

ODC
114.16
232.322
232.329.1

FOLIA FORESTALIA 288

METSÄNTUTKIMUSLAITOS·INSTITUTUM FORESTALĒ FENNIAE·HELSINKI 1976

MATTI LEIKOLA

TAIMITARHAMAAN LÄMPÖLOT MUOVI-
HUONEESSA JA AVOMAALLA

SOIL TEMPERATURE CONDITIONS
IN PLASTIC GREENHOUSE AND
IN OPEN NURSERY

- 1974 No 213 Kullervo Etholén: Kaatoajankohdan vaikutus koivun ja haavan vesomiseen taimistonhoitoaloilla Pohjois-Suomessa.
The effect of felling time on the sprouting of *Betula pubescens* and *Populus tremula* in the seedling stands in northern Finland. 2,—
- No 214 Veijo Heiskanen ja Jorma Riikonen: Tukkien lajittelu sahaukseen kuoren päältä mitatun läpimitan perusteella.
Sorting of logs according to the top diameter on bark. 4,—
- No 215 Perttu Harstela ja Sauli Takalo: Kokeita oksaraaka-aineen kuorauksesta ja kuljetuksesta.
Experiments on loading and transportation of branch raw material. 1,50
- No 216 Gunnar Wilhelmssen: Puutavaran käsittely. 7,—
- No 217 Pentti Rikkinen: Koivuvaneritukkien kuutiointi. 1,50.
Calculation of the volume of birch veneer logs.
- No 218 Pentti Nisula: Makroilmaston vaikutus varastoidun pinotavaran painoon.
Effect of macroclimate on the weight of stored cordwood. 2,50
- No 219 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1972—74.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1972—74. 6,—
- No 220 Pentti Nisula: Eräs herbisidien levityslaitte.
An apparatus for the application of herbicides. 2,50
- 1975 No 221 Simo Penttilä ja Jouko Hämäläinen: Päiväänsio ja työn tuotos urakkapalkkaisessa istutustyössä 1972.
Daily earnings and work output in piece rate planting in Finland 1972. 4,—
- No 222 Veli-Pekka Jarveläinen: Yksityismetsänomistajien metsätaloudellinen käyttäytyminen.
Forestry behaviour of private forest owners in Finland 20,—
- No 223 Jan Heino: Finlands stadsägda skogar betraktade speciellt ur friluftssynvinkel. 5,—
- No 224 Pentti Hakkila: Kanto- ja juuripuun kuoriprosentti, puuaineen tiheys ja asetoniuutteen määrä.
Bark percentage, basic density, and amount of acetone extractives in stump and root wood. 1,50
- No 225 Metsätalostollinen vuosikirja 1973.
Yearbook of forest statistics 1973.
- No 226 Bo Långström: Eräiden insektisidien testaus tukkimiehentäin, *Hylobius abietis* L. (Col., Curculionidae), tuhojen torjumiseksi.
Testing of some insecticides for the control of damages caused by the large pine weevil, *Hylobius abietis* L. (Col., Curculionidae). 1,50
- No 227 Veijo Heiskanen: Kuitupuun latvaläpimitaan perustuva työmittausten menetelmä ("pölkky-menetelmä")
A wage-payment measuring method based on pulpwood top diameter (Bolt method). 4,—
- No 228 Pentti Nisula: Liikkuva sadetuslaitteisto.
Revolving Sprinkler. 3,—
- No 229 Veijo Heiskanen ja Pentti Rikkinen: Sahatukkien todellisen kiintomitan määrittämismenetelmät.
Methods for the measurement of softwood sawlogs. 3,—
- No 230 Aulikki Kauppila ja Erkki Lähde: Koetuloksia maan käsittelyn vaikutuksesta metsämaan ominaisuuksiin Pohjois-Suomessa
On the effects of soil treatments on forest soil properties in North-Finland. 3,—
- No 231 Olli Uusvaara ja Karri Löyttyniemi: Tikaskuoriaisen (*Trypodendron lineatum* Oliv., Col., Scolytidae) aiheuttaman vioituksen vaikutus sahatavaran laatuun ja arvoon.
Effect of injury caused by the ambrosia beetle (*Trypodendron lineatum* Oliv., Col., Scolytidae) on sawn timber quality and value. 1,50
- No 232 Seppo Ervasti ja Kullervo Kuusela: Suomen metsätase vuosina 1965—72 ja metsäteollisuuden raaka-ainenäykymät vuoteen 2000.
Forest balance of Finland in 1965—72 and the prospects of industrial wood until 2000. 1,50
- No 233 Jouko Laasasenaho: Runkopuun saannon riippuvuus kannon korkeudesta ja latvan katkaisuläpimitasta.
Dependence of the amount of harvestable timber upon the stump height and the top-logging diameter. 2,—
- No 234 Olli Uusvaara ja Veijo Heiskanen: Sahanhakkeen valmistus, käsittely, mittaus ja laadunmääritys Suomessa
Preparation, handling, measurement and quality determination of sawmill chips in Finland 3,—
- No 235 Seppo Kaunisto: Jyrsintämuokkaus ja lannoitus männyn ja kuusen kylvön yhteydessä turvemaalla.
Rotavation and fertilization in connection with direct seeding of Scots pine and Norway spruce on peat greenhouse experiments 1 50
- No 236 Veijo Heiskanen ja Juhani Salmi: Kuitupuupinon kiintotilavuuden määrittästä koskevia tutkimuksia. Mutkainen lehtikuitupuu, järeä kuitupuu sekä likipituinen havukuitupuu.
Studies on the determination of the solid volume of a pulpwood pile. Crooked

Matti Leikola

TAIMITARHAMAAN LÄMPÖLOT MUOVIHUONEESSA JA AVOMAALLA

Soil temperature conditions in plastic greenhouse and
in open nursery

ALKUSANAT

Suonenjoen metsänviljelyn koeasemalla on sen perustamisesta saakka seurattu jatkuvasti eri kasvutekijöiden vaihtelua sekä avomaalla että tutkimustarkoituksia varten pystytetyssä muovihuoneessa. Vuonna 1974 kiinnitettiin erityistä huomiota taimitarhamaan lämpöolojen kehitykseen. Mittaustoimintaa, joka aloitettiin kesäkuun ensimmäisellä viikolla, jatkettiin loka-kuun loppupuolelle saakka. Tulokset on katsottu aiheelliseksi julkistaa, koska tietoja taimitarhamaan lämpöoloista on tähän mennessä ollut hyvin niukalti tarjolla.

Lämpötilan mittauksesta kentällä on huolehtinut metsäteknikko PEKKA SUOLAHTI, jonka johdolla myös tulosten alustava käsittely

on tapahtunut. Kertyneen mittaust materiaalin käsittelyssä ovat erityisesti avustaneet RIITTA ILES, RIITTA PYYKKÖ sekä ARI VÄÄNÄNEN. Kuvat on piirtänyt biol. yo OLLI VIRTATA ja englanninkielisen tiivistelmän on tarkastanut JOHN DEROME, B.Sc.

Käsikirjoituksen ovat lukeneet professori TAUNO KALLIO, maat. metsät. tri EINO MÄLKÖNEN, fil. lis. JYRKI RAULO sekä maat. metsät. lis. PENTTI RÄSÄNEN.

Lausun parhaat kiitokseni yllä mainituille henkilöille sekä Suonenjoen taimitarhan henkilökunnalle, joka on avustanut tutkimuksen kenttätöiden suorittamisessa.

Helsingissä, joulukuussa 1976

Matti Leikola

SISÄLLYSLUETTELO

Sivu

SUMMARY	3
TIIVISTELMÄ	4
1. JOHDANTO	4
2. LÄMPÖTILAN MITTAUS JA TULOSTEN KÄSITTELY	5
3. MITTAUSKAUDEN SÄÄOLOT	6
4. MAAN LÄMPÖOLOT	8
41. Päivittäiset minimi- ja maksimilämpötilat	8
42. Kuukausikohtaiset lämpösummat	10
43. Maan lämpötilan kulku	11
5. ILMAN LÄMPÖOLOT	14
6. TULOSTEN TARKASTELUA	15
7. KIRJALLISUUS	17

ISBN 951-40-0241-5

ISSN 0015-5543

Helsinki 1977. Valtion painatuskeskus

SUMMARY

In 1974 the temperature conditions in the soil and adjacent air layer were recorded at Suonenjoki Experimental Nursery, The Finnish Forest Research Institute (62°40'N, 27°03'E, 140 m asl). Thermocouples (Cu and Ko) were used, and the data was recorded with a data logger. The measuring sites were as follows: a plastic greenhouse (Fig. 1), peat ("Nisula") rolls, and a seedbed in the open (Fig. 2). The measuring depths were 1 cm, 5 cm, 10 cm and 20 cm from the soil surface, and the measuring height 5 cm from the soil surface. In addition, air temperature was recorded at a height of 2 m at the nursery's weather station. Measurements were taken during the period June 7th – October 17th 1974, the temperature being recorded at two hour intervals at a total of 40 measuring points.

The main results of the study were as follows:

1. The daily minimum and maximum temperatures were higher in the plastic greenhouse than in the open (Fig. 4). However, the variation between the daily max. and min. temperatures was of the same magnitude at the three measurement sites.

2. The soil temperature sum was greatest in the plastic greenhouse (Fig. 5). The soil temperature sums within the peat rolls and in the seedbed were considerably smaller. There was no essential difference between the two latter measurement sites as regards soil temperature sums.

3. In the plastic greenhouse soil the temperature sum in deeper layers initially accumulated more rapidly than that in the soil near the surface (Fig. 5). Later in the autumn the differences between the temperature conditions levelled off. In the open the largest temperature sum accumulated both near the soil surface (1 cm) and deeper in the soil (10+ cm). The middle layer, from 5 to 10 cm, had a smaller temperature sum than the previously mentioned layers.

4. The temperature conditions near the soil surface followed those of the soil surface layer (Table 3). The temperature variations were greatest in the plastic greenhouse. Air temperature sums were somewhat higher at each measurement site than the corresponding temperature sums near the soil surface layer (Table 4).

TIIVISTELMÄ

Vuonna 1974 seurattiin maan ja maanpinnan läheisen ilmakerroksen lämpöoloja Suomenjoen taimitarhalla käyttäen mittauslaitteena cu-ko termoelementtejä. Mittauspaikkoja oli kolme: muovihuone, avomaan kylvöpenkki sekä turverullat avomaalla. Mittausvyvyksiä oli maassa neljä (1 cm, 5 cm, 10 cm ja 20 cm) sekä mittauskorkeuksia ilmassa yksi (5 cm). Mittauskausi oli 7.6. – 17.10., jonka aikana mittaus tuloksia kertyi keskuspiirturiin juoksevasti joka toinen tunti.

Tutkimuksen päätulokset olivat seuraavat:

1. Maan lämpötilan päivittäinen maksimi ja minimi olivat muovihuoneessa huomattavasti korkeammat kuin avomaalla. Sen sijaan maassa mitattujen ääriämpötilojen välinen vaihtelu oli kaikissa mittauspaikoissa suunnilleen samaa suuruusluokkaa.

2. Eniten lämpösummaa kertyi muovihuoneessa maassa. Avomaalla turverullien ja kylvöpenkkien maan lämpösumat olivat tätä selvästi vähäisemmät ja keskenään samansuuruiset.

3. Muovihuoneessa kertyi alkukesällä lämpösummaa syvemmällä maassa enemmän kuin aivan maan pinnassa. Loppukesällä erot kuitenkin tasaantuivat. Avomaalla kertyi eniten lämpösummaa maan pinnassa sekä syvemmällä maassa 5–10 cm syvyisen välikerroksen jäädessä lämpösummaltaan alhaisimmaksi.

4. Maanläheisen ilmakerroksen lämpöolot noudattivat melko johdonmukaisesti maan pintakerroksen lämpöoloja. Ilman lämpöolot olivat äärevimmät muovihuoneessa. Ilman lämpösumat olivat jokaisessa mittauspaikassa hieman korkeammat kuin vastaavat maan lämpösumat.

1. JOHDANTO

Vaikka metsänuudistamisalojen maan ja maanläheisen ilmakerroksen lämpöoloista onkin jo saatavissa jonkin verran tutkimustuloksia, tietomme taimitarhojen lämpöoloista sekä avomaalla että muovihuoneessa ovat vielä puutteellisia. Suomessa ei tätä aihepiiriä koskevia mitaustuloksia ole julkaistu juuri lainkaan (katso kuitenkin esim. KINNUNEN ja LÄHDE 1972 sekä KINNUNEN ym. 1974). Ruotsissa, joka niin ilmastollisesti kuin taimitarhatekniikan puolesta on meitä lähinnä, on vastaavia tarkasteluja suoritettu vain hyvin vähän (mm. BERGMAN

ja LESKINEN 1963, PERTTU ja SIRÉN 1973).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on esitellä päätulokset Suomenjoen metsänviljelyn koaseaman taimitarhalla (62°40'p, 27°03'i, 140 m m.p.y.) kesän 1974 aikana suoritetuista lämpötilan mittauksista. Erityisesti keskitytään päivittäisten ääriämpötilojen sekä kuukausikohtaisten lämpösummien seuraamiseen. Koska käytetty mittauskausi ei kata aivan koko kasvukautta (mm. ekologisesti kiinnostava alkukevät jää pois), on tutkimustulokset tältä osin ymmärrettävä luonteeltaan suuntaa antaviksi.

2. LÄMPÖTILOJEN MITTAUS JA TULOSTEN KÄSITTELY

Mittauspaikkoja valittiin kolme: tutkimus-tarkoituksiin varattu isokokoinen muovihuone, avomaalla oleva tasainen kylvöpenkki sekä turve(Nisula)rullien muodostama kasvualusta. Kaikki kolme mittauspaikkaa sijaitsivat vierekkäin taimitarhalla. Muovihuone oli muodoltaan tavanomainen, puolipyöreille puukaarille pystytetty, polyeteenillä peitetty katos, jonka pituus oli 60 m, leveys 16 m ja korkeus keskikohdalta 6 m. Huone oli jaettu 3 m leveällä keskikäytävällä kahteen 6,5 m leveään penkkiin, joissa koetaimia kasvatettiin (kuva 1).

Jos vertaa Suonenjoen tutkimusmuovihuonetta yleisimmin käytettyyn 7–8 m leveään ja 2–3 m korkeaan muovihuoneeseen, on todettava, että suurempi muovihuone sallii jonkin verran ns. normaalimuovihuonetta paremman luonnollisen ilman liikkeen, mikä osaltaan tasaa ilman vuorokautisia lämpötilan vaihteluita. Samaa suuntaan vaikuttaa myös suuremman huoneen sisältämä suurempi ilma- ja maamäärä.

Sekä avomaalla että muovihuoneessa käytettiin kasvialustana pelkkää kasvuturvetta. Taimitarhan pohjamaa oli karkeata hiekkaa,

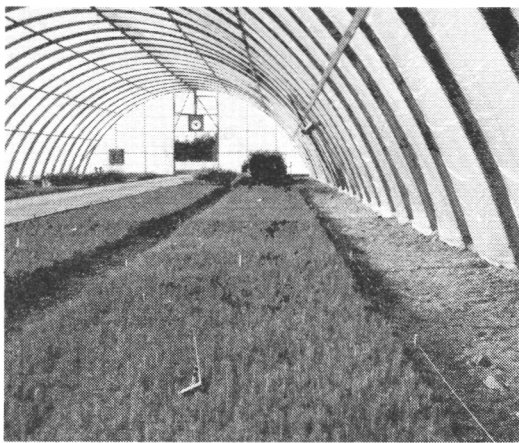
jota ajan mittaan sekoittui turpeeseen jonkin verran. Rullissa käytettiin täyttömateriaalina jyrsinturvetta.

Maan lämpötilan mittaussyvyyksiksi valittiin seuraavat: 1 cm, 5 cm, 10 cm ja 20 cm maanpinnasta lukien. Eri mittauskohtiin sijoitettiin maahan muovihuoneessa neljä sarjaa (mittaustoistoa) em. syvyyksille asetettuja antureita ja avomaalle kylvöpenkkiin sekä turverulliin kaksi neljän anturin mittaustoistoa. Jotta anturit edustaisivat mahdollisimman hyvin muovihuoneen sisällä vaihtelevia olosuhteita (mm. NISULA 1976), sijoitettiin ne siten, että kaksi neljän anturin mittaussarjaa tuli penkin seinänpuoleiseen ja kaksi sen keskikäytävän puoleiseen osaan n. 1 m:n päähän penkin reunasta (kuva 1). Avomaalla anturisarjat sijoitettiin kylvöpenkin keskelle ja turverulliin arpomalla 5 x 14 rullan muodostaman ryhmän keskimmaisille riveille. Anturit sijoitettiin 17 cm korkeiden ja 20 cm läpimittaisten rullien keskelle. Yhteensä maan lämpötilan mittauksessa käytettiin 32 anturia koko mittauskauden ajan.

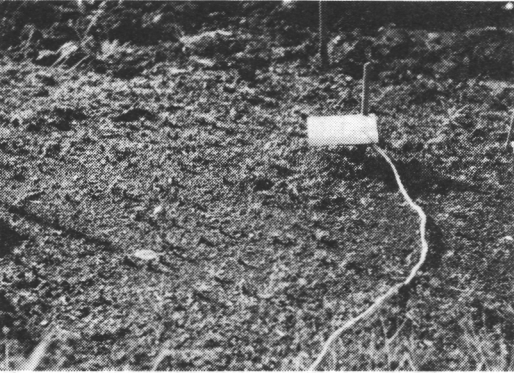
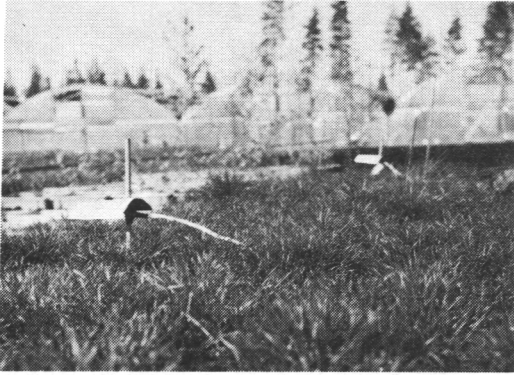
Ilman lämpötilaa mitattiin 5 cm:n korkeudelta maan pinnasta lukien. Mittauskorkeus vastasi isoilla taimilla tyviosan, pienillä kylvötaimilla taas latvaosan läheistä ilmakerrosta. Mittauskohdat olivat samat kuin maan lämpötilan mittauksessakin. Anturien määrä oli 8 kpl.

Lämpötilan mittausmenetelmänä käytettiin termoelementtimittausta. Ohuet kupari-konstantaanianturit suojattiin maassa 1 cm:n läpimittaisilla ja 5 cm:n pituisilla kupariholkeilla, jotka suljettiin mehiläisvahalla (vrt. LEIKOLA 1974). Ilman lämpötilan mittaukseen käytetyt anturit suojattiin puolipyöreillä, ulkoapäin valkoiseksi ja sisältäpäin tummaksi maalatuilla metallisilla säteilysuojuksilla (kuva 2).

Mittauslaitteena käytettiin Honeywell Oy:n valmistamaa tietojenkeruulaitetta, joka oli sijoitettu kylvöpenkkiin ja muovihuoneen lähelle lämmitettävään mittauskojuun. Tulostus tapahtui selväkielisesti rivikirjoittimella m/Kienzle, jonka avulla tulosten välitön analyysi samoin kuin mittaustoiminnan jatkuva tarkkailu oli mahdollista. Laitteet toimivat hyvin koko mit-



Kuva 1. Ilman ja maan lämpötilan mittauspaikat muovihuoneessa. Valok. P. Suolahti syysk. 1974.
Figure 1. Measurement sites for soil and air temperature in the plastic greenhouse. Photo: P. Suolahti, September 1974.



Kuva 2. Ilman ja maan lämpötilan mittauspaikat aukealla. a. turverullat, b. kylvöpenkki. Valok. P. Suolahti syysk. 1974.

Figure 2. Measurement sites for soil and air temperature in the open. a. peat rolls, b. seed-bed. Photo: P. Suolahti, September 1974.

tauskauden ajan. Vain kerran jouduttiin tietojenkerauslaitteiston yksi relekortti uusimaan, mikä aiheutti mittausoiminnassa parin päivän keskeytyksen.

Mittauskausi alkoi kesäkuun 7. päivänä 1974 ja se jatkui lokakuun 17. päivään 1974. Tulosten esittelyssä on kuitenkin vain kesä-, heinä- ja syyskuun havainnot otettu mukaan.

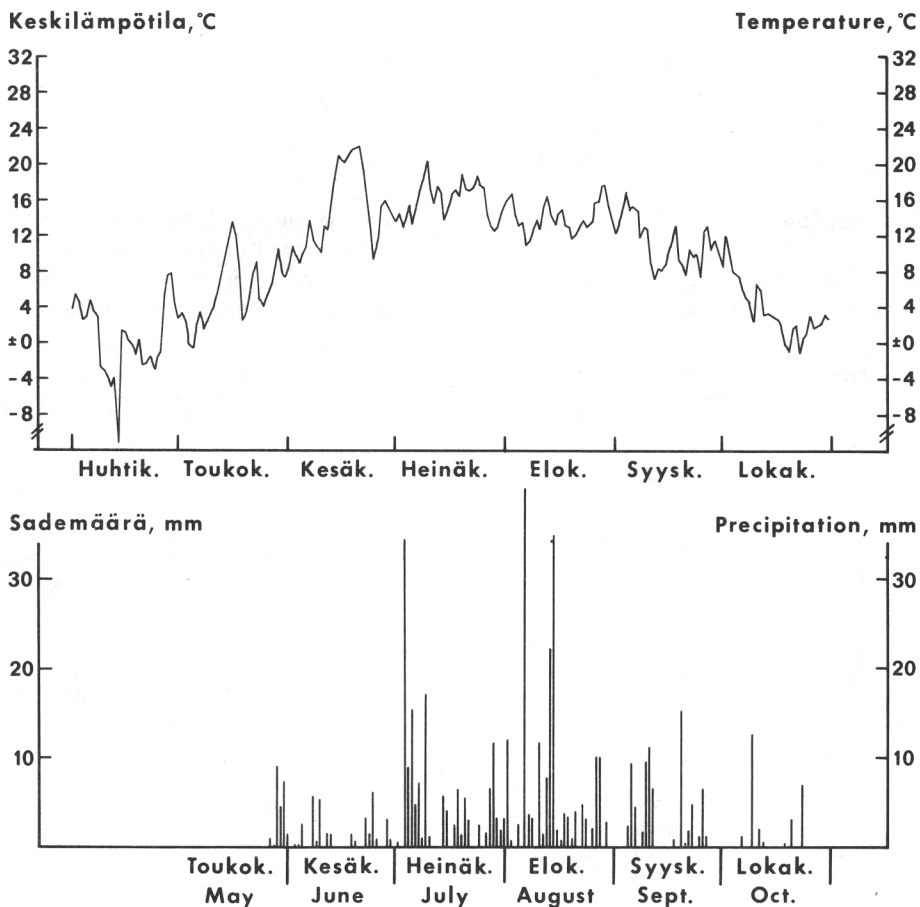
Mittaus tulokset kertyivät joka toinen (pariton) tunti. Lämpötilahavainnot käsiteltiin edelleen laskemalla kunkin mittausanturin päivittäiset minimi- ja maksimilämpötilat, näiden kuukausikohtaiset keskiarvot sekä kuukausikohtaiset lämpösummat d.h. -periaatteella käyttäen $+5^{\circ}\text{C}$ kynnyslämpötilana (vrt. LEIKOLA 1974). Tuntikohtaiset lämpösummat jaettiin 24:llä, joten ne tulivat suuruusluokaltaan tavanomaisesti koostettujen vuorokausikohtaisten (d.d.) lämpösummien tasolle (lämpösummien vertailusta katso esim. SARVAS 1966). Kunkin mittausoimiston havainnot (2–4 kpl) yhdistettiin yhdeksi keskimääräiseksi arvoksi, jota käytettiin tulosten esittelyssä. Keskimääräisten päivittäisten lämpötilahavaintojen perusteella laadittiin lopuksi maan lämpötilan ääriarvojen isotermien (samaa lämpötilaa osoittavien kuvaajien) kulkua osoittavat piirroksot.

3. MITTAUSKAUDEN SÄÄOLOT

Vuoden 1974 sääolot olivat monessa suhteessa poikkeukselliset. Varsinkin loppuvuoden sademäärät olivat normaalia huomattavasti suuremmat. Alkuvuosi, varsinkin helmikuu, oli poikkeuksellisen lämmin. Maalis- ja huhtikuussa oli maassamme kuitenkin korkeapaineita, jonka johdosta loppupalvi oli melko kylmä. Lumi suli Suomenjoen seudulla huhtikuun lopulla, noin viikon normaalin ajankohdan jälkeen. Toukokuu oli kohtalaisen lämmin ja sademäärältään normaali, mutta kesäkuun alusta lähtien sää oli epävakainen, jollaisena se jatkui käytännöllisesti

katsoen vuoden loppuun saakka. Kesän ainoa hellejakso kesti viikon verran kesäkuun puolivälistä juhannukseen saakka. Toinen lyhyt pouta-kausi oli elokuun lopulla, mutta muutoin sateinen ja pilvinen sää oli vallitsevana.

Kuopion lentokentän sääaseman ($63^{\circ}01' \text{p}$; $27^{\circ}48' \text{i}$; 98 m m.p.y.) lämpötilan ja sademäärän kuukausikeskiarvot mittauskaudena 1974 sekä pitkän ajan keskiarvot (1931–1960) olivat seuraavat (Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon... 1974):



Kuva 3. Päivittäiset keskilämpötilat ja sademäärät Suonenjoen taimitarhalla kesäkauden 1974 aikana. Mittauskorkeus 2 m.

Figure 3. Daily mean temperature (above) and precipitation (below) at the Suonenjoki experimental nursery. Measurement height 2 m.

Kuukausi	Keskilämpötila, °C		Sademäärä, mm	
	1974	1931-60	1974	1931-60
Kesäkuu	15.1	14.0	47	59
Heinäkuu	16.8	17.1	174	68
Elokuu	14.8	15.3	136	70
Syyskuu	11.6	9.7	107	59

Suonenjoen taimitarhalla mitatut päivittäiset keskilämpötilat ja sademäärät on esitetty kuvassa 3. Lämpötilan kulku oli likipitäen normaali, mutta juuri heinä- ja elokuun ennätyselliset sademäärät herättävät huomiota. Esim. taimitarhalla toiminut liukkuva sadetus-

laitteisto, jonka käyntiä säädeltiin automaattisen vaakakoneiston avulla, teki koko kesän aikana vain 11 sadetuskierrosta (NISULA 1975).

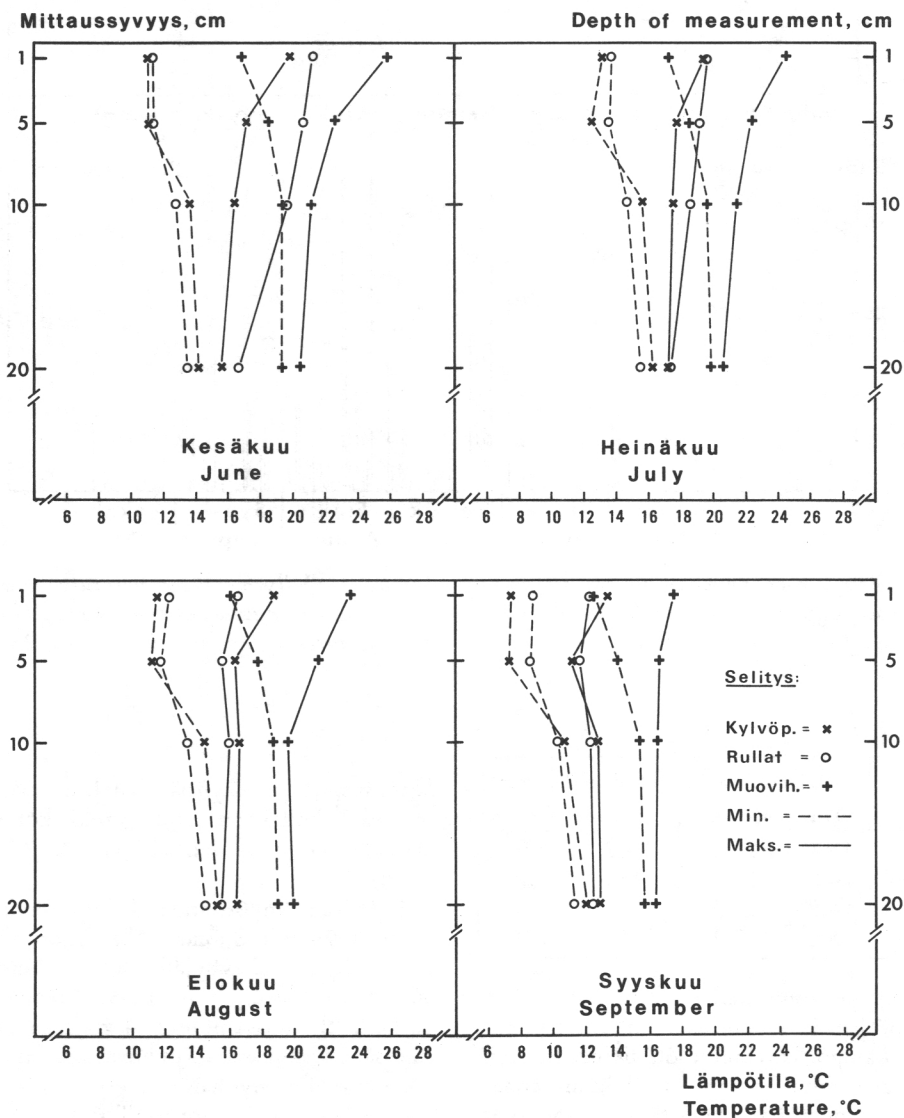
Tehoisan lämpösunnan kehityksen kannalta vuosi 1974 oli Suonenjoella lähes normaali. Kylmähkön alkukesän jälkeen (lämpösomma oli 30.5. normaalista jäljessä 10 vrk) lämpösomma oli kesä- elokuussa noin 2-4 vrk normaalitasoa jäljessä. Syyskuussa jatkui normaalia lämpimämpiä säitä niin myöhäseen, että 7.10. mitattu lämpösomma ylitti normaaliksi katsotun vuotuisen tason 3 %:n verran.

4. MAAN LÄMPÖLOT

41. Päivittäiset minimi- ja maksimilämpötilat

Kuvassa 4 on esitetty kaikkien kolmen mittausalueen keskimääräiset päivittäiset mi-

nimi- ja maksimilämpötilat kuukausittaisina keskiarvoina. Kuten odottaa saattoi, päivittäiset ääriämpötilat olivat muovihuoneessa korkeammat kuin avomaalla. Varsinkin minimilämpö-



Kuva 4. Eri mittauspaikkojen kuukausittaiset ääriämpötilat eri syvyyksillä maassa.
 Figure 4. Monthly averages for minimum and maximum soil temperatures at various measurement sites. Legend: Kylvöp. = sowing bed; Rullat = peat rolls; Muovih. = plastic greenhouse.

Taulukko 1. Päivittäisten ääriämpötilojen keskimääräiset erot, °C, eri mittauspaikoissa.
 Table 1. The average differences between the daily max. and min. temperatures, °C, on different measurement sites.

Mittauspaikka Measurement site	Mittaussyvyys, cm Depth of measurement, cm	Kesäkuu June	Heinäkuu July	Elokuu August	Syyskuu September
Muovihuone Plastic greenhouse	1	9.1	7.3	7.4	5.3
	5	4.2	3.9	3.8	2.5
	10	2.0	1.7	1.0	1.1
	20	1.2	1.1	0.9	0.5
Avomaa, turverullat Peat rolls in the open	1	9.8	5.9	4.3	3.3
	5	9.4	5.3	3.9	3.0
	10	6.7	3.8	2.7	2.1
	20	3.1	1.7	1.0	0.8
Avomaa, kylvöpenkki Seedbed in the open	1	8.7	6.4	7.3	6.0
	5	6.1	5.1	5.2	4.2
	10	2.6	2.3	2.3	1.8
	20	1.6	1.2	1.2	0.8

tilojen ero on silmiinpistävä suuri. Muovi-
huoneessa minimilämpötilat jopa ylittävät avo-
maan maksimilämpötilat siirryttäessä 5 cm
tasoa syvemmälle. Aivan maan pinnassa lämpö-
olot olivat äärevämmät kuin syvemmällä.
Tämä ääriämpötilojen erotus (ääriväli) oli suu-
rinta keskikesällä ja väheni syksyä kohden

siirryttäessä. Eri mittausalueiden väliset minimi-
ja maksimilämpötilojen erot riippuivat luonnol-
lisesti myös mittausjakson aikana vallinneista
sääoloista. Vaikka muovihuoneessa ja avomaalla
mitattujen maan maksimilämpötilojen keski-
määräinen ero 1 cm:n syvyydellä oli keskimää-
rin noin 5°–6°C, se vaihteli päivittäin 3°–10°C

Taulukko 2. Korkeimmat ja alhaisimmat vuorokautiset lämpötilat, °C, eri mittauspaikoissa.
 Table 2. The maximum and minimum daily temperatures, °C, on different measurement sites.

Mittauspaikka Measurement site	Mittaus- syvyys, cm Depth of measure- ment, cm	Kesäkuu–June		Heinäkuu–July		Elokuu–August		Syyskuu September	
		Maks. Max.	Min. Min.	Maks. Max.	Min. Min.	Maks. Max.	Min. Min.	Maks. Max.	Min. Min.
Muovihuone Plastic greenhouse	1	30.3	14.2	27.9	16.0	27.3	14.4	25.3	9.3
	5	25.8	16.2	24.2	10.8	29.5	16.6	22.1	12.0
	10	23.5	16.9	23.5	18.4	22.4	17.6	20.7	13.1
	20	22.3	17.1	25.2	18.6	21.0	17.9	19.9	13.4
Avomaa, turverullat Peat rolls in the open	1	26.9	7.8	23.4	12.1	20.1	9.0	15.4	6.2
	5	26.0	7.0	22.5	12.2	17.9	8.7	14.9	5.6
	10	24.9	9.1	21.6	13.3	18.1	11.1	15.5	7.6
	20	20.9	10.3	18.9	13.9	17.5	12.4	15.5	9.4
Avomaa, kylvöpenkki Seedbed in the open	1	24.5	7.5	23.9	10.8	23.1	7.7	16.7	3.6
	5	22.5	7.6	20.5	11.4	20.5	8.2	15.0	4.9
	10	20.9	10.6	19.5	13.8	19.4	12.5	15.5	7.8
	20	18.8	10.4	18.0	14.4	17.9	13.7	15.8	9.7

säätyypistä riippuen. Esim. PERTTU ja SIRÉN (1973) ovat mitanneet avomaan ja muovihuoneen välillä maassa 2 cm:n syvyydellä 11.5°C eron 31.5.–8.6. ja 21.7.–6.8.1972 välisenä aikana, mikä oli noin kaksinkertainen nyt saatuu verrattuna.

Vaikka päivittäiset ääriämpötilat olivat muovihuoneessa selvästi korkeammat kuin avomaalla, lämpötilan vuorokausivaihtelu oli sen sijaan kaikissa mittauspaikoissa likimain samaa luokkaa (taulukko 1). Vuorokautisten maksimi- ja minimilämpötilojen välinen ero oli suurin kesäkesällä, ja se pieneni syksyä kohden ajan. Avomaalle sijoitettujen turverullien ja kylvöpenkin välillä on eroja jotka viittaavat rullien parempaan lämmönjohtokykyyn. Eri syvyksillä mitattujen lämpötilan erojen pieneneminen siirryttäessä pinnasta syvemmälle on näissä vähäisempää kuin kylvöpenkissä. Osasyynä tähän on tietenkin turverullien muodolla: ilman lämpö- ja säteilyolot vaikuttavat rulliin jonkin verran myös sivuilta eikä yksinomaan ylhäältä, kuten normaaliin taimitarhamaan.

Taulukkoon 2 on koottu kunkin kuukauden korkeimmat ja alhaisimmat lämpötilat mittauskauden aikana. Erityisesti kiinnittää huomiota, että muovihuoneessakaan maan lämpötila 1 cm:n syvyydellä ei noussut kertaakaan +30°C tasoa korkeammaksi. Myöskään avomaalla ei maan lämpötila noussut yli +27°C. Sen sijaan syyskuussa mitattiin avomaan kylvöpenkissä alle +5°C lämpötiloja, kun taas muovihuoneessa maan lämpötila pysytteli koko ajan yli +9°C yläpuolella.

42. Kuukausikohtaiset lämpösummat

Mittauskauden alusta (7.6.) syyskuun loppuun kertyneet lämpösummat on esitetty graafisesti kuvassa 5. Muovihuoneessa oli kertynyt selvästi eniten lämpösummaa. Avomaan kylvöalalla sekä turverullissa maan lämpösumma oli suunnilleen saman suuruinen, mutta huomattavasti pienempi kuin muovihuoneessa.

Alkukesällä muovihuoneessa oli kertynyt syvemmällä maassa enemmän lämpösummaa kuin maan pinnassa, mutta syyskuun lopussa lämpösumman määrä oli kullakin syvyydellä jo suunnilleen sama. Avomaalla on selvästi nähtävissä mielenkiintoinen lämpösumman inversio-ilmio: 5 cm:n syvyydellä maan lämpösumma on jäänyt selvästi pienemmäksi kuin aivan maan

pinnassa tai syvemmällä maassa. Tämä suuntaus on havaittavissa jo kesäkuussa, mutta se voimistuu myöhemmin loppukesällä ja syksyllä.

Osasyynä tähän on lämpösumman koostamismenetely. Kaikki valittua kynnyisarvoa (tässä +5°C) alemmat lämpötilat eliminoidaan laskennasta, jolloin kulloisenkin mittauskohdan lämpöoloista riippuu, kuinka suuri osa sen lämpötilan vaihteluista ikäänkuin ”leikkautuu” pois laskennasta (tarkemmin esim. SARVAS 1966). Esim. aivan maan pintakerroksessa, jossa lämpötilan vaihtelut ovat suuret, päivittäiset huippulämpötilat pääsevät vaikuttamaan esteettä lämpösummaan, mutta kynnyslämpötilaa viileämmät yöt eivät kompensoi tätä vaikutusta millään tavoin. Osasyynä on kyllä myös todellisella lämpötilaprofiilillä inversiolla, jonka seurauksena esim. maassa mitatut lämpötilat ovat syksyllä selvästi alhaisimmat 5–10 cm:n syvyydellä pintaan sekä pohjamaan ollessa em. välikerrosta lämpimämpiä (esim. JUUSELA 1945, PESSI 1957).

On selvää, että koska maan lämpötilan mitausta ei aloitettu aivan termisen kasvukauden alussa, myöskään mittauskauden aikana kertyneitä lämpösummia ei ole syytä ulottaa edustamaan koko kasvukauden olosuhteita. Mittauskauden alkuun mennessä oli Suomenjoen taimitarhalle 2 m:n korkeudelle sääkojuun sijoitetun termografin mukaan kertynyt lämpösumma 95.1 d.d., mikä oli vajaa 10 % koko kasvukauden 1974 lämpösummasta. On kuitenkin luultavaa, että maahan oli lämpösummaa kertynyt tätäkin vähemmän, sillä lumen ja roudan sulaminen tunnetusti sitoo suuria määriä lämpöä ja hidastuttaa maan lämpenemistä keväällä (esim. JUUSELA 1945, PESSI 1957).

Muovihuoneen keskiosassa osoittautui olevan hieman lämpimämpää kuin reunaosissa, kuten käy ilmi seuraavasta asetelmasta, jossa on vertailtu 1 cm:n syvyydeltä mitattuja lämpösummia:

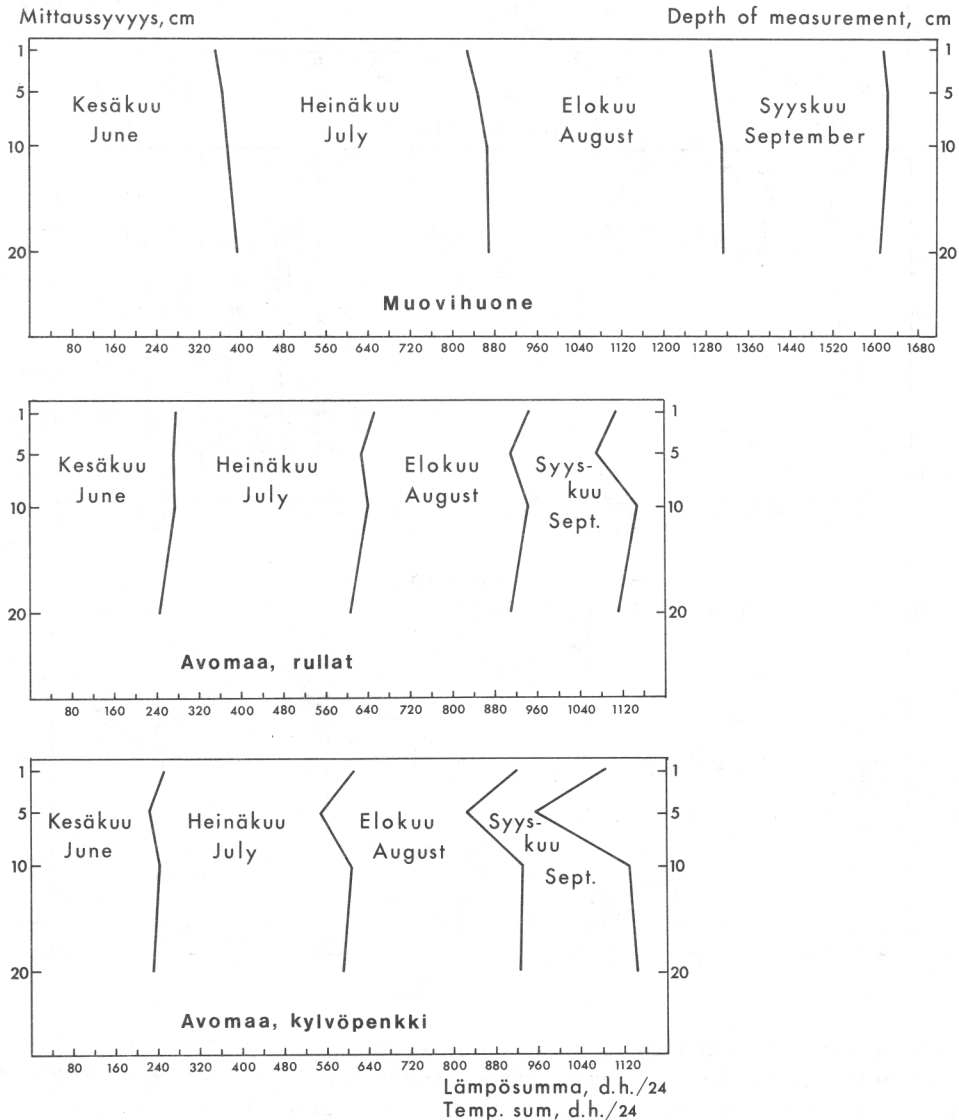
Kuukausi	Muovih. reunaosa		Muovih. keskiosa	
	Anturi n:o 0	Anturi n:o 8	Anturi n:o 4	Anturi n:o 12
Lämpösumma, d.h./24				
Kesäkuu	377	378	403	393
Heinäkuu	471	478	499	491
Elokuu	425	444	446	455
Syyskuu	282	283	282	293
Yhteensä	1 545	1 583	1 630	1 632

43. Maan lämpötilan kulku

Maan lämpöolojen havainnollistamiseksi on kuvissa 6 ja 7 esitetty päivittäisten maksimi- ja minimilämpötilojen isotermit mittauskauden aikana. Isotermit on piirretty 2°C:n tarkkuudella joka toisen päivän havaintojen perusteella.

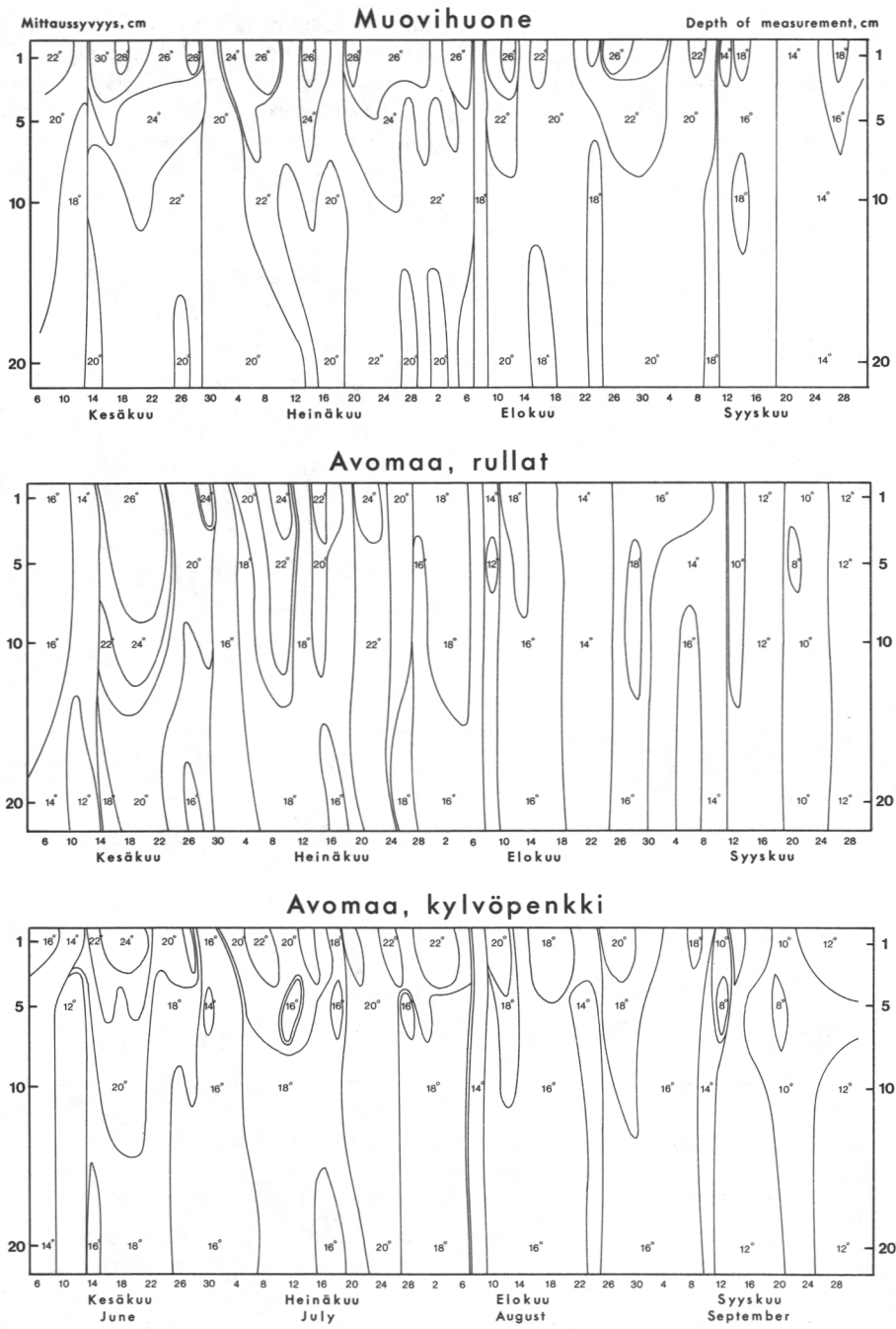
Selvimmin näkyy kuvissa päivittäisten sää-

suhteiden suuri vaikutus vielä 20 cm:n syvyydellä maan pinnasta. Maan lämpöoloille niin tunnusomaista ääriarvojen jättäytymistä ei juuri voi havaita, vaan kylmien ja lämpimien sääjaksojen vaikutus on tuntunut välittömänä syvemmilläkin, joskin usein hieman heikentyneenä.

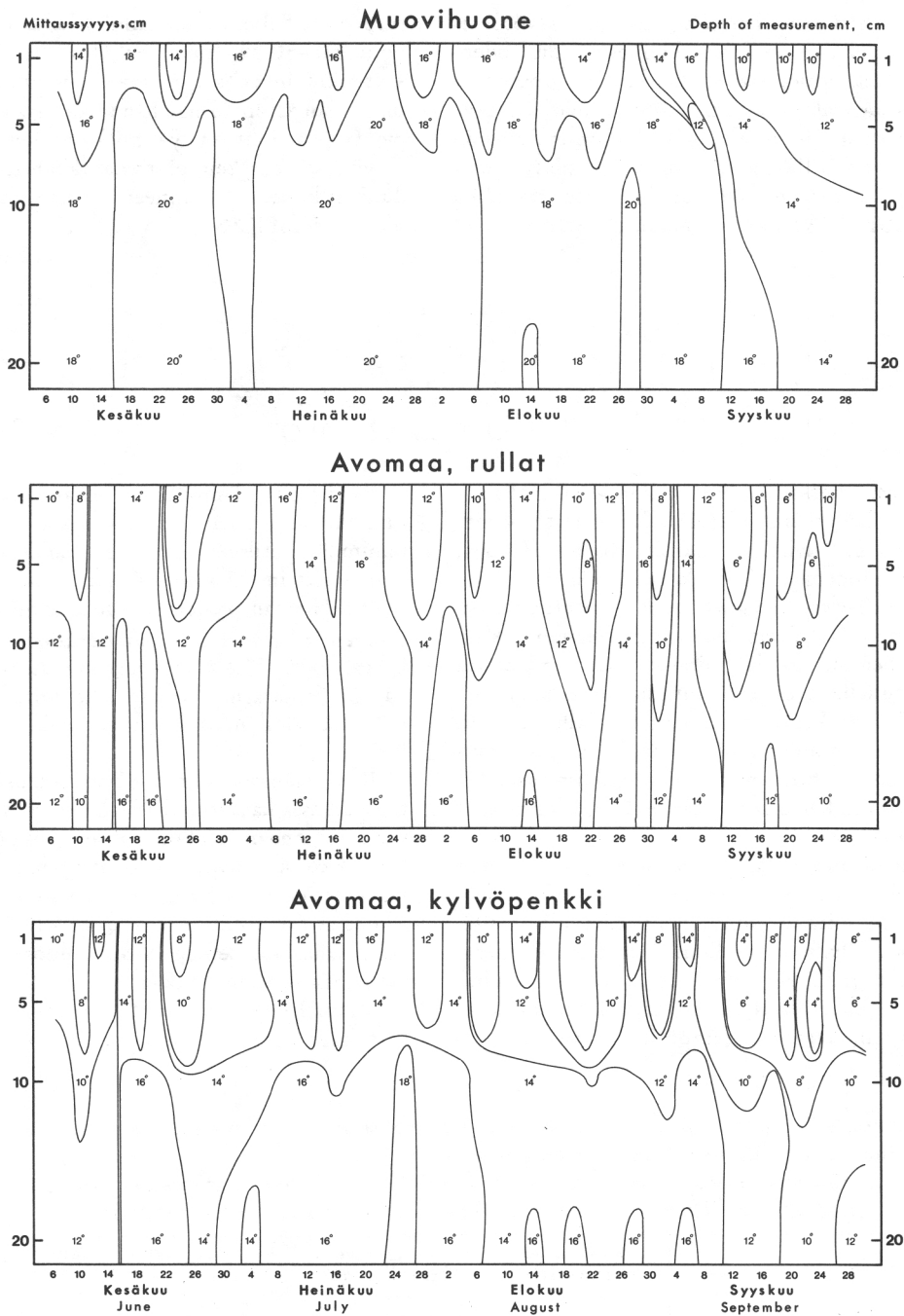


Kuva 5. Kuukausittaiset lämpösumat eri mittauskohteissa maassa.

Figure 5. Monthly soil temperature sums at various measurement sites. Legend: Muovih. = plastic greenhouse; Avomaa, rullat = peat rolls in the open; Avomaa, kylvöpenkki = seedbed in the open.



Kuva 6. Maan maksimilämpötilojen isotermit eri mittauskohteissa.
 Figure 6. Isotherms for daily maximum soil temperatures at various measurement sites. Legend: Muovih. = plastic greenhouse; Avomaa, rullat = peat rolls in the open; Avomaa, kylvöpenkki = seedbed in the open.



Kuva 7. Maan minimilämpötilojen isotermit eri mittauskohteissa.
 Figure 7. Isotherms for daily minimum soil temperatures at various measurement sites. Legend as in Fig. 6.

Turpeen hyvä lämmönjohtokyky myös avomaalla eikä vain muovihuoneessa on todennäköisesti seurausta mittauskauden poikkeuksellisesta sateisuudesta. Täysin märkä turve muistuttaa lämpötaloudellisilta ominaisuuksiltaan vettä, sillä tuolloin on 97 % tilavuudesta eli koko turpeen huokostila veden täyttämä (PUUSTJÄRVI 1973). Vaikka oletettaisiin, että

turpeen viljelykosteus taimitarhalla olisi ollut noin 50–60 % (mm. NISULA 1975), tämä kuitenkin merkitsee vastaavan vesipitoisuuden omaavaan kivennäismaahan verrattavaa lämpöpidätys- ja -johtokykyä, mitkä molemmat ovat – yhdessä turpeen pinnasta tapahtuvan haihdunnan kanssa – tasanneet kasvualueen lämpöoloja (esim. FRANSSILA 1949).

5. ILMAN LÄMPÖOLOT

Ilman keskimääräiset minimi- ja maksimilämpötilat eri mittauspaikoilla on esitetty taulukossa 3. Päivittäiset maksimilämpötilat olivat muovihuoneessa selvästi korkeammat kuin avomaalla. Turverullien yläpuolella mitatut maksimilämpötilat olivat hieman korkeammat kuin kylvöpenkin päällä mitatut. Kahden metrin korkeudella avomaalla mitatut maksimilämpötilat olivat keskimäärin kaikkein alhaisimmat. Ilman maksimilämpötilat olivat jokaisessa mittauspaikassa hieman alhaisemmat kuin vastaavat maan pintakerroksen (syvyys 1 cm) lämpötilat (kuva 4).

Ilman minimilämpötilat olivat korkeimmat muovihuoneessa. Avomaalla rullissa sekä kylvöpenkissä mitatut minimilämpötilat olivat sitävastoin alhaisemmat kuin 2 m:n korkeudessa mitatut. Jokaisessa mittauspaikassa ilman minimilämpötilat olivat alhaisemmat kuin vastaavat maan pintakerroksen lämpötilat (kuva 4).

Päivittäiset lämpöolot olivat keskimäärin äärevimmät muovihuoneessa, jossa maksimi- ja minimilämpötilojen ero kesän aikana vaihteli kuukausittain 13°C–14°C (vrt. mm. MUHLE 1976). Hieman pienempiä olivat avomaan rullataimien ja kylvöalan ääriämpötilojen erot: edellisessä 9°C–12°C ja jälkimmäisessä 8°C–11°C. Taimitarhan sääasemalla mitatut keskimääräiset ääriämpötilojen erot vaihtelivat 6°C–8°C.

Ilman lämpösummat olivat jokaisessa mittauspaikassa käytännöllisesti katsoen samat kuin vastaavat maan pintakerroksen lämpösummat (taulukko 4, kuva 5). Korkein lämpösumma saavutettiin muovihuoneessa ja toiseksi korkein avomaan turverullissa. Avomaan kylvöalan sekä taimitarhan sääaseman ilman lämpösummat olivat samaa suuruusluokkaa.

Maanläheisen ilmakerroksen lämpöoloja tarkasteltaessa on syytä muistaa, että nyt esitetyt

Taulukko 3. Eri mittauspaikkojen kuukausittaiset maksimi- ja minimilämpötilat, °C, 5 cm:n korkeudella ilmassa. Taimitarhan sääaseman mittauskorkeus 2 m.

Table 3. Monthly averages for maximum and minimum air temperatures at various measurement sites at height of 5 cm. The measurement height at the nursery's weather station is 2 m.

Kuukausi Month	Muovihuone Plastic greenhouse		Avomaa, turverullat Peat rolls in the open		Avomaa, kylvöp. Seedbed in the open		Taimit. sääasema Weather station	
	Maks. Max.	Min. Min.	Maks. Max.	Min. Min.	Maks. Max.	Min. Min.	Maks. Max.	Min. Min.
Kesäkuu – June	28.4	14.4	22.0	10.0	20.4	9.2	19.8	11.5
Heinäkuu – July	28.3	14.5	21.0	12.7	20.3	12.2	19.3	12.7
Elokuu – August	27.2	13.1	19.1	10.1	18.6	9.8	17.3	11.2
Syyskuu – September	19.3	8.8	14.8	7.1	14.4	6.6	14.0	7.9

Taulukko 4. Eri mittauspaikkojen kuukausittaiset lämpösummat 5 cm:n korkeudessa ilmassa. Taimitarhan sääaseman mittauskorkeus 2 m.

Table 4. Monthly air temperature sums at various measurement sites at height of 5 cm. The measurement height at the nursery's weather station is 2 m.

Kuukausi Month	Muovihuone Plastic green- house	Avomaa, turve- rullat Peat rolls in the open	Avomaa, kylvöp. Seedbed in the open	Taimit. sääasema Weather station
Ennen mittauskautta Before the measurement period				(95.1)
Kesäkuu – June	372.2 d.h./24	339.3 d.h./24	307.3 d.h./24	255.3 d.d
Heinäkuu – July	480.0 »	358.0 »	337.4 »	338.4 »
Elokuu – August	446.6 »	294.8 »	275.7 »	283.9 »
Syyskuu – September	311.9 »	174.7 »	152.1 »	187.2 »
Yhteensä – Total	1610.7 »	1166.8 »	1072.5 »	1064.8 » (1159.9 »)

mittaustulokset eivät edusta suoranaisesti kasvatettavien taimien version lämpöoloja, vaan tarkkaan ottaen vain säteilyltä suojattujen, ilman lämpötilaa mittaavien anturien lämpöoloja. Taimet joutuvat koko ajan alttiiksi sekä tulevalle auringon säteilylle että yöllä vallitsevalle ulos-säteilylle, mikä tekee niiden lämpöolot pilvetömällä säällä huomattavasti äärevämmiksi kuin niitä ympäröivän ilman (FRANSSILA 1949 ym.). Vaikka maan lämpöolojen mittauksella voidaan erittäin hyvin kuvata taimien juurten lämpöoloja, ilman lämpötilan mittauksella ei tätä tavoitetta saavuteta ainakaan version osalta (mm. LEIKOLA 1976). Toisaalta muovihuo-

neen kattokalvo toimii jossakin määrin ns. toimivana pintana, mikä vuorostaan heikentää auringon säteilyn ja maanpinnan ulossäteilyn vaikutusta huoneessa kasvavien taimien version lämpöoloihin (mm. PERTTU ja SIREN 1973). Muovihuoneen lämpöolot riippuvat suuresti myös käytetyn muovin väristä ja auringon säteilyn läpäisevyydestä. Mitä enemmän muovikalvo läpäisee säteilyä sitä äärevämmät muovihuoneen lämpöolot ovat (MUHLE 1976 ym.). – Kaikkiin muovihuoneessa vallitseviin ns. kasvihuonevaikutuksiin ei kuitenkaan ole tässä yhteydessä syytä puuttua syvemmmähti.

6. TULOSTEN TARKASTELUA

Maan lämpöolot riippuvat aina useasta eri tekijästä, ja yleistettäväksi kelpaavien tulosten hankkiminen vaatii useampia vuosia jatkuneita havaintosarjoja, vaikka olisi kyse niin yhdenmukaisista olosuhteista kuin taimitarhoilla yleensä on. On selvää, että sellaisena poikkeuksellisen sateisena kesänä kuin havaintovuonna 1974 avomaan kylvöpenkin ja turverullien maan lämmönjohtokyky oli huomattavasti suurempi

kuin esim. jonakin tavallista kuivempänä vuonna. Myös on taimitarhoilla aina otettava huomioon sadetuksen suuri vaikutus maan lämpöoloihin, mikä näkyy paitsi maan ominaislämmön ja lämmönjohtokyvyn muutoksina, myös kastelueden ja haihdunnan sitomina tai tuomina lämpömäärinä (mm. KELLER 1970, PUUSTJÄRVI 1973).

Tässä yhteydessä onkin kiinnitettävä huo-

miota siihen ensiarvoiseen asemaan, mikä kastelu- ja sadeveden mukanaan tuomalla lämmöllä on maan lämpöolojen kehitykselle. Jos maan pintakerros pääsee alkukesällä sateen vaikutuksesta lämpenemään ja routa sulaa aikaisin, tämä näkyy syvemmissä maakerroksissa selvänä vielä heinäkuussa. Yleisesti ottaen meillä onkin havaittu, että maan lämpötila on sateisina kesinä ollut varsinkin syvemmällä korkeampi kuin kuivina kesinä (mm. JUUSELA 1945, PESSI 1957).

Maanläheisen ilmakerroksen lämpöolot noudattivat melko tarkoin maan lämpöoloja. Useissa yhteyksissä onkin todettu, että erityisesti sen jälkeen kun lumi ja routa ovat sulaneet, sekä maan että sen läheisen ilmakerroksen lämpötiloilla on jokseenkin kiinteä korrelaatio suhde (mm. JUUSELA 1945, PESSI 1957).

Pohjoismaissa suoritettujen kokeiden mukaan männyn ja kuusen siemen itää varmimmin ja nopeimmin $+20^{\circ}$ – $+26^{\circ}\text{C}$ lämpötilassa (esim. MORK 1938, HARI ja LEHTINIEMI 1972). Suonenjoella ei kesän 1974 aikana avomaalla juuri päästy optimiarvoihin kuin hetkellisesti kesäkuun loppupuolen poutakauden aikana. Mm. maan lämpötilan kuukausikeskiarvot jäivät selvästi tämän tason alle. Sen sijaan itämisen vaatimaa vähimmäislämpötilaa, noin $+5^{\circ}$ – $+6^{\circ}\text{C}$, ei alitettu mittauskauden aikana ennen kuin syyskuussa. Siementen itäminen kuitenkin ilmeisesti hidastui siitä, mihin parhaissa olosuhteissa olisi voitu päästä. Muovihuoneen ja avomaan lämpöolojen eroa voidaan havainnollistaa laskemalla KAUNISTON (1974) julkaisemien lämpösummalukujen perusteella, kuinka pitkän ajan männyn ja kuusen siemeneltä vaatisi, ennenkuin 50 % koko kylvetystä määrästä olisi itänyt (vaadittava lämpösumma oli kuusella 195 d.d. ja männyllä 205 d.d.). Muovihuoneessa tämä aika oli 14 vrk ja avomaalla 19–20 vrk mittauskauden alusta lukien (mittausvyvyys 1 cm). – Tämä vastasi melko hyvin taimitarhalla suoritettujen kylvösten itämisen aikataulua sekä mm. PERTUN ja SIRÉNIN (1973) sekä HULTÉNIN (1974) muovihuonekylvöistä julkaisemia tuloksia.

Myös taimien juuriston optimaaliseksi lämpötilaksi ilmoitetaan yleensä noin $+15^{\circ}$ – $+20^{\circ}\text{C}$, jos kohta eri olosuhteissa ja eri puolajelle

esitetty arviot poikkeavat toisistaan (esim. LYR ja HOFFMANN 1967). Männyn juuriston kasvun optimiksi on äskettäin esitetty niinkin korkea lämpötila kuin $+30^{\circ}\text{C}$ (SÖDERSTRÖM 1976). Tämän mukaan olosuhteet sekä avomaalla että muovihuoneessa olisivat mittauskauden aikana jääneet alle männyn juuriston otollisimman lämpötilan. Kuusella juuriston kasvun optimilämpötila, $+20^{\circ}\text{C}$, sen sijaan ylittettiin moneen otteeseen. Juuriston kasvun minimirajan, noin $+5^{\circ}\text{C}$ – $+6^{\circ}\text{C}$, ylittävä lämpötila vallitsisi koko mittauskauden ajan kaikissa mittauskohteissa.

Kun vertailukohdaksi otetaan taimitarhalla 2 m:n korkeudella rekisteröity mittauskauden aikainen ilman lämpösumma, saadaan seuraavat suuntaa antavat suhteelliset arvot:

Ilma, 2 m, taimitarha	100
Ilma, 5 cm, muovihuone	151
Ilma, 5 cm, avomaa, turverullat	110
Ilma, 5 cm, avomaa, kylvöpenkki	101
Maa, 1 cm, muovihuone	150
Maa, 1 cm, avomaa, turverullat	105
Maa, 1 cm, avomaa, kylvöpenkki	102
Maa, 5 cm, muovihuone	152
Maa, 5 cm, avomaa, turverullat	101
Maa, 5 cm, avomaa, kylvöpenkki	89

Yleisenä sääntönä voi tämän mukaan sanoa, että taimitarhalla kylvösiemenen ja koulimatotmien taimien elinympäristön lämpösummat ovat samaa suuruusluokkaa kuin ilmassa 2 m:n korkeudella mitattu lämpösumma, ja muovihuoneessa vastaavat lämpösummat ovat puoli-toista kertaa avomaan lämpösumma (vrt. mm. PRODUKSJON AV. . . 1968).

Muovihuoneessa kasvatettujen taimien koko on tunnetusti suurempi kuin avomaalla kasvanneiden samanikäisten taimien (mm. BERGMAN ja LESKINEN 1963, HUURI ym. 1970). On selvää, että lämpöolojen parantumisella on tässä suuri osuus. Kun toisaalta lämpötila saattaa muovihuoneessa aurinkoisella säällä kohota haitallisen korkeaksi, on lämpötilan säätely sopu- suhtaisen istutusmateriaalin tuottamisessa erittäin tärkeitä. Lämpö- ja kosteusolojen seuraamista sekä avomaalla että muovihuoneessa onkin tarkoitus jatkaa Suonenjoen taimitarhalla edelleen.

6. KIRJALLISUUS

- BERGMAN, F. & U. LESKINEN. 1963. Plantproduktion under plast. Fören. Skogsträdsförel., FS-inform. 24.
- FRANSSILA, M. 1949. Mikroilmasto-oppi. Otava, Helsinki, 257 s.
- HARI, P. & T. LEHTINIEMI. 1972. Lämpötilan ja itämisalustan kosteuden vaikutus kuusen (*Picea abies* (L) Karst.) siementen idäntään ja CO₂-eritykseen laboratoriossa. Summary: The effect of temperature and moisture on germination and CO₂-output of spruce (*Picea abies* (L) Karst.) seeds in controlled environment. *Silva Fenn.* 6:125–141.
- HULTÉN, H. 1974. Fröplantans utveckling under gröningsfasen. (*Pinus silvestris* L.). Summary: Seedling development during germination. (*Pinus silvestris* L.). Skogshögskolan, Inst. f. Skogsförnygr., Rapp. o. Upps. 32.
- HUURI, O., K. KYTÖKORPI, M. LEIKOLA, J. RAULO & P.K. RÄSÄNEN. 1970. Tutkimuksia taimityyppiluokituksen laatimista varten. I Vuonna 1967 metsänviljelyyn käytettyjen taimien morfologiset ominaisuudet. Summary: Investigations on the basis for grading nursery stock. I The morphological characteristics of seedlings used for planting in the year 1967. *Folia Forest.* 82.
- JUUSELA, T. 1945. Untersuchungen über den Einfluss des Entwässerungsverfahrens auf den Wassergehalt des Bodens, den Bodenfrost und die Bodentemperatur. *Acta Agr. Fenn.* 59.
- KAUNISTO, S. 1974. Männyn kylvöajankohta ojitetulla suolla. Summary: Date of direct seeding on drained peatlands. *Folia Forest.* 203.
- KELLER, TH. 1970. Über den Einfluss organischer Bodenabdeckung im Forstpflanzgarten auf die Wuchsleistung von Verschulfichten sowie auf Bodentemperatur und Bodenfeuchtigkeit. *Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Versuchsw.* 46:33–65.
- KINNUNEN, K. & E. LÄHDE. 1972. Kylvöajankohdan vaikutus kennotaimien kehitykseen ensimmäisen kasvukauden aikana. Summary: The effect of sowing time on development during the first growing season of seedlings grown in paper containers. *Folia Forest.* 158.
- KINNUNEN, K., J. LIND & E. LÄHDE. 1974. Eri ajankohtina istutettujen männyn kennotaimien alkukehitys Pohjois-Suomessa. Summary: Initial development of Scots pine Paper Pot seedlings planted on different dates in northern Finland. *Folia Forest.* 212.
- 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. *Commun. Inst. For. Fenn.* 84.2.
- LEIKOLA, M. 1976. Näkökohtia metsikköekologisten ympäristökijöiden mittaamisesta. Summary: Measuring environmental factors in a forest ecosystem. *Silva Fenn.* 10:148–156.
- LYR, H. & G. HOFFMANN. 1967. Growth rates and growth periodicity of tree roots. *Int. Rev. Forestry Res.* 2:181–236.
- MORK, E. 1938. Gran- och furufröets spirining ved forskjellig temperatur og fuktighet. Summary: Germination of spruce and pine seed at various temperatures and degrees of moisture. *Medd. Norske Skogforsöksv.* 21: 225–249.
- MUHLE, O. 1976. Folientunnel und Folien-gewächshäuser für die Anzucht von Forstpflanzen. Summary: Plastic tunnels and plastic greenhouses for rearing of forest plants. *Allg. Forst- u. Jagtzeit.* 147:209–216.
- NISULA, P. 1975. Liikkuva sadetuslaitteisto. Summary: Revolving sprinkler. *Folia Forest.* 228.
- NISULA, P. 1976. Muovihuoneen sadetusko-neisto. Summary: A sprinkler for a plastic greenhouse. *Folia Forest.* 258.
- PERTTU, K. & G. SIREN. 1973. Jämförande pilotundersökningar av några klimat- och tillväxtvariabler i växthus täckta med folie- och nätplast. Skogshögsk., Inst. Skogsförnygr., Rapp. o. Upps. 41.

- PESSI, Y. 1957. Suoviljelyksen maan lämpö-
oloista Pelsonsuolla vuosina 1952–55. Sum-
mary: On the thermal conditions of cultivated
peat soil in Pelsonsuo in the years 1952–55.
Valt. maatal.koet. julk. 154.
- Produksjon av skogplanter. 1968. Det Norske
Skogselskap, Oslo. 199 s.
- PUUSTJÄRVI, V. 1973. Kasvuturve ja sen
käyttö. Turveteollisuusliitto ry:n julk. 1.
172 s.
- SARVAS, R. 1966. Metsäpuiden kukkimisen
vuotuinen periodi. Esit. 8.10.1965. Suomal.
Tiedeakat., esit. ja pöytäk. 1965: 239–259.
- SÖDERSTRÖM, V. 1976. Analys av mark-
beredningseffekterna vid plantering på några
färska hyggen. Summary: Analysis of the
effects of scarification before planting
conifers on some newly clearfelled areas
in Sweden. Sveriges Skogsv. förb. Tidskr.
74: 59–333.

- broadleaved pulpwood, large-sized pulpwood and coniferous pulpwood of approximate length. 3,—
- No 237 Markku Mäkelä: Oksaraaka-aineen kasaus ja kuljetus.
Bunching and transportation of branch raw material. 2,—
- No 238 Mirja Ruokonen: Lehtien kautta annetun fenoksiherbisidin käyttäytyminen kasvilla. Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu.
The behaviour of leaf-applied phenoxy-herbicides in plants. A study based on literature. 2,50
- No 239 Eero Paavilainen: Koetuloksia lannoituksen vaikutuksesta korpikuusikossa.
On the response to fertilizer application of Norway spruce growing on peat. 1,—
- No 240 Pentti Hakkila, Hannu Kalaja ja Markku Mäkelä: Kokopuunkäyttö pienpuuongelman ratkaisuna
Full-tree utilization as a solution to the problem of small-sized trees. 8,—
- No 241 Victor Ipatiev & Eero Paavilainen: Lannoituksen vaikutuksen kesto aika vanhassa tupasvillarämeen männikössä.
Duration of the effect of fertilization in an old pine stand on a cottongrass pine swamp. 1,50.
- No 242 Pertti Harstela: Työn tuotos ja työntekijän kuormittuminen vyöhykekasausmenetelmää käytettäessä.
The effect of bunching into zones on productivity and strain of the worker cutting pulpwood. 2,—
- No 243 Paavo Valonen: Tekomiehen fyysinen kuormitus kehittyneissä työvaltaisissa kuitupuun tekomenetelmissä.
The physical strain on the logger in advanced labour intensive pulpwood preparation methods. 4,—
- No 244 Eero Lehtonen: Kourakuormauksen oppiminen.
Learning of grapple loading. 4,—
- No 245 Pentti Nisula: Kantoloukku.
Stump Crusher. 3,—
- No 246 Hans G Gustavsen ja Erkki Lipas: Lannoituksella saatavan kasvunlisäyksen riippuvuus annetusta typpimäärästä
Effect of nitrogen dosage on fertilizer response. 2,—
- No 247 Yrjö Vuokila: Nuoren istutuskuusikon harvennus puuntuotannollisena ongelmana.
Thinning of young spruce plantations as a problem of timber production. 2,50
- No 248 Timo Kurkela ja Yrjö Norokorpi: Kuusen lumikaristesienen (*Lophophacidium hyperboreum* Lagerb.) esiintyminen Suomessa
Occurrence of spruce snow blight fungus, *Lophophacidium hyperboreum* Lagerb. in Finland. 1,—
- No 249 Pentti Hakkila ja Markku Mäkelä: Pallarin vesakkoharvesteri.
Pallari Bushharvester 2,—
- 1976 No 250 Veijo Heiskanen ja Pentti Rikkinen: Havusahatukkien kuoren määrä ja siihen vaikuttavat tekijät.
Bark amount in coniferous sawlogs and factors affecting it. 7,—
- No 251 Veijo Heiskanen: Havusahatukkeja koskevia arvolaskelmia vuosina 1974—1975.
Value calculations for softwood sawlogs in 1974—1975 7,—
- No 252 Jyrki Raulo ja Eino Mälkönen: Koivun luontainen uudistuminen muokatulla kangasmaalla.
Natural regeneration of birch (*Betula verrucosa* Ehrh. and *B. pubescens* Ehrh.) on tilled mineral soil. 1,50
- No 253 S.-E. Appelroth: Työntutkimus Lamu-kylvökoneesta.
Work Study of the Lamu Seeding Machine. 2,50
- No 254 Matti Kärkkäinen: Havutukkien kiintomittausmenetelmän seurantajärjestelmä.
A control method for the measurement of pine and spruce logs. 2,—
- No 255 Metsätalastollinen vuosikirja 1974.
Yearbook of forest statistics 1974.
- No 256 Pentti Hakkila, Hannu Kalaja ja Yrjö Schildt: Bobcat M-721 kaatokasauskone männikön ensiharvennuksessa.
Bobcat M-721 feller-buncher in early thinning of Scots pine. 2,—
- No 257 Pirkko Velling: Mänty- ja kuusiprovenienssien puuaineen tiheyden vaihtelusta.
The wood basic density variation of pine and spruce provenances. 4,—
- No 258 Nisula Pentti: Muovihuoneen sadetuskone.
A sprinkler for a plastic greenhouse. 1,50
- No 259 Matti Uusitalo: Puun kasvatuksen kulut vuosina 1972 ja 1973.
Costs of timber production in Finland in 1972 and 1973 5,—
- No 260 Harstela Pertti: Työn tuotos ja työntekijän kuormittuminen tehtäessä kuitupuuta liuku-puomikuormausta varten.
Work output and the worker's strain in cutting pulpwood for slide-boom loading. 2,50
- No 261 Eero Lehtonen: Pienpuun kaato moottori- ja raivaussahoihin perustuvilla laitteilla.
Felling of small-size trees with felling devices based the chain saw and clearing saw. 3,—
- No 262 Olli Saikku ja Pentti Rikkinen: Kuitupuun kuoren määrä ja siihen vaikuttavat tekijät.
Bark amount of pulpwood and factors affecting it. 2,—
- No 263 Reino Saarnio: Viljeltyjen visakoivikoiden laatu ja kehitys Etelä-Suomessa.

- The quality and development of cultivated curly-birch (*Betula verrucosa f. carelica* Sok.) stands in southern Finland. 3,—
- No 264 Yrjö Vuokila: Ensiharvennuskertymä.
Yield from the first thinning. 1,50
- No 265 Olavi Huuri: Kallistumisilmiö istutusmännikoissä; tiedustelun tuloksia.
Tilting of planted pines; survey results. 2,50
- No 266 Proposed tree breeding programme in Finland 1976—1985.
Abbreviation of the report issued by the Tree Breeding Committee (Committee Report 1975:25).
- No 267 Jari Parviainen: Taimien juurten leikkaaminen kasvatuksen ja istutuksen yhteydessä.
Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu.
Root pruning in the nursery and at planting. A study based on literature. 3,—
- No 268 Jari Parviainen: Männyn eri taimilajien juuriston alkukehitys.
Initial development of root systems of various types of nursery stock for Scots pine. 2,50
- No 269 Heikki Seppälä: Metsäsektorin alueellinen merkitys Suomessa.
Regional importance of the forest sector in Finland. 3,—
- No 270 Jaakko Virtanen: Metsänomistaja tienrakennuttajana.
The role of the forest owners in logging roads construction. 3,—
- No 271 Pertti Elovirta: Metsätalouden työvoiman tarjonta Suomessa 1945—1974 ja ennuste vuosille 1975—1985.
Forest labour supply in Finland 1945—1974 and a forecast to years 1975—1985. 5,—
- No 272 Eero Paavilainen: Typpilannoitus ohutturpeisilla piensararämeillä.
Nitrogen fertilization on shallow-peated *Carex globularis* pine swamps. 2,—
- No 273 Paavo Simola ja Markku Mäkelä: Rasiinkaato kokopuiden korjuussa.
Leaf-seasoning method in whole-tree logging. 2,—
- No 274 Kullervo Kuusela ja Sakari Salminen: Pohjois-Karjalan metsävarat vuosina 1973—74, Etelä-Pohjanmaan, Vaasan ja Keski-Pohjanmaan vuonna 1974 sekä Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan vuonna 1975.
Forest resources in the Forestry Board Districts of Pohjois-Karjala in 1973—74, Etelä-Pohjanmaa, Vaasa and Keski-Pohjanmaa in 1974, Kainuu and Pohjois-Pohjanmaa in 1975. 5,—
- No 275 L. Runeberg: Driftsresultatet från Skogsforskningsinstitutets företagsekonomiska forskningskogar åren 1945—74.
The business economics result from the Forest Research Institute's research forests 1945—74. 5,—
- No 276 Pentti Iisalo, Jukka Sorsa ja Paavo Tiihonen: Suomen metsien rakenteen seuranta-menettelmä.
Eine Methode zur laufenden Überprüfung der Struktur der Wälder Finnlands. 2,50
- No 277 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1973—75.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1973—75. 5,—
- No 279 Jyrki Raulo ja Erkki Lähde: Ennakkotuloksia rauduskoivuun kylvökokeista Lapissa.
Preliminary results on sowing experiments with *Betula pendula* Roth in Finnish Lapland. 1,50
- No 280 Veijo Heiskanen: Havusahatukkien kuorelliset keskusmuotoluvut.
Middle form factors of pine and spruce sawlogs. 2,50
- No 281 Yrjö Vuokila: Karsimisen vaikutus männyn ja koivun terveystilaan.
Effect of green pruning on the health of pine and birch. 1,50
- No 282 Yrjö Vuokila: Pystypuun kairaus vikojen aiheuttajana.
The boring of standing trees as a source of defects. 1,50
- No 283 Leevi Pajunen: Metsurin työvälinekustannukset 1975—1976.
Forest worker's equipment costs 1975—1976. 2,50
- No 284 Paavo Juutinen, Timo Kurkela ja Sakari Lilja: Ruohokaskas, *Cicadella viridis* (L.), lehtipuun taimien vioittajana sekä vioitusten sienisaastunta.
Cicadella viridis (L.), as a wounding of hardwood saplings and infection of wounds by pathogenic fungi. 1,50
- No 285 Timo Nyrhinen: Kaksivaiheisen metsän investoinnin koe Lounais-Suomessa.
A test of two-step forest inventory in South-West Finland. 2,50
- No 286 Matti Kärkkäinen: Pohjoissuomalaisen koivukuitupuun tilavuusmittauksia.
Volume measurement of birch pulpwood in Northern Finland. 2,50
- No 287 Veijo Heiskanen ja Juhani Salmi: Koivutukkien latvamuotoluvut ja yksikkökuutiot.
Top form factors and unit volumes of birch logs. 5,—
- No 288 Matti Leikola: Taimitarhaan lämpöolot muovihuoneessa ja avomaalla.
Soil temperature conditions in plastic greenhouse and in open nursery. 2,—
- No 290 Veijo Heiskanen: Tarkistetut havusahatukkien kuorelliset yksikkökuutioluvut.
The checked unit volumes for pine and spruce sawlogs. 1,50
- No 291 Matti Uusitalo: Puun kasvatuksen kulut vuosina 1972—74.
Costs of timber production in Finland in 1972—74. 3,—