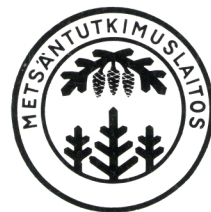


13.06.89



FOLIA FORESTALIA

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE
HELSINKI 1989

727

Kaarlo Kinnunen

TAIMILAJIN JA MAANMUOKKAUKSEN VAIKUTUS MÄNNYN JA
KUUSEN TAIMIEN ALKUKEHITYKSEEN

Effect of seedling type and site preparation on the initial
development of Scots pine and Norway spruce seedlings

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

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

Puhelin: (90) 661 401
Phone:

Telex: 121286 metla sf
Telefax: (90) 625 308

Ylijohtaja: <i>Director:</i>	Professori <i>Professor</i>	Eljas Pohtila
Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i>	Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i>	Liisa Ikävalko-Ahvonen
Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i>	Toimittajat <i>Editors</i>	Seppo Oja Tommi Salonen

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 kymmenellä tutkimus- ja koeasemalla. Tutkimus- ja koetoimintaa varten laitoksella on hallinnassaan valtion-metsiä yhteensä n.150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 tutkimusalueeseen 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 ten research and field 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 727

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1989

Kaarlo Kinnunen

TAIMILAJIN JA MAANMUOKKAUKSEN VAIKUTUS MÄNNYN JA KUUSEN TAIMIEN ALKUKEHITYKSEEN

Effect of seedling type and site preparation on the initial development of Scots
pine and Norway spruce seedlings

Approved on 17.2.1989

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	3
2. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄ	3
3. TULOKSET	4
31. Elossaolo	4
311. Kasvukausi	4
312. Taimilaji	4
313. Paakkukoko	7
314. Maanmuokkaus	7
315. Taimitarhakylvö- ja maastoistutusajankohta	11
32. Pituus	11
321. Taimilaji	11
322. Maanmuokkaus	11
323. Taimitarhakylvö- ja maastoistutusajankohta	14
33. Taimien kehitystä haitanneet tekijät	14
34. Latvan ja päätesilmun normaalius	15
4. TULOSTEN TARKASTELU	17
KIRJALLISUUS — REFERENCES	20
SUMMARY	21

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 p.

Taimien elossapysyminen oli männyllä ja kuusella lähes sama (n. 70 % 8—10 kasvukautta istutuksesta). Pituuskehitys oli männyllä selvästi nopeampaa kuin kuusella. Taimilajilla ei ollut suurta vaikutusta taimien elossapysymiseen. Muovihuonekasvatus nopeutti taimien pituuskehitystä avomaakasvatukseen verrattaessa. Muuten taimien ikä selitti parhaiten pituuskehitystä. Muokatulla alustalla taimet pysyivät paremmin elossa kuin muokkaamattomalla. Eri muokausmenetelmien välillä ei kuitenkaan yleensä ollut selvää systemaattista eroa taimien elossapysymisen suhteen. Soistuneella maalla mätästys osoittautui muita menetelmiä paremmaksi. Taimet myös kasvoivat nopeimmin mätäillä ja auran palteilla. Kevät oli jonkin verran varmempi istutusajan kohta kuin syksy, mutta ero ei ollut suuri. Alle vuoden ikäisillä paakkutaimilla istutusiät 6—7 ja 10—11 viikkoa olivat hieman muita parempia.

The survival of pine and spruce seedlings was nearly the same (a. 70 % 8—10 growing seasons after planting). The height development of pine was clearly faster than that of spruce. The survival of seedlings was independent of the seedling type. Growing in the plastic greenhouse accelerated the height development of seedlings when compared to those grown unsheltered in the open air. Otherwise the seedling age explained best the height development. Seedlings survived better on prepared than unprepared sites. There were, however, no systematic differences between different site preparation methods in relation to the survival of seedlings. On paludified sites mounding proved superior to other methods. Seedlings grew faster on mounds and plough ridges. Planting in the spring proved somewhat better than that in the autumn, although the difference was not prominent. Planting ages of 6—7 and 10—11 weeks in less than one-year-old containerized seedlings were slightly better than the other ages.

Keywords: *Pinus sylvestris*, *Picea abies*, planting time
ODC 232.4+237.1+232.411+56

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Parkano Research Station, SF-39700 Parkano, Finland.

ISBN 951-40-1040-X
ISSN 0015-5543

Helsinki 1989. Valtion painatuskeskus

1. JOHDANTO

Metsänistutusta on tutkittu runsaasti viimeisten parin vuosikymmenen ajan, jolloin sitä on laaja-alaisesti käytetty metsien uudistamisessa ja peltojen metsittämisessä. Vuosina 1970—77 maahamme perustettiin laajahko, metsänviljelyn koesarja, jonka tarkoituksena oli käytännön metsänviljelymenetelmien kokeellinen testaaminen. Pohjois-Suomen tuloksia ovat julkaisseet Pohtila (1974, 1977), Pohtila ja Pohjola (1985), Turtiainen ja Valtanen (1974) sekä Valtanen (1981, 1983). Etelä-Suomessa tutkimus jakautui kahteen osaan; aluksi tutkittiin taimilajeja ja -tyyppejä kuokkalaikutetuilla aloilla (Leikola ja Huuri 1974), myöhemmin verrattiin lisäksi kuokkalaikutusta ja aurauksen pienmuotoja, palleita ja piennarta keskenään (Tasanen 1980). Tästä koesarjasta ja lukuisista muista tutkimuksista on saatu runsaasti osin samansuuntaista tietoa taimilajien menestymisestä eri tavoin muokatuilla mailla. Koko ajan on kuitenkin tapahtunut muutoksia niin taimimateriaalissa ja istutusmenetelmissä kuin uudistusalojen valmistamisessa istutusta varten. Siksi on tärkeää seurata mihin suun-

taan menetelmät ovat kehittyneet ja miten niitä olisi edelleen kehitettävä.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää istutuksen onnistumista ja taimien alkukehitystä maastossa. Tarkasteltavina muuttujina olivat puulaji, taimilaji, muokautapa ja istutusajankohta, joiden vaikutusta taimien elossapysymiseen ja pituuskehitykseen pyrittiin selvittämään. Lisäksi tarkasteltiin taimien latvamuotoa sekä määritettiin taimien kehitystä haitanneita tekijöitä.

Tämä työ tehtiin Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon tutkimusasemalla osana metsänhoidon tutkimusosaston karuhkojen vedenjakajamaiden uudistamismenetelmiä selvittävää tutkimussarjaa. Suurin osa kokeista perustettiin ja inventoitiin kenttämasteri Sulo Lehtisen johdolla. Kokeiden perustamiseen, inventointiin ja aineiston käsittelyyn osallistuneista mainittakoon tässä erityisesti tutkimusmasteri Jari Ilomäki ja tutkimusvirkaileija Tuula Kinnunen, joista vm. piirsi myös kuvat. Toimistos sihteeri Tuire Kilponen kirjoitti käsikirjoituksen puhtaaksi. Filosofian kandidaatti Leena Kaunisto käänsi englanninkielisen tekstin. Professorit Erkki Lähde ja Jari Parviainen sekä tohtori Olavi Laiho lukivat käsikirjoituksen ja tekivät varteenotettuja korjausehdotuksia. Parhaat kiitokset kaikille edellämainituille ja monille muille nimeltä mainitsemattomille avusta, jota olen saanut työssäni.

2. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄ

Tutkimus perustuu viljelykokeisiin, jotka perustettiin v. 1973—82 (liite). Täten osalta kokeista on tuloksia vain neljältä ensimmäiseltä kasvukaudelta, kun taas vanhimmalta aina 12. kasvukauteen saakka. Kokeita seurattiin melko intensiivisesti, alussa jopa vuosittain, myöhemmin 2—3 kasvukauden välein. Pääosa kokeista (35 kpl) sijaitsi maantieteellisesti suppealla alueella Pohjois-Satakunnassa, Parkanon ja Karvian kunnissa, Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon tutkimusalueessa (P 62°00'—62°10', I 22°40'—22°50', K 150—180 m mpy). Muutama koealue (kokeet 4, 5, 6, 8, 9 ja 10) sijaitsi Kurun kunnassa, Metsähallituksen Parkanon hoitoalueessa (P 62°00', I 23°30'—23°40', K 175—185 m mpy). Lisäksi yksi koealue (koe 2) sijaitsi Ahlaisten Lampissa yksityismaalla (P 61°40', I 21°45', K 40 m mpy).

Puulaji oli 28 kokeessa pelkästään mänty, seitsemässä kokeessa pelkästään kuusi ja samaten seitsemässä kokeessa oli mukana sekä mänty että kuusi.

Metsätyyppi vaihteli kanervatyypistä (kuusi koetta) mustikkatyypin (19 koetta). Puolukkatyyppin aloja (17 koetta) oli lähes yhtä monta kuin mustikkatyypin aloja. Tutkimus painottui siis viljavuudeltaan keskiihyihin kasvupaikkoihin, jotka ovat yleisimmät maassamme.

Pääosa kokeista sijaitsi moreenimaalla (34 koetta) ja vain kahdeksan koetta oli lajituneella maalla. Kahta koetta lukuunottamatta kaikilla koealueilla yleisin maalaji oli hiekka, joten maan raakoostumus koealueitten välillä vaihteli melko vähän. Maa oli suhteellisen karkeaa. Hienomaan (raekoko < 0,06 mm) osuus vaihteli 2—21 %:iin ja oli keskimäärin 7,8 %.

Kivisyyden määrittämiseksi mitattiin senttimetrin läpimittaisen metallitangon keskimääräinen painuma 30 cm:n paksuisissa pintakerroksessa. Tämän avulla laskettiin kivien suhteellinen tilavuus (ks. Viro 1952, 1958). Tasaamalla suhteellinen tilavuus 10 % luokkiin, saatiin kivisyysindeksi, jossa

0	=	kivien tilavuus	0—5 %
1	=	—”— —”—	6—15 %
jne.			
10	=	kivien tilavuus	95—100 %

Kivisyysindeksi vaihteli nollan ja kuuden välillä, keskiarvon ollessa 3,5. Humuksen paksuus vaihteli 2—11 cm:in ja keskipaksuus oli 5,6 cm.

Koejärjestelynä käytettiin lohkoittaista arvontaa. Lohkoja oli vähintään ja useimmiten neljä. Kussakin lohkoissa jokaista käsittelyä edusti 25 koetainta. Kaikkiaan koetaimia oli 55 440. Aineiston käsittelyssä päämenetelmänä käytettiin varianssianalyysejä ja Tukeyn vertailutestiä. $HSD_{0,05}$ (the honestly significant difference) ilmoittaa mitä arvoa suuremmat erot ovat merkitseviä alle 5 %:n riskillä. W puolestaan ilmoittaa mitä arvoa suuremmat erot ovat merkitseviä eri riskitasoilla. Riskitasoja kuvataan sekä F- että W-arvoilla seuraavilla yleisesti käytetyillä symboleilla:

0	=	ero	merkitsevä	<	10	%:n	riskillä
*	=	"	"	<	5	"	"
**	=	"	"	<	1	"	"
***	=	"	"	<	0,1	"	"

Taimilajimerkinnot ovat Raulon ja Hinttalan (1972) mukaiset:

Arabialaiset numerot ilmoittavat, kuinka monta kasvukautta taimi on kasvanut numeron jälkeisessä *kasvu-paikassa*:

L = lämmitettävä muovihuone
M = lämmittämätön muovihuone
A = avomaat

Paakkutaimien lisätunnukset:

r = koulittu muovirulliin
k = kylvytty tai koulittu paperikennoihin
t = kylvytty tai koulittu turveruukkuihin
y = kylvytty Kopparforsin kovamuovikennostoihin

Koulinta tai siirto:

+ = kevät- tai kesäkoulinta
× = syyskoulinta
- = siirto ilman koulintaa.

Pääosalla kokeista siemenen alkuperä oli lähes paikallista ja kaikissa kokeissa siemenen siirtomatka pohjois-eteläsuunnassa oli vähäinen. Itä-länsisuunnassakin siirtomatka jäi yhtä poikkeusta lukuunottamatta alle 150 km:n. Koska koealue sijaitsee eteläsuomalaisittain korkealla (150—185 m m.p.y.), siemen oli pääosin peräisin hieman koealuetta lämpimämmältä alueelta.

3. TULOKSET

31. Elossaolo

311. Kasvukausi

Männyn taimia kuoli keskimäärin eniten ensimmäisenä kasvukautena (kuva 1). Myös toisena ja kolmantena kasvukautena kuolleisuus oli suurempi kuin neljännessä kasvukaudesta eteenpäin. Elävien taimien määrä pieneni kuitenkin tarkastelujakson loppuun (10. kasvukautteen) saakka. Keskimääräinen elossaolo 8—10 kasvukautena oli n. 70 %.

Kuusen taimia kuoli vain vähän ensimmäisen kasvukauden aikana. Toisesta kasvukaudesta eteenpäin elossaolo laski melko tasaisesti vuosittain. Tarkastelukauden lopussa kuusen taimista oli elossa hieman suurempi osuus kuin männyn taimista.

312. Taimilaji

Mänty

Kokeissa käytettiin 18 eri taimilajia, suurta osaa näistä kuitenkin vain harvoissa kokeissa, joten taimilajeja voidaan verrata vain koekittain toisiinsa (taulukko 1). Parhaiten

edustettuina olivat käytännössäkin yleisimmät taimilajit. Taimien istutusikä vaihteli 1—3 vuoteen.

1M-taimien (12 koetta) elossaolo vaihteli 51—84 %:iin. Taimilaji menestyi useimmissa kokeissa hieman huonommin kuin koulitut paljasjuuriset tai yksivuotiaat paakkutaimet.

1A-taimi (yksi koe) menestyi tilastollisesti merkitsevästi huonommin kuin koulitut taimet.

2A-taimi (kaksi koetta) oli toisessa kokeessa tilastollisesti merkitsevästi parempi kuin *1M-taimi*. Kummassakaan kokeessa ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa koulittuihin taimiin verrattaessa.

1M + 1A-taimi (19 koetta) oli vain neljässä tilastollisesti merkitsevästi huonompi kuin jokin muu taimilaji (*1Mk* tai *1Mt*).

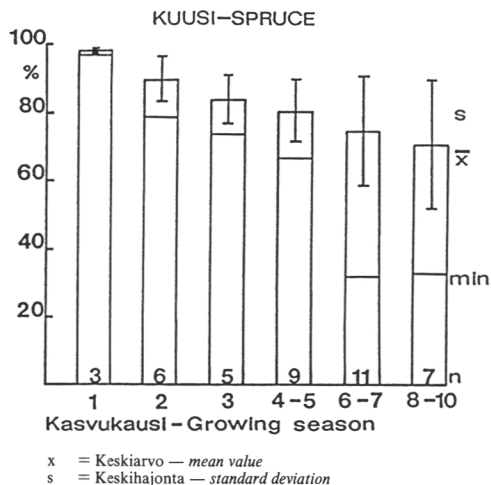
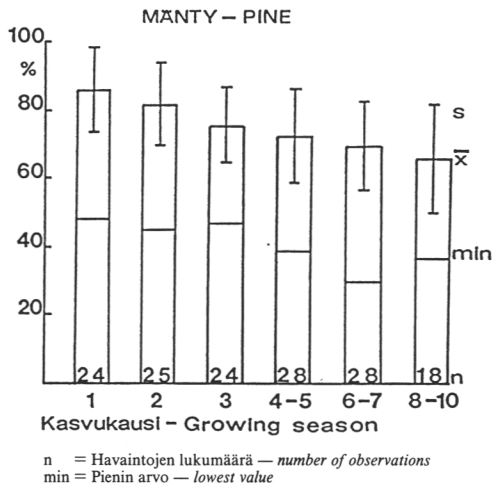
2A × 1A-taimi (yksi koe). Tilastollisesti merkitsevää eroa muihin kokeissa olleisiin taimilajeihin ei ollut.

1M + 1Ar-taimien (neljä koetta) menestyminen oli hyvin samanlainen kuin *1M + 1A-taimella*.

2A × 1Ar-taimi (yksi koe) menestyi yhtä hyvin kuin *1M + 1A-taimi*.

1Mk-taimi (19 koetta) oli kolmessa kokeessa tilastollisesti merkitsevästi parempi kuin *1M + 1A-taimi* ja yhdessä huonompi, joten useimmissa kokeissa *1Mk:n* ja *1M + 1A:n* välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa.

1Mt-taimien (kymmenen koetta) onnistuminen oli samaa luokkaa kuin *1Mk-taimella*; yhdessä kokeessa se oli tilastollisesti merkitsevästi parempi ja yhdessä huonompi kuin *1Mk-taimi*.



Kuva 1. Taimien elossaolo kasvukausittain. Havaintoina kokeiden keskiarvot.

Fig. 1. Survival of seedlings in different growing seasons. The means of experiments as observations.

IMk — *IAk-taimella* (yksi koe) ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa muihin kokeissa olleisiin taimiin.

IMk + *IA-taimi* (neljä koetta) oli kahdessa kokeessa tilastollisesti merkitsevästi parempi kuin vastaava turveruukkutaimi.

IMt — *IA-taimi* (yksi koe). Tilastollisesti merkitsevää eroa muihin kokeissa olleisiin taimilajeihin ei ollut.

IMt + *IA-taimi*, neljä koetta, joista kahdessa oli tilastollisesti merkitsevästi huonompi kuin vastaava kennotaimi, kahdessa ei ollut eroa.

Kolmivuotiaita paakkutaimia oli mukana kahdessa kokeessa. Parhaiten menestyi kaksi kertaa koulittu kennotaimi, muilla onnistuminen oli varsin alhainen.

Koulimattomia ja koulittuja taimia voitiin verrata keskenään 11 kokeessa. Koulitut taimet menestyivät tilastollisesti merkitsevästi paremmin kuin koulimattomat taimet. Keskimääräiseksi onnistumiseksi ja parittaisen t-testin tulokseksi näissä kokeissa saatiin:

IM	IM+IA	Keskiarvo	T-arvo
73	84	78	5,0***

Yksivuotiaita kenno- ja turveruukkutaimia verrattiin kymmenessä kokeessa, eikä niiden kesken ollut tilastollisesti merkitsevää eroa:

IMk	IMt	Keskiarvo	T-arvo
75	73	74	0,7

Verrattaessa kuudessa vanhimmissa kokeessa neljää yleisintä taimilajia keskenään ei minkään taimilajin kesken ollut tilastollisesti merkitsevää eroa:

IM	IM+IA	IMk	IMt	Keskiarvo	F-arvo
69	76	79	76	75	1,1

Koulitun ja koulimattomankaan taimilajin välillä ei siis ollut tilastollisesti merkitsevää eroa kuten niiden keskinäisessä vertailussa, jossa mukana oli nuorempia kokeita. Eron merkitsevyys näyttää siis iän lisääntyessä pienenevän näidenkin taimilajien kesken ja muiden taimilajien kesken ei systemaattista eroa ollut nuorissakaan kokeissa.

Kaksivuotiaista koulituista paakkutaimista kennotaimet menestyivät paremmin kuin turveruukkutaimet. Kaikki kolmivuotiaat paakkutaimet, kahteen kertaan koulittua kennotainta lukuunottamatta, menestyivät huonosti. Tuloksen yleistämiseen on kuitenkin suhtauduttava varoen kahdestakin syystä. Ensiksikin kokeiden määrä oli vähäinen ja toiseksi pienten koetaimerien kasvattamisen suurten käytännön erien ohella on saatanut heikentää taimien laatua. Erityisesti kolmivuotiailla taimilla kiinnitti istutettaessa huomiota ylirehevyys ja verson suuri koko juuristoon verrattuna. Tällä lienee ollut vaikutusta tulokseen.

Taulukko 1. Männyn taimien elossaolo taimilajeittain ja kokeittain. Ikä = kasvukautta istutuksen jälkeen. Taimilajimerkinnot sivulla 4.

Table 1. Survival of pine seedlings according to seedling types in different experiments. Age = number of growing seasons after planting. Marking of seedling types on page 21.

Koe Exp.	Ikä Age	IM	1A	2A	IM+	2Ax 1A	IM+	IAr	2Ax IAr	IMk	IMt	IMk-	IAk	IMk+	IA	IMk-	IAk	IMt+	IA	IMt-	IAt	IMk+	IA	IMk+	2A	IMk+	IA+	IA	IMt+	2At	IMt-	2At	Keskim. Mean	F-arvo F-value	HSD _{0,05}
126	10				70					77	65																				72	4,4**	9,9		
127 A	12	66			79	81	76			86	82																				79	3,29*	16,8		
B	11	69			89	86				87	87																				84	3,32*	18,0		
129	9	65			68					82	87																				75	16,6***	9,9		
147	9									42	33																			37	1,93	—			
153	10	74			76					70	79			86		48														72	10,63***	18,1			
154 A	10	61			74					66	51			89		60														67	4,13**	26,5			
B	10	54			62					52	35			67		46													53	1,49	—				
156 A	9																													53	0,97	—			
2	10	44			94					88	95			51		49													52	4,58*	6,3				
5	10									55	50																		90	2,69°	—				
167	10																												51	0,78	—				
169	10				68																								64	4,99*	16,2				
8	10				90					76																			83	5,35*	13,1				
176	6	82	65	81	90		88	90																					83	4,03**	23,1				
36 A	6	67			91																								79	35,54***	10,4				
B	6	78			91																								84	15,78***	8,7				
38	7	73			89					87																			83	11,77***	11,0				
39	6	56			61			76		63																			66	3,94**	17,9				
181 A	7			75	91					81																			86	10,69***	9,1				
B	7				85					62																			73	10,85***	20,3				
183	7				38					61																			49	10,3***	21,3				
45	7				42					53																			47	2,62	—				
188	4						91			73																			82	11,48**	15,4				
49	4				49		80			84																			82	1,48	—				
Keskim. Mean		66	65	78	76	83	84	83	71	66	51	50	56	74	49	55	70																		
Hav. lukum. Number		12	1	2	19	2	4	2	19	10	1	4	2	2	1	1	25																		
Keskiarvo Stand. dev.		10,8	—	4,2	16,7	3,5	6,9	9,9	13,7	22,8	—	13,5	—	6,3	7,1	—	15,3																		

Taulukko 2. Kuusen taimien elossaolo taimilajeittain ja kokeittain.
Table 2. Survival of spruce seedlings according to seedling types in different experiments.

Koe Exp.	Ikä Age	IM	IMk	IM+ IA	IM+ IAr	IM+ 2A	IMt 3A	2Ax 1A	IMy- 1Ay	IMk+ IA	IMk- IAk	IMt+ IA	IMt- IAI	2A+ 2A	2A+ 2Ar	IMk+ IA+ IA	IMk- 2Ak	IMt+ 2A	Keskim. Mean	F-arvo F-value	HSD _{0,05}
126	10													45	21				33	24,0***	10,0
147	9		73																73	—	—
153	10							68											68	—	—
154 A	10							86											86	—	—
156 B	9									72	72	60	57						65	2,46°	—
4	10	61			84	94			72										80	33,34***	9,8
167	10																		89	0,51	—
169	10					87													89	0,39	—
33	6			67			80			74									74	1,0	—
9	7						71												71	—	—
40	6					86		69											77	6,84*	13,5
10	7					67													67	—	—
Keskim. Mean		61	73	67	84	83	75	69	77	73	72	60	57	45	21	92	83	89	73		
Hav. lukum. Number		1	1	1	1	4	2	1	2	2	1	1	1	1	1	2	1	2	12		
Keskivirhe Stand. dev.		—	—	—	—	11,6	6,4	—	12,7	1,4	—	—	—	—	—	1,4	—	0,7	15,0		

Kuusi

Kuusen eri taimilajeja oli kokeissa mukana 17, mutta niiden keskinäistä vertailua voitiin tehdä vain seitsemässä kokeessa, joista neljässä taimilajien välillä oli tilastollisesti merkitsevää eroa (taulukko 2). Koulumatton yksi- vuotinen taimi menestyi heikommin kuin koulutut kaksi- ja kolmivuotiaat taimet. Paljasjuurinen kouluttu nelivuotinen avomaataimi menestyi paremmin kuin vastaava rullataimi. IM + 2A-taimi menestyi joko paremmin tai suunnilleen yhtä hyvin kuin muut taimilajit samassa kokeessa. Keskimääräinen onnistuminen oli kuusella hieman parempi kuin männällä. Kuusen osalta aineisto ei anna mahdollisuuksia kovin pitkälle meneviin päätelmiin.

313. Paakkukoko

Kahta tai useampaa paakkukokoa verrattiin keskenään seitsemässä kokeessa. Missään näistä ei paakkukokojen välillä ollut tilastollisesti merkitsevää eroa (taulukko 3). Tilanne oli sama sekä männällä että kuusella. Tämä tulos koskee vain tapauksia, joissa erikokoisissa paakuissa kasvatettiin taimia sama aika (1—3 kasvukautta). Aineiston vähäisyyden takia tuloksen yleistämiseen on suhtauduttava varoen, mutta näyttää siltä, että ainakaan vähäinen paakkukoon suurentaminen yleisimmistä kokoluokista (Fh 408 ja FP 620) ei oleellisesti paranna tulosta. Tuntuva paakkukoon suurentaminen puolestaan edellyttää monivaiheista kasvatustekniikkaa ja lisää täten kustannuksia. Suurten paakkujen kuljetus ja istutus on myös kallista, joten tämäkin rajoittaa suurten paakkujen käyttöä.

314. Maanmuokkaus

Muokkaamaton. Vaikka pääosa istutusaloista muokataan koneellisesti, jää osa kuitenkin muokkaamatta esim. huonon sijainnin tai vaikean maaston takia. Tällöin olisi hyvä tietää, kuinka paljon biologinen tulos heikkenee, jos istutus tehdään muokkaamattomaan maahan. Kokeessa 129 istutus onnistui 9—24 % yksikköä heikommin muokkaamattomalla kuin eri tavoin koneellisesti muokatuilla alustoilla (taulukko 4). Laikutukseen ja kivi-

Taulukko 3. Taimien elossaolo paakkulajeittain ja kokeittain.
Table 3. Survival of seedlings according to pot types in different experiments.

Koe Exp.	Ikä Age	Kennot — Paper pots					Turveruukut — Peat pots			Keskim. Mean	F-arvo F-value
		Fh 408 * 3,8x7,5	608 6x7,5	808 7,5x7,5	1010 10x10	FP 620 5x8	630 7,5x7,5	30 8x8	40 10x9		
127 A	8	82	85	86	79	87	84	79	83	1,8	
127 B	7	83	87	86	80	88	89	86	85	1,1	
156 A	7		64	69			56	51	60	0,6	
167 Mä	5		40	55			55	54	51	1,7	
167 Ku	5						91	92	91	0,0	
169 Mä	4		62	65					63	0,2	
169 Ku	4						96	92	94	0,4	

* Paakkujen mitat, cm (leveys x korkeus) — Dimensions of pots, cm (width and height)

Mä = Mänty — Pine
Ku = Kuusi — Spruce

Taulukko 4. Taimien elossaolo muokkaustavoittain ja kokeittain. Iso kirjain koenumeron jäljessä tarkoittaa erillisiä koelajeita, pieni saman koelajeen jakoa kahteen istutusajankohdan (koe 129) tai puulajin (koe 8 ja 154 A) perusteella.

Table 4. Survival of seedlings according to site preparation methods in different experiments.

Koe Exp.	Ikä Age	Muokkaustapa — Site preparation							Keskim. Mean	F-arvo F-value	HSD _{0,05}	
		O	L	TTS	A	M	M+O	TM				J
Mänty — Pine												
129 a	9	63	69	84	79	80	84		77	3,64***	18,8	
b	8	59	67	85	67	80	84		74	4,54***	24,9	
154 Aa	10			68				65	67	0,08	—	
166	10			68	72				70	1,22	—	
170 A	10					65	62		63	0,23	—	
B	10					47	51		49	0,18	—	
8 a	10				78		88		83	2,32	—	
176	6			84		79			82	1,35	—	
178	6			82		86			83	0,81	—	
35	6			85		85			85	0,01	—	
39	7			54			79		66	75,63***	7,8	
181 A	7			87				86	86	0,06	—	
B	7			76				71	74	0,37	—	
44	7		43	37			67		49	5,55***	26,6	
183	7			44				55	49	1,50	—	
45	7			42				53	48	2,62	—	
188	4			81				83	82	0,05	—	
49	4			80				84	82	2,64	—	
50	4		75	69			83		76	1,18	—	
Kuusi — Spruce												
154 Ab	10			90					100	95	1,0	—
8 b	10				95		99			97	2,76	—
33	6			53			94			74	28,03***	22,2
40	6			69			90			80	23,49***	11,5

O = Muokkaamaton — Unprepared
L = Laikutus — Scarifying
TTS = Lautasauraus — Disc ploughing
A = Auras — Ploughing
M = Maan kääntö paikallaan — Turning over the soil in place
M+O = Ojitusmätästys — Mounding with ditching
TM = Tiheämuokkaus lautasauralla — Dense disc ploughing
J = Jyrsintä Vako-Viskalla — Vako-Viska rotation

syyden takia heikoksi jääneeseen piennarauraukseen verrattaessa ero ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä (5 %:n riskillä). Muokkaamattomalla alustalla tukkimiehintäin aiheuttama haitta ja pintakasvillisuuden kilpailu ovat ankarampia kuin muokatulla alustalla. Karuilla mailla istutus muokka-

mattomallekin alustalle on harkinnanarvoinen vaihtoehto, jos hakkuusta on kulunut jo useampi vuosi, jolloin tukkimiehintäin tuhot jäävät yleensä vähäiseksi. Koska karut maat uudistetaan tavallisesti luontaisesti tai kylvämällä, tulee istutus muokkaamattomaan maahan melko harvoin kyseeseen.

Laikutus, joka oli mukana neljässä kokeessa, tehtiin traktorin vetämällä kantokoukulla. Muokkauksella pyrittiin ainoastaan poistamaan kunnakerros kuten perinteisessä laikutuksessa yleensäkin. Laikkureitakin on kehitetty kivennäismaamättäitä tekeviksi, mutta kokemukset näistä uusista laitteista ovat vielä vähäiset. Traktorilaikutuksessa paljastuu kivennäismaata enemmän kuin kuokkalaikutuksessa, eikä ero kevyeen lautasauraukseen ole suuri. Myös istutuksen tulos oli keskimäärin varsin sama laikutuksessa ja lautasaurauksessa.

Lautasauraus on Etelä-Suomen yleisin maanmuokkausmenetelmä ja se oli mukana myös useimmissa kokeissa. Mäntyalloilla taimien elossaolo vaihteli 37—87 %:iin, kuusialloilla 53—90 %:iin. Männyllä onnistuminen lautasauratulla alustalla oli useimmiten samaa luokkaa kuin mättäillä, kahdessa kokeessa kuitenkin mätästys oli tilastollisesti merkittävästi parempi. Kuusella lautas-

aurasta ja mätästystä voitiin verrata kahdessa kokeessa, joissa molemmissa mätästys oli parempi.

Auraus oli kokeissa melko kevyttä ja kiviyyden takia palteen muodostuminen oli niin heikkoa, ettei sitä voitu käyttää istutuskohdana. Näin ollen tämän tutkimuksen tulokset koskevat auran pientareeseen istutusta. Tulos auran pientareessa ei kovin paljon poikennut lautasauratulla alustalla ja mättäillä saadusta viljelytuloksesta, kahdessa kokeessa mätästös oli jonkin verran parempi.

Mätästys tehtiin traktorikaivurilla kahta eri menetelmää käyttäen. Toisessa maahan käännettiin paikallaan, toisessa tehtiin samalla ojaa ja maa nostettiin mättäiksi sen molemmin puolin. Käytössä on ollut kolmaskin menetelmä, jossa maa nostetaan mättäiksi kuopan reunalle, mutta tästä menetelmästä on ilmeisesti jo kokonaan luovuttu, eikä sitä tässääkään työssä tutkittu. Mätästystä suositellaan yleensä kalleutensa takia vain veden

Taulukko 5. Mättään koon ja istutuskohdan vaikutus elossaoloon. Inventointi 1983.
Table 5. Effect of the size of mound and planting time on survival. Inventory in 1983.

Istutus- ajankohta <i>Date of planting</i>	Taimi- laji <i>Seedling type</i>	Iso mätäs <i>Big mounds</i>		Pieni mätäs <i>Small mounds</i>		Paikalleen kääntö <i>Turning of soil Keskellä In the middle</i>	Keskim. <i>Mean</i>	F-arvo <i>F-value</i>	HSD _{0,05}
		Keskellä <i>In the middle</i>	Reunalla <i>In the edge</i>	Keskellä <i>In the middle</i>	Reunalla <i>In the edge</i>				
Koe 36 A <i>Exp.</i>									
Kevät -79	1M+1A	94	74	96	72	84	84	3,5*	—
Spring	1M	86	74	70	46	65	68	14,9***	16,5
Syky -79	1M+1A	92	95	95	95	95	94	0,1	—
Autumn	1M	55	67	56	59	59	59	0,4	—
Kevät -80	1M+1A	99	96	97	99	96	97	0,5	—
Spring	1M	84	85	74	76	94	82	0,3	—
Keskim. <i>Mean</i>		85	82	81	75	82	81	0,9	—
Koe 36 B <i>Exp.</i>									
Kevät -79	1M+1A	96	86	97	71	92	89	5,1**	20,8
Spring	1M	80	76	84	64	86	79	2,7	—
Syky -79	1M+1A	100	97	100	97	97	98	0,6	—
Autumn	1M	95	99	98	92	94	95	1,2	—
Kevät -80	1M+1A	94	91	89	84	97	91	1,2	—
Spring	1M	74	84	50	65	67	68	2,4	—
Keskim. <i>Mean</i>		90	89	86	79	89	87	2,1	—
Koe 38 <i>Exp.</i>									
Kevät -80	1M+1A	97	95	98	95	94	96	0,6	—
Spring	1M	87	73	82	77	77	79	0,5	—
	1Lk	98	90	92	87	93	92	1,6	—
Syky -80	1M+1A	91	96	92	93	88	92	0,9	—
Autumn	1M	72	67	79	76	76	74	0,5	—
	1Lk	86	85	87	93	93	89	0,9	—
Keskim. <i>Mean</i>		88	84	88	87	87	87	0,4	—

Taulukko 6. Taimien elossaolo kylvöajankohdan ja istutusiän mukaan ryhmiteltynä kymmenen kasvukauden jälkeen.

Table 6. Survival of seedlings grouped according to the sowing date and planting age after ten growing seasons.

Koe Exp.	Kylvöajankohta Date of sowing	Istutusikä, viikkoa Age of planting, weeks					Keskim. Mean	F-arvo F-value	W
		4—5	6—7	8—9	10—11	12—13			
6	13.4.1977			56		55	55	0,03	—
	18.5. "	32		51		31	38	2,76	—
	13.6. "	32		26		19	26	1,37	—
	11.7. "	34		16			25	3,86°	17,8°
166	18.5. "	74	70	60	83	66	71	1,59	—
	13.6. "	48	64	71	76	66	65	4,30**	20,8*
	11.7. "	62	71	47			60	3,75*	22,4*
173	15.5.1978	47		52	42		47	0,57	—
	5.6. "	52		40	72		55	10,14**	16,9°
	26.6. "	14		46	40		33	2,29	—
Keskim. — Mean		44	68	46	63	47			
Keskihajonta — Stand dev.		18	4	16	20	21			

Taulukko 7. Taimien elossaolo istutusajankohdittain (syksy/kevät).

Table 7. Survival of seedlings according to planting time (autumn/spring).

Puulaji Tree species	Koe Exp.	Ikä Age	Syksy Autumn	Kevät Spring	Keskim. Mean	F-arvo F-value
Mänty — Pine	127 A	8	77	81	79	3,2
	B	7	81	86	83	6,4*
	139 a	9	56	64	60	2,6
	b	8	63	41	52	11,8**
	156 A	7	34	76	55	168,9***
	36 A	4	75	88	82	6,8**
	B	4	78	94	86	16,2***
	39	4	78	78	78	0,0
Keskim. Mean			68	75	72	1,31
Kuusi — Spruce	156 B	7	63	81	72	15,9***
	38	4	78	87	82	14,3***
	40	4	94	77	85	9,7***
	Keskim. Mean			78	82	80

vaivaamille maille. Tavallinen tilanne käytännön uudistusalloilla on kuitenkin se, että suurin osa alasta ei vaadi kuivatusta, mutta osa alasta muodostuu märistä painanteista. Tällaisia myös koealueet pääosin olivat. Tästä johtuen kuivatuksella ei ollut keskiarvotulokseen sanottavaa vaikutusta, vaan molemmilla mätätysmenetelmillä saatiin likimain sama tulos. Kokeessa 129 tarkasteltiin kuitenkin soistunutta osaa erikseen ja todettiin, että siellä ojitus-mätätys oli parempi. Toisaalta ei todettu ylikuivatuksen vaaraa, vaikka mätätystä käytettiin kuivillakin mailla.

Tiheä muokkaus tehtiin lautasauralla tihentämällä auraväliä. Missään kokeessa ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa tiheän ja normaalin lautasaurauksen välillä. On varsin

luonnollista, ettei muokauspinnan lisääminen vaikuttanut viljelyn onnistumiseen, vaan sillä on enemmän vaikutusta taimikon myöhempään, lähinnä pituuskehitykseen.

Jyrsintä tehtiin Vako-Viska -jyrsimellä, jonka käyttö on jäänyt vähäiseksi. Tulos muodostui hyvin samanlaiseksi kuin lautasaurauksessa.

Kolmessa kokeessa tutkittiin *mättään koon ja istutuskohdan* vaikutusta onnistumiseen. Tilastollisesti merkitseviä eroja oli vain kevään 1979 istutuksessa (taulukko 5). Yleensä mättään keskusta oli hieman parempi istutuskohta kuin sen reuna. Mättään koolla oli vain vähäinen vaikutus tulokseen, eikä ero ollut tilastollisesti merkitsevää.

315. *Taimitarhakylvö- ja maastoistutus- ajankohta*

Kylvöajankohdalla tarkoitetaan tässä ajankohtaa, jolloin taimien kasvatusta aloitettiin taimitarhalla. Taimet pysyivät useimmiten sitä paremmin elossa mitä aiemmin niiden kasvatusta aloitettiin. Ne saavuttivat yleensä sirkkataimivaiheen neljän viikon iässä, yhdessä kokeessa kuitenkin vasta viiden viikon iässä. Istutusiän suhteen elossaolo vaihteli suuresti kokeittain (taulukko 6). Istutusiät 6—7 ja 10—11 viikkoa osoittautuivat jonkin verran muita paremmiksi.

Istutusajankohtien tulokset vaihtelivat niin paljon kokeittain, ettei mikään istutusajankohta ollut yksiselitteisesti muita parempi, vaan pieniä paakkutaimia voitiin, jonkin verran vaihtelevalla menestyksellä istuttaa läpi kasvukauden. Aikaista kevätistutusta ei tosin näissä kokeissa ollut mukana, joka ehkä osittain selittää, ettei edes aikaisin (kesäkuun kuudes) istutusajankohta ollut juuri muita parempi.

Männyllä kevät oli neljässä kokeessa tilastollisesti merkitsevästi parempi istutusajankohta kuin syksy. Yhdessä kokeessa puolestaan syksy oli parempi ja kolmessa kokeessa ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa istutusajankohtien välillä. Kuusella kevät oli kahdessa kokeessa tilastollisesti merkitsevästi parempi istutusajankohta kuin syksy ja yhdessä tilanne oli toisin päin.

Testattaessa kevään ja syksyn eroa t-testillä, käyttäen kokeiden keskiarvoja testiaineistona, ei kevään ja syksyn välillä ollut tilastollisesti merkitsevää eroa kummallakaan puulajilla, vaikka molemmilla puulajeilla kaikkien kokeiden keskiarvo oli kevätistutuksessa hieman korkeampi kuin syysistutuksessa (taulukko 7).

32. Pituus

321. *Taimilaji*

Männyn taimet kasvoivat selvästi nopeammin kuin kuusen taimet (kuva 2). Männyn taimilla puolestaan ikä selitti parhaiten taimien pituuskehitystä. Taimilajien väliset pituserot olivat siis useimmiten viljelyän mukaiset, vaikka erot viljelypituudessa olivatkin usein vähäiset. Taimilajilla ei muuten näyttä-

nyt olevan suurta vaikutusta pituuskehitykseen, mutta muovihuonekasvatusta edisti jonkin verran taimien kehitystä verrattuna samanikäisiin avomaalla kasvatettuihin taimiin.

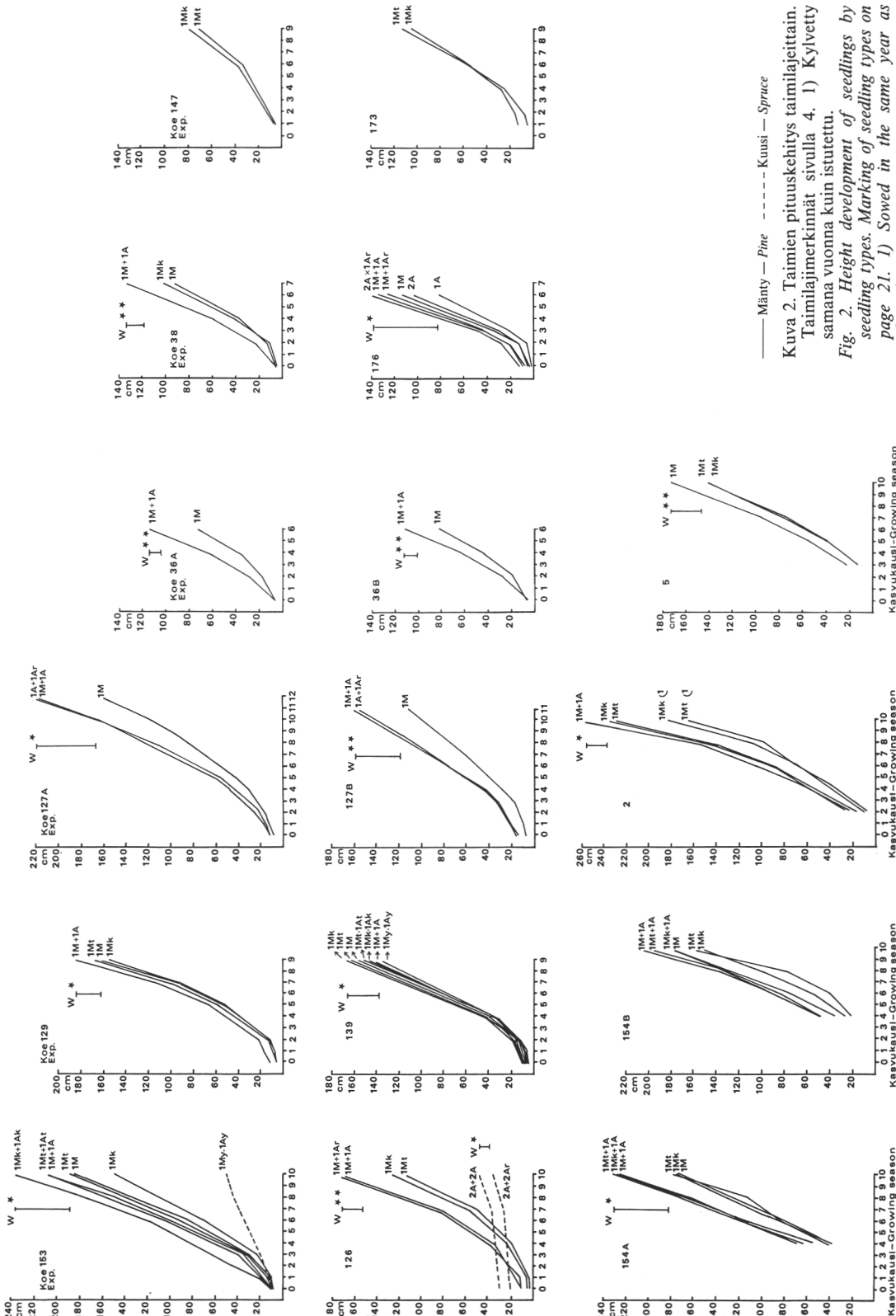
322. *Maanmuokkaus*

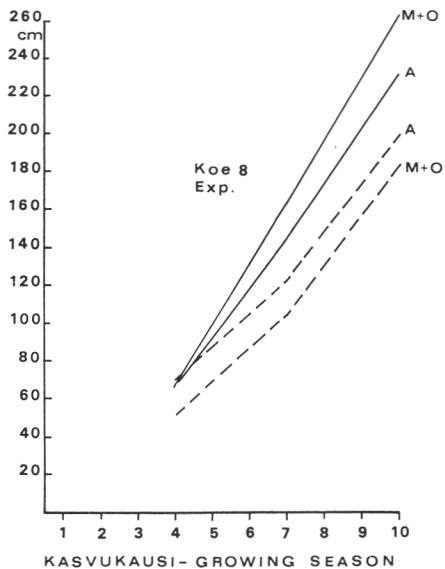
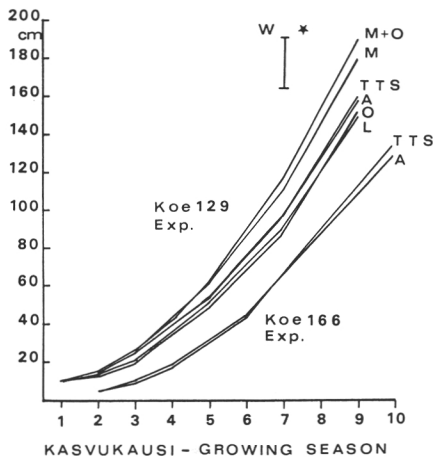
Taimien pituuskehitys yleensä nopeutui muokkauksen tehostuessa. Pelkkä kivennäismaan paljastaminen (laikutus) ei kuitenkaan sanottavasti vaikuttanut taimien pituuskehitykseen (kuva 3). Siipiaurauksella ja lautasaurauksella oli likimain yhtä suuri vaikutus taimien pituuskehitykseen. Tämä johtui ilmeisesti siitä, että siipiauraus oli melko kevyttä, koska se tehtiin pyörätraktorin vetämällä auralla. Vaikka siipiauraus tehtiin kottea 129 lukuunottamatta ns. pallearalla, kunnollista pallea ei juuri syntynyt, joten istutus jouduttiin tekemään auran pientareeseen. Poikkeuksena oli koe 8, jossa syntyi hyvä palle, koska maa oli kivetöntä.

Männyn taimien pituuskehitys oli nopeinta mätästetyllä maalla, kuusen taimet sen sijaan kasvoivat kokeessa 8 paremmin auratulalla kuin mätästetyllä maalla. Mättään ja auranpalteen ominaisuudet olivat varsin lähellä toisiaan, joten on vaikea sanoa, mistä ero johtui. Muissa kokeissa muokkauksen vaikutus männyn ja kuusen pituuskehitykseen oli samansuuntainen.

Jyrsintäkäsittelyt vaikuttivat eri tavalla männyn kuin kuusen taimien pituuskehitykseen (kuva 4). Männyllä lautasauratulla ja Vako-Viska jyrsimellä käsitellyllä maalla taimet kasvoivat yhtä hyvin. Sekoitettaessa maata enemmän männyn taimien kasvu parani. Kuusen taimet puolestaan kasvoivat selvästi hitaammin lautasauratulla kuin Vako-Viskalla jyrsityllä maalla.

Lajittuneella maalla taimet kasvoivat paremmin lautasauralla täysmuokatulla maalla kuin tavallisella harvaan lautasauratulla maalla (kuva 5). Moreenimaalla eroa oli vain yhdessä kokeessa. Mätästetyllä maalla sekä männyn että kuusen taimet kasvoivat nopeammin kuin lautasauratulla maalla (kuva 6). Ojitusmätästetyllä maalla taimet kasvoivat yleensä hieman nopeammin kuin paikalleenmätästetyllä maalla. Poikkeuksena oli karu lajittunut maa (kuva 7, koe 170A), jossa pituuskehitys oli nopeampaa paikalleenmä-

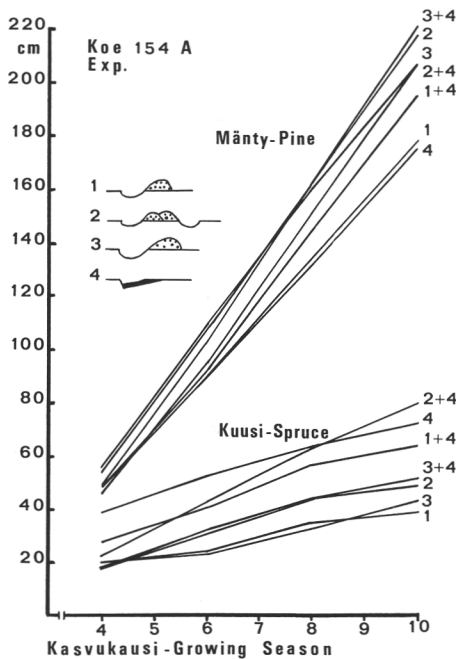




— Mänty — Pine - - - - Kuusi — Spruce
 O = Muokkaamaton — unprepared
 L = Traktorilaikutus — tractor scarifying
 TTS = Lautasauraus — disc ploughing

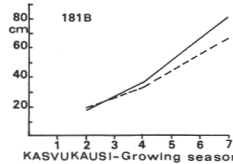
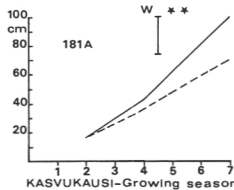
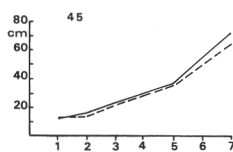
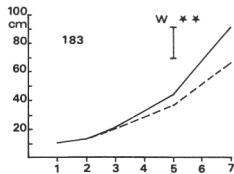
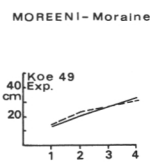
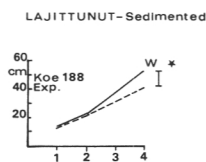
A = Auras — ploughing
 M = Mätätys paikalleen kääntäen — mounding by turning over the soil in place
 M+O = Ojitusmätätys — mounding with ditching

Kuva 3. Taimien pituuskehitys eri tavoin muokatuilla kasvualustoilla.
 Fig. 3. Height growth of seedlings on differently prepared sites.



1 = Tavallinen lautasauraus — ordinary disc ploughing
 2 = Lautasauran palteet vastakkain — ridges against each other made by a disc plough
 3 = Lautasauran palteet päällekkäin — ridges on top of each other made by a disc plough
 4 = Vako-Viska -jyrsintä — rotavation with Vako-Viska

Kuva 4. Taimien pituuskehitys eri tavoin lautasauratulla ja jyrsityillä alustalla.
 Fig. 4. Height development of seedlings on sites with different disc ploughing and rotavation methods.



- - - - Normaali lautasauraus — normal disc ploughing
 — Tiheä lautasauraus — dense disc ploughing

Kuva 5. Männen taimien pituuskehitys normaalisti ja tiheään lautasauratulla alustalla.

Fig. 5. Height development of seedlings on both normally and densely disc ploughed sites.

tästetyllä maalla. Isoissa mättäissä taimet kasvoivat yleensä hieman nopeammin kuin pienissä mättäissä.

323. Taimitarhakylvö- ja maastoistutus- ajankohta

Mitä aiemmin keväällä taimien kasvatusta oli aloitettu sitä pitempiä taimet yleensä olivat vielä kymmenen kasvukautta viljelyn jälkeen (taulukko 8). Vain kesäkuun lopun ja heinäkuun kylvöerien taimet olivat kuitenkin kaikissa kokeissa johdonmukaisesti muiden kylvöerien taimia lyhyempiä. Taimien istutusiän vaikutus pituuteen oli vähäinen.

33. Taimien kehitystä haitanneet tekijät

Kilpaileva kasvillisuus muodostui pääasiassa pintakasvillisuudesta ja vesoista, mutta vähäisessä määrin vaurioita (vaurio-termiä käytetään sekä tässä että jatkossa yhteisnimenä vaurioille ja tuhoille) aiheuttivat myös vartunut puusto ja muut taimet (taulukko 9).

Sienet olivat yleisimpiä vaurionaiheuttajia männyllä. Lumikariste ja männynversoruoste aiheuttivat enimmäkseen vauriot, muita tavattiin vain vähän.

Hyönteisistä yleisin oli tukkimiehentäi, joka aiheutti puolet hyönteisvaurioista. Muista tuhohyönteisistä tavattiin pihkakääriäistä, mäntypistiäistä ja ytimennävertäjää. Osasta hyönteisvaurioista ei voitu määrittää aiheuttajaa.

Nisäkkäät, pääasiassa hirvi aiheuttivat myös jonkin verran vaurioita, samaten myy-

rät vähäisessä määrin. *Linnuista* vain metson todettiin aiheuttaneen vaurioita, myöskin melko vähän.

Perkauksen yhteydessä oli aiheutettu vähäisiä vaurioita myös kasvatettaville taimille, samaten *hakkuutähteet* olivat aiheuttaneet haittaa taimille.

Halla haittasi suuresti kuusentaimien kehitystä. Muita vaurionaiheuttajia kuusentaimilla oli selvästi vähemmän kuin männyllä. Eri-tyisesti sien- ja hyönteisvaurioita, joita männyn taimilla oli runsaasti, kuusentaimilla oli vähän.

Rouste haittasi jonkin verran sekä männyn- että kuusentaimia.

Liika märkyys oli hieman yleisempää kuin *liiallinen kuivuus*, joka myös haittasi taimia. Näiden molempien vaurionaiheuttajien yleisyys oli männyllä ja kuusella samaa suuruusluokkaa.

Eroosio aiheutti vain vähäisiä vaurioita taimille.

Lumituhoja esiintyi männyllä enemmän kuin kuusella, mutta haitta jäi männylläkin varsin pieneksi.

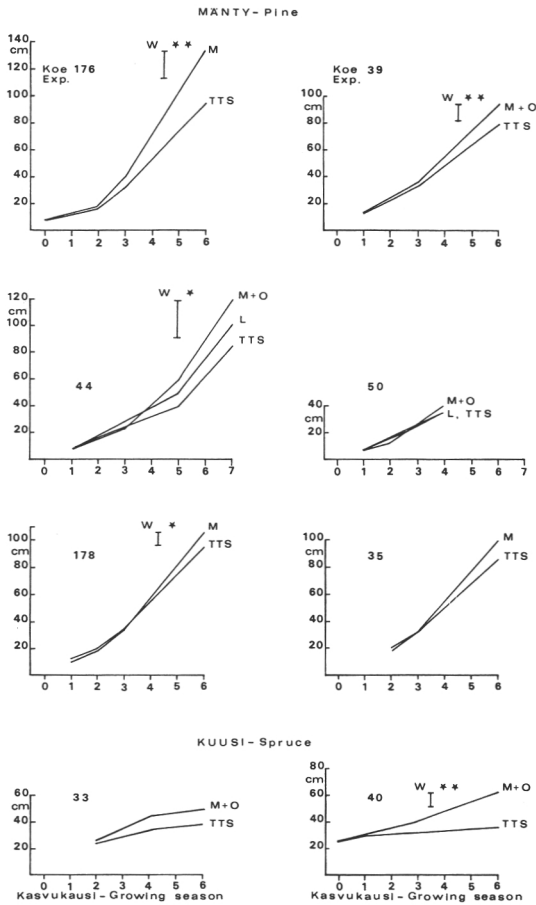
Ravinteiden puute tai epätasapaino aiheutti taimiin puutosoireita tai epänormaalia kasvua. Kuusella ravinnepuutetta ilmeni vain vähän ja kasvuhäiriöitä ei lainkaan.

Jo taimitarhalla saatu *huono taimiaines ja istutusvirheet* kirjattiin myös vaurionaiheuttajiksi, ensin mainittu pelkästään männyllä, istutusvirheitä oli vähän myös kuusella.

Melkoista osaa vaurionaiheuttajista ei pystytty tunnistamaan. Tällaiset tapaukset, joissa vaurio voitiin havaita, muttei tunnista, luokiteltiin *tunnistamattomiksi*. *Tyhjät viljelykohdat*, joissa olleet taimet olivat hävinneet, merkittiin omaan ryhmäänsä. Näiden osuus luonnollisesti kasvoi viljelystä kulu- neen ajan lisääntyessä.

Taulukko 8. Taimien pituus (cm) kylvöajankohdan ja istutusiän mukaan kymmenen kasvukauden jälkeen.
Table 8. Height of seedlings (cm) according to the sowing date and planting age after ten growing seasons.

Koe Exp.	Kylvöajankohta Date of sowing	Istutusikä, viikkoa Age of planting, weeks				Keskim. Mean	F-arvo F-value	W
		4—5	6—7	8—9	10—11			
6	13.4.1977			136		135	0,02	—
	18.5. "	105		118		115	0,57	—
	13.6. "	92		133		112	8,05*	41,1°
	11.7. "	104		82		93	1,28	—
166	18.5. "	144	127	134	138	144	0,47	—
	13.6. "	119	129	116	134	115	0,67	—
	11.7. "	109	118	105		111	0,74	—
173	15.5.1978	95		103	112		0,97	—
	5.6. "	99		106	126		1,70	—
	26.6. "	86		113	82		0,87	—



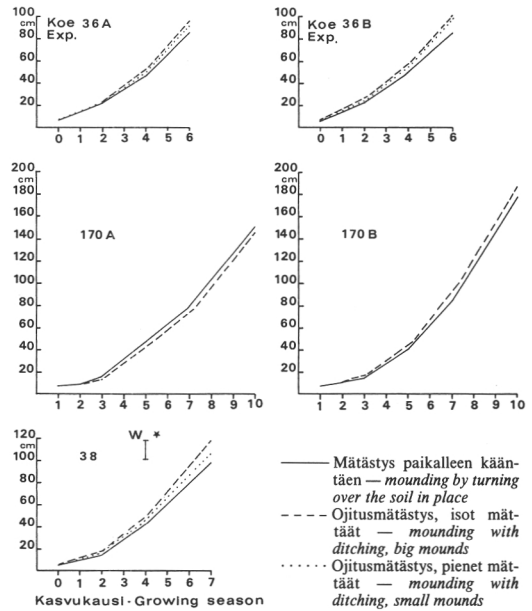
M = Mätästys paikalleen kääntäen — mounding by turning over the soil in place
 M+O = Ojitusmätästys — mounding with ditching
 TTS = Lautasauraus — disc ploughing
 L = Traktorilaikutus — tractor scarifying

Kuva 6. Taimien pituuskehitys laikutetulla, lautasauratulla ja eri tavoin mätästetyllä alustalla.
 Fig. 6. Height development of seedlings on scarified, disc-ploughed and differently mounded sites.

34. Latvan ja päätesilmun normaalius

Vuosina 1980—83 inventointiin liitettiin silmun ja viimeisen vuosikasvaimen tarkastus, jossa määritettiin oliko taimella normaali yksi pääverso ja normaali päätesilmu. Kuusella tarkasteltiin vain viimeistä vuosikasvainta, silmutarkastelua ei tehty.

Männyllä normaalien silmujen ja latvojen osuus vaihteli vähän yli 50 %:sta lähelle 100 %. Sekä latva- että silmuhäiriöiden esiintyminen oli luonteeltaan satunnaista; edes edel-



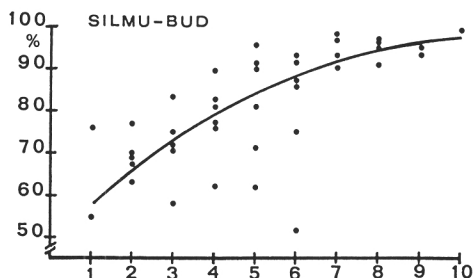
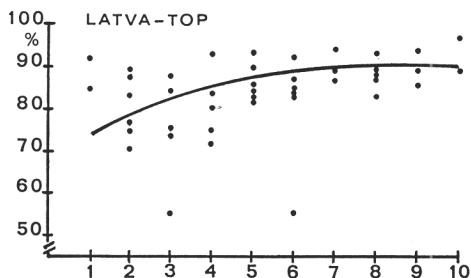
Kuva 7. Männyn taimien pituuskehitys eri tavoin mätästetyllä alustalla.
 Fig. 7. Height development of pine on differently mounded sites.

lisen vuoden silmuhäiriöiden määrä ei kovinkaan hyvin ennustanut seuraavan vuoden latvahäiriöiden määrää. Eri koalueiden välillä oli jonkinlaisia tasoeroja, mutta myöskään kasvupaikalla ei näyttänyt olevan ratkaisevaa vaikutusta häiriöiden esiintymisrunsauteen. Yhtä satunnaisesti häiriöt näyttivät sijoittuvan myös eri vuosina perustettuihin ja inventoituihin kokeisiin. Taimien iän lisääntyessä normaalien latvojen ja silmujen osuuslisääntyi jonkin verran (kuva 8). Kaiken kaikkiaan voidaan todeta, että selvää syytä häiriöihin ei löydetty, vaan niiden esiintyminen vaikutti jokseenkin satunnaiselta. Tässä mitassa esiintyessään häiriöillä ei myöskään liene suurta vaikutusta metsikön tuottoon, koska valtaosa puustosta kehittyy kuitenkin aikaa myöten normaalkiksi. Hallan on epäilty aiheuttavan taimien silmuhäiriöitä (Kaunisto ja Kinnunen 1985, Rikala 1985) ja joskus se voi aiheuttaa myös pahoja versovaurioita, kuten v. 1984 tapahtui (Raitio 1985). Koska selviä, näkyviä hallavaurioita esiintyy männyllä kuitenkin erittäin harvoin, ei hallaa ole pidetty männyn taimien ongelmana. Todennäköistä on, että halla on ainakin osa-

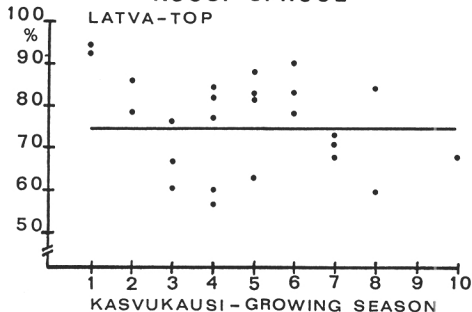
Taulukko 9. Vaurionaiheuttajien yleisyys kasvukausittain (%).
 Table 9. Frequency of the causes of damage in different growing seasons (%).

	Mänty — Pine										Keskim. Mean	Kuusi — Spruce								Keskim. Mean
	Kasvukausi — Growing season											Kasvukausi — Growing season								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7	8	
Kokeita, kpl <i>Number of experiments</i>	20	22	23	16	10	8	6	7	3	2		6	7	9	6	4	3	4	2	
Terveitä taimia <i>Healthy seedlings</i>	63	52	41	52	40	37	55	49	55	51	52	50	51	42	32	45	43	23	31	41
Tyhjiä vilj.pisteitä <i>Empty planting spots</i>	2	6	13	14	27	22	25	21	19	18	17	5	7	8	11	14	14	19	18	12
Vaurionaiheuttajat: <i>Causes of damage:</i>																				
Tunnistamaton <i>Unidentified</i>	10	11	9	5	7	8	4	7	5	4	7	14	5	6	5	6	2	2	2	5
Pintakasvillisuus <i>Ground vegetation</i>	1	1	3	4	5	4	1	1	—	2	2	—	—	4	1	3	1	—	1	
Vesat <i>Sprouts</i>	—	—	—	1	1	2	1	1	—	2	1	—	—	—	—	1	1	—	—	
Puusto <i>Tree stand</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Muut taimet <i>Other seedlings</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Lumikariste <i>Snow blight</i>	2	4	6	4	1	6	1	9	10	3	5	—	—	—	—	—	—	—	—	
Versoruoste <i>Pine branch twist</i>	—	7	8	7	6	9	3	4	1	6	5	—	—	—	—	—	—	—	—	
Männynsyöpä <i>Pine canker</i>	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Muu sienituho <i>Other fungi</i>	1	—	1	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Tukkimiehentäi <i>Large pine weevil</i>	4	2	3	3	1	2	—	—	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	
Pihkakääriäinen <i>Pitch gall spinner moth</i>	—	—	—	—	—	1	—	2	2	6	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
Mäntypistiäinen <i>Pine sawfly</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Ytimennävertäjä <i>Common pine shoot beetle</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Muu hyönteinen <i>Other insects</i>	2	1	1	1	1	—	1	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	
Myyrä <i>Vole</i>	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Hirvi <i>Moose</i>	—	—	1	—	—	2	—	1	—	1	1	—	—	—	—	—	—	1	—	
Metso <i>Capercaillie</i>	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Perkaus <i>Clearing</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Hakkuutähteet <i>Cutting residue</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	
Halla <i>Frost</i>	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19	30	28	44	21	38	50	48	35
Rouste <i>Frost heaving</i>	1	2	4	2	2	2	—	—	—	—	1	3	—	3	1	5	1	1	1	2
Kuivuus <i>Drought</i>	2	2	1	1	1	—	—	—	—	—	1	2	—	2	—	—	—	—	1	
Märkyys <i>Wetness</i>	3	2	2	2	1	1	4	1	1	2	2	3	4	6	4	4	—	4	3	
Eroosio <i>Erosion</i>	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	
Lumi <i>Snow</i>	—	—	—	—	—	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Ravinnepuute <i>Nutrient deficiency</i>	—	—	—	—	1	2	1	1	4	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	
Kasvuhäiriö <i>Growth disturbance</i>	—	2	2	2	1	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
Huono taimiaines <i>Poor-quality seedlings</i>	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Huono istutus <i>Poor planting</i>	2	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	

MÄNTY - PINE



KUUSI - SPRUCE



Kuva 8. Normaalilatvaisten ja -silmuisten taimien osuus kasvukausittain. Pisteet ovat kokekohtaisia keskiarvoja.

Fig. 8. Proportion of normally developed tops and buds in seedlings in different growing seasons. Points refer to the means of each experiment separately.

syy männyn silmuhäiriöihin. Ruotsissa männyn hallavaurioihin on myös kiinnitetty huomiota ja siellä on kokeiltu sekä keino-tekoisia suoja- että matalaa verhopuustoa taimien suojaamiseksi hallaa vastaan (Odin ym. 1984).

Kuusella yksilatvaisten taimien osuus oli

aluksi samaa luokkaa kuin männyllä, mutta taimien iän lisääntyessä kuusella yksilatvaisten taimien osuus, toisin kuin männyllä, pysyi samana tai jopa hieman laski. Halla lie-nee kuusella pääsyy latvan ja silmun häiriöihin. Kuusella esiintyikin useina vuosina selviä näkyviä hallavaurioita.

4. TULOSTEN TARKASTELU

Tähän työhön on koottu päätulokset useista kokeista ja jätetty yksittäisten kokeiden tarkastelu vähemmälle huomiolle. Kokeet perustettiin maantieteellisesti suppealle alueelle, jolloin yksi hajontaa lisäävä tekijä jää pois, mutta tulosten yleistettävyyttä myös supistuu. Runsaasti hajontaa aiheuttaa se, että kokeet perustettiin eri vuosina, jolloin sekä taimimateriaalin erot että istutusajankohdan sää vaikuttavat tuloksiin. Se puolestaan lisää tulosten yleistämiskelpoisuutta käytäntöä ajatellen.

Männyn ja kuusen taimien kuolleisuudessa kasvukausittain oli selvä ero. Männyn taimia kuoli eniten heti ensimmäisen kasvukauden

aikana, kuusen taimet sen sijaan pysyivät aluksi hyvin elossa ja vasta tarkastelujakson lopussa (8—10 kasvukautena) niiden kuolleisuus tuli lähelle männyn taimien kuolleisuutta. Kun vertaillaan eri tutkimuksissa saatuja kuolleisuuksia, on siis tarpeen ottaa huomioon, minkä ikäisistä taimista on kyse, vaikka Etelä-Suomessa kuolleisuuden lisääntyminen ei olekaan yhtä suurta kuin Pohjois-Suomessa (vrt. Pelkonen ym. 1982, Pohtila ja Pohjola 1983, Pohtila ja Valkonen 1985). Käytännön metsänuudistusaloilta on männyn ja kuusen istutuksen onnistumisesta saatu vaihtelevia tuloksia. Kinnunen ja Riikilä (1986) totesivat Pirkka-Hämeessä kuusen is-

tutuksen onnistuneen selvästi huonommin kuin männyn istutuksen. Keski-Suomessa ei männyn ja kuusen istutuksen onnistumisessa ollut eroa (Hokajärvi 1988). Huomattavasti edellisiä selvityksiä laajemmassa aineistossa kuuden eteläisen metsälautakunnan alueella kasvatuskelpoisia viljelytaimia oli enemmän kuusen kuin männyn istutusaloilla (Räsänen ym. 1985). Päälinjaksi tämän ja aiempien tutkimusten perusteella voidaan vetää, että keskimäärin kuusen istutus onnistuu hieman paremmin kuin männyn istutus, mutta myös kuusen istutuksen onnistumisessa esiintyy suurta hajontaa. Pääsyy tähän lienee halla, joka tässäkin tutkimuksessa todettiin kuusen pääasialliseksi vaurioittajaksi.

Tulosten yleistämiskelpoisuus männyn osalta on paras käytännössäkin eniten käytettyjen taimilajien, 1M + 1A ja 1Mk osalta. Melko hyvänä yleistämiskelpoisuutta voidaan pitää myös 1Mt:n ja 1M:n osalta. Muiden taimilajien kohdalla kokeiden määrä oli vähäinen, joten sattumalla voi olla vaikutusta tulokseen. Näiden osalta tarkastelu on syytä rajoittaa taimilajien keskinäiseen vertailuun samoissa kokeissa. Taimet tulivat pääasiassa yhdeltä (Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen) taimitarhalta, joten taimilajien vertailu keskenään on luotettavampaa kuin tapauksessa, jossa taimilajit olisi tuotu eri taimitarhoilta. Koska kuitenkin taimilajien ”hyvyysuhteet” saattavat vaihdella taimitarhoittain, tulokset eivät välttämättä sellaisenaan päde muiden taimitarhojen taimiin.

Vaikka koulimattomat taimet menestyvätkin hieman huonommin kuin koulitut, niiden käyttö karuilla kasvupaikoilla on perusteltua halpuutensa takia. Yksi kasvukausi avomaalla ei kuitenkaan näytä riittävän, vaan taimet on syytä kasvattaa joko muovi-huoneessa tai mieluummin kaksi kasvukautta avomaalla. Koulittujen paljasjuuristen ja rullataimien käyttö on paikallaan silloin, kun halutaan taimien nopeaa alkuunlähtöä pintakasvillisuuden kilpailun takia. Yksivuotiailla kenno- ja turveruukkutaimilla saatiin sama biologinen tulos kuin koulituilla taimilla. Alkuunlähtönopeudessa ne hävisivät koulituille taimille. Teknis-taloudelliset seikat puoltavat pienten paakkutaimien käyttöä (käsittely helpompi koneistaa ja istutus nopeampaa). Paakkutaimet eivät myöskään ole yhtä arkoja käsittelyvirheille kuin paljasjuuriset taimet, joten käytännössä paakkutaimilla olettaisi päästävän suhteellisesti ottaen parempaan tulokseen kuin pienipiirteisessä koe-

toiminnassa. Käytännön metsänuudistamisaaloilla ei kuitenkaan ole havaittu systemaattista eroa paljasjuuristen koulittujen ja yksivuotisten paakkutaimien välillä (Kinnunen ja Riikilä 1986, Kinnunen ja Vanamo 1987). Paljasjuuriset taimet ovat nähtävästi nopean alkukehityksensä ansiosta selvinneet paremmin pintakasvillisuuden kilpailusta ja täten tasanneet alkuvaiheessa mahdollisesti syntyneen eron.

Kaksi- ja kolmivuotiailla paakkutaimilla istutuksen onnistuminen oli melko huono. Tulos viittaa siihen, että pienet kennot ja turveruukut eivät kovin hyvin sovellu yhtä kasvukautta pitempään kasvatukseen, vaan taimet olisi ensimmäisen kasvukauden jälkeen koulittava isompaan paakkuun. Ilman koulintaa paakun suurentaminen ei näyttännyt parantavan tulosta. Parviaisen (1984) tutkimuksessa Itä-Suomessa kaksivuotiaiden paakkutaimien elossapysyminen oli parempi kuin paljasjuuristen taimien ja yksivuotiaiden paakkutaimien. Ilmeistä on, että taimien laatu vaihtelee kasvukausittain ja taimitarhoittain, joten taimien ikä ja kasvatustapa eivät kovin hyvin selitä taimien elossapysymistä istutuksen jälkeen. Vastaavanlaisia, vuosittain vaihtelevia tuloksia on saanut myös Tasanen (1980) samalla taimitarhalla kasvatetuilla kaksivuotiailla koulituilla paljasjuurisilla ja rullataimilla sekä yksivuotiailla kenno- ja turveruukkutaimilla. Mitään systemaattista eroa taimilajien välillä ei ollut. Satunnaiset erot taimilajien välillä puolestaan johtuvat siitä, että taimikasvatuksessa ei päästä eikä kustannussyistä kannata pyrkiäkään ”täydelliseen” säätöön kasvatusoloissa (Räsänen 1981).

Kasvatettaessa taimia seinällisissä paakuissa juuret alkavat usein kiertyä paakun seinää pitkin. Ruukun pienentyessä, seinän koventuessa ja kasvatusajan jatkuessa juurten kiertyminen lisääntyy (Kinnunen ja Laurila 1983). Vaikka juuriston epämuodostumisen ei olekaan todettu vaikuttavan taimien kuolleisuuteen, on hyvämuotoinen juuristo todettu tärkeäksi taimien jatkokehityksen kannalta, koska juuriston epämuodostuminen näyttää lisäävän tyvilenkoutta. Paljasjuurisilla ja kennotaimilla on havaittu enemmän tyvimutkia ja -lenkoutta kuin turveruukkutaimilla (Kinnunen ja Laurila 1983, Parviainen ja Antola 1986). Uutena ratkaisuna juuriston kiertymisiongelmaan on kehitetty ns. kuutiopaakkumenetelmä, jossa paakkutaimet kasvatetaan ilman ruukkuja ja

paakku tehdään leikkaamalla turvelevy kuutioiksi (Parviainen 1985).

Pienet paakkutaimet ovat juuriston sopuisuhtaisen kehittymisen kannalta suositeltavia, mutta niitä käytettäessä menetetään istutuksella saatavaa aikavoittoa kylvöön ja luontaiseen uudistamiseen nähden. Myöskään istutuksen onnistuminen pienillä, alle vuoden ikäisillä paakkutaimilla ei yleensä ollut hyvä. Istutusiät 6—7 ja 10—11 viikkoa olivat kuitenkin jonkin verran muita parempia. Kinnunen ja Lähde (1972) ovat seuranneet kennotaimien versojuurisuhteen (verson kuivapaino/juuriston kuivapaino) kehitystä taimitarhalla ja todenneet sen aaltoilevan siten, että se ensimmäisen kerran laskee 5—7 viikon iällä ja uudelleen 11. viikosta eteenpäin. Versojuurisuhteella pystytään ainakin jossain määrin kuvaamaan taimien metsänviljelyarvoa, mutta koska lopullinen tulos muodostuu monen osatekijän yhteisvaikutuksesta, ei se yksin riitä selittäjäksi, vaan mukaan täytyisi ottaa paljon enemmän muuttujia niin taimien kasvatusvaiheen kuin myös istutuksen jälkeisistä olosuhteista.

Muokkausmenetelmät voidaan karkeasti jakaa täysin muokkaamattoman lisäksi kahden pääryhmään. Ensimmäisessä ryhmässä muokkauksen päävaikutus on kivennäismaan paljastaminen. Tähän ryhmään kuuluvat laikutus, lautasauraus ja piennarauraus. Toisen pääryhmän muodostavat menetelmät, joissa maata joko kuohkeutetaan paikallaan tai siirretään toiseen paikkaan. Tähän ryhmään kuuluvat jyrshintä, palleauraus ja mätästys. Ensimmäisessä ryhmässä kivennäismaan rakenne säilyy pääosin muuttumattomana, toisessa ryhmässä maan ilmatilavuus kasvaa ja taimien syntypiste kohoaa ympäristöönsä korkeammalle. Päälinjaksi aiemmista tutkimustuloksista voidaan vetää, että muokkauksen tehostuessa istutuksen onnistuminen paranee ja taimien pituuskehitys nopeutuu. Sama linja näkyi myös tämän tutkimuksen tuloksissa. Muokkaamattomalla istutus onnistui huo-

noimmin. Sen sijaan tässä tutkimuksessa ei ollut selvää systemaattista eroa maanpinnan paljastavien (traktorilaikutus, lautasauraus ja piennarauraus) muokkausmenetelmien välillä.

Saksan (1987) inventointitutkimuksessa Keski-Suomessa istutustaimien määrä oli suurempi lautasauratuilla kuin piennarauratuilla uudistusaloilla. Luontaisen täydennyksen ansiosta piennarauratuilla aloilla oli kuitenkin enemmän kasvatuskelpoisia taimia kuin lautasauratuilla. Inventointiaineiston käyttöä muokkausmenetelmien vertailuun rajoittaa vaara, että menetelmät ovat systemaattisesti sijoittuneet erilaisille kasvupaikoille. Kokeellisissa tutkimuksissa on yleensä aurauksella saatu parempia tuloksia kuin laikutuksella (Pohtila 1977, Tasanen 1980, Raulo ja Rikala 1981).

Mätästys oli laikutuksen, lautasaurauksen ja piennaraurauksen kanssa tasavertainen tai parempi istutuksen onnistumisessa. Taimien pituuskehitys oli mätästetyillä aloilla selvästi nopeinta. Vastaavia tuloksia on saatu useista muista tutkimuksista (Laiho 1979, Lähde ym. 1981, Raulo ja Rikala 1981, Parviainen 1984).

Yhteenvetona muokkauksesta voidaan todeta, että yleisesti käytetyllä lautasaurauksella päästään kohtalaisen hyvään tulokseen pääosalla uudistusaloista, mutta erityisesti ongelmallisilla aloilla voidaan lautasaurauksella tehokkaammalla muokkauksella nopeuttaa ja varmentaa uudistamista (Laiho 1979, 1984, Laiho ja Kinnunen 1985). Tiiviillä, märillä mailla tarvitaan ojitusta, jotta ne saataisiin nopeasti potentiaalisten mahdollisuuksiensa edellyttämään kasvukuntoon. Tällöin pienillä kuvioilla, joita pääosa uudistusaloista on, mätästys on nykyisin käytössä olevista menetelmistä kalleudestaan huolimatta varteenotettavin. Suurilla kuvioilla on ilmeisesti edullisempaa käyttää kahta menetelmää: traktorikaivuria ojitukseen ja lautas- tai siipiauraa varsinaiseen muokkaukseen.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

- Hokajärvi, R. 1988. Viljely- ja luonnontaimikoiden tila Keski-Suomen metsälautakunnan alueen yksityismetsissä. Pro gradu -työ Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksessa. 74 s.
- Kinnunen, K. & Laurila, I. 1983. Erialaisten männyntaimien juuriston ja verson alkukehitys karuhkolla moreenimaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 108. 30 s.
- & Riikilä, M. 1986. Tuoreiden ja lehtomaisten kankaiden 6—8 vuotiaiden taimikoiden tila Pirkka-Hämeessä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 235: 15—24.
- & Vanamo, A. 1987. Männyn uudistamisen onnistuminen Satakunnassa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 270: 14—23.
- Laiho, O. 1979. Taimikehitys metsänhoitoyhdistysten mätästysaloilla. Metsäntutkimuslaitos. Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 8. 12 s.
- & Kinnunen, K. 1985. Mounding as a soil preparation method in Finland. Symposium on the Equipment/Silviculture Interface in Stand Establishment Research and Operations. Jasper Park Lodge, Jasper, Alberta, Canada. September 28 — October 3, 1985. (IUFRO). 10 p.
- Leikola, M. & Huuri, O. 1974. Ennakkotuloksia Etelä-Suomen runkotutkimuksesta vv. 1970—1973. Metsäntutkimuslaitoksen metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja 11. 31 s.
- Lähde, E., Manninen, S. & Tervonen, M. 1981. Ojituksen ja muokkauksen vaikutus maan fysikaalisiin ominaisuuksiin sekä havupuiden taimien kehitykseen. Summary: The effect of drainage and cultivation on soil physical properties and the development of conifer seedlings. *Communications Institutii Forestalis Fenniae* 98(7): 1—43.
- Odin, H., Magnusson, B. & Bäckström, P.-O. 1984. Effect of low shelterwood on minimum temperature near the ground. In: Perttu, K. 1984. Ecology and Management of Forest Biomass Production Systems. Department of Ecological & Environmental Research, Swedish University of Agricultural Sciences, Report 15: 77—99.
- Parviainen, J. 1984. Männyn taimilajien menestyminen eri tavoin muokatuilla uudistamisaloilla. Summary: The success of different types of pine nursery stock on regeneration sites prepared in different ways. *Folia Forestalia* 593. 35 s.
- 1985. Kuutiopaakkutaimimenetelmä: Jari Parviainen. Menetelmän tavasta ja yksivuotisten taimien kasvatuskokemuksia, s. 1—30. Pertti Harstela ja Leo Tervo. Tuotannon teknologia, s. 31—44. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 171, Joensuun tutkimusasema. 44 s.
- & Antola, J. 1986. Taimien kehitys ja juuriston morfologia eri taimilajeilla perustetuissa mäntyistutuksissa. Summary: The root system morphology and stand development of different types of pine nursery stock. *Folia Forestalia* 671. 29 s.
- Pelkonen, H., Tuomi, P. & Valtanen, J. 1982. Männyn viljelytaimikoiden kunto 10 vuoden iällä Taivalkoskella. Summary: Survival of pine on reforested sites in northern Finland. *Folia Forestalia* 511. 23 s.
- Pohtila, E. 1974. Tuloksia metsänviljelyn runkotutkimuksesta. Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 6: 28—41.
- 1977. Reforestation of ploughed sites in Finnish Lapland. *Seloste: Aurattujen alueiden metsänviljely Lapissa*. *Communications Institutii Forestalis Fenniae* 91(4): 1—100.
- & Pohjola, T. 1983. Vuosina 1970—1972 Lappiin perustetun aurattujen alueiden viljelykokeen tulokset. Summary: Results from the reforestation experiment of ploughed sites established in Finnish Lapland during 1970—1972. *Silva Fennica* 17(3): 201—224.
- & Pohjola, T. 1985. Maan kunnostus männyn viljelyssä Lapissa. Summary: Soil preparation in reforestation of Scots pine in Lapland. *Silva Fennica* 19(3): 245—270.
- & Valkonen, S. 1985. Varttuneiden viljelytaimikoiden tila Lapin piirimetsälautakunnan alueen yksityismetsissä. Summary: Development and condition of artificially regenerated pine and spruce sapling stands in the privately owned forests of Finnish Lapland. *Folia Forestalia* 631. 19 s.
- Raitio, H. 1985. Hallavauriot männyllä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 184: 25—34. Parkanon tutkimusasema.
- Raulo, J. & Hinttala, T. 1972. Taimilajin merkitsemisestä. *Metsä ja Puu* 5. s. 35.
- & Rikala, R. 1981. Istutettujen männyn, kuusen ja rauduskoivun taimien alkukehitys eri tavoin käsitellyllä viljelyalalla. Summary: Initial development of Scots pine, Norway spruce and silver birch seedlings planted on a forestation site prepared in different ways. *Folia Forestalia* 462. 13 s.
- Räsänen, P. K. 1981. Metsäpuiden taimikasvatus ja metsänviljely. Kehysmalli ja sen käyttö. Helsingin yliopisto. Metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja 29. 98 s.
- , Pohtila, E., Laitinen, E., Peltonen, A. & Rautiainen, O. 1985. Metsien uudistaminen kuuden eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueella. Vuosien 1978—1979 inventointitulokset. Summary: Forest regeneration in the six southernmost forestry board districts of Finland. Results from the inventories in 1978—1979. *Folia Forestalia* 637. 30 s.
- Saksa, T. 1986. Männyn taimikoiden kehitys muokatuilla viljelyaloilla Lieksan ja Rautavaaran hoitoalueissa. Summary: The development of Scots pine plantations on prepared reforestation areas in northern Karelia in Finland. *Folia Forestalia* 644. 60 s.
- Tapion vuosikirja 1985, 1986. Keskusmetsälautakunta Tapio.
- Tasanen, T. 1980. Männyn viljelyn onnistuminen eteläsuomalaisilla aurasaloilla. Metsänhoitotieteen laudaturtyö Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksessa. 54 s.
- Turtiainen, M. ja Valtanen, J. 1974. Metsänviljelytutkimuksen välituloksia Pohjanmaan ja Kainuun metsänaurasalueilla. Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 8. 28 s.
- Valtanen, J. 1981. Korkeiden maiden metsien uudista-

- minen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 24: 66—77.
- 1983. Muokkaustavat ja metsänuudistamisen tulos. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 119: 63—72.
- Viro, P. 1952. Kivisyyden määrittämisestä. Summary: On the determination of stoniness. Communica-

- tiones Institutii Forestalis Fenniae 40(3): 1—23.
- 1958. Suomen metsämaiden kivisyydestä. Summary: Stoniness of soil in Finland. Communicationes Institutii Forestalis Fenniae 49(4): 1—45.

Total of 31 references

SUMMARY

Effect of seedling type and site preparation on the initial development of Scots pine and Norway spruce seedlings

The investigation is based on 42 experiments which were established in 1973—82 in West Finland (N 61°40', E 21°45'—23°40', elevation 40—185 m above sea level). Pine was studied in 28, spruce in 7 and both pine and spruce in 7 experiments. The experiments were on moderately good sites.

The layout was a randomized block design. The minimum and most frequently used number of blocks was four. Each treatment was represented by 25 sample seedlings in each block. The main analysis method was the analysis of variance and Tukey's W range test. HSD_{0.05} indicates the value above which differences are significant at less than 5 % risk level. W indicates the value above which differences are significant at different risk levels. The risk levels are described with both F and W values by employing the following commonly used symbols:

0	=	significant difference	<	10	% risk
*	=	"	"	<	5 % "
**	=	"	"	<	1 % "
***	=	"	"	<	0,1 % "

Marking of seedling types is according to Raulo and Hinttala (1972):

Arabic figures indicate how many growing seasons the seedling has grown on *the site* mentioned after the figure.

A = in the open air

L = heated plastic greenhouse

M = unheated plastic greenhouse

Additional marks on containerized seedlings:

r = transplanted in plastic rolls

k = sown or transplanted in paper pots

t = sown or transplanted in peat pots

y = sown in a set of rigid plastic containers (Kopparfors)

Transplanting or removal:

+ = spring or summer transplanting

× = autumn transplanting

— = removal without transplanting

Bare-rooted pine transplants usually thrived better than seedlings. Otherwise there were only slight differences between the seedling types. Although statistically significant differences between seedling types were obtained in individual experiments, the results were

ambiguous to such an extent that the use of the mean values of the experiments as observations produced no statistically significant differences between the four most frequently used seedling types (bare-rooted seedlings and transplants, paper and peat pot seedlings).

Similarly, spruce transplants thrived better than seedlings. The mean survival percentages of pine and spruce were nearly the same, although the deviation was slightly wider in spruce.

Seedlings were grown in the nursery in pots of different sizes for the same period of time (1—3 growing seasons). No statistically significant differences were found in their development after planting in the field.

Two or more (six at the most) site preparation methods were compared in 19 experiments. There were statistically significant differences between the site preparation methods only in five experiments. A poorer result was obtained on unprepared sites than on disc-ploughed and mounded sites. The results varied from one experiment to another when the different site preparation methods were concerned so that none of the methods could be said to be unambiguously superior or inferior. The reason for this was probably that the sample plots were mostly situated on moderately dry sites, which makes it unimportant how the mineral soil is exposed. Mounding proved the best method on paludified sites.

The spring was the safest planting time in most experiments, although not always. The mean difference between the spring and autumn remained quite small when calculated as the mean of all the experiments.

When small containerized (less than one-year-old) seedlings were used, the planting ages of 6—7 and 10—11 weeks were slightly better than the other ones.

About 70 % of pine seedlings on the average survived after 8—10 growing seasons. The mortality of pine seedlings was highest during the first growing season, whereas only few spruce seedlings died during that season. From the second growing season on the annual mortality of spruce seedlings was at the same level.

Pine seedlings grew faster than spruce. Height differences between the seedling types were usually dependent on the planting age, even if the planting height were almost the same. Growing in the plastic greenhouse improved the height development of seedlings as compared to seedlings of the same age grown unsheltered in the open air.

The average height development of seedlings was fairly similar on scarified and disc-ploughed sites as well as on plough shoulders. The fastest growth of seedlings occurred on mounds and plough ridges.

Liite. Kokeiden yleistiedot.
Appendix. Information on experiments.

Kokeen nro Number of experiment	Perustamisvuosi Establishing year	Pinta-ala, ha Area, ha	Metsätyyppi Forest site type	Maalaji Soil type	Mor/Laj Moraine type	< 0,06 mm, %	Kivisyysindeksi Stoniness index	Humus, cm	Kork. m m.p.y. Elevation, m a.s.l.	Muokkaus Site preparation	Puulaji Tree species	Istutusajankohta Planting date	1.	2.	3.	4.	5.	6.
126	1973	0,60	VT	HtHk	Mor	15	6	5	155	L	Mänty, kuusi	XI-20	XI-2	IX-5				
127	A 1973	0,38	VT	Hk	Mor	17	4	7	165	L	"	IX-26	V-28					
	B 1974	0,38	VT	Hk	Mor	8	2	4	170	L	"	IX-3	V-20					
129	1974	4,00	VT	Hk	Mor	4	4	6	175	O, L, TTS, A, M, M+O	"	VI-6	IX-3					
139	1974-76	0,44	VT	Hk	Mor	9	3	5	180	A	"	X-9	V-16	IX-16	V-26			
147	1975	0,13	CT	Hk	Laj	4	1	2	158	TTS	" , kuusi	XI-6						
153	1976	0,90	VT	Hk	Mor	10	4	5	160	TTS	"	VI-4						
154	A 1976	0,27	VT	Hk	Mor	7	4	3	175	TTS, J	"	VI-22						
	B 1976	0,08	CT	Hk	Laj	3	1	3	175	J	"	VI-23						
156	A 1976	0,50	VT	HtHk	Mor	16	1	6	158	TTS	"	IX-23	V-26					
	B 1976	0,40	MT	Hk	Mor	7	4	4	160	A	Kuusi	IX-27	V-23					
2	1976	1,30	MT	Hk	Mor	3	3	3	40	TTS	Mänty	V-17		X-4	11 erää/2 vko			
166	1977	0,96	MT	Hk	Mor	6	4	4	160	TTS, A	"	VI-17		XI-2	-"-			
4	1977	0,72	MT	Hk	Mor	8	3	4	180	A	Kuusi	V-17	V-30	VI-13	VI-27	VII-11	VII-25	
5	1977	0,72	MT	HtHk	Mor	12	5	8	180	A	Mänty	V-17	V-30	VI-13	VI-27	VII-11	VII-25	
6	1977	0,68	MT	HtHk	Mor	9	3	9	180	A	"	VI-13	VII-11	VIII-8	IX-5	X-3		
167	1977	0,48	MT	SrHk	Mor	4	3	7	160	TTS, A	Mänty, kuusi	IX-22						
169	1978	0,32	MT	SrHk	Mor	9	5	7	160	TTS, A	"							
170	A 1978	0,16	CT	HkSr	Laj	3	6	3	170	M, M+O	"	VI-8						
	B 1978	0,16	VT	Hk	Mor	10	3	6	155	M, M+O	"	VI-9						
173	1978	0,98	VT	HtHk	Mor	6	3	5	173	TTS	"	VI-19	VII-10	VII-31	VIII-21	IX-11	X-2	
8	1978	0,32	MT	HtHk	Mor	13	0	8	160	A, M+O	" , kuusi	VI-2						
33	1979	0,60	MT	SrHk	Mor	12	5	7	148	TTS, M+O	Kuusi	VI-1						
176	1979	0,60	MT	HtHk	Mor	14	3	4	160	TTS, M	Mänty	VI-6						
178	1979	0,30	CT	SrHk	Laj	2	4	3	170	TTS, M	"	VI-13						
35	1979	0,30	VT	HtHk	Mor	9	5	6	152	TTS, M+O	"	VI-19						

36 A	1979-80	0,84	VT	SrHk	Mor	4	6	5	154	M, M+O	"	VI-12	IX-18	V-21
B	1979-80	0,84	VT	SrHk	Mor	3	4	6	152	M, M+O	"	VI-11	IX-19	V-26
9	1979	0,20	MT	HtHk	Mor	13	1	6	185	A	Kuusi	VI-20		
38	1980	1,30	VT	SrHk	La j	4	4	6	153	M, M+O	Mänty	VI-2	IX-8	VI-3
39	1980-81	1,50	MT	SrHk	Mor	8	6	6	150	TTS, M+O	"	VI-6	IX-9	VI-5
40	1980-81	0,48	MT	Hk	Mor	3	4	6	150	TTS, M+O	Kuusi	VI-10	IX-11	VI-5
181 A	1980	0,16	CT	SrHk	La j	4	6	3	173	TTS, TM	Mänty	VI-11		
B	1980	0,16	MT	Hk	Mor	4	5	7	170	TTS, TM	"	VI-11		
10 A	1980-81	0,24	MT	HkHt	Mor	21	1	3	185	TTS	Kuusi	VI-16	IX-10	VI-2
B	1980-81	0,24	MT	HtHk	Mor	13	2	9	175	TTS	"	VI-16	IX-10	VI-2
44	1981	0,60	MT	Hk	Mor	4	4	7	150	L, TTS, M+O	Mänty	VI-11		
183	1981	0,24	VT	HtHk	La j	6	1	3	160	TTS, TM	"	VI-15		
45	1981	0,24	VT	HtHk	Mor	6	3	7	152	TTS, TM	"	VI-10		
188	1982	0,24	CT	Hk	La j	3	4	4	170	TTS, TM	"	V-21		
49	1982	0,24	VT	HtHk	Mor	7	4	11	152	TTS, TM	"	V-25		
50	1982	0,60	MT	Hk	Mor	4	3	9	150	L, TTS	"	V-28		

CT = Kanervatyyppi -
Calluna type
VT = Puolukkatyyppi -
Vaccinium type
MT = Mustikkatyyppi -
Myrtillus type

HkSr = Hiekkainen sora -
Sand and coarse sand
SrHk = Sorainen hiekka -
Coarse sand and sand
Hk = Hiekka -
Sand
HtHk = Hietainen hiekka -
Fine sand and sand
HkHt = Hiekkainen hieta -
Sand and fine sand

Mor = Moreeni - Moraine
Laj. = Lajittunut - Sedimentted

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) 82 912

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

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

Punkaharjun tutkimusasema
Punkaharju Research Station
Os. — *Address:* 58450 Punkaharju, Finland
Puh. — *Phone:* (957) 314 241

Ojajoen koeasema
Ojajoki Field 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, Finland
Puh. — *Phone:* (960) 15 721

Joensuun tutkimusasema
Joensuu Research Station
Os. — *Address:* PL 68
80101 Joensuu, Finland
Puh. — *Phone:* (973) 151 4000

Kannuksen tutkimusasema
Kannus Research Station
Os. — *Address:* PL 44
69101 Kannus, Finland
Puh. — *Phone:* (968) 71 161

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



- No 718 Valtanen, Jukka: Korkeiden maiden metsien uudistaminen Oulun läänissä.
Stand reforestation at elevated sites in Northern Finland.
- No 719 Lääperi, Ari & Löyttyniemi, Kari: Hirvituhot vuosina 1973—1982 perustetuissa männyn viljelytaimikoissa Uudenmaan-Hämeen metsälautakunnan alueella.
Moose (*Alces alces*) damage in pine plantations established during 1973—1982 in the Uusimaa-Häme Forestry Board District.
- No 720 Hyvärinen, Vesa & Sepponen, Pentti: Kivalon alueen paksusammalkuusikoiden puulaji- ja metsäpalohistoriaa.
Tree species history and local forest fires in the Kivalo area of Northern Finland.
- No 721 Uotila, Antti: Ilmastotekijöiden vaikutus männynversosyöpätuhoihin.
The effect of climatic factors on the occurrence of Scleroderris canker.
- No 722 Mikola, Jari & Sepponen, Pentti: Rinteen suunnan ja hakkuun vaikutus Tiilikkajärven harjun kasvillisuuteen.
Effect of exposition and cuttings on the vegetation on Tiilikkajärvi esker.
- No 723 Rantonen, Harri: Lumikenkien käytön vaikutus hakkuutyön turvallisuuteen ja työasentoihin.
Snowshoes in cutting work: effects on work safety and working postures.
- 1989
- No 724 Kaunisto, Seppo: Jatkolannoituksen vaikutus puuston kasvuun vanhalla ojitusalueella.
Effect of refertilization on the development of pine stands in an old drainage area.
- No 725 Verkasalo, Erkki: Koeseulontamenetelmät metsähakkeen laadun arvioinnissa.
Test screening methods for evaluation of forest chip quality.
- No 726 Lehto, Tarja: Männyntaimien mykorrhitsat keskustaimitarhoilla.
Mycorrhizal status of Scots pine nursery stock in Finland.
- No 727 Kinnunen, Kaarlo: Taimilajin ja maanmuokkauksen vaikutus männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen.
Effect of seedling type and site preparation on the initial development of Scots pine and Norway spruce seedlings.
- No 728 Saarsalmi, Anna & Mälkönen, Eino: Harmaalepikon biomassan tuotos ja ravinteiden käyttö.
Biomass production and nutrient consumption in *Alnus incana* stands.