

# FOLIA FORESTALIA 137

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1972

---

---

EINO MÄLKÖNEN

NÄKÖKOHTIA METSÄMAAN  
MUOKKAUKSESTA

SOME ASPECTS CONCERNING CULTIVATION  
OF FOREST SOIL

---

- N:ot 1—18 on luettu Folia Forestalia-sarjan julkaisuissa 1—41  
 Nos. 1—18 are listed in publications 1—41 of the Folia Forestalia series.
- N:ot 19—55 on luettu Folia Forestalia-sarjan julkaisuissa 19—96.  
 Nos. 19—55 are listed in publications 19—96 of the Folia Forestalia series.
- N:ot 56—98 on luettu Folia Forestalia-sarjan julkaisuissa 56—133.  
 Nos. 56—98 are listed in publications 56—133 of the Folia Forestalia series.
- 1971 No 99 Yrjö Vuokila: Harvennusmallit luontaisesti syntyneille männikoille ja kuusikoille.  
 Gallringsmallar för icke planterade tall- och granbestånd i Finland.  
 Thinning models for natural pine and spruce stands in Finland. 2,—
- No 100 Esko Leinonen ja Kalevi Pullinen: Tilavuuspaino-otanta kuitupuun mittauksessa.  
 Green density sampling in pulpwood scaling. 2,—
- No 101 IUFRO, Section 31, Working Group 4: Forecasting in forestry and timber economy  
 5,—
- No 102 Sulo Väänänen: Yksityismetsien kantohinnat hakkuuvuonna 1969/70.  
 Stumpage prices in private forests during cutting season 1969/70. 1,—
- No 103 Matti Ahonen: Tutkimuksia kanto- ja juuripuun korjuusta I. Kokeilu puiden kaatamisesta juurakkoineen.  
 Studies on the harvesting of stumps and roots in Finland I. Experiment with the felling of trees with their rootstock. 2,—
- No 104 Ole Oskarsson: Plusmetsiköiden valintaero ja jalostusvoiton ennuste.  
 Selection differential and the estimation of genetic gain in plus stands. 1,50
- No 105 Pertti Harstela: Työjärjestyksen vaikutus tynkäkarstitun ja likipituisen kuusikuitupuun teossa.  
 The effect of the sequence of work on the preparation of approximately 3-m, rough-limbed spruce pulpwood. 2,50
- No 106 Hannu Vehviläinen: Metsätyömiesten moottorisahakustannukset 1969—1970.  
 Power-saw costs of forest workers in 1969—1970 3,—
- No 107 Olli Uusvaara: Vaneritehtaan jätetuusta valmistetun hakkeen ominaisuuksista.  
 On the properties of chips prepared from plywood plant waste. 2,50
- No 108 Pentti Hakkila: Puutavaran vaurioitumisesta leikkuuterää korjuutyössä käytettäessä.  
 On the wood damage caused by shear blade in logging work. 2,—
- No 109 Metsänviljelykustannusten toimikunnan mietintö.  
 Report of the committee on the costs of forest planting and seeding. 9,—
- No 110 Kullervo Kuusela — Alli Salovaara: Kainuun, Pohjois-Pohjanmaan, Koillis-Suomen ja Lapin metsävarat vuosina 1969—70.  
 Forest resources in the Forestry Board Districts of Kainuu, Pohjois-Pohjanmaa, Koillis-Suomi and Lappi in 1969—70 5,50
- No 111 Kauko Aho ja Klaus Rantapuu: Metsätraktorien veto- ja nousukyvyistä rinteessä.  
 On slope-elevation performance for forest tractors. 2,—
- No 112 Erkki Ahti: Maaveden jännityksen mittaamisesta tensiometrillä.  
 Use of tensiometer in measuring soil water tension. 1,—
- No 113 Olavi Huikari — Eero Paavilainen: Metsänparannustyöt ja luonnon moninaiskäyttö.  
 Forest improvement works and multiple use of nature. 2,—
- No 114 Jouko Virta: Yksityismetsänomistajien puunmyyntialttius Länsi-Suomessa vuonna 1970.  
 Timbers-sales propensity of private forest owners in western Finland in 1970. 6,—
- No 115 Veijo Heiskanen ja Pentti Rikkinen: Tukkien todellisen kiintomitan mittaamisessa käytettävät muunto- ja kuutioimisluvut. Sahatukkien mittaus- ja hinnoittelututkimukseen 1970 perustuvat taulukot. 1,—
- No 116 Veijo Heiskanen: Tyvitukkien ja muiden tukkien koehauksia Pohjois-Suomessa.  
 Test sawings of butt logs and top logs in Northern Finland. 2,50
- No 117 Paavo Tiihonen: Suomen pohjoispuoliskon mäntytukkipuusto v. 1969—70.  
 Das Kiefernstarkholz der nördlichen Landeshälfte Finnlands i.J. 1969—70. 2,—
- No 118 Pertti Harstela: Moottorisahan värinän vaikutuksesta työntekijän käsiin.  
 On the effect of motor saw vibration on the hands of forest worker. 1,50
- No 119 Lorenzo Runeberg: Plastics as a raw-material base for the paper industry in Finland.  
 Muovipaperiteollisuuden raaka-aineena Suomessa. 2,50
- No 120 Esko Salo — Risto Seppälä: Kiinteistöjen polttoraakapuun käytön väli-inventointi vuosina 1969/70.  
 Fuelwood consumption on farms and in buildings, intermediate inventory, 1969/70. 3,—
- No 121 Heikki J. Kunnas: Forestry in national accounts.  
 Metsätalouden kansantulo-osuuden laskenta. 2,—
- No 122 Pentti Kuokkanen: Metsänviljelytaimien kasvatuskustannukset vuosina 1969 ja 1972.  
 Costs of growing forest-tree seedlings in nurseries in 1969 and 1972. 2,50
- No 123 Juhani Numminen: Puulevyjen käyttö Uudenmaan talousalueella v. 1967 valmistuneissa rakennuksissa.  
 The use of wood-based panels in buildings completed in 1967 in the Uusimaa Economic Region. 2,50
- No 124 Markku Simula: An econometric model of the sales of printing and writing paper. 3,—
- No 125 Risto Seppälä: Simulation of timber-harvesting systems.  
 Puun korjuuketjujen simulointi. 4,—

Eino Mälkönen

NÄKÖKOHTIA METSÄMAAN MUOKKAUKSESTA

Some aspects concerning cultivation of forest soil

ALKUSANAT

Metsäntutkimuslaitoksen maantutkimusosaston työohjelmaan tuli v. 1970 prof. P.J. VIRON aloitteesta uutena aiheena maan muokkaus metsittämistä varten. Tässä artikkelissa esitetään ensimmäisiä tuloksia mainitun tutkimuksen kenttäkokeista ja käsitellään eräitä muokkaukseen liittyviä näkökohtia. Vaikka tutkimus on vasta alkuvaiheessaan, katsottiin esitulosten tie-

dottaminen aiheelliseksi muokkausta kohtaan tunnetun laajan mielenkiinnon takia.

Työtä valvoneen prof. P.J. VIRON lisäksi ovat prof. OLAVI HUIKARI ja maat.-metsät. lis. ERKKI LIPAS lukeneet käsikirjoituksen. Esitän heille kaikille parhaat kiitokset tehdyistä huomautuksista.

Helsinki, helmikuussa 1972

Eino Mälkönen

## SUMMARY

In this article some preliminary results of soil cultivation experiments are examined. The experiments were established in order to try to find out what improvements can be brought about in reforestation through soil cultivation and which methods should be used when different conditions are encountered.

A split-plot design was used in which the different cultivation methods were the main treatment and fertilization the subtreatment. In fertilizer treatment the following levels were used: 0, 100 and 200 g/m<sup>2</sup> of finely ground rock phosphate or similar doses of lime over the whole area of each seedling row.

On the basis of the preliminary results of soil temperature measurements, it can be seen that the use of soil cultivation changes remarkably the temperature conditions in forest soils (fig. 1 and 2). However it is impossible to conclude from these results how much the rise in soil

temperature improves the development of seedlings. According to the first results, the soil cultivation methods affected the mortality much more than the height growth of seedlings. The fertilizer treatment had no significant effect on the height growth or the mortality of seedlings. The rise in soil temperature obviously improves the soil nutrient conditions by accelerating the decomposition of humus. The ecological factors are not however separated because for example the root growth and decomposition of humus requires, in addition to suitable temperature, suitable soil water conditions.

At this moment there are no reliable data concerning the effect of different soil cultivation methods on the water relations of mineral soils. The study of soil water relations should be undertaken in order to ensure that the roots are not dying from a lack of water or oxygen.

# 1. JOHDANTO

Maanmuokkauksen tarkoituksena on ensisijaisesti turvata metsänviljelyn onnistuminen, mutta samalla pyritään myös pitempiä aikaiseen maanparannukseen. Toisaalta metsämaan muokkaukselta pidetään usein kannattavana jo sillä perusteella, että se helpottaa runsaasti ihmistyövoimaa vaativaa istutustyötä. Metsänviljelyn onnistumista silmällä pitäen muokkauksella pyritään parantamaan maan vesi-, lämpö- ja ravinnesuhteita, maan rakennetta sekä pienentämään pintakasvillisuuden taholta tulevaa kilpailua. Riippuen kasvupaikan laadusta mikä tahansa näistä tavoitteista voi olla etusijalla, joten erilaisilla kasvupaikoilla tarvitaan erilaisia maanmuokkausmenetelmiä.

Maanhoidolliset toimenpiteet on kohdistettu pääasiassa humuskerrokseen. Kuivana humuskerros vähentää tehokkaasti haihtumista maasta, ja sateen tultua se voi imeä vettä melko

kauan, ennenkuin sitä pääsee kivennäismaahan. Lisäksi humuskerros vaikeuttaa maan ilmanvaihtoa ja hidastaa kivennäismaan lämpenemistä. Paksun kangashumuskerroksen muodostuminen merkitsee myös ravinteiden kiertokulun hidastumista, sillä valtaosa humuksen sisältämistä ravinteista on kasveille käyttökelpottomassa muodossa. Epäedullisen metsikkökehityksen ongelmallisimpana esimerkkinä ovat ns. paksusammalkuusikot, jotka päätyvät ”luonnon itsemurhaan” maan ominaisuuksien heikkene-  
misen myötä (SIRÉN 1955). Tällaisilla alueilla uusi metsikkökehitys on päässyt luonnon oloissa alulle metsäpalojen ansiosta. Uudistamisen yhteydessä ei perinteellisillä maanvalmistusmenetelmillä, kulotuksella ja laikutuksella ole kuitenkaan pystytty riittävästi parantamaan maan ominaisuuksia.

## 2. MAANMUOKKAUSMENETELMÄT

### Laikutus

Laikutus on edelleenkin yleisimmin käytetty maanmuokkausmenetelmä Etelä-Suomessa, joskin se on nopeasti menettänyt alaa intensiivisemmille muokkaustavoille. Laikutuksen ensisijaisena tavoitteena on pidetty sopivan itämisalustan valmistamista luontaisen uudistamisen tai kylvön yhteydessä. Siten laikutuksessa on suorastaan pyritty välttämään kivennäismaan muokkaamista, koska se katkaisisi veden kapillaarisen nousun laikun pintaan.

Vaikka laikutuksessa maan käsittely on vähäistä, on sillä ollut suuri merkitys uudistumisen onnistumiseen vettä hyvin läpäisevillä mailla. Sen sijaan vettä heikosti läpäisevillä mailla laikuista muodostuu vain routivia lätköitä.

### Vaotus

Lautasauroilla saadaan lähes yhtämittaisia matalia vakoja, joista humuskerros ja hiukan

kivennäismaata on käännetty sivulle. Kivennäismaan muokkautuminen on tässäkin tapauksessa melko vähäistä. Vaon laitamalta on kuitenkin huomattavasti helpompi valita sopivia viljelypaikkoja kuin laikuista, eikä taimi joudu vedellä täyttyvään kuoppaan. Vaotusta pidetään käyttökelpoisimpana helposti vettä läpäisevillä mailloilla, joilla on suhteellisen ohut humuskerros.

### Auraus

Aurausta on yleensä suositeltu kuivatuksen tarpeessa oleville vaikeasti vettä läpäiseville maille. Tavoitteena on tällöin: 1) turvata pintaveden juoksutus uudistusalalta ja 2) saada aikaan kohoutumia, joilla olisi riittävä kuivatus ja sellainen rakenne, että taimet voisivat käyttää hyväkseen mahdollisimman paljon maan luontaisia ravinnevaroja.

Kuivatusta kaipaavilla kasvupaikoilla palle tarjoaa istutuspaikkana huomattavia etuja niin kosteus- ja lämpösuhteiden kuin pintakasvillisuuden taholta tulevan kilpailun kannalta. Ny-

kyiset aurat tekevät kantojen ja maan kivisyyden takia kuitenkin sellaista jälkeä, että palteeseen voidaan istuttaa eräiden arvioiden mukaan korkeintaan 30 % taimista. Koska meillä on aurattu laaja-alaisesti myös kuivia kankaita, on piennar ollut tästäkin syystä lähes yksinomainen istutuskohde.

Viljelytöiden koneellistaminen asettaa palteille myös omat vaatimuksensa. Esim. Neuvostoliitossa edellytetään, että palteet ovat 70 cm levyisiä ja tiivistettyinä 15–20 cm paksuisia. Palteet tiivistetään istutuskuntoon ajamalla telatraktorilla niitä pitkin.

### Jyrsintä

Kangasmailla pidetään muokkauksen eräänä tavoitteena maan eri kerrosten sekoittamista ja maan kuohkeuttamista, koska tiivis maa voi aiheuttaa huomattavan mekaanisen esteen juurten kasvuille. Pyrkimyksenä on päästä keino-

tekoisesti lehtomaiden kaltaiseen maan rakenteeseen, jossa orgaaninen aine ja kivennäismaa ovat sekoittuneet toisiinsa. Periaatteessa kuohkeutta voidaan säädellä humuksen ja kivennäismaan seossuhteella eli muokkaussyvyydellä. Moreenimaa on toistaiseksi osoittautunut ylivoimaisen kovaksi muokattavaksi jyrsimellä, minkä takia jyrshinten käyttö on jäänyt kokeiluasteelle.

### Täysmuokkaus

Täysmuokkaus on intensiivisin maanmuokkausmenetelmä, mutta sen merkitys käytännössä on vähäinen jo pelkästään metsämaitemme kivisyyden takia. STÄLFELTIN (1965) mukaan pintakasvillisuuden ja humuskerroksen täydellinen hävittäminen maan pinnalta usein vain huonontaa maan rakennetta, koska sade pääsee esteettä iskemään maahan, ja tekee toistuvan muokkauksen siitä syystä tarpeelliseksi.

## 3. AINEISTO

Metsäntutkimuslaitoksen maantutkimusosasto on viime vuosina perustanut maanmuokkaukuskokeita, joiden avulla pyritään selvittämään, miten erilaiset muokkaustavat vaikuttavat metsäniljelytulokseen erilaisilla kasvupaikoilla.

Kokeissa, jotka perustettiin split-plot koejärjestelyä käyttäen, on pääkäsitteilyinä 4–5 erilaista muokkaustapaa. Jokaiseen muokkaustapaan kuuluu lisäksi lannoitus kolmella tasolla. Lannoitteena käytettiin useimmiten hienofosfaattia ja eräissä tapauksissa kalkkikivijauhetta. Jokaisessa koesysteemissä on vähintään kolme toistoa.

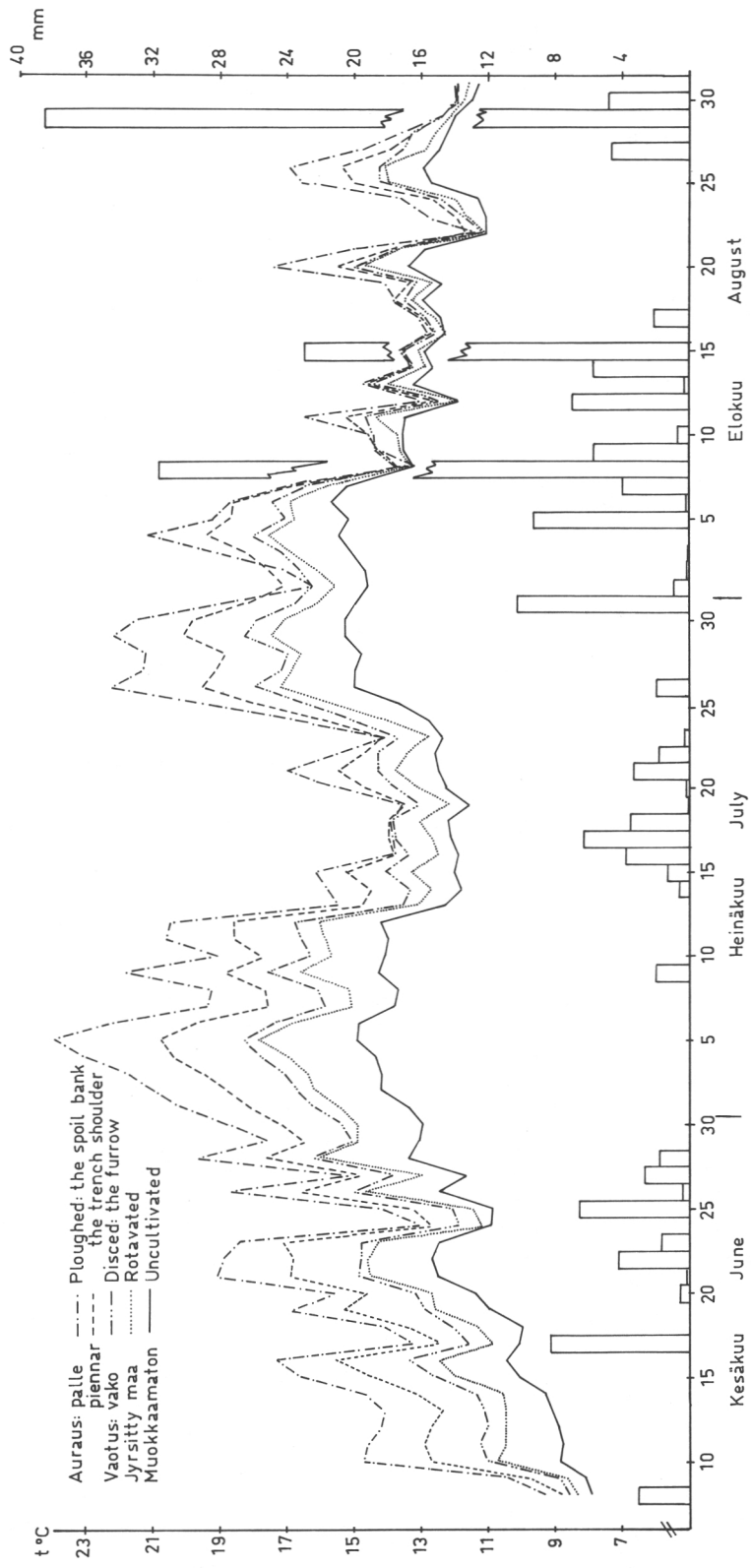
Kurussa ja Valtimossa sijaitsevilla koealoilla selvitettiin v. 1971 muokatun maan lämpö-

suhteita. Molemmilla koealoilla maalaji oli hiehtaista moreenia. Humuskerroksen keskimääräinen paksuus oli Kurussa 3.0 ja Valtimossa 2.3 cm. Kurun koealalla, jonka muokkauskäsitteily oli tehty vuonna 1970, rekisteröitiin lämpötila maalämpöpiirtureilla. Valtimon koealalla lämpötila mitattiin potentiometrillä 39 havaintopisteestä kahden tunnin välein joka toinen vuorokausi. Tällä koealalla oli muokkauksesta kulunut kaksi vuotta. Mittaukset tehtiin 5 cm syvyydestä muokatun maan tai humuskerroksen pinnasta. Vuorokauden keskilämpötila laskettiin kahden tunnin välein tehtyjen havaintojen perusteella.

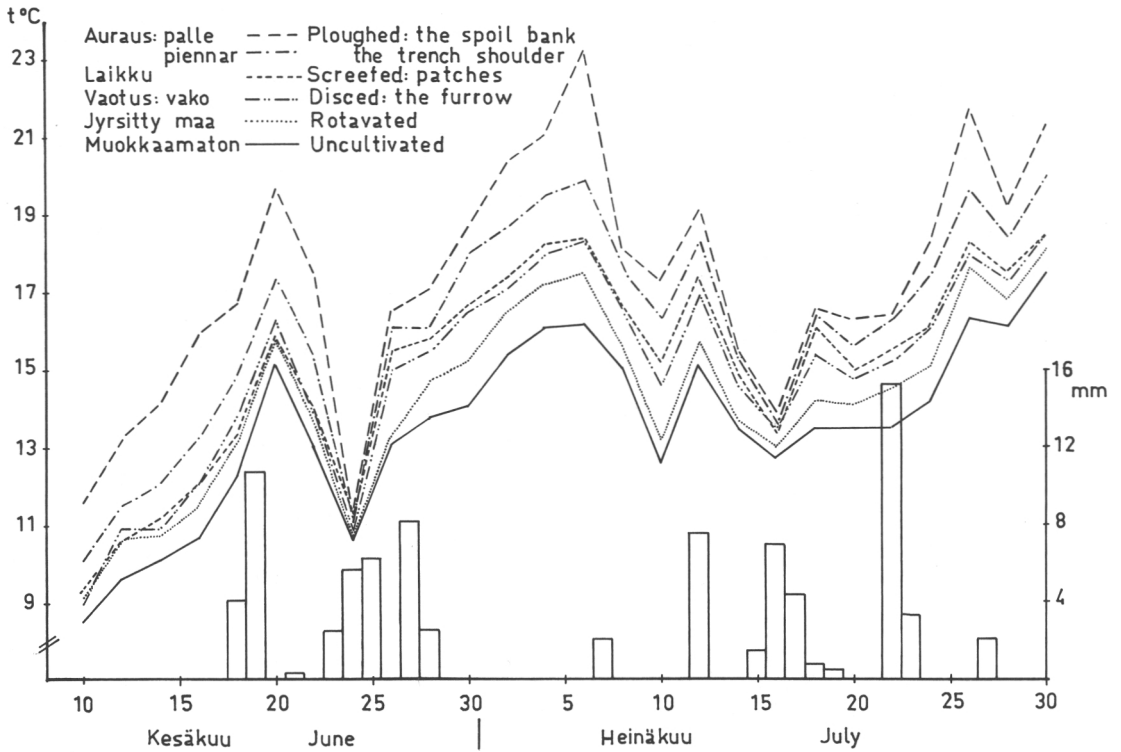
## 4. MAAN LÄMPÖ- JA RAVINNESUHTEET

Erityisesti Pohjois-Suomessa on arveltu maan alhaisen lämpötilan olevan synnä taimien suureen kuolleisuuteen. Maan lämpötilan merkityk-

seen on kiinnitetty huomiota myös naapurimaisamme (KOHH 1970, PJATETSKIJ 1971). Kurun ja Valtimon muokkauskoealoilla tehdyt



Kuva 1. Maan vuorokautinen keskilämpötila 5 cm syvyydessä sekä sademäärä Kurun koealalla v. 1971.  
 Fig. 1. The daily average soil temperature at 5 cm depth and precipitation on an experimental plot at Kuru in 1971.



Kuva 2. Maan vuorokautinen keskilämpötila 5 cm syvyydessä sekä sademäärä Valtimon koelalla v. 1971.

Fig. 2. The daily average soil temperature at 5 cm depth and precipitation on an experimental plot at Valtimo in 1971.

lämpötilan mittaukset osoittavat, että muokkauksella voidaan huomattavasti kohottaa maan vuorokautista keskilämpötilaa (kuva 1 ja 2). Esim. kuvan 1 perusteella voidaan todeta, että alkukesällä vuorokautinen keskilämpötila oli auran palteessa  $5^{\circ}$ , pientareessa  $3.5^{\circ}$ , lautasauran vaossa  $2^{\circ}$  ja jyrsityssä maassa  $1.5^{\circ}$  korkeampi kuin muokkaamattomassa maassa. Roudan on kuitenkin todettu säilyvän palteen alla pitkälle kesään, koska kaksinkertainen humuskerros estää lämmön johtumista syvemmälle maahan (POHTILA 1970). Yleensä lämpötilaerot eri muokkaustapojen välillä ovat suurimmat juuri alkukesällä, jolloin myös juurten kasvu on nopeinta.

Seurattaessa maan lämpötilan vuorokautista vaihtelua, voitiin havaita, että aurinkoisina päivinä palle lämpesi erittäin voimakkaasti. Maksimilämpötilat 5 cm syvyydessä nousivat yli  $30^{\circ}\text{C}$ , joita lämpötiloja täytyy pitää jo haitallisen korkeina juurten elintoimintoja ajatellen (LADE-

FOGED 1939, SLANKIS 1949). Selkeinä öinä ulossäteilytyypin vallitessa palteet taas jäähtyivät voimakkaammin kuin muokkaamaton maa. Pilvisinä öinä, jolloin ulossäteily oli vähäisempää kuin selkeinä, palle oli yölläkin muokkaamaton maata lämpimämpi.

Muokkausta on joskus perusteltu sillä, että ravinteiden rikastumiskerroksen saadaan käännettyksi maanpintaan. Ravinteiden syvyysjakaantumaa (taulukko 1) tarkasteltaessa havaitaan, että humuskerros ja kivennäismaan pintaosa sisältävät eniten vaihtuvia ravinteita. Vaikka ravinteita onkin huuhtoutunut, eivät ne kuitenkaan rautaa lukuunottamatta ole pysähtyneet mihinkään tiettyyn maakerrokseen. Maan kääntäminen ei näin ollen suoranaisesti paranna maan ravinnesuhteita. Muokkaus saattaa kuitenkin vaikuttaa ravinteiden vapautumiseen kivennäisistä siten, että heikosti rapautunutta ainesta kääntyy maanpintaan, jossa olosuhteet ovat rapautumiselle otollisia.



Taulukko 1. Vaihtuvan kalsiumin ja kaliumin, helppoliukaisen fosforin ja kokonaistypen jakautuminen metsämaassa kg/ha (VIRO 1968).  
*Table 1. The distribution of exchangeable calcium and potassium, easily soluble phosphorus and total nitrogen in forest soil kg/ha (VIRO 1968).*

Kerros	Ca	K	P	N <sub>tot.</sub>
Humus	123	37	11.3	470
0–10	95	42	7.4	1200
10–20	55	32	4.8	1050
20–30	46	29	3.5	830
30–60	115	83	11.3	2270

Muokkaus edistää monin tavoin mikrobien elinehtoja, jonka takia sen on toivottu vapauttavan humuksesta ravinteita kasvien käyttöön. Erityisesti lämpötilan nousulla on suuri vaikutus humuksen hajoamisnopeuteen. VIRON (1971) laboratorio-olosuhteissa suorittamien humuksen hajontakokeiden esitulokset osoittavat humuksen hajoamisnopeuden lisääntyvän kaksinkertaiseksi lämpötilan noustessa 5 °C:sta 12.5 °C:een ja jälleen kaksinkertaiseksi, kun lämpötila nousee 20 °C:een. Ekologiset tekijät eivät kuitenkaan ole erillisiä, vaan esim. juurten kasvu ja humuksen hajoaminen edellyttävät sopivan lämpötilan lisäksi sopivia kosteussuhteita.

Muokkauksessa on tietty merkitys sillä, milaista orgaanista ainetta kivennäismaahan sekoituu. Useiden tutkijoiden (AALTONEN 1940) mukaan maahan lisättävän orgaanisen aineen typpipitoisuuden pitäisi olla vähintään 1.5–1.7

%, jotta se olisi riittävä tyydyttämään hajotusta suorittavien mikrobien typen tarpeen. Jos hajoavan aineen typpipitoisuus on tätä alhaisempi, on mikrobiston saatava typpeä ympäristöstä tai hajoaminen hidastuu. Jos typpipitoisuus on määrittäen korkeampi, vapautuu osa tyyppistä ammoniumtyypinä muiden kasvien käyttöön. Kangashumuksen ja havupuiden karikkeeseen typpipitoisuus on pieni, joten erityisesti muokkauksen jälkeen puilla voi olla puutetta käyttökelpoisesta tyyppistä. Esim. maanviljelyssä katsotaan olkien kyntämisen maahan tästä syystä vähentävän viljakasveille käyttökelpoisia typpivarjoja ja vaativan ylimääräistä lannoitusta (WAKSMAN 1931). Vastaavaa ravinteiden biologista pidentymistä ilmenee luonnollisesti muidenkin ravinteiden kohdalla, mutta typpi on metsämailamme tunnetusti minimitekijä.

## 5. TAIMIEN ALKUKEHITYS MUOKKAUSKOEALOILLA

Koska maanmuokkaukset ovat pääosaltaan vasta perustettuja, on tässä yhteydessä aiheellista tarkastella vain eräitä yksittäisiä esimerkkejä.

HARVIALA. Humuskerroksen erilaisten käsittelytapojen merkityksen selvittämiseksi perustettiin v. 1967 koe, jossa pääkäsittelyinä oli neljä erilaista muokkaustapaa ja alakäsittelyinä kalkitus kolmella tasolla: 0, 100 ja 200 g/m<sup>2</sup> kalkkikivijauhetta 1 m levyiselle kaistaleelle taimirivin kohtaan. Muokkaustapoina olivat: 1) laikutus, 2) kivennäismaan paljastaminen

1 m levyiseltä kaistaleelta, 3) em. kivennäismaakaistaleen jyrshintä n. 15 cm syvyydeltä ja 4) hakkuutähteiden, humuskerroksen ja kivennäismaan sekoittaminen jyrsimellä n. 15 cm syvyydeltä. Jyrshinnässä kalkki sekoittui maahan, muissa käsittelyissä se jäi maan pinnalle. Maalaji oli hiekkaista moreenia. Kokeessa oli kolme toistoa, joihin istutettiin yhteensä 1800 kpl 1a+1a<sup>1)</sup> männyn taimia. Pituuskasvu ja kuolleisuus käy ilmi taulukoista 2 ja 3.

1) a = kasvatettu avomaalla

Taulukko 2. Männyn taimien pituuskasvu Harvialan koealalla vv. 1967–1971.

Table 2. The height growth of Scots pine seedlings on an experimental plot at Harviala from 1967–1971.

Muokkaustapa Cultivation method	Pituuskasvu, cm vv. 1967–1971 Height growth, cm from 1967–1971			
	Ca <sub>0</sub>	Ca <sub>1</sub>	Ca <sub>2</sub>	$\bar{x}_i$
Laikutus – Screefing	79	77	77	78
Kivennäismaan paljastaminen 1 m levyiseltä kaistaleelta Removal of 1 m wide humus strip	102	93	95	97
Em. kivennäismaan jyrshintä Rotavation of mineral soil laid bare by previous	108	93	107	103
Humuskerroksen ja kivennäismaan sekoittaminen jyrsimellä Rotavation of mineral soil and humus layer together	97	96	98	97
$\bar{x}_j$	96	90	94	94

Pienin merkitsevä ero muokkaustapojen välillä:  
The least significant difference between cultivation methods:  
 $t_5\% = 8.0$ ,  $t_1\% = 11.5$ ,  $t_{0.1}\% = 17.2$

ja kalkitustasojen välillä:  
and between liming levels:  
 $t_5\% = 5.3$ ,  $t_1\% = 7.7$ .

Taulukko 3. Männyn taimien kuolleisuus Harvialan koealalla v. 1971.

Table 3. The mortality of Scots pine seedlings on an experimental plot at Harviala in 1971.

Muokkaustapa Cultivation method	Kuolleisuus % Mortality %			
	Ca <sub>0</sub>	Ca <sub>1</sub>	Ca <sub>2</sub>	$\bar{x}_i$
Laikutus – Screefing	22.3	17.9	27.3	22.5
Kivennäismaan paljastaminen 1 m levyiseltä kaistaleelta Removal of 1 m wide humus strip	12.5	19.1	12.4	14.7
Em. kivennäismaan jyrshintä Rotavation of mineral soil laid bare by previous	9.0	6.5	11.9	9.1
Humuskerroksen ja kivennäismaan sekoittaminen jyrsimellä Rotavation of mineral soil and humus layer together	8.4	7.3	3.7	6.5
$\bar{x}_j$	13.0	12.7	13.8	13.2

Pienin merkitsevä ero muokkaustapojen välillä:  
The least significant difference between cultivation methods:  
 $t_5\% = 9.2$ ,  $t_1\% = 13.4$ ,  $t_{0.1}\% = 20.4$

ja kalkitustasojen välillä:  
and between liming levels:  
 $t_5\% = 4.6$ ,  $t_1\% = 6.7$ .

Istutusvuonna taimet kasvoivat jokseenkin tasavertaisesti muokkauskäsittelystä riippumatta. Myöhemmin laikkuun istutetut taimet kehittyivät selvästi muita heikommin. Koealueen heinittyessä voimakkaasti eivät suhteellisen pienikokoiset laikut (n. 30x30 cm) ilmeisesti turvanneet taimille riittävästi kasvutilaa. Kun pintakasvillisuuden taholta tuleva kilpailu oli vähäistä, kuten 1 m levyisellä kivennäismaakaistaleella, ei maan sekoittaminen tässä tapauksessa enää edistänyt merkittävästi taimien kehitystä. Kalkituksella ei tähän mennessä ollut merkittävää vaikutusta taimien kehitykseen.

MÄNTTÄ ja VALTIMO. Koealueilla suoritettiin muokkauskäsittely ja lannoitus v. 1969 ja istutus 1m+1a<sup>1)</sup> männyn taimilla v. 1970.

- 1) a = kasvatettu avomaalla  
m = kasvatettu muovihuoneessa

Lannoitteena käytettiin hienofosfaattia, 0, 100 ja 200 g/m<sup>2</sup> 50 cm levyiselle kaistaleelle taimirivin kohtaan. Jyrsinnässä ja täysmuokkauksessa lannoite sekoittui maahan. Mäntän kokeessa oli kolme toistoa, joille istutettiin yhteensä 1890 tainta. Valtimon kokeeseen kuului kuusi toistoa ja yhteensä 3024 tainta. Maalaji oli kummassakin tapauksessa hietaista moreenia. Taimien pituuskasvu ja kuolleisuus käy ilmi taulukosta 4. Kivennäismaan kuohkeuttamisella tarkoitetaan tässä yhteydessä maan käsittelyä kantokoukulla. Tavoitteena oli kivennäismaan kuohkeuttaminen n. 25 cm syvyyteen asti kourun eteen sattuneiden kivien ja juurten vaikutuksesta sekoittamatta humuskerrosta siihen.

Kuten taulukosta 4 havaitaan, erottui kahden kasvukauden jälkeen vain jyrsintä muita muokkaustapoja merkittävästi heikompana. Erytisesti Valtimon koealalla jyrstityyn maahan

Taulukko 4. Männyn taimien pituuskasvu ja kuolleisuus Mäntän ja Valtimon koealoilla.

Table 4. The height growth and mortality of Scots pine seedlings on the experimental plots at Mänttä and Valtimo.

	Auraus <i>Ploughing</i>	Jyrsintä <i>Rotavating</i>	Vaotus <i>Discing</i>	Täysmuokkaus <i>Full tilling</i>	Kiv. maan kuoh- keutus – Soil cul- tivation with stump extractor
Pituuskasvu, cm 1970–1971 – Height growth, cm 1970–1971					
Mänttä	18.8	18.6	19.2	17.4	18.8
Valtimo	21.7	18.7	20.1	•	20.3
Kuolleisuus % 1971 – Mortality % 1971					
Mänttä	7.5	8.0	6.4	13.0	10.9
Valtimo	3.5	8.9	5.3	•	4.2

Pienin merkitsevä ero pituuskasvussa:

*The least significant difference in height growth:*

Mänttä  $t_5\% = 1.6$ ,  $t_1\% = 2.3$

Valtimo  $t_5\% = 1.8$ ,  $t_1\% = 2.5$ ,  $t_{0.1}\% = 3.4$

Pienin merkitsevä ero kuolleisuudessa:

*The least significant difference in mortality:*

Mänttä  $t_5\% = 8.2$ ,  $t_1\% = 11.5$

Valtimo  $t_5\% = 2.5$ ,  $t_1\% = 3.3$ ,  $t_{0.1}\% = 4.4$

istutettujen tainten pituuskasvu oli heikoin ja kuolleisuus suurin. Hienofosfaattilannoituksella ei ollut merkitsevää vaikutusta pituuskasvuun eikä kuolleisuuteen kummassakaan kokeessa.

Pohjois-Suomessa sijaitsevat kokeet ovat vasta yhden kasvukauden ikäisiä, joten niiden tuloksilla ei ole mainittavaa merkitystä. Useimilla koealoilla on kuitenkin havaittavissa viitteitä siihen suuntaan, että jyrstyssä maassa taimien alkukehitys olisi heikompaa kuin muilla käsittelyillä, jos käytetään jäykkäteräistä rumpujyrstintä. Maan kosteussuhteiden kannalta tulokseen vaikuttaa se, ettei maan käsittely mainitun tyyppisellä jyrstimellä kuivata märkää maata, mutta toisaalta kuivilla kankailla jyrstetty maa kuivuu helposti liikaa.

Edellä esitettyjen alustavien lämpötilan mitaustulosten perusteella voidaan todeta, että muokkauksella pystytään huomattavasti muuttamaan metsämaan lämpösuhteita. Käytävissä olevien tulosten perusteella ei kuitenkaan voida päätellä, miten paljon lämpötilan nousu edistää taimien kehitystä. Joka tapauksessa suo-

ritetuissa kokeissa maanmuokkausmenetelmä vaikutti huomattavasti voimakkaammin taimien kuolleisuuteen kuin niiden pituuskasvuun. Maan lämpötilan nousu parantaa ilmeisesti myös ravinnesuhteita humuksen hajoamisen nopeutumisen ansiosta.

Tähän mennessä saadut kokemukset viittaavat siihen, että voimaperäisellä metsämaan muokkauksella tuskin on Etelä-Suomessa samaa merkitystä kuin Pohjois-Suomen viileissä ja humidisissa ilmasto-oloissa.

Tällä hetkellä ei ole luotettavia tietoja siitä, miten erilaiset muokkausmenetelmät vaikuttavat kivennäismaan kosteussuhteisiin. Maan kosteussuhteiden kartoittamista on tästä syystä pidettävä yhtenä tärkeänä tehtävänä, jotta oikean muokkausmenetelmän valinnalla voitaisiin vaikuttaa siihen, etteivät taimet kuolisi kuivuuteen tai juuriston hapen puutteeseen.

Maanmuokkauksen selvittelyssä ollaan nyt kuitenkin lähtöasemissa ja lähivuodet tulevat osoittamaan, saadaanko muokkauksen avulla taloudellisesti syntymään entistä nopeammin täystiheitä taimistoja.

## KIRJALLISUUSLUETTELO

- AALTONEN, V.T. 1940. Metsämaa. Werner Söderström Oy, Porvoo.
- KOHH, E. 1970. Bidrag till frågan om skogsmarksplöjning. Sveriges Skogsv. Förb. Tidskr. ss. 53–106.
- LADEFOGED, K. 1939. Untersuchungen über die Periodizität im Ausbruch und Längenwachstum der Wurzeln bei einigen unserer gewöhnlichsten Waldbäume. Forstl. Forsøgsv. Damn., Bd. 16.
- PJATETSKIJ, G. JE. 1971. Teplovoj rezhim pochv osushennyh i tselinyh nizinyh bolot i suhodolnyh tipov lesa juzhnoj Karelii i proizvoditelnost drevostojev. Pochvy Karelii i puti povysheniya ih plodorodija. ss. 93–115. Karelskij filial AN SSSR. Petrozavodck.
- POHTILA, E. 1970. Aurattujen alueiden metsänviljelymenetelmä. Metsä ja puu n:o 2.
- SIRÉN, G. 1955. The development of spruce forest on raw humus sites in northern Finland and its ecology. Acta For. Fenn. 62.4.
- SLANKIS, V. 1949. Einfluss der Temperatur auf das Wachstum der isolierten Wurzeln von *Pinus silvestris*. Physiol. Plant. 2:131–137.
- STÄLFELT, M.G. 1965. Växtekologi. Andra upplagan. Norstedt & Söner. Stockholm.
- WAKSMAN, S.A. 1931. Chemische und mikrobiologische Vorgänge bei der Zersetzung pflanzlicher Rückstände im Boden. Zeitschr. Pflanzenern. A 19:1–31.
- VIRO, P.J. 1968. Forest manuring on mineral soils. Medd. Norske Skogsforsøksv. N:o 85, Bind 23.
- VIRO, P.J. 1971. Tuli metsän uudistamisessa. Metsälehti n:o 3.



- No 126 Matti Palo: Valtion metsäteollisuus- ja metsätalousyritysten koordinointi.  
Coordination of State-owned forestry and forest-industry firms in Finland. 4,—
- No 127 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1969—71.  
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1969—71. 5,—
- No 128 Veijo Heiskanen ja Pentti Rikkinen: Havusahatukkien todellisen kiintomitan määrittäminen larvaläpimitan perusteella.  
Determination of the true volume of coniferous saw logs on the basis of top diameter. 5,—
- No 129 Bo Långström: Insektisidien käyttö havupuiden taimien suojaukseen tukkimiehentään (Hylobius abietis L.) tuholta.  
The use of insecticides for protection of coniferous planting stock against the large pine weevil (Hylobius abietis L.) 1,—
- No 130 Metsätalastollinen vuosikirja 1970.  
Yearbook of forest statistics 1970. 10,—
- No 131 Pertti Harstela: Puunkorjuumenetelmien ergonominen kehitys ja eräät työntekijään kohdistuvat fyysiset vaikutukset.  
The ergonomic development of the forest work methods and some physic effects on workers. 2,50
- No 132 Simo Poso ja Matti Kujala: Ryhmitetty ilmakuva- ja maasto-otanta Inarin, Utsjoen ja Enontekiön metsien inventoinnissa.  
Groupwise sampling based on photo and field plots in forest inventory of Inari, Utsjoki and Enontekiö. 4,—
- No 133 Matti Palo: Metsällisten projektien verkkosuunnittelu.  
Planning forestry projects by means of network analysis. 5,—
- 1972 No 134 Aarne Reunala — Ilpo Tikkanen: Metsätalouden edistämistoiminnan kohteena Keski-Suomessa.  
Non-farmer forest owners and promotion of private forestry. 4,—
- No 135 Pentti Hakkila ja Olavi Saikku: Kuoriprosentin määrittäminen sahanhakkeesta.  
Measurement of bark percentage in saw mill chips. 1,50
- No 137 Eino Mälkönen: Näkökohtia metsämaan muokkauksesta.  
Some aspects concerning cultivation of forest soil. 1,50

Myynti — Available for sale at: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, Helsinki 10, p. 645 121  
Merkintä O D C tarkoittaa metsäkirjallisuuden kansainvälistä Oxford-luokitusjärjestelmää