

ODC  
236.1  
441

# FOLIA FORESTALIA 220

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1974

---

---

PENTTI NISULA

---

ERÄS HERBISIDIEN  
LEVITYSLAITE

---

AN APPARATUS FOR THE APPLICATION  
OF HERBISIDES

---

- No 145 Esko Leinonen: Tilavuuspaino-otanta sahatukkien mittauksessa.  
Green density sampling in sawlog scaling. 1,50
- No 146 Markku Mäkelä: Kanto- ja juuripuun kuljetus.  
Transport of stump and root wood. 2,50
- No 147 Pentti Hakkila, Jouko Laasasenaho & Kari Oittinen: Korjuuteknisiä oksatietoja.  
Branch data for logging work. 2,—
- No 148 Pertti Mikkola: Metsähukkapuun osuus hakkuupoistumasta Suomessa.  
Proportion of waste wood in the total cut in Finland. 2,—
- No 149 N. A. Osara: Some trends in world forestry with respect to Finland.  
Eräitä metsä- ja puutalouden kehitysilmiöitä maailmassa ja Suomessa. 1,—
- No 150 Ole Oskarsson: Suomalaiset plusmännyn ja pluskuuset.  
Finnish plus trees of Scots pine and Norway spruce. 14,—
- No 151 Pertti Harstela & Paavo Valonen: Työn tuotos, työntekijän fyysinen kuormittuminen ja värinäältistus pelkässä kaadossa.  
Work output, physical load of the worker and exposure to vibration in feeling. 5,—
- No 152 Kari Keipi: Lannoituskustannukset ja tuottojen käsittely metsän lannoituksen kannattavuuslaskelmissa Norjassa, Ruotsissa ja Suomessa.  
The concept of forest fertilization returns in Norway, Sweden and Finland. 4,—
- No 153 Hannu Vehviläinen: Palkkaus ja työolot metsäkonetöissä syksyllä 1971.  
The working conditions and earnings of forest-machine operators in autumn 1971 in Finland. 9,—
- No 154 Paavo Tiuhonen: Kiintokuutiometrin käyttöön perustuvat männyn, kuusen ja koivun kuitupuutaulukot.  
Massentafeln mit dem Festmeter als Masseinheit für Kiefern-, Fichten- und Birkenfaserholz. 7,—
- No 155 Paavo Tiuhonen: Kiintokuutiometrin käyttöön perustuvat männyn ja kuusen tukkipuutaulukot.  
Massentafeln mit dem Festmeter als Masseinheit für Kiefern- und Fichtenblochholz. 2,50
- No 156 Eljas Pohtila: Tulokset Perä-Pohjolan valtionmailla vuosina 1930—45 tehdyistä kuusiviljelyistä.  
Results of spruce cultivation from 1930—45 on state-owned lands in Perä-Pohjola. 1,50
- No 157 Eino Mälkönen: Hakkuutähteiden talteenoton vaikutus männikön ravinnevaroihin.  
Effect of harvesting logging residues on the nutrient status of Scotch pine stands. 1,50
- No 158 Kaarlo Kinnunen & Erkki Lähde: Kylvöajankohdan vaikutus kennonaimien kehitykseen ensimmäisen kasvukauden aikana.  
The effect of sowing time on development during the first growing season of seedlings grown in paper containers. 2,50
- No 159 Pentti Hakkila: Oksaraaka-aineen korjuumahdollisuudet Suomessa.  
Possibilities of harvesting branch raw material in Finland. 2,—
- No 160 Kullervo Etholén: Männyn viljelyn tulos Pohjois-Suomessa ja siemenen alkuperä.  
The success of artificial regeneration of Scots pine in Northern Finland and origin of seed.  
Состояние культур сосны в Северной Финляндии и происхождение семян. 3,—
- No 161 Olavi Huuri: Eräiden kloorattujen hiilivetyjen vaikutuksesta männyn taimien alkukehitykseen.  
The effect of some chlorinated hydrocarbons on the initial development of planted pine seedlings. 2,50
- No 162 Veijo Heiskanen, Antero Kuronen & Paavo Tiuhonen: Rinnankorkeusläpimittaan ja tukkilukuun perustuvat sahapuiden kuutioimistaulukot.  
Volume tables for saw timber stems based on the breast height diameter and the number of log per stem. 1,50
- No 163 Ilkka Kohmo: Nykymetsiköiden kasvuprosentti Suomen pohjoispuoliskossa vuosina 1969—70. 1,50
- No 164 Jouko Laasasenaho & Yrjö Sevola: Havutukkien latvamuotolukujen vaihtelu.  
The variation in top form quotients of the coniferous logs. 2,—
- No 165 Metsätilastollinen vuosikirja 1971.  
Yearbook of forest statistics 1971. 10,—
- No 166 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1970—72.  
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1970—72. 5,—  
Luettelo jatkuu 3. kansisivulla
- No 167 Paavo Tiuhonen: Rinnankorkeusläpimittaan ja pituuteen perustuvat uudet puutavaralajitaulukot.  
Auf Brusthöhendurchmesser und Höhe gestützte neue Sortimententafeln. 1,50
- No 168 Lorenzo Runeberg: The future for forest-industry products in the United Kingdom.  
Ison-Britannian metsäteollisuustuotteiden käytön tulevaisuus. 8,—
- 1973 No 169 Veijo Heiskanen: Pinon kehysmitan mittaus ja tyhjän tilan vähennys sekä niiden tarkkuus.  
Measurement of the gross volume of a pile and deduction for empty space and their accuracy. 5,—
- No 170 Veijo Heiskanen: Pinotiheyslusun ja pinotiheystekijäin arviointi ja sen tarkkuus.  
Evaluation of the solid content and the solid content factors and its accuracy. 3,—

# FOLIA FORESTALIA 220

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1974

Pentti Nisula

## ERÄS HERBISIDIEN LEVITYSLAITE

### ALKUSANAT

Käsillä oleva työ sai alkunsa neuvottelukokouksista, joiden aikana maisteri UKKO RUMMUKAINEN toi usein esille rakeisten herbisidien levityslaitteen kehittämisen tarpeellisuuden. Sen jälkeen kun olin löytänyt ongelman teknisen ratkaisun, otettiin työ metsäteknologian ja metsänhoidon osastojen työohjelmaan.

Tekn. ylioppilas TIMO NISULA on ratkaisevasti auttanut laitteen rakennekehittelyssä, prototyyppien rakentamisessa ja muotoilussa. Ylioppilas RAIMO JUNTILA on suorittanut työhön kuuluvat koepenkkitutkimukset. Pohjois-Suomen kenttäkokeet on

tehty metsänhoitaja KULLERVO ETHO-ÉN'IN toimesta. Piirrosten puhtaaksi piirtäminen on neiti HELKA HYVÄRISEN käsialaa. Konekirjoituksesta on huolehtinut neiti RAIJA SIEKKINEN.

Käsikirjoituksen ovat lukeneet professorit VEIJO HEISKANEN, PENTTI HAKKILA, vt. professori MATTI LEIKOLA, metsät. tohtori KALERVO SALONEN ja maisteri UKKO RUMMUKAINEN, joiden tekemät parannusehdotukset olen ottanut huomioon.

Kaikille edellä mainituille henkilöille pyydän lausua kiitokseni.

Helsingissä lokakuussa 1974

Pentti Nisula

## SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
SUMMARY IN ENGLISH .....	3
TIIVISTELMÄ .....	4
1. JOHDANTO .....	5
2. SILVE-LEVITTIMEN RAKENNE JA TOIMINTA .....	7
3. KOEJÄRJESTELYT .....	8
4. KOETULOKSET LABORATORIO-OLOISSA .....	11
5. KOETULOKSET KÄYTÄNNÖSSÄ .....	16
6. SILVE-LEVITTIMEN KÄYTTÖTEKNIikka JA KEHITYSNÄKYMÄT.....	17
KIRJALLISUUTTA .....	22

## SUMMARY

In Finland economizing has been one of the aims in spreading granular herbicides around forest tree seedlings. For this reason the herbicide has been applied only to a limited area in the immediate vicinity of the seedlings. Application has been made by hand, and for this reason the work costs have been relatively high. The unevenness of manual application has brought about other disadvantages, too (cg. RUMMUKAINEN 1974). The present paper reports on the work performed in order to eliminate these drawbacks by developing the «Silve» herbicide spreader.

Figs. 2 and 3 show the structure of the «Silve» herbicide spreader, Fig. 12 the operation technique and Fig. 13 the results obtained in application.

When the user of the apparatus, having placed it above a seedling, pulls the string (4), a plug (6) with threads on the inside begins to rotate clockwise. Simultaneously

herbicide granules fall down from the container (7) through the plug and pass out through four holes (8) in its sides. When the pull has been completed, the plug is returned counterclockwise to its original position by means of the spring (11). During the rotating movement of the plug the herbicide granules are thrown out from the apparatus by centrifugal force, falling to the ground around the tree seedling.

Tables 1 and 2 as well as Figs. 7—11 show the influence of different adjustments and experimental conditions on the operation of the spreader.

Figs. 14—17 show how the «Silve» spreader can be used to spread liquid solutions and to treat border of strip-shaped areas.

According to experiences obtained it is possible to treat 1000—1300 seedlings per effective work-hour with the «Silve» herbicide spreader.

## TIIVISTELMÄ

Suomessa on rakeiset herbisidivalmisteet pyritty levittämään metsäpuiden taimien ympärille säästeliäästi. Sirottelu on tapahtunut taimen välittömään ympäristöön vain sille alueelle, josta rikkakasvit on saatava hävityksi. Sirottelu on tapahtunut käsin, minkä takia työkuustannukset ovat nousseet suuriksi. Käsilevityksen epätasaisuus on tuonut mukanaan myös muita haittoja (vrt. RUM-MUKAINEN 1974).

Käsillä olevan työn avulla on pyritty poistamaan näitä haittoja kehittämällä tarkoitusta varten Silve-levittimeksi nimitetty laite. Silve-levittimen rakenne selviää kuvista 2 ja 3, sen käyttötapa kuvasta 12 ja levitystulos kuvasta 13.

Kun työntekijä asettaa laitteen taimen yläpuolelle ja vetää narusta (4), lähtee sisäpuolisilla kierteillä varustettu tulppa (6) pyörimään myötäpäivään. Samanaikaisesti säili-

östä (7) valuu sirotteita tulpan läpi ja edelleen sen kyljessä olevien neljälle taholle suuntautuneiden reikien (8) kautta ulos. Vedon loputtua tulppa palautuu vastapäivään kiertäen kiemurajouden (11) vaikutuksesta takaisin lähtöasemaansa. Sinä aikana kun tulppa on pyöri-  
vässä liikkeessä, viskautuvat herbisidirakeet keskipakoisvoiman vaikutuksesta ulospäin ja putoavat puuntaimen ympärille.

Erilaisten säätöjen ja koeolosuhteiden vaikutukset nähdään taulukoista 1 ja 2 sekä kuvista 7—11.

Kuvissa 14—17 esitetään, miten Silve-levittimellä voidaan ruiskuttaa nesteitä tai käyttää sitä raja-alueiden tai nauhamaisten kuvioiden käsittelyyn.

Kokemusten mukaan voidaan Silve-levittimellä käsitellä tehotyötunnissa noin 1000—1300 tainta.

## 1. JOHDANTO

Herbisidit ovat kemialliselta koostumukseltaan erilaisia rikkakasvihävitteitä, jotka metsäpuun taimen ympärille levitettynä pysyvät estämään rikkakasvien haitallisen vaikutuksen (mm. BÄRRING 1965 ja RUMMUKAINEN 1971). Herbisideillä on pyritty korvaamaan rikkakasvien mekaaniseen hävittämiseen perustuvat, pääasiassa miesvoimaisesti suoritettut heinimiset, joiden kustannukset ovat työvoiman kallistumisen takia nopeasti nousseet viime vuosina. Kiinnostus herbisidejä kohtaan on suuresti lisääntynyt, samalla kun peltojen metsitys on yleistynyt (RUMMUKAINEN 1972 ja 1974).

Herbisidit voidaan käyttötapsansa perusteella jakaa kahteen pääryhmään, ruiskutettiin ja sirotteisiin. Edelliset levitetään veden ja ruiskutejauheen muodostamina suspensioina tai veden ja nestemäisen herbisidin muodostamina emulsioina suuttimien kautta kohteeseensa. Liuosten levitys voidaan suorittaa laikkukäsittelyn yhteydessä sopivimmin repuruisilla ja taimirivejä viiluttain käsitellessä traktorisoivilla ruiskutuslaitteilla esim. taimien istutuksen yhteydessä.

Pienien ryynnimäisten rakeiden muodossa esiintyvien herbisidisiroitteiden käyttö on kuitenkin viime vuosina yleistynyt (RUMMUKAINEN 1974). Periaatteessa rakeisten herbisidien käyttö on yksinkertaista. Sirottelu voidaan suorittaa esimerkiksi suoraan käsipakkauksesta, jonka kylkeen on tehty sopivan suuruinen reikä. Se voi tapahtua myös astiasta, josta otettu sopivan kokoinen mitallinen tai hyppysellinen sirotetta levitetään käsin taimen ympärille. Näin alkeellinen levitystapa on kuitenkin todettu käytännössä hitaaksi ja epätarkaksi sekä annostelun määrän että levitystasaisuudenkin osalta.

Laikkulevitykseen soveltuvien välineiden

puute onkin eräs sirotteiden muodossa olevien herbisidien käytön suurimmista epäkohdista. Käsin levitettäessä herbisidirakeet usein sijoittuvat epätasaisesti ja liian pienelle alueelle. Esimerkiksi taimien kuoren vahingoittumismahdollisuuteen voidaan tuskin odottaa parannusta, niin kauan kun sirottelu suoritetaan käsin (RUMMUKAINEN 1972 ja 1973).

Suuren hollantilaisen herbisidisiroitteita valmistavan Philips-Duphar-yhtymän julkaisemassa kirjasssa esitetään kaikkiaan 14 erilaista ja eri puolilla maailmaa valmistettua herbisidisiroitteiden levittämiseen soveltuvaa laitetta vaatimattoman pienkäyttäjän apuneuvosta aina suurkuluttajan massalevityslaitteisiin saakka. Kaikissa näissä laitteissa rakeiden annostelu näyttää perustuvan siihen, että sirotteen annostelukanavassa on sopivalla paikalla kuristin, jonka muodostamaa aukkoa voidaan säätää. Rakeiden kuljetus kuristimen jälkeen suuttimen purkausaukole tapahtuu joko paino- tai keskipakoisvoimaa, tärinää tai keinotekoisesti aikaansaatuun ilmavirtausta käyttäen. Säätämällä sirotteiden kuljetusnopeutta ja purkausaukon suuruutta ja muotoa saadaan rakeet purkautumaan halutunmuotoisena viuhkana laitteesta.

Kaikki Philips-Dupharin esittämät laitteet antavat putoamiskuvion, jonka muoto määräytyy laitteen sirottesuihkun muodon tai niiden kerrannaisten ja laitteen liikuttelun perusteella. Sirottesuihkun putoamiskuvio ei ole missään esitetyssä laitteessa maahan putoamisen hetkellä horisontaalileikkaukseltaan ympyrän tai ympyrän renkaan muotoinen. Laitteita ei niin ollen voida edullisesti käyttää yksittäisten taimien käsittelyyn tuhlamatta rakeita rikkakasvien torjunnan kannalta merkityksettömällekin alueelle. Samalla

on olemassa vaara, että liian suuri määrä sirotteita joutuu kosketuksiin taimen kuoren kanssa, jolloin se voi vioittua (vrt. RUMMU-KAINEN 1973).

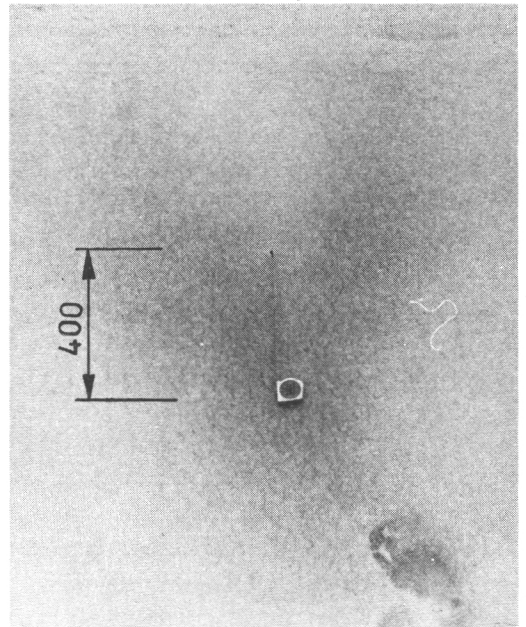
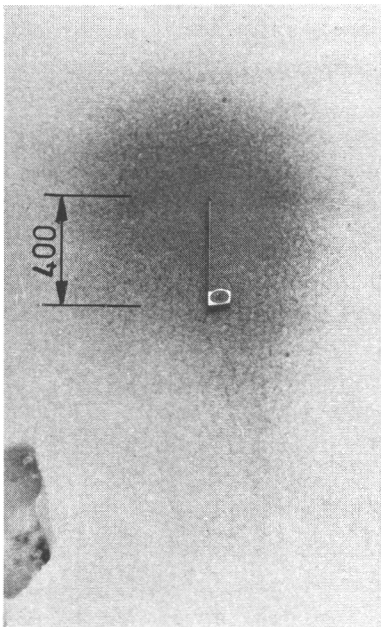
Kuvassa 1 nähdään kahden meilläkin kokeillun sirotelevittimen putoamiskuvio lumelle kuvattuna. Japanilaisen Kyoritsu Noki CO:n valmistama laite on tarkoitettu alunperin kasvinsuojelupölyttimiksi ja saksalaisen Hans Mooshammerin »Kleegeige», kuten nimikin sanoo, pääasiassa apilan siemenien kylvöä varten.

Rakeisten herbisidien laikku-levittämiseen soveliaista laitetta ei ole siis ollut toistaiseksi olemassa. Tämä saattaa johtua maamme erikoisista olosuhteista, joissa herbisidejä pyritään kustannussyistä käyttämään taimikoh- taiseen torjuntaan ja vain sillä alueella — tai- men ympärillä — jossa tehollista rikkakasvi- hävitystä tarvitaan. Muissa maissa olot saat- tavat olla toisenlaiset ja istutustiheys niin suuri, kuten esim. Keski-Euroopassa, että

viiluttainen levitys muodostuu helposti lai- kuttaista kannattavammaksi. Tämän takia ehkä sirotteiden laikkulevityksen välineistö on jäänyt muissa maissa kehittämättä.

Edellä mainituista syistä maist. Ukko Rummukainen kääntyi keväällä 1973 puo- leeni pyytäen minua suunnittelemaan her- bisidisirotteiden levityslaitteen Suomen oloissa tapahtuvaa laikkukäsittelyä varten. Suunnittelussa lähdin siitä, että laitteen pitää olla kevyt, miesvoimaisesti käsiteltävä, yksin- kertainen ja helppo ja nopea käyttää. Lisäksi laitteeseen tulee kuulua sopiva kerta-annos- telu- ja levitysjärjestelmä. Niiden toiminta tulee synkronisoida keskenään siten, että yhdellä työliikkeellä voidaan suorittaa sekä annostelu että levitys.

Kun laite sai lopullisen muotonsa annettiin sille nimeksi Silve-levitin. Seuraavassa esitel- lään työn tuloksena syntynyt levityslaitte ja mittaustuloksia sen levitysominaisuuksista, käyttönopeudesta ja kehitysnäkymistä.



Kuva 1. Kaksi herbisidisirotteiden putoamiskuviota. Vasemmalla japanilaisen Kyoritsu Noki Co:n valmistaman laitteen ja oikealla saksalaisen Hans Mooshammerin »Kleegeige»-nimisen laitteen antama levityskuvio.

*Fig. 1. Spreading patterns produced by an apparatus manufactured in Japan by Kyoritsu Noki Co (left) and by the »Kleegeige», developed in Germany by Hans Mooshammer.*

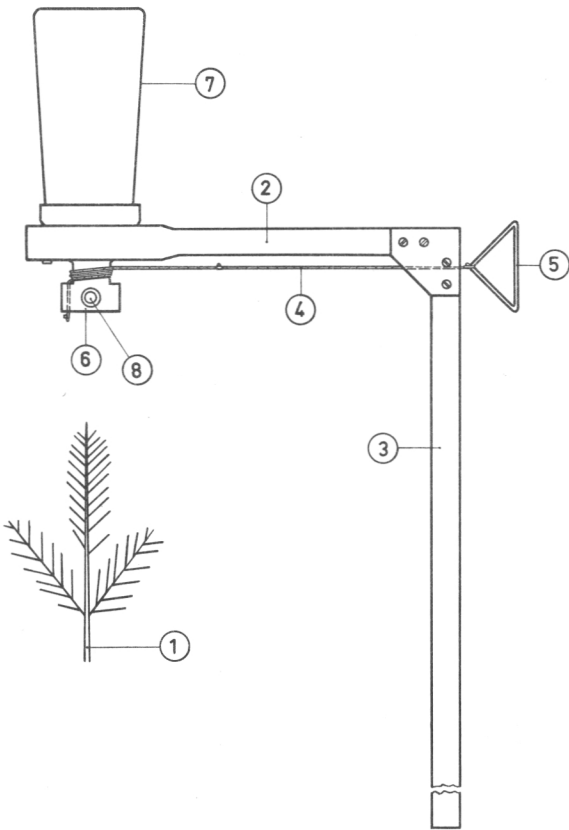


## 2. SILVE-LEVITTIMEN RAKENNE JA TOIMINTA

Kuvassa 2 esitetään kaavamaisesti Silve-levittimen ulkoinen rakenne ja toiminta. Levitin on asetettu puuntaimen (1) yläpuolelle. Työntekijä pitää kiinni vasemmalla kädellään levittimen ulokeorresta (2) painaen ulokeorren pystytuen (3) tukevasti maahan taimen lähelle siten, että levitin asettuu sopivasti puuntaimen yläpuolelle. Tämän jälkeen työntekijä tarttuu oikealla kädellään vetonarun (4) kahvaan (5) ja vetää siitä oikealle päin, jolloin sisäpuolisilla kierteillä varustettu tulppa (6) pyörii myötäpäivään. Samanaikaisesti säili-

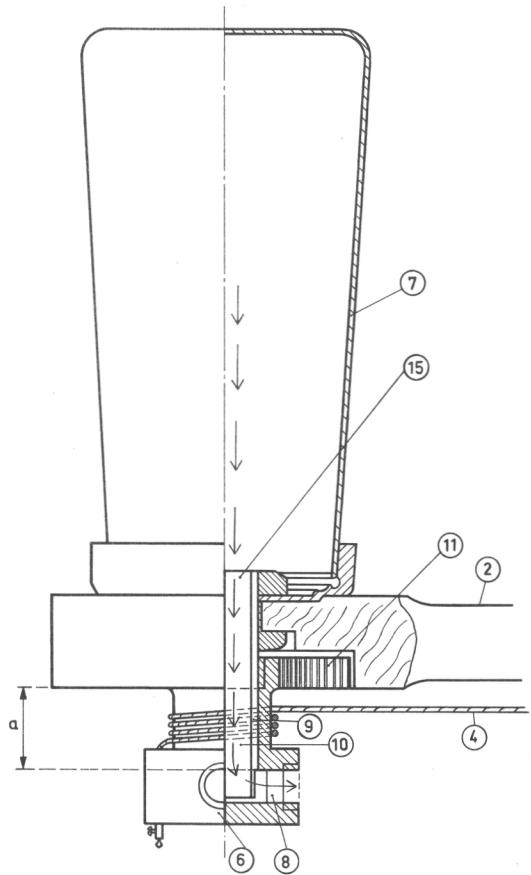
östä (7) valuu sirotteita tulpan läpi ja edelleen sen kyljessä olevien neljälle taholle suuntautuvien reikien (8) kautta ulos. Kun tulppa on kaiken aikaa pyörivässä liikkeessä, viskautuvat herbisidirakeet keskipakoisvoiman vaikutuksesta ulospäin ja putoavat puuntaimen ympärille.

Siinä vaiheessa kun tulppa (6) on pyörinyt myötäpäivään kierteitten loppuun saakka, on rakeiden purkautuminen tulpan rei'istä voi-



Kuva 2. Silve-levitin kaavamaisesti sivukuvantona.

Fig. 2. The «Silve» spreader from the side.



Kuva 3. Silve-levittimen toiminnalliset osat puolileikkauskuvantona

Fig. 3. The operating parts of the «Silve» spreader

makkaimmillaan. Kun työtekijä löysää vetonarua, alkaa tulppa kiemurajousensa vaikutuksesta pyöriä vastapäivään koko ajan sirotetta levittäen, kunnes se on palannut takaisin alkuperäiseen lähtöasentoonsa. Tällöin vetonaru on samalla kelautunut takaisin tulpan ympärille, ja sirotteen juokseminen tulpan lävitse on päättynyt. Tässä vaiheessa puuntaimi on saanut ympärilleen koko kertaannoksen herbisidisirotetta, ja työtekijä voi siirtyä käsittelemään seuraavaa tainta.

Kuvassa 3 esitetään Silve-levittimen annostelu- ja sirottelumekanismi yksityiskohtaisesti puolileikkauskuvantona. Sirotteiden kulkusuunta säiliöstä (7) tulpan (6) ja sen reikien (8) kautta ulos on esitetty nuolilla. Tulpassa (6) on välillä a sisäpuoliset kierteet (9), jotka on sovitettu sirotteiden purkausputkessa (10) oleviin ulkopuolisiin kierteisiin. Purkausputken alapää vastaa tulpan sisäpohjaan silloin, kun vetonaru (4) on kelautuneena kiemurajousen (11) vaikutuksesta tulpan kaulan ympä-

rille. Tällöin sirotteiden purkaustie säiliöstä ulos on kiinni kuristunut. Narusta (4) vedettäessä alkaa tulppa liikkua sisäkierteidensä varassa pitkin purkausputken ulkokierteitä alaspäin, ja kuristus tulpan sisäpohjan ja purkausputken alapään välissä avautuu. Tällöin lähtevät säiliössä olevat sirotteet painovoiman vaikutuksesta valumaan alaspäin. Valunnan määrä on sitä suurempi, kun enemmän jää rakoa tulpan sisäpohjan ja purkausputken alaosan väliin.

Levittimen toimesta sirotteet pyrkivät keskipakovoiman ansiosta lentämään tulpasta pois päin, mutta ilman vastus ja maan veto voima kääntävät niiden suunnan pian alaspäin. Tästä johtuen on odotettavissa, että vain vähän sirotteita putoaa suoraan alla olevan taimen päälle, ja että pääosa leviää vyöhykemäisesti taimen ympärille. Lopputulos riippuu luonnollisesti suuresti yksittäisissä tapauksissa siitä, miten laitetta käytetään.

### 3. KOEJÄRJESTELYT

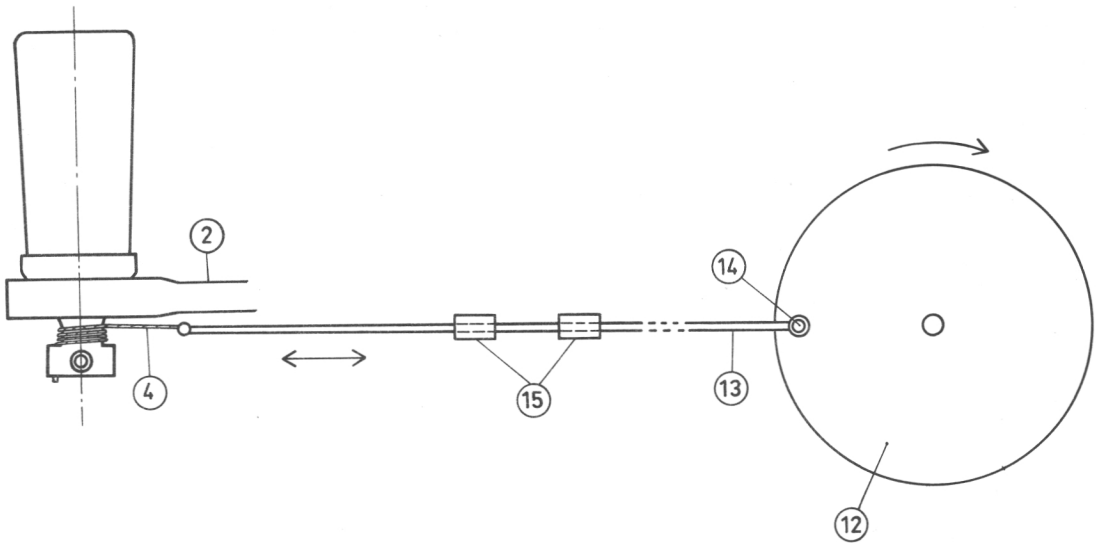
Levittimen toiminta riippuu monesta tekijästä. Kertavedolla purkautuvan sirotteen määrä eli raeryöpyyn suuruus riippuu säiliössä olevan sirotteen paineesta purkausputken suuntaan, sirotteen sisäisestä kitkasta sekä purkausputken läpimitasta. Lisäksi raeryöppy riippuu vedon pituudesta, nopeudesta ja tasaisuudesta sekä tulpan ja purkausputken välisten kierteiden noususta, jotka määrittelevät kuristusaukon avautuman tulpan kierosta kohden.

Raeryöpyyn sinkoutumiseen vaikuttaa luonnollisesti tulpan pyörimisliikkeen aikaansaaman keskipakovoiman suuruus ja tulpan purkausreikien muoto ja laajuus. Jos esimerkiksi purkausreikiä pidennetään, keskipakois-

voima kasvaa ja raeryöppy saadaan lentämään laajemmalle alueelle kuin aikaisemmin. Samaan tapaan vaikuttaa sirotteen putoamiskorkeus.

Jotta eri tekijöiden vaikutuksesta olisi voitu saada luotettava kuva, luovuttiin kokeiden tekemisestä käsityönä koehenkilöä käyttäen. Esimerkiksi vedon nopeuteen, tasaisuuteen ja pituuteen näet saattaa samakin koehenkilö eri aikoina vaikuttaa eri tavoin. Lisäksi esim. koehenkilön suorittamaa vedon nopeutta ja tasaisuutta on melko vaikea mitata vähän kustannuksia vaativin menetelmin. Tämän takia laite sijoitettiin koepenkkiin.

Koepenkkijärjestely nähdään kuvasta 4. Herbisidien levitin on ulokeorrestaan (2) kiin-



Kuva 4. Laboratoriokokeiden koepengin toimintakaavio  
 Fig. 4. Experimental design of the laboratory tests

nitetty koepengin runkoon, siihen on kiinnitetty myös kampipyörä (12), jonka nopeutta voidaan säätää. Kampipyörässä on taipuisa kolmen metrin pituinen kiertokangas (13), jonka laakeritapin (14) asemaa kampipyörällä voidaan muuttaa siten, että kiertokangelle saadaan erilaisia vetopituuksia. Kiertokangas on tuettu kahdella liukulaakerilla (15). Kiertokangas on toisesta päästään kiinnitetty laitteen vetonaruun (4). Sähkömoottorin pyörittäessä kampipyörää saadaan kiertokangenvälityksellä aikaan levittimen vetonaruun samantapainen liike kuin laitetta käytännössä miesvoimaisesti käytettäessä. Vetonaruun ja sitä tietä levittimeen vaikuttavat voimat toistuvat kuitenkin kerta kerralta samanlaisina, joten koepenkkijärjestelyn avulla helpottuu vertailevien mittausten teko.

Kokeessa käytettiin kampipyörän (12) nopeuksia, jotka vastaavat vetonopeuksia 33, 45 ja 66 kertaa/min. Vetopituudet olivat 10, 20, 30 ja 40 cm. Kokeissa käytettiin lisäksi tulpan (6) ja purkausputken (10) välissä 1.0, 1.5, 2.0 ja 2.5 mm:n suuruista kierteen nousua, mistä johtuen tulpan sisäpohjan ja purkausputken alapään väliin muodostunut purkaus-

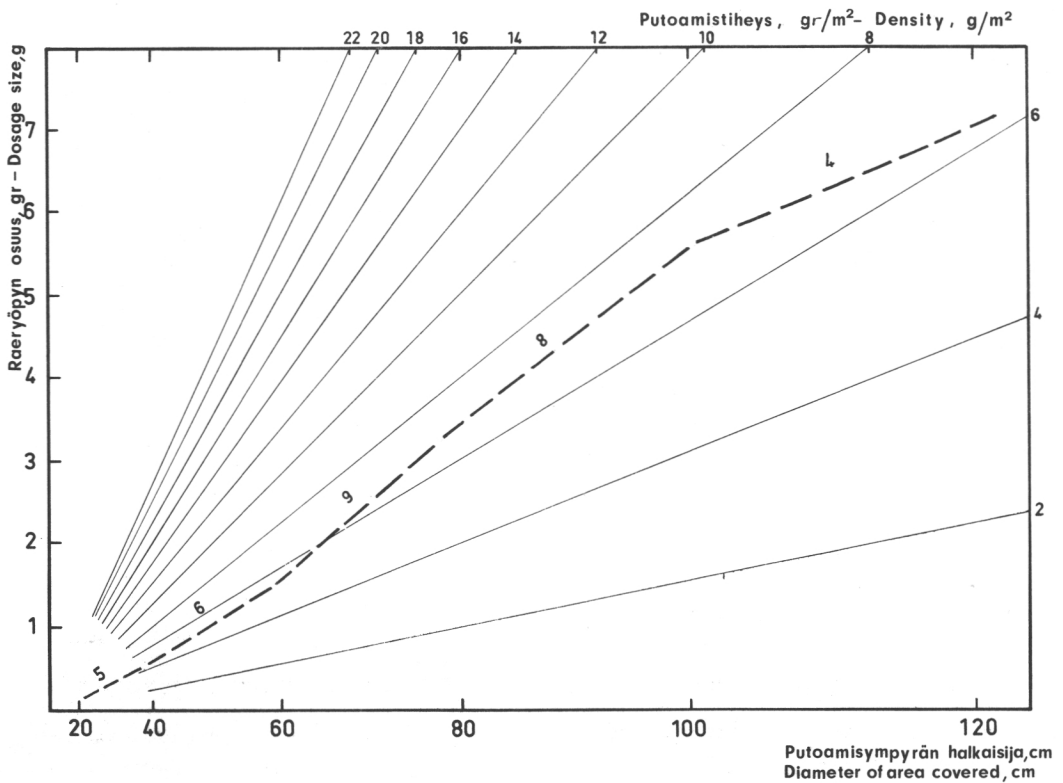
aukko suurimmillaan eli siinä vaiheessa, kun tulppa lähtee kiemurajousen (11) vaikutuksesta kiertymään takaisin kiinni, oli seuraavan asettelman mukainen.

Kierteen nousu mm/kierte	Vedon pituus, cm			
	10	20	30	40
1.0	0.9	1.9	2.8	3.7
1.5	1.4	2.8	4.2	5.6
2.0	1.9	3.7	5.6	7.5
2.5	2.3	4.7	7.0	9.4

Slive-levittimeen kiinteästi rakennetun purkausputken (10) läpimitta oli 20 mm. Sisäputkia käyttämällä voitiin kokeilla myös 5, 10 ja 15 mm purkausputkea.

Purkausaukoilta lentävän sirotteen muodostaman raeryöpin putoamisalue eli putoamisympyrä maanpinnalla muotoutuu lähinnä käytetyn keskipakoisvoiman ja tulpan purkausaukkojen jatkeitten mukaan.

Putoamisympyrä jaettiin mittausta varten samankeskisiin ympyränrenkaisiin, jotka erotettiin toisistaan matalalla n. 5 cm korkealla väliseinällä. Tällöin voitiin kustakin ympyrän renkaasta mitata siihen pudonneen sirotteen määrä. Ympyrän renkaiden väliseinät sijoiti-

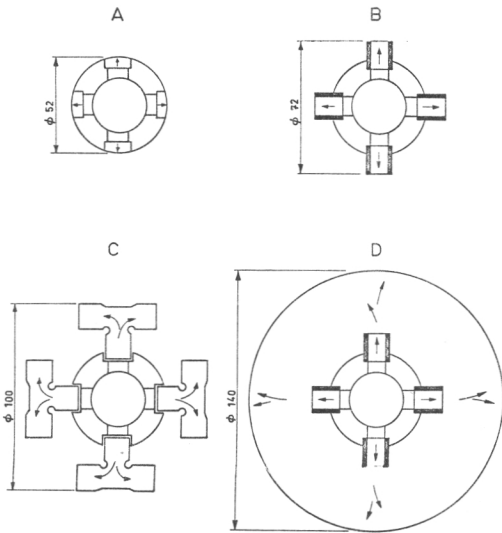


Kuva 5. Esimerkkikaavio, joka osoittaa Silve-levittimen raeryöpyyn jakaantumisen ( $\text{gr}/\text{cm}^2$ ) putoamispyyrään.  
 Fig. 5. Spreading of the granules ( $\text{gr}/\text{cm}^2$ ) applied with the »Silve» spreader within circular spots of different size.

tettiin 10 cm:n jaotuksella putoamispyyrän keskipisteestä laskettuna, joten ympyröiden halkaisijat olivat 20, 40, 60, 80, 100 ja 120 cm.

Kuvassa 5 nähdään kaavio, jota käytettiin raeryöpyyn osuuksia ( $\text{gr}$ ) ja putoamistiheyksiä ( $\text{gr}/\text{m}^2$ ) putoamispyyrän renkaisiin tulkittaessa. Kuvaan on ohuin viivoin piirretty 11 ohjesuoraa, jotka osoittavat rakeiden määrän eri kokoisissa putoamispyyröissä niissä tapauksissa, joissa putoamistiheys on ollut tasaisesti 2—22  $\text{gr}/\text{m}^2$ . Jos esim. putoamistiheys on 6  $\text{gr}/\text{m}^2$ , voidaan ohjesuoran 6 ja x-akselin arvon leikkauskohdasta y-akselille lukien todeta 1.7 gr raeryöpystä joutuneen 60 cm läpimittaisen putoamispyyrän sisäpuolella. Edelleen voidaan päätellä 0.9 gr jääneen putoamisrenkaaseen, jonka halkaisija on 40—60 cm.

Kuvaan 5 on katkoviivalla vielä piirretty erään raeryöpyyn jakaantumista osoittava diagrammi. Sen mukaan 120 cm putoamispyyrän sisälle on kaikkiaan pudonnut noin 7 gr rakeita, jotka ovat esitetyn summadiagrammin mukaisesti jakaantuneet putoamispyyrän sisäpuolelle. Summadiagrammin yläpuolella on kunkin ympyrän renkaan kohdalle merkitty putoamistiheys numeroita 4—9, jotka osoittavat, kuinka monta grammaa kussakin ympyrän renkaassa on rakeita ( $\text{gr}/\text{m}^2$ ). Luvut on saatu siten, että on vertailtu ympyrärenkaan kohdalla olevan diagrammin ja kuviossa olevien ohjesuorien suunta keskenään. Esim. ympyrärenkaassa 60—80 cm oleva lukuarvo 9 on saatu päättelemällä siten, että on todettu diagrammin sillä kohtaa olevan jyrkemmin nouseva kuin ohjesuoran



Kuva 6. Silve-levittimessä kokeiltuja hajoitajatyyppejä

*Fig. 6. The different spreading devices used in testing the »Silve» spreader*

8 gr/m<sup>2</sup>, mutta loivemmin nousevan kuin ohjesuoran 10 gr/m<sup>2</sup>, joten ympyränrenkaassa välillä 60—80 cm on rakeita noin 9 gr/m<sup>2</sup> eli putoamistiheys siihen on ollut 9 gr/m<sup>2</sup>.

Kuvassa 6 esitetään Silve-levittimessä

kokeiltuja tulpan purkausaukkojen jatkamisratkaisuja päällyskuvantoina. Näitä ratkaisumalleja on myös kutsuttu hajoitajatyypeiksi, koska ne hajottavat tulpasta purkautuvan raeryöpyyn.

Kuviossa A nähdään levittimen alkuperäinen hajoitajatyyppe eli tulppa purkausaukkoineen ilman lisälaitteita. Kuviossa B on tulpan aukkoja pidennetty suorien putkenkappaleiden avulla. C-kuviossa on purkausaukoille sijoitettu T-haarot, jolloin sirotteet purkautuessaan viskautuvat ensin T-haarojen pohjaan ja vasta siitä edelleen. Kuviossa D on kuvion B mukaiseen hajoitajaan liitetty välittömästi tulpan alapuolelle pyöreä, alumiinipellistä tehty lautashajoitaja. Pyöriesissä se vauhdittaa niitä rakeita, jotka heti tulpasta purkautuessaan pyrkivät putoamaan alaspäin putoamisympyrän keskipistettä kohden.

Koska penkkikokeet suoritettiin sisätiloissa, valittiin koesirotteeksi hieno ruokasuola, koska sen kiteet eivät pölyä. Tällä sirotteella todettiin laitteen käytössä esille tulevat lainalaisuudet. Vain vähäisessä määrin käytettiin sisätiloissa suoritetuissa kokeissa urearakeita ja varsinaisia herbisidisirotteita.

#### 4. KOETULOKSET LABORATORIO-OLOISSA

Taulukosta 1 nähdään Silve-levittimen sääntöjen vaikutus ruokasuolan raeryöpyyn määrään. Vedon pituuden, purkausputken läpimitan ja kierteen nousun kasvaessa raeryöpyyn määrä näyttää lisääntyvän. Vetonopeuden kasvaessa sen sijaan raeryöpyyn määrä pienentyy, koska purkausputken kautta valuva rae määrä riippuu myös purkausajasta. Yleensä levittimen vetonopeuden kasvamisella ei ole selkeää itsenäistä vaikutusta, vaan sitä on arvosteltava yhdessä purkausputken läpi kulkevien rakeiden valuntanopeuden kanssa. Lyhyempi purkausputki — koelaitteessa sen

pituus oli 75 mm — saattaisi ehkä antaa selkeämmän kuvan vedon nopeuden vaikutuksesta purkautuvien rakeiden määrään.

Taulukossa 1 on alleviivattu ne säätötapaukset, joilla voidaan saavuttaa 7—9 gr kertaryöppy. Huomataan, että samaan tulokseen päästään hyvin erilaisilla säädöillä. Käytännössä lienee yksinkertaisinta vaikuttaa kertaryöpyyn sirotemäärään vakioimitoitettun laitteen vedon pituutta säätämällä.

Taulukosta 2 nähdään muutamien sääntöjen vaikutus ruokasuolakiteiden jakaantumiseen putoamisympyrän renkaisuun levitti-

Taulukko 1. Silve-levittimen säätöjen vaikutus raeryöpy määrään.

Table 1. The influence of different adjustments of the «Silve» spreader on the granule dosage.

Kierteen nousu cm/kierros Screw pitch, cm/turn	Purkausputken läpimitta, mm Diameter of discharge tube, mm	33				45				66			
		10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40
		Vedon nopeus, kertaa/min Pulling speed, number of pulls/min.											
		Vedon pituus, cm Length of pull, cm											
		Raeryöppy, gr/veto Granule dosage, g/pull											
1.0	5	..	..	0.7	..	..	..	0.8	..	..	..	0.9	..
	10	0.1	0.4	1.3	3.7	0.1	0.5	1.4	3.4	0.2	0.6	1.3	2.9
	15	0.4	1.7	4.5	10.5	0.4	2.0	4.8	9.5	0.7	2.4	4.4	7.5
	20	0.6	2.7	5.8	11.8	0.6	2.7	5.8	10.3	0.9	2.8	5.3	8.9
1.5	5	..	0.7	2.4	4.9	..	0.8	2.7	5.5	..	0.6	2.0	4.1
	10	0.1	1.4	3.8	7.2	0.2	1.7	4.3	7.5	0.5	1.9	3.8	6.4
	15	0.5	2.9	7.5	15.6	0.5	3.4	8.1	14.5	0.8	3.8	7.4	11.8
	20	2.0	6.3	12.5	20.5	2.5	6.8	12.2	18.4	2.8	6.2	11.0	15.5
2.0	5	..	1.0	2.7	5.2	..	0.6	2.4	4.9	..	0.5	1.9	4.1
	10	0.2	1.6	5.2	12.0	0.2	2.3	6.0	11.1	0.4	2.1	5.3	10.1
	15	0.8	4.0	10.5	22.5	1.0	5.0	11.7	20.8	1.6	4.6	10.0	18.5
	20	..	6.1	16.0	28.0	2.0	7.0	14.8	25.2	2.4	6.4	12.9	22.0
2.5	5	..	0.9	3.3	..	..	1.3	3.9	..	..	0.9	3.2	..
	10	0.1	2.6	7.4	..	0.2	3.2	8.7	..	0.3	3.5	8.3	..
	15	0.4	4.4	12.9	..	0.6	5.6	15.9	..	1.1	5.8	15.5	..
	20	1.2	7.3	19.5	..	1.3	8.0	20.3	..	1.6	7.5	19.5	..

Taulukko 2. Silve-levittimen raeryöpyn jakaantuminen (gr/cm<sup>2</sup>) putoamisympyrän renkasiin käytettäessä 20 mm läpimittaista purkausputkea.

Table 2. Distribution in rings of the granule dosage (g/m<sup>2</sup>) applied by the Silve spreader using 20 mm discharge tubes.

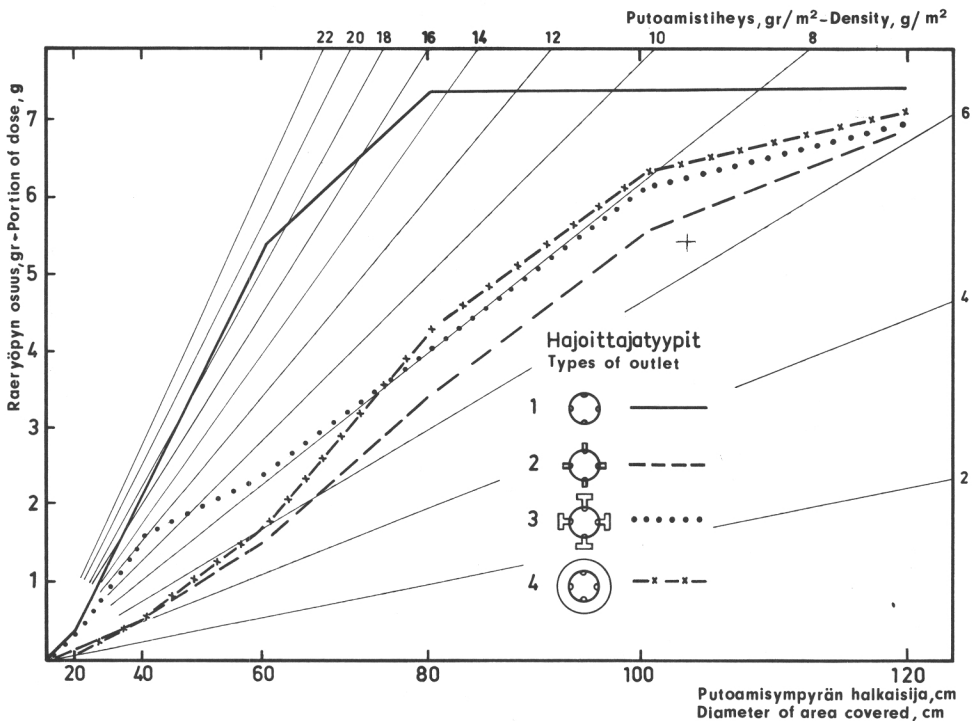
Vedon nopeus kertaa/min Pulling speed, number of pulls/min.	Vedon pituus, cm Length of pull, cm	Kierteen nousu Screw pitch											
		1.0 mm/kierros — 1.0 mm/turn					2.0 mm/kierros — 2.0 mm/turn						
		Ympyrän renkaan halkaisija, cm Diameter of ring-shaped spreading figure, cm											
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	100—120	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	100—120
		Raeryöpyy jakaantuminen gr/m <sup>2</sup> /veto Distribution of granule dose g/m <sup>2</sup> /pull											
33	10	8.9	3.4	1.9	0.5	—	—	..	..	..	..	..	..
	20	13.2	20.5	2.2	0.1	—	—	18.2	32.3	4.5	0.1	..	—
	30	12.1	26.1	17.4	1.0	0.1	..	26.9	60.4	34.5	3.0	0.5	..
	40	14.2	26.2	34.2	13.9	1.1	0.2	36.4	76.1	83.0	27.5	2.4	0.4
45	10	6.2	4.9	0.2	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	20	6.7	14.3	7.6	0.3	..	..	11.5	21.5	11.5	2.2	0.6	0.1
	30	5.5	12.4	14.8	6.8	0.6	0.1	16.8	35.4	38.8	10.2	1.5	0.4
	40	9.3	15.0	17.8	17.4	5.6	0.9	21.8	38.6	45.4	38.9	11.2	1.8
66	10	3.5	5.7	1.6	0.1	..	..	..	..	..	..	..	..
	20	4.0	6.7	6.8	3.8	0.5	0.1	8.2	15.2	13.2	5.3	0.9	0.3
	30	4.4	6.8	7.2	7.0	4.4	1.1	12.6	17.8	19.5	18.3	7.7	1.6
	40	5.5	6.9	6.9	7.1	5.6	3.1	12.1	16.1	14.9	18.2	16.8	9.9

men 70 cm:n korkeudella olevasta tulpasta. Vedon nopeus näyttää selvästi vaikuttavan raeryöpin jakaantumiseen siten, että hitaalla vedolla suhteellisen runsaasti rakeita putoaa lähelle putoamisympyrän keskustaa. Vedon nopeuden kasvaessa rakeet sen sijaan levitävät tasaisemmin laajemmalle alueelle.

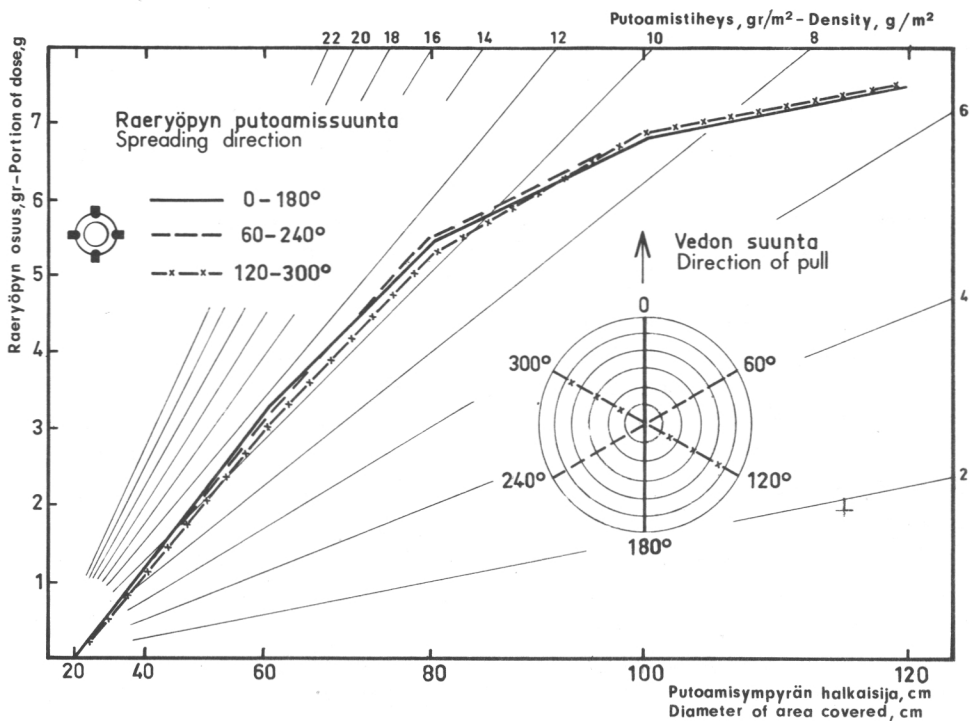
Kuvista 7—11 voidaan nähdä siroterakeiden leviäminen Silve-levittimen putoamisympyrään ja sen renkaisiin. Jokaisessa kuvassa on esitetty käytetty hajottajatyypin (kts. kuvaa 6). Levitin oli näissä kokeissa säädetty niin, että se annosteli 7.5 gr rakeita yhdellä vedolla. Vetonopeus oli 33 kertaa/min. Ellei toisin ole mainittu, oli sirotteena hienon ruokasuolan kiteet ja putoamiskorkeutena 70 cm. Kuvien diagrammien suunnan perusteella voidaan päätellä esim. kuhunkin ympyränrenkaaseen pudonneiden rakeiden putoamistiheys siten, kuin selostettiin kuvan 5 yhteydessä.

Kuvasta 7 selviää hajottajatyypin vaikutus. Kun alkuperäiseen hajottajaan 1 on lisätty erilaisia suokappaleiden jatkeita, on keskipakoisvoima luonnollisesti suurentunut. Havaitaan, että rakeet leviävät näissä tapauksissa melko tasaisesti — lähimain 8 gr/m<sup>2</sup> — koko putoamisympyrän alueelle. Pienempi keskipakoisvoima sen sijaan kasaa samat sirotteet lähemmäksi ympyrän keskustaa niin, että ympyrän eri renkaisiin putoavien rakeiden putoamistiheys vaihtelee. Esim. hajottajaa 1 käytettäessä ympyrän renkaaseen 20—40 cm on pudonnut suunnilleen 20 gr/m<sup>2</sup>. Käytännöllisesti katsoen kaikki rakeet ovat pudonneet  $\varnothing$  80 cm suuruisen putoamisympyrän alueelle, joka vastaa 0.5 m<sup>2</sup> pinta-alaa.

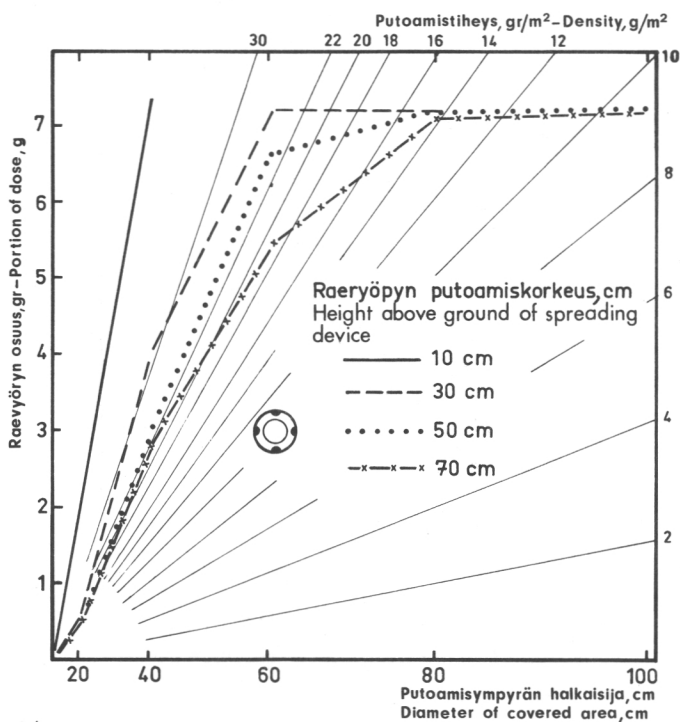
Kuva 8 osoittaa siroterakeiden jakaantumisen putoamisympyrän halkaisijoille. Tarkkailun kohteena oli kolme kuvasta selviävää halkaisijaa. Eri halkaisijoille näyttää putoavan rakeita samalla tavoin.



Kuva 7. Silve-levittimen hajottajatyypin (vrt. kuva 5) vaikutus raeryöpin jakaantumiseen  
Fig. 7. Influence of the type of outlet used in the »Silve» spreader (cf. Fig. 5) on the distribution of the granule dose.

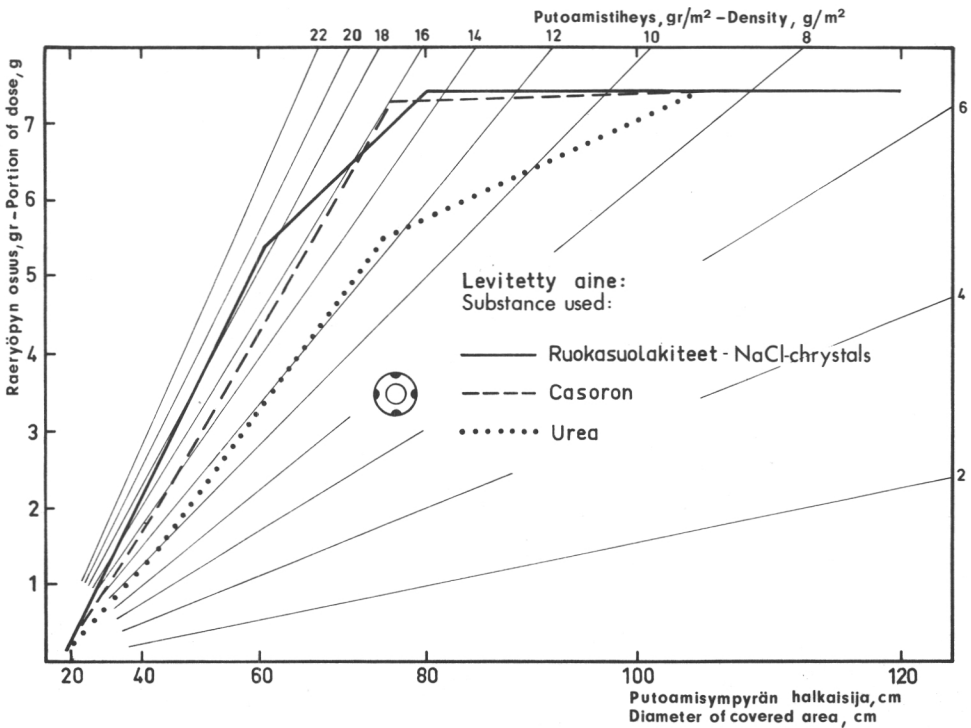


Kuva 8. Silve-levittimen raeryöryn jakaantuminen putoamispyyrän halkaisijalle.  
 Fig. 8. Distribution of the granule dose applied by the «Silve» spreader along the diameter of the circular spreading area.

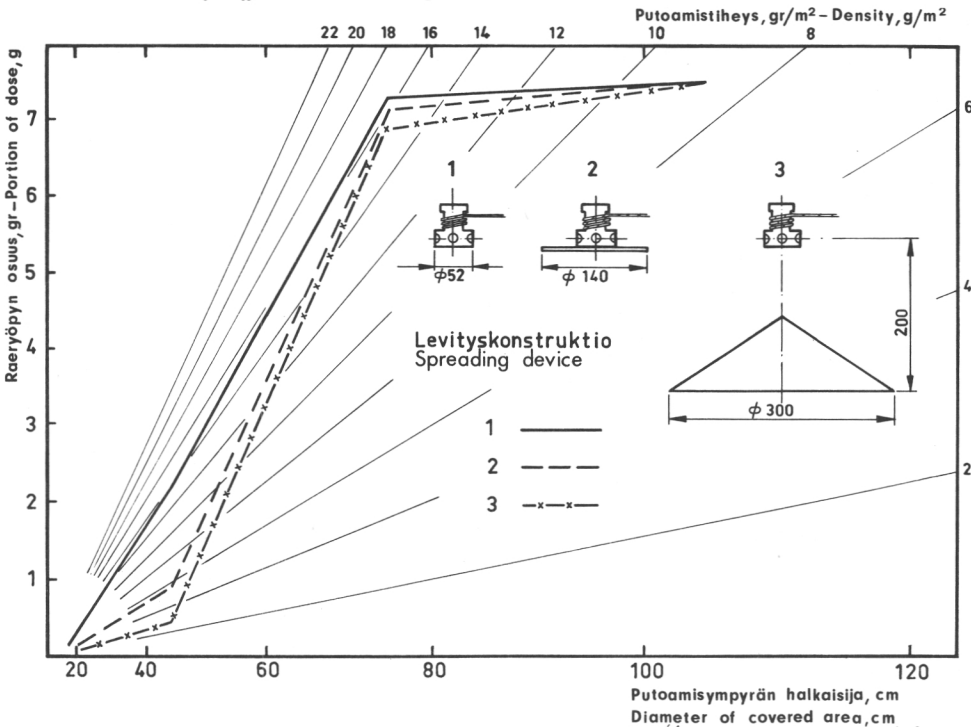


Kuva 9. Silve-levittimen raeryöryn putoamiskorkeuden vaikutus raeryöryn jakaantumiseen.  
 Fig. 9. Influence of the height from which granules are spread on the distribution of the dosage





Kuva 10. Erilaisten aineiden vaikutus Silve-levittimen raeryöpin jakaantumiseen.  
Fig. 10. Distribution of different substances by the «Silve» spreader



Kuva 11. Casoronin leviäminen erilaisia levityskonstruktioita käyttäen (1 = pelkkä tulppa, 2 = tulppa + lautanen ja 3 = tulppa + suistekartio)  
Fig. 11. Distribution pattern of Casoron by means of different spreading devices (1 = plug, 2 = plug + disc, 3 = plug + cone)

Putoamisympyrä on sitä suurempi, mitä korkeammalta sirotteet putoavat. Kuvan 9 mukaan putoamiskorkeutta muuttamalla voidaan vaikuttaa ympyrän laajuuteen ja rakeiden putoamistiheyteen. Jos siis esim. käytännössä täytyy voimakkaan tuulen takia putoamiskorkeutta pienentää, tulee vastaavasti lisätä vedon nopeutta, jotta rakeet lentäisivät alunperin halutun suuruiselle putoamisympyrälle.

Erilaiset aineet valuvat levittimen läpi eri tavoin valumiskitkasta ja rakeiden painosta riippuen. Kuvasta 10 nähdään, että lannoitusaineena käytetty urea on jakaantunut tasaisemmin ympyrän renkasiin kuin esim. ruokasuola tai herbisidisirote kauppanimeltään Casoron, joka raakoostumukseltaan edustaa tavallisimpia meillä kaupassa esiintyviä herbisidivalmisteita kuten Silvex tai Dowpon.

Erilaisin levitinkonstruktioin voidaan sirot-

teiden putoamistiheyteen ympyrän eri renkasiin vaikuttaa esim. siten, että putoamisympyrän keskustaan eli lähelle tainta putoaisi vähemmän rakeita kuin sitä seuraaviin ympyrän renkasiin. Kuvassa 11 nähdään, miten kolme erilaista ratkaisua vaikuttavat tähän asiaan. Levityslaitteen tulpan alle kiinnitetty alumiinilevystä valmistettu tasainen ja sileä lautanen, samoin kuin tulpan alla 20 cm:n päässä oleva kartiosuojus vaikuttavat siten, että putoamistiheys noin 40 cm halkaisijaltaan olevalle ympyrän renkaalle on vain 2—6 gr/m<sup>2</sup>, mutta sen jälkeen seuraavassa renkaassa lähes 22 gr/m<sup>2</sup>. Vetonopeutta lisäämällä tai tulpan suokappaleita vaihtamalla voidaan tietenkin putoamisympyrän suuruutta näissäkin tapauksissa lisätä, kuten nähtiin jo kuvasta 8.

## 5. KOETULOKSET KÄYTÄNNÖSSÄ

Edellä on voitu todeta, miten monet eri tekijät vaikuttavat Silve-levittimen raeryöpyn suuruuteen ja putoamisympyrän kokoon sekä rakeiden putoamistiheyteen (gr/m<sup>2</sup>) koepenkissä. Uusia tekijöitä tulee mukaan, kun ihminen alkaa käyttää laitetta.

Kun 12 koehenkilöä, jotka eivät ennen olleet nähneet levitintä, suoritti 50 vedon kokeen, oli raeryöppyjen keskiuus 7.6 gr vaihdellen koehenkilöstä toiseen välillä 7.3—7.8 gr. Laite oli säädetty annostelevaan yhdellä vetäisyllä 7.5 gr:n kerta-annoksen. Vetonarussa oleva rajoitin pakotti koehenkilöt käyttämään suunnilleen samanpituista vetoa, mikä pääasiassa selittänee hyvän lopputuloksen.

Vetonopeuden vaihtelua koehenkilöstä toiseen ja sen vaikutusta levitysnopeuteen on vaikea käytännössä mitata. Sen takia se jätettiin suorittamatta. Näyttää kuitenkin siltä, että työntekijä helposti omaksuu määrätyn

vetonopeuden, jolloin myös putoamisympyrän koko ja putoamistiheys (gr/m<sup>2</sup>) saadaan käytännön vaatimuksia vastaaviksi.

Pohjois-Suomessa käsiteltiin Silve-levittimellä kertavetoa käyttäen 865 tainta ja kahta vetoa käyttäen 289 tainta. Aikaa kului vastaavasti tainta kohden 5.7 ja 9.0 cmin (ETHOLEN 1973). Kokeessa levitettiin neljää erilaista herbisidivalmistetta, jolloin kertavedolla raeryöpyn suuruus oli 7.5 gr ja ryöpyn koko vaihteli 6.7—9.4 gr.

Etelä-Suomessa suoritettussa vastaavassa kokeessa käsiteltiin kertavedolla 720 tainta, jolloin aikaa kului 4.6 cmin/taimi. Kahta vetoa käyttäen käsiteltiin 504 tainta, ja aikaa kului 8.1 cmin/taimi.

Tämän perusteella on odotettavissa, että Silve-levitintä käyttäen voidaan käsitellä tehotyötunnissa kertavedolla noin 1000—1300 tainta ja kahta vetoa käyttäen noin 600—700 tainta.

## 6. SILVE-LEVITTIMEN KÄYTTÖTEKNIikka JA KEHITYSNÄKYMÄT

Laboratorio- ja kenttäkokeiden perusteella on pyritty kehittämään Silve-levitin mahdollisimman käyttökelpoiseksi eli toiminnaltaan yksinkertaiseksi ja mitoitukseltaan sopivaksi. Samalla on kiinnitetty huomiota siihen, että laite olisi helposti hajoitettavissa ja koottavissa myöskin kenttäoloissa. Tämä on tärkeätä silloin, kun konetta joudutaan puhdistamaan tai korjaamaan häiriöitten takia.

Kuvassa 12 nähdään levitin viimeistellyssä muodossaan. Puisen ulokeorren (2) oikean pään läpi on porattu alumiiniputkesta tehtyä pystytukea (3) varten reikä, johon ulokevarsi voidaan kiristää siipimuttereilla halutulle korkeudelle. Tällaisen säädön mahdollisuus saattaa olla tärkeätä putoamispyyrän kokoa



Kuva 12. Silve-levitin viimeistellyssä muodossaan.

*Fig. 12. The »Silve» spreader in its final shape.*

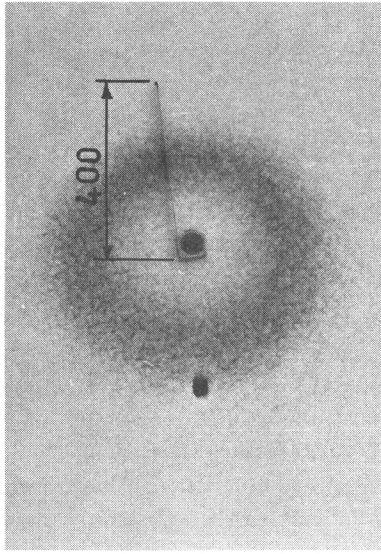
rajoitettaessa ja vältettäessä huonolla säällä tuulen vaikutusta. Alumiinisen pystytuen yläpää on muotoiltu käteen sopivaksi. Kuljetuksen ajaksi pystytuki voidaan irrottaa. Ulokeorren vasemmassa päässä on n. 2 kg vetävä säiliö rakeita varten. Säiliön korkilla suljettava täyttöaukko on suunnattu ylöspäin. Säiliöllisellä sirotetta voidaan käsitellä n. 250—300 tainta, minkä jälkeen säiliö on uudestaan täytettävä esim. työntekijän selässään kantamasta varastosta.

Silve-levitintä purettaessa irrotetaan ensin vetonaru ja kiemurajousen kiinnitysruuvi, jolloin tulppa jousineen voidaan kiertää irti. Ulokeorren jäänyt purkausputki voidaan sitten irrottaa ruuvaamalla ensin irti sen alempi kiinnitysmutteri.

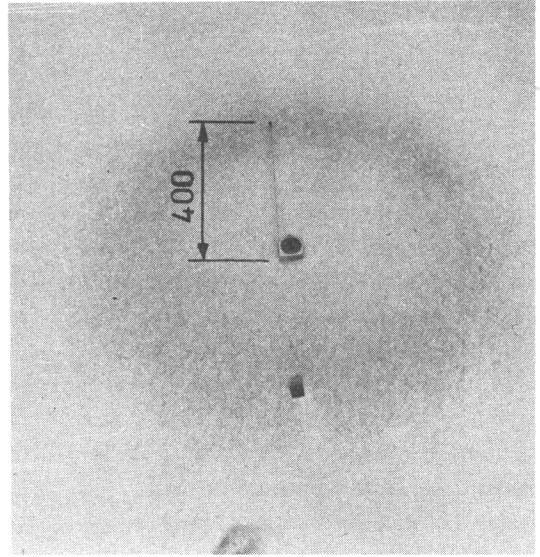
Kokoaminen voidaan suorittaa päinvastaisessa järjestyksessä. Tässä vaiheessa on syytä kiertää kiemurajousi ensin tiiviisti tulpan ympärille ja sitoa se mieluummin teipin avulla paikalleen koossapysyväksi kelaksi, jolloin tulpan ja siihen kiinnitetyn kiemurajousen paikalleen ruuvaaminen helpottuu. Tämän jälkeen vedetään kelasta irrotettu kiemurajousen pää ulos ja kiinnitetään ruuvilla ulokeorren hahloon. Sitten lisätään vetonaru paikalleen ja säädetään siinä olevan juoksijan tai siihen tehdyn solmun avulla vastaamaan kulloinkin halutunpituista vetoa.

Silve-levittimen yhdellä vedolla antaman raeryöpyyn määrä voidaan helposti saada selville suuntaamalla useita raeryöppyjä kapeasuiseen astiaan ja jakamalla kokonaispudotteen paino ryöppyjen lukumäärällä.

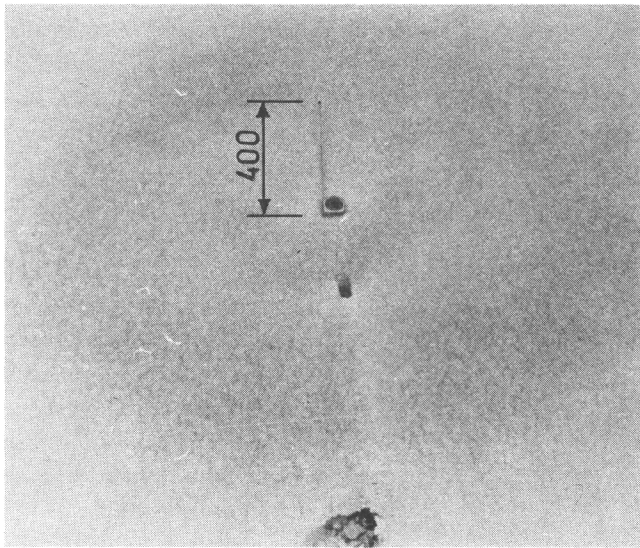
Työntekijän on kokemustietä löydettävä sopiva vetonopeus saadakseen halutun levityskuvion. Käytännössä on todettu, että työntekijä oppii oikean vetonopeuden yleensä jo muutamien harjoitusvetojen jälkeen.



a



b



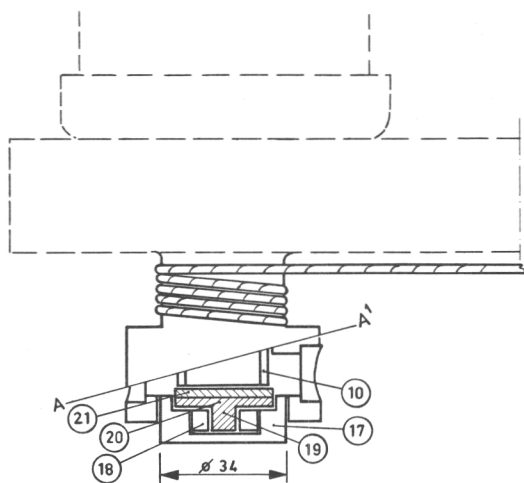
c

Kuva 13. Silve-levittimen putoamiskuvioita lumella käytettäessä erilaisia vetonopeuksia: a = erittäin hidas, b = nopeampi ja c = niin nopea kuin mahdollista. Putoamiskorkeus 50 cm.

*Fig. 13. Spreading patterns on snow of the »Silve» spreader at different pulling speeds: a = extremely slow, b = moderately rapid, c = as fast as possible. Height of falling 50 cm.*

Kuvassa 13 nähdään Silve-levittimen levityskuvioita lumen pinnassa. Siitä havaitaan putoamispyyrän rengasmaisen muoto. Jos taimi on putoamispyyrän keskellä sen välitömään läheisyyteen putoaa vain vähän rakeita. Kovin tuulisella säällä pyrkii putoamispyyrä karkaamaan taimen ympäriltä, jolloin siitä saattaa tulla soikean tai viuhkamaisen muotoinen. Tätä voidaan välttää laskemalla ulokeorsi mahdollisimman matalalle.

Silve-levitintä voidaan käyttää myös ruiskutteiden levittämiseen, mikäli tulppaosaan lisätään asiaankuuluvat lisävarusteet. Eräs tällainen ratkaisu nähdään kuvassa 14. Laitteen prototyypin on käytännössä kokeiltu, ja sen on todettu toimivan tyydyttävästi. Kuvassa on tulppaosa esitetty suoraa AA' myöten leikkauskuvantona, jossa näkyy purkausputken (10) alaosa. Tulpan pohjaan on kierteillä kiinnitetty korkki (17), johon on upotettu kannattava laakeri (18). Laakerin olkapäiden varassa makaa karatapilla (19) varustettu venttiililautanen (20), jonka yläpinnassa on kumitiiviste (21).



Kuva 14. Ruiskutteiden levittämiseen tarkoitetun Silve-levittimen tulpan sisärakenne. Leikkaus linjaa AA' myöten.

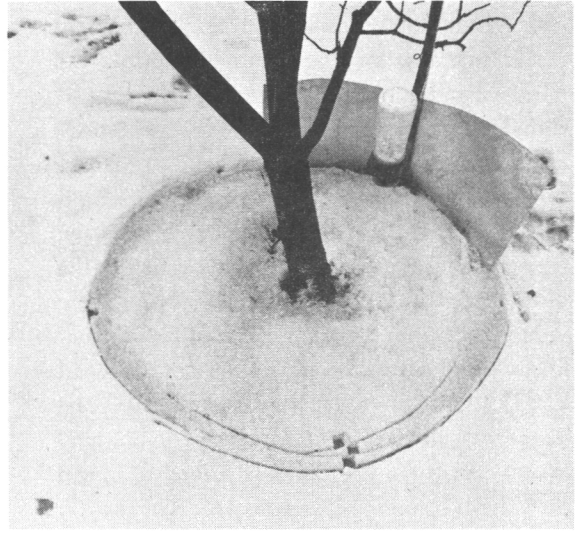
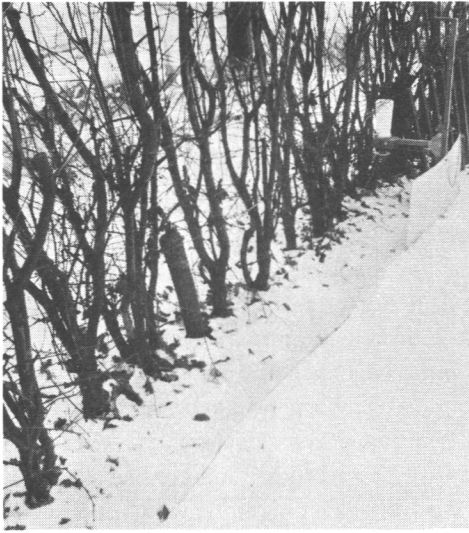
Fig. 14. Structure of the plug used for spreading liquid solutions with the »Silve» sprayer. Profile along the line AA'

Kun levitin ei ole käytössä, on venttiililautanen tiiviisti purkausputken alapäätä vasten. Tulpan lähtiessä kiertymään auki eli alapäin lautasventtiili voi kuitenkin laakerin (18) takia jäädä vielä paikoilleen siihen asti kunnes kitkayhteys lautasventtiilin kumitiivisteeseen ja purkausputken alapään välillä katkeaa, ja lautasventtiili pääsee taas pyörimään vapaasti. Tällöin säiliössä oleva neste alkaa valua ulos ja joutuu tulpan pyörimisliikkeen hajoitettavaksi. Kun tulppa on taas käynyt ala-asennossaan ja on palautumassa kiemuravieterin voimasta takaisin ylöspäin, koskettaa lautasventtiili purkausputken alapäätä ja kiertoliike pysähtyy. Tulppa pyörii kuitenkin vielä edelleen hetken aikaa saavuttamansa liike-energian varassa, ja lautasventtiilin kumitiiviste painautuu yhä tiukemmin purkausputken alapäätä vasten ja pysäyttää lopullisesti nesteen purkautumisen.

Jos rakenteen yhteydessä ei käytettäisi esitettyä laakeria, vaan lautasventtiili olisi kiinteä osa tulppaa, saattaisi kumitiiviste hiertyä niin tiukalle, että seuraavan vedon liikkeelle saaminen vetonarusta kiskomalla olisi mahdotonta. Lisäksi kumitiiviste edestakaisen hierymisliikkeen ansiosta kuluisi nopeasti piloille. Käytetyn laakeriratkaisun ansiosta kumitiiviste voi sulkeutua kuinka tiukkaan tahansa, mutta tulppa lähtee aina vetonarusta kiskotta kevyesti liikkeelle.

Lisäämällä tulpan keskipakovoimaa ja muotoilemalla tulpan purkausaukkoja voidaan vaikuttaa ulossinkoutuvan nesteen putoamispyyrän laajuuteen ja pisarakokoon. Mikäli katsotaan tarpeelliseksi, voidaan Silve-levittimen pystytukeen sopivalle korkeudelle kiinnittää suojavarjostin, joka taimen päälle sijoitettuna varjelee alle asetettua tainta kastumiselta. Suojaamistoimi on tärkeätä siinä tapauksessa, että ruiskute sisältää lehtien kautta vaikuttavaa herbisidiä.

Kuvassa 15 esitetään, miten Silve-levittimen pystytukeen kiinnitettyä ohjauslevyä voidaan käyttää putoamiskuvion jyrkkäreunaisen rajaamiseen. Vasemman puoleisessa ku-



Kuva 15. Silve-levittimen pystytukeen kiinnitetyn suoran ja ympyränkaarelle taivutetun ohjauslevyn avulla aikaansaatuja työtuloksia.

*Fig. 15. Spreading patterns obtained by means of a straight and a round-bent guiding plate, attached to the shaft of the »Silve» spreader.*

vassa on suorana pidetyn ohjauslevyn avulla pakoitettu osa sirotteista putoamaan pitkin ohjauslevyn määrittelemän jänteen rajaa. Tätä tapaa voidaan käyttää esimerkiksi taimitarhojen käytävien ja nurmikoiden raja-alueiden käsittelyssä. Oikean puoleisessa kuvassa ohjauslevy on taivutettu ympyränkaarelle, jolloin rakeet ovat pudonneet rajatusti ympyränmuotoiselle alueelle puun ympärille.

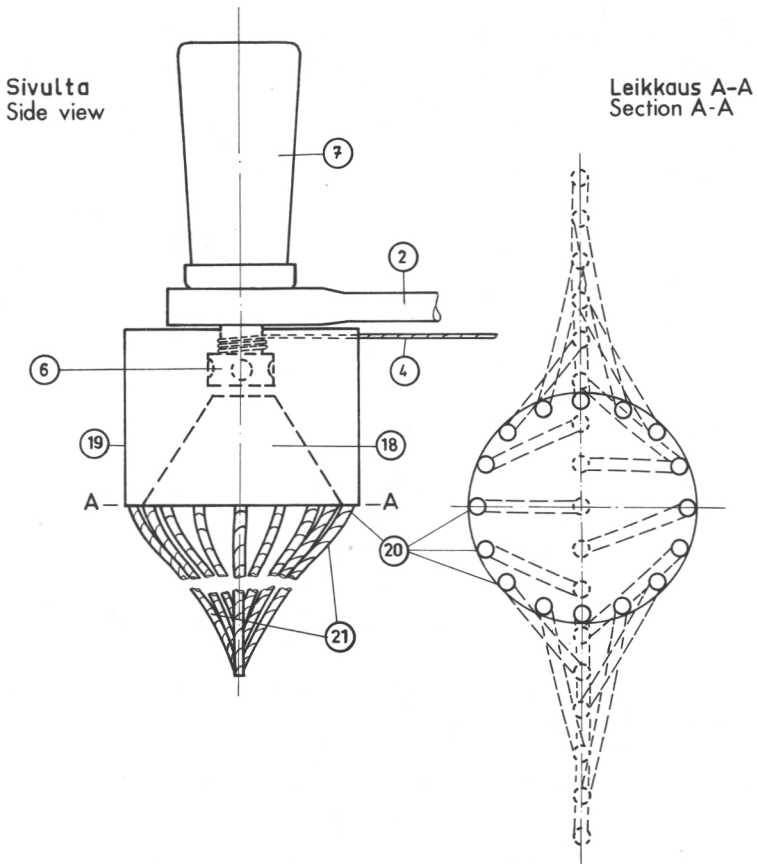
Kuvassa 16 esitetään, miten raeryöppy voidaan ohjata putoamaan nauhanmuotoiselle kaistalle, jos levittintä samanaikaisesti liikuttellaan kuvan 17 tapaan.

Kuvassa 16 näkyvään levittimeen on tulpan (6) ympärille tehty lisärakennelma, joka koostuu nurin käännetystä suppilosta (18) ja sitä ympäröivästä rajalieriöstä (19). Suppilo ja rajalieriö yhtyvät alaosastaan siellä olevia pudotusreiä (20) kohden suppenevasti siten, että suppilon ja rajalieriön välitilaan joutuneet rakeet suistuvat aina johonkin mainituista pudotusrei'istä. Pudotusreikien jatkeille on kiinnitetty sopivan pituiset letkut (21), joita

myöten rakeet voidaan ohjata esim. suoraan rintamaan, kuten nähdään tarkemmin kuvan 16 oikeanpuoleisesta kuviosta. Kun tätä letkurintamaa vielä liikutetaan levittimen toiminnan aikana, putoavat sirotteet nauhanmuotoiselle alueelle.

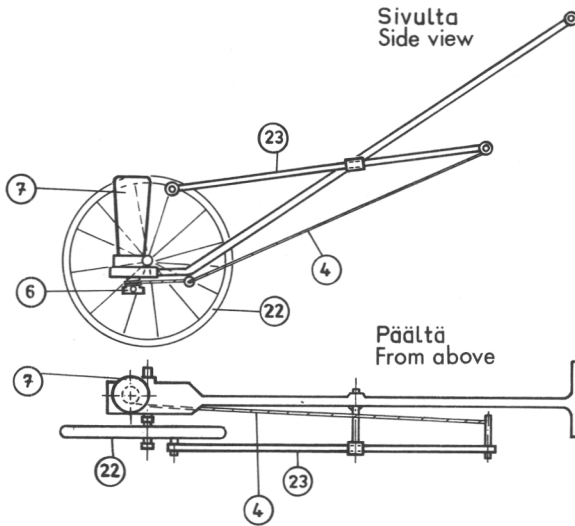
Raeryöppyyn jakaantumisen ja levittimen liikkumisnopeuden synkronisoimiseksi niin, että putoamistiheys nauhalle olisi pituussuunnassakin tasainen, voidaan järjestää periaatteessa kuvan 17 mukaisella tavalla. Kun käyttöpyörä (22) pyörii kerran ympäri, tekee siihen kytketty kiertokanki (23) yhden edestakaisen liikkeen, joka välittyy vetonarun 4 avulla tulppaan 6. Näin ollen käyttöpyörän yhtä kierrosta kohden saadaan levitetyksi yksi raeryöppy. Käyttöpyörän koon ja kiertokangen kiinnityskohdan sijoituksen perusteella voidaan vaikuttaa levitysnauhan putoamistiheyteen.

Kuvassa 17 näkyvä työnnettävä laitekonstruktio saattaa soveltua eräisiin taimitarhataroituksiin varsinkin, jos siihen asennetaan



Kuva 16. Silve-levitin varustettuna nauhamaisen levityksen mahdollistavalla lisälaitteistolla.

Fig. 16. Auxiliary device for stripwise spreading attached to the »Silve» spreader.



Kuva 17. Esimerkki Silve-levittimen koneellisen käytön mahdollistavasta ratkaisuperiaatteesta.

Fig. 17. Example of solution for the mechanization of the »Silve» spreader.

kuvan 16 mukainen nauhanlevityslaite. Letkujen alapää voidaan ohjata suoraan maahan taimirivien väliin herbisidejä tai lannoitteita jaettaessa. Mikäli halutaan traktorisovitteista levitintä, on vetonarun liike tahdistettava traktorin etenemisnopeuden kanssa.

Lopuksi todettakoon, että Silve-levittimellä voidaan jakaa useita raemaisia tai nestemäisiä aineita sekä kaikkia muitakin vastaavia levitteitä. Tällaisia ovat esim. liukoiset ja pienirakeiset lannoitteet, bitumiemulsiot ja jopa siemenet, kuten esim. apila.

## KIRJALLISUUTTA

BÄRRING, ULF. 1965. *Behandling av lövträdsvegetation med herbicider. Summary: Treatment of Broad-Leaved Trees with Herbicides.*

ETHOLÉN, KULLERVO. 1973. Nisulan rakeidenlevityslaitteen käyttökokeilu. Kirjeellinen tiedonanto.

PHILIPS—DUPHARD B.V.-yhtymän esite. Casoron G Spreading equipment. Amsterdam.

RUMMUKAINEN, UKKO. 1971. Kemiallisen heinittymisen torjunta metsänuudistusaloilla. Rikkihappo Oy. Helsinki.

RUMMUKAINEN, UKKO. 1972. Vesakon-  
torjunta-aineiden ja rikkakasvihävitteiden  
käytöstä metsänviljelyaloilla Suomessa vuo-  
sina 1969—1970. Summary: On the use of  
brush and weed killers on forest regener-  
ation sites in Finland in 1969—70. *Folia  
Forestalia* 136.

RUMMUKAINEN, UKKO. 1973. Herbi-  
sidisirotteet voivat vioittaa taimen kuorta.  
*Metsälehti* N:o 36.

RUMMUKAINEN, UKKO. 1974. Herbi-  
sidirakeiden männyn- ja kuusentaimille  
aiheuttamista kuorivaurioista. Summary:  
On bark damages caused to Scots pine and  
Norway spruce plantations by granular  
herbicides. *Folia Forestalia* 194.







- No 171 Veijo Heiskanen: Hylkypölkkyjen osuuden arviointi pinomittauksessa.  
Estimation of the share of waste bolts in pile measurements. 2,—
- No 172 Metsäntutkimuslaitoksen päätös puutavaran mittauksessa käytettävistä muuntoluvuista ja kuutioimistaulukoista 2 päivänä toukokuuta 1969 annetun päätöksen muuttamisesta. Skogsforskningsinstitutets beslut angående ändring av beslutet av den 2 maj 1969 om omvandlingskoefficienter och kuberingstabeller för virkesmätning. 10,—
- No 173 Matti Palo & Esko Pälä: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1970 (1964, 1967).  
Removal and flow of commercial roundwood in Finland during 1970 (1964, 1967), by districts. 5,—
- No 174 Jorma Riikonen: Kuitupuun kuoren kutistuminen metsävarastoinnissa.  
The volumetric shrinkage of pulpwood bark. 1,50
- No 175 Lauri Heikinheimo, Matti Heikinheimo & Aarne Reunala: Earnings of forest workers in Scandinavia, especially in Finland.  
Metsätyömiesten ansiot Suomessa ja muissa pohjoismaissa. 8,—
- No 176 Matti Palo & Mikko Tervo: Hakkuumäärien lyhytjaksoinen ennustaminen.  
Short-term forecasting of cut in Finland. 5,—
- No 177 Olavi Huuri: Taimitarhanoston suoritustavan vaikutus kuusen ja männyn taimien alkukehitykseen.  
The effect of nursery lifting methods on initial development of spruce and pine transplants.
- No 178 Matti Leikola & Jyrki Raulo: Tutkimuksia taimityyppiluokituksen laatimista varten III. Taimien morfologisten tunnusten muuttuminen kasvukauden aikana.  
Investigations on the basis for grading nursery stock III. Changes in morphological characteristics of nursery stock during the vegetation period. 2,—
- No 179 Paavo Valonen & Matti Ahonen: Vajaakarsinta ja silmävarainen apteeraus kuusisaha-puun teossa.  
The partial limbing and ocular marking for crosscutting in the preparation of spruce sawlogs. 4,—
- No 180 Pentti Rikkonen: Havusahatukkien latvamuotoluvut erilaisia läpimittaluokituksia käytettäessä. 1,—
- No 181 Veijo Heiskanen: Havusahatukkien kapeneminen ja latvamuotoluku Kainuussa ja Pohjois-Pohjanmaalla.  
Taper and top form factor of coniferous sawlogs in Kainuu and North Ostrobothnia regions. 2,—
- No 182 Veijo Heiskanen & Jorma Riikonen: Kuitupuun kehysmitta ja pinotiheys autokuljetuksen eri vaiheissa.  
Piled measure and solid volume content of pulpwood piles in various phases of truck transportation. 2,50.
- 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 geneettisistä 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 Hutunnen: 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 Metsätilastollinen 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 Tiihonen: 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. Hinta avoin.
- 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,—
- No 208 Tapani Hänninen: Harvennusemetsien 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 Hakkuuähteiden taiteenoton seurannaisvaikutukset.  
By-effects of the harvesting of logging residues. 2,50.
- No 211 Paavo Tiihonen: Mäntypylväiden kuutioimismenetelmä.  
Eine Kubierungsmethode für Kiefernastholz 2,—
- No 212 Kaarlo Kinnunen, Juha Lind ja Erkki Lähde: Eri ajankohtina istutettujen männyn kennon taimien 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 sahaukseen 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 Puutavaran käsittely (Nordisk Samarbeidsgruppe i Virkeslære)
- 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 herbisides. 2,50