

# FOLIA FORESTALIA 608

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1984

---

---

EIRA-MAIJA SAVONEN JA  
ERKKI LÄHDE

---

PAAKUN TAIMIMÄÄRÄN VAIKUTUS  
MÄNNYNTAIMIEN KEHITYKSEEN

---

EFFECTS OF SEEDLING DENSITY ON THE  
DEVELOPMENT OF CONTAINERISED SCOTS  
PINE SEEDLINGS

---





METSÄNTUTKIMUSLAITOS  
*THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE*

Osoite: Unioninkatu 40 A  
Address: SF-00170 Helsinki 17, Finland

Puhelin: (90) 661 401  
Phone:

Ylijohtaja: <i>Director:</i>	Professori <i>Professor</i>	Aarne Nyysönen
Yleisinformaatio: <i>General information:</i>	Tiedotuspäällikkö <i>Information Chief</i>	Olli Kiiskinen
Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i>	Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i>	Liisa Ikävalko-Ahvonen
Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i>	Toimittaja <i>Editor</i>	Seppo Oja

Metsäntutkimuslaitos on maa- ja metsätalousministeriön alainen vuonna 1917 perustettu valtion tutkimuslaitos. Sen päätehtävänä on Suomen metsätaloutta sekä metsävarojen ja metsien tarkoituksenmukaista käyttöä edistävä tutkimus. Metsäntutkimustyötä tehdään lähes 800 hengen voimin yhdeksällä tutkimusosastolla ja yhdeksällä tutkimus- ja koeasemalla. Tutkimus- ja koetoimintaa varten laitoksella on hallinnassaan valtionmetsiä yhteensä n. 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 kokeilualueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja viisi luonnonpuistoa. Kenttäkokeita on käynnissä maan kaikissa osissa.

*The Finnish Forest Research Institute, established in 1917, is a state research institution subordinated to the Ministry of Agriculture and Forestry. Its main task is to carry out research work to support the development of forestry and the expedient use of forest resources and forests. The work is carried out by means of 800 persons in nine research departments and nine research stations. The institute administers state-owned forests of over 150 000 hectares for research purposes, including two national parks and five strict nature reserves. Field experiments are in progress in all parts of the country.*



# FOLIA FORESTALIA 608

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1984

Eira-Maija Savonen & Erkki Lähde

## PAAKUN TAIMIMÄÄRÄN VAIKUTUS MÄNNYNTAIMIEN KEHITYKSEEN

Effects of seedling density on the development of containerised  
Scots pine seedlings

*Approved on 21.9.1984*

### SISÄLLYS

1. JOHDANTO .....	3
2. TUTKIMUSAINEISTO .....	3
3. TULOKSET .....	5
31. Taimien kehitys taimitarhalla .....	5
311. Verson pituus .....	5
312. Verson ja juuriston kuivamassa sekä versojuurisuhde .....	6
313. Juuriston mykoritsaisuus .....	6
32. Taimien kehitys maastossa .....	7
321. Valtataimen pituus yhden ja kolmen kasvukauden kuluttua istutuksesta .....	7
322. Taimellisten viljelykohtien määrä ja taimien kunto .....	9
323. Tuhot ja kasvussaan häiriintyneet taimet .....	10
324. Ranganvaihdokset .....	11
4. TULOSTEN TARKASTELU .....	11
KIRJALLISUUS .....	14
SUMMARY .....	15



SAVONEN, E.-M. & LÄHDE, E. 1984. Paakun taimimäärän vaikutus männyntaimien kehitykseen. Summary: Effects of seedling density on the development of containerised Scots pine seedlings. *Folia For.* 608:1—16.

Tutkimuksessa selvitettiin paakun taimimäärän vaikutusta männyntaimien kehitykseen taimitarhalla ja kolmen vuoden aikana maastossa. Kokeessa käytettiin pinta-alaltaan ja tilavuudeltaan toisistaan poikkeavia turveruukkuja (FP-620) ja paperikenoja (Fh 408 ja Fh 508). Taimimäärä vaihteli yhdestä neljään/paakku, joten taimitiheys oli pienimmillään 404 tainta/m<sup>2</sup> (FP-620 turveruokku) ja suurimmillaan 4 084 tainta/m<sup>2</sup> (Fh 408 paperikeno).

Paakun taimimäärän lisääntyessä valtataimen pituus kasvoi, mutta verson ja juuriston kuivamassa pieneni. Selvimmin tämä oli havaittavissa pienessä paperikennossa ja heikoimmin turveruukussa. Eri tiheyksissä kasvatettujen taimien väliset pituuserot säilyivät maastoon istuttamisen jälkeenkin, vaikka viereisten paakkujen taimien aiheuttama kilpailu poistui.

Kolmen maastokasvukauden jälkeen tyhjiä viljelykohtia oli eniten koejäsenissä, joihin oli istutettu yksitaimisia paakkuja. Yksin paakussa kasvaneet taimet luokiteltiin yleensä myös kunnoltaan heikommiksi kuin useampitaimisten paakkujen valtataimet. Valtatainta lyhyemmät taimet olivat puolestaan kunnoltaan huonompia kuin valtataimet. Lähes puolet nelitaimisista paakuista oli kolmen maastokasvukauden aikana muuttunut kolmi- tai kaksitaimisiksi.

The effect of the number of seedlings per container on the development of Scots pine seedlings was followed in the nursery and during three growing seasons in the field. Peat pots (FP-620) and paper tubes (Fh 408 and Fh 508), which differed from each other as regards cross-sectional area and volume, were used in the experiment. The number of seedlings per container varied from one to four, the seedling density being 404 seedlings/m<sup>2</sup> (FP-620 peat pot) at its lowest and 4 084 seedlings/m<sup>2</sup> (Fh 408 paper tube) at its highest.

The height of the dominant seedling in each container increased as the number of seedlings per container increased, but the dry weight of their shoot and roots decreased. The effect was strongest in the case of the small paper tubes and weakest in the case of the peat pots. The differences in height between seedlings grown at different densities was reflected in their performance in the field after planting out, even though competition caused by seedlings in adjacent containers was no longer present.

The blocks with the greatest number of empty planting points after three growing seasons in the field were those planted with containers containing single seedlings. The seedlings grown singly in containers were usually classified as being of poorer condition than the dominant seedlings in containers containing a number of seedlings. The seedlings shorter than the dominant seedling were, in turn, of poorer condition than the dominant seedling. Almost half of the containers which had originally contained four seedlings had only two or three seedlings remaining after three growing seasons in the field.



## 1. JOHDANTO

Kun taimitarhoilla 1960—70-lukujen vaihteessa alettiin laajassa mitassa suoraan kylvöstä lähtien kasvattaa männyn taimia turveruukuissa ja paperikenoissa, vietiin paakut metsään harventamattomina. Paakkuihin kylvettiin siemenen itävyydestä riippuen useampia kuin yksi siemen. Näin ollen saattoi samassa paakussa olla useitakin taimia. Siemen- ja taimilautakunnan suosituksesta (Luonnos... 1978) siirryttiin vuodesta 1979 lähtien yleisesti harventamaan kylvöpaakut jo taimitarhalla yksiasentoisiksi (Räsänen ja Kokkonen 1980). Päätöstä on noudatettu riippumatta esim. paakun koosta, vaikka se vaihtelee eri paakkulajeilla suuresti. Esim. yleisimmin maassamme 1970-luvulla käytetyissä Fh 408 -kennoissa yksiasentoisten taimien tiheys on yli 1 000 kpl/m<sup>2</sup> ja FP-620 -turveruukuissa vain noin 400 kpl/m<sup>2</sup>.

Pinta-alaltaan pienissä paakuissa jo yksiasentoisena kasvatettujen taimien tiheys nousee suureksi, joten monitaimisten paakkujen harventaminen yksiasentoisiksi saattaa siten olla välttämätöntä. Suuri kasvatustiheys heikentää taimien laatua. Taimista tulee pitkiä ja honteloita (Kaila ja Räsänen 1974, Metsämuuronen ym. 1978, Räsänen 1981) sekä heikkoja (Mikola 1956) ja alttiita erilaisille taudeille (Hultén 1980). Tiheässä kasvatettujen taimien kuolleisuus nousee myös suureksi (Hultén ja Jansson 1974) ja lajittelussa pois-

tettävien määrä kohoaa (Bunting 1980). Tiheässä kylvöksessä taimien kuivamassa jää pituuteen nähden pieneksi (Armson 1968, Kedzierski ym. 1973, Tanaka ja Timmis 1974, Hultén 1980) ja versojuurisuhde muodostuu suureksi (Mullin ja Bowdery 1978, Räsänen ja Kokkonen 1980). Erittäin suuri tiheys saattaa kuitenkin myös vähentää taimien pituuskasvua (Richards ym. 1973), ja yksittäisten taimien biomassaa, ennen kaikkea neulasten ja juurten biomassaa pienenee (Bohlin ja Hultén 1974, Hultén 1977, Hultén 1980). Vettä haihduttavan verson kehittyminen suhteettoman suureksi juuristoon nähden aiheuttaa veden puutetta istutuksen jälkeen (esim. Owston 1972).

Tässä tutkimuksessa pyritään selvittämään, miten paakun taimimäärän lisääminen eri paakkulajeissa vaikuttaa taimien, erityisesti valtataimien kehitykseen taimitarhalla sekä istutuksen jälkeen maastossa.

Tutkimuksen suunnitteli Erkki Lähde. Taimien kasvatuksesta ja mittauksesta taimitarhalla vastasi Eira-Maija Savonen, joka osallistui myös taimien mittaukseen maastossa. Kenttäestari Pentti Räsänen johti työryhmää, joka inventoi maastoon istutetut taimet. Savosen laatiman käsikirjoituksen pohjalta Lähde viimeisteli tekstin julkaisukuntoon. Käsikirjoituksen lukivat Mh Risto Rikala, MML Jukka Valtanen ja FT Jyrki Raulo. Käsikirjoituksen englanninkieliset osat käänsi B.Sc., MMK John Derome. Kaikille työn edistymiseen vaikuttaneille tekijät lausuvat parhaat kiitoksensa.

## 2. TUTKIMUSAINEISTO

Taimet kasvatettiin metsähallinnon Imarin taimitarhalla Rovaniemen maalaiskunnassa kesällä 1978. Kylvö tehtiin 18.—19.5.

Kokeessa käytettiin kahta eri alkuperää olevaa siementä. Toisen alkuperä oli Rovaniemen mlk, Meltaus 39 (tunnus M 29-72-234, keräyspaikan koordinaatit 66°10'P ja 25°—26°I, lämpösumma alueella keskimäärin 930 dd) ja toisen Savukoski, Ala-Luio 22 (tunnus M 24-72-0006, keräyspaikan koordinaatit 67°30'P ja 27°30'I, lämpösumma 776 dd). Molemmat siemenet saatiin ohjatusta hakkuukeräyksestä.

Jotta kuhunkin paakuun saatiin haluttu taimimäärä, kylvettiin paakkuihin muutama ylimääräinen siemen. Lopullinen kasvatustiheys varmistettiin 5.—6.6., jolloin ylimääräiset taimet poistettiin ja vajaita paakkuja täydennettiin em. ylimääräisillä taimilla.

Kylvön jälkeen kasvatusritilät levitettiin asfalttipohjaiseen muovihuoneeseen. Muovit poistettiin muovihuoneesta 27.7., jolloin taimet olivat 11 viikon ikäisiä. Loppukesän taimet kasvoivat avomaalla, jossa ne pidettiin myös talven ajan.

Taimia kasvatettiin kolmessa eri paakkulajissa: pape-



Taulukko 1. Tutkimuksessa käytettyjen paakkulajien mitat.

Table 1. The dimensions of the containers used in the study.

	Paakun — Container		
	korkeus, height, cm	pinta-ala, cross-sectional area, cm <sup>2</sup>	tilavuus, volume, cm <sup>3</sup>
Fh 408	7,5	9,4	70
Fh 508	7,5	16,2	122
FP-620	8,0	25,0	70

rikennoissa Fh 408 (2 688 kpl) ja Fh 508 (1 600 kpl) sekä turveruukuissa FP-620 (2 216 kpl). Paakkujen pinta-alassa on huomattavia eroja (taulukko 1). Turveruukun pinta-ala on yli 2,5 kertaa suurempi kuin pienemmän paperikennon.

Suurin tilavuus on paperikennossa Fh 508. Turveruukun tilavuutta vähentää sen alaspäin kapeneva muoto, joten suuresta pinta-alojen välisestä erosta huolimatta turveruukku ja paperikeno Fh 408 ovat tilavuudeltaan yhtä suuret.

Taimimäärät olivat 1, 2, 3 ja 4 tainta/paakku. Suurin kasvatustiheys 4 084 tainta/m<sup>2</sup> oli Fh 408 -paakkujen kasvatustiloiissa, kun samassa paakussa kasvatettiin neljää tainta. Paakkujen suurien pinta-alaerojen vuoksi kasvatustiheys vaihteli melkoisesti samallakin taimimäärällä/paakku (taulukko 2).

Taimien kasvatuksessa noudatettiin Imarin taimitarhan normaalkasvatuksen ohjeita (Lähde ja Savonen 1983). Kasvatustiheydestä riippumatta kaikille kojejäsenille annettiin yhtä paljon vettä ja lannoitetta/m<sup>2</sup>. Tiheissä asennoissa kasvaneet taimet saivat siten vähemmän vettä ja ravinteita kuin harvoissa asennoissa kasvaneet taimet.

Kasvukauden lopulla arvottiin kustakin paakkulaji-alkuperä-taimimäärä -yhdistelmästä näytteeksi 10 paakku. Jokainen paakun taimi mitattiin erikseen. Taimi katkaistiin juureniskan kohdalta ja mitattiin verson pituus katkaisukohtasta päätesilmun kärkeen 1 mm:n tarkkuudella. Juuriston mykoritsaisuus arvioitiin silmä määräisesti asteikolla 0 = ei yhtään, 1 = vähän, 2 = kohtalaisesti, 3 = runsaasti ja 4 = erittäin runsaasti. Verso ja juuristo kuivattiin lämpökaapissa +105°C:ssa, jonka jälkeen punnittiin erikseen niiden kuivamassa. Saatujen lukujen perusteella laskettiin taimen kuivamassan versojuurisuhde. Paakun pisin taimi nimettiin valtataimeksi.

Yhden kesän taimitarhalla kasvatuksen jälkeen taimet istutettiin maastoon seuraavana keväänä. Molempien alkuperien taimia siirrettiin noin 40 km siementen syntysijojen pohjoisemmaksi. Rovaniemen alkuperän taimet istutettiin Ylitornion Kotakulhaan (66°32'P, 24°50'I, 160 m mpy, lämpösamma 880 dd) painettuun palteeseen 14.—15.6.1979. Kotakulhan alue oli avohakattu talvella 1975—76 ja muokattu kesällä 1977. Savukosken alkuperän taimet istutettiin 20.—21.6.1979 Sodankylän Poksaselkään (67°50'P, 26°10'I, 340 m mpy, lämpösamma 665 dd). Alueella oli suoritettu kais-taleavohakkuu talvella 1971—72 ja kesällä 1972 palle-auraus. Rovaniemen alkuperää olevia nelitaimisia Fh 508 kenoja istutettiin 90 kpl. Muihin kojejäseniin istutettiin 150 paakku.

Taimet inventoitiin Ylitorniolla 4.10. ja Sodankylässä

Taulukko 2. Kasvatustiheys (taimia/m<sup>2</sup>) paakkujen kasvatustiloiissa eri taimimäärillä/paakku.

Table 2. The seedling density (seedlings/m<sup>2</sup>) in the containergrowing frames at different numbers of seedlings/container.

Taimia/ paakku Seedlings/ container	Paakkulaji — Container type		
	Fh 408	Fh 508	FP-620
1	1021	608	404
2	2042	1216	808
3	3063	1824	1212
4	4084	2432	1616

9.8.1979. Seuraava inventointi tehtiin 1.—15.9.1981. Ensimmäisessä inventoinnissa mitattiin vain valtataimen pituus yhden cm:n tarkkuudella ja laskettiin sellaisten viljelykohtien lukumäärä, joista kaikki taimet olivat kuolleet. Syksyllä 1981 mitattiin paakun kaikkien taimien pituus sekä kahden viimeisen vuoden pituus-kasvat. Taimien kunto arvioitiin molemmissa inventoinneissa asteikolla 0 = kuollut, 1 = heikko, kituva, 2 = normaali ja 3 = voimakas, rehevä. Viimeisen inventoinnin yhteydessä todettiin lisäksi tapahtuneet ranganvaihdokset ja niiden tapahtumisvuosi sekä taimia kohdanneet tuhot ja mahdolliset kasvuhäiriöt. Kasvuhäiriön esiintymistä tarkasteltaessa kiinnitettiin erityistä huomiota latvakasvaimen silmujen tilaan. Taimessa katsottiin olevan silmujen kehityshäiriö, jos latvakasvaimen kärkisilmu oli kehittynyt selvästi sivusilmuja heikommin, tai se oli kuollut. Joissakin taimissa silmuhäiriö ilmeni neulasparin keskellä olevan kasvupisteen kehittymisenä. Mikäli tällaisia kehittyneitä kasvupisteitä oli taimessa runsaasti, taimessa katsottiin olevan silmujen kehityshäiriö, vaikka latvakasvaimen kärkisilmu olisikin näyttänyt normaalilta. Toinen peruste, jonka mukaan taimi luokiteltiin kasvuhäiriöiseksi, oli monilatuaisuus, joka ei johtunut taimen mekaanisesta vaurioitumisesta. Kasvuhäiriöluokitus oli siis sangen karkea. Esimerkiksi taimia, joissa oli ainoastaan epämuodostuneita neulasia, vaikka niitä olisi ollut runsaastikin, ei tämän perusteella luokiteltu kasvuhäiriöiseksi.

Taimitarhakuuden aineiston tilastomatemattainen käsittely tehtiin kolmisuuntaisella varianssianalyysillä. Selitettävänä muuttujina olivat valtataimen ominaisuudet: verson pituus, verson ja juuriston kuivamassa sekä niiden kuivamassojen suhde ja selitettävänä tekijöinä taimien lukumäärä paakussa, paakkulaji ja siemenen alkuperä. Tarkempi taimimäärä-paakkulaji-alkuperä yhdistelmien välinen vertailu tehtiin Student-Newman-Keuls testillä (Mäkinen 1974).

Istutuksenjälkeisiä tuloksia tarkasteltiin kaksisuuntaisella varianssianalyysillä. Tällöin selitettävänä tekijä oli paakun valtataimen pituus ja selitettävänä tekijöinä kummallakin alkuperällä taimimäärä paakussa ja paakkulaji. Mekaanisesti vaurioituneet taimet poistettiin aineistosta ennen analyysin tekoa.

Tässä tutkimuksessa kiinnostuksen kohteena oli erityisesti valtataimi ja sen menestyminen. Paakun muilla taimilla oli merkitystä ainoastaan silloin, kun valittiin paakun taimista pisin valtataimeksi. Pituuden perusteella tapahtuneen valinnan vuoksi valtataimien pituuden jakauma ei ollut aivan normaali, joten varianssianalyysin tuloksia on niiden merkityksestä huolimatta pidettävä vain suuntaa-antavina.



### 3. TULOKSET

#### 31. Taimien kehitys taimitarhalla

##### 311. Verson pituus

Pisimmät valtataimet kasvoivat paperikenoissa Fh 408 ja lyhyimmät turveruukuisissa FP-620 (taulukko 3). Ero eri paakkulajien välillä oli tilastollisesti erittäin merkitsevä (taulukko 4). Turveruukuissa kasvanee valtataimet olivat keskimäärin puolet lyhyempiä kuin Fh 408 -paakkujen valtataimet.

Turveruukkutaimet ja paperikennotaimet kasvatettiin samassa muovihuoneessa. Koska turveruukkutaimet tarvitsevat huolellisempaa kastelua kuin paperikennotaimet, eivät kasvatusolosuhteet kastelun osalta olleet optimaaliset turveruukkutaimille. Ilmeisesti tästä syystä turveruukkutaimien kehitys oli heikompaa kuin kennotaimien.

Kaikissa paakkulajeissa lyhyimmät taimet kasvoivat yksin paakussa. Paakun taimimäärän lisääntyessä valtataimien pituus kasvoi. Pituuden lisääntyminen ei kuitenkaan ollut aivan suoraviivaista, sillä esimerkiksi Fh 508

ja FP-620 -paakussa taimimäärän nousu yli kolmen ei enää lisännyt valtataimen pituutta. Taimimäärän vaikutus oli vähäisin FP-620 -turveruukuissa ja voimakkain Fh 408-paperikenoissa. Paakkulajin ja taimien lukumäärän yhdysvaikutus oli jokseenkin merkitsevä.

Yksin paakussa kasvaneiden ja monitaimisten paakkujen valtataimien väliset tilastollisesti merkitsevät pituuserot saattoivat johtua joko lisääntyvän kasvatusiheyden vaikutuksesta taimien kasvuun tai siitä, että paakun taimista valittiin pisin taimi vertailukohteeksi, tai mahdollisesti molemmat tekijät yhdessä vaikuttivat tilastollisesti merkitsevien erojen syntyyn. Valtataimen määräämisen yhteydessä suoritettujen valinnan ja lisääntyvän kasvatusiheyden vaikutusta valtataimien pituuteen ei tässä tutkimuksessa erotettu toisistaan.

Myös alkuperällä oli vaikutusta valtataimien pituuteen: eteläisemmän alkuperän taimet olivat jonkin verran lyhyempiä kuin pohjoisemmän alkuperän taimet (taulukko 4).

Taulukko 3. Paakun valtataimen pituus (cm). Keskiarvot, joiden väliset erot eivät ole merkitseviä vähintään 95 % luotettavuudella, on merkitty samantasoisilla viivoilla.

Table 3. Height of the dominant seedling in the containers (cm). The means, the differences between which are not statistically significant at the 95 % confidence limit at least, are joined by a line at the same level.

Alkuperä ja paakkulaji Origin and type of container	Taimimäärä/paakku Number of seedlings/container			
	1	2	3	5
<b>Rovaniemen alkuperä</b> <i>Rovaniemi origin</i>				
Fh 408	7,1	8,3	9,6	9,9
Fh 508	6,7	8,3	7,5	7,7
FP-620	3,3	3,7	4,9	4,5
<b>Savukosken alkuperä</b> <i>Savukoski origin</i>				
Fh 408	7,3	9,7	9,5	10,1
Fh 508	6,5	7,3	8,9	8,1
FP-620	4,1	4,2	5,1	4,6

Taulukko 4. Valtataimen pituutta selittävä kolmi-suuntainen varianssianalyysi.

Table 4. Three-directional variance analysis designed to explain the variation in dominant seedling height.

Selittäjä Explainer variable	df	F-arvo ja merkitsevyys F-value and significance
Taimimäärä, A <i>Number of seedlings</i>	3	26,5***
Paakku, B <i>Container</i>	2	311,7***
Alkuperä, C <i>Origin</i>	1	4,5*
A × B	6	2,7*
A × C	3	0,2
B × C	2	0,3
A × B × C	6	2,6*



Taulukko 5. Valtataimen verson ja juuriston kuivamassaa sekä versojuurisuhdetta selittävä kolmisuuntainen varianssianalyysi.

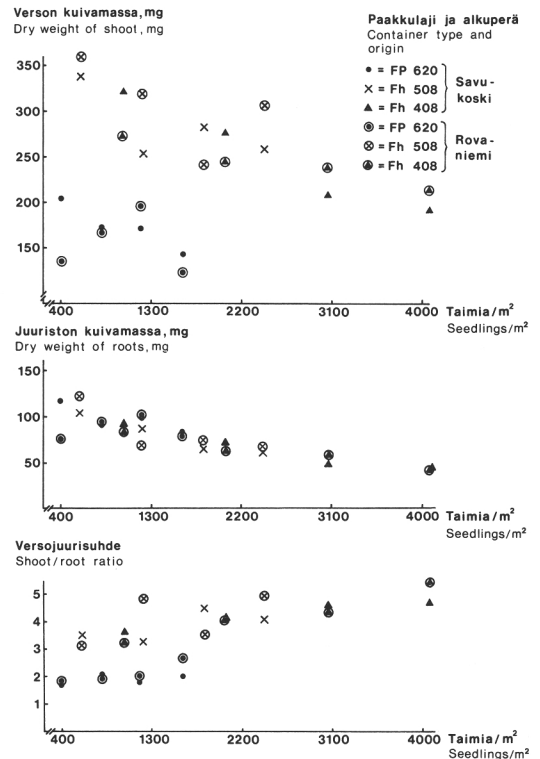
Table 5. Three-dimensional variance analysis designed to explain the variation in the dry weight of the shoot and roots of the dominant seedling and the shoot/root ratio.

Selittäjä Explainer variable	df	F-arvo ja merkisyys — F-value and significance		
		kuivamassa — dry weight verso — shoot	juuristo — root	versojuurisuhde root/shoot ratio
A, Taimimäärä A, Number of seedlings	3	7,5***	24,2***	9,6***
B, Paakku B, Container	2	60,2***	23,8***	112,0***
C, Alkuperä C, Origin	1	0,0	2,5	0,8
A × B	6	2,3*	3,2**	1,5
A × C	3	1,0	1,4	3,0*
B × C	2	1,4	2,6	0,2
A × B × C	6	1,6	2,2*	1,9

### 312. Verson ja juuriston kuivamassa sekä versojuurisuhde

Kasvatustiheyden lisääntyminen vähensi valtataimen verson kuivamassaa (kuva 1). Rovaniemen alkuperän FP-620 turveruukkutaimia lukuunottamatta muissa kojejäsenissä painavimmat, mutta samalla lyhyimmät (vrt. taulukko 3), taimet kasvoivat yksin paakusaan. Paakun taimimäärän vaikutus valtataimen verson kuivamassaan oli tilastollisesti erittäin merkitsevä (taulukko 5). Myös paakkulajin vaikutus oli erittäin merkitsevä. Kennotaimet olivat huomattavasti painavampia kuin turveruukkutaimet.

Kuten verson kuivamassa myös juuriston kuivamassa pieniin kasvatustiheyden lisääntymässä (kuva 1, taulukko 5). Eri paakkulajeissa kasvaneiden taimien juuriston kuivamassassa ei kuitenkaan ollut yhtä huomattavaa eroa kuin oli verson kuivamassassa. Eri paakkulajeista Fh 508 -paperikennossa on eniten tilaa juuriston kasvulle. Paakkujen muodosta johtuen tilavuus jakautuu varsin eri tavalla paperikenoissa ja turveruukussa. Turveruukussa yläosa on tilavuudeltaan suurin ja tilavuus vähenee pohjaa kohden mentäessä. Paperikenoissa tilaa on paakun joka kohdassa saman verran. Paitsi että paakussa FP-620 on kohtalaisesti tilaa ja että tämä tila on jakautunut edullisesti juuriston kasvun kannalta, vaikuttaa myös turveruukun suuri



Kuva 1. Valtataimen verson ja juuriston kuivapaino sekä versojuurisuhde.

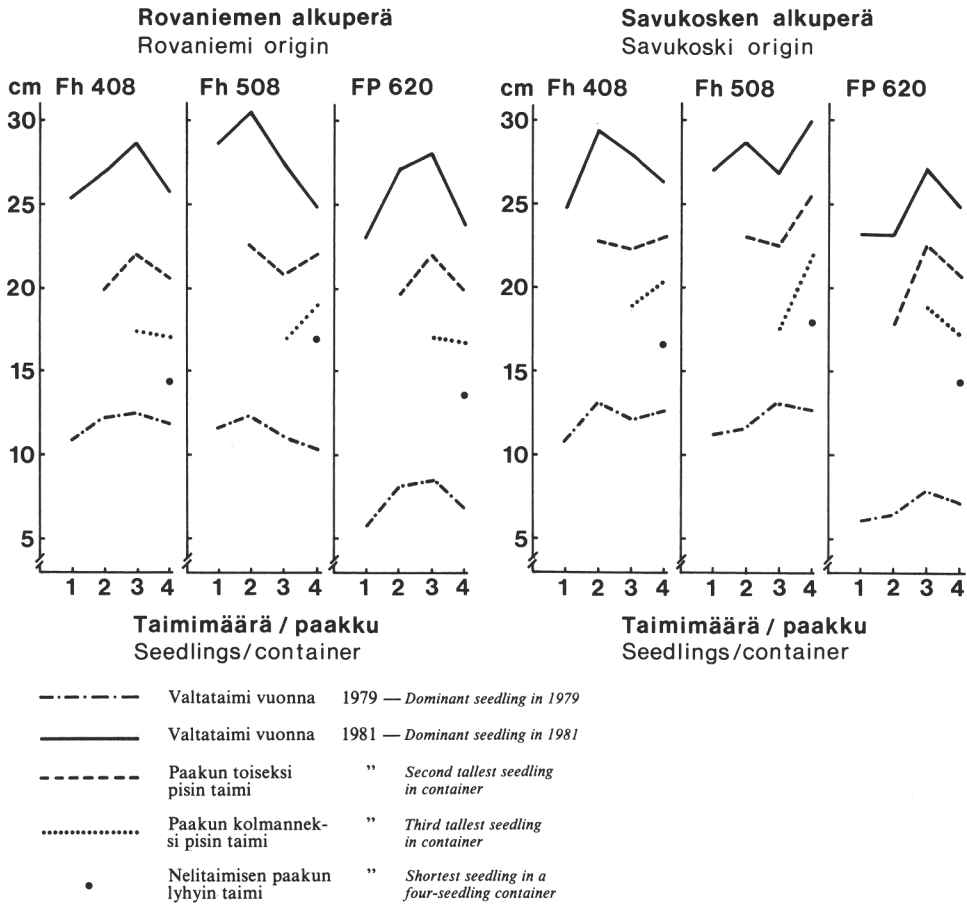
Figure 1. Dry weight of the shoot and roots of the dominant seedlings, and the shoot/root ratio.

pinta-ala ja tästä johtuva pieni taimien kasvatustiheys positiivisesti taimien juuriston kasvuun.

Pienin versojuurisuhde oli turveruukkutaimilla. Taimimäärän lisääntymisen versojuurisuhdetta lisäävä vaikutus on selvimmän nähtävissä paakussa Fh 408 (kuva 1).

### 313. Juuriston mykoritsaisuus

Mykoritsoja taimien juuristoissa oli hyvin vähän. Muutamaa poikkeusta lukuunottamatta niitä oli vain paakun FP-620 taimissa ja niissäkin hyvin niukasti. Taimien alkupeällä ja taimien lukumäärällä paakussa ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta mykoritsojen määrään.



Kuva 2. Valtataimen pituus (cm) yhden (1979) ja kolmen (1981) kasvukauden kuluttua istutuksesta sekä paakun muiden taimien pituus kolmen kasvukauden kuluttua istutuksesta.

Figure 2. Height (cm) of the dominant seedlings after one (1979) and three (1981) growing seasons from planting out, and the height of the other seedlings in the container after three growing seasons from planting out.

### 32. Taimien kehitys maastossa

#### 321. Valtataimen pituus yhden ja kolmen kasvukauden kuluttua istutuksesta

Taimet istutettiin maastokoealoille yksivuotuisina keväällä 1979. Istutettaessa kasvutila luonnollisesti suureni huomattavasti. Taimen välittömässä läheisyydessä oli tämän jälkeen vain samassa paakussa kasvavat taimet, joten naapuripaakkujen taimien aiheuttamaa kilpailua ei enää esiintynyt.

Ensimmäisen kasvukauden jälkeen olivat turveruukuissa kasvaneet valtataimet edelleen lyhyempiä kuin paperikenoissa kasvaneet molemmissa alkuperissä (kuva 2). Sekä

paakkulaji että taimien lukumäärä paakussa vaikuttivat edelleen tilastollisesti erittäin merkittävästi valtataimen pituuteen molemmissa alkuperissä (taulukko 6). Lukuunottamatta Rovaniemen alkuperän taimia paakussa Fh 508 olivat paakussa yksin kasvaneet taimet lyhyimpiä. Taimimäärän lisääntyminen paakussa kahteen tai kolmeen taimeen lisäsi paakun valtataimen pituutta, mutta neljän taimen paakuissa valtataimi oli yleensä lyhyempi kuin kolmen taimen paakuissa.

Neljäntenä kasvukautenaan, jolloin taimet olivat kasvaneet kolme vuotta maastossa, jatkui valtataimien kehitys samankaltaisena kuin taimitarhalla ja ensimmäisen maastokasvukauden aikana. Taimimäärä vaikutti edel-



Taulukko 6. Paakun valtataimen pituutta Rovaniemen ja Savukosken alkuperissä selittävä kaksisuuntainen varianssianalyysi.

Table 6. Two-directional variance analysis designed to explain the variation in the height of the dominant seedlings of Rovaniemi and Savukoski origin.

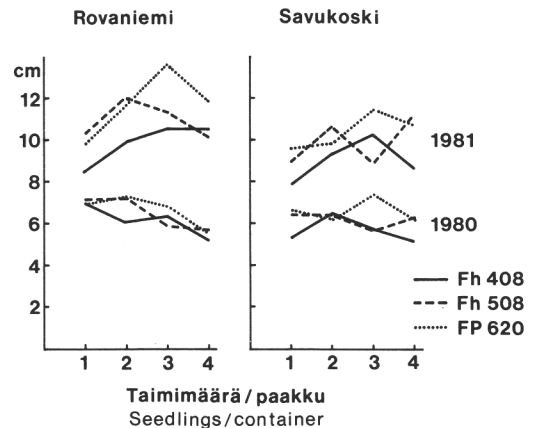
Selittäjä Explainer variable	Istutusta seuraava syksy (1979) Autumn following the planting		Neljäs kasvukausi (1981) Fourth growing season		
	df	Rovaniemi	Savukoski	Rovaniemi	Savukoski
		F-arvo ja merkitsevyys	F-value and significance	F-value and significance	F-value and significance
A, Taimimäärä A, Number of seedlings	3	42,8***	53,7***	9,8***	5,8***
B, Paakku B, Container	2	643,4***	1285,7***	6,5***	22,9***
A × B	6	15,7***	13,6***	3,1***	5,1***

leen voimakkaasti valtataimen pituuteen (kuva 2). Paakun taimimäärän lisääntyessä pituus kasvoi, mutta vain määrättyyn rajaan asti. Nelitaimisten paakkujen valtataimet olivat Savukosken alkuperän Fh 508 paakkuja lukuunottamatta selvästi lyhyempiä kuin kolmitaimisten paakkujen valtataimet. Eräissä tapauksissa jo kolmitaimisten paakkujen valtataimien pituuskasvu oli heikentynyt. Taimimäärän vaikutus valtataimen pituuteen oli sekä Rovaniemen että Savukosken alkuperissä erittäin merkitsevä (taulukko 6).

Edelleen on muistettava, ettei lisääntyvän taimimäärän ja valtataimen määräämisen yhteydessä suoritetun valinnan vaikutusta valtataimien pituuteen erotettu toisistaan (ks. sivu 4).

Myös paakkulajin vaikutus valtataimen pituuteen oli vielä havaittavissa (kuva 2, taulukko 6). Tosin paakkulajien välinen ero oli taimitarhatilanteeseen verrattuna huomattavasti pienentynyt. Turveruukkutaimet olivat edelleen lyhyempiä kuin kennotaimet, mutta ne olivat koko ajan saavuttamassa paperikennotaimien etumatkaa. Niinpä vuosina 1980 ja 1981 turveruukkutaimien vuosikasvaimet olivat ainakin yhtä pitkiä kuin paperikennotaimien vuosikasvaimet, usein jopa pidempiäkin (kuva 3).

Taimimäärän ja paakkulajin tilastollisesti merkitsevä yhteisvaikutus johtui Rovaniemen alkuperässä siitä, että Fh 508 -paperikennossa kolmitaimisten ja nelitaimisten paakkujen valtataimien pituuskasvu oli voimakkaasti heikentynyt yksi- ja kaksitaimisten paakkujen valtataimiin verrattuna. Sen sijaan pienemmässä paperikennossa ja turveruukussa valtataimen pituuskasvu heikkeni voimakkaasti vasta taimimäärän lisääntytyä kol-

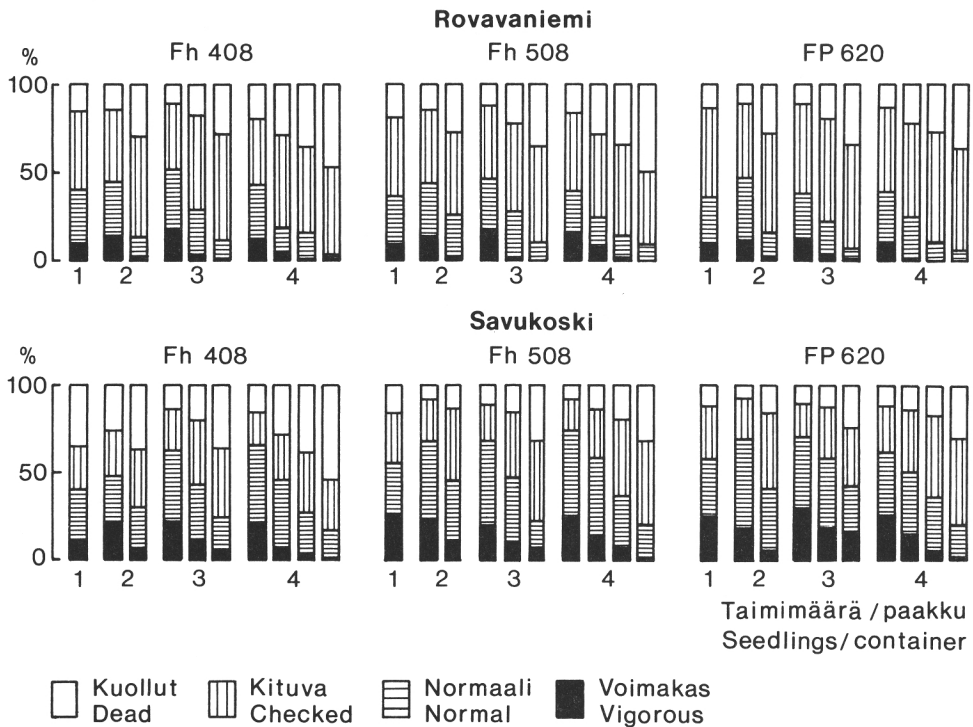


Kuva 3. Valtataimen vuosikasvaimen pituus kolmantena (1980) ja neljäntenä (1981) kasvukautena Rovaniemen ja Savukosken alkuperissä.

Figure 3. Height of the annual leader of the dominant seedlings after three growing seasons (1980) and after four (1981) in the Rovaniemi and Savukoski origin.

mesta neljäksi. Savukosken alkuperässä taimimäärän ja paakkulajin yhteisvaikutuksen saama erittäin merkitsevä F-arvo puolestaan johtui nelitaimisten Fh 508 -paakkujen valtataimien poikkeuksellisen voimakkaasta kasvusta.

Vuoden 1981 inventoinneissa mitattiin valtataimen lisäksi myös muut samassa paakussa kasvavat taimet. Paakun muiden taimien pituuskasvu noudatti suunnilleen valtataimen pituutta (kuva 2). Esimerkiksi kolmitaimisten paakkujen valtataimet ja toiseksi pisimmät taimet olivat yleensä pidempiä kuin kaksitaimisten paakkujen taimet. Paakun valtataimen ja toiseksi pisimmän taimen välinen pituusero oli 3—7 cm taimimäärästä riippuen



Kuva 4. Taimien jakautuminen (%) eri kuntoluokkiin kolme vuotta istutuksen jälkeen paakkulajeittain ja taimimäärittäin Rovaniemen ja Savukosken alkuperissä. Paakun taimet pituusjärjestyksessä vasemmalta oikealle.

Figure 4. Distribution of seedlings (%) into different condition classes three years after planting by container type and number of seedlings in the Rovaniemi and Savukoski origins. The container seedling height order reads from left to right.

Kaksitaimisissa paakuissa valtataimen ja toiseksi pisimmän taimen välinen pituusero oli suurempi kuin kolmi- ja nelitaimisissa paakuissa. Nelitaimisissa paakuissa valtataimen ja paakun lyhyimmän taimen välinen pituusero oli noin 10 cm.

### 322. Taimellisten viljelykohtien määrä ja taimien kunto

Ensimmäisen kasvukauden jälkeen suoritettussa inventoinnissa löydettiin vain kuusi paakua (paakkuja kaikkiaan 3 540 kpl), joista taimet olivat kuolleet. Yhtä lukuunottamatta tyhjä viljelykohdat olivat ruuduissa, joihin oli istutettu yksitaimisia paakkuja. Tyhjästä viljelykohdista viisi oli Rovaniemen alkuperässä ja yksi Savukosken alkuperässä.

Neljännän kasvukauden jälkeen 8–35 % viljelykohdista oli sellaisia, joista kaikki tai-

met olivat kuolleet. Tyhjiä viljelykohtia oli eniten (35 %) Savukosken alkuperän koejäsenissä, joihin oli istutettu yksiasentoisia Fh 408 -paakkuja. Yleensäkin yksiasentoisten paakkujen ruuduissa oli runsaasti tyhjiä viljelykohtia.

Taimet olivat menestyneet melko heikosti maastossa. Yhteensä yli puolet taimista oli sekä Rovaniemen että Savukosken alkuperissä joko kuolleita tai luokiteltu kunnoltaan heikoiksi (kuva 4). Kuolleita ja huonokuntoisia taimia oli Rovaniemen alkuperässä enemmän kuin Savukosken alkuperässä.

Monitaimisten paakkujen valtataimet olivat usein parempikuntoisia kuin yksiasentoisten paakkujen taimet. Savukosken alkuperässä ero oli vielä selvemmin havaittavissa kuin Rovaniemen alkuperässä. Paakun valtainta lyhyemmät taimet olivat kunnoltaan valtataimia heikompia. Kuolleiden taimien määrä kasvoi, kun paakun taimimäärä lisääntyi. Esimerkiksi nelitaimisten paakkujen lyhyimmistä taimista oli 1/3–1/2 kuollut.



Taulukko 7. Tuhojen esiintyminen (%) taimissa neljännen kasvukauden jälkeen.

Table 7. Damage frequency (%) in the seedlings after four growing seasons.

Tuhon aiheuttaja Damaging agent	Rovaniemen alkuperä Rovaniemi origin	Savukosken alkuperä Savukoski origin
Lumikariste <i>Phacidium infestans</i>	10	6
Versosyöpä <i>Gremmeniella abietina</i>	12	13
Versoruoste <i>Melampsora pintorqua</i>	2	0
Tukkimiehentäi <i>Hylobius abietis</i>	1	5
Mekaaninen vaurio Mechanical damage	15	2
Routa Soil frost	0	4
Pintakasvillisuus Ground vegetation	0	5
Määrittämätön Unidentified	10	10

Paakkulajit eivät taimien kunnan kannalta katsottuna juuri eronneet toisistaan. Ainoastaan Savukosken alkuperässä oli Fh 408 -paperikenoissa hieman enemmän kuolleita taimia kuin Fh 508 -kennoissa ja FP-620 -turveruukuissa.

### 323. Tuhot ja kasvussaan häiriintyneet taimet

Noin puolessa kummankin alkuperän taimissa todettiin jonkinkaltaisia tuhoja (taulukko 7). Myös kuolleiden taimien tuhot pyrittiin selvittämään, mutta kosta tämä oli usein vaikeaa, jäi määrittämättömiä tuhoaiheuttajia suhteellisen runsaasti.

Eniten tuhoja aiheuttivat sienitaudit. Näistä versosyöpä oli yleisin, mutta myös lumikariste oli vaurioittanut useita taimia.

Noin 15 % Ylitorniolle istutetuista Rovaniemen alkuperän taimista oli hirvien syömiä. Savukosken alkuperässä hirvien aiheuttamia vaurioita oli vain 2 %:ssa taimista, mutta sen sijaan tukkimiehentäin, roudan ja pintakasvillisuuden vaurioittamia taimia oli enemmän.

Mainittujen tuhojen lisäksi monissa taimissa oli lisäksi kasvuhäiriöitä, joiden syitä ei tunneta. Lähes puolet Rovaniemen alkuperän taimista oli sellaisia, joilla vuosikasvai-

Taulukko 8. Kasvuhäiriöiden esiintyminen (%) taimissa paakkulajeittain ja taimimäärittäin Rovaniemen ja Savukosken alkuperissä. Paakun taimet pituusjärjestyksessä siten, että pisin eli valtataimi saa arvon 1. Table 8. Frequency (%) of growth disturbances in the seedlings according to type of container and number of seedlings in the Rovaniemi and Savukoski origin. The seedlings are arranged in order of magnitude, the tallest seedling, i.e. the dominant seedling, having the value 1.

Paakkulaji Type of container	Taimimäärä — Number of seedlings									
	1	2	3	4						
Kasvuhäiriön laatu <sup>1</sup> Type of growth disturbance <sup>1</sup>	Paakun taimien pituusjärjestys Height order of the seedlings in container									
	1	1	2	1	2	3	1	2	3	4
Rovaniemi										
Fh 408										
A	43	33	41	29	42	42	39	36	48	41
B	13	4	8	10	7	3	5	12	10	7
Fh 508										
A	38	31	39	30	46	58	37	23	34	38
B	14	4	12	8	6	13	5	10	7	12
FP-620										
A	23	39	46	40	44	41	41	47	35	35
B	12	6	6	9	11	13	1	3	12	9
Savukoski										
Fh 408										
A	21	16	29	6	16	19	16	15	16	7
B	1	1	8	1	2	0	1	1	0	2
Fh 508										
A	20	17	16	16	26	30	8	17	23	19
B	1	2	4	1	2	5	1	2	1	3
FP-620										
A	14	9	19	10	11	18	11	14	15	19
B	2	2	0	1	0	1	0	1	4	2

1) A = Häiriöitä silmujen kehittymisessä — Disturbances in bud development  
B = Monilatvainen — Multiple-crowned

men kärkisilmu oli tuhoutunut tai kehittynyt muuten sivusilmuja heikommin, tai jotka olivat monilatvaisia (taulukko 8). Kasvuhäiriöiden esiintymisrunsautta tarkasteltaessa aineistosta poistettiin ensin hirvien vaurioittamat taimet, koska ne olivat usein monilatvaisia, ennen kuin jokin sivukasvaimista oli onnistunut saamaan dominoivan aseman. Myös silmujen epätavallista kehittymistä oli havaittavissa joissakin mekaanisesti vaurioituneissa taimissa. Tällaisissa tapauksissa tuli ongelmaksi, katsottiinko silmujen epätavallisen kasvun johtuvan mekaanisesta vauriosta, vai oliko kyseessä esim. epätasapainoisesta ravinnetilanteesta johtuva kasvuhäiriö. Koska selvää vastausta kysymykseen ei tiedetty, päädyttiin siihen, että kaikki mekaanisesti vaurioituneet taimet poistettiin aineistosta.

Savukosken alkuperässä kehityksessään häiriintyneitä taimia oli vähemmän kuin Rovaniemen alkuperässä (taulukko 8). Silmujen kehityshäiriöt olivat molempien alkuperien

Taulukko 9. Valtataimet (%), joissa oli tapahtunut ranganvaihdos, paakkulajeittain ja taimimäärittäin.

Table 9. Percentage of dominant seedlings with leader change according to container type and number of seedlings in the Rovaniemi and Savukoski origins.

Rangan- vaihdoksen ta- pahtumisvuosi Year when leader change occured	Paakkulaji ja taimimäärä											
	Container type and number of seedlings											
	Fh 408				Fh 508				FP-620			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>Rovaniemen alkuperä</b>												
<i>Rovaniemi origin</i>												
1981	14	21	20	24	19	22	25	10	17	23	13	16
1980	5	9	3	8	19	8	6	10	7	11	11	9
1979	3	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0
1981 ja 1980	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0
1981 ja 1979	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Savukosken alkuperä</b>												
<i>Savukoski origin</i>												
1981	1	2	2	2	0	2	8	1	1	3	3	2
1980	1	0	0	0	1	0	0	0	2	1	1	1
1979	1	1	0	1	0	0	0	0	2	0	0	1

taimissa huomattavasti yleisempiä kuin monilatvaiset taimet.

Kaksi- ja kolmitaimisten sekä Savukosken alkuperässä lisäksi myös nelitaimisten Fh 508 ja FP-620 -paakkujen valtataimissa oli silmuhäiriöitä jonkin verran vähemmän kuin paakun muissa valtatainta lyhyemmissä taimissa. Sen sijaan Rovaniemen alkuperän nelitaimisissa paakuissa sekä Savukosken alkuperän nelitaimisissa Fh 408 -paakuissa valtataimissa saattoi olla jopa enemmän silmuhäiriöitä kuin paakun lyhyemmissä taimissa.

Yksitaimisissa paakuissa oli sekä monilatvaisia että silmujen kehityksessä häiriintyneitä taimia suunnilleen yhtä runsaasti kuin useampitaimisissakin paakuissa.

### 324. Ranganvaihdokset

Ranganvaihdoksia oli tapahtunut Ylitorniolle istutetuissa Rovaniemen alkuperän valtataimissa huomattavasti enemmän kuin Sodankylään istutetuissa Savukosken alkuperän taimissa. Noin kolmannes taimista, joissa oli tapahtunut ranganvaihdos, oli hirvien vioittamia. Taulukossa 9 esitettävästä aineistosta nämä taimet on poistettu, joten ranganvaihdoksen jäljellejääneissä taimissa on aiheuttanut jokin muu tekijä kuin mekaaninen vaurio.

Paakkulajien välillä ei ollut eroa tapahtuneiden ranganvaihdosten määrässä. Myöskään taimimäärällä ei näyttänyt olevan kovin selväpiirteistä vaikutusta.

## 4. TULOSTEN TARKASTELU

Käytettäessä suoraan kylvöstä asti paakuissa kasvatettuja taimia metsänistutuksessa ollaan valintatilanteessa, harvennetaanko paakut jo taimitarhalla yksiasentoisiksi vai ei. Silloin, kun istutus onnistuu hyvin ja taimet kehittyvät suotuisasti, saattaa olla taimikon harventamiskustannusten säästämisen vuoksi tarkoituksenmukaista harventaa paa-

kut jo taimitarhalla yksitaimisiksi. Harvennustarve korostuu, kun paakut ovat pintaalaltaan pieniä, sillä liian tiheässä kasvatetut taimet kehittyvät heikkokuntoisiksi (esim. Mikola 1956, Richards ym. 1973, Hultén ja Jansson 1974, Bunting 1980).

Harventamiskustannukset tulevat ongelmalliseksi, kun osa maastoon istutetuista taimista kuo-



lee ja jos useamman kuin yhden taimen paakuissa jää varmemmin vähintään yksi taimi eloon kuin yksiasentoisiksi harvennetuissa paakuissa. Täydennysistutus on tunnetusti kallista ja nykyisellään yleensä selvästi kalliimpaa kuin taimikon harvennustyö.

Nykyisin käytössä olevat paakut ovat pinta-alaltaan ja myös tilavuudeltaan hyvin erikokoisia. Näin ollen on odotettavissa, että harvennustarve taimitarhalla ei ole samanlainen kaikilla paakkulajeilla. Käsillä olevan tutkimuksen tulokset vahvistavat tätä olettamusta. Rovaniemen maalaiskunnassa sijaitsevalla metsähallinnon Imarin taimitarhalla tehdyissä kokeissa käytettiin pinta-alaltaan toisistaan selvästi poikkeavia paakkulajeja; turveruokku FP-620, paperikeno Fh 408 ja Fh 508. Ensin mainitussa paakussa yksiasentoisiksi harvennettuja taimia mahtuu noin 400 kpl/m<sup>2</sup> ja Fh 408 -kennoihin kaksi ja puoli kertaa enemmän eli noin 1 000 kpl/m<sup>2</sup>. Fh 508 -kennoihin mahtuu noin 600 tainta/m<sup>2</sup>. Kokeessa käytetyt taimimäärät (1—4 tainta paakua kohti) merkitsivät, että tiheimmässä asennossa oli taimia kymmenen kertaa enemmän kuin harvimmassa asennossa. Taimitarhalla ensimmäisenä kasvatukseenä taimimäärän nostaminen pienimmässä kennossa (Fh 408) yhdestä neljään merkitsi valtataimien pituuden lisääntymistä, mutta version ja ennen kaikkea juuriston kuivamassan pienenemistä. Pinta-alaltaan suuremmissa turveruukuissa taimimäärän lisäys ei sen sijaan vaikuttanut yhtä voimakkaasti valtataimien pituuteen. Myöskään turveruokkutaimitien version ja juuriston kuivamassan kehittymiseen kasvatustiheyden lisääntyminen ei vaikuttanut yhtä voimakkaasti kuin kennotaimiin.

Maastoon istuttamisen jälkeen taimet eivät enää joutuneet kilpailemaan naapuripaakkujen taimien kanssa valosta ja elintilasta. Sen sijaan samassa paakussa kasvaneiden taimien välinen kilpailu kiristyi sitä mukaa, kun taimet kasvoivat isommiksi. Paakun taimimäärän lisääntyessä valtataimien pituuskasvu kiihtyi. Lopulta kuitenkin liian lähekkäin kasvavat taimet haittasivat jo toinen toisensa kasvua. Niinpä nelitaimisissa paakuissa kasvaneet valtataimet olivat neljännen kasvukauden jälkeen yleensä lyhyempiä kuin kolmitaimisten, usein jopa lyhyempiä kuin kaksitaimisten paakkujen valtataimet. Tässä kohden tutkimuksen tulokset poikkeavat Raulon (1979) esitutkimuksen tuloksista.

Raulon (1979) mukaan paperikenoissa Fh 408 istutettaessa ollut taimimäärä ei ollut vaikuttanut merkittävästi valtataimien pituuteen kolmen maastokasvukauden aikana.

Kun pienessä paakussa kasvatetaan useita taimia, on mahdollista, että juuristot ahtaassa tilassa kehittyvät epämuodostuneiksi. Juuristojen epämuodostumista tapahtuu myös silloin, kun paakun seinämateriaali on niin tiivistä, että se haittaa juurten kasvamista ulos paakusta. Lähde (1972) on todennut, että kasvukauden kuluessa Fh-kennon seinää vasten kääntyi 2—3 kertaa enemmän juuria kuin turveruokun seinää vasten. Paakun kuiva seinämateriaali estää juurten ulostunkeutumista vielä enemmän kuin märkä (Lähde ja Kinnunen 1974). Koska Fh-kennojen on todettu pysyvän ilmeisesti kuivuuden takia kahden ensimmäisen maastokasvukauden aikana melko ehjinä (Kinnunen ja Lemmetyinen 1980), saattaa juuristoista muodostua sykkyräisiä. Nilssonin (1982) mukaan yksi- ja kaksiasentoisten Fh 408 -kennotaimien juuristoista 15 % oli epämuodostuneita. Määrä lisääntyi noin 25 %:ksi kolmitaimisissa kennoissa. Vaikka juuriston epämuodostumien on todettu muodostavan selvän esteen hiilihydraattien siirtymiselle versosta juuristoon, ei juuristoepämuodostumien ja istutuksenjälkeisen kasvun välillä ole todettu selvää riippuvuutta (Mexal ja Burton 1978, Long 1978).

Samassa paakussa kasvavien taimien juuristot olivat Nilssonin (1982) mukaan usein kasvaneet yhteen. Paakun valtataimi saattoi käyttää muiden taimien juuristoja hyväkseen vielä senkin jälkeen, kun ylimääräiset taimet oli poistettu taimituppaasta.

Versojuurisuhdetta pidetään yleensä taimien metsänviljelyarvoa kuvaavana suureena (esim. Wilde ym. 1964). Pieni suhde ennustaa taimien hyvää kuivuuden ja kylmän kestävyyttä. Pienin versojuurisuhde oli turveruokkutaimilla ja suurin kennon Fh 408 taimilla. Paakun taimimäärän lisääntyessä paperikenoitaimien versojuurisuhde kasvoi. Turveruokkutaimien versojuurisuhteeseen taimimäärän lisääntymisellä ei ollut yhtä selvää vaikutusta.

Laihon (1980) mukaan paakkutaimet ovat lähes mykorrhizattomia ensimmäisen kasvukauden jälkeen. Muovihuoneen suuri kosteus ja korkea lämpötila, voimakas lannoittaminen sekä kemikaalien käyttö ovat haitallisia mykorrhizojen kehittymiselle. Myöskään tämän tutkimuksen paakkutaimien juuristoissa

ei mykoritsoja juuri esiintynyt. Ainoat mykoriaaliset taimet kasvoivat turveruukuissa.

Turveruukkutaimet kasvoivat hyvin maastossa. Vaikka ruukkutaimet olivat ensimmäisen kasvukauden jälkeen vain noin puolet kennotaimien pituudesta, kolmannen kasvukauden jälkeen ne olivat jo lähes yhtä pitkiä kuin kennotaimet.

Liiallinen kasvatustiheys vaikutti taimien kuntoon. Taimia kuoli maastossa runsaasti ja monet elossaolevista luokiteltiin kunnoltaan heikoiksi. Neljännen kasvukauden jälkeen kunnoltaan normaaleiksi ja voimakkaiksi luokiteltuja taimia oli enää vain noin puolet istutetuista taimista. Kinnunen ja Lemmetyinen (1980) ovat todenneet, että myös yksiasentoisista, pienissä paperikenoissa ja turveruukuissa kasvaneista taimista verrattain suuri osa kasvoi kituen viiden kasvukauden jälkeen. Valtatainta lyhyemmät taimet olivat sitä huonokuntoisempia, mitä useampia taimia kasvoi samassa paakussa. Paakun valtatainta lyhyempien taimien kunto näytti riippuvan taimen pituudesta: pidemmät taimet luokiteltiin kunnoltaan paremmiksi kuin lyhyemmät taimet. Nelitaimisen paakun lyhyin taimi, jonka pituus oli keskimäärin 60 % paakun valtataimen pituudesta, oli aina kunnoltaan selvästi huonompi kuin sitä pidemmät taimet. Noin 1/3—1/2 näistä taimista olikin kuollut neljännen kasvukauden loppuun mennessä, ja loputkin elossaolevat taimet olivat hyvin heikkokuntoisia. Paakun taimimäärän lisääntyminen ei sen sijaan heikentänyt paakun valtataimen kuntoa. Raulo (1979) on tehnyt saman havainnon. Tässä työssä Savukosken alkuperän taimista olivat useampitaimisten paakkujen valtataimet jopa parempikuntoisia kuin yksiasentoisten paakkujen taimet. Myös Metsämuurosen ym. (1978) mukaan yksiasentoiset taimierät menestyivät maastossa hieman heikommin kuin ne taimierät, joissa istutettaessa oli ollut keskimäärin 2 tainta/paakku.

Paakun taimimäärän luontainen harveneminen oli Metsämuurosen ym. (1978) tutkimusten mukaan voimakkainta tiheimmissä taimierissä, joissa se oli 0,5—0,7 tainta/keno kasvukauden kuluessa. Käsillä olevassa tutkimuksessa paakun taimimäärän keskimääräinen luontainen harveneminen/kasvukausi oli hieman vähäisempää kuin Metsämuurosen ym. (1978) esittämissä tapauksissa. Tosin Metsämuurosen ym. (1978) tulokset

kuvaavat tilannetta kahden ensimmäisen istutuksenjälkeisen vuoden ajalta. Myös tässä tutkimuksessa voitiin havaita, että luontainen harveneminen oli sitä voimakkaampaa, mitä enemmän taimia oli paakussa. Myös paakkulaji vaikutti: pienen paperikennon Fh 408 nelitaimisten paakkujen taimimäärä väheni hieman voimakkaammin kuin suuremman kennon Fh 508 ja turveruukun FP-620 taimimäärät.

Täysin tyhjiä viljelykohtia oli ensimmäisen maastokasvukauden jälkeen vain kuusi kappaletta. Näistä viisi oli yksiasentoisten paakkujen ruuduissa. Kahden seuraavan kasvukauden kuluessa tyhjiä viljelykohtien määrä lisääntyi, ja edelleen voitiin havaita, että tyhjiä viljelykohtia oli eniten ruuduissa, joihin oli istutettu yksi taimi/viljelykohta.

Eräänä syynä taimien kuolemiseen ja huonoon kuntoon olivat sienitaudit, joista versosyöpä (*Gremmeniella abietina*) ja lumikariste (*Phacidium infestans*) olivat yleisimmät. Liiallinen kasvatustiheys saattoi edesauttaa tautien vaikutusta heikentämällä taimia (Hultén 1980). Vaikka yksi tai useampikin paakun taimista saattoi sairastua, tämä ei vielä merkinnyt sitä, että paakun kaikki taimet olisivat kerralla kuolleet. Taudin leviäminen tosin on todennäköistä, kun taimet kasvavat aivan vierekkäin, mutta taudin kehittymiseen ja sen aiheuttaman tuhon voimakkuuteen vaikuttavat myös sääolot ratkaisevasti.

Eniten tuhoja Rovaniemen alkuperän taimissa olivat aiheuttaneet hirvet. Löyttyniemi (1981) on todennut, että lannoitus lisää taimien hirtvahinkoalttiutta ja että syönnin voimakkuus korreloi positiivisesti lannoituksen aiheuttaman rehevöitymisen ja neulasten typpipitoisuuden lisääntymisen kanssa. Myös kirvat vaivasivat näitä taimia. Kirvojen esiintymisrunsautta ei luokiteltu, vaan muiden mittausten ohessa havaittiin, että niitä oli runsaasti taimissa. Kirvojen oletetaan etsiytyvän kasveihin, joissa on korkea typpipitoisuus, sillä kirvat tarvitsevat ravinnokseen lähinnä kasvien valkuaisaineita (Carter ja Maslen 1982). Kirvat suosivat heikkokuntoisia kasveja, sillä niissä ravintoneiteitä virtaa runsaammin kuin terveissä kasveissa (Liukko 1982). Toisaalta kirvat vaikuttavat itsekin siihen, että kasvin kunto heikkenee ja se altistuu erilaisille taudeille.

Rovaniemen alkuperän taimissa, joissa oli runsaasti kirvoja, oli myös paljon kasvuhäi-

riöitä. Tosin kirvojen ja kasvuhäiriöiden esiintymistä samoissa taimissa ei erityisesti seurattu.

Kasvun häiriintyminen ilmeni yleisimmän silmujen epätavallisena kehittymisenä tai latvakasvaimen kärkisilmun kuolemisena. Myös monilatvaisia taimia, joita voitaneen pitää pidemmälle ehtineen kasvuhäiriön tuloksena, oli jonkin verran. Noin puolessa Rovaniemen alkuperän taimista oli jonkinlainen kasvuhäiriö.

Hirvien aiheuttamien ranganvaihdosten lisäksi taimissa oli myös muiden tekijöiden aiheuttamia pääangan vaihdoksia. Eräänä syynä saattaa olla liian lähekkäin kasvavat taimet. Latvakasvaimen kärkisilmun syystä tai toisesta tuhouduttua taimessa tapahtuu ranganvaihdos, tai mikäli kyseessä on epätaapainoisesta ravinnetilanteesta johtuva kas-

vuhäiriö, taimesta tulee monilatvainen, kunnes tilanne korjaantuu ja jokin sivukasvaimista saavuttaa dominoivan aseman.

Optimaalista taimitiheyttä etsittäessä pyritään tuottamaan mahdollisimman paljon hyviä taimia pinta-alayksikköä kohden. Jos paakkutaimikasvatuksessa paakkulaji on jo ennalta määrätty, voidaan pinta-alaa kohden tuotettavien taimien lukumäärää lisätä kasvattamalla samassa paakussa useita taimia. Koska kasvatustiheyden lisääminen yleensä johtaa taimien laatuunustien heikkenemiseen, on tehtävä kompromissi taimien laadun ja tehokkaan tilankäytön välillä. Tämän tutkimuksen mukaan näyttää siltä, että turveruukuissa ja suurissa paperikenoissa voi kasvattaa kahta tai joissain tapauksissa jopa kolmea tainta valtataimen laadun siitä liian paljoa kärsimättä.

## KIRJALLISUUS

- Armson, K.A. 1968. The effect of fertilization and seedbed density on the growth and nutrient content of white spruce and red pine seedlings. Tech. Rept. 10: 1—6.
- Bohlin, H. & Hultén, H. 1974. En- eller flerkornssådd — en analysis av tänkbara handlingsalternativ vid produktion av direktsådda rotade plantor. Rapp. Uppsats., Inst. Skogsförnygr., Skogshögsk. 54: 1—59.
- Bunting, W.R. 1980. Seedling quality: growth and development — soil relationships, seedling growth and development, density control relationships. Proceedings North American forest tree nursery soils workshop, Syracuse, New York, 28.7.—1.8.1980. p. 21—42.
- Carter, C.I. & Maslen, N.R. 1982. Conifer Lachnids in Britain. Forestry commission bulletin 58: 1—75.
- Hultén, H. 1977. Problem och metoder i skogsförnygringsarbetet. II. K. Skogs- o. LantbrAkad. Tidskr. 116(1—2): 35—38.
- 1980. Fröplantans utveckling under tillväxtfasen (*Pinus silvestris* L.). Summary: Seedling development during the first growth period (*Pinus silvestris* L.). Sveriges Lantbruksuniversitet. Instn. skogsprod. Rapp. 2: 1—140.
- & Jansson, K.-Å. 1974. Biologisk uppföljning av rotade plantor vid praktisk skogsodling planteringsår 1972. (Resultatsammanställningar av inventeringar hösten 1973). Rapp. Uppsats. Instn. Skogsförnygr. skogshögsk. 56: 1—42.
- Kaila, S. & Räsänen, P.K. 1974. Paakkutaimet ja niiden käyttöluokituksen perusteet. Tutkimusraportti Metsähallitukselle. Helsinki. 53 s.
- Kedzierski, Z., Ubysz-Borucka, L. & Skupinska, M. 1973. Wplyw gestosci wysiewu nasion w szkolce na wzrost i jakosc siewek. Summary: The influence of seed sowing density in a nursery on the growth and quality of pine seedlings. Instytutn Badawczego Lesnictwa 417—421: 97—121.
- Kinnunen, K. & Lemmetyinen, M. 1980. Paakkukoon vaikutus männyn taimien alkukehitykseen. Summary: Initial development of containerized pine seedlings as affected by the size of earth ball. Folia For. 419: 1—19.
- Laiho, O. 1980. Mykorisakehitys taimitarhassa. Metsänviljelyn koemasman tiedonantoja 35: 19—25.
- Liukko, U.-M. 1982. Kirvat — hyönteisten hyöty ja kasvien kauhistus. Uudenmaan Luonto 4—5: 12, 13.
- Long, J.N. 1978. Root system form and its relationship to growth in young planted conifers. Teoksessa: Eerden; E. van & Kinghorn. J. (toim.). Proceedings of the root form of planted trees symposium: 222—234. British Columbia Ministry of Forest/Canadian For. Serv., Joint Rep. 8.
- Luonnon männyn koulittujen ja koulimattomien paakkutaimien laatuvaatimuksiksi. 1978. Laadittu Metsätalouden siemen- ja taimilautakunnan kokouksessa 13.10.1978. Konekirjoite Metsähallituksessa. 3 s.
- Lähde, E. 1972. Paperikenojen ja turveruukkujen lahoamisnopeus ja sen merkitys juurten kehitykselle Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimusl., Rovaniemen tutkimusas. tiedonant. 3: 6—15.
- & Kinnunen, K. 1974. Paperikennon ja turveruukun seinän lujuus ja taimien alkukehitys Pohjois-Suomessa. Summary: The relationship between the wall strength of paper and peat pots and the initial development of seedlings in Northern Finland. Folia For. 197: 1—19.
- & Savonen, E.-M. 1983. Kastelun vaikutus männyn paakkutaimien kehitykseen sekä turpeen vesi- ja ilmasuhteisiin paakussa. Summary: Effects of water-



- ing on the development of containerised Scots pine seedlings and water and air conditions in peat growing mediums. *Folia For.* 571: 1—40.
- Löyttyneimi, K. 1981. Typpilannoituksen ja neulasten ravinnepitoisuuden vaikutus hirven mäntyraivannon valintaan. Summary: Nitrogen fertilization and nutrient contents in Scots pine in relation to the browsing preference by moose (*Alces alces*). *Folia For.* 487: 1—14.
- Metsämuuronen, M., Kaila, S. & Räsänen, P.K. 1978. Männyn paakkutaimien alkukehitys vuoden 1973 istutuksissa. Summary: First-year planting results with containerised Scots pine seedlings in 1973. *Folia For.* 349: 1—36.
- Mexal, J. & Burton, S. 1978. Root development of planted loblolly pine seedlings. Teoksessa: Eerden, E. van & Kinghorn, J. (toim.). Proceedings of the root form of planted trees symposium: 85—90. British Columbia Ministry of Forests/Canadian For. Serv., Joint Rep. 8.
- Mikola, P. 1956. Kylvötiheyden vaikutus taimien laatuun taimitarhoissa. *Metsätal. Aikak.l.* 5: 177—180.
- Mullin, R.E. & Bowdery, L. 1978. Effects of nursery seedbed density and topdressing fertilization on survival and growth of 3+0 red pine. *Canad. J. For. Res.* 8: 30—35.
- Mäkinen, Y. 1974. Tilastotiedettä biologeille. 306 s. Turku. Synapsi r.y.
- Nilsson, B. 1982. Domänverkets undersökningar av planteringar med täckrotsplanter — plantornas utveckling i enplants-respektive flerplantspottor. Sveriges Lantbruksuniversitet, Instn. skogsproduktion, Rapp. 8: 41—52.
- Owston, P.W. 1972. Cultural techniques for growing containerized tree seedlings. Teoksessa: Anderson, H.W., Bryan, J.A. & Eide, R.P. (toim.). Western For. Nursery Conn. and Internat. For. Nursery Assoc. Proc. 1972: 32—41.
- Raulo, J. 1979. Paperikennon taimimäärän vaikutus männyn viljelytulokseen. Konekirjoite Metsäntutkimuslaitoksen metsänhoidon tutkimusosastossa. 9 s.
- Richards, N.A., Leaf, A.L. & Bickelhaupt, D.H. 1973. Growth and nutrient uptake of coniferous seedlings: comparison among 10 species at various seedbed densities. *Plant and Soil* 38: 125—143.
- Räsänen, P.K. 1981. Metsäpuiden taimikasvatus ja metsänviljely. Kehysmalli ja sen käyttö. Helsingin yliopisto. Metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja 29. 98 s.
- & Kokkonen, M. 1980. Männyn paakkutaimet ja niiden luokitus. Helsingin yliopisto. Metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja 27. 102 s.
- Tanaka, Y. & Timmis, R. 1974. Effects of container density on growth and cold hardiness of douglas-fir seedlings. Teoksessa: Tinus, R.W., Stein, W.I. & Balmer, W.E. (toim.). Proceedings of the North American containerized forest tree seedling Symposium. 181—186.
- Wilde, S.A., Voigt, G.K. & Iyer, J.G. 1964. Soil and plant analysis for tree culture. 209 s. New Delhi. Oxford Publishing House.

*Total of 31 references*

## SUMMARY

### Effects of seedling density on the development of containerised Scots pine seedlings

At the time when pine seedlings started to be raised on an extensive scale straight from seed sown in peat pots and paper tubes, the containers were planted in the field without any pricking out. Depending on the germination percentage of the seed, more than one seed had to be sown in each container. Thus when they were taken to the forest the containers could contain a fairly large number of seedlings. Since the seedlings were often slender and tall as a result of the too high growing density, the practice of pricking out the containers in the nursery to give single-seedling containers was subsequently introduced. This practice has since been followed irrespective of the size of container used. For instance, the seedling density of single-seedling containers commonly used in nurseries in the 1970's, the Fh 408 tube, is over 1 000 seedlings/m<sup>2</sup>, while that of single-seedling containers of the FP-620 peat pot type is about 400 seedlings/m<sup>2</sup>. The density of seedlings grown singly in containers with a small cross-sectional area is large and pricking out the seedlings may thus be necessary. If the container has a large cross-sectional area, then the seedling density will not be very high even though two or three seedlings were to be grown in each container.

The effect of the number of seedlings in the containers on the development of pine seedlings of different origin was followed in the nursery and in the field over a period of three years. Three types of container which differ from each other as regards cross-sectional area and volume, were used in the study: peat pot FP-620, and paper tubes Fh 408 and Fh 508 (Table 1).

The number of seedlings in each container varied from one to four. Depending on the cross-sectional area of containers, the seedling density varied from 404 seedlings/m<sup>2</sup> (single-seedling FP-620 peat pots) to 4 084 seedlings/m<sup>2</sup> (four-seedling Fh 408 paper tubes) (Table 2). The seedlings were raised at Imari Seedling Nursery, owned by the National Board of Forestry, situated near Rovaniemi (66°30'N; 25°35'E; 100 m asl). Ten containers were taken from each lot at the end of the first growing season. The height of the dominant seedling in each container was measured and the dry weight of the shoot and roots determined. The shoot/root ratio was calculated for each seedling.

The seedlings of Rovaniemi origin were planted the following spring at Kotakulha, Ylitornio (66°32'N; 24°50'E; 160 m asl) and the seedlings of Savukoski

origin at Poksaselkä, Sodankylä (67°60'N; 26°10'E; 340 m asl). The height of the seedlings was measured for the first time in the field in the autumn following planting out. The height of the dominant seedlings in all the containers was measured and the number of surviving seedlings per planting point counted. The seedlings were measured again three years after planting out. The height of all the seedlings in the containers was measured and their condition estimated. Damage, leader changes and growth disturbances were recorded at the same time.

According to a number of studies, increasing the seedling density results in an increase in the height growth of the seedlings, while at the same time retarding the increase in the dry weight of the shoot and roots. In this study the height growth was found to have accelerated at the expense of the dry weight of the shoot and roots. Increasing the number of seedlings considerably deteriorated, especially during the first growing season, the development of those seedlings grown in small paper tubes (Fh 408). The effect of increasing the number of seedlings was weaker in the case of the peat pots (Tables 3 and 4, Figure 1).

The seedlings grown singly in all the different types of container had a greater dry weight, but were shorter at the end of the first growing season, than the dominant seedlings in pots containing more than one seedling.

The differences in height between the seedlings raised at different densities were still evident after planting out in the field, even though competition from adjacent seedlings was no longer present (Figure 2). The peat pot seedlings were almost half the height of the paper tube

seedlings at the time when they were planted in the field, but the differences between the height of the different types of containerised seedlings had been reduced within three years after planting.

Increasing the number of seedlings in the containers did not have any effect on the condition of the dominant seedlings. The dominant seedlings of containers containing a number of seedlings were classified as being of a better condition than seedlings grown singly in the containers. On the other hand, the seedlings shorter than the dominant seedling in the same container were of poorer condition than the dominant seedling.

Natural thinning of the number of seedlings in the containers was fastest in the small paper tubes. Almost half of the Fh tubes with four seedlings contained only two or three seedlings after growing in the field for three seasons. Fungal pathogens were one reason for the poor condition and mortality of the seedlings. *Gremmeniella abietina* and *Phacidium infestans* being the most common. Growth disturbances were very common amongst the seedlings of Rovaniemi origin. The growth disturbance was most frequently evident as abnormal growth of the buds, or death of the tip bud of the leader shoots.

When determining the optimum seedling density, a compromise has to be made between the quality of the seedlings and effective use of the space available. According to the results of this study, it appears that two or even in some cases three seedlings can be grown in peat pots or large paper tubes without any detrimental effect on the development of the dominant seedling.



METSÄNTUTKIMUSLAITOS  
*THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE*

Tutkimusosastot — *Research Departments*

Maantutkimusosasto  
*Department of Soil Science*

Suontutkimusosasto  
*Department of Peatland Forestry*

Metsänhoidon tutkimusosasto  
*Department of Silviculture*

Metsänjalostuksen tutkimusosasto  
*Department of Forest Genetics*

Metsänsuojelun tutkimusosasto  
*Department of Forest Protection*

Metsäteknologian tutkimusosasto  
*Department of Forest Technology*

Metsänarvioimisen tutkimusosasto  
*Department of Forest Inventory and Yield*

Metsäekonomian tutkimusosasto  
*Department of Forest Economics*

Matemaattinen osasto  
*Department of Mathematics*

Metsäntutkimusasemat — *Research Stations*

Parkanon tutkimusasema  
*Parkano Research Station*  
Os. — Address: 39700 Parkano, Finland  
Puh. — Phone: (933) 2912

Muhoksen tutkimusasema  
*Muhos Research Station*  
Os. — Address: 91500 Muhos, 1 kp, Finland  
Puh. — Phone: (981) 431 404

Suonenjoen tutkimusasema  
*Suonenjoki Research Station*  
Os. — Address: 77600 Suonenjoki, Finland  
Puh. — Phone: (979) 11 741

Punkaharjun jalostuskoasema  
*Punkaharju Tree Breeding Station*  
Os. — Address: 58450 Punkaharju, Finland  
Puh. — Phone: (957) 314 241

Ojajoen koasema  
*Ojajoki Experimental Station*  
Os. — Address: 12700 Loppi, Finland  
Puh. — Phone: (914) 40 356

Kolarin tutkimusasema  
*Kolari Research Station*  
Os. — Address: 95900 Kolari, Finland  
Puh. — Phone: (9695) 61 401

Rovaniemen tutkimusasema  
*Rovaniemi Research Station*  
Os. — Address: Eteläranta 55  
96300 Rovaniemi 30, Finland  
Puh. — Phone: (960) 15 721

Joensuun tutkimusasema  
*Joensuu Research Station*  
Os. — Address: PL 68  
80101 Joensuu 10, Finland  
Puh. — Phone: (973) 28 331

Kannuksen tutkimusasema  
*Kannus Research Station*  
Os. — Address: Valtakatu 18  
69100 Kannus, Finland  
Puh. — Phone: (968) 71 161

Ruotsinkylän jalostuskoasema  
*Ruotsinkylä Tree Breeding Station*  
Os. — Address: 01590 Maisala, Finland  
Puh. — Phone: (90) 824 420



- No 585 Kaunisto, Seppo & Tukeva, Jorma: Kalilannoituksen tarve avosoidille perustetuissa riukuasteen männiköissä.  
Need for potassium fertilization in pole stage pine stands established on bogs.
- No 586 Hakki, Pentti: Forest chips as fuel for heating plants in Finland.  
Metsähake lämpölaitosten polttoaineena Suomessa.
- No 587 Jalkanen, Risto & Kurkela, Timo: Männynversoruosteiden aiheuttamat vauriot ja varhaiset pituuskasvutappiot.  
Damage and early height growth losses caused by *Melampsora pinitorqua* on Scots pine.
- No 588 Tiihonen, Paavo: Kasvun vaihtelu Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Savon piirimetsälautakunnissa valtakunnan metsien 7. inventoinnin perusteella.  
Growth variation in the Forestry Board Districts of Pohjois-Karjala and Pohjois-Savo according to the 7th National Forest Inventory.
- No 589 Paavilainen, Eero: Typpi ja hivenravinteet ojitettujen rämeiden jatkolannoituksessa.  
Nitrogen and micronutrients in the refertilization of drained pine swamps.
- No 590 Metsätalostollinen vuosikirja 1983.  
Yearbook of Forest Statistics, 1983.
- No 591 Elovirta, Pertti & Ihalainen, Ritva: Metsä- ja maatalousammattit nuorten ammattisuunnitelmissa.  
Young people's professional plans in forestry and agriculture.
- No 592 Lilja, Arja: Ilmavientäisen sinistymisen aiheuttajista ja eräiden fungisidien tehosta niiden torjunnassa.  
Fungi causing air-borne sap stain in wood and efficiency of some fungicides against them.
- No 593 Parviainen, Jari: Männyn taimilajien menestyminen eri tavoin muokatuilla uudistamisaloilla.  
The success of different types of pine nursery stock on regeneration sites prepared in different ways.
- No 594 Mäki, Elina: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1982.  
Removals and flows of commercial roundwood in Finland in 1982 by districts.
- No 595 Metsäntutkimuslaitoksen julkaisut 1983.  
Abstracts of publications of the Finnish Forest Research Institute, 1983.
- No 596 Vuokila, Yrjö, Laasasena, Jouko & Ihalainen, Antti: Luonnonmetsien puiden runkokäyrämallien tarkkuus viljelykuusikoissa.  
The accuracy of stem taper curve functions for natural trees in spruce plantations.
- no 597 Gustavsen, Hans Gustav & Mielikäinen, Kari: Luontaisesti syntyneiden koivikoiden kasvupaikkuokittelu valtapituuden avulla.  
Site index curves natural birch stands in Finland.
- No 598 Salo, Kauko: Joensuun ja Seinäjoen asukkaiden luonnonmarjojen ja sienten poiminta v. 1982.  
The picking of wild berries and mushrooms by the inhabitants of Joensuu and Seinäjoki in 1982.
- No 599 Uusvaara, Olli: Hakepuun kosteuden alentaminen ennen haketusta korjuuseen ja varastointiin liittyvin toimenpitein.  
Decreasing the moisture content of chip wood before chipping; harvesting and storage measures.
- No 600 Rubki uhoda. Rezultaty finsko-sovetskogo sovmetstnogo naučnogo issledovanija.  
Harvennuspuiden korjuu. Tuloksia suomalais-neuvostoliittolaisesta yhteistutkimuksesta.  
Thinning operations. Results from Finnish-Soviet joint research study.
- No 601 Veijalainen, Heikki, Reinikainen, Antti & Kolari, Kimmo K.: Metsäpuuiden ravinneperäinen kasvuhäiriö Suomessa. Kasvuhäiriöprojektin väliraportti.  
Nutritional growth disturbances of forest trees in Finland. Interim report.
- No 602 Saarsalmi, Anna: Vesipajun biomassan tuotos sekä ravinteiden ja veden käyttö.  
Biomass production and nutrient and water consumption in *Salix 'Aquatica Gigantea'* plantation.
- No 603 Palmgren, Kristina: Muokkauksen ja kalkituksen aiheuttamia mikrobiologisia muutoksia metsämaassa.  
Microbiological changes in forest soil following soil preparation and liming.
- No 604 Pelkonen, Paavo: Temperature response of electrical impedance in poplar cuttings: A preliminary concept.  
Poppelipistokkaiden impedanssin riippuvuus lämpötilasta: Alustava malli.
- No 605 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1982—84.  
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1982—84.
- No 606 Arbetsorganisation i skogsbruket. Slutrapport för ett projekt vid Nordiska Skogsarbetsstudiernas Råd under perioden 1981—1983.  
The organization of work in forestry.  
Metsätalouden työorganisaatio.
- No 607 Jokinen, Katriina: Männyn tyvitervastaudin leviäminen ja torjunta harmaaorvakalla (*Phlebiopsis gigantea*) männyn taimikoiden harvennuksessa.  
The spread of *Heterobasidion annosum* and its control using *Phlebiopsis gigantea* during thinnings in the young stands of Scots pine.
- No 608 Savonen, Eira-Maija & Lähde, Erkki: Paakun taimimäärän vaikutus männyn taimien kehitykseen.  
Effects of seedling density on the development of containerised Scots pine seedlings.
- No 609 Lehto, Tarja: Kalkituksen vaikutus männyn mykorritsoihin.  
The effect of liming on the mycorrhizae of Scots pine.
- No 610 Repo, Tapani, Mela, Martti & Valtanen, Jukka: Männynversosyövälle alttiiden ja vastustuskykyisten taimialkuperien erottaminen neulasten ominaisimpedanssin mittauksella.  
Separation of susceptible and resistant provenances of Scots pine to *Gremmeniella abietina* by specific needle impedance.