Helsinki. 55 s.

Metsätilastollinen vuosikirja 1983. Yearbook of forest statistics 1983. Suomen virallinen tilasto XVII A:15. *Folia For.* 590. 224 s.

Metsätilastollinen vuosikirja 1987. Yearbook of forest statistics 1987. Suomen virallinen tilasto XVII A:19. *Folia For.* 715. 245 s.

Metsätilastollinen vuosikirja 1989. Yearbook of forest statistics 1989. Suomen virallinen tilasto Maa- ja Metsätalous 1990:4. *Folia For.* 760. 246 s.

Mork, E. 1971. Gjenvekstforsök med planting, markberedning, og såing med naturlig gjenvekst av gran på bonitete C og D. Referat: Regeneration experiments with planting, scarification and sowing compared with natural regeneration of Norway spruce on site class C and D. *Meddr. Norske SkogsforVes.* 30: 245–294.

Multamäki, S.E. 1940. Kuusen kylvöstä ja istutuksesta metsitettävillä soilla. Referat: Der Fichtensaät und -pflanzung auf zu bewaldenden Mooren. *Acta For. Fenn.* 47(3). 132 s.

Parviainen, J. 1984. Containerized forest tree seedling production in Finland and other Nordic countries. Teoksessa: Carneiro, J.G. (toim.). Methods of production and quality control of forest seeds and seedlings. Simposio internacional Curitiba (Brazil) 19.–23.3.1984. FUFEP. Curitiba. s. 403–417.

Parviainen, J. 1990. Metsäpuiden paakkutaimiutannon nykynäkymät. Kirjallisuuskatsaus. Abstract: Future trends for containerized tree seedling production: A literature review. *Silva Fenn.* 24(1):93–103.

Pohtila, E. 1972. Tulokset Perä-Pohjolan valtionmailla vuosina 1930–45 tehdyistä kuusiviljelyistä. Summary: Results of spruce cultivation from 1930–45 on state owned lands in Perä-Pohjola. *Folia For.* 156. 12 s.

— 1977. Reforestation of ploughed sites in Finnish Lapland. Seloste: Aurattujen alueiden metsänviljely Lapissa. *Commun. Inst. For. Fenn.* 91(4). 98 s.

— & 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 Fenn.* 17(3):201–224.

— & Pohjola, T. 1985. Maan kunnostus männyn viljelyssä Lapissa. Summary: Soil preparation in reforestation of Scots pine in Lapland. *Silva Fenn.* 19(3):245–270.

Rautiainen, O. & Räsänen, P.K. 1980. Männyn ja kuusen viljelytaimikoiden kehitys Itä-Savossa 1968–1976. Summary: Development of Scots pine and Norway spruce plantations in Itä-Savo in 1968–1976. *Folia For.* 426. 24 s.

Rummukainen, U. 1968. Muovihuone- ja avomaatimien kylmänkestävyys. *Metsätaloudellinen Aikakauslehti* 85(4):138–141.

Saksa, T. 1985. Männyn ja kuusen kylvökoe. Esitelmä Metsänhoidon tutkimusosaston työretkeilyllä 24.–26.9.1985. Konekirjoite. 1 s.

— & Lähde, E. 1982. Siemenen määrä männyn, kuusen ja lehtikuusen suojakylvössä. Abstract: Number of seeds in shelters sowing of Scots pine, Norway spruce and Siberian larch. *Folia For.* 541. 16 s.

Valtanen, J. & Engberg, M. 1987. Vuosina 1970–72 perustetun aurasalueiden metsänviljelykokeen tulokset Kainuussa ja Pohjanmaalla. Summary: The results from Kainuu and Pohjanmaa of the ploughed-area reforestation experiment begun during 1970–72. *Folia For.* 686. 42 s.

Viro, P.J. 1952. Kivisyyden määrittämisestä. Summary: On the determination of stoniness. *Commun. Inst. For. Fenn.* 40(3). 23 s.

Yli-Vakkuri, P. 1962. Emergence and initial development of tree seedlings on burnt-over forest land. Seloste: Taimien syntymisestä ja alkukehityksestä kulotetuilla alueilla. *Acta For. Fenn.* 74(1). 51 s.

— 1963. Kokeellisia tutkimuksia taimien syntymisestä ja ensi kehityksestä kuusikoissa ja männikoissä. Summary: Experimental studies on the emergence and initial development of tree seedlings in spruce and pine stands. *Acta For. Fenn.* 75(1). 122 s.

Total of 32 references

Liite 1. Koealojen yleistiedot.

Appendix 1. Information on experiments.

Ominaisuus Characteristics	Koeala – Experiment							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Maaston kaltevuus, % Gradient of ground, %	5	5	4	3	5	5	3	8
Suunta, astetta Direction, degrees	200	200	210	20	10	110	300	240
Metsätyyppi Forest site type	MT	MT	MT	MT	OMT	OMT	OMT	OMT
Kivisyys, % Stoniness, %	30	57	27	42	60	18	66	45
Humus, cm Humus, cm	4	4	5	4	5	4	4	5
Hienomaan (< 0,06 mm) osuus, %	13,1	11,7	8,7	17,3	16,7	16,3	11,9	11,1
Proportion of soil fine fraction, %								