

FOLIA FORESTALIA 686

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1987

JUKKA VALTANEN & MIKAEL ENGBERG

VUOSINA 1970—72 PERUSTETUN
AURASALUEIDEN METSÄNVILJELY-
KOEEN TULOKSET KAINUUSSA JA
POHJANMAALLA

THE RESULTS FROM KAINUU AND
POHJANMAA OF THE PLOUGHED-AREA
REFORESTATION EXPERIMENT BEGUN
DURING 1970—72



METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

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

Puhelin: (90) 661 401
Phone:

Ylijohtaja: Professori
Director: Aarne Nyssönen
Professor

Julkaisujen jakelu: Kirjastonhoitaja
Distribution of Librarian
publications: Liisa Ikävalko-Ahvonen

Julkaisujen toimitus: Toimittajat
Editorial office: Seppo Oja
Editors 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 valtionmetsiä 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 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 686

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1987

Jukka Valtanen & Mikael Engberg

VUOSINA 1970—72 PERUSTUN AURAUSALUEIDEN
METSÄNVILJELYKOKSEN TULOKSET KAINUUSSA
JA POHJANMAALLA

The results from Kainuu and Pohjanmaa of the ploughed-area
reforestation experiment begun during 1970—72

Approved on 10.4.1987

VALTANEN, J. & ENGBERG, M. 1987. Vuosina 1970—72 perustetun aurasalueiden metsänviljelykokeen tulokset Kainuussa ja Pohjanmaalla. Summary: The results from Kainuu and Pohjanmaa of the ploughed-area reforestation experiment begun during 1970—72. *Folia Forestalia* 686. 42 p.

Metsäauringus aloitettiin Pohjois-Suomessa 1964 ja se yleistyi siellä nopeasti muokkauksen päämenetelmänä. Laaja tutkimus viljelykohdan, viljelytavan, puulajin ja taimilajin valinnasta eri kasvupaikkatyyppien auratuilla uudistusaloilla aloitettiin vuosina 1970—72.

Tässä julkaisussa esitetään tutkimuksen tulokset Kainuun ja Pohjanmaan alueelta 10—12 vuoden iällä. Elossaolosadannes oli Kainuussa keskimäärin 53 ja Pohjanmaalla 66, pientareissa 57 ja palteissa 62. Sekä männynllä että kuusella saatiin istuttaen selvästi parempi tulos kuin kylväen. Parhaiten onnistui kuusen istutus. Männyn taimilajien menestymisessä ei ollut eroja.

Männyn pituus oli 1—2 m. Koivujen pituus oli keskimäärin 3 m, lehtikuusten 2 m ja kuusten 0,5—1 m.

Tutkimuksen loppuvuosina taimikuolleisuus oli 2—7 prosenttiyksikköä vuodessa, eikä vakiintumista voitu todeta.

Forest ploughing was begun in northern Finland in 1964 and spread quickly as the main method for preparing the soil. A large-scale study was begun in the years 1970—72 for the selection of the site of cultivation, method of cultivation, tree species and seedling stock in ploughed regeneration area of different site types.

This publication sets forth the results of the research carried out in the Kainuu and Pohjanmaa regions at the 10—12 year stage. The survival-rate in Kainuu was 53 % and in Pohjanmaa 66 %, on the shoulder 57 % and on the tilt 62 %. With both Scots pine (*Pinus sylvestris*) and Norway spruce (*Picea abies*) significantly better results were obtained by planting rather than by sowing. The planting of spruce was the more successful. There was no difference between the various pine seedling types.

Pine height was 1—2 m, birch (*Betula pendula*) on average 3 m, Siberian larch (*Larix sibirica*) 2 m, and spruce 0.5—1 m.

In the final years of the study the seedling mortality was 2—7 %-units per year, and it was not possible to verify any stability.

Keywords: forest ploughing, soil preparing, sowing, planting, regeneration
ODC 236.4+237.1+232.4+232.33

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Muhos Research Station, 91500 Muhos, Finland.

ISBN 951-40-0779-4

ISSN 0015-5543

Helsinki 1987. Valtion painatuskeskus

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	5
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	6
21. Tutkimusalueiden sijainti	6
22. Koejärjestely	6
23. Aineiston mittaus	8
24. Aineiston käsittely	8
3. TUTKIMUSKAUDEN SÄÄ	8
4. TULOKSET	10
41. Viljelyjen keskimääräiset tulokset	10
42. Siemenen esikäsittelyn vaikutus	10
43. Viljelyvuosien vertailu	11
44. Pientareen ja palteen vertailu	16
45. Kasvupaikkatyypin vaikutus	17
46. Viljelymateriaalin vertailu	20
47. Alueittainen vertailu	23
48. Taimimäärä kylvötuppaassa	24
5. TULOSTEN TARKASTELU	26
6. YHTEENVETO	30
KIRJALLISUUS	32
SUMMARY	33
LIITTEET	35

SELITYKSET — LEGEND

Symbolit, jotka ilmoittavat viljelykokeissa käytettyjen taimien tuotantomenetelmän taimitarhalla.
— *Symbols indicating the production scheme of the nursery stock used in the reforestation experiments.*

Mänty — *Pine*

1Mk	= yksivuotinen muovihuoneessa kasvatettu kennotaimi — <i>1 year old paper pot-seedling reared in greenhouse.</i>
1Mt	= yksivuotinen muovihuoneessa kasvatettu turveruukkutaimi — <i>1 year old peat-pot seedling reared in greenhouse.</i>
1M+1A	= kaksivuotinen koulittu paljasjuuritaimi, 1. kesä muovihuoneessa ja 2. kesä avomaalla — <i>2 year old transplanted bare-root seedling. 1st summer in greenhouse, 2nd summer in open.</i>
1M+1Ar	= kaksivuotinen koulittu rullataimi, 1. kesä muovihuoneessa ja 2. kesä avomaalla — <i>2 year old peat-roll seedling. 1st summer in greenhouse, 2nd summer outside in peat-roll.</i>

Kuusi — *Spruce*

1M+2A	= kolmivuotinen koulittu paljasjuuritaimi, 1. kesä muovihuoneessa ja kaksi kesää avomaalla — <i>3 year old transplanted bare-root seedling. 1st summer in greenhouse + 2 summers in open.</i>
-------	---

Rauduskoivu — *Silver birch*

1/2M+1/2M	= yksivuotinen kesän puolivälissä koulittu muovihuonetaimi — <i>1 year old seedling, reared in greenhouse and transplanted in July.</i>
1M+1A	= kuten mänty edellä — <i>as for pine before</i>

pi	= piennar	sh	= shoulder
pa	= palle	ti	= tilt
\bar{x}	= keskiarvo	\bar{x}	= average

Tilastollinen merkitsevyys — *Statistical significance*

merkki — <i>sign</i>	riskitaso — <i>level of risk</i>
*	= melkein merkitsevä <i>almost significant</i> 5 %
**	= merkitsevä <i>significant</i> 1 %
***	= erittäin merkitsevä <i>highly significant</i> 0.1 %

1. JOHDANTO

Koneellista maankäsittelyä — laikutusta, äestystä ja aurausta — on yleisesti käytetty uudistusaloilla noin 20—30 vuoden ajan. Sen ansiosta on voitu varmistaa metsikön hyvä uudistamistulos ja taimikon nopea alkukehitys (Mälkönen 1980). Metsäauraus aloitettiin Peräpohjolassa vuonna 1964. 1970-luvulla se yleistyi voimakkaasti Pohjois-Suomessa. Siitä saadut kokemukset ovat siten vielä suhteellisen lyhytaikaisia puuston kasvatusaikaan verrattuna. Tästä syystä sen kaikkia etuja ja haittavaikutuksia ei vielä tunneta. Paksukunttaisilla ja soistuneilla mailla aurauksella on voitu saavuttaa kiistatonta parannusta taimien alkuvuosien kasvussa ja niiden kuolleisuuden vähenemistä (Mälkönen 1978 ja 1980).

Aurausmenetelmien kehittäminen ja käyttöön-otto tapahtui pääasiassa käytännön kokemusten perusteella. Metsäauraus pidettiin Pohjois-Suomen humidisella alueella biologiselta kannalta välttämättömänä sekä laajan metsänviljelyohjelman järkevän toteuttamisen edellytyksenä (Asplund 1972, Pohtila 1975). Menetelmä yleistyi nopeasti. 1970-luvun loppuvuosina Pohjois-Suomen maanmuokkaustyöstä tehtiin auringon alla noin 70 %. Myös Etelä-Suomessa aurauksen osuus nousi vähitellen noin 20 %:iin (Kaila ja Päivänen 1981).

Aurauksen tavoitteena on pintaveden johtaminen pois liian märiltä uudistusaloilta ja taimien kannalta edullisten viljelykohtien muodostaminen. Myös maan lämpötilan kohottaminen on keskeinen tavoite. Lukuisin tutkimuksin on osoitettu, että aurauksella on voitu huomattavasti kohottaa pintamaan kasvukauden aikaista lämpötilaa (esim. Turtiainen ja Valtanen 1970, Mälkönen 1972, Lähde ja Pohjola 1975, Söderström 1975, 1976, Lähde 1978, Lähde ym. 1981, Raulo ja Rikala 1981). Erityisesti aurauksen palteen lämpösumman nousu on niin merkittävä, että se vastaa jopa satojen kilometrien siirtoa etelämmäksi muokkaamattomaan maahan verrattuna (Leikola 1974, Ritari ja Lähde 1978).

Auraus vaikuttaa myös muihin maan fysikaalisiin ominaisuuksiin. Maamikrobiston hajoitustoiminta vilkastuu alkuvaiheessa ja kasveille käyttökelpoisten ravinteiden määrä

lisääntyy, koska aurauksessa humus, hakuuhteet ja kivennäismaa yleensä sekoittuvat toisiinsa (Kauppila ja Lähde 1975, Voss-Lagerlund 1976). Useimmissa tutkimuksissa (esim. Pohtila 1974a, 1974b, Söderström 1974, Tasanen 1980, Jauhainen 1982) istutustaimien onkin todettu menestyvän aluksi parhaiten juuri aurauksen jäljen palteissa, missä muokkausvaikutus on suurin. Edullisimpana kylvökohtana on sen sijaan pidetty piennarta (mm. Pohtila 1972, 1977, Turtiainen ja Valtanen 1974, Savilampi 1977, Valtanen 1978).

1950- ja 1960-luvuilla metsänviljely tehtiin kylväen ja istuttaen joko kuokalla tai traktorilla laikutettuun maahan. Varhaisempina aikoina — mm. Peräpohjolassa muutamista vuosisadan kahden alkuvuosikymmenen aikana kylväen tai istuttaen perustetuista ja hyvin kehittyneistä metsäkohtista — saadun kokemuksen perusteella viljelyn onnistumiseen luotettiin. Pohjois-Suomessa uudistamistavat jouduttiin kuitenkin arvioimaan kokonaan uudelleen, kun jo vakiintuneina pidettyihin viljelytaimikoihin alkoi 1960-luvun viileiden kesien myötä ilmestyä paljon tuhoja (Leikola 1979). Metsänviljelyn epätydyttävä onnistuminen ja aurauksen nopea yleistymisen toivat tullessaan ongelmia, joiden takia tutkimusta oli voimistettava.

Vuonna 1970 aloitettiin koko Suomea kattava käytännön viljelyä jäljittelevä koesarja, nk. metsänviljelyn runkotutkimus 1. Sen tarkoituksena oli selvittää viljelyyn liittyviä kysymyksiä auratuilla kangasmailla, Etelä-Suomessa myös muokkaamattomilla mailla. Työn tavoitteena oli lähinnä seuraavien metsänviljelyn onnistumiseen mahdollisesti vaikuttavien asioiden selvittäminen:

- aurauksen jäljen vanhenemisen vaikutus viljelytulokseen
- pientareen ja palteen viljelytulosten vertailu
- viljelyn vertailu eri kasvupaikkatyypeillä
- puulajin valinta metsäaurausalueilla
- kylvön ja istutuksen vertailu
- kylvösiemenen keväistämisen eli stratifioinnin vaikutus kylvön onnistumiseen
- männyn taimilajien vertailu
- maantieteellisen sijainnin vaikutus viljelyn onnistumiseen.

Runkotutkimus 1:n tuloksia Kainuun ja Pohjanmaan osalta ovat aiemmin esittäneet Turtiainen ja Valtanen (1974), Savilampi

(1977) ja Valtanen (1978 ja 1983). Koalueilla esiintyneitä taimikkotuhoja on käsitellyt Heikkilä (1981). Pohtila (1974a) ja Pohtila ja Pohjola (1983) ovat julkaisseet Lapin sekä Leikola ja Huuri (1974) Etelä-Suomen muokkaamattomien maiden ja Tasanen (1980) Etelä-Suomen aurasalueiden viljelykokeiden tulokset. Nyt käsillä olevassa työssä tarkastellaan Kainuussa ja Pohjanmaalla vuoteen 1982 mennessä saatuja tuloksia.

Tutkimuksen koekentät perusti metsäteknikko Markku Turtiainen. Hän sekä mt Pentti Savilampi, tj Jukka Pohjola ja Mikael Engberg ovat johtaneet inventoinnit. Käsikirjoituksen ovat tekijät laatineet yhdessä. Käännöstyön englanninkielelle on tehnyt Mr William Kinnaid. Käsikirjoituksen ovat tarkastaneet professori Erkki Lähde, MMT Jari Parviainen ja MMT Olavi Laiho. Irene Murtovaara ja Tuula Väärä ovat piirtäneet kuvat. Konekirjoitustyön on tehnyt Merja Mustonen.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

21. Tutkimusalueiden sijainti

Lähinnä suurilmaston alueellisten erojen takia Pohjois-Suomi jaettiin runkotutkimusta varten viiteen osaluueeseen eli regioon, jotka ovat Pohjois-, Itä- ja Länsi-Lappi, Kainuu ja Pohjanmaa. Etelä-Suomen vastaavat regiot ovat Itä- ja Länsi-Suomi. Tässä tutkimuksessa käsitellään ainoastaan Muhoksen tutkimusasemalta hoidetut Kainuun ja Pohjanmaan regioiden viljelykokeet. — Regio-sana otettiin käyttöön sen takia, että alue-sanan merkitys katsottiin liian laajaksi ja epätas-mälliseksi.

Koalat keskitettiin kolmelle paikkakunnalle kumpaankin regioon. Kuvassa 1 esitetään koalojen sijainti sekä Vaalan ja Suomussalmen sääasemat, joilta kerättiin tutkimuskauten säätiedot. Koalueiden ja sääasemien karttakoordinaatit, korkeus merenpinnasta sekä keskimääräinen lämpösusma esitetään taulukossa 1. Sääasemien lämpösusmat ovat normaalkaudelta 1931—60 (Kolkki 1966). Koalueiden lämpösusmat on laskettu Ilmatieteen laitoksen arkistotiedoista.

22. Koejärjestely

Maaperän vaihtelun takia jokaiseen koalakeskitykseen valittiin kolme erilaista moreenimaan kasvupaikkaa: kuivahko, tuore eli viljava ja soistunut viljava moreenikangas (kuva 2), jotka vastaavat metsätyyppiä EVT, VMT ja VMT soist. Kullekin kasvupaikalle perustettiin koala. Koejärjestelyissä sovellettiin arvottujen lohkojen periaatetta. Koala jaettiin neljään suora-kaiteen muotoiseen lohkoon, joihin kuului 5—10 kpl noin 12 x 5.5 m kokoista ruutua (viljelymenetelmää).

Koalat perustettiin metsähallinnon mailla oleville auratuille uudistusaloille. Auratyyppi oli KLM-240 piennaraura. Kaikki Kainuun region ja Pohjanmaan region Vaalan koalat aurattiin 1969. Pyhäjärvellä auras tehtiin keväällä 1970 juuri ennen viljelykauten alkua. Kuivaniemellä kuivahkon maan vuosien 1970 ja 1971 koalat aurattiin 1969 ja muut keväällä 1971. Vuonna 1970 Kuivaniemelle ei saatu viljavan ja soistuneen maan koaloja.

Koeviljelyt porrastettiin kolmelle perättäiselle vuo-

Taulukko 1. Koalueiden ja sääasemien sijainti ja lämpösusma. Kynnysarvo 5 C.

Table 1. Location of test areas and meteorological stations, with temperature sum. Threshold value 5 C.

Regio ja paikkakunta <i>Regio and commune</i>	Karttakoordinaatit <i>Co-ordinates</i>		Korkeus <i>Elevation</i>	Lämpösusma <i>Temperature sum</i>
	N	E			m	d.d.
Kainuu				
1. Pudasjärvi	65°12'—14'	27°40'—43'	160—215	907—950
2. Suomussalmi	64°55'	29°24'	244—246	888—890
3. Kuhmo	64°10'	30°17'	237—245	918—925
Suomussalmi, sääasema	64°55'	29°01'	223	891
<i>meteorological station</i>				
Pohjanmaa				
1. Kuivaniemi	65°25'—45'	25°47'—26°27'	84—105	939—974
2. Vaala	64°35'—36'	26°56'—58'	138—145	1001—1006
3. Pyhäjärvi	63°51'—52'	26°06'—07'	160—164	1012—1016
Vaala, sääasema	64°03'	26°28'	113	995
<i>meteorological station</i>				



Kuva 1. Metsänviljelyn runkotutkimuksen Pohjanmaan ja Kainuun regioiden koelapaikkakunnat.

Fig. 1. Test area localities in Kainuu and Pohjanmaa regions.

Pohjanmaa

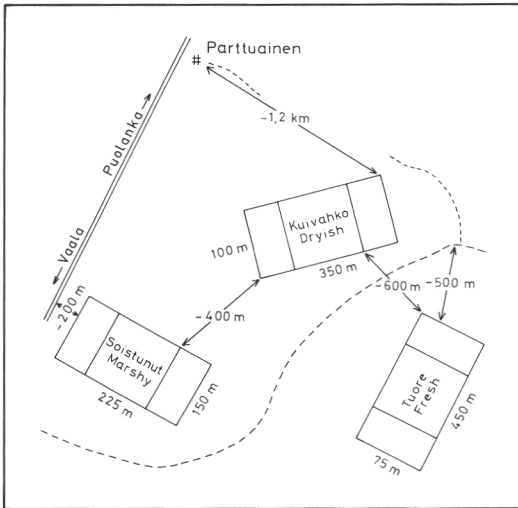
1. Kuivaniemi
2. Vaala
3. Pyhäjärvi

XV = Vaalan sääasema
Vaala meteorological station

Kainuu

1. Pudasjärvi
2. Suomussalmi
3. Kuhmo

XS = Suomussalmen sääasema
Suomussalmi meteorological station



Kuva 2. Esimerkki koelakesityksen rakenteesta. Kukin koela jakautuu neljään lohkokoon. Vaala.

Fig. 2. An example of the experimental lay-out. Each test area is divided into four blocks.

delle. Viljelytyöt aloitettiin v. 1970 ja niitä jatkettiin laajennettuina v. 1971 ja 1972. Viljely tehtiin touko-kesäkuun aikana aurasjäljen pientareeseen ja palteeseen, joihin kumpaankin viljeltiin ruudussa 10 kpl samaa puu- ja taimilajia olevaa tainta tai kylvölaikkua. Jokainen taimi ja laikku merkittiin viljelykohdasta riippuen erivärisin muovitikuin.

Kylvö tehtiin vakokylvönä. Siemenet (n. 20 itävää siementä) peitettiin pyyhkäisemällä sormilla 2–3 millimetrin kerros maata niiden päälle. Istutus tehtiin kou-rukuokalla ja istutusputkella. Viljelytiheys vaihteli puolesta metrillä muutamaan metriin riippuen aurasjäljen viljelykelpoisuudesta. Vuosittain sama työryhmä suoritti koeviljelyt kaikilla paikkakunnilla. Myöhemmin koelalat on tarpeen mukaan perattu vesurilla. Samalla on poistettu kaikki viljelyn puulajin luontaiset taimet. V. 1976 perkauksen yhteydessä tehtiin myös kantokäsittely Tordon 101:llä, jossa tehoaineena on pikloraami. Haitallista heinittymistä koelaloilla ei ole ollut.

Viljelyssä käytettiin kymmentä eri materiaalia:

- männyn kylvö
- tavallinen siemen
- stratifioitu siemen
- männyn istutus
- koulitut paljasjuuritaimet 1M+1A

— koulitut rullataimet 1M+1Ar
 — kennotaimet Fh 408 IMk
 — turveruukkutaimet FP-620 IMt
 kuusen kylvä tavallisella siemenellä
 kuusen koulitut paljasjuuritaimet 1M+2A
 lehtikuusen koulitut paljasjuuritaimet 1M+1A
 rauduskoivun koulitut paljasjuuritaimet 1M+1A tai
 1/2M+1/2A

Pääosa taimista saatiin metsähallinnon Nuojuan keskustaimitarhalta Vaalasta, missä ne oli kasvatettu ja lajiteltu normaalein käytössä ollein tavoin. Metsähallinnon Imarin keskustaimitarhalta Rovaniemeltä saatiin rullataimet 1970 ja 1972 sekä kennotaimet 1971 ja 1972. Kml Tapion Alakärpän taimitarhalta Oulusta saatiin lehtikuusen taimet 1971 sekä rauduskoivun taimet 1971 ja 1972.

Viljelymateriaali, alkuperä, siemenen itävyys ja taimien pituus esitetään liitteessä 1.

Siemen stratifioitiin Kolarin tutkimusasemalla. Stratifiointi eli keväistäminen (vernalisaatio, talvidormanssin keskeyttäminen) oli oikeastaan idun virittämistä. Menettely oli seuraava:

- Vaihe 1. Männyn siemenet pidettiin 1—2 viikon ajan märkänä +2—3 asteen lämpötilassa.
 Vaihe 2. Siemenet pidettiin edelleen märkänä ja lämpötila nostettiin +7—8 asteeseen kunnes ns. hälytyserä hälytti.
 Vaihe 3. Kuivatus ja varastointi +1—2 asteessa. Säilyvyys todettiin hyväksi vuosien ajan.
 Hälytyserä: Pieni erä siemeniä otettiin käsittelyyn 5 vrk aikaisemmin. Kun siitä 2. vaiheessa iti yksikin siemen, keskeytettiin pääerän vaihe 2 eli koko stratifiointi. Idun oletettiin tällöin virittyneen.

Esikäsitellyllä siemenellä otaksuttiin saatavan nopeampi ja täydellisempi itäminen sekä homogeenisempi taimiaine kuin käsittelemättömällä siemenellä.

Joko sopivan materiaalin tai valmistettujen koepaikojen puutteen takia tai puulajin kasvupaikkavaatimusten takia koetta ei voitu toteuttaa täydellisenä eli viljellä kaikkia materiaaleja kaikille kokeen kasvupaikoille kaikkina kolmena vuotena. Niinpä kuusta ja koivua istutettiin vain tuoreille ja soistuneille koealoille mutta ei kuivahkoille. Vuonna 1970 ei Pohjanmaalla viljelty soistuneita koealoja eikä Kuivaniemellä myöskään tuoretta kasvupaikkaa. Vuonna 1971 kuusta, lehtikuusta ja koivua istutettiin vain Pohjanmaan regiossa.

3. TUTKIMUSKAUDEN SÄÄ

Viljelyvuosien 1970—72 sääoloja kuvaavat Suomussalmen ja Vaalan sääasemien lämpötila- ja sademäärähavainnot, jotka esitetään kuvassa 3. Mittaustulokset saatiin Ilmatieteen laitoksen sääasemittain kootuista kuukausiyhdistelmistä. Vuoden 1970 heinä- ja elokuun säätietoja ei ole Suomussalmella tilastoitu sääaseman muuton (1.9.1970) takia. Suomussalmen uusi sääasema on hieman edellistä asemaa idempänä ja 17 m ylempänä.

Vuonna 1972 männyn rullataimissa oli taimitarhalla tautia, jota ei määritetty. Taimet olivat yleisesti heikkokuntoisia. Niistä hylättiin istutettaessa suuri osa. Istutukseen hyväksytytkään eivät olleet hyväkuntoisia. Tuloksista nähdään, että asialla on voinut olla merkitystä. Koivun taimet olivat 1972 kuivalatvaisia. Niitä ei kuitenkaan istutettaessa voitu lajitella, vaan kaikki taimet hyväksyttiin. Saadut tulokset viittaavat siihen, että taimet ovat olleet istutukseen kelpaamattomia.

Käytännössä viljely toteutettiin siten, että vakituinen työryhmä nouti taimet taimitarhalla ja vei ne samana päivänä koealan lähelle valeistutukseen. Istutustyö tehtiin välittömästi 2—3 seuraavana päivänä. Työt aloitettiin yleensä eteläisimmstä pitäjistä ja päätettiin pohjoisimpaan. Työjaksot olivat 1.—22.6.1970, 18.5—21.6.1971 ja 15.5.—14.6.1972.

23. Aineiston mittaus

Koealat inventoitiin syyskesällä vuosina 1970—74, 1976 ja viimeksi kesällä 1982. Kylvössä laskettiin taimellisten laikkujen määrä ja istutuksessa elävien taimien määrä. Vuonna 1982 laskettiin myös elävien taimien lukumäärä kylvötupasta kohti. Istutustaimista sekä kylvötupaiden valtaamista mitattiin latvakasvain. Viimeisessä inventoinnissa 1982 mitattiin vain taimen pituus kesän 1981 latvakasvaimen kärkeen.

24. Aineiston käsittely

Mitatuille tunnuksille laskettiin eri viljelymenetelmien keskiarvot viljelykohdittain ja viljelyvuosittain kullekin koealalle. Yhdistämällä eri paikkakuntien koetulokset saatiin regioiden sekä koko alueen keskimääräiset tulokset. Männyn istutusten yhteistuloksia laskettaessa ei otettu huomioon vuosien 1971 ja -72 sairaita rullataimia. Ellei tulosten esittelyn yhteydessä erikseen toisin mainita, tulokset ovat aina vuonna 1982 tehdyn inventoinnin ja kaikkien viljelypaikkakuntien keskiarvotuloksia (regioiden keskiarvoja).

Käytännön metsänviljelyn kannalta tärkeimmissä vuoden 1982 inventointituloksissa esiintynyttä vaihtelua tutkittiin varianssianalyysillä. Varianssianalyysin jälkeen tulokset testattiin parittaisella t-testillä.

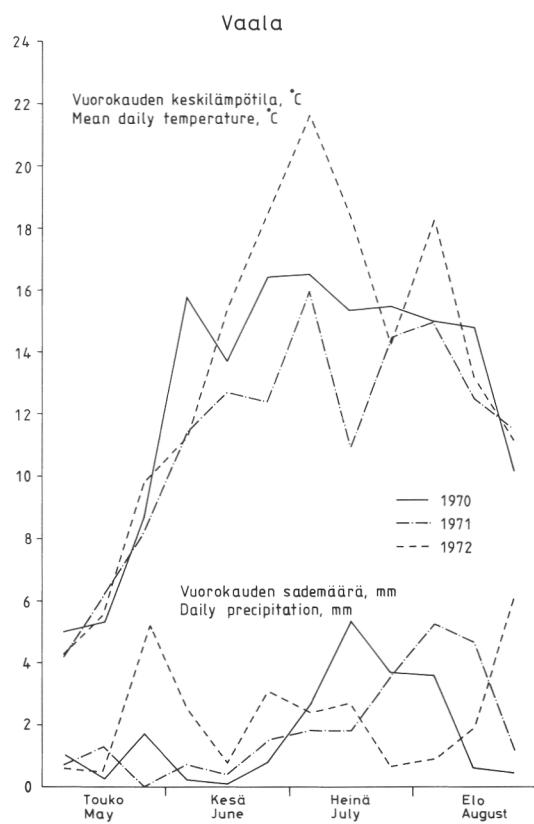
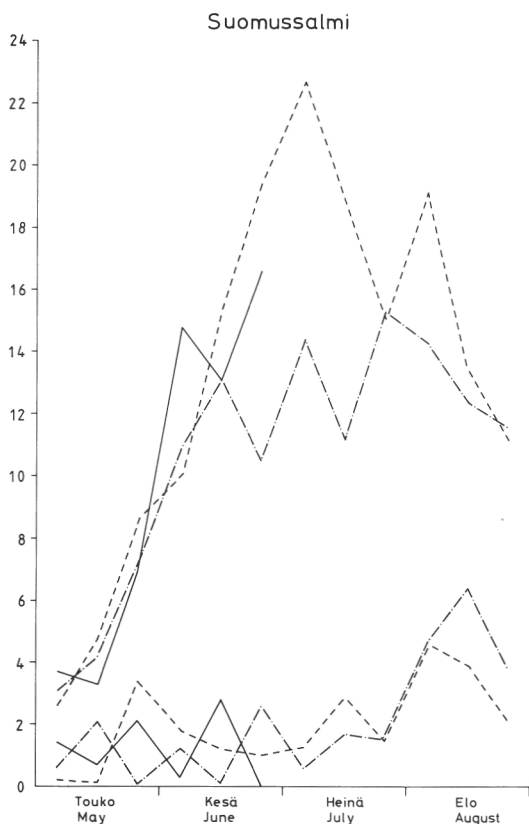
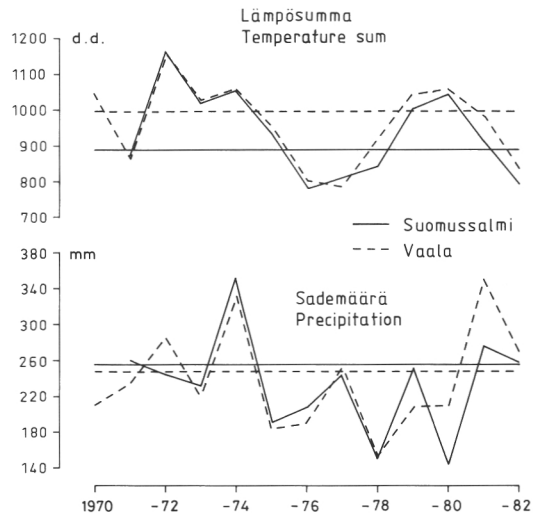
Viljelyvuosien 1970—72 sekä vuorokautinen keskilämpötila että etenkin sademäärät vaihtelivat kesäkuukausien aikana paljon (kuva 4). Kesä-heinäkuun keskilämpötila oli selvästi korkein 1972 ja alhaisin 1971. Kun myös vuoden 1972 alkukesä oli melko sateinen, vaikuttaa siltä, että kokonaisuutena kasvukausi 1972 oli kasvien elintoimintojen kannalta viljelyvuosista suotuisin.

Pitkän ajan keskiarvoihin verrattuna (kuva 3) tutkimuskauden sää oli Suomussalmella keskimääräistä jon-

kin verran lämpimämpi ja Vaalassa taas hieman kylmempi sekä vähän keskimääräistä kuivempi molemmilla paikkakunnilla. 1970-luvun alkupuolisko oli varsinkin Suomussalmella lämmin ja melko sateinen. Kesän 1974 jälkeen lämpötila ja sademäärä kääntyivät laskuun kohotakseen jälleen tutkimuskauden lopulla. Vuonna 1972 kasvukauden tehoisan lämpötilan summa nousi seuruujakson ennätyslukemiin. Sen sijaan kasvukaudet 1976, 1977, 1978 ja 1982 olivat kylmiä. Kesät 1974 ja 1981 olivat runsassateisimpia sekä kesä 1978 kuiva kummallakin säähavaintopaikalla.

Kuva 3. Kasvukauden lämpösumma ja touko—elokuun sademäärä tutkimuskaudella. Vuosien 1931—60 keskiarvot (Kolkki 1968, Helimäki 1967) merkitty vaakaviivoin.

Fig. 3. Growing season temperature sum and May—August precipitation during the time of the research.



Kuva 4. Kesäkausien 1970—72 säätietoja Suomussalmen ja Vaalan sääasemilta 10 vrk:n keskiarvoina.

Fig. 4. Weather data for the summer periods 1970—72 from Suomussalmi and Vaala meteorological stations. Averages over 10 days.

4. TULOKSET

41. Viljelyjen keskimääräiset tulokset

Kesällä 1982 tehdyn inventoinnin tulokset esitetään yksityiskohtaisesti liitteissä 2—4 ja yhdistelminä taulukoissa 2—7. Kuvissa 5—7 ja 10—18 tarkastellaan lähinnä joitakin koko aineistoa parhaiten kuvaavia osatuloksia.

Koko aineiston keskimääräinen elossaolo-sadannes vuonna 1982 oli 60. Piennarviljelyssä se oli 57 ja palleviljelyissä 62, Kainuussa 53 ja Pohjanmaalla 66 (liite 3). Sadannes vaihteli välillä 21—90. Heikoin tulos oli Kainuussa kuivahkon kankaan aurauspientareen männynkylvöstä 1971 ja paras tulos Pohjanmaalla tuoreen kankaan pientareen kuusenistutuksesta 1972. Heikkokuntoisilla männyn rullataimilla ja koivun taimilla tulos jäi usein alle 20 %:n, mutta näitä tuloksia ei ole hyväksytty yhdistelmiin. Kokonaiskeskiarvo ne olisivat alentaneet kolme prosenttiyksikköä.

Palle oli piennarta edullisempi viljelykohta Kainuussa kaikilla kasvupaikkatyypeillä ja Pohjanmaalla soistuneella kankaalla. Kuivahkolla ja tuoreella kankaalla Pohjanmaalla piennarviljelyt menestyivät parhaiten.

Kaikkien männyn kylvösten elossaolosadannes oli 44 ja istutusten 66, kuusella vastaavasti 56 ja 79. Lehtikuusista oli elossa 61 % ja vuoden 1971 koivuista 75 %.

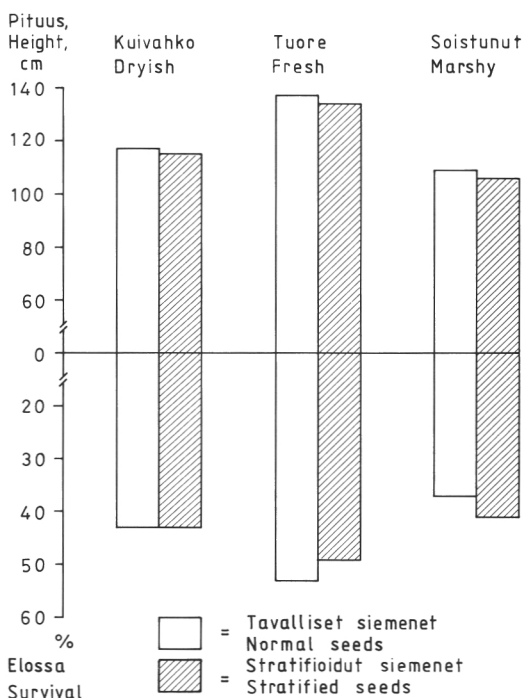
Pisimmiksi, 349 cm, kasvoivat tutkimuskauden aikana v. 1971 Pohjanmaalla tuoreen kankaan palteeseen istutetut koivut. Lyhimiksi, 24 cm, jäivät vuoden 1972 kuusen kylvötaimet Kainuussa kuivahkon kankaan pientareessa. Kylvömäntyjen keskipituus oli 117 cm ja istutusmäntyjen 189 cm, kuusella vastaavasti 44 ja 108 cm. Lehtikuusten keskipituus oli 204 cm ja koivujen 310 cm. Paikkakunnittain tarkastellen taimet kasvoivat pisimmiksi Vaalassa tuoreella kankaalla. Vuoden 1970 viljelysten keskipituudet v. 1982 olivat siellä: männyn kylvö 192 cm, kennotaimet 274 cm, rullataimet 292 cm ja paljasjuuritaimet 265 cm. Seuraavana vuonna istutettujen kuusten pituus oli 134 cm, lehtikuusten 319 cm ja koivujen 511 cm.

Havaintojen suuren lukumäärän takia keskiarvon keskivirhe jäi pieneksi, elossaolossa 2—3 prosenttiyksikköön ja pituudessa

noin yhteen senttimetriin, ja sen tähden sitä ei ilmoiteta jäljempänä keskiarvoja esitettävässä.

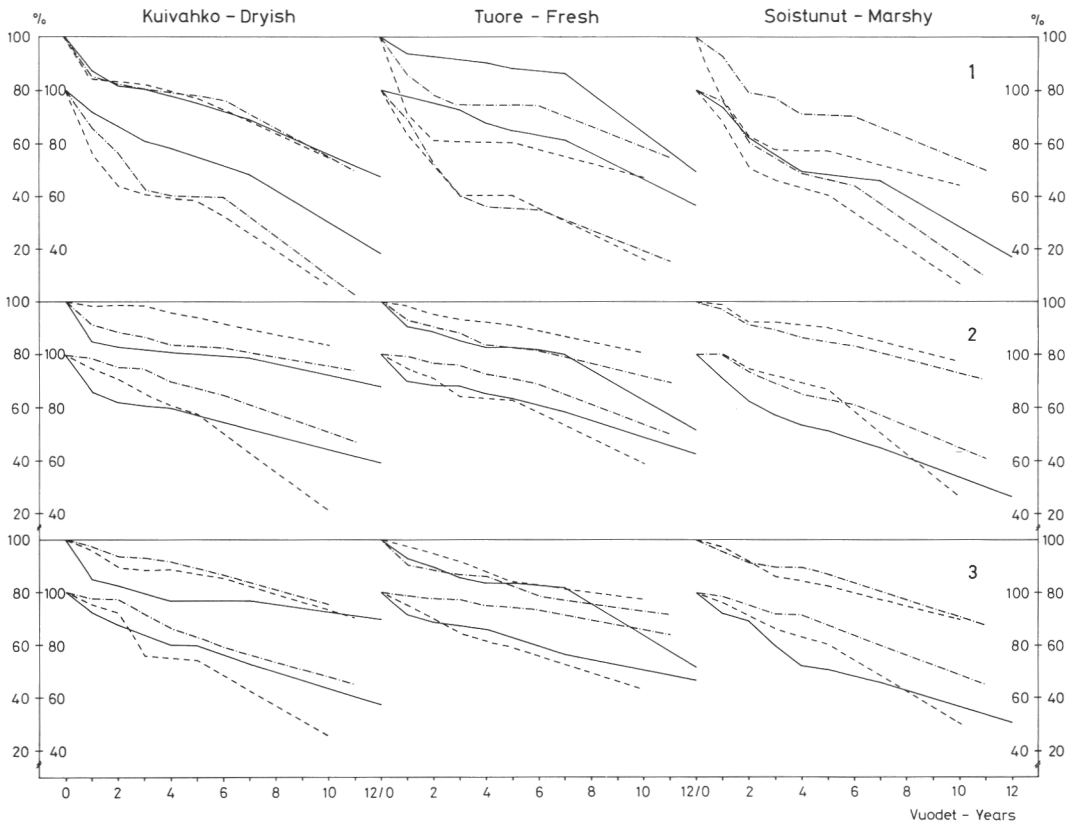
42. Siemenen esikäsitteilyn vaikutus

Vuosina 1970 ja -72 tehtiin männyn kylvöt sekä tavallisella että esikäsitellyllä siemenellä. Tulokset ensi vuosista alkaen osoittavat, että esikäsitteilyllä ei keskimäärin ollut vaikutusta. Useimmilla koelaloilla taimettuminen oli hyvin tasaista, joillakin taas eroa oli ensimmäisen kesän lopulla jopa 10—16 %. Erot eivät kuitenkaan olleet johdonmukaisesti saman-



Kuva 5. Tavallisesta ja esikäsitellystä siemenestä syntyneiden männyn kylvötaimien vertailu. Kylvöt 1970 ja 1972, mittaus 1982.

Fig. 5. Comparison of sowed pine seedlings grown from normal and from pre-treated seeds. Sowing 1970 and 1972, the inventory 1982.



Kuva 6. Männynviljelysten elossaolon kehitys Pohjanmaalla (ylemmät kuvaajat) ja Kainuussa (alemmat kuvaajat). Piennar ja palle yhdistetty.

Fig. 6. Development of pine cultivation survival in Pohjanmaa (upper lines) and Kainuu (lower lines). Tilt and shoulder combined.

- | | |
|-----------------|----------------|
| 1. Kylvö—Sowing | — = 1970 |
| 2. IMk | - - - = 1971 |
| 3. IM + 1A | - · - · = 1972 |

suuntaisia eri kasvupaikkatyypeillä, paikkakunnilla, pientareissa ja palteissa tai eri vuosina. Lisäksi erot tutkimuskauden aikana saattoivat pienentyä tai kasvaa.

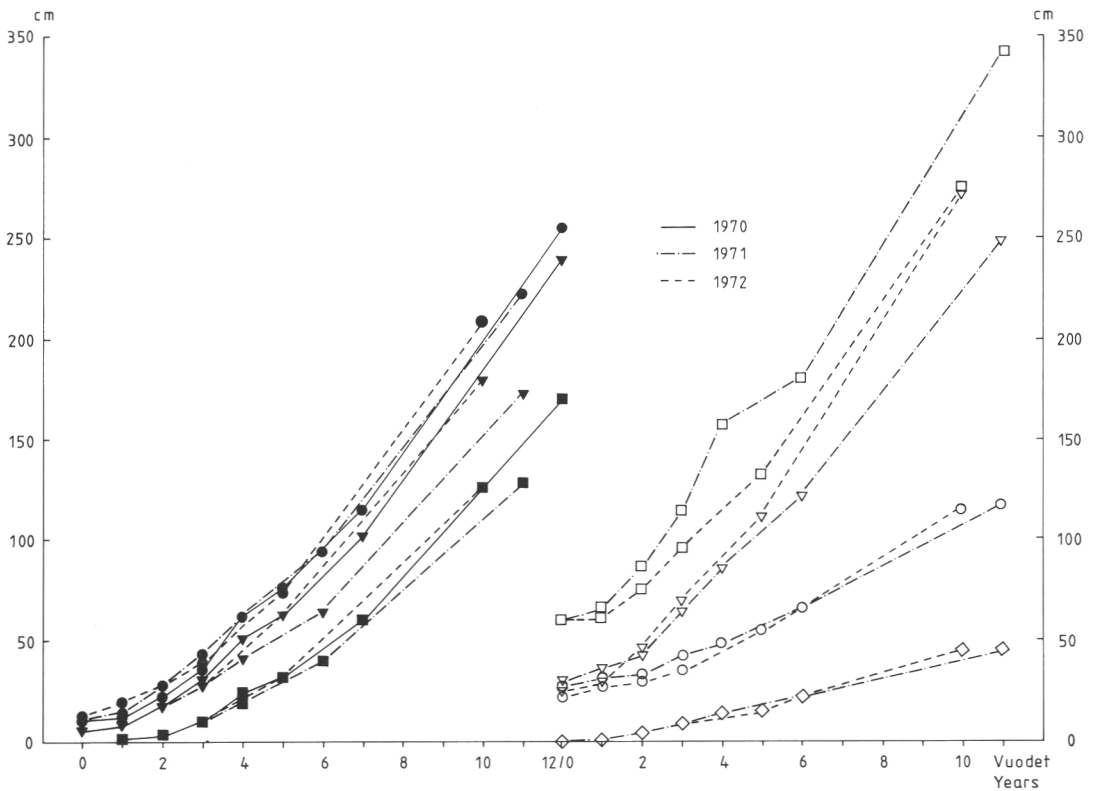
Mittauksessa 10 ja 12 vuoden iällä taimelisten laikkujen määrä oli kuivahkolla kankaalla jokseenkin sama kummaltakin kylvökeväältä. Tuoreella maalla saatiin tavallisella siemenellä vähän parempi tulos ja soistuneella maalla vähän huonompi tulos kuin stratifoidulla siemenellä (kuva 5). Esikäsittely heikensi pituuskasvua vähän. Ero oli kaikilla kasvupaikoilla 2—3 % tavallisesta siemenestä syntyneiden taimien hyväksi.

Käytetty esikäsittelymenetelmä ei siis edistänyt taimettumista. Siksi seuraavissa tarkasteluissa vertailuihin on otettu vain tavallisella siemenellä tehdyistä kylvöksistä syntyneet taimikot.

43. Viljelyvuosien vertailu

Koealat oli muokattu pääosaksi vuonna 1969. Viljelykevänä 1970—72 muokkausjälki oli siis tekeytynyt yhden, kahden tai kolmen talven yli. Muokkausjäljessä tapahtuu sinä aikana tasoittumista. Tuoreilla ja soistuneilla mailla kivennäispinnan sammaloituminen pääsee hyvään alkuun. Samalla roustealttius todennäköisesti vähenee. Edellytykset erityisesti kylvösten onnistumiseen voivat siten vähitellen muuttua.

Viljelyvuositaitaiset tulokset esitetään liitteissä 3 (elossaolosadannes) ja 4 (pituus). Esimerkki eri vuosina tehtyjen männyn kylvösten sekä kenno- ja paljasjuuristen taimien istutusten elossaolosadannesten kehityksestä Pohjanmaan ja Kainuun eri kasvupaikkatyypeillä nähdään kuvassa 6. Niiden sekä mui-



Kuva 7. Eri vuosina viljeltyjen taimien pituuskehitys Pohjanmaalla. Tuore kangas. Piennar ja palle yhdistetty.
 Fig. 7. Height development of seedlings grown in different years in Pohjanmaa. Fresh forest soil. Tilt and shoulder combined.

- = Mänty IM + 1A Pine
- ▼ = Mänty IMk Pine
- = Männyn kylvö — Pine sowing
- = Koivu — Birch
- ▽ = Lehtikuusi — Larch
- = Kuusi IM + 2A Spruce
- ◇ = Kuusen kylvö — Spruce sowing

den puulajien pituuden kehitys Pohjanmaan tuoreella kankaalla esitetään kuvassa 7. — Kuvasta 6 puuttuvat Pohjanmaan soistuneen kankaan kuvaajat vuodelta 1970. Silloin soistuneen kankaan koelaa ei Pohjanmaalla ollut. Myös kuva 7 on puutteellinen, sillä Pohjanmaalla ei vuonna 1970 viljelty kuusta, lehtikuusta ja koivua. Kainuusta vertailuun ei saatu aineistoa riittävästi.

Männyn kylvö onnistui parhaiten heti muokkauksen jälkeisenä keväänä 1970. Esim. Kainuussa yhden tai kahden vuoden odottelu alensi tulosta ensimmäisen kasvukauden aikana tuoreella kankaalla 8—14 % ja kuivahkolla kankaalla 6—15 % (kuva 6). Soistuneella maalla tulos aleni vasta viimeisenä kylvövuotena. 10—12 vuoden iällä suurimmat erot olivat 20—25 %, ja osa niistä oli tilastollisesti merkitseviä (taulukko 2).

Vuoden 1970 kylvösten elossaolosadannes-

ten keskiarvo Kainuussa vuonna 1982 oli 44, vuoden 1971 29 ja vuoden 1972 31. Ensimmäisen viljelyvuoden tulos oli siis selvästi paras. Ero oli tilastollisesti erittäin merkitsevä. Pohjanmaalla tulos oli samansuuntainen (60, 52 ja 50 %).

Joillakin koeruuduilla kylvökset epäonnistuivat heti alussa, niin että taimellisia laikkuja oli ensimmäisen kesän lopulla vain 50—60 %. Keskimäärin huonoin tulos oli v. 1972, jolloin kylvöksistä oli ensimmäisenä syksynä taimellisia Kainuussa vain 77 % ja Pohjanmaalla 78 % (kuva 6). Erityisesti pallekylvöt kuivahkoilla ja tuoreella kankaalla onnistuivat sinä vuonna huonosti.

Yleensä kylvötaimien kuoleminen jatkui kylvövuodesta riippumatta voimakkaana 2—3 vuotta, jonka jälkeen tyypillistä oli kaikille kylvöksille 2—3 vuoden tasainen jakso vuosien 1974—77 aikana, ei kuitenkaan yhtäai-

Taulukko 2. Männyn kylvön ja istutusten elossaolosadannekset viljelyvuosittain v. 1982. Hakasilla on yhdistetty ne tulokset, joiden välillä on tilastollinen ero.
Table 2. Pine sowing and planting survival-rate by year of cultivation, in 1982. Results in brackets are those between which there is a statistical significance.

Viljelymenetelmä ja -vuosi <i>Method and year of reforest</i>	Kasvupaikka — Site									\bar{x}
	Kuivahko <i>Dryish</i>			Tuore <i>Fresh</i>			Soistunut <i>Marshy</i>			
	pi sh	pa ti	ka av	pi sh	pa ti	ka av	pi sh	pa ti	ka av	
<i>Kylvö — Sowing</i>										
1970	42	45	44	[*63	[*67	[*65	23	[*53	38	[*50
1971	36	38	37	[*56	[*34	[*45	37	[*43	40	[*41
1972	44	40	42	[*45	40	43	31	43	37	40
<i>Istutus — Planting</i>										
<i>IM + 1A</i>										
1970	68	60	64	73	71	72	[*29	75	[*52	[*64
1971	64	73	69	77	80	78	[*59	76	68	71
1972	56	67	61	63	79	71	54	68	61	64
<i>IMk</i>										
1970	70	59	64	67	71	69	[*28	66	[*47	62
1971	71	72	71	65	76	70	[*57	77	[*67	70
1972	58	68	63	68	74	71	55	74	64	66

kaa kaikilla kylvöerillä. Tasaisen jakson jälkeen kuoleminen on jatkunut 5—7 prosenttiyksikön vuosivauhdilla, eikä 10—12 vuoden iällä v. 1982 ollut havaittavissa mitään vaikiintumiseen viittaavaa.

Muista poiketen lähtivät tuoreiden kankaiden kylvökset hyvin alkuun sekä Kainuussa että Pohjanmaalla. Taimikato oli ensimmäisten seitsemän vuoden aikana tasaisesti vain 2—3 % vuodessa, mutta sen jälkeen kuoleminen lisääntyi 5 prosenttiyksiköön 12 ikävuoteen asti. Taimikon harveneminen on siis näissäkin hyvin alkuun lähteneissä kylvöksissä pudonnut muiden kylvösten tasolle.

Säätiedoilla kylvötulosta voidaan selittää vain vähän. Esimerkiksi sateisuus keväästä heinäkuun puoliväliin oli vuosina 1970 ja 1971 hyvin samanlainen (kuva 4). Kuitenkin kylvötuloksissa oli suuriakin eroja. Kevät 1972 oli edellisistä poiketen runsassateinen. Sillä voidaan selittää tuoreen ja soistuneen maan piennarkylvöjen lievä epäonnistuminen, mutta se ei sovi pallekylvöjen samanlaisen epäonnistumisen selittäjäksi. Myös kuivahkolla kankaalla tulos jäi silloin edellisvuotisia huonommaksi.

Männyn paljasjuuritaimien istutusten kehitys oli kylvöksistä poikkeavaa. Vuosittaiset erot olivat muuten pieniä, mutta 1970 palteisiin istutettuja taimia kuoli kahtena alkuvuotena muita enemmän (15—20 %). Seuraavien vuosien viljelyt lähtivät alkuun paremmin.

Keskimäärin parhaiten onnistuivat Kainuussa kevään 1971 istutukset. Ero on tilastollisesti melkein merkitsevä. Pohjanmaalla vuosi 1972 oli paras.

Vuoden 1970 pallekylvöjen runsaan kuoleamisen syynä lienee ollut huono muokkaus. Auraspalteet olivat pääosaksi löyhiä kuntavalleja. Kivennäismaata niissä oli vähän. Muokkauksen vanhetessa palle tiivistyi ja edellytykset viljelyjen onnistumiseen ilmeisesti paranivat. Niinpä paljasjuuritaimien istutustulos oli vuoden 1982 inventoinnissa keskimäärin tyydyttävä. Vain neljä tulosta 18:sta (kolme viljelyvuotta, kolme kasvupaikkatyyppiä, piennar ja palle) oli alle 60 %:n. Ne olivat piennarviljelyjä ja kaikilta viljelyvuosilta. Niitä sen paremmin kuin parhaitakaan tuloksia ei voitu selittää viljelyvuosien säätiedoilla. Parin alkuvuoden ajan ne ovat nimittäin menestyneet yhdenmukaisesti toisten kanssa, ja erot ovat syntyneet vasta myöhemmin.

Myös männyn kennotaimilla vuoden 1971 istutukset Kainuussa ja vuoden 1972 istutukset Pohjanmaalla menestyivät parhaiten. Huonoimmin lähtivät alkuun vuoden 1970 viljelyt (kuva 6). Ero on tilastollisesti melkein merkitsevä. Pientareissa kennotaimien elossaolosadannes oli ensimmäisen kesän lopulla kummassakin regioissa kaikkina vuosina 98—99 ja pallekylvöjen 2—3 % alempi muulloin, mutta 1970 se oli 20 % alempi. Alku kennotaimilla oli siis jokseenkin sama kuin paljas-



Kuva 8. Kuivahkon kankaan koeala Vaalassa. Palteet ovat pääosaksi kunntaa ja kiviä. Aurattu 1969, kuva otettu keväällä 1970. Valokuvat Markku Turtiainen.
Fig. 8. A dryish forest-soil test area in Vaala. The tilts are mainly raw humus and stones. Ploughed 1969, picture taken spring 1970. Photo Markku Turtiainen.

juuritaimilla. Myös myöhempi kehitys oli yleensä sama, mutta Kainuussa soistuneen maan pientareessa kennotaimia kuoli paljon. 1982 niitä oli elossa enää 30—40 %.

Taimien pituuskehitys Pohjanmaalla nähdään kuvasta 7. Kuvaajista on vaikea löytää johdonmukaista vuosieroja. Parin alkuvuoden pituuskasvu oli jotakuinkin sama viljelyvuodesta riippumatta, mutta sen jälkeen syntyi suuriakin eroja. Vuoden 1971 viljelyt kasvoivat keskimäärin hitaimmin ja vuoden 1972 viljelyt nopeimmin.

Kainuun viljelyt kehittyivät Pohjanmaan viljelyihin verrattuna toisin. Vuoden 1972 viljelyt kasvoivat siellä hitaimmin ja vuoden 1970 viljelyt parhaimmin. Suurin ero oli kylvöissä. Kahdeksan vuoden iällä olivat vuoden 1970 kylvötaimet 70 % pitempiä kuin myöhemmin kylvetyt samassa iässä.

Siemenen alkuperällä voi olla vaikutusta taimien elossaoloon ja kasvunopeuteen. Esimerkiksi Kainuussa käytetty kylvösiemen oli vuonna 1970 Pudasjärveltä ja vuonna 1971 Kuusamosta. Sillä voitaisiin selittää em. kylvötulosten erot, mutta kun vuoden 1972 sie-

men oli taas Pudasjärveltä — tosin eri siemenestä — jää syy avoimeksi. Myös kennotaimien alkuperä vaihteli vuosittain jonkin verran. Kuitenkaan esimerkiksi alkuperäpaikkakunnan lämpösunnan mukaan eroja ei voi selittää. Paljasjuuritaimien alkuperä oli koko ajan sama, Kainuussa Suomussalmi ja Pohjanmaalla Vaala. Elossaolon vuosierot olivat niillä yhtä satunnaisesti vaihtelevia kuin muillakin, mutta pituuskehitys oli jokseenkin yhdenmukainen.

Kuusen, lehtikuusen ja rauduskoivun viljelyjä voidaan verrata vain vuosilta 1971 ja 1972. Kuusen kylvökset lähtivät alkuun männyn kylvöjen tapaan paremmin ensimmäisenä vuonna etenkin Pohjanmaalla (1971 93 % ja 1972 75 %), mutta vuosien mittaan erot tasoittuivat puoleen (61 % ja 50 % vuonna 1982). Kainuussa eroa oli alussa yksitoista (97 % ja 86 %) ja lopuksi toiseen suuntaan yksi prosenttiyksikkö (56 % ja 57 %).

Kuusen istutuksessa ei mainittavia vuosieroja ollut. Samoin oli lehtikuusen laita Kainuussa. Sen sijaan Pohjanmaalla lehtikuuset



Kuva 9. Soistuneen kankaan koeala Pudasjärvellä. Matala piennar oli keväin syksyin taimille liian märkä tai jopa veden peitossa. Palteet pääosaksi kumttaa ja hakkuutähteitä. Aurus 1969, kuva otettu kesäkuussa 1970.

Fig. 9. Marshy forest soil test area in Pudasjärvi. The low shoulder was too wet in both spring and autumn, or even covered with water. Tilts mainly raw humus and slash. Ploughing 1969. Photo June 1970.

lähtivät alkuun seitsemän prosenttiyksikköä heikommin vuonna 1971 (89 %, 1972 96 %) ja ero kasvoi lopulta 22 prosenttiyksikköön (51 % ja 73 %). Se oli tilastollisesti merkitsevä. Eron syynä voi olla alkuperä. Vuoden 1971 taimien alkuperä oli Sverdlovsk. Vuoden 1972 taimien siemen oli kerätty Sievin lehtikuusimetsiköstä, joka on Raivolan provenienssia.

Koivun taimien huono kunto (kuivalatvaisuus) 1972 oli sairauden oire. Kainuussa taimista kuoli ensimmäisen kesän aikana kaksi kolmasosaa ja Pohjanmaalla yksi kolmasosa. Kaikki olivat samaa Nuojuan keskustaimitarhalla kasvatettua taimierää. Alkuperä oli

Alasotkamo. Huonoimmin ne menestyivät lähinnä alkuperäpaikkaansa eli Kuhmossa (elossa ensimmäisenä syksynä 18 %). Huono kunto istutettaessa vaikutti ilmeisesti myöhemminkin, sillä 1982 koivuja oli elossa Kainuussa enää 4 % ja Pohjanmaalla 43 %. Terveistä taimista (1971) kuoli ensimmäisen kesän aikana vain 4 % ja koko aikana 25 %. Niidenkin alkuperä oli Alasotkamo.

Kuvassa 7 nähdään kuusen, lehtikuusen ja koivun pituuskehitys Pohjanmaan tuoreella kankaalla. Kuusen kylvöksissä vuosiero ei ollut. Kuusen istutuksessa vuoden 1972 taimet saavuttivat pienemmästä alkupituudesta huolimatta viiden vuoden iällä saman pituu-

den kuin vuotta aikaisemmin istutetut taimet olivat viisivuotiaina, ja sen jälkeen ne jatkoivat hyvää kasvuaan, niin että ne 10 vuoden iällä olivat jo 20 cm (20 %) pidempiä kuin vuonna 1971 istutetut taimet samassa iässä. Alkuperä oli kummassakin Pyhäntä ja kasvatusta paikka Nuojua. Myös soistuneella maalla vuoden 1972 taimet paransivat pituuskasvuaan enemmän kuin 1971 istutetut, mutta ero oli 10 vuoden iällä vielä hyvin pieni.

Lehtikuusen vuonna 1972 istutetut taimet kasvoivat toisena kesänä ja taas viidennestä vuodesta alkaen paremmin kuin edellisen vuoden taimet. Syynä voi olla alkuperäero.

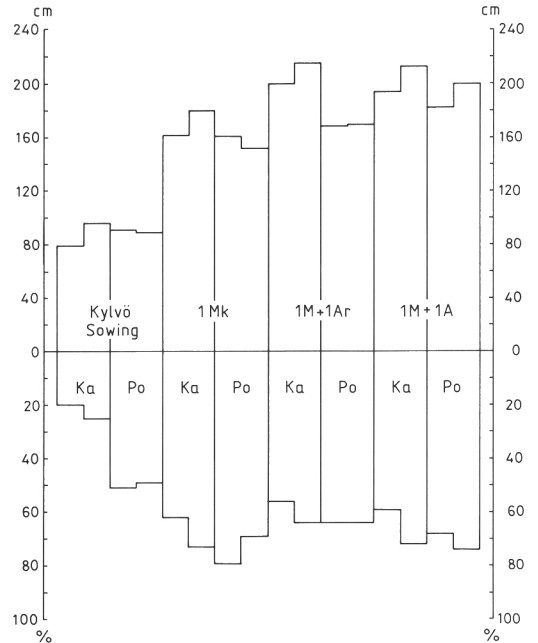
Edellisistä poiketen rauduskoivun vuonna 1971 istutetut taimet kasvoivat selvästi paremmin kuin vuonna 1972 kuivalatvaisina istutetut taimet. 10 vuoden iällä ero oli jo 40—60 cm (15—17 %). Sekä alkuperä että alkupituus olivat samat.

Kokonaisuutena muokkausjäljen vanhemmissen ja viljelyvuoden vaikutus sekä ensimmäisen vuoden että myöhempään tulokseen jäi tällä aineistolla ratkaisematta viljelyvuosien sään tulkitsemisesta huolimatta. Vaihtelusta ei löydetty riittävän selvää johdonmukaisuutta. Joissakin tapauksissa vuosieroihin saattoi vaikuttaa siemenen alkuperäero tai taimien huonokuntoisuus. Pohjanmaalla männyn paljasjuuritaimien istutustulos parani kuivan ja tuoreen kankaan palleviljelyssä jonkin verran muokkauksen vanhetessa.

44. Pientareen ja palteen vertailu

Auraus oli tehty piennarauralla. Vaot olivat yleensä matalia ja palteet pääosaksi humusta ja hakkuutähteitä. Kivennäismaata oli yleensä liian vähän. Näin palleviljelyjen tuloksia ei voida rinnastaa palleauralla muokatun maan viljelytuloksiin eikä myöskään niihin tapauksiin, joissa piennaraura on säädetty syvempään ja palteessa on paljon kivennäismaata. Vain Kainuun eteläisimmillä soistuneen kankaan koealalla Kuhmossa auraus oli tehty siten, että palteet olivat suuria ja kivennäismaata niissä oli istutustaimien juurille riittävästi.

Pientareen ja palteen viljelytuloksia vuonna 1982 verrataan taulukossa 2, liitteissä 2 ja 3 ja kuvissa 10 ja 11. Pituuden kehitystä tarkastellaan kuvissa 12 ja 13.



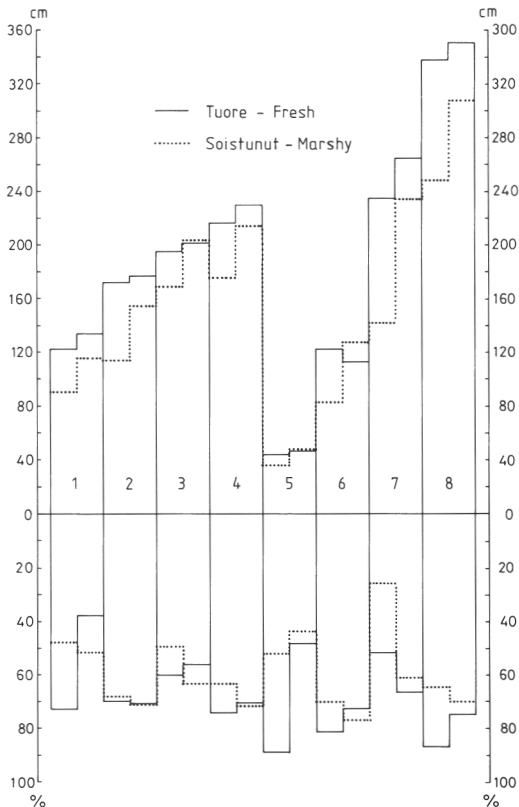
Kuva 10. Vuonna 1971 viljeltyjen mäntyjen elossaolo ja pituus 11 vuoden iällä kuivahkolla kankaalla Kainuussa (Ka) ja Pohjanmaalla (Po). Pylvään vasen puoli piennar ja oikea puoli palle.

Fig. 10. Survival and height at 11 years of pine cultivated in 1971 in dryish forest soil in Kainuu (Ka) and Pohjanmaa (Po). Shoulder on left side of column, tilt on right.

Kainuussa taimien elossaolosadannes oli pientareessa 47 ja palteessa 58, Pohjanmaalla vastaavasti 67 ja 65 ja koko aineistossa 57 ja 62 (liite 3). Kainuussa palle oli siis ollut keskimäärin piennarta parempi viljelykohta. Pohjanmaalla eroa ei juuri ollut.

Kuivahkolla kankaalla ensimmäisenä keväänä muokkauksen jälkeen tehdyt viljelyt onnistuivat Kainuussa yleensä parhaiten palteeseen ja Pohjanmaalla pientareeseen tehtyinä. Toisena ja kolmantena keväänä palle oli edelleen parempi viljelykohta Kainuussa, ja myös Pohjanmaalla tulokset palteessa paransivat piennarviljelytulosten tasalle.

Tuoreella kankaalla oli ensimmäisenä keväänä palle paras männyn kylvö- ja istutuskohta Kainuussa. Pohjanmaalla kylvö ja paljasjuuritaimien istutus onnistui paremmin pientareeseen. Paakkutaimi-istutuksissa eroa ei ollut. Viljelyn lykkääntyessä saatiin kylvöstä parempi tulos pientareessa. Istutukset onnistuivat Kainuussa edelleen parhaiten palteessa. Pohjanmaalla piennar ja palle olivat samanarvoiset. Kuusella, lehtikuusella ja koivulla saatiin paras tulos pientareessa.



Kuva 11. Vuoden 1971 viljelyjen elossaolo ja pituus 11 vuoden iällä Pohjanmaalla. Pylvään vasen puoli piennar ja oikea puoli palte.

Fig. 11. Survival and height at 11 years in Pohjanmaa. Shoulder on left side of column, tilt on right. Cultivation in 1971.

- 1 = Männyn kylvä — Pine sowing
- 2 = Mänty 1Mk — Pine
- 3 = Mänty 1M + 1Ar Pine
- 4 = Mänty 1M + 1A Pine
- 5 = Kuusen kylvä — Spruce sowing
- 6 = Kuusi 1M + 2A Spruce
- 7 = Lehtikuusi 1M + 1A Larch
- 8 = Koivu 1/2M + 1/2M Birch

Soistuneella maalla viljely palteeseen osoitautui yleensä parhaaksi ratkaisuksi. Ero oli lähes aina erittäin merkitsevä. Märkinä aikoina vesi täytti monin paikoin vaot, ja pientareessakin taimia jäi veden alle. Ainoa poikkeus oli kuusen istutus Pohjanmaalla 1971, missä piennar oli parempi.

Kuvissa 10 ja 11 esitetään vuoden 1971 viljelyjen tulokset yhdenoista vuoden iällä vuonna 1982 kuivahkoilta, tuoreilta ja soistuneilta koaloilta. Kuva 10 on molemmista regioista, kuva 11 vain Pohjanmaalta. Kainuussa tulos oli selvä palteen hyväksi. Sen sijaan Pohjanmaalla elossaolosadannekset pientareessa ja palteessa vaihtelivat kuivah-

kolla ja tuoreella maalla sattumanvaraisesti, mutta soistuneella maalla tulos oli palteessa parempi kuusen kylvöä lukuunottamatta.

Pituus oli soistuneilla ja tuoreilla kankailla ja Kainuussa myös kuivahkoilla mailla palteessa suurempi. Pohjanmaan kuivahkoilla mailla eroa ei juuri ollut. Eniten palleviljelyä hyötyi lehtikuusi; soistuneella maalla pientareessa niiden pituus oli 142 ja palteessa 234 cm. (Kuva 11).

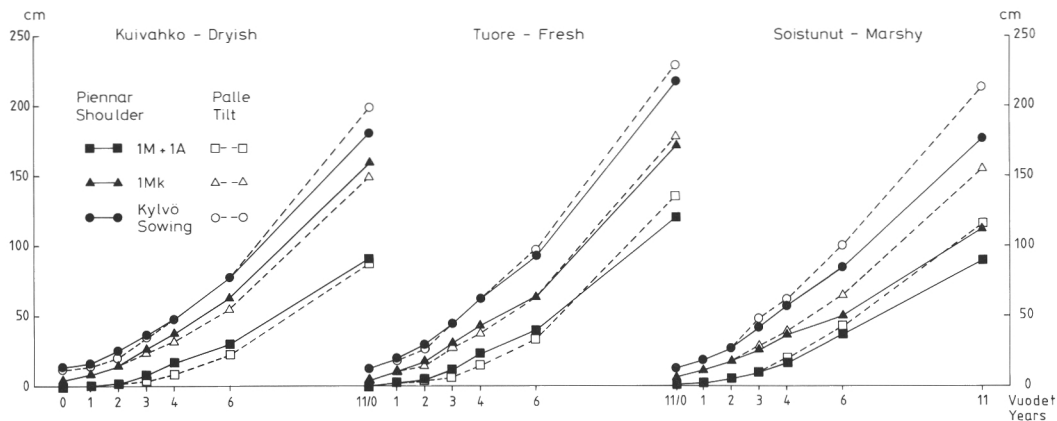
Kuvassa 12 nähdään männyn kylvösten, kennotaimien ja paljasjuuritaimien pituuskehitys 1971—1982 Pohjanmaalla. Viljelyt ovat samat kuin kuvissa 10 ja 11. Yleensä pituuskehitys on ollut pientareessa ja palteessa sama muutaman vuoden ajan. Sitten ovat palletaimet kasvaneet paremmin. Soistuneella maalla ero on lopulta 25—35 %. Kuivahkolla maalla kylvö- ja kennotaimet ovat pientareessa 5—10 cm pitempiä, mutta ero ei ole kasvanut enää seitsemään vuoteen.

Myös lehtikuuset ja koivut kasvoivat paremmin palteessa kuin pientareessa (kuva 13). Ero oli soistuneella maalla suurempi kuin tuoreella maalla ja suurin lehtikuusella soistuneella maalla. Kuusella ero palteen hyväksi oli yleensä pieni. Erikoisuutena mainittakoon kuusen kylvö kuivahkolle kankaalle 1971 ja 1972. Taimien pituus 1982 oli palteessa yleisesti 20—30 % suurempi kuin pientareessa.

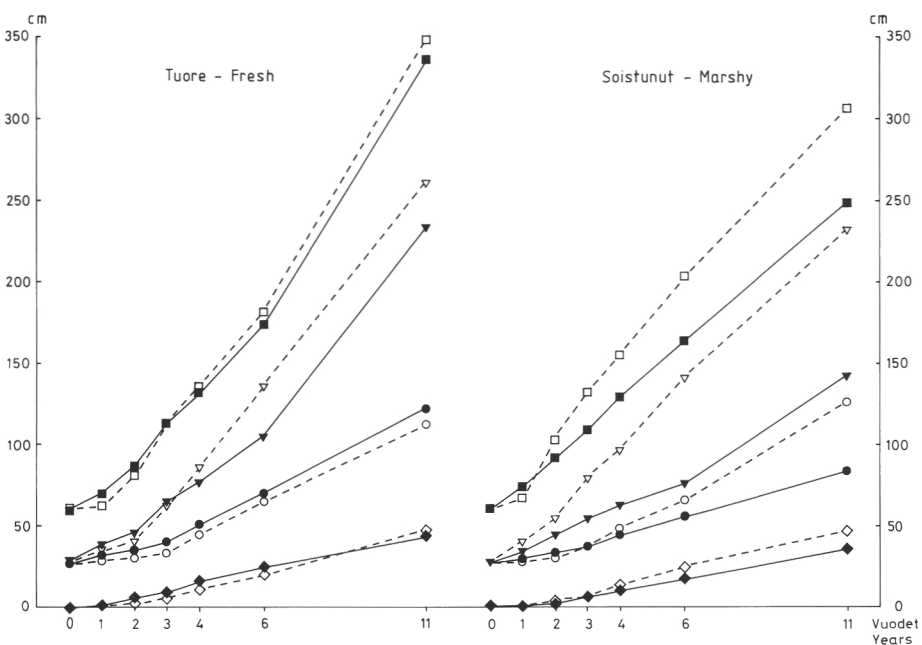
Em. Kuhmon soistuneella koelalla, missä auraus oli tehty huolellisimmin, olivat palleviljely ylivoimaisia. Piennartaimista oli elossa 29 % ja palletaimista 63 %. Erityisesti vuosien 1970 ja 1972 männynviljelysten elossaolosadannes oli pientareissa alentunut hyvän alun jälkeen jyrkästi. Esim. männyn kylvösten, kennotaimien ja paljasjuuritaimien elossaolosadannesten keskiarvo 1982 oli pientareessa 23 ja palteessa 68. Myös pituuserot olivat suuret, männylläkin usein 50 %:n luokkaa.

45. Kasvupaikkatyyppien vaikutus

Koelat oli sijoitettu EVT-kankaalle (kuivahko kangas), VMT-kankaalle (tuore kangas) ja soistuneille VMT-kankaalle (soistunut kangas). Etukäteen arvioitiin metsäaurauksen ja palleviljelyn yhdistelmän sopivan soistuneille maille, kun taas kuivahkoilla mailla piennar arvioitiin palleta varmemmaksi viljelypaikaksi.



Kuva 12. Vuonna 1971 viljeltyjen mäntyjen pituuskehitys pientareessa ja palteessa Pohjanmaalla.
 Fig. 12. Height development of pine cultivated in 1971 on shoulder and tilt in Pohjanmaa.



Kuva 13. Vuonna 1971 istutetun rauduskoivun, lehtikuusen ja kuusen istutuksen sekä kuusen kylvöksen pituuskehitys pientareessa ja palteessa Pohjanmaalla.
 Fig. 13. Height development of silver birch, larch and spruce plantings, and spruce sowing on shoulder and tilt in Pohjanmaa. Cultivation in 1971.

□ = Koivu — Birch
 ▽ = Lehtikuusi — Larch
 — = Piennar — Shoulder
 ○ = Kuusi 1M + 1A Spruce
 ◇ = Kuusen kylvö — Spruce sowing
 - - - = Palle — Tilt

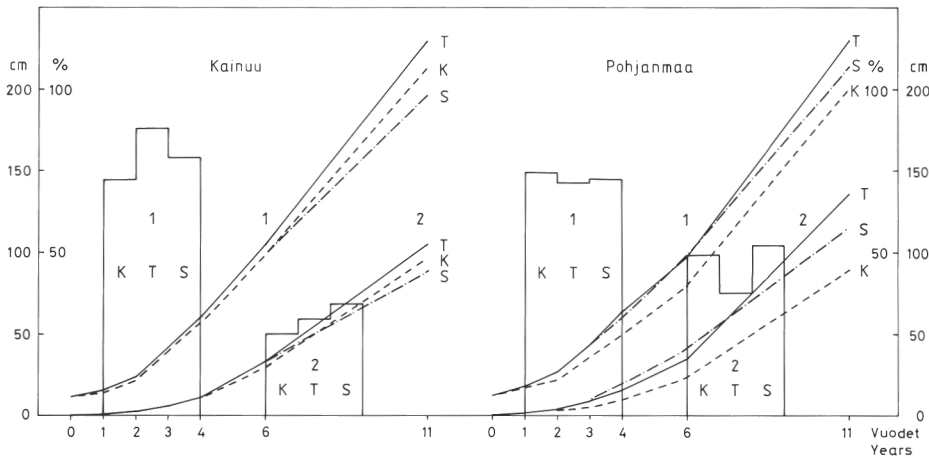
Keskimäärin viljelty onnistuivat tuorella kankaalla parhaiten, kuivahkolla kankaalla vähän huonommin ja soistuneella maalla vielä vähän huonommin (taulukko 3). Kaikissa männyn viljelyssä clossaolosadannekset olivat em. järjestyksessä 60, 54 ja 51. Kasvupaikkojen ero oli suhteellisesti jokseenkin sama niin kylvössä, istutuksessa kuin eri puu-

lajeilla. Jos soistuneilta koaloilta hyväksytään vain palleviljelty, nousee tulos tuoreen kankaan tasalle.

Taimien pituus vuonna 1982 (taulukko 3) oli kuivahkoilla mailla keskimäärin 144 cm. Tuoreilla kankailla taimet olivat noin 20 cm pitempiä ja soistuneilla kankailla noin 20 cm lyhyempiä. Kainuussa 4—5 ja Pohjanmaalla

Taulukko 3. Kylvöjen ja istutusten vertailu kasvupaikkatyypeittäin. Kuusen ja rauduskoivun istutusta ei ole mukana Yhteensä-rivissä.
Table 3. Comparison of sowing and planting by type of site. Spruce and birch plantings are not included in totals.

Puulaji ja viljelymenetelmä <i>Tree species and method of reforest</i>	Elossa — <i>Survival, %</i> Kasvupaikka — <i>Site</i>			Pituus — <i>Height, cm</i> Kasvupaikka — <i>Site</i>		
	Kuivahko <i>Dryish</i>	Tuore <i>Fresh</i>	Soistunut <i>Marshy</i>	Kuivahko <i>Dryish</i>	Tuore <i>Fresh</i>	Soistunut <i>Marshy</i>
Mänty — <i>Scots pine</i>						
kylvö — <i>sowing</i>	41	49	39	112	132	90
istutus — <i>planting</i>	66	71	62	184	208	100
Kuusi — <i>Norway spruce</i>						
kylvö — <i>sowing</i>	60	59	50	36	48	42
istutus — <i>planting</i>	—	82	76	—	110	92
Lehtikuusi — <i>Siberian larch</i>						
istutus — <i>planting</i>	60	74	58	194	231	188
Rauduskoivu — <i>Silver birch</i>						
istutus — <i>planting</i>	—	82	68	—	342	278
Yhteensä — <i>Total</i>	57	63	53	144	166	126



Kuva 14. Männyn paljasjuuritaimien (1) ja kylvösten (2) elossaolosadannes 1982 ja pituuskehitys eri kasvupaikkatyypeillä. Palleviljelyt vuodelta 1971.

Fig. 14. Survival percentage in 1982 and height development in different sites of pine plantings IM + IA (1) and pine sowings (2). Cultivated on tilt 1971.

K = Kuivahko — *Dryish* T = Tuore — *Fresh*
 S = Soistunut — *Marshy*

1—2 alkuvuotta taimet kasvoivat jokseenkin samalla tavalla eri kasvupaikoilla, mutta sen jälkeen eroja alkoi syntyä.

Kuvassa 14 nähdään esimerkkinä vuonna 1971 palteeseen viljeltyjen mäntyjen pituuskehitys 11 vuoden aikana ja elossaolosadannes 11 vuoden iällä. Tässäkin taimet kasvoivat aluksi jokseenkin samalla tavalla Pohjanmaalla 1—2 ja Kainuussa 4—5 vuotta. Sen jälkeen kasvupaikka alkoi vaikuttaa. Parhaiten taimet kasvoivat tuoreella kankaalla. Hitainta kehitys oli Kainuussa soistuneella ja Pohjanmaalla kuivahkolla kankaalla. Erot ovat selvät etenkin Pohjanmaalla.

Elosssäilyminen kasvupaikkatyypeittäin poikkesi vuoden 1971 palleviljelyissä (kuva 14) keskimääräisestä. Tuore kangas oli Pohjanmaalla muita huonompi etenkin kylvössä. Kuivahko ja soistunut kasvupaikka olivat yhdenveroiset. Kainuussa kuivahko kangas oli huonoin. Kylvö onnistui parhaiten soistuneella ja istutus tuoreella kankaalla.

Kasvupaikkatyyppin vaikutusta tarkasteltiin myös runkosumman avulla. Sillä tarkoitetaan yhdellä hehtaarilla kasvavien puiden yhteispituutta. Esimerkiksi kuvan 14 paljasjuuritaimilla ja rajoittamalla tarkastelu palleviljelyihin, jotka tässä tapauksessa onnistui-

vat piennarviljelyjä paremmin kaikilla tyypeillä, saatiin seuraavat suhteelliset arvot:

	Kuivahko	Tuore	Soistunut
Kainuu	76	100	77
Pohjanmaa	91	100	94

Tuore kangas oli siis näinkin tarkastellen selvästi paras. Kuivahko ja soistunut kangas olivat keskenään yhdenveroiset.

Kasvupaikkatyypin vaikutusta voidaan tarkastella myös kuvista 5, 6 ja 11—13. Yleispiirre on se, että tuoreella kankaalla ennen muuta pituus mutta myös elossaolosadannes on suurin. Kuivahkolla ja soistuneella kankaalla tulokset vaihtelevat.

46. Viljelymateriaalien vertailu

Keskimääräiset onnistumissadannekset ja pituudet olivat vuonna 1982:

	%	cm
Mänty		
— kylvö	44	117
— kennotaimet	66	173
— turveruokkutaimet	68	164
— rullataimet	64	203
— paljasjuuritaimet	66	204

Kuusi		
— kylvö	56	44
— istutus	79	108
Lehtikuusi, istutus	61	204
Rauduskoivu, istutus	75	310

Tulosten vertailussa on otettava huomioon seuraavaa:

- männyn kylvöt sekä kenno- ja paljasjuuritaimien istutukset ovat kaikilta kolmelta vuodelta
- männyn turveruokkutaimia istutettiin vain vuonna 1972
- rullataimien elossaolosadanneksista on jätetty pois kevään 1972 istutus, koska taimet olivat sairaita
- kuusta ja lehtikuusta ei viljelty vuonna 1970
- rauduskoivun luvut ovat kevään 1971 viljelystä Pohjanmaalta. Vuonna 1970 koivua ei viljelty ja vuoden 1972 taimet olivat sairaita.

Parhaiten onnistuivat kuusen ja koivun istutukset (79 % ja 75 %). Männyn istutustulos oli lähes taimilajista riippumaton (64—68 %). Lehtikuusi oli vähän mäntyä heikompi (61 %). Huonoimpia olivat kuusen ja männyn kylvökset (56 % ja 44 %).

Jos viljelyistä jätetään pois kaikki soistuneen maan piennarviljelyt ja kuusen kylvö kuivalle maalle eli ne tavat, joita ei yleensä käytetä, paranevat keskimääräistulokset jonkin verran. Elosaolosadannes kasvaa 1—5 prosenttiyksikköä ja pituus 2—20 cm. Muutos on pienin kuusen kylvötuloksissa. Muu-

Taulukko 4. Männyn ja kuusen kylvö- ja istutustulokset v. 1982. Hakasilla on yhdistetty ne tulokset, joiden välillä ei ole tilastollista eroa (riski < 5 %). Muiden välillä ero on erittäin merkitsevää.

Table 4. Pine and spruce sowing and planting results in 1982. Results shown in brackets are those between which there is no statistical significance.

Puulaji ja viljelyvuosi <i>Tree species and year of reforestation</i>	Viljelymenetelmä <i>Method of reforestation</i>	Elosa, % <i>Survival, %</i>				Pituus, cm <i>Height, cm</i>			
		Kasvupaikka — Site				Kasvupaikka — Site			
		Kuivahko <i>Dryish</i>	Tuore <i>Fresh</i>	Soistunut <i>Marshy</i>	\bar{x}	Kuivahko <i>Dryish</i>	Tuore <i>Fresh</i>	Soistunut <i>Marshy</i>	\bar{x}
Mänty — Scots pine									
1970	kylvö — sowing	45	[64	[44	52	140	168	143	151
	istutus — planting	66	[69	[52	64	222	251	216	231
1971	kylvö — sowing	37	45	40	41	97	117	92	102
	istutus — planting	70	74	67	71	182	198	164	181
1972	kylvö — sowing	40	39	37	39	92	108	90	97
	istutus — planting	63	71	64	66	148	179	156	161
Yhteensä	kylvö — sowing	41	49	39	44	112	132	104	117
Total	istutus — planting	66	71	62	66	185	208	172	189
Kuusi — Norway spruce									
1971	kylvö — sowing	66	[69	48	59	39	45	42	43
	istutus — planting	—	[78	74	76	—	117	105	111
1972	kylvö — sowing	58	57	48	52	32	46	42	44
	istutus — planting	—	84	76	80	—	111	102	106
Yhteensä	kylvö — sowing	61	61	48	55	34	46	42	44
Total	istutus — planting	—	82	76	79	—	113	103	108

Taulukko 5. Männyn taimilajien vertailu.
Table 5. Comparison of pine seedling types.

Istutusvuosi ja taimilaji Year of planting and seedling stock	Elossa, % Survival, %				Pituus, cm Height, cm			
	Kasvupaikka — Site				Kasvupaikka — Site			
	Kuivahko Dryish	Tuore Fresh	Soistunut Marshy	\bar{x}	Kuivahko Dryish	Tuore Fresh	Soistunut Marshy	\bar{x}
1970								
1M + 1A	64	72	52	64	230	252	225	237
1M + 1Ar	69	67	58	66	235	269	229	246
1Mk	64	69	47	62	201	233	193	211
1971								
1M + 1A	69	78	68	71	198	221	186	202
1Mk	71	70	67	70	165	176	143	161
1972								
1M + 1A	61	71	61	64	158	195	164	172
1Mt	66	71	66	68	150	185	158	164
1Mk	63	71	64	66	140	158	146	148
Yhteensä Total								
1M + 1A	65	74	62	67	196	221	185	201
1Mk	66	70	62	66	169	286	154	170

toksista suhteellisesti suurin on lehtikuusen pituuden kasvu 20 cm.

Taulukossa 4 verrataan männyn ja kuusen kylvöksiä ja istutuksia. Männyn istutuksiin on otettu mukaan kennotaimet ja paljasjuuritaimet. Vertailupareja on 26. Kaikissa tapauksissa istutus on kylvöä parempi. Elossaolosadanneksissa ero on melkein aina ja pituuksissa aina tilastollisesti merkitsevä.

Taulukossa 5 vertaillaan männyn taimilajeja. Elossaolosadannes on 66—68, eikä mitään taimilajia voi asettaa toisten edelle. Pituus on paljasjuuri- ja rullataimilla sama. Kennotaimien pituus on noin 13 % pienempi. Biologinen ikäero on yksi vuosi. Pituusero on puolestoista vuosikasvaimen verran.

Turveruokkutaimien kasvatusikä on taimitarhalla yksi vuosi kuten kennotaimilla. Näiden taimien vertailu saadaan vain vuoden 1972 viljelyistä. Elossa on ruokkutaimista 68 % ja kennotaimista 66 %. Keskipituudet ovat 164 ja 148 cm. Erot näiden välillä eivät ole tilastollisesti merkitseviä.

Täydellinen viljelymateriaalivertailu saatiin vain vuodelta 1972, jolloin sekä Kainuussa että Pohjanmaalla viljeltiin kaikkia materiaaleja. Sen vuoden tuoreen kankaan viljelytulos vuonna 1982 on esimerkinomaisena materiaalivertailuna kuvassa 15. Kuvassa verrataan myös pientareen ja palteen viljelyä.

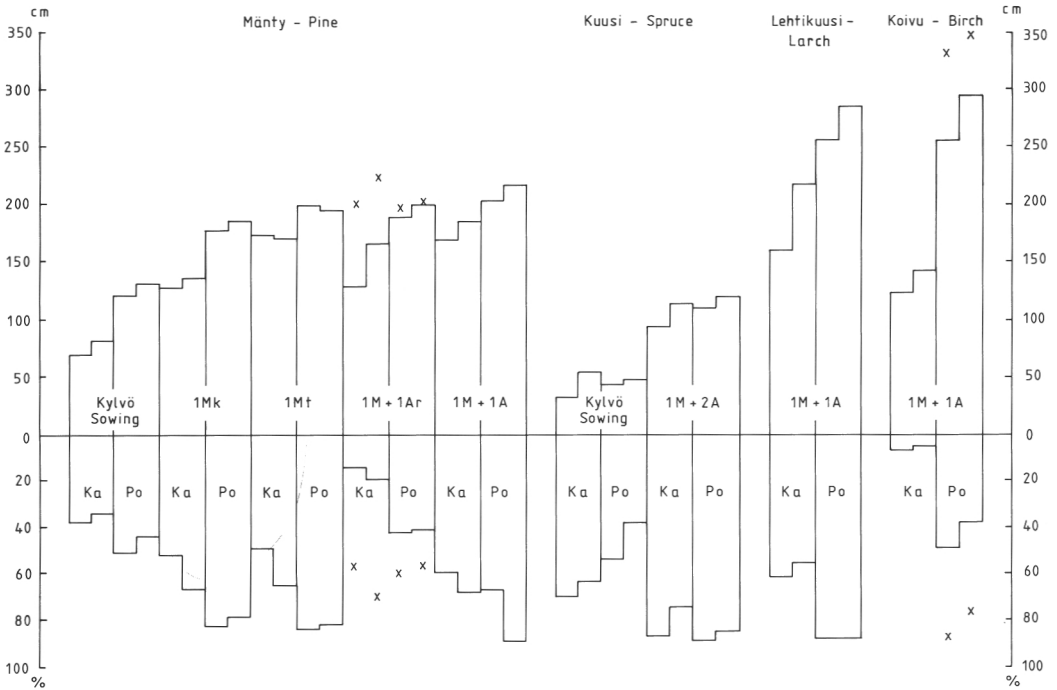
Noin 80 %:n tulokseen ovat yltäneet Pohjanmaalla männyn kenno-, turveruokku- ja paljasjuuritaimet ja lehtikuuset sekä kum-

massakin regioissa kuusen istutustaimet. Kuusen kylvötulos oli 50 % ja männyn 40 %. Sairaiden taimien kohdalla on merkitty rastilla vuotta vanhemman viljelyn tulos. Koivulla se oli noin 80 % Pohjanmaalla (Kainuussa ei viljelty) ja männyn rullataimilla noin 60 %. Kuva vahvistaa myös aikaisemmin esitettyä tulosta, jonka mukaan palle on ollut Kainuussa paras viljelykohta männyn istutustaimille. Muut ovat yleensä menestyneet pientareessa paremmin. Kuuselle palle ei näytä sopivalta viljelykohdalta.

Pituuskasvussa koivu ja lehtikuusi olivat tasaveroiset ja Pohjanmaalla selvästi edellä muita (270 cm). Männyn kennotaimet (160 cm) olivat vähän lyhyempiä kuin turveruokku- ja rullataimet (180 cm). Paljasjuuritaimet kasvoivat vähän niitä pidemmiksi (190 cm). Kuusen istutustaimet ja männyn kylvötaimet olivat keskimäärin samanpituisia (100 cm). Kuusen kylvökset olivat vielä pintakasvillisuuden kilpailulle alttiina (40 cm).

Kuvan 15 pituuskuvaajissa näkyy koivun istutustaimien terveydentilan merkitys. Vaikka istutuksesta oli jo 10 vuotta, koivut eivät olleet lehtikuusta pidempiä. Terveillä taimilla ero oli samalla iällä yksi metri koivun hyväksi.

Soistuneella maalla taimi- ja puulajien erot kehittyivät samaan tapaan kuin tuoreella maalla. Elossaolosadannekset olivat keskimäärin jokseenkin samat, mutta palle oli lähes poikkeuksetta piennarta parempi. Pituuudet olivat yleensä vähän pienemmät kuin



Kuva 15. Tuoreella kankaalla v. 1972 viljeltyjen kylvö- ja istutustaimien elossaolo ja pituus 10 vuoden iällä Kainuussa (Ka) ja Pohjanmaalla (Po). Pylvään vasen puoli piennar ja oikea puoli palle. x = viljelty v. 1971.
 Fig. 15. Survival and height at 10 years of 1972 sowings and plantings in fresh forest soil in Kainuu (Ka) and Pohjanmaa (Po). Shoulder on left of column, tilt on right. x = cultivated in 1971.

tuoreella maalla. Palteen paremmuus korostui voimakkaasti. Lehtikuusella se näkyi selvimminkin sekä elossaolosadanneksessa että pituudessa.

Kuivahkon kankaan viljelytulos poikkesi edellisistä. Paras tulos saatiin männyn kennonotaimilla Pohjanmaalla. Turveruokku- ja rullataimet sekä lehtikuusi ja osaksi kuusen kylvö olivat lähes samalla tasolla. Männyn kylvö oli tässäkin heikoin. Kuusen ja koivun istutusta ei kuivahkolla kankaalla ollut. Oudolta tuloksissa vaikuttaa se, että palle oli männyn istutustaimille selvästi piennarta luottettavampi istutuskohta samalla tapaa kuin soistuneella maalla. Tuoreella maalla näin ei ollut.

Pituuskasvussa pientareen ja palteen eroa ei juuri ollut; kuitenkin lehtikuusi kasvoi kuivahkollakin maalla palteessa paremmin kuin pientareessa.

Kuvassa 17 esitetään Pohjanmaan tuoreiden kankaiden vuoden 1971 viljelysten pituuskehitys 11 vuoden ikään asti. Nähdään, että pituus on kasvanut hyvin tasaisesti ja männyllä, lehtikuusella ja koivulla keske-

nään yhdenmukaisesti. Istutettaessa olleet pituuserot ovat kasvaneet suhteellisesti vähän. Kuusi sen sijaan on poikkeus. Sekä istutus- että kylvötaimien kasvu on ollut hidasta. Männyn paljasjuuritaimet ovat saavuttaneet kuusen alussa pidemmät istutustaimet jo kolmantena, kennonotaimet kuudentena ja kylvötaimet kymmenentenä kasvukautena.

Verrattaessa kuvan 17 loppupituuksia kuvan 15 pituuksiin todetaan, että vuoden ikäero ei yleensä näy pituuseroina, vaan vuosiluokat ovat samanpituisia. Vain koivulla on normaali kasvaimen pituinen ero (67 cm), ja lehtikuusella vanhempi ikäluokka on 20 cm lyhyempää kuin nuorempi.

Pisimmät taimiyskylöt olivat vuonna 1982 seuraavat:

männyn kylvö	305 cm
” kennotaimi	392 ”
” ruokkutaimi	275 ”
” rullataimi	410 ”
” paljasjuuritaimi	446 ”
kuusen kylvötaimi	170 ”
” istutustaimi	325 ”
lehtikuusi	552 ”
rauduskoivu	790 ”



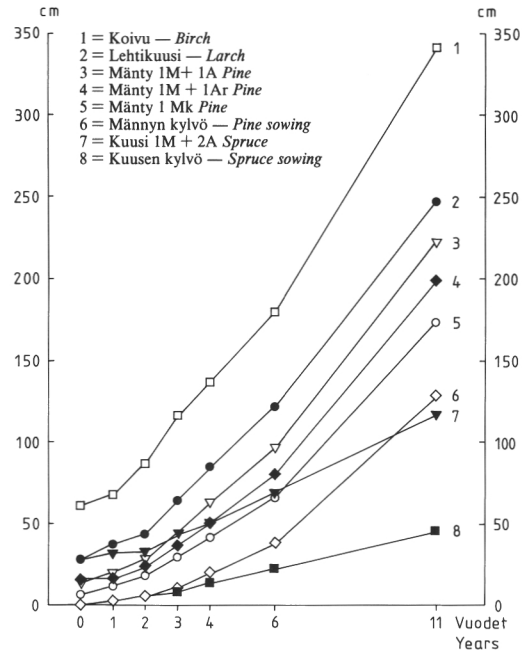
Kuva 16. Mittaustyötä tuoreen kankaan koelalla Vaalassa. Viljely keväällä 1971, kuva otettu kesän 1973 lopulla. Koivujen pituus 1,5–3 m.

Fig. 16. Measuring in fresh forest soil test area in Vaala. Cultivation spring 1971. Photo taken at end of summer 1972. Birch height 1.5–3 m.

Pisimmät taimet olivat yleensä Vaalasta tuoreen maan koestalalta. Kuuset olivat Kuivaniemeltä. Pientareessa näistä kasvoi viisi ja palteessa neljä.

47. Alueittainen vertailu

Koalojen lämpösumat vaihtelivat Kainuussa välillä 890–950 d.d. ja Pohjanmaalla 940–1015 d.d. Regioiden keskiarvot olivat 910 ja 990 d.d. Kainuussa keskimäisen pitäjän, Suomussalmen, koestal olivat kylmimmät suuremman korkeutensa takia. Kuhmon ja Pudasjärven koalojen lämpösumat olivat lähes samat. Pohjanmaalla Pyhäjärven ja Vaalan lämpösumat olivat samoin jokseenkin samat. Pohjoisin, Kuivaniemi, oli ni-



Kuva 17. Eri puu- ja taimilajien pituuskehitys 1971–82 tuoreella kankaalla Pohjanmaalla. Piennar ja palle yhdistetty.

Fig. 17. Height development of the various tree species and seedling types 1971–82 in fresh forest soil in Pohjanmaa. Shoulder and tilt combined.

tä selvästi kylmempi. Eteläisimmän ja pohjoisimman koestan välimatka oli Kainuussa 170 ja Pohjanmaalla 220 km.

Taulukossa 6 vertaillaan eri puulajien viljelytuloksia Kainuun ja Pohjanmaan regioissa. Elosoolosadanneksissa oli männyllä ja lehtikuusella 10–20 %:n ero Pohjanmaan hyväksi. Kuusella eroa ei ollut. Koivulla vertailu saatiin vain vuodelta 1972, jolloin taimet olivat huonokuntoisia. Kainuussa lähes kaikki koivut kuolivat, Pohjanmaalla vähän yli puolet. Vain kuusen kylvökset tuoreella ja soistuneella kankaalla ja kuusen istutukset soistuneella kankaalla selviytyivät paremmin Kainuussa.

Myös keskipituus oli Pohjanmaalla suurempi paitsi kuivalla kankaalla, missä lehtikuusta lukuunottamatta Kainuun koalojen taimet olivat pitempiä. Kuivaniemellä sattuneet hirvituhot alensivat rauduskoivun keskipituutta Pohjanmaalla.

Kuvassa 18 tarkastellaan regioiden eroa viljelykohdittain männyn istutuksissa. Kuvasta nähdään Pohjanmaan keskimäärin parempi tulos, joka parani vuosi vuodelta. Eri-

Taulukko 6. Regioiden vertailu.
Table 6. Comparison of regions.

Puulaji <i>Tree species</i>	Viljelymenetelmä ja regio <i>Method of reforestation and regio</i>	Elossa — <i>Survival, %</i>				Pituus — <i>Height, cm</i>			
		Kuivahko <i>Dryish</i>	Kasvupaikka — Tuore <i>Fresh</i>	Site Soistunut <i>Marshy</i>	\bar{x}	Kuivahko <i>Dryish</i>	Kasvupaikka — Tuore <i>Fresh</i>	Site Soistunut <i>Marshy</i>	\bar{x}
Mänty <i>Scots pine</i>	Kylvö — <i>Sowing</i>								
	Kainuu	31	43	31	36	114	124	76	109
	Pohjanmaa	52	57	45	52	110	141	105	120
	Istutus — <i>Planting</i>								
	Kainuu	57	67	57	61	192	203	151	186
	Pohjanmaa	75	77	73	75	177	214	168	188
Kuusi <i>Norway spruce</i>	Kylvö — <i>Sowing</i>								
	Kainuu	55	61	55	57	36	50	40	42
	Pohjanmaa	65	58	45	56	35	46	43	41
	Istutus — <i>Planting</i>								
	Kainuu	—	81	80	80	—	105	98	101
	Pohjanmaa	—	88	73	80	—	116	106	111
Lehtikuusi	Istutus — <i>Planting</i>								
	Kainuu	55	59	50	54	178	190	173	180
<i>Siberian larch</i>	Pohjanmaa	65	74	55	65	210	272	203	228
Rauduskoivu	Istutus — <i>Planting</i>								
	Kainuu	—	10	9	10	—	211	295	239
<i>Silver birch</i>	Pohjanmaa	—	44	43	44	—	276	224	250
Kaikki	Kainuu	48	58	50	52	147	157	116	143
<i>All</i>	Pohjanmaa	66	69	59	65	140	175	136	151

tysisesti Pohjanmaan palleviljelyjen tulos nousi heikohkon alun jälkeen korkeimmalle tasolle viimeisen vuoden viljelyissä. Kainuussa palle oli alusta alkaen piennarta parempi kaikilla kasvupaikkatyypeillä.

Lämpösumma näyttää edellisen mukaan vaikuttaneen sekä taimien elossapysymiseen että pituuskehitykseen. Kun siirrytään regioista pitäjittäiseen tarkasteluun, eivät tulokset ole enää yhtä johdonmukaisia.

Kuvassa 19 vertaillaan esimerkkinä vuoden 1972 mäntyviljelyjen tuloksia tuoreilta kankailta pitäjittäin. Kainuussa taimet säilyivät elossa parhaiten Pudasjärvellä, mutta yhtä lämpimällä Kuhmon koekentällä tulos oli huonoin. Pohjanmaan viileimmällä alueella eli Kuivaniemellä tulos oli keskimäärin vähän muita huonompi.

Pituudessa pitäjien erot ovat suhteellisesti suuremmat kuin elossaolossa. Myös pituus oli Kainuun regioissa Pudasjärven taimilla suurin, mutta Suomussalmen ja Kuhmon taimilla ei ollut mainittavaa eroa 30 d.d:n lämpösummaerosta huolimatta. Pohjanmaalla Kuivaniemen koalan taimet kasvoivat ylivoimaisesti parhaiten, vaikka lämpösumma on 70 d.d. muita alempi. Pyhäjärven taimet olivat lyhyimpiä suurimmasta lämpösummasta huolimatta.

Koko aineiston tulokset poikkesivat jon-

kin verran em. esimerkistä. Kainuussa sekä elossaolosadannes että pituus alenivat pohjoisesta etelään. Pohjanmaalla taimet säilyivät parhaiten elossa Vaalassa ja huonoimmin Pyhäjärvellä. Erot olivat kuitenkin pienet. Pituseroa ei juurikaan ollut.

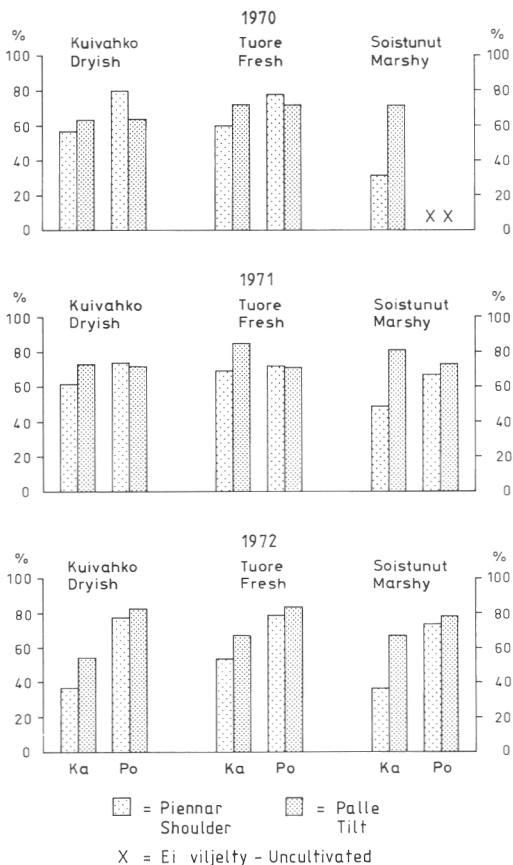
Lämpösummalla ei siis havaittu olevan vaikutusta elossaoloon ja pituuteen. Ilmeisesti kasvupaikan viljavuus on ollut ratkaisevampi. Siitä huolimatta että kaikkien koalojen kasvupaikkatyypit on määritetty, voi samaan tyyppiin nimettyjen koalojen viljavuudessa olla tuloksiin vaikuttavia eroja. Kukin kasvupaikkatyypit peittää nimittämisen suuren osan metsämaiden viljavuusasteikkoja. Esimerkiksi Kuivaniemen tuoreen kankaan koala oli silmävaraisesti arvostellen perustettu tuoreen kankaan hyvälle variantille kun taas Pyhäjärven koala oli selvästi lähempänä kuivahkoa kangasta. Se voi selittää em. lämpösumman kanssa ristiriidassa olevan tuloksen.

48. Taimimäärä kylvötuppaassa

Kylvössä käytetty siemenmäärä oli noin 20 itävää siementä/laikku. Siemenet kylvettiin vakoraudalla tehtyyn uraan. Inventoinnissa

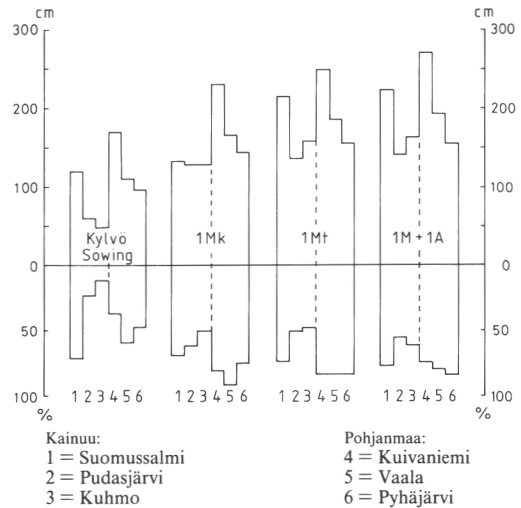
Taulukko 7. Kylvötuppaan taimimäärä.
Table 7. Number of seedlings in sowing clump.

Puulaji ja kylvövuosi Tree species and year of sowing	Kuivahko Dryish		Kasvupaikka — Site Tuore Fresh		Soistunut Marshy	
	pi sh	pa ti	pi sh	pa ti	pi sh	pa ti
Mänty — Scots pine						
1970	3,7	3,6	4,8	4,6	2,6	4,7
1971	3,2	2,5	4,1	3,1	3,1	3,4
1972	3,2	3,2	3,3	2,1	2,7	3,6
Yht. — Total	3,4	3,2	4,0	3,5	2,8	3,8
Kuusi — Norway spruce						
1971	6,2	4,2	4,6	3,4	4,2	5,1
1972	7,0	6,2	4,7	5,4	4,7	7,1
Yht. — Total	6,6	5,2	4,7	4,4	4,5	6,1



Kuva 18. Männyn istutustulokset v. 1982 Kainuun (Ka) ja Pohjanmaan (Po) regioissa kasvupaikkatyypeittäin. x = ei viljelty.

Fig. 8. Pine planting results in 1982 in Kainuu (Ka) and Pohjanmaa (Po) by growing site. x = not cultivated.



Kuva 19. Männyn viljelytulosten vertailu pitäjittäin. Tuore kangas. Viljelty vuodelta 1972. Piennar ja palle yhdistetty.

Fig. 19. Comparison of pine results by locality. Fresh forest soil. Cultivated in 1972. Shoulder and tilt combined.

laskettiin vain taimelliset ja taimettomat laikut, paitsi vuoden 1982 inventoinnissa laskettiin myös taimimäärä joka laikusta. Se oli yleensä välillä 3—6. Aikaisemmin taimia oli ollut enemmän, koska kylvösten elossaolosdannes oli alentunut eli taimettomien laikkujen osuus oli kasvanut ja lisäksi taimellisissa laikuissa oli kuolettea taimia. Laikkujen taimimäärä oli ilmeisesti edelleen alenemassa.

Männyn taimimäärä oli keskimäärin 3,4 tainta/laikku (taulukko 7). Korkein se oli tuoreen kankaan pientareessa (4,0) ja soistuneen kankaan palteessa (3,8). Tulos oli huonoin soistuneen maan pientareessa (2,8) ja kuivan maan palteessa (3,2).



Kuva 20. Kuivahkon kankaan koealan laitaosaa Kuhmossa. 1970 istutetut rullataimet, kuva otettu maaliskuussa 1978. Taimissa näkyy männynversoruosteiden tuhoja vuosilta 1975 ja 1976 ja lumen aiheuttamia vaurioita.

Fig. 20. Margin of dryish forest soil test area in Kuhmo. Peatroll seedlings planted 1970. Photo taken March 1978. Damage caused in 1975 and 1976 by pine twisting rust and deep snow can be seen.

Kuusen taimimäärä oli keskimäärin 5,2 eli 50 % korkeampi kuin männyn. Yli kuuden taimen tulokseen päästiin kuivan kankaan pientareessa ja soistuneen kankaan palteessa. Keskimäärin vähiten kuusen taimia oli tuoreella maalla (4,5).

Männnyllä taimimäärä oli vanhimmissa viljelyissä suurin (4,0 tainta) ja se aleni nuoremmissa viljelyissä (3,2 ja 3,1). Tulos on yh-

denmukainen aikaisemmin todetun kanssa (sivu 12), että männyn kylvö tulee tehdä heti muokkauksen jälkeen. Kuusen kylvöjä oli vain vuosilta 1971 ja 1972. Vaikka taimellisten laikkujen määrä oli vanhemmassa kylvössä suurempi, oli laikun taimimäärä silti keskimäärin 25 % suurempi jälkimmäisessä (4,6 ja 5,8).

5. TULOSTEN TARKASTELU

Tuloksille on tyypillistä suuri vaihtelu, ja siksi keskiarvojen luotettavuus viljelytulosten kuvaajana on pieni. Vaihtelua on samalla materiaalilla ja samalla kasvupaikalla vuosittain runsaasti. Se ei rajoitu yksin elossaolosadannekseen, vaan ulottuu yhtä voimakkaana myös pituuteen. Vaihtelua ei ole voitu

selittää esimerkiksi sään erilaisuudella. Sillä kuitenkin lienee merkitystä. Varsinaisten bioottisten ja abioottisten tuhojen ohessa myös siemenen alkuperä, taimien kunto, viljelykohdan valinta pientareessa tai palteessa, kasvupaikan viljavuus- ja kosteuserot sekä alueen lämpösumma ja mikroilmasto ilmei-

sesti vaikuttavat vaihteluun. Kokonaisuutena vaihtelua aiheuttavista tekijöistä syntyvä kuva on liian monitahoinen selitettäväksi tällä aineistolla. Tutkimuksen perusteella näyttääkin siltä, että uudistamista valmistellessa ei voi varmuudella tietää, mikä tulos on esimerkiksi kymmenen vuoden kuluttua, vaikka uudistamistavaksi valitaan hyvinkin yleisesti käytetty ja tunnettu menetelmä.

Esimerkkinä sään vaikutuksen tulkinnan vaikeudesta voidaan tarkastella männyn kylvöjä keväältä 1972. Silloin alkukesä oli runsassateinen verrattuna edellisvuosiin. Heinäkuu oli lämpimämpi kuin muina vuosina, mutta sadetta saatiin normaalisti silloinkin. Kuitenkin juuri v. 1972 kuivahkon ja tuoreen kankaan pallekylvöistä saatiin poikkeuksellisen huono tulos. Piennarkylvöjen ja soistuneen kankaan kylvöjen tulos ei poikennut tavanomaisesta mainittavasti.

Lämpösomma, joka Kainuun koealoilla oli keskimäärin 910 d.d. ja Pohjanmaalla 990 d.d., voi selittää männyn viljelytulosten eron regioiden kesken. Sen sijaan kuusen viljelyssä eroa ei ollut. Tulos voi kuvata kuusen hyvää sopeutumista kylmään ilmanalaan, johon männyn ominaisuudet eivät riitä. Regioittain oli kuitenkin sisäistä vaihtelua, joka heikentää ja osaksi jopa kumoaa keskiarvojen perusteella saatua käsitystä lämpötilan merkityksestä.

Puulajivertailun tulokset osoittavat, että kuusi on tutkituista puulajeista sitkein pysymään elossa jopa kuivalla kankaalla ja rauduskoivu nopeakasvuisin. Tässä tutkimuksessa männyn elossaolo oli parempi kuin lehtikuusen. Pohjoisemmaksi siirryttäessä lehtikuusi on menestynyt huomattavasti mäntyä paremmin (Nevala 1980, Valtanen 1983). Eräissä Lapissa tehdyissä koeviljelyissä (Lähde ym. 1981, Manninen ja Lähde 1981) lehtikuusi selviytyi elossa jopa kuustakin paremmin.

Puulajien pituuden alkukehitys riippuu ennen kaikkea niiden kasvupaikkavaatimuksesta ja kasvurytmistä sekä niiden koosta istutushetkellä. Etelä-Suomessa (Parviainen 1979, Raulo ja Rikala 1981) ja vielä Koillis-Suomessakin (Valtanen 1983) tutkittavina olevien puulajien paremmuusjärjestys pituuskasvun suhteen on taimikkovaiheessa rauduskoivu, lehtikuusi, mänty ja kuusi. Sen sijaan Lappiin mentäessä koivun, lehtikuusen ja männyn taimien pituuskasvun väliset erot tasoittuvat huomattavasti (Lähde ym. 1981, Manninen ja Lähde 1981, Pohtila ja Pohjola

1983). Kuusen alkukehitys on myös auratuilla kangasmailla tyypillisen hidasta eli jurovaa koko maassa.

Siemenen alkuperällä voidaan arvioida oleen merkitystä vain lehtikuusella ja männyn kennotaimilla. Lehtikuusen alkuperä oli 1971 Sverdlovsk. Vuonna 1972 istutettujen taimien siemen oli kerätty Sievin metsiköstä, joka on Raivolan provenienssia. Vertailuun sopivien istutusten elossaolosadannes 1982 oli edellisellä 51 ja jälkimmäisellä 66. Myös pituudessa oli 20 cm:n ero jälkimmäisen hyväksi. Normaalin kehityksen mukaan edellisen olisi vuoden ikäeron takia pitänyt olla 25—30 cm pitempää. Männyn kennotaimien alkuperä oli Pohjanmaalla 1970 Vaala ja 1971 Rovaniemi. Lämpösommaero on noin 100 d.d. Elosaolosadannes 1982 oli muilla 66—68, mutta Vaalan alkuperää olevilla taimilla Kuivaniemellä vain 38. Koeala on noin 50 d.d. kylmempää seutua kuin alkuperäispaikkakunta. Pituus oli vaalalaisilla taimilla puolitoista vuosikasvainta pitempi ikäeron ollessa yksi vuosi.

Taimikot olivat lopputarkastuksen aikaan kesällä 1982 silmävaraisesti arvioiden hyvin terveitä. Oikeastaan ainoa viljelyksiä vaivaava tuho oli lumikariste, joka oli ollut ja oli edelleen männyn teiden kylvötuppaiden pahin tuho aiheuttaja etenkin Kainuun koealojen pientareissa. Lisäksi lehtikuusi soistuneen maan pientareessa oli jotenkin elinvoimansa menettänyt. Runko oli yleensä mutkainen ja ranganvaihdokset toistuvia (vrt. Raulo ja Lähde 1977, Lähde ym. 1981). Pituuden kehitys oli hidasta. Palteessa runkovikoja oli vähemmän. Tuoreella ja kuivahkolla kankaalla rungot olivat suoria. Muilla puulajeilla ei vastaavaa mutkaisuuutta ollut.

Aikaisemmin sattuneista tuhoista näkyvimpiä olivat ranganvaihdokset. Koivulla ne olivat kohtalaisen yleisiä hirvituhojen takia. Pahimmat tuhot olivat Kuivaniemen koealoilla. Siellä hirvet olivat syöneet myös mäntyjä.

Tutkimuksen koekentillä esiintyneitä tuhoja on Heikkilä (1981) kuvannut yksityiskohtaisesti. Hänen havaintojensa mukaan joillakin koealoilla oli vuosina 1975—76 runsaasti männynversoruostetta. Se aiheutti joihinkin taimiin ranganvaihdoksen ja lievän mutkan ja hidasti pituuskehitystä. Sen jälkeen vuoteen 1982 asti versoruostetta ei ole mainittavasti ollut.

Istutus osoittautui kylvöä luotettavammaksi. Lähes poikkeuksetta istutustaimien

kuolleisuus oli alhaisempi kuin kylvötaimien, ja ne olivat myös kylvötaimia nopeakasvuisempia. Männyn siementen strafifointi ja kylvön siirtäminen myöhemmille vuosille eivät parantaneet kylvötuloksia. Useissa muissakin metsänviljelytutkimuksissa istutus on ollut kylvöä luotettavampi uudistusmenetelmä (esim. Jauhiainen 1982, Kinnunen 1982). Etelä-Suomen ja Lapin runkotutkimuksen aurasaloilla (Tasanen 1980, Pohtila ja Pohjola 1983) onnistumissadanneksissa oli selvä ero istutuksen hyväksi. Myös päivittäisiä tuloksia on saatu (Valtanen 1983). Mannisen ja Lähteen (1981) tutkimuksessa, jossa käsitellään Lapin paksusammalkuusikoiden uudistamista, männyn kylvö onnistui samalla tavoin kuin pienten taimien istutus.

Nyt tutkituilla alueilla kylvötaimia kuoli alkuvuosina paljon. Kuivuus on todennäköisesti ollut yksi tärkeimmistä kuolinsyistä, ainakin kuivahkojen ja tuoreiden viljelyalojen palteissa. Soistuneiden kankaiden pientareissa kylvötaimien menestymistä vaikeuttivat ilmeisesti märkyys sekä rahka-, seinä- ja karhunsammalet. Kuten edellä jo mainittiin myös lumikariste oli paikoin tyypillinen tuhonaiheuttaja nimenomaan kylvöksissä.

Männyn taimilajeja oli tutkimuksessa neljä: yksivuotiaat kenno- ja turveruokkutaimet ja kaksivuotiaat koulitut paljasjuuri- ja rullataimet. Kaikki nämä taimilajit olivat metsänviljelykelpoisuudeltaan keskimäärin hyvin samanarvoiset (elossa 64—68 %, vrt. Pohtila ja Pohjola 1983, Tasanen 1980). Kun otetaan huomioon taimilajien biologiset ikäerot, ei niiden keskipituuksissakaan ollut merkittäviä eroja. Rullataimien alkukehitys oli kuitenkin keskimäärin nopein. Jo istutushetkellä eri taimilajien välillä havaitut suhteelliset pituus-erot ovat tutkimuskauden aikana yleensä säilyneet. Samankaltaisia tuloksia on saatu muissakin taimilajitutkimuksissa (esim. Leikola ja Huuri 1974, Parviainen 1976, Kinnunen ja Lemmetyinen 1980, Pohtila ja Pohjola 1983).

Istutuskohdan valinta, piennar vai palle, oli yleinen keskusteluaihe aurauksen alkuvuosina 1960-luvun puolivälistä alkaen. Käytännön työssä taimet istutettiin silloin yleisesti pientareeseen. Valinta ei ole aina selvä, sillä sitä tehtäessä on arvioitava mm. palteen istutuskelpoisuus. Piennar on lähes aina istutukseen käyttökelpoinen. Lisäksi on kiinnitettävä huomiota mahdolliseen pintakasvillisuuden ja vesakon kilpailuun istutusta seuraavina vuosina, maan märkyteen, viljeltä-

vän puulajin kasvupaikkavaatimuksiin, paikallis- ja pienilmastoon ja ehkä myös maantieteelliseen sijaintiin ja suurilmastoon.

1970-luvun aikana siirryttiin käytännön työssä yleisesti palleviljelyyn. Eri tutkimuksista kertynyt tieto taimien alkukehityksestä puoltaa tätä ratkaisua, sillä ainakin alkuvuosina taimien kehitys on palteessa parempi kuin pientareessa (Savilampi 1977, Lähde 1978, Valtanen 1978, Kinnunen 1979, Hänninen 1980, Tasanen 1980, Lähde ym. 1981, Jauhiainen 1982, Pohtila ja Pohjola 1983, Valtanen 1983). Mikäli palle on huonosti muotoutunut, tulee piennar vaihtoehtoisesti istutuskohdaksi kyseeseen (Savilampi 1977, Valtanen 1978, Tasanen 1980). Tutkimuksessa eri muokkaustapojen ja männyn eri taimilajien antamasta tuloksesta kahden kasvukauden iällä totesi Kaila (1982), että taimien korkeusasema osoittautui tärkeäksi onnistumiseen vaikuttavaksi tekijäksi etenkin heinittyvillä paikoilla. Hänen mukaansa kalliitkin menetelmät, auraus ja isojen taimien käyttö, ovat vaikeasti metsittävillä aloilla perusteltavissa.

Tämän tutkimuksen koekentät oli aurattu piennarauralla. Kivennäismaata palteissa oli yleensä vähän. Hyviä viljelykohtia palleviljelyä varten oli niukasti. Kuitenkin myös tässä tutkimuksessa tuli palteen paremmuus kiistatta esille. Kuivahkolla ja tuoreella maalla mäntyä ja kuusta kylvettäessä piennar oli keskimäärin luotettavampi.

Männyn istutustaimet säilyivät Kainuussa paremmin elossa palteissa kuin pientareissa kaikilla kasvupaikoilla, Pohjanmaalla vain soistuneilla kankailla. Koska Pohjanmaalla palletaimien istutustulos kuitenkin parani palteen painumisen ansiosta aurausjäljen vanhentuuessa, olisi sillä alueella palteen tiivistämisestä mahdollisesti ollut hyötyä. Jauhiainen (1982) tutkimuksessa palteen tiivistäminen ei kuitenkaan vaikuttanut olennaisesti viljelyn tulokseen parantavasti, ehkä siitä syystä, että saman koalueen tiivistämätön palle oli poikkeuksellisen hyvin muodostunut. Soistuneilla kankailla palle oli piennarta parempi istutuskohdaksi kaikkien puulajien elossasäilymisen kannalta. Palteessa istutustaimet kasvoivat selvästi paremmin kuin pientareessa.

Soistuneilla kasvupaikoilla myös kylvötaimet jäivät paremmin eloon palteessa. Kuivemmillä mailla männyn kylvö johti Kainuussa parempaan elossaoloon palteessa, Pohjanmaalla taas pientareessa. Kuusen kyl-

vö onnistui parhaiten pientareessa. Kylvötaimienkin pituuskasvun kannalta palle oli piennarta edullisempi viljelykohta. Taimien korkeamman elossaolosadanneksen takia piennarta pidetään silti yleensä palletta parempana kylvöalustana (Pohtila 1970, 1972, 1974a, 1974b, 1975, 1977, Turtiainen ja Valtanen 1974, Savilampi 1977, Valtanen 1978, Tasanen 1980, Jauhiainen 1982, Pohtila ja Pohjola 1983). Palteen äärevät lämpöolot sekä kapillaarisen veden nousun katkeaminen voivat usein olla syynä pallekylvöjen epäonnistumisiin. Kylvön siirtäminen 1—2 vuotta myöhemmäksi, jotta palle tiivistyisi, ei auttanut, vaan kylvötulos jäi entistä heikommaksi. Pohtila (1975, 1977), Jauhiainen (1982), Pohtila ja Pohjola (1983) ovat saaneet samansuuntaisia tuloksia.

Uudelleen on tarpeen korostaa sitä, että palteet olivat pienen kivennäismaamäärän takia vaikeasti viljeltäviä. Vertailu ei siten tee oikeutta palleviljelyille (Valtanen 1983). Kaikesta päättäen Kainuussa palteet olivat maalajinsa ja niukemman hakkuutähteen takia edullisempia kuin Pohjanmaalla. Osasyynä voi myös olla Kainuun ilmaston suurempi humidisuus.

Metsänuudistamisen käytännön toimintaa ja merkitystä ajatellen kielteisenä tuloksena voidaan pitää sitä, että mitään vakiintumista ei saavutettu 11 vuoden ikään mennessä, ei

edes viitteitä siitä, vaan taimikato oli viimeisinä vuosinakin jatkunut istutusaloilla 2—5 ja kylvöaloilla 5—7 prosenttiyksikön vuosivauhdilla. Vaikka taimikot lopputarkastuksen aikaan olivat silmävaraisesti arvioiden terveitä, viittasivat vastikään kuolleet taimet siihen, että taimikoiden tuleva kehitys voi olla epävarma. Lumikaristetuhoa lukuunottamatta lumirajan saavuttaminen ei näyttänyt hillitsevän taimien kuolemista. Kaikki tämä korostaa luontaisen aineksen merkitystä riittävään kasvatustiheyteen pyrittäessä.

Taimikon jatkuvan harvenemisen syyt eivät toistaiseksi ole riittävästi tunnettuja. Aurasalueille ovat Tikkanen ja Raitio (1984) esittäneet hypoteesin, jonka mukaan maassa tapahtuu eräitä kemiallisia prosesseja, jotka johtavat 10—15 vuodessa maan ravinnetalouden epätasapainoon. Mm. typen määrä alenee vilkkaan mobilisoitumisen jälkeen liian alas, ja fosfori sitoutuu kasveille käytökeltottomaan muotoon. Ravinteiden niukkuus ja epätasapaino johtavat taimien kunnon heikkenemiseen ja niiden altistumiseen sieni-infektioille.

Lähde (1984) korostaa edellisen lisäksi voimakkaan maankäsittelyn aiheuttamaa uhkaa puille ennen muuta ns. raskaiden metallien muuttuessa uudelleen liukoiseen muotoon. Myös rikastumiskerroksesta pintaan nousevat alumiini ja rauta ovat puille haital-

Taulukko 8. Metsänviljelyn runkotutkimus I:n tulokset koko maassa.

Table 8. Results of the research for whole country.

L-S = Länsi-Suomi — Western Finland. Ikä 5 v — Age 5 yrs

I-S = Itä-Suomi — Eastern Finland. Ikä 5 v — Age 5 yrs

Po-Ka = Pohjanmaa—Kainuu. Ikä 5 ja 10 v — Age 5 and 10 yrs

La = Lappi — Lapland. Ikä 5 ja 10 v — Age 5 and 10 yrs

	L-S	I-S	Po-Ka	La
Elossa — Survival %				
Mänty — Pine				
kylvö — sowing	35	25	70—45	60—40
istutus — planting	75	60	75—65	75—45
Kuusi — Spruce				
kylvö — sowing	..	..	65—55	60—50
istutus — planting	..	..	85—80	85—70
Lehtikuusi — Larch			70—60	80—65
Koivu — Birch			90—75	80—60
Pituus — Height, cm				
Mänty — Pine				
kylvö — sowing	35	15	25—90	20—60
istutus — planting	115	50	60—170	55—135
Kuusi — Spruce				
kylvö — sowing	..	..	15—40	10—25
istutus — planting	..	..	50—100	40—70
Lehtikuusi — Larch			100—220	70—135
Koivu — Birch			150—300	70—160

lisiä. Lähde toteaa edelleen palteitten heikon ilmanvaihdon hienojakoisilla mailloin voivan aiheuttaa vaikeuksia juurten toiminnalle.

Metsänviljelyn runkotutkimus 1:n tulokset ovat nyt käytettävissä koko maasta viiteen vuoteen ja maan pohjoispuoliskosta kymmeneen vuoteen asti. Etelä-Suomen tulokset ovat Tasasen (1980) julkaisemat, Lapin tulokset Pohtilan ja Pohjolan (1983). Ne on kerätty taulukkoon 8 eri kasvupaikkojen sekä pientareiden ja palteiden keskiarvoista pyöristettyinä lukuina. Männyn taimilajeja ei ole eritelty, vaan myös niistä on keskiarvo.

Vain männyn viljelyistä on tulokset koko maasta. Kylvötulos on viiden vuoden iällä Etelä-Suomessa huono (25—35 %) ja Pohjois-Suomessa tyydyttävä (60—70 %). Kymmenen vuoden ikään mennessä on tulos alentunut huonoksi pohjoisessakin (40—45 %).

Istutusulos on viiden vuoden iällä tyydyttävä 75 % muualla paitsi Itä-Suomessa vain 60 %. Seuraavalla viisivuotisjaksolla taimikato on Lapissa runsaampaa kuin Pohjanmaan-Kainuun alueella (tulos 45 ja 65 %).

Kuusen, lehtikuusen ja rauduskoivun viljelytuloksia on vain Pohjois-Suomesta. Pohjanmaan-Kainuun alueella ovat kuusen ja koivun viljelyt menestyneet paremmin kuin Lapissa. Lehtikuusi on selviytynyt puoles-

taan Lapissa vähän paremmin.

Pituuskasvussa lämpösunnan vaikutus ei oikeastaan näy. Männyn taimet olivat viiden vuoden iässä Länsi-Suomessa selvästi pisimmät ja Pohjanmaan-Kainuun alueella, Lapissa ja Itä-Suomessa jokseenkin samanpituiset ja viimeksimainitussa jopa lyhimmät. Kymmenvuotiaina taimikot olivat Pohjanmaan-Kainuun alueella puulajista riippuen 40—80 % pitempiä kuin Lapissa.

Kokonaisuutena metsänviljelyn runkotutkimus 1:n metsänviljelytulos on epätydyttävä. Parhaalle tasolle päästiin Pohjanmaan-Kainuun alueella. Sielläkin tulos oli enintään tyydyttävä. Vaikka viljelytyöt on tehty huolella ja koealoja on hoidettu hyvin, osoittaa tutkimus, että kautta maan on selvittämättömiä ongelmia. Me emme hallitse vielä metsänuudistamista viljellen.

Myös käytännön metsänviljelytyössä on todettu että onnistuminen vaihtelee laajasti. On kiitettävästi metsittyneitä ja on epäonnistuneita viljelyalueita. Tarvitaan tutkimusta siitä, miksi jossakin onnistutaan ja toisaalta epäonnistutaan. Nyt esitellyssä tutkimuksessa ei vielä saatu riittäviä vastauksia. Erityisesti maaperän ominaisuuksien vaikutus on tarpeellista selvittää perusteellisesti.

6. YHTEENVETO

Tässä tutkimuksessa pyrittiin selvittämään Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan aurattujen kangasmaiden metsänviljelyyn liittyviä käytännönläheisiä kysymyksiä. Tutkimusta varten, joka on osa valtakunnallista nk. metsänviljelyn runkotutkimus 1:stä, perustettiin viljelykokeita kolmelle eri paikkakunnalle kummallekin alueelle.

Koealat perustettiin kuivahkoille, tuoreille ja soistuneille tuoreille moreenikankaille. Pääosa niistä aurattiin vuoden 1969 aikana. Koekaaviona käytettiin arvottujen lohkojen menetelmää, jossa toistoja oli neljä. Koeyksikköinä oli 20 taimen tai kylvöaikun ruutu, joista 10 viljeltiin pientareeseen ja 10 palteeseen.

Viljelytyö aloitettiin vuonna 1970 ja sitä jatkettiin laajennettuna vuosina 1971 ja 1972. Koeviljelyissä käytettiin kaikkiaan kymmentä eri viljelymateriaalia: männyn kylvöä sekä tavallisilla että stratifoiduilla siemenillä,

männyn istutusta paljasjuurisilla, turveruuku-, rulla- ja kennotaimilla, kuusen kylvöä sekä kuusen, siperialaisen lehtikuusen ja rauduskoivun istutusta paljasjuurisilla taimilla. Koekentät inventoitiin vuosina 1970—74, 1976 ja viimeksi kesällä 1982. Tärkeimmät taimista mitatut tunnuksot olivat elossaolosadannes ja pituus.

Viljelyiden keskimääräinen elossaolosadannes oli sairailta taimilla tehtyjen istutusten hylkäämisen jälkeen 60 %, Kainuussa 53 % ja Pohjanmaalla 66 %. Sairailta taimilla (männyn rullataimet ja koivun taimet 1972) tulos oli 10—44 %. Puulajeista sitkein pysymään elossa oli kuusi ja paraskasvuisin koivu. Istutus oli kylvöä huomattavasti luotettavampi viljelymenetelmä (männyllä 66 % ja 44 %). Ero oli tilastollisesti erittäin merkitsevä. Männyn siementen esikäsitteily tai kylvön siirtäminen 1—2 vuotta myöhemmäksi maanmuokkauksesta eivät parantaneet kylvötu-

loksia. Männyn koulitut taimilajit kasvoivat tutkimuskauden aikana vähän paremmin kuin koulimattomat. Kainuussa palle oli piennarta selvästi luotettavampi viljelykohta kaikilla kasvupaikkatyypeillä, Pohjanmaalla vain soistuneilla kankailla, mutta siellä palteeseen istutettujen männyntaimien menestyminen parani kuivemmillä mailla, kun istutus suoritettiin vasta 2—3 talvea aurauksen jälkeen.

Kasvupaikkatyyppejä vaikutti tuloksiin selvästi. Tuoreella kankaalla elossaolosadannes oli yleensä 5—10 prosenttiyksikköä korkeampi kuin kuivahkolla ja soistuneella kankaalla. Myös pituuskehitys oli tuoreella maalla paras ja soistuneella hitain. Soistuneen kankaan tuloksia heikensi se, että kuivatus ei ollut täysin kunnossa. Kevään ja syksyin piennartaimet kärsivät vedestä ja osa niistä kuoli heti alkuvuosina tulvaan. Kuivatuksen viimeistelyllä muokkauksen yhteydessä olisi ilmeisesti ollut positiivinen vaikutus soistuneiden koalojen taimikoiden kehitykseen.

Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan aurasalueilla männyn istutus oli alkukehitystä ajatellen suhteellisen luotettava viljelymenetelmä kaikilla kangasmailla. Eri taimilajeilla ei ollut suuria eroja, mutta rehevimmille maille ja erikoistapauksiin, joissa nopea metsittyminen on suotavaa, kannattaa harkita nykyistä suurempien taimien käyttöä. Kun otetaan huomioon erikokoisten taimien ja taimilajien väliset kustannuserot, on tässä viime kädessä kyse optimointiongelmasta (Räsänen 1981). Kuusen istutustaimien hyvä menestyminen rohkaisee lisäämään sen viljelyä ja mahdollisesti myös sen luontaisten taimien hyväksikäyttöä. Tuoreilla kangasmailla lehtikuusi ja rauduskoivu ovat varteenotettavia puulajeja. Soistuneilla aloilla lehtikuusi ei kuitenkaan näytä viihtyvän.

Kylvö ei tässä tutkimuksessa ollut istutuksen kanssa kilpailukykyinen menetelmä. Soistuneilla mailla kylvöä ei ole syytä käyttää. Mikäli kuivahkot alat kylvetään männylle, kylvötuppaat on harvennettava mahdollisimman aikaisessa vaiheessa lumikaristetuhojen välttämiseksi. Kylvö on suoritettava heti aurauksen jälkeisenä keväänä. — On huomattava, että tulokset ja johtopäätökset koskevat vakokylvöä. Hajakylvöä käyttäen tulokset olisivat voineet olla hyvinkin erilaiset. — Piennarauratuilla alueilla palle oli Kainuussa piennarta edullisempi viljelyalusta myös kylvössä. Pohjanmaalla niiden paremmuusjärjestys oli päinvastainen, mutta tulokset viittaavat siihen suuntaan, että palteen tiivistämisestä olisi siellä voinut olla hyötyä. Soistuneilla mailla palle on kuitenkin sopivin viljelykohta molemmissa maakunnissa.

Auraus oli tehty piennarauralla ja yleensä siten, että mineraalimaata oli palteessa vähän. Vaon syvyyttä lisäämällä olisi saatu paremmat palteet. Siksi palteen ja pientareen viljelytulosten vertailu voi antaa virheellisen kuvan viljelykohdan merkityksestä. Vain yhdellä koelalla palteet olivat kunnolliset. Siellä palleita oli elossa yli kaksinkertainen määrä piennartaimiin verrattuna ja niiden pituuskehitys oli ollut ylivoimainen.

Viljelymateriaalin laatuun on kiinnitettävä entistä enemmän huomiota, sillä varsinkin taimien fysiologinen kunto istutushetkellä vaikuttaa olennaisesti niiden elossaoloon. Tästä tutkimuksessa oli muutamia esimerkkejä.

Silmiinpistävimät tuhot olivat lumikaristesien aiheuttamat vauriot, jotka kohdistuivat erityisesti Kainuussa pientareeseen kylvettyihin taimiin, sekä koivun ja männyn hirvituhot Pohjanmaan region Kuivaniemen koaloilla.

KIRJALLISUUS

- Asplund, K. 1972. Maanmuokkauskalustoa kehitettävä kiireesti. Luonto vaatii hoitoa. Helsingin Sanomat 23.2.1972. Artikkelellä.
- Heikkilä, R. 1981. Männyn istutustaimikkojen tuhot Pohjois-Suomessa. Summary: Damage in Scots pine plantations in northern Finland. *Folia Forestalia* 497.
- Helimäki, V. 1967. Taulukoita ja karttoja Suomen sa-deoloista kaudelta 1931—1960. Liite Suomen meteorologiseen vuosikirjaan. Ilmatieteen Keskuslaitos.
- Hänninen, L. 1980. Kajaani Oy:n vuosina 1972—1976 perustamien kontortaviljelmien alkukehitys. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Laudaturtyö. Konekirjoite.
- Jauhiainen, S. 1982. Männyn ja kontortamännyn viljelytaimien menestyminen auratulla metsämaalla. Metsähoitotieteen laudaturtyö yleistä metsätutkimtoa varten. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Konekirjoite.
- Kaila, S. 1982. Maanmuokkausmenetelmän ja taimilajin merkitys männyn viljelyssä erilaisilla uudistusaloilla. Summary: Work quality of soil cultivation methods and type of planting stock in forest regeneration. *Metsätehon tiedote* 376.
- & Päivänen, J. 1981. Metsämaanmuokkauksen suorittamäärät ja konekalusto vuosina 1976—1979. Summary: Forest soil cultivation areas and machinery in 1976—1979. *Silva Fennica* 15(3): 332—346.
- Kauppila, A. & Lähde, E. 1975. Koetuloksia maankäsittelyn vaikutuksesta metsämaan ominaisuuksiin Pohjois-Suomessa. Summary: On the effects of soil treatments on forest soil properties in North-Finland. *Folia Forestalia* 230.
- Kinnunen, K. 1979. Eri taimilajien menestyminen mätästetyllä kivennäismaalla. Metsäntutkimuslaitos. Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 8.
- 1982. Männyn kylvö karuhkoilla kangasmailla Länsi-Suomessa. Summary: Scots pine sowing on barren mineral soils in western Finland. *Folia Forestalia* 531.
- & Lemmetyinen, M. 1980. Paakkukoon vaikutus männyntaimien alkukehitykseen. Summary: Initial development of containerized pine seedlings as affected by the size of earth ball. *Folia Forestalia* 419.
- Kolki, O. 1966. Taulukoita ja karttoja Suomen lämpötiloista kaudelta 1931—1960. Liite Suomen meteorologiseen vuosikirjaan. Ilmatieteen Keskuslaitos.
- Leikola, M. 1974. Muokkauksen vaikutus metsämaan lämpösuhteisiin Pohjois-Suomessa. Summary: Effect of soil preparation on soil temperature conditions of forest regeneration areas in northern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 84.
- 1979. Tutkimustoiminta Lapin metsien hoidon ja käytön suuntaajana. Summary: The role of forestry research in guiding forest policy and management in Finnish Lapland. *Silva Fennica* 13. 1A.
- & Huuri, O. 1974. Ennakkotuloksia Etelä-Suomen runkotutkimuksesta vv. 1970—1973. Metsäntutkimuslaitos. Metsänviljelyn koegaseman tiedonantoja 11.
- Lähde, E. 1978. Maankäsittelyn vaikutus maan fysikaalisiin ominaisuuksiin sekä männyn ja kuusen taimien kehitykseen. Summary: Effect of soil treatment on physical properties of the soil and on development of Scots pine and Norway spruce seedlings. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 94.
- 1984. Voimaperäiset muokkaukset uhka metsäluonnolle. Referat: Die intensive Tiefbearbeitung der Walderde ist unnatürlich und gefährlich. *Lounais-Hämeen Luonto* 70: 69—71.
- , 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. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 98.
- & Pohjola, T. 1975. Maankäsittelyn vaikutus männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen. Metsäntutkimuslaitos. Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 8.
- Manninen, S. & Lähde, E. 1981. Paksusammalkuusikoiden uudistamisvaihtoehtoja ja luettelo paksusammalkuusikoita käsittelevistä julkaisuista. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 23.
- Mälkönen, E. 1972. Näkökohtia metsämaan muokkauksesta. Summary: Some aspects concerning cultivation of forest soil. *Folia Forestalia* 137.
- 1978. Kasvupaikkatekijät. Teoksessa: Metsien kasvun kohottamisen rajat. Kansallis-Osake-Pankin taloudellinen katsaus B-painos nro 27: 4—13.
- 1980. Markberedningen kräver mer uppmärksamhet. *Skogsbruket* 6: 178—180.
- Nevala, S. 1980. Lehtikuusen menestyminen Lapissa. Metsähoitotieteen laudaturtyö. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Konekirjoite.
- Parviainen, J. 1976. Männyn eri taimilajien juuriston alkukehitys. Summary: Initial development of root systems of various types of nursery stock for Scots pine. *Folia Forestalia* 268.
- 1979. Istuttamalla perustetun männikön, kuusikon, siperialaisen lehtikuusikon ja rauduskoivikon alkukehitys. Summary: Early development of Scots pine, Norway spruce, Siberian larch and Silver birch plantations. *Folia Forestalia* 386.
- Pohtila, E. 1970. Aurattujen alueiden metsänviljelymenetelmä. *Metsä ja Puu* 2: 15—17, 24.
- 1972. Tutkimuksia aurattujen alueiden metsänviljelymenetelmistä Koillis-Suomessa. Tulokset vuosina 1967—68 tehdyistä kylvö- ja istutuskokeista. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja 6.
- 1974a. Tuloksia metsänviljelyn runkotutkimuksesta. Metsäntutkimuslaitos. Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 6: 28—41.
- 1974b. Tutkimuksia aurattujen alueiden metsänviljelymenetelmistä Koillis-Suomessa II. Aurauksen ja kulotuksen vaikutus männyn viljelyn onnistumiseen vuosina 1968—70 perustetuissa kokeissa. Helsingin yliopiston metsähoitotieteen laitos. Tiedonantoja II.
- 1975. Aurattujen alueiden viljelymenetelmä Lapissa. Tutkielma metsänhoitotieteessä maatalous- ja metsätieteen lisensiaatin tutkintoa varten. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Konekirjoite.

- 1977. Reforestation of ploughed sites in Finnish Lapland. Seloste: Aurattujen alojen metsänviljely Lapissa. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 91.
- & Pohjola, T. 1983. Vuosina 1970—72 perustetun aurattujen alueiden viljelykokeen tulokset. Summary: Results from the reforestation experiment on ploughed sites established in Finnish Lapland during 1970—1972. *Silva Fennica* 17(3): 201—224.
- Raulo, J. & Lähde, E. 1977. Rauduskoivun istutustuloksia Lapissa. Summary: Reforestation results with *Betula pendula* Roth in Finnish Lapland. *Folia Forestalia* 325.
- & Rikala, R. 1981. Istutettujen männyn, kuusen ja rauduskoivun taimien alkukehitys eri tavoin käsitellyillä 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.
- Ritari, A. & Lähde, E. 1978. Effect of site preparation on physical properties of the soil in a thick-humus spruce stand. Seloste: Muokkauksen vaikutus paksusammalkuusikon maan fysikaalisiin ominaisuuksiin. Communicationes Institute Forestalia Fenniae 92.
- Räsänen, P.K. 1981. Metsäpuiden taimikasvatus ja metsänviljely: Kehymalli ja sen käyttö. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja 29.
- Savilampi, P. 1977. Tuloksia aurasalojen metsänviljelytutkimuksesta. Metsäntutkimuslaitos. Pyhäkosken tutkimuskeskustiedonantoja 16.
- 1983. Kuntakohtaisten viljelyinventointien yhdistelmä vuosilta 1977—82. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 119: 40—52.
- Söderström, V. 1974. Markberedning. Summary: Soil treatment. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift 72(1): 157—166.
- 1975. Ekologiska verkningar av hyggesplogning. Summary: Ecological effects of ploughing mineral soil before planting conifers on clearfelled areas. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift 73(5): 443—472.
- 1976. Analys av markberedningseffektterna vid plantering på några färska hyggen. Summary: Analysis of the effects of scarification before planting conifers on some newly clearfelled areas in Sweden. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift 74(2—3): 67—333.
- Tasanen, T. 1980. Männyn viljelyn onnistuminen eteläsuomalaisilla aurasaloilla. Metsänhoitotieteen laudaturtyö yleistä metsätutkimtoa varten. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Konekirjoite.
- Tikkanen, E. & Raitio, H. 1984. Pohjois-Suomen aurasalojen männyntaimien epänormaali kehitys ja oletamus sen syistä. Summary: A hypothesis on the cause of abnormal development of Scots pine saplings on ploughed sites in Northern Finland. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 165.
- Turtiainen, M. 1974. Metsänviljelytutkimuksen välituloksia Pohjanmaan ja Kainuun metsäaerasaloilta. Metsäntutkimuslaitos. Pyhäkosken tutkimuslaitoksen tiedonantoja 8.
- & Valtanen, J. 1970. Metsäaurauksen vaikutus maan lämpötilaan. *Metsä ja Puu* 12: 10—13, 22.
- Valtanen, J. 1978. Tutkimustuloksia viljelymateriaalin ja viljelypaikan valinnasta metsäaerasaluelalla. Metsäntutkimuslaitos. Pyhäkosken tutkimuskeskustiedonantoja 17: 77—83.
- 1983. Muokkaustavat ja metsänuudistamisen tulos. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 119: 63—72.
- Voss-Lagerlund, K. 1976. Effects of soil preparation on the bacterial population in forest soil. Seloste: Muokkauksen vaikutus metsämaan mikrobistoon. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 86.

Total of 49 references

SUMMARY

The results from Kainuu and Pohjanmaa of the ploughed-area reforestation experiment begun during 1970—72

Reforestation areas were begun to be prepared by ploughing in 1964. Ploughing spread in the next few years, becoming the main method of soil preparation in northern Finland and it was also adopted in the south. In this method the soil is ploughed at intervals of 5 metres by making 30—50 cm deep furrows. A 30—40 cm wide shoulder is left on the side, from which the plough pushes the surface vegetation and humus away, uncovering the mineral earth. On the outside of both shoulders a tilt of approx. 1 m wide and 30—50 cm high is left, with abundant humus and varying amounts of mineral soil on top. There may also be slash on the lower tilt.

The shoulder is generally suitable for planting but there is often so little mineral earth on the tilts that seedlings cannot be planted there. The amount of mineral earth on the tilt depends primarily on the depth of the furrow.

The aim of this research was to determine the best growing point (shoulder or tilt), tree species, method of cultivation (sowing or planting), and nursery stock. The test areas were set out in dryish, fresh, and marshy forest soils. The research covered the whole country from the south to the north of Lapland.

The present study deals with the part of the research carried out in the Kainuu and Pohjanmaa regions. Test sites were established in this area in six places (Fig. 1, Table 1). The test fields were ploughed in 1969. The cultivations were repeated in the three successive years 1970—72. The experimental design used was the randomized block method with four replications. The test units were squares of 20 seedling or sowing patches, of which 10 were on the shoulder and 10 on the tilt.

There were two sowing methods and ten nursery stock types to be compared (Appendix 1): Scots pine sowing, both with ordinary and stratified seeds; pine

planting with paper pot, peat pot, roll, and bare-root seedlings; Norway spruce sowing; and spruce, Siberian larch, and silver birch planting with bare-root seedlings.

An inventory was made of the test fields in 1970–74, 1976 and most recently in the summer of 1982. The most important identifying characteristics of the seedlings were survival-rate and height.

The average survival rate was 60%. In Kainuu it was 53% and in Pohjanmaa 66% (Appendix 3). Norway spruce proved to be the hardiest of the tree species, and birch the best in the height growth. Planting was significantly more successful than sowing (with pine 67% and 44% respectively). The difference was statistically highly significant. Neither the pre-treatment of pine seeds nor the delaying of the sowing time by 1–2 years after soil cultivation improved the sowing results. Of the planted seedling stocks of pine the transplanted seedlings grew a little better during the study than the non-transplants (Table 5 and Fig. 5). In Kainuu the tilt was clearly a more trustworthy growing point than the shoulder in all the types of site, in Pohjanmaa only in marshy ground (Appendix 3), but there the success of pine seedling planting on the shoulder improved in drier ground when the planting was done 2–3 winters after ploughing.

The type of site had a significant influence on the results (Table 3). In fresh forest soil the survival-rate was generally 5–10 percentage-units higher than in dryish or marshy ground. The height development was also best in fresh ground and slowest in marshy. The results from marshy ground were weakened by the fact that the drainage was not functioning properly.

In spring and autumn the shoulder seedlings suffered from too much water and some of them died straight away in the flooding of the first years. Putting the finishing touches to the drainage while the soil was being prepared would have apparently had a positive effect on the development of the seedling stands in marshy test fields.

In terms of initial development, the planting of pine in all types of soil was a relatively dependable method in the ploughed areas of Kainuu and northern Pohjanmaa. There was not a great difference between the various seedling types, but in more fertile ground and in special cases where rapid reforestation is required it would apparently be worthwhile considering the use of larger seedlings than are at present used.

When the cost-differences between different sizes and types of seedlings area taken into account it is, ultimately, a question of optimisation. The success of transplanted spruce seedlings encourages a more widespread use of this method, and possibly also the utilization of the seedlings of natural origin. In fresh forest soil Siberian larch and silver birch are species worthy of further consideration. In marshy ground however, Siberian larch does not seem to thrive.

In this study sowing was not competitive with planting (Table 2). There was no good reason for sowing in marshy ground. Where dryish areas are sown with pine the clumps of seedlings should be thinned out as early as possible to avoid snow blight. The sowing must be done in the spring immediately after ploughing. In areas with shoulder ploughing in Kainuu the tilt was a better growing bed than the shoulder. In Pohjanmaa the case was just the opposite but the results would seem to indicate that compression of the tilt would have been useful there. In marshy ground the tilt is however the most suitable growing-point in both regions. More attention should be paid than before to the quality of the reforestation material, in particular the seedlings' physiological condition at the time of transplanting, which is an essential factor in their survival.

The most noticeable damages were those caused by snow blight of which there was a particularly high incidence among the seedlings planted on the shoulder in Kainuu; and those caused by elk among the silver birch and Scots pine in the Pohjanmaa region's Kuivaniemi test-field.

When thinking about the practicalities and the significance of reforestation it is a somewhat disappointing result that no stabilization was achieved after 11 years, not even any signs of it, but rather the seedling loss had even in the last years continued at a rate of 2–7% units per year. Although at the last check the seedlings looked, at least on a purely visual estimate, healthy, those which had recently perished would seem to indicate that the future of seedling stand development is uncertain. With sowing the seedling loss was greater than with transplanting. Reaching the snow-limit did not seem to slow down seedling death. This all emphasizes the significance of the natural seedlings in attempting to achieve a sufficient growth density.

The reasons for the continual thinning-out of the seedling stand are not as yet sufficiently understood. Tikkanen and Raitio (1984) have suggested that in the ploughed areas certain chemical processes happen in the soil, giving rise, in 10–15 years, to an imbalance in soil nutrients. The nitrogen level, among others, after a vigorous mineralisation, goes down too far, and phosphorus binds in an unusable form for the plant. The scarcity and imbalance of the nutrients lead to the weakening of the seedlings and to their liability to fungus infections.

Furthermore, Lähde (1984) emphasizes the threat to the trees from the harsh treatment of the soil, above all in the so-called heavy metals changing back to solution. Aluminium and iron rising from the enriched horizon to the surface are also disadvantageous to the trees. Lähde maintains that poor ventilation of the tilt in fine-grained soil could cause difficulties to the seedlings' root-functioning.

Liite 1. Viljelymateriaali. Kylvö A = tavallinen siemen, kylvö B = stratifioitu siemen.
Appendix 1. Reforestation material. Sowing A = ordinary seed, sowing B = stratified seed.

Puulaji ja viljelymateriaali <i>Tree species and material of reforestation</i>	Verson pituus <i>Shoot height cm</i>	Kainuu Siemenen alkuperä <i>Origin of seed</i>	Itävyys <i>Germin- ability %</i>	Pohjanmaa Siemenen alkuperä <i>Origin of seed</i>	Itävyys <i>Germin- ability</i>
Vuosi 1970 Year					
Mänty — <i>Scots pine</i>					
Kylvö A — <i>Sowing A</i>	—	Pudasjärvi	95	Pudasjärvi	90
Kylvö B — <i>Sowing B</i>	—	Kuusamo	90	Pudasjärvi	90
1M + 1A	12	Suomussalmi	—	Vaala	—
1M + 1Ar	16	Älvsby ³⁾	—	Älvsby ³⁾	—
1Mk Fh 408	7	Suomussalmi	—	Vaala	—
Vuosi 1971 Year					
Mänty — <i>Scots pine</i>					
Kylvö A — <i>Sowing A</i>	—	Kuusamo	61	Pudasjärvi	82
1M + 1A	13	Suomussalmi	—	Vaala	—
1M + 1Ar ¹⁾	15	Pudasjärvi	—	Ylikiiminki	—
1Mk Fh 408	5	Rovaniemi	—	Rovaniemi	—
Kuusi — <i>Norway spruce</i>					
Kylvö — <i>Sowing</i>	—	Taivalkoski	94	Puolanka	87
1M + 2A	27	—	—	Pyhäntä	—
Lehtikuusi — <i>Siberian larch</i>					
1M + 1A	28	—	—	Sverdlovsk ⁵⁾	—
Rauduskoivu — <i>Silver birch</i>					
½M + ½M	60	—	—	Alasotkamo	—
Vuosi 1972 Year					
Mänty — <i>Scots pine</i>					
Kylvö A — <i>Sowing A</i>	—	Pudasjärvi	77	Kestilä	92
Kylvö B — <i>Sowing B</i>	—	Pudasjärvi	77	Kestilä	92
1M + 1A	9	Suomussalmi	—	Vaala	—
1M + FP-620	6	Suomussalmi	—	Vaala	—
1M + 1Ar ¹⁾	12	Arvidsjaur ⁴⁾	—	Arvidsjaur ⁴⁾	—
1Mk Fh 480	6	Kemi	—	Kemi	—
Kuusi — <i>Norway spruce</i>					
Kylvö — <i>Sowing</i>	—	Taivalkoski	98	Puolanka	89
1M + 2A	21	Puolanka	—	Pyhäntä	—
Lehtikuusi — <i>Siberian larch</i>					
1M + 1A	24	Sievi	—	Sievi	—
Rauduskoivu — <i>Silver birch</i>					
1M + 1A ²⁾	60	Alasotkamo	—	Alasotkamo	—

¹⁾ Taimet sairaita — *The seedlings disease*

²⁾ Taimet kuivalatvaisia — *The seedlings dry-topped*

³⁾ Pohjois-Ruotsi 64°40'N 19°10'E — *Northern Sweden*

⁴⁾ Pohjois-Ruotsi 65°35'N 19°15'E — *Northern Sweden*

⁵⁾ Neuvostoliitto Etelä-Ural 57°N61°E — *USSR Southern Ural*

Liite 2. Elossaolosadannekset regioittain ja regioiden keskiarvo 1982. Kylvö A = tavallinen siemen, kylvö B = stratifioitu siemen.
 Appendix 2. Survival percentages by region, and average for all regions in 1982. Sowing A = ordinary seed, sowing B = stratified seed.

Puulaji ja viljelymenetelmä <i>Tree species and method of reforestation</i>	Kasvupaikka — Site									Kasvupaikat yhteensä <i>Sites together</i>		
	Kuivahko <i>Dryish</i>			Tuore <i>Fresh</i>			Soistunut <i>Marshy</i>					
	pi sh	pa ti	\bar{x}	pi sh	pa ti	\bar{x}	pi sh	pa ti	\bar{x}	pi sh	pa ti	\bar{x}
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Vuosi 1970 Year												
Kainuu												
Mänty — <i>Scots pine</i>												
Kylvö A — <i>Sowing A</i>	32	46	39	50	64	57	23	53	38	35	54	44
Kylvö B — <i>Sowing B</i>	42	48	45	45	58	52	30	71	50	39	59	49
1M + 1A	56	59	58	63	72	67	29	75	52	49	69	59
1M + 1Ar	50	77	63	58	76	67	39	76	58	49	76	63
1Mk	64	54	59	59	67	63	28	66	47	51	62	56
Yhteensä — Total	49	57	53	55	67	61	30	68	49	44	64	54
Pohjanmaa												
Mänty — <i>Scots pine</i>												
Kylvö A — <i>Sowing A</i>	53	44	48	83	71	77				65	55	60
Kylvö B — <i>Sowing B</i>	45	48	47	83	80	81				60	61	61
1M + 1A	81	62	71	88	70	79				84	65	74
1M + 1Ar	83	68	75	68	69	68				77	68	72
1Mk	75	63	69	79	78	78				77	69	73
Yhteensä — Total	67	57	62	80	74	77				72	64	68
Kainuu + Pohjanmaa												
Mänty — <i>Scots pine</i>												
Kylvö A — <i>Sowing A</i>	42	45	44	63	67	65	23	53	38	45	55	50
Kylvö B — <i>Sowing B</i>	43	48	46	60	67	64	30	71	50	46	60	53
1M + 1A	68	60	64	73	71	72	29	75	52	61	67	64
1M + 1Ar	66	72	69	62	73	67	39	76	58	59	73	66
1Mk	70	59	64	67	71	69	28	66	47	60	65	62
Yhteensä — Total	58	57	57	65	70	67	30	68	49	54	64	59

Liite 2 – jatkoa — *Appendix 2 – Continued*

Vuosi 1971 *Year*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kainuu												
Mänty — <i>Scots pine</i>												
Kylvö A — <i>Sowing A</i>	21	26	23	39	30	35	25	34	30	28	30	29
1M + 1A	60	73	66	79	88	84	53	80	67	64	80	72
1M + 1Ar	57	64	60	58	71	64	35	83	59	50	73	61
1Mk	63	73	68	59	82	70	45	82	63	56	79	67
Kuusi — <i>Norway spruce</i>												
Kylvö — <i>Sowing</i>	64	48	56	66	43	55	56	59	58	62	50	56
Yhteensä — Total	53	57	55	60	63	62	43	68	55	52	63	57

Pohjanmaa

Mänty — <i>Scots pine</i>												
Kylvö A — <i>Sowing A</i>	52	50	51	73	38	55	49	53	51	58	47	52
1M + 1A	68	74	71	74	71	73	64	73	68	69	73	71
1M + 1Ar	64	65	65	60	56	58	50	64	57	58	62	60
1Mk	80	70	75	70	71	70	69	73	71	73	71	72
Kuusi — <i>Norway spruce</i>												
Kylvö — <i>Sowing</i>	77	56	66	89	48	69	53	44	48	73	49	61
1M+2A				82	73	78	71	78	74	76	75	76
Lehtikuusi — <i>Siberian larch</i>												
1M + 1A				52	67	59	26	62	44	39	64	51
Rauduskoivu — <i>Silver birch</i>												
½M + ½M				88	76	82	65	71	68	76	73	75
Yhteensä — Total	68	63	66	73	62	68	56	64	60	65	63	64

Kainuu + Pohjanmaa

Mänty — <i>Scots pine</i>												
Kylvö A — <i>Sowing A</i>	36	38	37	56	34	45	37	43	40	43	38	41
1M + 1A	64	73	69	77	80	78	59	76	68	67	76	71
1M + 1Ar	60	65	63	59	63	61	43	73	58	54	67	61
1Mk	71	72	71	65	76	70	57	77	67	64	75	70
Kuusi — <i>Norway spruce</i>												
Kylvö — <i>Sowing</i>	70	52	61	78	46	62	54	52	53	67	50	59
1M + 2A				82	73	78	71	78	74	76	75	76
Lehtikuusi — <i>Siberian larch</i>												
1M + 1A				52	67	59	26	62	44	39	64	51
Rauduskoivu — <i>Silver birch</i>												
½M + ½M				88	76	82	65	71	68	76	73	75
Yhteensä — Total	61	60	60	67	63	65	49	66	58	59	63	61

Liite 2 – jatkoa — *Appendix 2 – Continued*

Vuosi 1972 *Year*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kainuu												
Mänty — <i>Scots pine</i>												
Kylvö A — <i>Sowing A</i>	25	29	27	38	35	37	22	34	28	28	33	31
Kylvö B — <i>Sowing B</i>	22	22	22	31	37	34	34	33	34	29	31	30
1M + 1A	38	54	46	59	68	64	38	66	52	45	63	54
1Mt	41	59	50	50	66	58	41	68	55	44	64	54
1M + 1Ar	18	18	18	15	19	17	18	25	22	17	21	19
1Mk	33	51	42	53	68	60	31	68	49	39	62	50
Kuusi — Norway spruce												
Kylvö — <i>Sowing</i>	61	45	53	71	65	68	53	54	53	61	55	58
1M + 2A				88	74	81	73	87	80	80	80	80
Lehtikuusi — Siberian larch												
1M + 1A	58	52	55	62	56	59	45	55	50	55	54	54
Rauduskoivu — Silver birch												
1M + 1A				11	9	10	10	8	9	11	9	10
Yhteensä — Total	37	41	39	49	51	50	38	53	46	42	49	45
Pohjanmaa												
Mänty — <i>Scots pine</i>												
Kylvö A — <i>Sowing A</i>	63	52	57	52	45	48	40	52	46	51	49	50
Kylvö B — <i>Sowing B</i>	53	59	56	43	34	39	33	45	39	43	46	45
1M + 1A	73	80	77	68	89	78	71	69	70	71	79	75
1Mt	78	84	81	85	83	84	72	84	78	78	84	81
1M + 1Ar	29	37	33	43	42	42	30	33	32	34	37	36
1Mk	84	84	84	83	80	82	78	80	79	82	81	82
Kuusi — Norway spruce												
Kylvö — <i>Sowing</i>	78	48	63	54	38	46	35	50	43	56	46	51
1M + 2A				90	86	88	67	78	73	78	82	80
Lehtikuusi — Siberian larch												
1M + 1A	66	64	65	88	88	88	54	79	67	69	77	73
Rauduskoivu — Silver birch												
1M + 1A				50	38	44	42	43	43	46	40	44
Yhteensä — Total	65	64	64	66	62	64	52	61	57	61	62	62
Kainuu + Pohjanmaa												
Mänty — <i>Scots pine</i>												
Kylvö A — <i>Sowing A</i>	44	40	42	45	40	43	31	43	37	40	41	40
Kylvö B — <i>Sowing B</i>	37	40	39	37	35	36	34	39	36	36	38	37
1M + 1A	56	67	61	63	79	71	54	68	61	58	71	64
1Mt	60	72	66	68	74	71	56	76	66	61	74	68
1M + 1Ar	24	27	25	29	30	30	24	29	27	26	29	27
1Mk	58	68	63	68	74	71	55	74	64	60	72	66
Kuusi — Norway spruce												
Kylvö — <i>Sowing</i>	69	47	58	63	52	57	44	52	48	58	50	54
1M + 2A				89	80	84	70	83	76	79	81	80
Lehtikuusi — Siberian larch												
1M + 1A	62	58	60	75	72	74	50	67	58	62	66	64
Rauduskoivu — Silver birch												
1M + 1A				34	26	30	34	34	34	34	30	32
Yhteensä — Total	51	52	52	57	57	57	45	57	51	51	56	53

Liite 3. Elossaolosadannekset viljelyvuosien 1970—72 keskiarvoina. Vuoden 1972 rauduskoivun istutusta ei ole otettu mukaan, koska taimet olivat istutettaessa kuivalatvaisia.

Appendix 3. Survival percentages as a mean of cultivation years 1970—72. The 1972 Silver birch plantings have not been included because the seedlings were dry-topped at planting.

Puulaji ja viljelymenetelmä <i>Tree species and method of reforestation</i>	Kasvupaikka — Site									Kasvupaikat yhteensä <i>Sites together</i>		
	Kuivahko <i>Dryish</i>			Tuore <i>Fresh</i>			Soistunut <i>Marshy</i>					
	pi sh	pa ti	\bar{x}	pi sh	pa ti	\bar{x}	pi sh	pa ti	\bar{x}	pi sh	pa ti	\bar{x}
Kainuu												
Mänty — <i>Scots pine</i>												
Kylvö — <i>Sowing</i>	28	34	31	41	45	43	27	45	36	32	41	37
Istutus — <i>Planting</i>	51	63	57	60	73	67	38	73	55	49	69	59
Kuusi — <i>Norway spruce</i>												
Kylvö — <i>Sowing</i>	63	47	55	68	54	61	54	57	55	62	53	57
1M + 2A				88	74	81	73	87	80	80	80	80
Lehtikuusi — <i>Siberian larch</i>												
1M + 1A	58	52	55	62	56	59	45	55	50	55	54	54
Yhteensä — <i>Total</i>	45	51	48	57	62	59	39	62	51	47	58	53
Pohjanmaa												
Mänty — <i>Scots pine</i>												
Kylvö — <i>Sowing</i>	53	51	52	64	50	57	41	50	45	54	50	52
Istutus — <i>Planting</i>	78	73	75	77	77	77	71	76	73	76	75	75
Kuusi — <i>Norway spruce</i>												
Kylvö — <i>Sowing</i>	77	52	65	72	43	58	44	47	45	64	48	56
1M + 2A				86	80	83	69	78	73	77	79	78
Lehtikuusi — <i>Siberian larch</i>												
1M + 1A	66	64	65	70	78	74	40	70	55	57	72	65
Rauduskoivu — <i>Silver birch</i>												
½M + ½M				88	76	82	65	71	68	76	73	75
Yhteensä — <i>Total</i>	69	63	66	74	67	71	56	66	61	67	65	66
Kainuu + Pohjanmaa												
Mänty — <i>Scots pine</i>												
Kylvö — <i>Sowing</i>	41	42	41	52	47	49	32	47	39	42	45	44
Istutus — <i>Planting</i>	64	68	66	68	75	71	51	74	62	61	72	67
Kuusi — <i>Norway spruce</i>												
Kylvö — <i>Sowing</i>	70	49	60	70	49	59	49	52	50	63	50	56
1M + 2A				86	78	82	70	81	76	78	79	79
Lehtikuusi — <i>Siberian larch</i>												
1M + 1A	62	58	60	67	70	69	42	65	53	56	65	61
Rauduskoivu — <i>Silver birch</i>												
½M + ½M				88	76	82	65	71	68	76	73	75
Yhteensä — <i>Total</i>	57	57	57	66	65	65	47	64	56	57	62	60

Liite 4. Pituudet regioittain ja regioiden keskiarvo v. 1982. Kylvö A = tavallinen siemen, kylvö B = stratifoiu siemen.

Appendix 4. Height by region, and average for all regions in 1982. Sowing A = ordinary seed, sowing B = stratified seed.

Puulaji ja viljelymenetelmä <i>Tree species and method of reforestation</i>	Kasvupaikka — <i>Site</i>											
	Kuivahko <i>Dryish</i>			Tuore <i>Fresh</i>			Soistunut <i>Marshy</i>			Kasvupaikat yhteensä <i>Sites together</i>		
	pi sh	pa ti	\bar{x}	pi sh	pa ti	\bar{x}	pi sh	pa ti	\bar{x}	pi sh	pa ti	\bar{x}
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Vuosi 1970 Year												
Kainuu												
Mänty — <i>Scots pine</i>												
Kylvö A — <i>Sowing A</i>	155	152	153	165	181	173	137	143	140	152	159	155
Kylvö B — <i>Sowing B</i>	152	145	148	153	169	161	133	158	145	146	157	151
1M + 1A	237	253	245	246	254	250	207	242	225	230	250	240
1M + 1Ar	243	254	248	261	276	269	208	251	229	237	260	249
1Mk	202	214	208	221	237	229	185	201	193	203	217	210
Yhteensä — <i>Total</i>	198	204	201	209	223	216	174	199	186	193	209	201
Pohjanmaa												
Mänty — <i>Scots pine</i>												
Kylvö A — <i>Sowing A</i>	132	120	126	184	163	173				153	137	145
Kylvö B — <i>Sowing B</i>	137	128	132	171	165	168				151	143	146
1M + 1A	212	220	216	250	260	255	Ei viljelty			227	236	232
1M + 1Ar	223	219	221	263	279	271				239	243	241
1Mk	191	199	195	246	235	241				213	213	213
Yhteensä — <i>Total</i>	179	177	178	223	220	221				197	194	195
Kainuu + Pohjanmaa												
Mänty — <i>Scots pine</i>												
Kylvö A — <i>Sowing A</i>	143	136	140	172	174	173	137	143	140	152	151	152
Kylvö B — <i>Sowing B</i>	144	136	140	160	167	164	133	158	145	147	152	150
1M + 1A	224	237	230	247	256	252	207	242	225	229	245	237
1M + 1Ar	233	237	235	262	277	269	208	251	229	238	254	246
1Mk	196	206	201	231	236	233	185	201	193	206	216	211
Yhteensä — <i>Total</i>	188	190	189	214	222	218	174	199	186	194	203	199

Liite 4 - jatkoa — Appendix 4 - Continued

Vuosi 1971 Year

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kainuu												
Mänty — <i>Scots pine</i>												
Kylvö A — <i>Sowing A</i>	94	104	99	84	128	106	69	97	83	83	110	96
1M + 1A	194	214	204	206	230	218	159	198	178	186	214	200
1M + 1Ar	200	215	208	201	226	214	157	199	178	186	213	200
1Mk	163	182	172	165	190	178	135	168	152	155	180	167
Kuusi — Norway spruce												
Kylvö — <i>Sowing</i>	27	52	40	48	64	56	33	51	42	36	56	46
Yhteensä — Total	136	154	145	141	168	154	111	143	127	129	155	142
Pohjanmaa												
Mänty — <i>Scots pine</i>												
Kylvö A — <i>Sowing A</i>	101	90	96	122	135	129	89	114	102	104	113	109
1M + 1A	184	201	192	217	230	224	175	214	194	192	215	203
1M + 1Ar	169	171	170	196	202	199	168	203	185	178	192	185
1Mk	162	152	157	172	177	174	113	154	134	149	161	155
Kuusi — Norway spruce												
Kylvö — <i>Sowing</i>	39	39	39	44	47	45	36	47	42	40	44	42
1M + 2A				122	113	117	83	127	105	102	120	111
Lehtikuusi — Siberian larch												
1M + 1A				234	262	248	142	234	188	188	248	218
Rauduskoivu — Silver birch												
½M + ½M				336	349	342	248	307	277	292	328	310
Yhteensä — Total	131	131	131	180	189	185	132	175	153	150	170	160
Kainuu + Pohjanmaa												
Mänty — <i>Scots pine</i>												
Kylvö A — <i>Sowing A</i>	97	97	97	103	131	117	79	105	92	93	111	102
1M + 1A	189	207	198	211	230	221	167	206	186	189	214	202
1M + 1Ar	185	193	189	198	214	206	162	201	182	182	203	192
1Mk	163	167	165	169	183	176	124	161	143	152	171	161
Kuusi — Norway spruce												
Kylvö — <i>Sowing</i>	33	45	39	46	55	50	34	49	42	38	50	44
1M + 2A				122	113	117	83	127	105	102	120	111
Lehtikuusi — Siberian larch												
1M + 1A				234	262	248	142	234	188	188	248	218
Rauduskoivu — Silver birch												
½M + ½M				336	349	342	248	307	277	292	328	310
Yhteensä — Total	134	142	138	161	178	169	121	159	140	139	162	151

Liite 4 - jatkoa — Appendix 4 - Continued

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Vuosi 1972 Year												
Kainuu												
Mänty — <i>Scots pine</i>												
Kylvö A — <i>Sowing A</i>	96	79	88	81	94	88	74	78	76	84	84	84
Kylvö B — <i>Sowing B</i>	83	83	83	97	85	91	70	70	70	83	80	81
1M + 1A	160	170	165	172	187	179	141	157	149	157	171	164
1Mt	154	146	150	174	171	172	134	150	142	154	156	155
1M + 1Ar	171	151	161	179	180	180	143	175	159	164	169	167
1Mk	141	152	147	128	137	132	123	142	133	131	144	137
Kuusi — <i>Norway spruce</i>												
Kylvö — <i>Sowing</i>												
1M + 2A	24	40	32	34	56	45	33	43	38	31	46	38
				95	115	105	85	111	98	90	113	101
Lehtikuusi — <i>Siberian larch</i>												
1M + 1A	156	200	178	161	219	190	129	217	173	149	212	180
Rauduskoivu — <i>Silver birch</i>												
1M + 1A				178	243	211	262	328	295	206	271	239
Yhteensä — Total	123	128	125	128	145	136	109	134	121	120	136	127
Pohjanmaa												
Mänty — <i>Scots pine</i>												
Kylvö A — <i>Sowing A</i>	106	94	100	121	132	127	103	117	110	110	114	112
Kylvö B — <i>Sowing B</i>	99	91	95	124	131	127	102	104	103	108	109	108
1M + 1A	153	149	151	203	218	210	159	198	179	172	188	180
1Mt	150	150	150	199	196	198	155	192	174	168	179	174
1M + 1Ar	139	167	153	203	200	202	151	178	164	164	182	173
1Mk	130	135	133	179	187	183	148	169	159	152	164	158
Kuusi — <i>Norway spruce</i>												
Kylvö — <i>Sowing</i>												
1M + 2A	28	35	31	45	49	47	36	55	45	36	46	41
				111	121	116	91	120	106	101	121	111
Lehtikuusi — <i>Siberian larch</i>												
1M + 1A	202	217	210	258	286	272	167	238	203	209	247	228
Rauduskoivu — <i>Silver birch</i>												
1M + 1A				256	296	276	196	252	224	226	274	250
Yhteensä — Total	126	130	128	170	182	176	131	162	147	144	160	152
Kainuu + Pohjanmaa												
Mänty — <i>Scots pine</i>												
Kylvö A — <i>Sowing A</i>	101	87	94	101	113	107	89	97	93	97	99	98
Kylvö B — <i>Sowing B</i>	91	87	89	110	108	109	86	87	87	96	94	95
1M + 1A	156	159	158	187	202	195	150	178	164	165	180	172
1Mt	152	148	150	187	184	185	145	171	158	161	168	164
1M + 1Ar	155	159	157	191	190	191	147	176	162	164	175	170
1Mk	136	144	140	154	162	158	136	156	146	142	154	148
Kuusi — <i>Norway spruce</i>												
Kylvö — <i>Sowing</i>												
1M + 2A	26	38	32	40	52	46	34	49	42	33	46	40
				103	118	111	88	116	102	96	117	106
Lehtikuusi — <i>Siberian larch</i>												
1M + 1A	179	208	194	210	252	231	148	227	188	179	229	204
Rauduskoivu — <i>Silver birch</i>												
1M + 1A				225	275	250	213	271	242	219	273	246
Yhteensä — Total	125	129	127	149	163	156	120	148	134	131	147	139

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:* 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 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, Finland
Puh. — *Phone:* (960) 15 721

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

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

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

- No 666 Valsta, Lauri: Mänty-rauduskoivusekametsikön hakkuuohjelman optimointi. Optimizing thinnings and rotation for mixed, even-aged pine-birch stands.
- No 667 Lipas, Erkki: Maan ravinnetila siemenviljelyksillä. Soil fertility levels in Finnish seed orchards.
- No 668 Uusvaara, Olli: Sahanhakkeen painomittaus. Weight scaling of sawmill chips.
- No 669 Kortesharju, Jouko & Mäkinen, Yrjö: Vaotuksen, lannoituksen ja katteiden vaikutus hillaan karuilla luonnon-tilaisilla soilla. The effect of furrowing, fertilization, and mulching on cloudberry (*Rubus chamaemorus*) on virgin oligotrophic mires.
- No 670 Jäppinen, Jukka-Pekka, Hotanen, Juha-Pekka & Salo, Kauko: Marja- ja sienisadot ja niiden suhde metsikkö-tunnuksiin mustikka- ja puolukkatyyppin kankailla Ilomantsissa vuosina 1982—1984. Yields of wild berries and larger fungi and their relationship to stand characteristics on MT and VT-type mineral soil sites in Ilomantsi, eastern Finland, 1982—1984.
- No 671 Parviainen, Jari & Antola, Jukka: Taimien kehitys ja juuriston morfologia eri taimilajeilla perustetuissa männynistutuksissa. The root system morphology and stand development of different types of pine nursery stock plantations.
- No 672 Onttinen, Sirpa: Metsurin työvälinekustannukset 1985. Forest workers' equipment costs in Finland in 1985.
- No 673 Gustavsen, Hans Gustav & Päivänen, Juhani: Luonnontilaisten soiden puustot kasvullisella metsämaalla 1950-luvun alussa. Tree stands on virgin forested mires in the early 1950's in Finland.
- No 674 Mikkola, Kari & Sepponen, Pentti: Kasvupaikkatekijöiden ja kasvillisuuden suhteet Luoteis-Enontekiön tunturikoivikoissa. Relationships between site factors and vegetation in mountain birch stands in northwestern Enontekiö.
- No 675 Repo, Seppo: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1984—1986. Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1984—1986.
- No 676 Keskitalo, Pentti & Sepponen, Pentti: Erilaisten moreenimuotojen kasvupaikkaominaisuuksia Pohjois-Suomesta. The site properties of different types of moraine formation in northern Finland.
- No 677 Metsäntutkimuslaitoksen päätös havupuutukkien, lehtipuutukkien, mäntypylväiden ja ratapölkkyaihoiden mittaauksessa käytettävistä yksikkötilavuusluvuista 14. päivänä kesäkuuta 1985 annetun päätöksen muuttamisesta. Skogsforskningsinstitutets beslut om förändring av beslutet från den 14 juni 1985 om de enhetsvolymtal, som används vid mätning av barrtimmer, lövtimmer, tallstolpar och sliperstimmer.
- No 678 Isomäki, Antti: Linjakäytävän vaikutus reunapuiden kehitykseen. Effects of line corridors on the development of edge trees.
- No 679 Peltonen, Antti: Metsien uudistaminen turvemilla kuuden eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueella. Vuosien 1978—1979 inventointitulokset. Forest regeneration on peatlands in the six southernmost forestry board districts of Finland. Results from inventories in 1978—1979.
- No 680 Naskali, Arto: Keskittymisindeksit ja ostajien keskittyminen Pohjois-Suomen raakapuumarkkinoilla. Concentration indices and buyer concentration in the roundwood markets in Northern Finland.
- 1987
- No 681 Kaunisto, Seppo: Lannoituksen ja muokkauksen vaikutus männyn ja rauduskoivun istutustaimien kasvuun suonpohjilla. Effect of fertilization and soil preparation on the development of Scots pine and silver birch plantations on peat cutover areas.
- No 682 Voipio, Raili: Puiden biomassan vitamiinipitoisuus. Vitamin content of tree biomass.
- No 683 Uusvaara, Olli & Verkasalo, Erkki: Metsähakkeen tiiviys ja muita teknisiä ominaisuuksia. Solid content and other technical properties of forest chips.
- No 684 Rikkonen, Pentti: Havutukkien kuorelliseen latvaläpimitaan perustuva tilavuuden määrittäminen. Volume of coniferous saw logs based on top diameter over bark.
- No 685 Huuri, Olavi, Lähde, Erkki & Huuri, Leena: Tiheyden vaikutus nuoren istutusmännikön laatuun ja tuotokseen. Effect of stand density on the quality and yield of young Scots pine plantations.
- No 686 Valtanen, Jukka & Engberg, Mikael: Vuosina 1970—72 perustetun aurasalueiden metsänviljelykokeen tulokset Kainuussa ja Pohjanmaalla. The results from Kainuu and Pohjanmaa of the ploughed-area reforestation experiment begun during 1970—72.
- No 687 Nurmi, Juha: Polttohakkeen kuivatus traktorikonteissa. Drying of fuel chips and chunks in wooden bins.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaletilaukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomonisteita koskevat pyynnöt osoitetaan ao. tutkimusosastolle tai -asemalle.
Subscriptions concerning single copies of the publications, as well as exchange offers, can be addressed to the Library of the Institute.

Myynti: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10, puh. (90) 17341