

# FOLIA FORESTALIA<sup>253</sup>

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1976

---

---

S.-E. APPELROTH

TYÖNTUTKIMUS  
LAMU-KYLVÖKONEESTA

WORK STUDY OF THE  
LAMU SEEDING MACHINE

---

- No 183 Heikki Nikkilä: Kylkitiheysmenetelmä kuitupuupinon kiintomitan määrittämisessä.  
The pile face density method in measuring the solid volume of a pulpwood pile. 4,—
- No 184 Olavi Saikku: Lannoituksen vaikutuksesta männyn kuoren määrään kangasmaalla.  
The effect of fertilization on the amount of the bark of Scotch pine in forest land. 1,50
- No 185 Kaj Asplund, Erkki Lähde & Erkki Numminen: Vajaasti kypsyneen männyn siemenen kehitys käpyjen varastoinnin aikana.  
On the development of incompletely ripened seeds of Scots pine in cones under storage. 1,50.
- No 186 Esko Jaatinen: Recreational utilization of Helsinki's forests. 4,—
- No 187 Markku Mäkelä: Kanto- ja liekopuun korjuu polttoturvesoilta.  
Harvesting of stump and moor wood from fuel peat bogs. 2,—
- No 188 Pirkko Velling: Männyn (*Pinus silvestris* L.) puuaineen tiheyden fenotyypisistä ja geneettisestä vaihtelusta.  
Phenotypic and genetic variation in the wood basic density of Scots pine (*Pinus silvestris* L.). 3,—
- No 189 Risto Seppälä: Yksityismetsänomistajien hakkuukäyttäytyminen Suomen itäosissa.  
Cutting behaviour of private forest owners in eastern Finland. 4,—
- No 190 Risto Seppälä: Raakapuun tarjonnasta Suomessa.  
On the supply of roundwood in Finland. 4,—
- No 191 Kullervo Kuusela & Alli Salovaara: Ahvenanmaan maakunnan, Helsingin, Lounais-Suomen, Satakunnan, Uudenmaan-Hämeen, Pirkka-Hämeen, Itä-Hämeen, Etelä-Savon ja Etelä-Karjalan piirimetsälautakunnan metsävarat vuosina 1971—72.  
Forest resources in the District of Ahvenanmaa, and the Forestry Board Districts of Helsinki, Lounais-Suomi, Satakunta, Uusimaa-Häme, Pirkka-Häme, Itä-Häme, Etelä-Savo and Etelä-Karjala in 1971—72. 7,—
- No 192 Paavo Tiuhonen: Puutavaralajirakenteen likimääräisarvioinnissa käytettäviä menetelmiä.  
Methoden für die annähernde Schätzung des Holzsortenstruktur.
- No 193 Terho Huttunen: Suomen sahateollisuus vuonna 1972.  
The sawmill industry in Finland in 1972. 4,—
- No 194 Ukko Rummukainen: Herbisidiraakeiden männyn- ja kuusentaimille aiheuttamista kuorivioituksista.  
On bark damages caused to Scots pine and Norway spruce plantations by granular herbicides. 2,—
- No 195 Metsätalastollinen vuosikirja 1972.  
Yearbook of forest statistics 1972. 12,—
- No 196 Erkki Lähde: The effect of seed-spot shelters and cold stratification on germination of Pine (*Pinus silvestris* L.) seed.  
Kylvösuojan ja kylmästratifiointin vaikutus männyn siemenen itämiseen. 2,—
- No 197 Erkki Lähde & Kaarlo Kinnunen: Paperikennon ja turveruukun seinän lujuus ja taimien alkukehitys Pohjois-Suomessa.  
The relationship between the wall strength of paper and peat pots and the initial development of seedlings in Northern Finland. 2,—
- No 198 Esko Jaatinen: Metsäteollisuusyhtiöiden omien metsien hakkuupolitiikan motiivit.  
Timber cutting motives of forest industry enterprises. 4,—
- No 199 Esko Leinonen: Purunäytteeseen perustuvasta kuivapainomittauksesta.  
Dry-weight scaling based on chip samples. 3,—
- No 200 Pentti Hakkila & Markku Mäkelä: Jatkotutkimuksia Pallarin kantoharvesterista.  
Further studies of the Pallari Stumpharvester. 2,—
- No 201 Matti Leikola & Risto Rikala: Lannoituksen vaikutus männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen kangasmailla.  
The effect of fertilization on the initial development of pine and spruce on mineral soils. 2,—
- No 202 Paavo Tiuhonen: Leimikon pystymittauksen tarkistaminen.  
Zur kontrolle einer am stehenden zum Einschlag ausgezeichneten Holz durchgeführten Messung. 2,—
- No 203 Seppo Kaunisto: Männyn kylvöajankohta ojitetulla suolla.  
Date of direct seeding on drained peatlands. 3,—
- No 204 Pentti Hakkila & Hannu Kalaja: Oksaraaka-aineen kasaus Melroe Bobcat M-600 kuormaajalla.  
Bunching of branch raw material by Melroe Bobcat M-600 loader.
- No 205 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1971—73.  
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1971—73. 5,—
- No 206 Metsäntutkimuslaitoksen päätös puutavaran mittauksessa käytettävistä muuntoluvuista ja kuutioimistaulukoista 2 päivänä toukokuuta 1969 annetun päätöksen muuttamisesta.  
Skogsforskningsinstitutets beslut angående ändring av institutets beslut av den 2 maj 1969 om omvandlingskoefficienter och kuberingstabeller för virkesmätning. 8,—
- No 207 Kullervo Kuusela ja Alli Salovaara: Etelä-Karjalan, Pohjois-Savon, Keski-Suomen ja Itä-Savon metsävarat vuonna 1973.  
Forest resources in the Forestry Board Districts of Etelä-Karjala, Pohjois-Savo, Keski-Suomi and Itä-Savo in 1973. 4,—

FOLIA FORESTALIA 253

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1976

S.-E. APPELROTH

TYÖNTUTKIMUS LAMU-KYLVÖKONEESTA

Work Study of the Lamu Seeding Machine

ALKUSANAT

Metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian tutkimusosaston tehtäviin kuuluvat mm. metsänviljelyn työntutkimukset, joihin sisältyy laite- ja menetelmäkehittäminen. Keskenäisistä prototyypeistäkin tarvitaan työntutkimuksiin perustuvia tietoja toisaalta laitteen edelleen kehittelyä varten ja toisaalta saaduilla tuloksilla on yleistä mielenkiintoa työn suorittamistavan eri vaihtoehtoja harkittaessa. Avosoiden männyn viljelyä varten saattaa lannoitukseen ja muokkaukseen yhdistetty kylvö Lamu-kylvökoneella tarjota mielenkiintoisen vaihtoehdon.

Virikkeitä ja neuvoja käsikirjoituksen laadintaa varten ovat antaneet tohtori SEPPO KAUNISTO Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon tutkimusasemalta, metsänhoitaja AARO KARJALAINEN ja rakennusmestari TAPIO SAARENKETO Vesihallituksesta sekä tekniikan tohtori MATTI VÄRE. Metsäntutkimuslaitoksen istunnon puolesta käsikirjoituksen ovat tarkastaneet professorit PENTTI HAKKILA ja OLAVI HUIKARI. Esitän kaikille parhaat kiitokseni.

Helsinki, tammikuussa 1976

S.-E. Appelroth

## SISÄLLYS – CONTENTS

	Sivu
1. JOHDANTO .....	3
2. TUTKITTU KONEYKSIKKÖ .....	3
21. Kylvökone .....	3
22. Käyttökone ja sen varusteet .....	4
3. TUTKIMUSOLOT JA – AJANKOHTA .....	4
4. TYÖMENETELMÄ .....	5
5. TUTKIMUSMENETELMÄ JA AINEISTO .....	6
6. TUTKIMUSTULOKSET .....	7
61. Käyttöaika .....	8
62. Keskeytykset .....	10
63. Työn laatu .....	10
7. TULOSTEN TARKASTELU JA KÄYTÄNNÖN JOHTOPÄÄTÖKSET .....	14
71. Aineiston luotettavuus .....	14
72. Käyttökoneen valinta .....	14
73. Työn suunnittelu .....	15
74. Tuotos .....	15
75. Kylvökoneen rakenne .....	15
8. TIIVISTELMÄ .....	16
KIRJALLISUUS – REFERENCES .....	17
SUMMARY .....	19

## 1. JOHDANTO

Ojitettujen avosoiden metsitystä silmällä pitäen kehitettiin Maataloushallituksen insinööriosaston, Lapin maanviljelysininööripiirin ja Metsäntutkimuslaitoksen yhteistyönä kylvökone, jolla kylvöalustan lannoitus-, jyrsiminen ja vaotus sekä männyn kylvö tehtiin yhdellä ajokerralla (KARJALAINEN 1969). Tätä ns. Lamu-kylvökoneetta (Lamu = lannoitus-muokkaus) valmistettiin kolme prototyyppiä rakennusmestari Tapio Saarenkedon johdolla. Kylvökoneen edelleen kehittäminen on jatkunut Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon tutkimus- asemalla tohtori Seppo Kauniston johdolla, jolloin koneesta on tehty vielä kaksi proto-

tyyppiä. Kyseisen kylvömenetelmän biologisia aspekteja on jo selvitetty ja todettu menetelmän tarjoavan useita biologisia etuja (KAUNISTO 1971, 1972, 1974). Työntutkimukset tällaisella koneella tehdystä kylvötyöstä ovat toistaiseksi puuttuneet.

Keväällä 1975 katsottiin viidennen prototyyppin olleen siinä määrin toimintakelpoinen, että sillä tehdystä työstä oli tarkoituksenmukaista tehdä työntutkimus tuotoksen, työn teknisen laadun ja työmenetelmään liittyvien ongelmien selvittämiseksi sekä mahdollisesti parannusehdotuksien löytämiseksi koneen ja työmenetelmän edelleen kehittämistä varten.

## 2. TUTKITTU KONEYKSIKKÖ

### 21. Kylvökone

Lamu-kylvökone koostuu Howard E 70 jyrsimestä, sen päällä olevasta Tume-lannoituslaitteen kuudesta rivilannoitusyksiköstä, jyrsimen takana olevasta jyrskin kaistan keskelle vaon tekevästä kaksisiipisestä aurasta ja tämän takana olevista kahdesta kolopyöräperiaatteella toimivasta Tume Mono M/1972 tarkkuuskylvölaitteesta (kuva 1). Kylvökone sirottelee lannoitteen suon pintaan ja jyrsii turpeen sekoittaen lannoitteen turpeeseen. Aura muodostaa jyrsitystä turpeesta vaon molemmille puolille kylvöpenkit ja kylvää siemenet kummankin penkin päälle riviin. Kylvölaitteen käyttöpöyrät tiivistävät kylvökset. Prototyyppin pituus on 180 cm, leveys 211 cm, korkeus 131 cm ja paino 910 kg.

Lannoituslaitteen pyörimisliike on aikaansaatu ketjun välityksellä auravaossa kulkevasta 12" x 7" kumipyörästä ja kumpikin kylvölaite vastaavasti niiden takana olevista 8" x 4" kumipyörästä. Kylvettyjen siementen väli rivissä ja lannoitteen annostus määräytyvät kyseisten pyörien ja vastaavien laitteiden akselien hammas-



Kuva 1. Lamu-kylvökoneprototyyppi: a) Jyrsin, b) lannoitesäiliöt, c) aura, d) kylvölaitteet.  
*Figure 1. The prototype Lamu seeding machine: a) Rototiller, b) fertilizer hoppers, c) plow, d) seed drills.*

rattaitten läpimittojen suhteesta, kolopyörän läpimitasta sekä kolojen lukumäärästä. Lannoitteen ja siemenen määrät metriä kohti ovat periaatteessa etenemisnopeudesta riippumattomia. Lannoitteen annostus on säädettävissä laitteen sivussa olevasta säätöpyörästä. Siementen annostusta voidaan muuttaa kolopyörää kääntämällä tai vaihtamalla. Tutkimuksessa käytettiin tutkimusasemalla valmistettuja kolopyöriä, joissa kummassakin on 12 koloa.

Lannoituslaitteen kahteen säiliöön mahtuu yhteensä 250 kg lannoitetta. Tutkimuksessa käytettiin rakeistettua suometsien PK-lannosta 0-22-15 (P 9,6 %, K 12,4 %, Mg 0,7 %). Kummankin lannoitesäiliön alapuolella on kolme syöttöaukkoa putkineen tasavälein. Ulompien putkien etäisyys toisistaan on 25 cm. Käytetyn männyn siemenen 1000 jyvän paino oli 4.7 g.

## 22. Käyttökone ja sen varusteet

Tutkimuksessa käytetty traktori oli Valmet 1100 n:o 3027-1137, jossa oli ahdettu 4-tahtinen suoraruiskutusdieselmoottori n:o 11137, jonka valmistajan ilmoittama teho oli 115 SAE hv (85 kW). Traktori oli varustettu Valmet 1100 hydraulisella ryömintävaiheella, Valmet-ohjaamolla, AH-puoliteloilla ja niiden HE-TE hydraulisella kiristyslaitteella sekä telineellä polttoainetynnyriä varten (kuva 2). Telojen leveys oli 81 cm. Traktorin renkaiden koot olivat: takapyörät 23" x 26", välipyörät 9" x 20" ja etupyörät 10" x 20". Välipyöriä oli kaksi rinnakkain.

Traktori varusteineen polttoainesäiliö täynnä (70 l) sekä kylvökoneineen, kun lannoitesäiliössä oli 100 kg lannoitetta, painoivat yh-



Kuva 2. Tutkimuksessa Lamu-kylvökoneen käyttökoneena ollut Valmet 1100 traktori. *Figure 2. The Valmet 1100 tractor used in the study to operate the Lamu seeding machine.*

teensä 7 450 kg. Traktorin leveys teloineen oli 235 cm sekä sen ja kylvökoneen pituus kylvökoneineen 690 cm. Valmistaja oli toimitanut traktorin keväällä 1974 ja sitä oli käytetty kokeen alkaessa sen käyttötuntimittarin mukaan 399 tuntia.

Traktorin kauppahinta toukokuussa 1974 oli 42 500 mk, hydraulisen ryömintävaihteen hinta 8 500 mk ja telaston hinta hydraulisella kiristyslaitteella 6 500 mk eli yhteensä 57 500 mk, joten sen käyttötuntikustannus lienee Tiejä vesirakennuslaitoksen maaliskuussa 1974 julkaistun suosituksen mukaan noin 40 mk/h (ANONYM 1974).

## 3. TUTKIMUSOLOT JA -AJANKOHTA

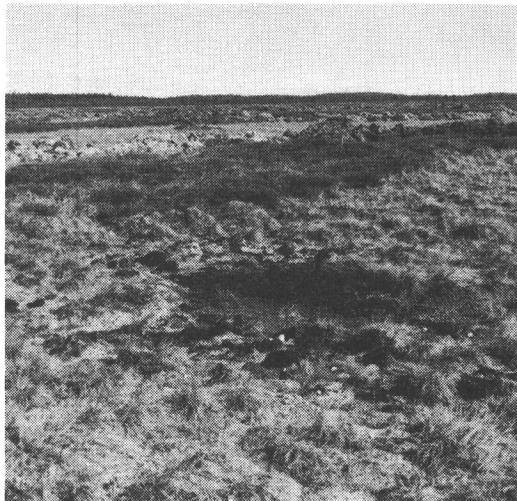
Tutkimus suoritettiin Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon tutkimusasemalla Alkkian metsätaloukskartan kuviolla 21<sup>3</sup> sijaitsevalla rimpisellä ja rahkaisella lyhytkortisella nevalle. Se oli kaivurilla ojitettu 30 m ojavälein edellisenä

vuonna (kuva 3), mutta oli koeaikana vielä varsin upottava. Sarkojen pituus oli 240 m.

Tutkimuksen kenttätyöt suoritettiin kesäkuun 17.-19. päivinä 1975. Lämpötila oli aamuisin +10 - +16°C, keskipäivällä +15 - +18°C

ja iltapäivällä +19 – +22°C. Ensimmäisenä päivänä oli klo 12–13 hyvin heikko sade. Aukealla suolla kävi heikko tuuli.

Pohjoismaisen koneellista metsänhoitotyötä varten laaditun maastokuvauksen mukaan (NILSSON 1974) koealueella maa oli orgaanista (410), paksuturpeista (2), turve oli veden kyllästämä eli hyvin vedenvaivaamaa maata, jossa on seisovaa vettä, kantoja tai hakkuutähteitä ei ollut lainkaan, puustoa tai pensaikkoa ei ollut. Maa oli sulaa ja vain poikkeuksellisesti esiintyi routaa 10–20 cm syvyydessä. Ojamaat muodostivat 50–100 cm korkeita kohoutumia ja ojat 70–90 cm syvennyksiä. Maaston kaltevuus alitti 1 %.



Kuva 3. Tutkimusalueena ollut neva oli edellisenä vuonna kaivurilla ojitettu 30 m ojaväleihin. Etualalla rimpi.

Figure 3. The test area was a bog with 30 m ditch spacing. The ditches had been dug by a tractor excavator the year before. The black spot in the foreground is a rimp.

#### 4. TYÖMENETELMÄ

Työn suoritti traktorin kuljettaja yksin. Lannoitteet ja polttoaine kuljetettiin ennen tutkimuksen alkua tien viereen välivarastoon. Siellä lannoitteet kuormattiin osaksi suoraan koneen säiliöihin sekä osaksi avaamattomina säkkeinä jyrsimen päälle ja traktorin edessä olevaan polttoainesäiliön telineeseen. Välivarastolta traktori siirtyi kuormattuna 420 metrin päässä olevalle kylvöalueelle. Ylimääräiset säkit pudotettiin sarkojen alapäähän, jossa lannoitetta tarvittaessa lisättiin säiliöihin. Ensimmäisenä koepäivänä pantiin säiliöihin kerrallaan 250 kg lannoitteita, jolloin säiliöt olivat aivan täynnä. Myöhemmin säiliöihin lisättiin täyttökerralla vain 100 kg lannoitteita, jotta traktorin pintapaine ei olisi noussut tarpeettomasti.

Lannoitteen ja siemenen syöttömäärän säädöt sekä vakovälit valittiin tohtori Kauniston ohjeiden mukaisesti. Kylvörivit tehtiin sarkojen suuntaisiksi, reunimmaisat niin lähelle ojaa kuin kaivurin nostamat ojaamat sallivat (kuva 4). Kaikkiaan tuli saralle neljä paririviä. Paririvien



Kuva 4. Ensimmäinen rivipari jouduttiin kylvämään ojamaiden taakse.

Figure 4. The first row pair had to be seeded behind the peat dug up.



Kuva 5. Kaivurilla tehtyjen ojien ylitystä varten käytettiin siirrettäviä parrusiltoje.

*Figure 5. The tractor crossed the ditches along portable lumber bridges.*

## 5. TUTKIMUSMENETELMÄ JA AINEISTO

Työstä tehtiin jatkuva ajankäyttötutkimus cmin-kellolla palautusmenetelmää käyttäen. Tutkimukseen sisällytetty työmaa-aika oli 16 h 49 min. Tutkimuksen aikana kylvettiin 13 156 rivimetriä 5,8 ha suuruisella alueella. Työmaa-ajan jaottelu oli seuraava:

**Kylvö.** Eteneminen kylväen.

**Käännös.** Käännökset rivien päässä.

**Siirtyminen kylvöalueella.** Siirtymiset kylvöalueella saralta seuraavalle.

**Ojan ylitys.** Parrusiltojen siirtäminen ja traktorin siirtyminen ojan yli.

**Lannoitteiden käsittely.** Lannoitteiden kuormaus, purku ja lisäys säiliöihin.

**Siirtymiset kylvöalueen ja tien välille.** Koneyksikön siirtymiset suolla päivän alkaessa kuormattuna ja päättyessä tyhjänä autotien ja kylvöalueen välillä.

**Lepo.** Kuljettajan levähdystauot työmaalla. (Varsinainen ruokailutauko keskipäivällä ei kuulu työmaa-aikaan).

**Traktorin huolto.** Polttoaineen lisäys. (Tutkimuksen aikana ei esiintynyt öljyn vaihtoa, voitelua tms).

**Kylvökoneen huolto.** Jyrsimen voitelu ja kylvölaitteiden puhdistaminen ja pienet korjaukset.

**Upottavan maaston aiheuttama ajankäyttö.** Rimpien kiertäminen ja koneen irrottaminen rimmestä.

välit saralla pyrittiin tekemään yhtä suuriksi. Rimmät, jotka eivät olleet jalan kuljetettavissa, jätettiin yleensä kylvämättä. Kylvö-rivi jäi loppupäästään lyhyeksi, koska kylvökone oli traktorin takana ja ojamaat estivät kylvöä. Suon upottavuuden takia ei voitu tehdä kovin jyrkkiä käännöksiä. Ojat ylitettiin siirrettäviä parrusiltoja käyttäen (kuva 5). Parrusillat, joita oli kaksi, oli tehty kolmesta noin 4 m pitkästä 10 cm x 10 cm parrusta naulaamalla ne yhteen. Sillat siirrettiin kantamalla saralta toiselle.

Traktorin voimanoton kierrosluvuksi jyrnsittää varten valittiin 1000 r/min, mikä poikkesi tavanomaisesta 540 r/min. Lannoitteen syöttö säädettiin maksimiin.

Työn aikana otettiin kylvölaitteiden toiminnasta siemenistä 136 satunnaisnäytettä. Kylvettyjen siementen lukumäärät laskettiin 2 m:n pituudelta.

Siementen mahdollista rikkoontumista ei selvitetty, koska aikaisemmin oli todettu vain 2–3 % siemenistä rikkoontuvan. Idätyskokeissa ei käyttämättömän siemenen ja kylvölaitteen läpi syötetyn siemenen itävyydestä ollut tilastollisesti merkitsevää eroa.

Työn aikana lannoituslaitteesta otettiin työssä 127 2 m:n pituisia satunnaisnäytettä kylvetyn lannoitteen määrästä.

Jyrsittyjen penkkien korkeudesta verrattuna keskellä olevan vaon pohjaan mitattiin 138 satunnaisnäytettä sekä yhtä monta näytettä muokatun kaistan leveydestä.

Sarkojen päissä sekä mahdollisesti riviin rimpien vuoksi kylvämättä jääneet alueet mitattiin. Edelleen mitattiin reunimmaisten rivien etäisyydet sarkaojista sekä vakojen etäisyydet toisistaan.

Kylvövarusteisen traktorin kääntösäde mitattiin kyseisellä suolla täydestä kahdesta kierroksesta ja kääntöympyrän säde laskettiin ristiinmittausten keskiarvona.

## 6. TUTKIMUSTULOKSET

Työmaa-ajan jakauma 1000 vakometriä ja kylvettyä eli nettopinta-alaa kohti on esitetty taulukossa 1. Työmaa-aika oli 3 h 24 min/ha eli 2 h 33 min/1000 m vakoa. Käyttöajan

osuutta 84,1 % voidaan pitää suurena ja se kuvastaa tutkitun koneen toimintavarmuutta. Siihen on kuitenkin suhtauduttava tietyin varauksin, koska koe kesti vain kolme päivää.

Taulukko 1. Työmaa-ajan jakautuma.  
Table 1. Break-down of the work site time.

	Min/1000 m vako Minutes/1 000 m	Min/ha Minutes/ hectare	%
Kylvö			
<i>Seeding</i>	75,2	98,9	49,0
Tehoaika			
<i>Effective time</i>	75,2	99,9	49,0
Käännös			
<i>Turning</i>	7,8	10,3	5,0
Ojan ylitys			
<i>Crossing ditch</i>	16,6	22,0	10,8
Lannoitteiden käsittely			
<i>Handling fertilizers</i>	6,1	8,1	4,0
Sivutyöaika			
<i>Subsidiary work time</i>	30,5	40,4	19,8
Siirtyminen kylvöalueella			
<i>Transport on the site</i>	14,1	18,8	9,2
Siirtyminen kylvöalueen ja varaston välillä			
<i>Transport to or from the site</i>	9,4	12,4	6,1
Siirtymisaika			
<i>Transport time</i>	23,5	31,2	15,3
Käyttöaika			
<i>Productive time</i>	129,2	171,5	84,1
Lepo			
<i>Rest</i>	13,9	18,5	9,1
Traktorin huolto			
<i>Tractor service</i>	2,8	3,7	1,8
Lamun huolto			
<i>Lamu service</i>	1,3	1,8	0,8
Upottava maasto			
<i>Soft ground</i>	6,4	8,5	4,2
Keskeytykset			
<i>Delay</i>	24,4	32,4	15,9
Työmaa-aika			
<i>Total work site time</i>	153,6	203,9	100,0



Kuva 6. Jyrsimen terät eivät leikanneet kunnolla pintaturpeessa olevia sarojen ja varpujen juuria, vaan niitä takertui jyrksinteriin.

*Figure 6. The rototiller hoes did not cut well the roots in the top peat layer.*

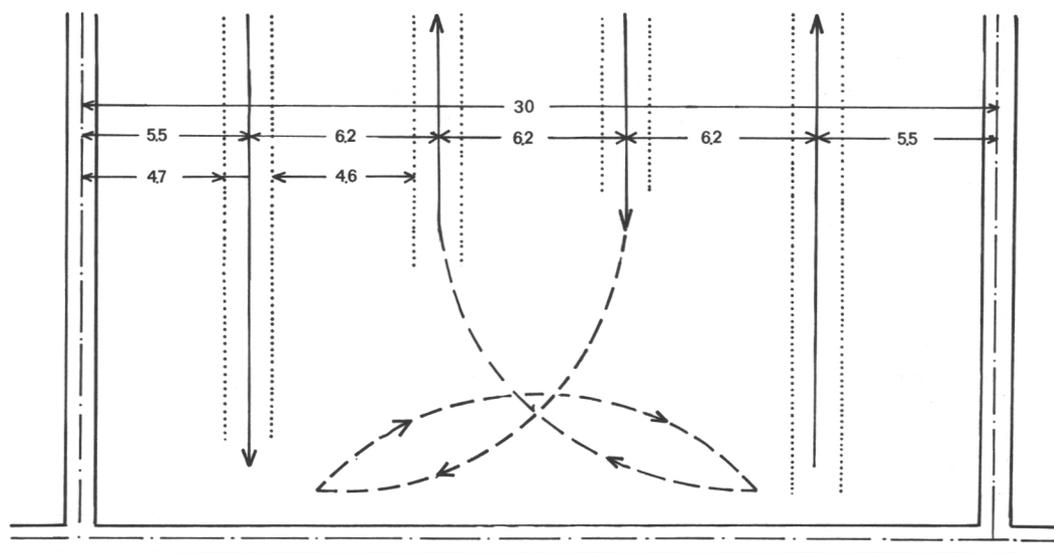
## 61. Käyttöaika

### Kylvö

Päätyöhön eli kylvöön käytetty aika oli vain puolet, sivutyöt veivät viidenneksen ja siirtymiset sekä keskeytykset yhteensä lähes kolmanneksen työmaa-ajasta. Kylvöön käytetyn ajan osuus oli pieni ja sitä tulisi pyrkiä suurentamaan. Varsinaiseen kylvöön käytetty aika oli 1 h 40 min/ha eli 1 h 15 min/1000 vakometriä. Kylvetyksen osan pinta-ala oli 5,0 ha.

Koneen etenemisnopeus kylvön aikana oli 0,222 m/s (800 m/h). Riveittäin mitattujen etenemisnopeuksien keskihajanto oli 0,049 m/s. Tutkimuksen aikana nopeus suureni siten, että saroilla I . . . III keskinopeus oli 0,194 m/s ja muilla saroilla 0,238 m/s. Ero ei kuitenkaan ole t-testin mukaan merkitsevä, joten kuljettajan taidon ja tottumuksen merkitsevää lisääntymisestä tutkimuksen aikana ei ilmeisesti ollut kyse. Suon pinta oli tutkimusalueella laadultaan rimpiä lukuunottamatta homogeeninen. Turpeen vesipitoisuus vaikutti saroille VI . . . VIII olevan muilla suuremman.

Jyrsimen terät oli alkukesästä teroitettu. Niiden leikkauskyky *Eriophorum*-, *Carex*-, *Calluna*- ja *Betula* nana-juuristoja sisältävässä turpeessa oli huono ja juuristoja takertui jyrksinteriin lisäten moottorin kuormitusta (kuva 6).



Kuva 7. Traktorin kääntymistapa saran päässä.

*Figure 7. Turning pattern of the tractor at the end of the row pair.*

Kylvön aikana käytettiin nopeinta (H2) ryömintävaihdetta, jolloin moottorin suurin kierrosluku oli 1700–1900 r/min. Suurin moottorin teho olisi ollut kierrosluvulla 2300 r/m eli kyseisillä vaihteilla ja 14”x34” renkailla etenemisnopeudella 300–900 m/h, mutta kylvökoneen aiheuttama kuormitus oli kyseiselle traktorille tähän liian suuri.

## K ä ä n n ö s

Saran päässä traktori joutui kääntymään seuraavan riviparin kylvämiseksi vastakkaiseen suuntaan. Käännökset tehtiin kuvan 7 mukaisesti. Käännökset veivät 5,0 % työmaa-ajasta, mitä voidaan pitää pienenä. Tämä johtuu osaksi suhteellisen pitkistä riveistä (206 m) ja kylvöajan pienestä osuudesta työmaa-ajasta.

Käännökseen kului keskimäärin 190 cmin, siis lähes 2 min. Sen veriaatiokerroin on 32 %. Kestoa pidensi se, että kuljettajan oli pysäytettävä traktorin eteneminen ennen kuin kylvökone voitiin nostaa kokonaan ylös. Traktorin kääntöympyrän säde oli 9,7 m. Suon huono kantavuus ja ojamaat haittasivat kääntymistä. Käännöksen kestossa ei tutkimuksen aikana ollut nousevaa tai laskevaa trendiä.

## Ojan ylitys

Traktori ei voinut ylittää ojia ilman ajosiltoja telojen lyhyiden ja traktorin suuren pintapaineen vuoksi. Käytetyt parrusillat olivat painavia ja painuivat traktorin alla syvään (kuva 8), jolloin ojat tukkeutuivat (kuva 9). Kuljettaja, joka ruumiinrakenteeltaan ja fyysiseltä kunnoltaan oli vahva, saattoi vain suurin ponnistuksin niitä siirtää. Tämän vuoksi tutkimuksen tekoon osallistuvat kolme miestä avustivat siltojen siirtämistä.

Ojien ylitys vei 10,8 % työmaa-ajasta. Mikäli etenemisnopeutta kylvössä saadaan suurennetuksi, työmaa-aika hehtaaria tai rivimetriä kohti pieneneisi. Tällöin ojien ylitykseen käytetyn ajan osuus suureneisi. Kun tutkimuksessa rivien pituus oli 206 m ja saralle tehtiin neljä vakoa eli kahdeksan kylvöriviä, ojien ylitykseen kului 22 min/ha eli 17 min/1000 m vakoa. Ojien ylittämiseen on käytännön töitä varten löydettävä edellä kuvattua parempi ratkaisu. Sarka-ojat jätetään yleensä sarkojen yläpäässä yhdistämättä niska-ojiin, jolloin voidaan siirtyä saralta toiselle ojia ylittämättä.



Kuva 8. Ojan ylityksessä käytetyt parrusillat painuivat ojan reunoihin. Vertaa kuvaan 5 (s. 6), jossa sama kohta ennen ylitystä.

*Figure 8. The logs were pressed down into the peat when the tractor crossed the ditches. Compare with figure 5 (p. 6) showing the same place before crossing the ditch.*



Kuva 9. Ojat tukkeutuivat ylityskohdista siltojen käytöstä huolimatta. (Sama kohta kuin kuvissa 5 ja 8).

*Figure 9. The ditches were clogged where the tractor had crossed the ditches. (The same place as on fig. 5 and 8).*

## Lannoitteiden käsittely

Lannoitteiden lisääminen lannoitesäiliöihin vei 4 % työmaa-ajasta. Työtä vaikeutti suon upottavuus ja säiliöiden täyttöaukkojen sijainti verraten korkealla (130 cm). Tämän työn osuus työmaa-ajasta lisääntyy kylvön osuuden lisääntyessä tai rivimetriä kohti käytetyn lannoitemäärän suurenessa.

## Siirtyminen kylvöalueella

Kylvöriviparien eli vakojen lukumäärä saralla oli parillinen, joten traktori oli siksi koko saran kylvämisen jälkeen palannut saran alkupäähän eikä tästä syystä syntynyt hukka-ajoa. Traktori joutui siirtymään saralta toiselle ylityspaikkojen kautta. Tähän kului 9 % työmaa-ajasta ja se vaati 19 min/ha eli 14 min/1000 m vakoa. Tarvittava aika olisi pienentynyt merkityksettömäksi, mikäli sarkaojat olisivat olleet salaojia avo-ojien asemesta tai avo-oja sarkojen yläpäistä olisi jätetty kaivamatta.

## Siirtyminen kylvöalueen ja tien välillä

Kylvöalueen sijaitessa 420 m päässä autotien varressa olevasta lannoite- ja polttoainetarastosta kuljettaja ajoi traktorilla kylvökoneineen aamuin ja illoin kyseisen matkan. Kuljettaja siirsi aamulla samalla lannoitetta ja polttoainetta autotieltä kylvöalueelle. Näihin kului 6 % työmaa-ajasta 12 min/ha eli 9 min/1000 m vakoa. Traktorin matkanopeus oli 3 km/h.

## 62. Keskeytykset

Kuljettajan levähdystautot käsittivät 9 % työmaa-ajasta. Tämä oli 19 min/ha eli 14 min/1000 m vakoa. Hän piti keskimäärin 1 h 41 min välein eli keskimäärin 4,8 kertaa 8 h työjaksoa kohti noin 9 min tauon. Edellyttäen, että 8 h työpäivänä pidetään kaksi 15 min taukoa, olisi taukojen osuus työajasta 10,4 %. Kuljettajan taukoihin käyttämä aika oli siis hiukan tätä pienempi. Kuljettajan työ ei ollut rasittavaa, lukuunottamatta lannoitesäkkien ja siltojen siirtelyä. Tauot sijoittuivatkin yleensä näiden työvaiheiden jälkeen. Työtä voidaan luonnehtia yksitoikkoiseksi. Vain rimmet vaativat kuljettajalta erityistä vireyttä.

## Traktorin huolto

Traktorin huolto vei 2 % työmaa-ajasta. Se sisälsi polttoaineen lisäyksen ja voitelun. Polttoaineen kulutus oli 10,2 l käyttötuntia kohti.

## Kylvökoneen huolto

Kylvökoneen huolto vei vajaan 1 % työmaa-ajasta, joka on varsin vähäistä. Huoltoon sisältyi voitelu, lannoituslaitteen vasemmanpuoleisen sisimmän putken tukkeutuman avaaminen ja vasemmanpuoleisen kylvökoneen vääntymän oikaisu.

## Upottavasta maastosta aiheutunut ajankäyttö

Rimpinen neva on heikosti kantava. Traktorin takapyörien ollessa 30 cm ja välipyörien 20 cm vajonneina suohon, kuten tutkimuksen aikana (vertaa kuva 2 sivulla 4), pintapaine oli 150 g/cm<sup>2</sup> (14,7 kPa). Koneyksikön painopisteen ollessa vain 48 cm taka-akselin etupuolella pintapaine jakautui epätasaisesti. Painopisteen takapuolella pintapaine oli 814 g/cm<sup>2</sup> (80 kPa) ja sen etupuolella 120 g/cm<sup>2</sup> (12 kPa). Mikäli vetokoneen pintapaine ei ole yli 300 g/cm<sup>2</sup> (29 kPa) pidetään sitä hyvänä metsäoja-auran vetokoneena (HUIKKARI 1958). Suolla liikkuvan tela-ajoneuvon pintapaineen ei saisi olla 350 g/cm<sup>2</sup> (34 kPa) suurempi upottavalla suolla maan ollessa sulana (HEIKURAINEN 1971). Vaikka koneyksikön keskimääräinen pintapaine ei ylittänytkaan näitä raja-arvoja, pintapaine taka-akselin kohdalla oli selvästi liian suuri. Vetiset rimmet, joilla jalankulkijan saapas painui suohon nilkkaa syvemmälle, jäivät kylvämättä (kuva 3 sivulla 5) ja traktori väisti ne kiertämällä. Mikäli traktori alkoi vajota suohon (kuva 10), telojen alle oli laitettava puita traktorin irrottamiseksi. Upottavasta maastosta aiheutunut ajanmenekki oli 4 % työmaa-ajasta. Tämä on 9 min/ha eli 6 min/1000 m vakoa.

## 63. Työn laatu

### Kylvö

Työn aikana otetuista siemennäytteistä ilmeni, että vasen kylvölaite antoi 8,6 siementä ja oikea 8,3 siementä 2 m matkalla. Niitä

vastaavat varianssikertoimet olivat 22,5 % ja 54,8 %. Vasen laite antoi vähintään 5 siementä ja enintään 13 siementä 2 m matkalla. Oikea antoi vastaavasti vähintään yhden ja enintään 12. Näytteistä 4,4 % oli sellaisia, jolloin siementä oli 2 m matkalla vain yksi. Laite kylvi keskimäärin 53 g/ha siementä, joiden 1000:n jyvän paino on 4,7 g. Mikäli myös ojamaat olisi voitu kylvää siementä olisi tullut 65 g/ha. Siemenet tulevat kylvölaitteesta yksi kerrallaan, joten niitä tuli 11 200 hehtaarille, kun kylvettiin 2658 rivimetriä hehtaarille. Mikäli halutaan 2500 tainta hehtaarille, olisi siemenmäärä ollut vain 4,5 siementä tarvittavaa tainta kohti.

Parkanon tutkimusasemalla kylvölaitteita oli kokeiltu ennen työntutkimusta laboratoriossa ja siementen etäisyydet toisistaan oli mitattu 46 näytteestä. Laboratoriokokeessa siementen väliset keskietäisyydet olivat vasemmanpuolisesta kylvölaitteesta 25,9 cm ja oikeammanpuolisesta 25,1 cm ja vastaavat etäisyydet suolla olivat 23,3 cm ja 24,1 cm. Suolla siementen väliset etäisyydet olivat hiukan laboratoriossa mitattuja lyhyemmät, joten siemenen kulku suolla tärkevässä kylvölaitteessa oli parempi kuin laboratoriokokeessa.

Vasen kylvölaite tukkeutui suolla kerran tutkimuksen aikana. Kun säiliössä oli vähän siementä ja kylvölaite oli kallistunut taaksepäin (kuva 11) sen toiminta oli epävarmaa, sillä kolopyörää vaihtamalla tai välityssuhteen muuttamisella kylvöpyörälle. Kylvökoneen prototyypeillä on yleensä pyritty 5 m:n vakosyvennyksiin, mikä edistää itämistä (KAUNISTO 1973).

Kun kylvölaitteet syöttivät vain noin 8 siementä 2 metrin matkalla varianssikertoimia 22,5 % ja 54,8 % on pidettävä suurina. Hehtaarille kylvettyä siemenmäärää tulisi ilmeisesti lisätä kylvämällä enemmän rivimetritille joko kolopyörää vaihtamalla tai välityssuhdetta muuttamisella kylvöpyörälle. Kylvökoneen prototyypeillä on yleensä pyritty 5 m:n vakoväliin (KARJALAINEN 1969, KAUNISTO 1974). Kylvörivejä on silloin 4000 m/ha ja kylvörivien välit ovat vuorotellen 1,6 m ja 3,4 m. Kyseisen vakovälin pienentäminen vielä tästä vaikeuttaisi koneiden käyttöä riviparien välissä taimiston hoito- ja mahdollisissa lannoitustöissä sekä ensiharvennuksessa.

#### Lannoitus

Lannoituslaitteessa on jyrsimen edessä kolme putkea kumpaakin kylvöriiviä varten (kuva 12).



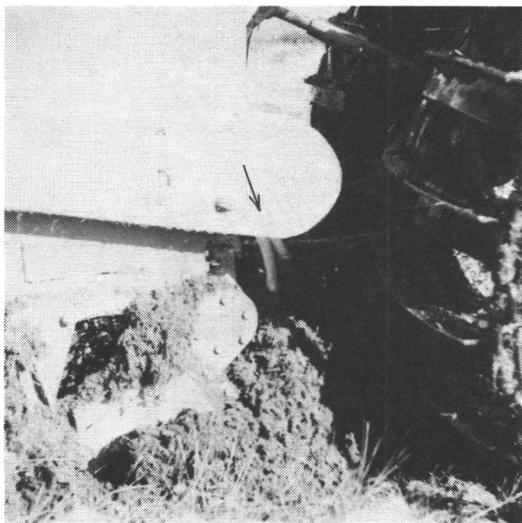
Kuva 10. Tutkimuksessa käytetyn traktorin pintapaine osoittautui rimprien kohdalla liian suureksi ja traktori vajosi suohon.

*Figure 10. The ground pressure of the tractor used was too high on soft rimpis as the tractor got stuck.*



Kuva 11. Jyrsimen takana olevat kylvölaitteet työn aikana.

*Figure 11. The two seeding devices behind the rototiller.*



Kuva 12. Lannoite kulkeutuu jyrsimen eteen nuolen osoittamista putkista kumpaakin jyrsinriviä varten.

Figure 12. The fertilizer was fed through tubes indicated by the arrow in front of the rototiller for each row onto the top of the peat.

Lannoitteen sijoitus kylvöriiveihin nähden on esitetty kuvassa 13. Työn aikana koneesta tulleet lannoitemäärät ilmenevät taulukosta 2, jossa putket on numeroitu koneen takaa katsottuna vasemmalta oikealle.

Vasen laite antoi keskimäärin 127 g/2 m ja oikea puoli 133 g/2 m. Lannoitetta tuli yhteensä 173 kg/ha, kun pinta-alaksi lasketaan koko kylvetty ala eli 5,0 ha. Lannoituslaite syötti enemmän rakeistettua lannoitetta kuin ennen työntutkimusta käytettyä hienojakoista.

Lannoitemäärän hajontaa voidaan pitää suurena. Kosteaa sää aiheutti lannoitteen paakkuuntumista, mikä lienee osasyynä suureen hajontaan. Lannoitemäärän kylvötarkkuutta voidaan pitää männyn kylvöön riittävänä.

Kun reunimmaisten lannoiteputkien välinen etäisyys kylvöriivin kohdalla on 25 cm ja lannoitteen oletetaan leviävän jyrshinturpeessa 10 cm kaistan kummallekin puolelle, oli lannoitetuilla kaistoilla keskimäärin 1440 kg/ha, kun vain lannoitetut kaistat lasketaan pinta-alaksi.

### Jyrsityt kaistat

Jyrsitettyjen kaistojen korkeus keskellä olevan vesivaon pohjaan verrattuna oli keskimäärin 31 cm ja sen keskihajonta oli 2,3 cm (kuvat 13, ja 14,). Traktorin telojen jättämiin jälkiin levisi jyrshinturvetta. Telat liikkuiivat sivusuunnassa pyörien alla. Tästä johtuen vaihteli jyrshinturpeella täyttyneen kaistan koko leveys. Se oli keskimäärin 236 cm ja sen keskihajonta oli 7,8 cm.

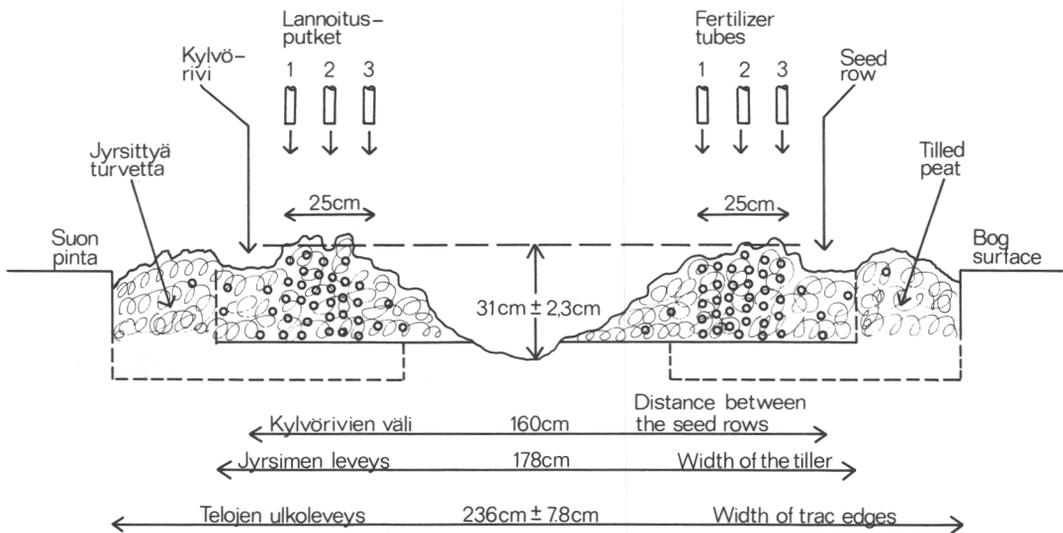
Jyrsin repi pintaturpeen varsin hienojakoiseksi. Turve tuli tehokkaasti jyrsitetyksi, sillä terät nostivat turvetta uudelleen jyrsimen eteen. Samalla lannoite tuli perusteellisesti sekoitukseksi märkään turpeeseen, jossa lannoiterakeet kostuivat ja hajosivat siten, ettei niitä yleensä voitu löytää jyrsitystä turpeesta.

### Kylvöriivin sijainti alueella

Kääntymiset rivien päissä sekä niiden lisäksi kylvämättä jääneet rimmet aiheuttivat sen, että rivit jäivät vajaapituiseksi (kuva 15). Näistä syistä 14 % alueesta jäi koneella kylvämättä.

Taulukko 2. Lannoituslaitteiden syöttämät lannoitemäärät g/2 jm  
Table 2. The amount of fertilizers in grammes given by each tube per two row meters

Lannoiteputki Number of tube	Vasen laite Left unit			Oikea laite Right unit		
	1	2	3	1	2	3
Keskiarvo Average	45,7	43,4	37,9	43,9	44,6	44,4
Keskihajonta Standard deviation	8,8	6,6	16,4	8,0	11,2	11,0



Kuva 13. Poikkileikkaus Lamu-kylvökoneen työn jäljestä.

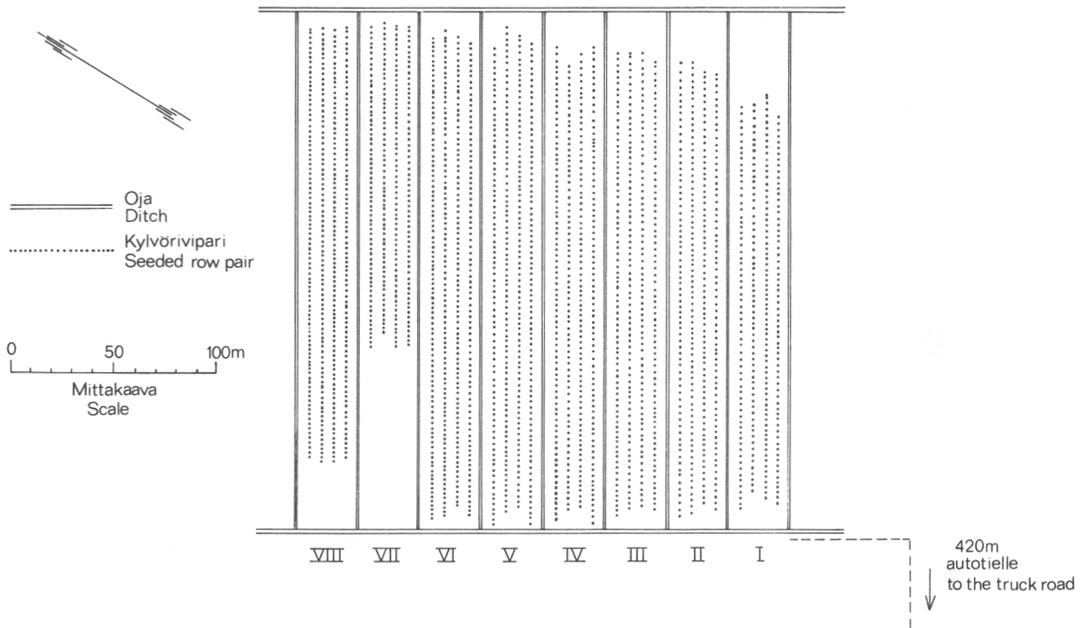
Figure 13. Cross section of the strips made by the Lamu seeding machine.



Kuva 14. Yleiskuva lannoitetusta, muokatusta ja kylvetystä kaistasta. Kylvöpenkkejä muotoilevat auran siivet näkyvät keskellä käyttöpyörien edessä.

Figure 14. The strips fertilized, tilled and seeded by the seeding machine. The plow wings, which shape the seed beds are visible in the center.

Rivien vajaapituisuuteen vaikutti osaksi traktorin suuri kääntösäde. Ojamaiden takia ei ollut mahdollista kylvää koneella avo-ojien läheisyydessä, missä puiden kasvu olisi paras. Sarka-ojien kohdalla kylvökoneen tekemien vesivakojen väli oli keskimäärin 11,1 m keskihajonnan ollessa 0,5 m (kuva 7, s. 8). Saman riviparin rivien välin ollessa 1,6 m ojan kohdalla jäi täten kylvörivien väliksi keskimäärin 9,5 m. Saroilla oli vakoväli keskimäärin 6,2 m keskihajonnan ollessa 0,8 m. Joka toisen rivin väli saroilla oli siten keskimäärin 4,6 m.



Kuva 15. Piirros kylvöalueesta ja kylvetyistä riveistä.  
 Figure 15. Map of the seed rows on the test area.

## 7. TULOSTEN TARKASTELU JA KÄYTÄNNÖN JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

### 71. Aineiston luotettavuus

Tutkimuksen kohteena oli prototyypillä tehty työ. Peruskoneena käytetty traktori ja sen varusteet vaikuttivat oleellisesti etenemisnopeuteen, kykyyn ylittää ojia ja pehmeikköjä, kääntösaateeseen jne., joten tulokset ovat sovellettavissa vain kyseiselle sarkapituudelle ja -leveydelle avo-ojitetulla tämäntyyppisellä nevalla, jossa ei ole pintaliekoisuutta.

Osa-aikojen summa poikkesi tutkimusjaksojen aloittamis- ja päättymisajankohtien erotuksista 0,56 %, joten aikatutkimuksen mittausta voidaan pitää luotettavana. Tutkimusaineistoa voidaan pitää riittävänä varsinaisen kylvön, kuten etenemisnopeuden, siemenen ja lannoitteen syöttömäärien osalta sekä käännösten osalta. Koneen kestävyuden ja huollon suhteen aineisto on liian pieni.

Tutkimuksessa saatuja tietoja työvaiheiden kestosta ja etenemisnopeuksista voidaan käyt-

tää tietyn alueen kylvämiseen tarvittavan ajan ennakoimiseen osa-aikojen summana ottamalla huomioon työvaiheiden kestot ja niiden esiintymiskerrat. Upottavan suon aiheuttaman keskeytysajan ennakointi on epävarmin osa-aika, sillä se riippuu ensisijaisesti rimpin laadusta ja määrästä sekä kuljettajan taidosta selviytyä pehmeiköistä.

### 72. Käyttökoneen valinta

Käyttökoneeksi valittu traktori varusteineen osoittautui huonoksi avo-ojia ja rimpia ylittettäessä vaatiessa 15 % työmaa-ajasta. Tämä johtui taka-akselin suuresta pintapaineesta ja telojen lyhyydestä.

Pintapainetta voidaan pienentää käyttämällä pitempiä teloja. Pieni pintapaine ei kuitenkaan yksin helpota avo-ojien ylittämistä, vaan ratkaiseva tekijä on painopisteen etäisyys telan kantavasta päästä, jonka on oltava suurempi

kuin ojan pintaleveys. Mitä pehmeämmät ojan reunat ovat sitä suurempi kyseisen etäisyyden on oltava ojan pintaleveyteen verrattuna. Telojen pidentäminen traktorin vetopyörien taakse sijoitettujen ylimääräisten pyörien yli lisää siten oleellisesti avo-ojien ylityskykyä, koska nostovarsista kuormitetun traktorin painopiste saadaan siten lähelle telojen maata koskettavan osan puoliväliä. Esimerkkinä tästä mainittakoon Mara-tandem pyörästö (APPELROTH 1971). Painopisteen siirtäminen traktorin eteen sijoitetulla polttoainetynnyrillä lisää traktorin pintapainetta, joten vetisillä soilla työskentelevään traktoriin tällaistaakaan ei voida suositella. Hyvin pitkät telat huonontavat kääntymiskykyä.

Traktorin moottorin teho (115 SAE hv = 85 kW) ei ollut täysin riittävä. Moottorin kierrosnopeus oli ajon aikana vain 1700–1900 r/min. Suurin teho olisi saavutettu kierrosluvulla 2300 r/min.

Jyrsimen käyttö edellyttää, että traktorissa on sekä ryömintävaihe 600–1000 m/h etenemisnopeutta varten että mahdollisuus valita voimanottoakselin kierrosluvuksi 1000 r/min moottorin tehon optimikierrosluvulla (2300 r/min). Jyrsintä oli kokeiltu ennen tutkimusta myös voimanottoakselin kierrosluvulla 540 r/min, mutta jyrsinnän laatu ei tällöin ollut tyydyttävä.

### 73. Työn suunnittelu

Kylvökoneen tuotoksen kannalta on edullista valita sen työmaiksi nevoja, joilla kylvörivit saadaan pitkiksi. Mikäli lannoitevarasto on vain alueen toisessa päässä, teoreettinen optimipituus on 3 km, mutta kaksinkertainen varastojen ollessa rivien molemmissa päissä.

Avo-ojitus haittaa koneiden käyttöä. Haitta voidaan välttää paksuturpeisilla soilla tekemällä sarkaojat jyrsimellä kapeiksi holvisalaojiksi, tai mikäli traktorin pintapaine on niin pieni että ojittamaton suo kantaa koneen, ojittamalla suo vasta kylvön jälkeen. Muussa tapauksessa ojanvierukset tulee kylvää käsin. Sarkaleveyttä määritettäessä riviparien lukumäärä tulisi ottaa huomioon tyhjänäajon välttämiseksi. Edellä on jo mainittu ylityspaikkojen kaivamatta jättämisen merkitys. Lannoite- ja polttoainetaraston sijaintiin on kiinnitettävä huomiota.

### 74. Tuotos

Edellisestä on käynyt ilmi, että kylvökoneen tuotos riippuu käyttökoneeksi valitusta traktorista ja sen suunnittelusta. Tutkimustyömaalla tuotos oli 0,3 ha työmaatunnissa eli 0,6 ha tehotunnissa.

Traktorin pintapaineen ollessa riittävän pieni suon kantavuuteen nähden ja traktorin painopisteen etäisyyden lähinnä olevasta telan maata koskettavasta päästä ollessa huomattavasti ojen pintaleveyttä suurempi, tuotos olisi suurentunut 15 %. Mikäli edellisen lisäksi rivien pituudet olisi voitu tehdä 6 km pituisiksi, tuotos olisi suurentunut 20 %.

### 75. Kylvökoneen rakenne

#### J y r s i n

Kylvökoneesta oli poistettu alkuperäisen jyrsimen kannatinpyörä, joka olisi painunut liiaksi pehmeään suon pintaan. Jyrsimen työsyvyyttä jouduttiin säätämään traktorin nostovarsilla, joiden kannattamina jyrsin sekä lannoituslaite olivat. Tämä oli varsin haitallista, sillä traktorin painopiste siirtyi taaksepäin ja kuljettajan oli lähes koko ajan oltava kääntyneenä tarkkaillakseen jyrsimen työsyvyyttä. Riittävän suuret ja leveät sekä kevyet kannatinpyörät olisivat ilmeisesti poistaneet kyseiset haitat.

Jyrsinterien muodon muuttamisesta taaksepäin viistoiksi on syytä tutkia, jotta ne puhdistautuisivat takertuneista juurista. Jyrsimen voimantarvetta eri pyörimisnopeuksilla ja jyrsimen etenemisnopeuksilla on syytä tutkia hyvän työn laadun, suuren etenemisnopeuden ja pienen voimantarpeen yhdistelmän löytämiseksi. Jyrsimen teriä olisi teroitettava usein, jotta ne leikkaisivat tehokkaasti sarojen ja varpujen juuria.

#### L a n n o i t u s l a i t e

Lannoitekaistat sijoittuvat kylvörivien ja niiden välissä olevan vesivaon väliin. Lannoitteet kulkeutuvat siten kylvöriviltä pois päin veden virratessa jyrsitystä penkistä vesivakoon (kuva 13 sivu 13). Lannoitekaistat voitaisiin siirtää kylvörivien kohdalle, jossa lannoite olisi sirkkaitimien käytettävissä.

Säkkien nostaminen korkealle sijaitseviin säiliöihin oli hankalaa. Tukeva askelma, jolle voisi nousta helpottaisi täyttöö. Lannoitesäkkien avaamista varten olisi syytä sijoittaa täyttöaukon keskelle käännettävä terä, joka puhkaise säkin.

#### Aura

Jyrsimen takana olevan auran kärki oli kylvön aikana syvemmällä kuin jyrsimen työsyvyys. Kärki ei pystynyt leikkaamaan jyrsimätöntä turvetta, vaan kasasi eteensä tuppoja, jotka aikanaan vierähtivät sivuun. Auran tekemä vesivako kylvöriviparin välissä on matala jo kylvöajankohtana (31 cm). Jyrsityn turpeen painuessa talvella sekä maatuessa vuosien mitaan vaon teho pienenee edelleen. Vaot jäivät päistään umpeen, joten vesi ei niistä pääse ojiin.

Ojien syvyyttä selvittämissä vedenpinnan säännöstelykokeissa on todettu hyvien mykötöiden kokonaismäärän olleen suurin näytealoilla, joita ympäröivissä ojissa vedenpinta on ollut syvimmällä eli 70 cm (PAAVILAINEN 1966). Lannoitetuilla koealoilla puiden paksuskasvu on ollut maksimissa vedenpinnan ollessa 30–50 cm syvyydessä (HUIKARI, PAARLAHTI 1967). Käytännön kokemukset Maristutuskokeesta ovat osoittaneet, että riviparin välissä olevan vesivaon syventäminen 40 cm:stä 50 cm:n edistää taimien kehitystä, joten on oletettavissa, että sama pätee myös kylvötaimiin. Näin syvän vesivaon tekeminen kuormittaisi kuitenkin traktorin moottoria niin, ettei traktorin teho olisi siihen riittänyt. Mainittakoon, että 35x100 Kopo-jyrsimen voimantarve on ollut 55 hv (41 kW) 600 m/h etenemisnopeudella (AHO 1970).

#### Kylvölaite

Tutkimuksessa käytettyä kylvöriviväliä (160 cm) voitaisiin ilmeisesti suurentaa muuttamalla kylvölaitteiden kiinnityspisteitä jopa 60 cm jyrsityn turvekerroksen paksuuden pysyessä vielä samana. Vakoväli voitaisiin vastavasti suurentaa ja työmäärää ja ajanmenekkiä pienentää.

Kuljettaja ei istuimeltaan näe kylvölaitteita, eikä näin ollen havaitse kylvölaitteen mahdollista tukkeutumista tai siemensäiliön tyhjentymistä. Haitta voitaisiin estää asentamalla kylvölaitteisiin peilit tai valokennot, joiden ilmaisimet olisivat ohjaamossa.

Kummassakin kylvölaitteessa on vakiovarusteena kaksi kannatinpyörää, joista toinen edessä ja toinen takana. Molemmat pyörät oli poistettu kokeessa olleesta prototyypistä, ja taaimmaisen tilalle oli asennettu alkuperäistä leveämpi kumi-pyörä. Alkuperäinen kylvölaite oli kiinnitetty vetopalkkiin molemmista päistään pystysuunnassa nivelletyllä varrella. Kokeessa olleessa prototyypissä kylvölaite oli sen sijaan kiinnitetty jyrsimeen vain etupäästään nivelletyllä varrella. Tästä seurasi, että jyrsimen kohotessa kylvölaite kallistui taaksepäin ja säiliön ollessa vain vajaasti täytettynä siemenillä säiliön pohjan etuosassa olevaan kolopyörään ei tullut siemeniä. Kylvölaitteen pysymiseksi vaakasuorassa kylvön aikana sen eteen olisi ilmeisesti asennettava toinen pyörä ja vetovarsi nivellettävä päistään. Toinen mahdollisuus olisi vaihtaa kylvölaitteen kannatinpyörä nykyistä huomattavasti suurempaan. Kylvölaitteeseen olisi syytä asentaa rajoitin, joka estää laitteen liiallisen taaksepäin kallistumisen kylvökoneetta traktorin nostovarsilla nostettaessa.

## 8. TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen kohteena oli työ avosoiden Lamu-kylvökoneen prototyypillä (kuva 1 s. 3). Tutkimus tehtiin Parkanosssa kesäkuussa 1975 rimpisellä ja rahkaisella saranevalla, joka edellisenä vuonna oli ojitettu kaivurilla 30 m sarkaleveyteen ja jossa sarkojen pituus oli 240 m. Käyttökoneena tutkimuksessa oli puoliteloilta varus-

tettu Valmet 1100 traktori, jonka pintapaine oli 150 g/cm<sup>2</sup> (14,7 kPa). Kylvökone on traktorin nostolaitteeseen kiinnitettävissä. Sen käyttökooneeksi sopivat kaikki tavallisella nostolaitteella ja ryömintävaihteella varustetut traktorit, joiden pintapaine on pieni, ja jotka pystyvät kesällä ylittämään avo-ojia.

Tutkimuksessa käytetty kylvökone koostui Howard E 70 jyrsimestä, Tume lannoituslaitteen kuudesta lannoitusyksiköstä, aurasta ja kahdesta Tume mono-tarkkuuskylvölaitteesta. Koneella tehdyn työn jälki ja sen poikkileikkaus on esitetty kuvissa 13 ja 14 (s. 13).

Riviparin etäisyys seuraavasta määräytyi sarran leveydestä siten, että ojamaista vapaalle alueelle sijoitettiin parillinen lukumäärä riviparia. Joka toisen rivin etäisyys seuraavasta oli keskimäärin 4,6 m. Sarkaojan kohdalla jäi ojamaista johtuen koneella kylvämättä 9,5 m leveä alue (kuva 7, s. 8). Rimpien ja sarkojen päässä olevien ojamaiden takia 14 % pinta-alasta jäi koneella kylvämättä. Kylvettyjä rivejä tuli 2658 m/ha. Kylvetty nettopinta-ala oli 5 ha.

Kone kylvi samanaikaisesti kahta riviä, joiden väli oli 160 cm. Vasen kylvölaite syötti keskimäärin 8,6 siementä ja oikea 8,3 siementä 2 m matkalla. Vastaavat varianssikertoimet olivat 21,6 ja 54,3 %. Siementä kylvettiin 53 g/ha. Aura teki rivien väliin 31 cm syvän vesivaon.

Jyrsin sekoitti lannoituslaitteesta tulleen raastetun suometsien PK-lannoitteen n. 45 cm leveälle kaistalle kylvöriivin ja vesivaon väliin. Laitte antoi lannoitetta keskimäärin noin 1400 kg/ha kyseisille kaistoille ja koko kylvetyn alueen pinta-alalle laskettuna 173 kg/ha.

Työmaa-aika oli 2 h 33 min/1000 m vakoa, jonka molemmilla puolilla oli kylvöriivi. Käytetyllä vakovälillä (6,2 m), se oli 3 h 24 min/ha. Kylvön osuus työmaa-ajasta oli 49 %, sivutöiden osuus 20 %, siirtymisien 15 % ja häiriöiden 16 %.

Kylvöajan osuus suurenee sarkapituuden suurentuessa. Valitsemalla käyttökoneeksi traktori, jonka pintapaine on huomattavasti pienempi, painopiste on edempänä sekä telat pitempiä kuin tutkimuksessa käytetyllä traktorilla, ojen ylitykseen tarvittua aikaa voidaan huomattavasti pienentää. Kylvökone osoittautui toimintakelpoiseksi. Traktorin valintaan on kiinnitettävä huomiota.

## KIRJALLISUUS—REFERENCES

- AHO, K. 1970. Kopo-ojajyrsimen kehittämistä. Summary: On the Development of Kopo Rotary Ditcher. Suo 1; Vol. 21, pp. 7–12.
- ANONYM. 1974. TVL nosti työkoneiden enimmäisohjevuokria 1974–03–01 alkaen. Metsäkoneurakoitsija 3.
- APPELROTH, S.–E. 1971. Tree Planting Machine for open Peat Land. Tree Planters' Notes. Vol. 22, No 3.
- HEIKURAINEN, L. 1971. Metsäojituksen alkeet. Ylioppilastuki r.y. Helsinki.
- HUIKARI, O. 1958. Metsäojituksen koneellistamisesta. Referat: Über die Mechanisierung der Waldentwässerung. Communicationes Institute Forestalia Fenniae 50.5.
- ” and PAARLAHTI, K. 1967. Results of Field Experiments on the Ecology of Pine, Spruce and Birch. Selustus: Kentäkoneiden tuloksia männyn, kuusen ja koivun ekologiasta. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 64.1.
- KARJALAINEN, A. 1969. Avosoiden ojitus- ja metsitystekniikan nykyvaiheesta. Summary: Present State of Drainage and Afforestation Techniques of open Peatlands. Suo 1, Vol. 20, pp. 13–19.
- KAUNISTO, S. 1971. Lannoituksen, muokkauksen ja vesipinnan etäisyyden vaikutus kylvötaimien ensi kehitykseen turvealustalla. Kasvihuoneessa suoritettu tutkimus. Summary: Effect of Fertilization, Soil Preparation, and Distance of Water Level on the Initial Development of Scots Pine and Norway Spruce Seedlings on Peat. A study performed in Greenhouse. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 75.2.
- KAUNISTO, S. 1972. Effect of Soil Preparation and Fertilization on the Growth of young Pine Plantations of Peat. Proceedings of the 4th International Peat Congress I–IV, pp. 501–508, Mimeograph. Helsinki.
- ” 1975. Jyrsimämuokkaus ja lannoitteiden sijoitus männyn kylvön yhteydessä turve-

mailla. Kasvihuonekokeita. Summary: Rotation and Fertilizer Placement in connection with Direct Seeding of Scots Pine on Peat. Greenhouse experiments. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 85.4.

NILSSON, G. 1974: Reviderad terrängbeskrivning vid mekaniserad skogsvård. Internordiskt terräng-maskinprojekt. Skogsarbeten/NSR. Moniste.

PAAVILAINEN, E. 1966. Maan vesitalouden järjestelyn vaikutuksesta rämemännikön juuri-suhteisiin. Summary: On the Effect of Drainage on Root Systems of Scots Pine on Peat Soils. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 61.1.

## SUMMARY

### Work Study of the Lamu Seeding Machine

#### 1. INTRODUCTION

After World War II the Department of Engineering of the National Board of Agriculture in Finland drained bogs in order to make farm fields. Due to change in policy, however, not all of the drained bogs were used for this purpose. In order to make the drained, but not yet cultivated bogs productive the Department made three prototypes of seeding machines developed by Mr. Tapio Saarenketo in cooperation with the Forest Research Institute to fertilize, rototill and seed Scots pine on the bogs (KARJALAINEN 1969). However, the National Board of Agriculture was reorganized and the seeding machine work did not fit in with the objectives of the new organization.

The Parkano Research Station of the Forest Research Institute took over the development of the seeding machine and under the leadership of Dr. Seppo Kaunisto made two more prototypes. The latest is the Lamu V.

The biological aspects of this seeding principle, have been studied by KAUNISTO (1971, 1972, 1974) and found suitable for the germination of seed and for the initial growth of seedlings. In spring 1975 the fifth Lamu was operating well enough to make it worth while to carry out a work study on it to evaluate its performance, the quality of the work and to explore the problems related to its use.

#### 2. THE MACHINE STUDIED

The Lamu prototype consists of (fig. 1, p. 3): 1) a Howard E 70 rotavator, 2) on the top of which are six units of Tume fertilizers divided into two blocks, 3) a double mouldboard plow behind the rototiller and 4) two Tume Mono M/1972 seed drills.

The fertilizer is fed in front of the rototiller on top of the virgin peat and mixed by the rototiller into the ground peat. The plow wings shape the peat into two beds and the seeders drop the seed in one row on top of each bed. A packing wheel rolls over the seed. The length of the Lamu seeding machine is 180 cm, the width 211 cm, the height 131 cm and the weight 910 kg.

The seeding machine was mounted on the three-point linkage of a tractor. The rototiller is driven by the PTO-shaft of a tractor. The fertilizer is driven by chain transmission from a 12"x7" rubber-tyred wheel rolling at the bottom of the plowed furrow. The amount of

fertilizer feeding may be adjusted. It was adjusted to its maximum during the test. The two fertilizer hoppers could hold 250 kg. The fertilizer used was granulated peatland PK 0-22-15 (P 9.6 % - K 12.4 % - Mg 0.7 %). The seed drills were supported at the back by a 8"x4" rubber-tyred wheel and also driven by chain transmission from its wheel. Thus the amount of fertilizer or seed per running metre was in principle independent of the travelling speed of the machine. The feeding device is a wheel with cavities.

Scots pine seed with a thousand seed weight of 4.7 grammes was used in the test.

The seeding machine was operated in the test by a Valmet 1100 tractor (115 HP = 85 kW) provided with a Valmet 1100 reduction gear box and 81 cm wide half tracks (fig. 2, p. 4). The weight of the tractor including the seeding machine, filled fuel tank (70 liters), and 100 kg fertilizer in the hoppers was 7450 kg. The center

of gravity was only 48 cm in front of the rear wheel axle, and the ground pressure was  $814 \text{ g/m}^2$  ( $80 \text{ kPa} = 11.6 \text{ psi}$ ) when the center wheels were pressed down. The width of the

tractor was 235 cm and the length, including the seeding machine, was 690 cm. The tractor was delivered in May 1974 and had operated for 399 hours before the test.

### 3. TEST AREA

The study was carried out in South West Finland at Parkano Research Station on a low-sedge bog with *Sphangnum fuscum* hummocks, and with rimpi mud holes. The bog had been drained the previous year by a

tractor excavator. The ditches were 80 cm deep and 140 cm wide at the surface (fig. 3, p. 5 and fig. 15, p. 14). The work study was made on June 17–19, 1975. The test area was 5,8 hectares.

### 4. THE WORKING METHOD

The fertilizer and fuel supply were at a truck road side, from which they were loaded onto the tractor. The loaded tractor moved 420 m to the corner of the test area, where the excess load was left. The first time 250 kg fertilizer were loaded into the hoppers, later 100 kg each time. The seed rows were parallel with the ditches. The first row was behind the heap of peat taken from the ditches. The rimpi mud holes (fig. 3, p. 5) were too soft to walk on and were left unseeded, while the tractor had to

make a detour around them. The tractor turned at the end of the rows as shown in fig 7 (p. 8). More fertilizer, fuel or seed was taken from the supply at the south end of the rows when needed. The ditches were crossed by means of portable bridges (fig. 5, p. 6) made of roughly 4 m long, 10 by 10 cm logs. At the end of the day the tractor moved to the truck-road. During the seeding the rototiller was driven at a PTO speed of 1000 RPM instead of the usual 540 RPM.

### 5. RESEARCH METHOD AND EXTENT OF STUDY

A continuous time measurement was made by a fly-back timing centiminate stop watch. The total work site time was 16 h 49 minutes (excluding lunch breaks). A total of 13 156 meters seed rows were seeded. The work was divided into the following operations.

**Seeding.** When the unit moved and seeded.

**Turning.** Turning around at the end of the row.

**Crossing ditch.** Moving the log bridges and tractor crossing the ditch.

**Handling fertilizers.** Loading onto the tractor, filling hoppers or unloading on the test area.

**Rest.** Operator's breaks (not lunch).

**Tractor service.** Filling fuel tank. No oil change or greasing occurred during the time study.

**Lamu service.** Greasing the rototiller, cleaning the seeder, straightening a twisted seeder.

**Soft ground.** Yielding for rimpi mud holes and freeing the struck tractor.

During the seeding operation the number of seeds sown at 2 meter intervals was counted from 136 samples. Similarly the amount of fertilizer given at 2 meter intervals was measured from 127 samples. The height of the seedbeds above the bottom of the center furrow and the width of the total track were measured from 138 samples. The length of the unseeded parts of the rows and the distances between the seed rows were also measured. The turning radius of the fully equipped tractor was cross measured as an average of two full circles.

## 6. RESULTS

The time spent on different sub-operations is shown in table 1, (p. 7). The work site time was 3 h 24 min per hectare sown equal to 2 h 33 min. per 1000 metres furrow (two seed rows). The previous assumed time, one hour per 1000 m furrow (KAUNISTO 1974), was too optimistic. The sum of the times measured by stop watch deviated 0,56 % from the elapsed time. The operation time was 84,1 % of the work site time, which indicates the machine's reliability. However, the machine was used for only three days.

Of the work site time only one half was actual seeding (effective time), one fifth was spent on subsidiary work and delay accounted for about 15 %. The effective time (seeding) was 1 h 40 min/ha or 1 h 15 min/1000 m furrow. The travelling speed of the machine during seeding was 0.22 m/s or 800 m/h. The standard deviation of the speed between rows was 0.049 m/s. The t-test indicated that there was no significant trend e.g. increasing during the study, which may be interpreted in such a way, that there was no increase in the skill of the operator during the study.

The cutter edges of the rotary hoes had been sharpened some time before the study. In spite of this, roots of *Eriophorum*, *Cares*, *Calluna* and *Betula nana* were not fully cut, but remained on the edges (fig. 6, p. 8). During the actual seeding the fastest reduction gear (H2) was used, and the engine run at 1700–1900 RPM. The best effect of the engine would have been obtained at 2300 RPM.

At the end of the row pair the tractor using the turning pattern shown in fig. 7, (p. 8). The time consumption of the turns was 5 % of the work site time.

The average time per turn was almost two minutes. The variance coefficient was 32 %. The length was partly due to the fact that the operator had to stop the tractor moving, before he could completely lift up the seeding machine. Since the hitch was rigid and it was impossible to reverse with the seeding machine in the ground it was necessary to lift it up before turning.

Since the ditches were wide (1,4 m) the tractor could not cross them without bridges, which had to be moved each time. This took 10.8 % of the work site time or 22 min/ha equalling 17 min/1000 m furrow. This time depended on the length of row on each area surrounded by ditches. The bridges were too small for the load of the tractor. They were pressed down into the peat and clogged the ditches (fig. 8 and 9, p. 9). The half tracks were too short for the wide ditches.

Filling the hoppers with fertilizer, loading and unloading took 4 % of the work site time or 8 min/ha equal to 6 min/1000 m furrow. The openings for filling the hoppers were located 130 cm above ground level, which made the work difficult.

In addition to crossing the ditches the tractor had to move on the site from one strip to the next one making a detour to the bridge. This took 9 % of the work site time or 19 min/ha equalling 14 min/1000 m furrow. If the ditches had not been so wide, but easier to cross, most of this would have been unnecessary.

Since the main supply was at the truck road side the tractor had to move the distance between this supply and the actual seeding area every morning and evening. This took 3 % of the work site time or 12 min/ha equalling 9 min/1000 m furrow. The travelling speed during this transport was 3 km/h. It made no difference whether the tractor was loaded or unloaded.

The operator spent 9 % of the work site time in breaks. He took a roughly 9 minute break on average after each 1 h 41 min, which means 4.8 breaks per 8 h. It is considered normal in Finland for workers to take two 15 min and four 5 min breaks per eight hour shift. This accounts for 10.4 % of the work site time. The operator's work was not heavy, except for the handling of the 50 kg fertilizer bags and moving the bridges. The breaks were usually taken after these operations. The work was rather boring for the operator and only the crossing of soft mud holes was exciting.

The tractor service took 2 % of the work site time or 4 min/ha equalling 3 min/1000 m furrow. It included filling two 20 litre containers at the road side supply. The fuel consumption was 10.2 litres diesel oil per operation hour.

The bearings at the end of the axle of the rototiller had to be greased at least once a day. In addition one of the fertilizer tubes was clogged and had to be opened. The left seeder got twisted and had to be straightened. This all took one per cent of the work site time, which is very little.

Most of the ground was covered by living vegetation with a dense network of roots. However, the rimpi mud holes had mainly humified dead vegetation and the ground water table was close to the surface in the centre between the ditches. Here the tracks sank deeper than usual, and there was a danger of the tractor sinking too deep (fig. 10, p. 11). The operator was experienced and yielded for these soft spots, but occasionally had to bring logs to be tied to the tracks. This all took 4 % of the work site time or 9 min/ha equalling 6 min/1000 m furrow.

The left seed drill planted an average of 8.6 and the right 8.3 seeds to each 2 m. The variance coefficients were 21.6 and 54.2 % respectively. The left one planted minimum 5 and maximum 13 seeds, and the right one minimum 1 and maximum 12 seeds in the 2 m samples. Of the samples 4.4 % had only one seed. The amount of seed planted per seeded hectare was only 53 grams. This amount proved to be much less than previously (150 g/ha) indicated (KAUNISTO 1974). This equals 11 200 seeds per hectare and means, that in the event that 2500 trees per hectare are required there are 4.5 seeds per established tree desired and at intervals of 1.06 m apart in the row.

During the test the left seed drill broke down once. The work study man observed this and the clogged seeder was opened. The operator cannot see from his seat whether the seed drills are operating or not. The seed drills were tilted to the rear. Since the feeding cavity wheel is at the bottom front of the seed hopper no seeds are fed and planted when only a little seed remains in the tilled hopper (fig. 11, p. 11).

In front of the rototiller there were three tubes to each seed row from which the fertilizer was fed (fig. 12, p. 12). The fertilized strips were between the seed rows and the central furrow towards which the water-diluted fertilizers move (fig. 13, p. 13). The amounts of fertilizers fed from each tube at a distance of 2 m are shown in table 2, (p. 12).

The left block gave an average of 127 and the right block 133 grams per two strip meter. The amount of fertilizer given to each hectare seeded was 208 kg. When considering that the width between the outer tubes in each block was 25 cm and assuming that fertilizers were spread 10 cm outside each block the amounts of fertilizer given to the fertilized strips was 1440 kg/ha.

The average height of the tilled beds above the bottom of the plow furrow bottom was 31 cm with a standard deviation of 2.3 cm (fig. 13 and 14, p. 13). The deep tracks made by the tractor were filled with tilled peat so the total width of both beds was an average of 235 cm with a standard deviation of 7.8 cm.

Due to the ditches at the ends of the seed rows the tractor left the last part of the seed line unseeded when turning. Also the rimpi mud holes caused discontinuity in the rows. The tractor required a circle with 19.5 m diameter for a full turn. The full row length would have been 240 m but 14 % of the area remained unseeded for the above-mentioned reasons (fig. 15, p. 14).

The peat lifted from the ditches made it impossible to seed close to the ditches where the trees would have grown best. The distance between the furrows on both sides of the ditches was an average of 11.1 m with a standard deviation of 0.53 m (fig. 4, p. 5 and fig. 7, p. 8). Since the distance between the rows in one pair was 1.6 m an unseeded 9.5 m wide strip was left at the ditches. The distance between the other furrows was 6.2 m with a standard deviation of 0.77 m. This means that distance between every second seeded row was 4.6 m.

Despite the use of movable bridges the ditches were filled with peat where the tractor had crossed it (fig. 9, p. 9), which means that the ditches should be cleared after the operation.

## 7. DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The work study was made by a prototype. The results give a realistic picture of the output, work quality and problems involved. The results are limited to the use of the Valmet 1100 tractor as it was equipped. The seeding machine could be operated by any other 120 HP tractor with reduction gear box giving 1000 RPM of the PTO-shaft at an optimum travelling speed of 600–1000 meters per hour, and having a low ground pressure.

The time was sufficient for obtaining reliable information about the actual seeding, travelling speed, amount of seeds planted, fertilizers given, and for turning. It was not, however, sufficient for conclusions about maintenance and breakdowns.

The tractor chosen for operating the seeding machine had too short half tracks to cross the ditches. Also the maximum ground pressure was too high for crossing the rimpi mud holes. The center of gravity was too close to the rear axle. These caused considerable time-consuming problems, which were not caused by the seeding machine alone.

The ground pressure could be decreased by using longer tracks. When crossing ditches the more the distance between the center of gravity and the closest end of ground touching track should exceed the width of the ditch, the softer the ditch sides are.

Had the ditches not been dug all the way to the crossing end, the tractor could have moved around the end of the ditch. However, the ground pressure was too high to allow driving more than twice in the same tracks. The conditions would have been best if very narrow, deep ditches had been dug by a rotavating digger, which spreads the peat in a thin layer on a large area.

The best objects for the Lamu seeding machine would theoretically be sites where 6 kilometer long rows could be seeded, and the fertilizer supplies were located at both ends of the rows, or 3 km long rows, with the supply at only one end of the row. In the event that the maximum ground pressure of the tractor is low enough the seeding could be done before

the digging of the ditches, otherwise the above-mentioned narrow rototilled ditches are preferable. However, this requires at minimum a 120 cm thick peat layer.

As mentioned earlier the output of the seeding machine depends on the choice of tractor and site conditions. The output was 0.3 ha per work site hour and 0.6 ha per effective seeding hour. Had the ground pressure been low enough for crossing ditches and rimpi mud holes the output per work site hour would have increased by 15 % and if the length of rows had been at the optimum it would have increased by 20 %. It is known that 300 . . . 350 g/cm<sup>2</sup> (29 . . . 34 kPa = 4.2 . . . 4.9 psi) are considered as limits for vehicles on peat land (HUIKARI 1958, HEIKURAINEN 1971).

The original Howard E 70 rotavator had supporting wheels, which controlled the tilling depth. These had been removed from the prototype. Now the operator had to control the tilling depth continuously by using the three-point linkage. This moved the tractor's center of gravity backwards. Also the tractor operator had to look back when driving. By replacing the small original wheels with wide big wheels the problem may be solved.

The shape of the cutters should be studied. If they were tapered at the end, it would cause the self cleaning of the cutter edges from roots, and in this way decrease the power requirement and increase the travelling speed. The cutter edges should be sharpened frequently.

The location of the filling openings on top of the fertilizer hoppers high above ground level is inconvenient for lifting the heavy (50 kg) fertilizer bags. A good foot step would make the filling easier. A sharp edge, pivoted to be turned to the center of the above-mentioned filling hole would automatically cut a hole under the bag and empty it, when the bag was dropped onto the top of the hopper.

The point of the plow worked deeper than the tilled peat, which caused heaps in front of the plow. The furrow made by the plow was very shallow (31 cm) and after the compaction

of the beds during the following winter the effect of the furrow as a water remover is small. Experience of making the corresponding center furrow made by the Mara-planter deeper, from 40 cm to 50 cm, has been positive. A similar positive effect may be possible not only for planted trees but also for direct seeded seedlings. However, the power requirement would be considerably increased by making a deeper furrow and would require a more powerful tractor.

The distance between the rows in the row pair (160 cm) should obviously be increased by almost 60 cm. This could easily be arranged by changing the point at which the seed drills are attached to the rototiller.

The tractor operator could not see the seed drills. This could be corrected by mirror

arrangements inexpensively or at higher costs by photo cells which indicate in the cabin each time a seed drops.

The original Tume Mono seed drill has two supporting wheels which keep it horizontal. Both had been removed in the prototype. The rear wheel was replaced by a big rubber-tyred wheel and the front end was supported by a bar fixed to the rototiller. This rigg tilted the seed drill when the rototiller was lifted for some reason during the operation. The rigg should be corrected in order to keep the seed drill in a constant horizontal position.

Although the Lamu seeding machine is only a prototype it operated sufficiently well. Serious attention should be paid to the choice of tractor.

- No 208 Tapani Hänninen: Harvennuspuiden puustoisuus ja hakkuumahdollisuudet Suomen eteläpuoliskossa.  
The stocking and cutting possibilities in the thinning and accretion forests in the southern half of Finland. 4,—
- No 209 Heikki Nikkilä: Ratapölkkytukkien kuutiointi.  
Measurement of railwaytie-logs. 1,50
- No 210 Hakkuutähteiden talteenoton seurannaisvaikutukset.  
By-effects of the harvesting of logging residues. 2,50.
- No 211 Paavo Tiihonen: Mäntypylväiden kuutioimismenetelmä.  
Eine Kubierungsmethode für Kiefernmas Holz. 2,—
- No 212 Kaarlo Kinnunen, Juha Lind ja Erkki Lähde: Eri ajankohtina istutettujen männyn kennotaimien alkukehitys Pohjois-Suomessa.  
Initial development of Scots pine paper pot seedlings planted on different dates in northern Finland. 3,—
- 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 sahauksen kuoren päältä mitatun läpimitan perusteella.  
Sorting of logs according to the top diameter on bark. 4,—
- No 215 Pertti Harstela ja Sauli Takalo: Kokeita oksaraaka-aineen kuormauksesta ja kuljetuksesta.  
Experiments on loading and transportation of branch raw material. 1,50
- No 216 Gunnar Wilhelmson: Puutavaran käsittely. 7,—
- No 217 Pentti Rikonen: 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
- No 221 Simo Penttilä ja Jouko Hämäläinen: Päiväansio ja työn tuotos urakkapalkkaisessa istutustyössä 1972.  
Daily earnings and work output in piece rate planting in Finland 1972. 4,—
- No 222 Veli-Pekka Järveläinen: 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 juuripuu kuoriprosentti, puuaineen tiheys ja asetoniuutteen määrä.  
Bark percentage, basic density, and amount of acetone extractives in stump and root wood. 1,50
- No 225 Metsätaloustilastollinen 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 työmittaamenetelmä ("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 Rikonen: 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 Kari 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-ainenäköymät 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 katkaisuläpimitästä.  
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 lehtikuitupuun, järeä kuitupuun sekä likipituinen havukuitupuun. Studies on the determination of the solid volume of a pulpwood pile. Crooked 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 annettujen fenoksiherbisidien 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 tupasvillärämeen 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 lumikaristesien (*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 Rikonen: Havusahatukien kuoren määrä ja siihen vaikuttavat tekijät.  
Bark amount in coniferous sawlogs and factors affecting it. 7,—
- No 252 Jyrki Raulo ja Eino Mäkinen: 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: Havutukien kiintomittausmenetelmän seuranta järjestelmä.  
A control method for the measurement of pine and spruce logs. 2,—