

FOLIA FORESTALIA 462

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1981

JYRKI RAULO JA RISTO RIKALA

ISTUTETTUJEN MÄNNYN, KUUSEN JA
RAUDUSKOIVUN TAIMIEN ALKUKEHITYS
ERI TAVOIN KÄSITELLYLLÄ VILJELYALALLA

INITIAL DEVELOPMENT OF
SCOTS PINE, NORWAY SPRUCE
AND SILVER BIRCH SEEDLINGS
PLANTED ON A FORESTATION SITE
PREPARED IN DIFFERENT WAYS



METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

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

Puhelin: (90) 661 401
Phone:

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

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

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

FOLIA FORESTALIA 462

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1981

Jyrki Raulo ja Risto Rikala

ISTUTETTUJEN MÄNNYN, KUUSEN JA RAUDUSKOIVUN TAIMIEN
ALKUKEHITYS ERI TAVOIN KÄSITELLYLLÄ VILJELYALALLA

The development of Scots pine, Norway spruce and silver
birch seedlings planted on a forestation site prepared in
different ways

ODC 232.216:236
ISBN 951-40-0507-4
ISSN 0015-5543

RAULO, J. & RIKALA, R. 1981. Istutettujen männyn, kuusen ja rauduskoivun taimien alkukehitys eri tavoin käsitellyllä viljelyalalla. Summary: Initial development of Scots pine, Norway spruce and silver birch seedlings planted on a forestation site prepared in different ways. *Folia For.* 462: 1—13.

Kokeessa seurattiin maan lämpötilan ja pintakasvillisuuden kehitystä sekä männyn, kuusen ja rauduskoivun taimien menestymistä laikutus-, lautasauraus-, piennarauraus- ja mätätysjäljessä sekä muokkaamattomassa maassa. Taimet menestyivät parhaiten mättäillä ja aurauksen pientareella, mutta myös lautasauraus ja laikutus paransivat yleensä taimien kehitystä muokkaamattomaan maahan verrattuna. Taimien parempi menestyminen muokkausjäljessä aiheutuu pintakasvillisuuden kilpailun vähentymisestä sekä maaperän lämpö- ja kosteusolosuhteiden paranemisesta taimien kannalta.

The soil temperature, development of ground vegetation, and the initial development of Scots pine, Norway spruce and silver birch seedlings planted on untreated sites and sites prepared by scalping, disc-ploughing, shoulder ploughing and hummocking were followed in the study. The best results were obtained with seedlings planted on hummocks and ploughed shoulders. The results for disc-ploughing and scalping were better than those obtained on the untreated sites. The improved growth of the seedlings on the prepared areas is presumably due to the reduction in competition from the ground vegetation and to the improvement in the temperature and moisture conditions in the soil.

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	4
2. TUTKIMUSAINEISTO JA MENETELMÄ	4
21. Koealue	4
22. Kokeen perustaminen	5
23. Mittaukset	6
24. Tutkimusjakson sääolot	6
3. TULOKSET	6
31. Maan lämpöolot	6
32. Pintakasvillisuuden kehitys	6
33. Taimien menestyminen	7
4. TULOSTEN TARKASTELU	10
KIRJALLISUUS	11
SUMMARY	12

1. JOHDANTO

Maanmuokkauksen vaikutusta metsämaan ominaisuuksiin ja metsänviljelyn onnistumiseen on tutkittu erityisesti Pohjois-Suomessa (esim. Leikola 1974, Kauppila ja Lähde 1975, Lähde ja Pohjola 1975, Mutka ja Lähde 1977, Pohтила 1977, Lähde 1978). Muokkausjäljen muuttumista ja sen pintakasvillisuuden kehitystä selvittäviä tutkimuksia on myös tehty pääosin Pohjois-Suomen olosuhteissa (esim. Kellomäki 1972, Ferm ja Pohтила 1977). Metsämaan muokkausta Etelä-Suomessa selvittävät tutkimukset on myös jo aloitettu (esim. Mälkönen 1972, 1976, Laiho 1976, Kinnunen 1976). Erilaisiin mätästysmenetelmiin on aivan viime aikoina herännyt kiinnostus sekä Ruotsissa (Söderström ym. 1978) että Suomessa (Kauppila ja Lähde 1975, Kinnunen 1979, Laiho 1979). Tutkimuksiin ei kuitenkaan ole liittynyt pintakasvillisuuden kehityksen seuranta. Pintakasvillisuuden kehitystä selvittäviä tutkimuksia viljelyaloilla on Suomessa yleensäkin tehty hyvin vähän, joskin kilpailevan kasvillisuuden haitta-vaikutukset sekä luontaisesti syntyneille että viljellyille taimille tunnetaan hyvin (esim. Hertz 1932, Sarvas 1944, Lehto 1969, Raulo 1976, Leikola 1976, Leikola ja Raulo 1976). Ruotsissa

on mm. B ä r r i n g (1967) tutkinut pintakasvillisuuden vaikutusta taimien kehittymiseen peltomailla ja H a g n e r (1978) eri kasvilajien sekä maanpinnan muotojen vaikutusta taimien menestymiseen metsämaalla.

Tässä tutkimuksessa selvitetään erilaisten muokkaustapojen vaikutusta maan lämpöoloihin ja muokkausjälkeen kehittyvään pintakasvillisuuteen sekä tarkastellaan eri tavoin muokatuille aloille istutettujen männyn, kuusen ja rauduskoivun taimien menestymistä. Kokeen seuranta jatketaan, ja myöhemmin selvitetään toisessa yhteydessä myös pintakasvillisuuden lajiston kehitystä tarkemmin.

Raulo on suunnitellut ja perustanut kokeet sekä vastannut taimiin kohdistuvista mittauksista. Rikala on huolehtinut pintakasvillisuuden seurannasta, koealueen maaperän ominaisuuksien selvittämisestä ja aineiston käsittelyn pääosasta. Käsikirjoitus on tutkijoiden yhteistyötä.

Tutkimuksen suunnittelu- ja toteuttamisvaiheessa olemme saaneet arvokasta apua professori Matti Leikolalta ja fil.lis. Eeva-Liisa Jukolalta. Kenttätöissä ovat avustaneet metsäteknikko Jaakko Rokkonen sekä tutkimusapulaiset Raija Kuusmin, Maija Piitulainen ja Ritva Pitkänen. Tutkimuksen on puhtaaksikirjoittanut toimistosihtööri Liisa Salmi. Käsikirjoituksen ovat tarkastaneet professorit Matti Leikola ja Erkki Lähde sekä vt. professori Eino Mälkönen. Kaikkien edellä mainituille esitämme parhaat kiitoksemme.

2. TUTKIMUSAINEISTO JA MENETELMÄ

21. Koealue

Koealue sijaitsee Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen kokeilualueen Rajamäen tilalla n. 9 km Suonenjoen kaupungin keskustasta luoteeseen (62°39'N, 27°03'E) korkealla (180 m mpy) mäen laella ja pääosin pohjoiseen viettävällä rinteellä. Ennen hakkuuta koealueella kasvoi metsikkö, joka jakautui kolmeen pääkuvioon, joissa puiden ikä ja puulajisuhteet vaihtelivat seuraavasti:

kuvio n:o	kuvioilla olevien toistojen n:o	metsikön ikä, v	metsätyyppi	puulajisuhteet ennen hakkuuta,	%
1	I, II	30—40	OMT	kuusi koivu leppä	80 10 10
2	III	10—15	MT	mänty	100
3	IV	60—80	MT	mänty kuusi koivu	80 15 5

Taulukko 1. Koalueen maalajitejakautuma.
 Table 1. Particle-size distribution of mineral soil in the experimental area.

Maalajite Soil type	Näytesyvyys, cm — Sample depth, cm		
	0—10	10—30	30—50
	Paino, % — Weight, %		
Karkea hiekka Coarse sand	14,2 ± 0,4	14,1 ± 0,2	14,1 ± 0,4
Hieno hiekka Medium sand	23,9 ± 0,4	23,7 ± 0,3	22,9 ± 0,4
Karkea hieta Fine sand	27,7 ± 0,3	28,2 ± 0,3	27,8 ± 0,3
Hieno hieta Very fine sand	18,2 ± 0,4	18,8 ± 0,3	18,8 ± 0,5
Karkea hiesu Coarse silt	9,2 ± 0,2	9,2 ± 0,4	10,1 ± 0,4
Hieno hiesu Fine silt	2,7 ± 0,3	2,6 ± 0,2	3,5 ± 0,2
Savi Clay	4,1 ± 0,2	3,4 ± 0,2	2,8 ± 0,2

Koalue, jonka pinta-ala on n. 6 ha, hakattiin paljaaksi kesällä 1972.

Alueen maaperän kivisyys määritettiin painamismenetelmällä (V i r o 1952) ja syvyysindeksiksi saatiin arvo $19,7 \pm 2,3$. Tämä arvo on koalueelta tasaisin välimatkoin määritetyn 500 mittauspisteen keskiarvo. Humuskerroksen sekä A- ja B-horisonttien paksuudet mitattiin koalueelta 30 kohdasta. Humuskerroksen paksuus oli $7,7 \pm 0,8$ cm, A-horisontin $9,0 \pm 1,2$ cm ja B-horisontin $20,7 \pm 3,2$ cm.

Maan lajitekoostumuksen selvittämistä varten kerättiin maanäytteet toistojen II ja III alueelta jokaiselta koaalalta kolmelta eri syvyydeltä (0—10 cm, 10—30 cm ja 30—50 cm). Kunkin koalan näyte koostui viidestä eri osanäytteestä. Lajitekoostumus määriteltiin Suomenjoen metsänviljelyn koasemalla seulonta- ja sedimentaatiomenetelmää (E l o n e n 1971) käyttäen. Soran osuus näytemaasta oli keskimäärin $19,7 \pm 1,0$ paino-%. Alle 2 mm:n fraktiojakaantuma esitetään taulukossa 1.

22. Kokeen perustaminen

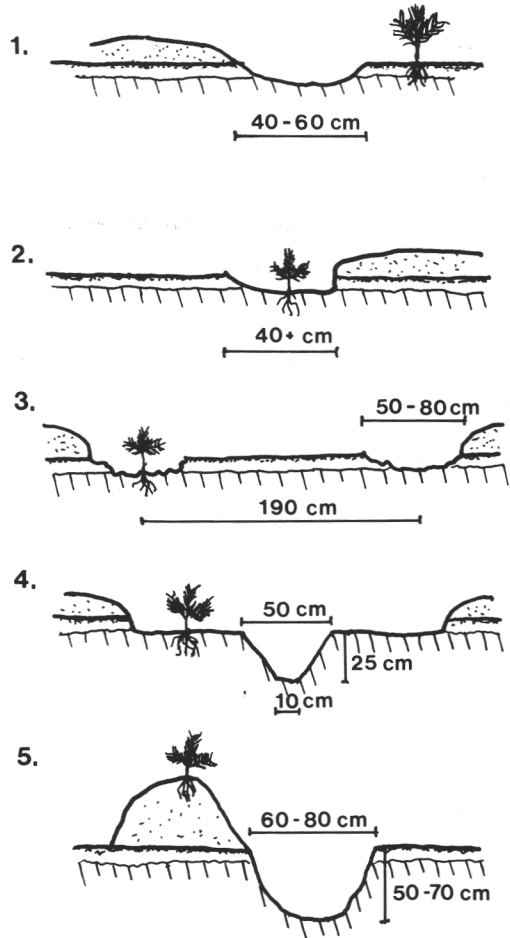
Koalue muokattiin syyskuussa 1972 Suomenjoen metsänviljelyn koasemalla järjestetyn ensimmäisen suomalais-neuvostoliittolaisen metsänviljelysymposiumin maanmuokkausnäytöksen yhteydessä. Muokkaajina olivat koneiden valmistajat, joten muokkausjäljet edustivat olosuhteisiin nähden ilmeisesti kunkin koneen korkeatasoista jälkeä. Muokkaustavat ja -laitteet olivat seuraavat:

N:o	Muokausmenetelmä	Työväline
1	jyrsintä	Enso-Kunttajyrsin
2	laikutus	laikkuri m/Sinkkilä
3	lautasauraus	TTS-35 metsä-äes
4	piennarauraus	metsänviljelyaura m/KLM-170
5	mätästys	kaivuri Ukko-Mestari

Kaavakuvat eri muokkausjäljistä esitetään kuvassa 1. Jyrsintäkoaloilla taimet istutettiin muokkaamattomiin kohtiin ja tätä menettelyä käytettiin vertailuna

taimien menestymistä tarkasteltaessa. Muissa käsitellyissä taimet istutettiin muokkausjälkeen kuvan 1 osoittamalla tavalla.

Jokaisella muokkuskäsitteillä käsiteltiin neljä erillistä $30 \text{ m} \times 60 \text{ m}$:n suuruisia lohkoittain arvottua koalaa. Toistossa II jäi laikutusalue tilan puutteen vuoksi muita koaloja pienemmäksi ja mäntykoalaa ei saatu kokonaan mahtumaan ko. laikutusruudulle. Tästä syystä tulokset perustuvat männyn osalta vain kolmeen toistoon. Vuonna 1973 toukokuun 3. ja 15. päivän välisenä aikana istutettiin kuhunkin muokkausruutuun 150 män-



Kuva 1. Kaaviokuva kokeen muokkuskäsitteilyistä. 1 = Jyrsintä Enso-kunttajyrsimellä, 2 = Laikutus Sinkkilä-laikkurilla, 3 = Lautasauraus TTS-35-metsä-äkeellä, 4 = Piennarauraus m/KLM 170-metsänviljelyauralla ja 5 = Mätästys Ukko-Mestari-kaivinkoneella.

Fig. 1. Schematic diagramme of soil preparation methods used in the study. 1 = Rototilling, rotary tiller ENSO-KUNTTA-JYRSIN, 2 = Scarifying, scarifier SINKKILÄ, 3 = Discloughing, reforestation plow TTS-35, 4 = Shoulderploughing, reforestation plow KLM-170, 5 = Hummocking, tractor digger UKKO-MESTARI.

nyn (*Pinus sylvestris* L.), kuusen (*Picea abies* (L.) Karst.) ja rauduskoivun (*Betula pendula* Roth) tainta. Koko kokeen taimimäärä oli näin ollen 9 000 tainta. Männyn taimet olivat Suomenjoen alkuperää ja ne edustivat taimilajia 1A + 1Ar. Kuuset olivat Jokioisten alkuperää ja ne edustivat taimilajia 2A + 2A. Koivun taimet olivat Enon alkuperää ja ne edustivat metsänviljelyssä hyvin harvoin käytettyä yksivuotista taimilajia 1A. Eri puulajien sijoitus maanmuokkausruutujen kolmanneksiin arvottiin.

23. Mittaukset

Kesinä 1973 ja 1974 mitattiin maatermografeilla (Lambrecht 252) maan lämpötilaa koalueen muokkaamattomissa kohdissa, aurauksen palteessa ja pien-tareessa sekä mätästyksen kohoumassa. Mittaukset tehtiin 5 cm:n syvyydestä. Mainituissa käsittelyissä oli kussakin kaksi termografia. Termografeissa esiintyneiden toimintahäiriöiden vuoksi ei lämpösummien kehittymistä eri tavoin muokatuissa kohdissa voitu määrittää luotettavasti.

Pintakasvillisuuden kehittymistä seurattiin kokeen kahdessa toistossa viitenä muokkauksen jälkeisenä vuonna ns. korjuumenetelmällä. Arvotuista kohdista leikattiin kaikki maanpäällinen pintakasvillisuus. Näytealan koko oli aina 0,25 m² ja sen muoto määräytyi muokkausjäljen muodon mukaan. Näytekohtia, joissa kasvillisuuden kehittymistä seurattiin, oli 112 kpl ja ne jakautuivat tasaisesti eri koejäsenissä muokattuihin ja muokkaamattomiin kohtiin. Korjuumenetelmällä kerätyneet näytteet lajiteltiin, kuivattiin 1 vrk 105 asteen lämpötilassa ja punnittiin näyteruuduitain. Näytteet kerättiin vuosittain elokuun alun ja syyskuun puolen-välin välisenä aikana.

Elokuun alussa 1977 mitattiin kaikkien elävien taimien kokonaispituus ja kesän 1977 pituuskasvu. Samalla määritettiin taimien elossaolosadannes kaikissa koeruuuissa.

24. Tutkimusjakson sääolot

Tutkimusjakson sääoloja tarkastellaan vertailemalla Suomenjoen metsänviljelyn koegasman sääasemalla tehtyjä havaintoja vuosien 1931—60 Kuopion säähavainto-aseman keskimääräisiin arvoihin (K o l k k i 1969). Koegasman sääasema sijaitsee varsinaiselta koalueelta noin 6,5 km etelään. Kokeen perustamiskesän 1973 touko-, kesä- ja heinäkuun keskilämpötilat olivat n. 2° keskimääräistä kylmempiä. Koko kasvukauden tehoisan lämpötilan summa oli n. 60 lämpösummayksikköä (d.d.; +5 °C kynnsarvo) keskimääräistä korkeampi. Kasvukauden 1973 eri kuukausien keskilämpötilat Suomenjoen metsänviljelyn koegasamalla olivat seuraavat:

kuukausi:	toukokuu	kesäkuu	heinäkuu	elokuu	syyskuu
keski-lämpö-tila	9,2 °C	15,9 °C	19,5 °C	13,9 °C	5,6 °C

Sademäärät olivat kesällä 1973 kuukausittain vaihtelevia. Vain toukokuun sademäärä oli lähes normaali. Kesä- ja elokuussa satoi yhteensä lähes 100 mm keskimääräistä enemmän. Heinäkuun sademäärä oli puolestaan vain puolet keskimääräisestä. Koevuosien 1973—77 tehoisan lämpötilan summa sekä touko—syyskuun kokonaissademäärä ja Bellani-pyranometrillä mitattu kokonaissäteily esitetään seuraavassa. Sulkeissa mainitut lukemat esittävät tilannetta kasvillisuusnäytteiden keruuajankohtana.

vuosi	lämpösumma, d.d.	säteilysumma kJ cm ⁻²	sadesumma, mm
1973	1 257 (925)	274 (201)	336 (167)
1974	1 189 (700)	231 (162)	490 (211)
1975	1 287 (1 085)	268 (246)	304 (213)
1976	984 (783)	260 (202)	286 (211)
1977	1 036 (784)	251 (192)	386 (240)

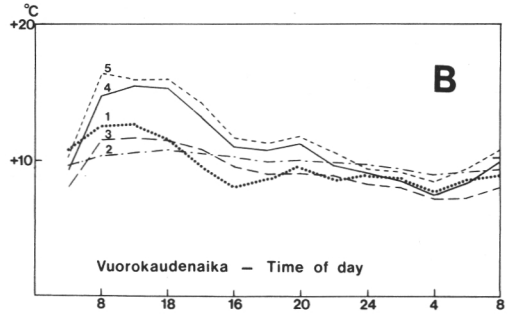
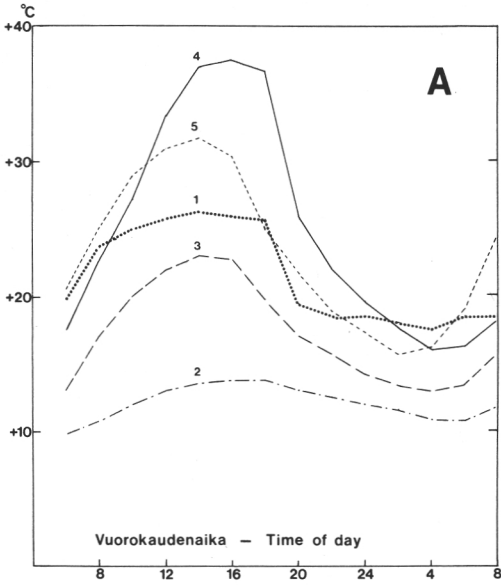
3. TULOKSET

31. Maan lämpöolot

Erot maan lämpöoloissa eri tavoin muokatuilla aloilla olivat selvät (kuva 2). Lämpiminä keskikesän päivinä muokkaamattoman maan ja aurauksen palteen tai mättään lämpöerot 5 cm:n syvyydellä saattoivat olla lähes 20 °C. Piennar oli 2—4 °C pallella viileämpi ilman lämpötilan ollessa +10 — +20 °C. Ilman lämpötilan noustessa yli 25°:een mitattiin palteessa ja mättäissä yli 35°:een lämpötiloja. Muokattu maa oli kesä—elokuussa yleensä yölläkin lämpimämpää kuin muokkaamaton maa. Sen sijaan touko- ja syyskuun öinä muokkaamattoman maan lämpötilat olivat muokatun maan lämpötiloja vähän korkeammat.

32. Pintakasvillisuuden kehitys

Piennaraurauksen, mätästyksen, laikutuksen ja lautasaurauksen muokkausjäljessä oli kasvillisuuden biomassassa ensimmäisten muokkausta seuranneiden vuosien aikana vain 20—50 % muokkaamattoman maan biomassasta. Kasvillisuuden biomassassa lisääntyi voimakkaasti kaikilla koaloilla kahden ensimmäisen seurantavuoden aikana (kuva 3). Vuoden 1975 jälkeinen biomassan väheneminen selittyi kesien epäedullisista säästä. Tulokseen on vaikuttanut myös se, että vuonna 1975 kasvinäytteiden keruuajankohta oli kaksi viikkoa myöhäisempi kuin muina vuosina. Myös jyrsinän jäljessä pysyi biomassan määrä selvästi pienempänä



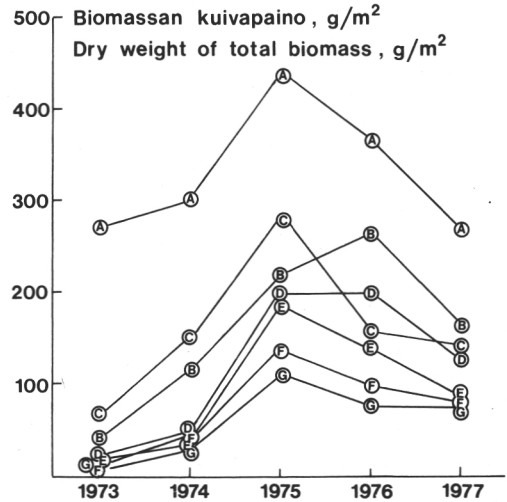
Kuva 2. Ilman lämpötilä 2 m:n korkeudella ja maan lämpötilä 5 cm:n syvyydellä eri tavoin muokatuilla viljelyaloilla aurinkoisena ja lämpimänä päivänä 19.—20.6.1974 (A) sekä viileänä ja pilvisenä päivänä 25.—26.6.1974 (B). 1. Ilma, 2. Käsittelemätön, 3. Aoraus, piennar, 4. Aoraus, palle, 5. Mätäs.

Fig. 2. Air temperature 2 m above ground and soil temperature at a depth of 5 cm in plots prepared in different ways. A = on a warm, sunny day (19.—20.6.1974), B = on a cool, cloudy day (25.—26.6.1974). 1. Air, 2. Untreated, 3. Ploughing shoulder, 4. Ploughing, tilt, 5. Hummocking.

kuin käsittelemättömällä vertailualalla. Jyr-
sinnan jäljessä ja auran muodostamassa
palteessa kasvipeite lisääntyi selvästi nope-
ammin kuin mättäessä sekä auratun alan
pientareessa. Lautasauran jäljessä ja laikus-
sa kasvillisuuden biomassassa lisääntyi jokseen-
kin hitaasti. Päälajeina biomassassa esiin-
tyivät röllit (*Agrostis* spp.), kastikat (*Cal-
amagrostis* spp.) ja lauhat (*Deschampsia* spp.)
sekä viidentenä muokkauksen jälkeisenä
vuonna voimakkaasti yleistynyt kanerva
(*Calluna vulgaris*). Muokkaamattomilla
kohdilla biomassasta muodostivat lauhat,
röllit, kastikat ja mustikka (*Vaccinium myr-
tillus*) noin 80 %.

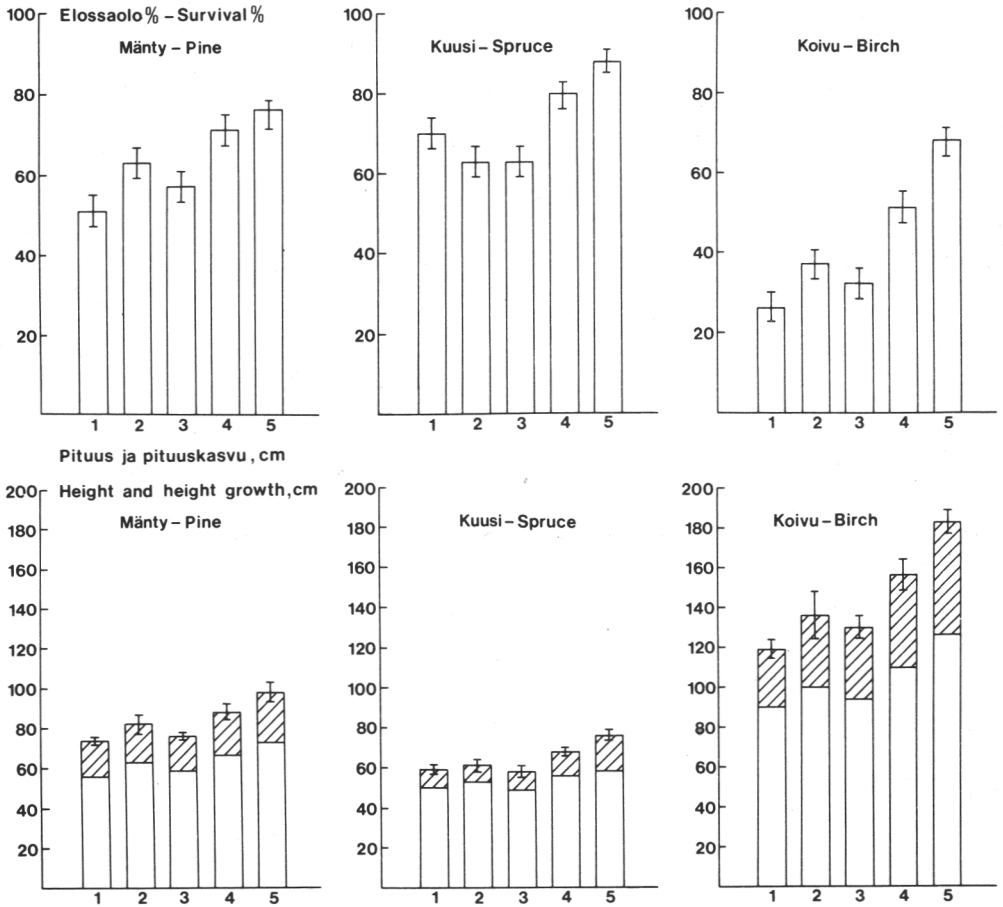
33. Taimien menestyminen

Viiden kasvukauden kuluttua kokeen pe-
rustamisesta oli istutetuista kuusen taimista
elossa 73 %. Männyistä oli tällöin elossa
64 % ja koivuista vain 43 %. Kuusen taimet
menestyivät parhaiten mätästetyillä aloilla
ja huonoimmin lautasauralla muokatuilla
aloilla. Muokkausikäsitteilyjen väliset erot
taimien eloonjäämisessä olivat 25 prosentti-
yksikköä (kuva 4). Muokkaamattomassakin
maassa kuusen taimien eloonjääminen oli
7 % parempi kuin lautasauralla muokatuilla
aloilla ja laikutetuilla aloilla. Kuusen tai-



Kuva 3. Pintakasvillisuuden kokonaisbiomassan kuiva-
ainemäärän kehitys eri tavoin muokatuilla alueilla
vuosina 1973—1977. A = Käsittelemätön, B = Au-
raus, palle, C = Jyräntä, D = Lautasauraus, E =
Laikutus, F = Aoraus, piennar, G = Mätästys.

Fig. 3. Development of total biomass (as dry-matter)
of ground vegetation on plots prepared in different
ways, 1973—1977. A = Untreated, B = Ploughing,
tilt, C = Rotoiling, D = Disc-ploughing, E =
Scalping, F = Ploughing, shoulder, G = Hum-
mocking.



Kuva 4. Taimien elossaolo, pituus ja vuoden 1977 pituuskasvu eri tavoin muokatussa maassa viiden kasvukauden kulluttua istutuksesta. Jana elossaoloa ilmaisevien pylväiden päässä osoittaa binominaalisen jakauman mukaista elossaolosadanneksen luotettavuusrajaa (p , 0,05). Taimien kokonaispituus on merkitty pylväällä ja sen varjostettu osa kuvaa viimeisen vuoden kasvua. Jana pylvään päässä kuvaa taimien koko pituuden keskiarvon keskivirhettä. Muokkauskäsittelyjen merkinnät kuten kuvassa 1.

Fig. 4. Survival rate, height and height growth during summer 1977 of seedlings growing on plots prepared in different ways during the five-year period following planting-out. The bar on top of the column indicating survival rate shows the confidence limits (p 0,05) for survival rate according to the binominal distribution. The total height of the seedlings is marked on the columns, the shaded portion indicating the previous year's growth. The bar on top of this column shows the mean error of mean seedling height. See Fig. 1 for explanation of treatments.

mien pituuskehitys oli huomattavasti hitaampaa kuin koivun ja männyn taimien. Viiden kasvukauden jälkeen kuusen taimien keskimääräinen kokonaispituus oli 65 cm, mäntyjen 83 cm ja koivujen 145 cm. Muokkaamattoman maan ja parhaan tuloksen antaneen mätästyksen välinen ero kuusen taimien kokonaispituudessa oli 17 cm ja viimeisen vuoden kasvussa 9 cm. Vaikka erot olivat vähäiset, osoitti varianssianalyysi hajonnan vähäisyyden ansiosta eri muokkauskäsittelyjen väliset erot merkitseviksi (taulukko 2).

Eri muokkauskäsittelyt vaikuttivat selvimmän koivun taimien menestymiseen. Tämä johtui todennäköisesti siitä, että viljelyssä käytetty taimimateriaali oli erittäin pientä, vain yhden vuoden ajan avomaalla kasvanneita taimia. Muokkaamattomassa maassa vain 26 % tällaisista koivun taimista oli elossa viiden kasvukauden jälkeen. Parhaiten koivut menestyivät mätästyksessä, joihin istutetuista taimista oli elossa 67 %. Laikutus ja lautasauraus eivät sanottavasti lisänneet pienten rauduskoivun taimien eloonjäämistä muokkaamattomaan maahan istutettuihin

Taulukko 2. Muokkauksikäsitellyjen vaikutusta taimien eloonjäämiseen, pituuteen ja pituuskasvuun koskevien varianssianalyysien F-arvot ja vapausasteet.

Table 2. F-values and degrees of freedom of analysis of variance carried out on survival rate, height and height growth of seedlings on a forestation site treated in different ways.

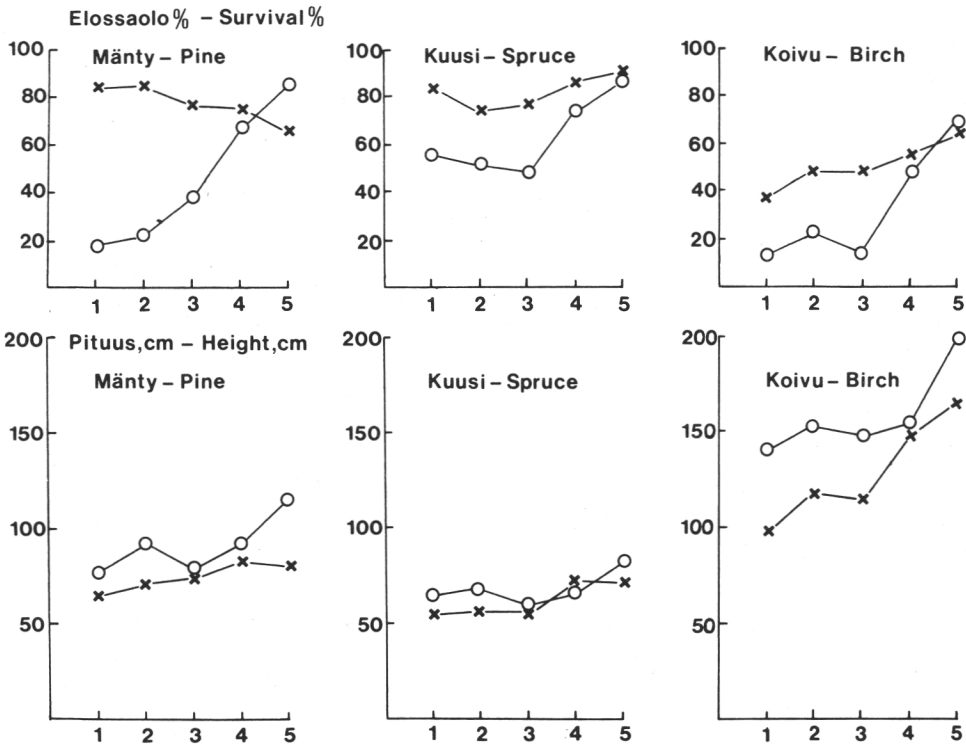
Puulaji Tree species	Vapausasteet Degrees of freedom d.f.	Pituus Height	F-arvo — F-value	
			Pituuskasvu Height growth -77	Elossaolo Survival
Mänty Scots pine	4,11	3,52*	6,18**	0,48
Kuusi Norway spruce	4,12	8,07**	15,88***	4,71*
Koivu Silver birch	4,12	3,44*	5,85**	4,54*

eriin verrattuna. Muokkauksen vaikutus koivun taimien pituuskasvuun oli hyvin samansuuntainen kuin eloonjäämiseenkin. Mitä voimakkaampaa muokkaustapaa käytettiin sitä paremmin koivun taimet kasvoivat pituutta. Muokkauksen vaikutus koivujen pi-

tuuskasvuun näkyi vielä viidentenä kasvukautenakin. Koivujen pituuskasvu oli mättäissä lähes kaksinkertainen muokkaamattomaan maahan istutettuihin koivuihin verrattuna. Muokausmenetelmän vaikutus koivujen eloonjäämiseen ja kokonaispituuteen sekä pituuskasvuun oli varianssianalyysillä testattaessa merkitsevä.

Muokkaus paransi myös männyn taimien menestymistä. Mättäisiin istutettujen taimien elossaolosadannes oli 24 prosenttiyksikköä suurempi kuin muokkaamattomaan maahan istutettujen taimien. Taimien keskipituuden ero oli 25 cm. Varianssianalyysi ei osoittanut eri muokkauksikäsitelyjen välistä eroa taimien eloonjäämisessä merkitseväksi. Sen sijaan erot taimien kokonaispituudessa ja kesän 1977 kasvussa olivat merkitsevät.

Koska kokeen neljästä toistosta kaksi oli käenkaali-mustikka-tyypin (OMT) ja kaksi mustikkatyypin (MT) metsämaalla, voidaan



Kuva 5. Taimien elossaolo ja pituus erilaisissa muokkauksikäsitelyissä viiden kasvukauden kuluttua istutuksesta Metsätyypeittäin. O = käenkaali-mustikkatyypin, X = mustikkatyypin. Muokkauksikäsitelyjen merkintä kuten kuvassa 1.

Fig. 5. Survival rate and seedling height during five-year period following planting-out on plots of different site type treated in different ways. O = Oxalis-Myrtillus type, X = Myrtillus type. See fig. 1 for explanation of treatments.

eri muokkausmenetelmien välistä eroa tarkastella saatujen tulosten valossa alustavasti myös kasvualustan viljavuuden suhteen. Muokkausmenetelmillä oli mustikkatyypillä männyn taimien eloonjäämiseen päinvastainen vaikutus kuin käenkaali-mustikkatyypillä (OMT) (kuva 5). Voimakkaat menetelmät, kuten mätästys ja auraus, heikensivät mustikkatyypillä taimien eloonjäämistä vertailualana olleisiin muokkaamattomiin alueisiin verrattuna 10—15 %:lla. Käenkaali-mustikkatyypillä sen sijaan voimakkaat muokkausmenetelmät edistivät selvästi taimien eloonjäämistä. Kuusen taimien eloonjääminen oli käenkaali-mustikkatyypillä heikompa kuin mustikkatyypillä. Muokkaa-

mattomilla aloilla sekä laikutetuilla ja lautasauralla käsitellyillä aloilla ero oli noin 30 % ja voimakkaasti muokatuilla aloilla 5—10 %. Tehokkaat muokkausmenetelmät paransivat erityisesti koivun taimien eloonjäämistä kaikilla kasvupaikoilla. Käenkaali-mustikkatyypin koaloilla tuli voimakkaiden menetelmien etu tässä suhteessa selvemmin esiin. Taimien pituuskehitykseen oli muokkausmenetelmillä metsätyypistä riippumatta yhdensuuntainen vaikutus. Mitä voimakkaammin maa oli muokattu sitä paremmin taimet kasvoivat. Eniten voimakas muokaus edisti koivun taimien kasvua ja vähiten kuusen taimien kasvua.

4. TULOSTEN TARKASTELUA

Metsämaan muokkauksella pyritään parantamaan maan vesi-, lämpö- ja ravinnesuhteita sekä maan rakennetta ja heikentämään pintakasvillisuuden kilpailukykyä (mm. Mälkönen 1972). Muokkauksen onkin yleisesti todettu nostavan maan lämpötilaa muokkaamattomaan maahan verrattuna (esim. Mälkönen 1972, Leikola 1974, Kinnunen 1976, Lähde 1978). Myös tässä tutkimuksessa muokatun maan lämpötilat olivat selvästi muokkaamattoman maan lämpötiloja korkeammat. Helteisinä kesäpäivinä nousi maan lämpötila auran muodostamassa palteessa ja mättäessä 5 cm:n syvyydessä ajoittain jopa +37°:seen. Näin korkea maan lämpötila on etenkin kuusen, mutta myös männyn taimille haitallista (mm. Söderström 1975). Yleensä muokkausten aiheuttama maan lämpötilan nousu oli kuitenkin vähäisempää ja taimien kasvun kannalta edullista. Muokkauksen, erityisesti mätästykseen ja palleauraukseen, on myös todettu kuivattavan maan pintakerrosta (esim. Kinnunen 1976, Lähde 1978, Ritari ja Lähde 1978). Kuivumisen on jopa pelätty heikentävän maan tuotto-kykyä (Troedsson ja Utbult 1972). Tämän kokeen tutkimusjakson kesien sademäärät olivat normaaleja ja osin jopa runsaita. Tästä huolimatta voimakkaat muokkauksikäsitelyt ilmeisesti kuivattivat

mäen laella tuulille alttiilla mustikkatyypin koaloilla maata liiaksi, mikä ilmeni nimenomaan männyn taimien eloonjäämisen heikentymisenä.

Muokkaamattomalla maalla avohakkuun aiheuttamat ekologiset muutokset vaikuttavat vallitsevien kasvilajien välisiin runsaus-suhteisiin ja näin alkaa ns. sekundaarisukessio. Toisaalta muokattuihin tai paljastettuihin kohtiin levitessään kasvillisuus aloittaa primaarisukcession. On esitetty, että kasvillisuus peittää muokatuilla alueilla maaperän Etelä-Suomessa keskimäärin noin viidessä vuodessa (Kellomäki 1972). Tässä tutkimuksessa muokattujen alojen kasvillisuuden biomassa oli 50—70 % muokkaamattomien kohtien biomassasta viiden kasvukauden jälkeen muokkauksesta. Pintakasvillisuuden biomassan kehityksen perusteella voidaan todeta, että muokkausmenetelmillä kyettiin selvästi vähentämään pintakasvillisuuden taimille aiheuttamaa haittaa useita vuosia. Näin ei kuitenkaan aina välttämättä ole. Muokkausjäljen muoto ja asema muuhun maanpintaan nähden ovat erittäin olennaisia tekijöitä. Kapeassa, maanpinnan tason alapuolella olevassa muokkausjäljessä, kuten esim. laikussa, kasvillisuuden kallistuessa muokatun kohdan päälle taimi saattaa joutua voimakkaamman varjostuksen ja talvella mekaanisen paineen alle kuin muokkaamattomassa maassa (vrt.

myös Söderström ym. 1978). Mitä suurempi kasvillisuuden biomassassa oli sitä heikommin taimet yleensä menestyivät.

Käytännön metsätalouden kannalta merkittävä havainto oli, että miltei kaikilla muokkausmenetelmillä pystyttiin tässä koeksessa parantamaan taimien menestymistä. Poikkeuksen tekivät kahdessa mustikkatyypissä edustaneessa toistossa mätästys ja auraus, jotka alensivat männyn taimien eloonjäämistä. Laikutus ja lautasauraus heikensivät kuusen eloonjäämistä.

Vaikka nyt selostetun kokeen avulla ei voidakaan osoittaa selviä syy- ja seuraussuhteita taimien menestymisen ja ympäristötekijöiden välillä, on kuitenkin ilmeistä, että useissa tutkimuksissa todetut maanmuokkauksella saavutettavat edut maaperän lämpö- ja kosteusolosuhteissa sekä pintakavillisuuden kilpailun väheneminen johtavat taimien parempaan menestymiseen (mm. Mälkönen 1972, Kauppila ja Lähde 1975, Leikola 1976, Mutka ja Lähde 1977, Pohtila 1977). Istutuspaikan korkeus muuhun viljelyalaan nähden näyttäisi parantavan taimien menestymistä. Tätä käsitystä tukevat myös muut kokeet (esim. Kinnunen 1976, Pohtila 1977, Hagner 1978, Lähde

1978). Toisaalta on muistettava, että muokkauksen hyöty kuivilla kasvupaikoilla pienenee ja saattaa joissakin tapauksissa olla taimien kehitystä haittaavakin toimenpide. Nykyisessä käytännössä on pidettävä epäkohtana sitä, että muokkaustapaa ei läheskään aina valita viljelyalan maalajin, maan kosteuden ja biologisten seikkojen perusteella, vaan usein valitaan seudulla helpoimmin saatavissa oleva muokkauskone tai -väline. Muokkausmenetelmien valinnassa tulisi entistä enemmän kiinnittää huomiota biologisiin näkökohtiin.

Tulosten tarkastelussa on muistettava, että ne perustuvat vain viiden ensimmäisen kasvukauden mittauksiin. Taimien alkukehitys saattaa antaa virheellisen ennusteen taimien myöhemmästä menestymisestä (vrt. Parviainen 1976, Lähde 1978). Etenkin taimien juuriston epämuodostumiset voivat aiheuttaa tiiviillä maalajeilla myöhemmin puiden kallistumista ja kaatumista (Huuri 1976). Tässä koeksessa paras alkukehitys oli mättäisiin istutetuilla taimilla, joilla Laihon (1979) mukaan myös juuriston kasvu on alussa nopeaa. Toisaalta mättäissä taimet voivat olla alttiimpia tuulen, lumen ja roudan sekä maan liettymisen aiheuttamille kallistumisille.

KIRJALLISUUS

- BÄRRING, U. 1967. Studier av metoder för plantering av gran och tall på åkermark i södra och mellersta Sverige. Summary: Studies of methods employed in the planting of *Picea abies* (L.) H. Karst. and *Pinus silvestris* L. on farm in southern and central Sweden. Stud. For. Suec. 50: 1—332.
- ELONEN, P. 1971. Particle-size analysis of soil. Seloste: Maan raekoostumuksen määrittäminen. Acta Agr. Fenn. 122: 1—122.
- FERM, A. & POHTILA, E. 1977. Pintakavillisuuden kehittyminen ja muokkauksen jäljen tasoittuminen auratuilla metsänuudistusalloilla Lapissa. Abstract: Succession of ground vegetation and levelling of ploughed tracks on reforestation areas in Finnish Lapland. Folia For. 319: 1—34.
- HAGNER, M. 1978. Hur påverkas plantor av sin närmaste miljö på hygget. 8 s. Moniste. Inst. f. skoglig produktionslära. Umeå universitet.
- HERTZ, M. 1932. Tutkimuksia aluskavillisuuden merkityksestä kuusen uudistumiselle Etelä-Suomen kangasmailla. Referat: Über die Bedeutung der Untervegetation für die Verjüngung der Fichte auf den Südfinnischen Heideböden. Commun. Inst. For. Fenn. 17(4): 1—206.
- HUURI, O. 1976. Kallistumisilmiö istutusmänniköissä; tiedustelun tuloksia. Summary: Tilting of planted pines; survey results. Folia For. 265: 1—22.
- KAUPPILA, A. & LÄHDE, E. 1975. Koetuloksia maan käsittelyn vaikutuksesta metsämaan ominaisuuksiin Pohjois-Suomessa. Summary: On the effect of soil treatments on forest soil properties in North-Finland. Folia For. 230: 1—29.
- KELLOMÄKI, A. 1972. Maanpinnan reliefin ja kavillisuuden kehityksestä aurauksen jälkeisinä vuosina Perä-Pohjolan metsänuudistusalloilla. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja 8: 1—56.
- KINNUNEN, K. 1976. Maanmuokkauksen vaikutus erilaisten paljasjuuri- ja paakkutaimien alkukehitykseen. Metsäntutkimuslaitos. Parkanon tutkimus- aseman tiedonantoja 3: 1—19.
- 1979. Eri taimilajien menestyminen mätästetyllä kivennäismaalla. Metsäntutkimuslaitos. Parkanon tutkimus- aseman tiedonantoja 8: 1—6.
- KOLKKI, O. 1969. Katsaus Suomen ilmastoon. Ilmat. lait. tiedonant. 18: 1—64.
- LAIHO, O. 1976. Tehomuokkauksen vaikutus taimiston alkukehitykseen kanervatyypillä. Parkanon

- tutkimusaseman tiedonantoja 3: 1—5.
- 1979. Taimikehitys metsänhoitoyhdistysten mätäs-
tysaloilla. Metsäntutkimuslaitos. Parkanon tutki-
musaseman tiedonantoja 8: 1—8.
- LEHTO, J. (toim.) 1969. Metsänviljely. Helsinki. 376 s.
- LEIKOLA, M. 1974. Muokkauksen vaikutus metsä-
maan lämpösuhteisiin Pohjois-Suomessa. Summary:
Effect of soil preparation on soil temperature
conditions of forest regeneration areas in northern
Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 84(2): 1—64.
- 1976. Maanmuokkaus ja pintakasvillisuuden tor-
junta peltojen metsittämisessä. Summary: Soil tilling
and weed control in afforestation of abandoned
fields. Commun. Inst. For. Fenn. 88(3): 1—101.
- & RAULO, J. 1976. Heinimisajankohdan vaikutus
pellolle istutettujen männyn ja kuusen taimien al-
kukehitykseen. Metsäntutkimuslaitos. Metsänvilje-
lyn koeaseman tiedonantoja 18: 1—10.
- LÄHDE, E. 1978. Maan käsittelyn vaikutus maan
fysikaalisiin ominaisuuksiin sekä männyn ja kuusen
taimien kehitykseen. Summary: Effect of soil treat-
ment on physical properties of the soil and on devel-
opment of Scots pine and Norway spruce seedlings.
Commun. Inst. For. Fenn. 94(5): 1—59.
- & POHJOLA, T. 1975. Maan käsittelyn vaikutus
männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen. Met-
säntutkimuslaitos. Rovaniemen tutkimusaseman tie-
donantoja 8: 1—29.
- MUTKA, K. & LÄHDE, E. 1977. Effect of soil treat-
ment, liming, and phosphate fertilization on initial
development of bare-rooted Scots pine transplants.
Seloste: Maan käsittelyn, kalkituksen ja fosfori-
lannoituksen vaikutus paljasjuuristen taimien alku-
kehitykseen. Commun. Inst. For. Fenn. 91(3):
1—57.
- MÄLKÖNEN, E. 1972. Näkökohtia metsämaan muok-
kauksesta. Summary: Some aspects concerning culti-
vation of forest soil. Folia For. 137: 1—11.
- 1976. Markberedningens ekologi och inverkan på
planteringsresultatet. Forskningsstiftelsen Skogs-
- arbeten. Redogörelse 6: 11—15.
- PARVIAINEN, J. 1976. Männyn taimilajien juuri-
ton alkukehitys. Summary: Initial development of
root systems of various types of nursery stock for
Scots pine. Folia For. 268: 1—21.
- POHTILA, E. 1977. Reforestation of ploughed sites in
Finnish Lapland. Seloste: Aurattujen alueiden met-
sänviljely Lapissa. Commun. Inst. For. Fenn. 91(4):
1—100.
- RAULO, J. 1976. Heinät haittaa metsänviljelyssä.
Teollisuuden Metsäviesti n:o 3: 16.
- RITARI, A. & LÄHDE, E. 1978. Effect of site prepara-
tion on physical properties of soil in a thick-humus
spruce stand. Seloste: Muokkauksen vaikutus pak-
susammalkuusikon maan fysikaalisiin ominaisuu-
ksiin. Commun. Inst. For. Fenn. 92(7): 1—37.
- SARVAS, R. 1944. Tukkipuun harsintojen vaikutus
Etelä-Suomen yksityismetsiin. Referat: Einwirkung
der Sägestammplenterungen auf die Privatwälder
Südfinnlands. Commun. Inst. For. Fenn. 33(1):
1—268.
- SÖDERSTRÖM, V. 1975. Ekologiska verkningar av
hyggesplogning. Summary: Ecological effects of
ploughing mineral soil before planting clearfelled
areas. Sveriges SkogsvFörb. Tidskr. 5: 443—472.
- , BÄCKE, J., BYFALK, R. & JONSSON, C. 1978.
Jämförelse mellan plantering i jordrabatter och
efter andra markberedningsmetoder. Summary:
Comparison between planting in mineral soil heaps
and after some other soil treatment methods. Rapp.
Uppsats. Instn. Skogsskötsel. Skoghögsk. 11:
1—177.
- TROEDSSON, T. & UTBULT, K. 1972. Huggesplöj-
ning från hydrologisk synpunkt. Summary: Soil
ploughing from the hydrologisk point of view.
Sveriges SkogsvFörb. Tidskr. 5: 477—486.
- VIRO, P.J. 1952. Kivisyiden määrittämisestä.
Summary: On the determination of stoniness.
Commun. Inst. For. Fenn. 40(3): 1—23.

SUMMARY

The effect of different types of soil preparation on soil temperature and the development of ground vegetation on the prepared soil was determined and the initial development of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karsten) and Silver birch (*Betula pendula* Roth) seedlings planted on sites prepared in different ways examined in the study.

This publication is a preliminary report of an experiment which is being continued. More detailed results, especially about the future development of the ground vegetation, will be presented later.

The study area is situated in the Suonenjoki experimental area (62°39'N, 27°03'E: 180 m a.s.l.) of the Finnish Forest Research Institute. Half of the area was of the *Oxalis-Myrtillus* forest site type and the other half of the *Myrtillus* type. The particle-size distribution of the mineral soil is shown in Table 1. The area was clear-cut in 1972. The area was tilled in autumn 1973. The tilling methods used were as follows:

N:o	Soil treatment
1	Rototilling
2	Scalping
3	Disc-ploughing
4	Shoulder-ploughing
5	Hummocking

Each tilling machine was used to prepare four separate 30 m × 60 m-sized plots chosen from each block. The plots were divided into three parts and planted with seedlings in May 1973. 150 pine (2-year-old), 150 spruce (4-year-old) or 150 birch (1-year-old) seedlings were planted in each subplot. The total number of seedlings was 9 000.

The soil temperature at depths of 5 cm was measured using soil thermographs throughout the experimental area in summers 1973 and 1974. The development of the ground vegetation during the five successive summers following soil preparation was followed using

the harvesting method, with two replications. A total of 112 sample plots, each 0,25 m² in size, were distributed evenly over the treated and untreated areas. The ground vegetation samples harvested from each plot were dried for 24 h at 105 °C and weighed. The number of living seedlings was counted and the total height and height growth of summer 1977 of the living seedlings were measured in August 1977.

The main results can be summarised as follows:

— The soil temperature was higher in the prepared areas from June-August than in the untreated ones. The higher the day temperature, the greater was the difference between the areas (Fig. 2). The temperature in the hummocks and shoulder-plough soil banks even rose above 35 °C. The soil temperature in the untreated areas was usually higher during night-time in May and September than in the treated soil.

The total biomass of the ground vegetation on the areas tilled in different ways was only 20—50 % of that on the unprepared sites at the end of the first year after soil preparation was carried out (Fig. 3). The ground vegetation developed fastest on the rotavated areas

and on the tilts left by shoulder ploughing, and slowest on the hummocks and on the shoulder formed by ploughing.

— The seedlings developed the best on the hummocked and ploughed plots, although, in general, they improved also on the discploughed and scalped plots (Fig. 4). The birch seedlings gained the most benefit from soil preparation. The differences for the pine and spruce seedlings were also generally statistically significant (Table 2).

— The benefits of soil preparation were most clear on the more fertile parts of the experimental area, while on the less-fertile parts hummocking and ploughing even decreased the survival of the pine seedlings (Fig. 5).

It can be concluded from these results, and also from the relevant literature, that the beneficial effects of soil preparation in reducing competition from the ground vegetation and improving the temperature and moisture conditions in the soil, results in better development of the seedlings. More attention should be paid to the choice of soil tilling method in the preparation of forestation sites.

ODC 232.216:236
ISBN 951-40-0507-4
ISSN 0015-5543

RAULO, J. & RIKALA, R. 1981. Istutettujen männyn, kuusen ja rauduskoivun taimien alkukehitys eri tavoin käsitellyllä viljelyalalla. Summary: Initial development of Scots pine, Norway spruce and silver birch seedlings planted on a forestation site prepared in different ways. Folia For. 462: 1—13.

The soil temperature, development of the ground vegetation, and the initial development of Scots pine, Norway spruce and silver birch seedlings planted on untreated sites and sites prepared by scalping, disc-ploughing, shoulder ploughing and hummocking were followed in the study. Soil preparation decreased competition from the ground vegetation and increased the soil temperature. The more intensively the soil was prepared, the better the development of the seedlings.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

ODC 232.216:236
ISBN 951-40-0507-4
ISSN 0015-5543

RAULO, J. & RIKALA, R. 1981. Istutettujen männyn, kuusen ja rauduskoivun taimien alkukehitys eri tavoin käsitellyllä viljelyalalla. Summary: Initial development of Scots pine, Norway spruce and silver birch seedlings planted on a forestation site prepared in different ways. Folia For. 462: 1—13.

The soil temperature, development of the ground vegetation, and the initial development of Scots pine, Norway spruce and silver birch seedlings planted on untreated sites and sites prepared by scalping, disc-ploughing, shoulder ploughing and hummocking were followed in the study. Soil preparation decreased competition from the ground vegetation and increased the soil temperature. The more intensively the soil was prepared, the better the development of the seedlings.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

Tilaa kortin kääntöpuolelle merkitsemäni julkaisut (julkaisun numero mainittava).

Please, send me following publications (add numbers of the publications on the backside of the card).

Nimi
Name _____

Osoite
Address _____

Metsäntutkimuslaitos
Kirjasto/Library
Unioninkatu 40 A
SF-00170 Helsinki 17
FINLAND



Folia Forestalia _____

Communicaciones Instituti Forestalis Fenniae _____

Huomautuksia & tiedusteluja
Remarks & calls for information

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Tutkimusosastot — *Research Departments*

Maantutkimusosasto
Department of Soil Science

Suontutkimusosasto
Department of Peatland Forestry

Metsänhoidon tutkimusosasto
Department of Silviculture

Metsänjalostuksen tutkimusosasto
Department of Forest Genetics

Metsänsuojelun tutkimusosasto
Department of Forest Protection

Metsäteknologian tutkimusosasto
Department of Forest Technology

Metsänarvioimisen tutkimusosasto
Department of Forest Inventory and Yield

Metsäekonomian tutkimusosasto
Department of Forest Economics

Matemaattinen osasto
Department of Mathematics

Metsäntutkimusasemat — *Research Stations*

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

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

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

Punkaharjun jalostuskoeasema
Punkaharju Tree Breeding Station
Os. — *Address:* 58450 Punkaharju, Finland
Puh. — *Phone:* (957) 314 142

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:* (995) 61 401

Rovaniemen tutkimusasema
Rovaniemi Research Station
Os. — *Address:* Eteläranta 55
96300 Rovaniemi 30, Finland
Puh. — *Phone:* (991) 15 721

Joensuun tutkimusasema
Joensuu Research Station
Os. — *Address:* c/o Joensuun korkeakoulu
c/o Joensuu University
PL 111
80101 Joensuu 10, Finland
Puh. — *Phone:* (973) 28 311

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

1980

- No 447 Uusvaara, Olli: Pelkkahakkureilla tehdyn hakkeen ja sahatavaran pinnan laatu.
Quality of chips and surface of sawn timber made by chipper headrigs.
- No 448 Vuokila, Yrjö: Kasvatustiheyden vaikutus istutuskusikon kasvuun ja tuotokseen.
The dependence of growth and yield on the density of spruce plantations in Finland.
- No 449 Kinnunen, Kaarlo & Mäki-Kojola, Sakari: Männyn luontaisesta uudistumisesta Pohjois-Satakunnassa.
Natural regeneration of Scots pine in western Finland.
- No 450 Isomäki, Antti & Väisänen, Jarmo: Harvennustavan vaikutus kasvatettavaan puustoon ja harvennuskertymään.
Thinning method and its influence on the remaining growing stock and on the thinning yield.
- No 451 Varmola, Martti: Männyn istutustaimistojen ulkoinen laatu. The external quality of pine plantations.
- No 452 Roiko-Jokela, Pentti: Maaston korkeus puuntuotantoon vaikuttavana tekijänä Pohjois-Suomessa.
The effect of altitude on the forest yield in northern Finland.
- No 453 Pohtila, Eljas & Timonen, Mauri: Suojajetsäalueen viljelytaimikot ja niiden varhaiskehitys.
Scots pine plantations and their early development in the protection forests of Finnish Lapland.
- No 454 Gustavsen, Hans Gustav: Talousmetsien kasvupaikkaluokittelu valtapituuden avulla.
Site index curves for conifer stands in Finland.

1981

- No 455 Salminen, Marja-Liisa: Kuormatraktorin kuljettajan kuormittumisen arviointi psykofysiologisilla menetelmillä.
Evaluation of the strain on the forwarder driver with the help of some psychophysiological methods.
- No 456 Raitio, Hannu: Pääravinnelannoituksen vaikutus männyn neulasten rakenteeseen ja ravinnepitoisuuksiin ojitetulla lyhytkorsinevalla.
Effect of macronutrient fertilization on the structure and nutrient content of pine needles on a drained short sedge bog.
- No 457 Huttunen, Terho: Suomen piensahat 1980.
Small sawmills in Finland, 1980.
- No 458 Kärkkäinen, Matti & Salmi, Juhani: Länsi-Uudenmaan rannikon mäntytukkien ominaisuudet erällä sahalaistoksella.
Properties of pine logs in a coastal sawmill in southern Finland.
- No 459 Kärkkäinen, Matti: Polttopuun rasiinkaadon ja muiden kuivausmenetelmien perusteet.
Foundations of leaf-seasoning and other drying methods of fuelwood.
- No 460 Metsätalastollinen vuosikirja 1980.
Yearbook of Forest Statistics, 1980.
- No 461 Raulo, Jyrki & Lähde, Erkki: Rauduskoivun kylvökokeita Lapissa.
Sowing experiments with *Betula pendula* in Finnish Lapland.
- No 462 Raulo, Jyrki & Rikala, Risto: Istutettujen männyn, kuusen ja rauduskoivun taimien alkukehitys eri tavoin käsitellyllä viljelyalalla.
Initial development of Scots pine, Norway spruce and silver birch seedlings planted on a forestation site prepared in different ways.
- No 463 Hyppönen, Mikko: Eräiden metsikönkasvatusvaihtoehtojen edullisuus metsähallituksen Pohjois-Suomen metsissä.
Profitability of some stand growing alternatives in the State forests of northern Finland.
- No 464 Harstela, Pertti & Piirainen, Kimmo: Esitutkimus PIKA 75 harvesterin automaatioasteen vaikutuksista tuotokseen, mittaustarkkuuteen ja kuljettajan kuormittumiseen.
Output, accuracy of measuring and strain of the driver at three automation levels of PIKA 75 harvester. A pilot study.
- No 465 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1978—80.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1978—80.
- No 466 Harstela, Pertti & Tervo, Leo: Pitkän puutavaran esijuonto vinttureilla ja hevosella.
Bunching of timber by winches and horse.
- No 467 Hakkila, Pentti & Kalaja, Hannu: KOPO palahakejärjestelmä.
KOPO block chip system.
- No 468 Vuokila, Yrjö: Nuoren männikön kasvureaktio ensiharvennuksen jälkeen.
The growth reaction of young pine stands to the first commercial thinning.
- No 469 Rummukainen, Ukko & Voipio, Pekka: Ahavan tuhot kuusentaimissa Suonenjoen taimitarhalla keväällä 1978.
Winter wind damage on Norway spruce seedlings at Suonenjoki seedling nursery in spring 1978.
- No 470 Hallaksela, Anna-Maija & Nevalainen, Seppo: Juurikäävän torjunta urealla kuusenkannoissa.
Control of root rot fungus (*Heterobasidion annosum*) by treating Norway spruce stumps with urea.

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) 17 341

ISBN 951-40-0507-4
ISSN 0015-5543