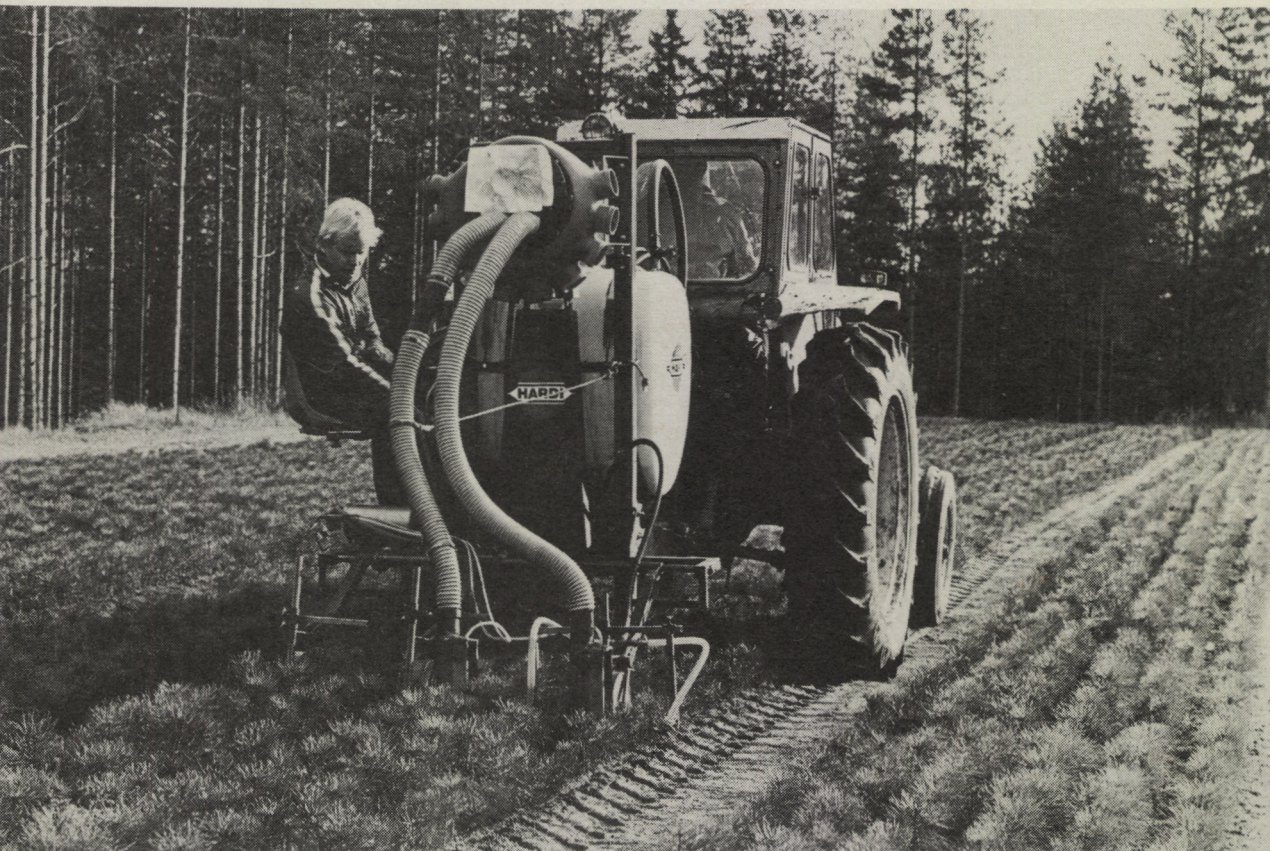


**METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN  
TIEDONANTOJA 164**  
SUONENJOEN TUTKIMUSASEMA



LEO TERVO

**UDELLEENKIERRÄTYSPERIAATTEELLA TOIMIVA  
KASVINSUOJELURUISKU TAIMITARHALLA**

SUONENJOKI 1984



**VALOKUVA: LEO TERVO**

**ISBN 951-40-0962-2**  
**ISSN 0358-4283**



SUONENJOEN TUTKIMUSASEMA

UUDELLEENKIERRÄTYSPERIAATTEELL-  
LA TOIMIVA KASVINSUOJELURUIS-  
KU TAIMITARHALLA

Leo Tervo

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ . . . . .	2
1. JOHDANTO . . . . .	4
2. TUTKIMUSMENETELMÄ JA AINEISTO . . . . .	6
3. LAITTEISTO . . . . .	7
4. TUTKIMUSTULOKSET . . . . .	10
4.1. Taimien pituus ja peittävyys . . . . .	10
4.2. Aineen leviämistasaisuus . . . . .	12
4.3. Torjunta-aineen ruiskutustasaisuus . . . . .	17
4.4. Ainemenekki . . . . .	21
4.5. Tuotos ja kustannukset . . . . .	25
4.5.1. Tuotos . . . . .	25
4.5.2. Kustannukset . . . . .	26
5. ERGONOMIA JA TORJUNTA-AINEALTISTUS . . . . .	27
6. TULOSTEN TARKASTELUA JA PÄÄTELMIÄ . . . . .	29
KIRJALLISUUS . . . . .	31

Suonenjoki 1984



## TIIVISTELMÄ

Tervo, L. 1984. Uudelleenkierrätysperiaatteella toimiva kasvinsuojeluruisku taimitarhalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 164.

Tiedonannossa esitellään Suonenjoen tutkimusasemalla kehitetty uudelleenkierrätysperiaatteella toimiva kasvinsuojeluruisku. Kehitetyllä ruiskutusmenetelmällä voidaan ruiskutus suunnata sivulta taimeen tai haluttuun osaan siitä. Suuttimen toiminta-alueella, ruiskutettavan taimirivin takana, on suppilomainen keräyslaite, johon taimesta ohi menevää ainetta voidaan kerätä ja käyttää uudelleen.

Ruiskutettavan aineen leviämistasaisuutta selvitettiin vesakkovärillä värjätyllä vedellä. Tasaisuuden selvittämiseksi taimipenkkeihin oli sijoitettu kromekote-lappuja. Tulosten mukaan peittävyys lapuissa tavanomaisella laitteistolla (laitteisto 1) oli samaa suuruusluokkaa kuin kehitetyllä laitteistolla (laitteisto 2) kun ajonopeus ruiskutuksessa oli 1400 m/h. Laitteistolla 2 keräyssuppilon takana olleissa lapuissa peittävyys-% oli pieni. Tämä osoittaa, että keräyssuppilon ohi menevä ainemäärä oli vähäinen.

Taimien peittävyys oli mäntypenkissä 6-33 % ja kuusella 9-58 % kasvualustasta, kun taimirivien väli oli 22 cm, penkissä 5 riviä ja käytävien leveys 50 cm. Tällöin laitteistolla 1 kasvustoon kohdistunut ainemäärä olisi männyllä 34-200 l/ha ja kuusella 52-350 l/ha käsittelykerralla 600 litran käyttömäärällä. Menetelmän 2 kokonaisainemenekki 1400 m/h ajonopeudella oli n. 350 l/ha. Tästä talteenkerätty ainemäärä imurilla varustetulla laitteistolla männyin taimien ruiskutuksissa eri ajonopeuksilla vaihteli 66-73 %. Vastaavasti ilman imuria olevalla laitteistolla kerätyn aineen osuus oli 62-69 %. Kuusen taimien ruiskutuksissa vastaavat ainemäärät olivat 33-41 % ja 32-41 %. Ajonopeuden muuttuessa kokonaisainemenekkiä voidaan säädellä käyttämällä halutun ainemäärän antavaa suutinta.

Laitteistolla 1 tehotyöajanmenekki oli 53 min/ha 600 l:n ainemäärällä. Laitteistolla 2 yhden taimipenkin



työlevydellä ja 3500 m/h ajonopeudella tehotyöajanmenekki oli 2 h 35 min ja kolmen penkin työlevydellä 1 h 3 min.

Laitteistoa 2 käyttämällä voidaan ainemääriä vähentää ja tästä johtuen torjunta-ainekustannukset alenevat. Myös kasvualustaan joutuva torjunta-ainemäärä huomattavasti vähenee. Kuitenkin laitekustannukset ja ruiskutuksen työajanmenekki ovat suurempia kuin perinteisessä menetelmässä, joten kokonaiskustannukset eivät alene.



## 1. JOHDANTO

Metsäpuiden taimitarhoilla torjunta-aineiden käyttö on määrällisesti vähäisempää kuin maataloudessa (Kangas ym. 1980). Taimitarhoilla käytetään kuitenkin monia eri torjunta-aineita mm. sienitautien, tuhohyönteisten ja rikkakasvien torjuntaan. Metsätaimitarhoilla torjunta-aineiden kokonaismäärästä 70-80 % käytetään sienitautien torjumiseen (Kangas ym. 1980).

Erityisesti männynkaristetaudin torjuntaan käytettäviä aineita ruiskutetaan kasvustoon kasvukauden aikana useita kertoja. Kaikkiaan näitä ruiskutuskertoja on ollut 4-7 (Kangas ym. 1980). Peittävyuden varmistamiseksi usein käytetään enemmän kemikaaleja kuin teoreettisesti tarvittaisiin (Fraser 1958). Ruiskutuskertojen määrä vaihtelee huomattavasti eri taimitarhoilla. Männyn taimien tuotannossa kokonaismäärä voi olla jopa 10 kasvukauden aikana. Torjunta-aineiden käyttö on ilmeisesti lisääntynyt viime vuosina. Taimi-Tapion tarhoja koskeneen haastattelututkimuksen mukaan kaikkiaan torjunta-aineita on käytetty vuosittain 30-70 kg/ha (Rikala ja Tervo 1984).

Metsätilastollisen vuosikirjan (1983) mukaan avomaan viljelyalaa oli eri omistajaryhmien taimitarhoilla Suomessa yhteensä 1158,8 ha. Avomaan tuotantantoalasta pääosa käytetään paljasjuuristen taimien tuottamiseen. Paljasjuuristen taimien osuus kokonaistaimituotannosta oli seuraava (Metsätilastollinen vuosikirja 1979, 1980, 1981, 1982, Kukkonen 1984):

- v. 1979	70 %
- v. 1980	71 "
- v. 1981	71 "
- v. 1982	66 "
- v. 1983	58 "

Taimituotannossa paljasjuuristen taimien osuus on pysynyt vakaana vuoteen 1981 saakka. Tämän jälkeen niiden osuus on pienentynyt. Vuoden 1983 taimituotannosta paljasjuuristen taimien osuus oli vain 58 %. Vähentymiseen ovat vaikuttaneet mm. taimitarhoilla ilmenneet tuhot.

Herbisidejä lukuunottamatta useimmat taimitarhoilla



käytetyt torjunta-aineet on tarkoitettu vain taimien versojen ruiskuttamiseen. Suuri osa ruiskutettavasta aineesta menee suoraan kasvualustaan ja maaperään, sillä taimet peittävät vain n. 20 % kasvualustasta (Harstela ja Tervo 1982). Yleensä kasvusto ruiskutetaan traktorisovitteisella laitteistolla taimipenkin päältä 40-100 cm:n korkeudelta kasvuston pituudesta riippuen. Muovihuoneissa ja pienillä viljelyaloilla käytetään reppuruiskua.

Suurin osa taimitarhoilla käytettävistä kasvinsuojelua-aineista ei ole maavaikutteisia. Esimerkiksi taimitarhoilla yleisesti käytetyllä torjunta-aineella Manebilla on vain versoa ennalta suojaava vaikutus. Silloin kun aine ei ole maavaikutteinen, on kasvualustaan joutuvan aineen vaikutus vähäinen.

Mikäli aine voitaisiin suunnata tarkasti kasviin tai sen haluttuun osaan, sama lopputulos voitaisiin ilmeisesti saavuttaa nykyistä pienemmällä torjunta-ainemäärillä. Tämä vähentäisi torjunta-ainejäämiä maaperässä ja alentaisi torjunta-ainekustannuksia. Eräänä ratkaisuna on kokeiltu elektrostaattisia ruiskuja, jossa varautuneet pisarat etsiytyvät kasveihin (Farm. 1977, Law 1980, Coffee 1980, The Status... 1982). Ruiskutuslaitteistot, joilla pisarakoko on pieni, ovat alttiita tuulelle. Sitä vastoin sähköisesti varatut pisarat vetovoimasta johtuen eivät ole tuulelle alttiita (Uoti 1982).

Suonenjoen tutkimusasemalla rakennettiin taimitarhoilla yleisesti käytettyyn traktorisovitteiseen ruiskun lisälaitteina sivulta tapahtuvan ruiskutuksen mahdollistava ruiskuosa sekä taimesta ohi menevän aineen keräilylaitteisto. Käsillä olevassa tutkimuksessa kuvataan prototyyppilaitteistolla tehtyjä kohteita ja laitteen käyttöominaisuuksia.

Tutkimus tehtiin Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen taimitarhalla ja tutkimusasemalla. Suomen Luonnonvarain Tutkimussäätiön apuraha mahdollisti prototyyppilaitteiston rakentamisen. Tutkimuksen toteuttamisessa auttoivat taimitarhahoitaja Kyösti Konttinen ja kenttämestari Jussi Nuutinen. Prototyyppilaitteiston rakentamiseen osallistuivat työtekniikko Veikko Järveläinen, konetekniikko Martti Kuikka ja tarmitarhatyöntekijä



kijä Esa Mölkänen. Aineiston keruuseen ja käsittelyyn osallistuivat työnjohtaja Juhani Korhonen ja tutkimusapulainen Urpo Paananen. Tutkimusaseman johtaja tri Pertti Harstela ohjasi työn suorittamisessa. Käsikirjoituksen tarkastivat prof. Pentti Hakkila, tri Pertti Harstela, MMK Sakari Lilja, MH Risto Rikala ja tarkastaja Jouko Tavaila. Konekirjoituksesta huolehti käytönjärjestäjä Tuula Konttinen. Kiitän kaikkia työhön osallistuneita.

## 2. TUTKIMUSMENETELMÄ JA AINEISTO

Tutkimusaineisto kerättiin Suonenjoen tutkimusasemalla ja -taimitarhalla syksyllä 1982. Alustavia kokeita tehtiin jo vuosina 1980 ja 1981. Kokemusten mukaan laitteistoa muutettiin ja edelleen kehitettiin.

Prototyypilaitteisto rakennettiin vain kahta taimiriviä ajokerralla käsitteleväksi. Tällä katsottin saatavan kuva laitteiston teknisestä soveltumisesta taimitarhojen kasvinsuojeluruiskutuksiin. Ainemenekit ja tuotokset voitiin laskennallisesti muuttaa vastamaan koko taimipenkin käsittelyä ja käytännön toimintaa. Vertailuaineisto kerättiin taimitarhoilla yleisesti käytössä olevalla traktorisovitteisella ruiskulla. Aineistoa kerättiin seuraavilta koulinta-alueilta:

- alue 1. mänty 1Mx1A (koulittu syksyllä -81)
- " 2. mänty 1M+1A ( " keväällä -82)
- " 3. mänty 1Mx0 ( " syksyllä -82)
- " 4. kuusi 1M+2A ( " keväällä -81)
- " 5. Kuusi 2Ax1A ( " syksyllä -81)
- " 6. kuusi 1M+1A ( " keväällä -82)
- " 7. kuusi 2Ax2A ( " syksyllä -80)

Eri tutkimusaloilta selvitettiin leviämistasaisuutta ja ainemenekkiä. Tutkimuksen aikana ruiskussa oli vesakkovärillä käsiteltyä vettä. Väri mahdollisti leviämistasaisuuden selvittämisen kromekote-paperin avulla. Waite (1977) on käyttänyt samaa menetelmää selvittäessään nestekoostumusten leviämistä. Taimipenkeihin asetettiin 4 cm x 5 cm kokoisia kromekote-paperilappuja. Näiden sijoittaminen taimipenkeihin on esitetty luvussa 4.2.

### 3. TUTKIMUSLAITTEISTO

Kasvinsuojeluruiskutuksissa käytetään yleisesti traktorisovitteisia ruiskuja, joissa on putkistot molemmilla puolilla. Suuttimet ovat määrävälein putkiston alapinnalla. Yleisin suutinmalli on pyörrekammiosuutin. Säiliön tilavuus on yleensä 400 - 600 l.

Laite 1. Yleisesti käytössä oleva traktorisovitteinen ruisku (kuva 1). Laitteiston tehotyöleveys oli 5 taimipenkkiä. Putkiston maksimileveys oli 7,2 m. Suuttimet olivat pyörrekammiosuuttimia, tyyppi 1553/12 ja niitä oli yhteensä 16 kpl.



Kuva 1. Taimitarhoilla yleisesti käytetty ruisku (laitteisto 1).

Laite 2. Peruslaitteistona oli HARDI-MINI-10-NK 300-ruisku (kuva 2). Tämä oli lisäksi varustettu puhaltimella, jonka teho oli 11.000 m<sup>3</sup>/h ja ilmannoisuus 47 m/s. Puhallinta käytettiin tässä tapauksessa imurina. Suuttimet olivat viuhkasuuttimia, tyyppi H 1/4 vv n:o 650067 (Spraying Systems Co.), jotka oli suunnattu sivulta taimia kohti. Suihkutuskulma 276 kPa:n paineella on 95°. Suuttimien kulmaa, korkeutta maanpinnasta ja etäi-



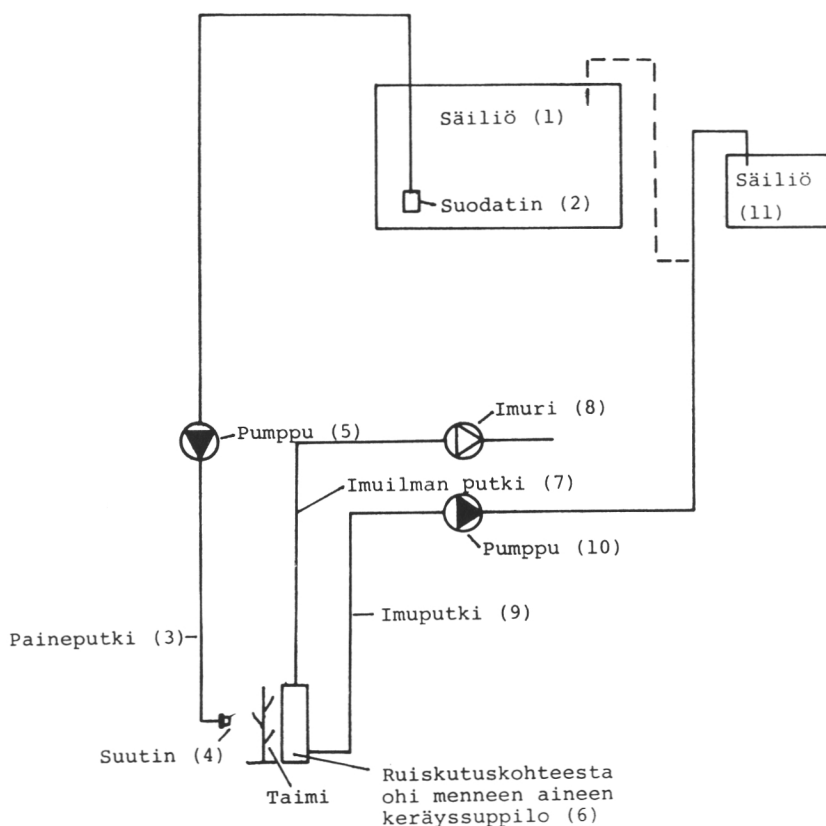
syyttä taimesta voitiin säätää. Suuttimen toiminta-alueella, käsiteltävän taimirivin takana, oli suppilomainen keräyslaite, johon taimesta ohi menevää ainetta voitiin kerätä. Keräyksessä voitiin myös käyttää hyväksi imuilmaa. Keräyssuppiloon kertyvä aine voidaan johtaa imuletkua pitkin erityiseen säiliöön tai mikäli kerätyssä aineessa ei ole epäpuhtauksia, suoraan ruiskun säiliöön ja käyttää uudelleen. Keräyssuppilossa olevassa letkussa oli suodatin. Keräyslaitteessa käytettiin erillistä 12 V:n jännitteellä toimivaa Jabsco-pumppua, malli 22100-271.



Kuva 2. Kehitetty ruiskutus- ja taimesta ohi menevän aineen keräyslaitteisto (laitteisto 2).

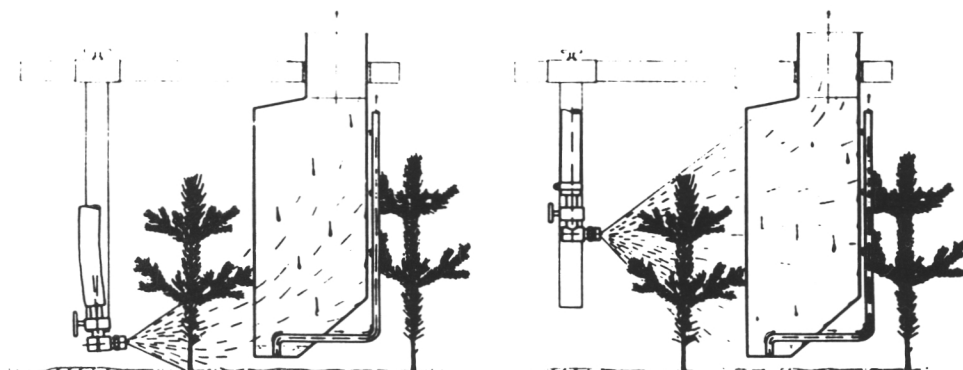
Laitteiston 2 toimintaperiaate oli kuvan 3 mukainen. Säiliöstä (1) johdetaan paineella käytettävä aine suodattimen (2) kautta putkistoa (3) pitkin suuttimiin (4). Paine aikaansaadaan pumpulla (5). Suuttimien asentoa säätämällä (korkeus, etäisyys kohteesta) voidaan ohjata käytettävä aine haluttuun kohteeseen (kuva 4). Kohteen (kasvi) takana on keräyssuppilo (6). Keräyssuppilon ja suuttimen välinen etäisyys on säädet-

tävissä, samoin keräyssuppilon korkeus maanpinnasta. Imurin käytöllä voidaan keräystehoa parantaa (imuputki 7, imuri 8). Käsiteltävästä kohteesta ohi menevä aine keräytyy suppiloon (6), täältä se johdetaan putkistoa (9) pitkin säiliöön (11). Kerätty aine imetään pumppulla (10). Suuttimen ja keräyssuppilon asema taimeen nähden on hydraulisesti ohjattavissa. Kullakin käsittely-yksiköllä (suutinosa ja keräyssuppilo) on oma kannatinpyörä tai -jalas, joka mahdollistaa laitteen tarkan maanpinnan mukaisen liikkeen.



Kuva 3. Laitteiston 2 toimintaperiaate.





Kuva 4. Ruiskutus voidaan suunnata haluttuun osaan taimesta.

#### 4. TUTKIMUSTULOKSET

##### 4.1 Taimien pituus ja peittävyys

Kasvinsuojeluruiskutuksissa, varsinkin silloin kun käsittely tehdään kasvuston yläpuolelta, taimien peittävyys vaikuttaa siihen, mikä osa aineesta menee suoraan kasvualustaan. Taimien peittävyden selvittämiseksi Suonenjoen taimitarhalla valokuvattiin syksyllä 1982 niitä taimipenkkejä, joissa ruiskutuskokeet tehtiin. Eri kohdista taimipenkkiä kuvattiin penkkiin merkitty, satunnaisesti valittu, 50 cm x 50 cm alue. Kuvista (kuvan koko 1:5) mitattiin taimien peittävyys (runko, oksat, neulaset) taimiriveittäin 1 mm<sup>2</sup> ruuduissa, (luokitus 100 %, 75 %, 50 %, 25 % ja 0 %).

Seuraavassa asetelmassa on esitetty taimien peittävyys prosentteina kasvualustasta, kun taimirivien väli oli 22 cm, penkissä 6 taimiriviä ja penkkien välisen käytävän (=vierelläisten penkkien reunimmaisten taimirivien välinen etäisyys) leveys 50 cm. Kun yleensä taimitarhoilla käytetään 5 taimiriviä/penkki, on peittävyys laskettu vaihtoehtoisesti 5 taimirivin mukaan.

	6-rivinen penkki	5-rivinen penkki
	peittävyys, %	
- mänty 1Mx1A	23,2	22,4
- mänty 1M+1A	34,3	33,1
- mänty 1Mx 0	5,8	5,6
- kuusi 1M+2A	19,9	19,2
- kuusi 2Ax1A	11,6	11,2
- kuusi 1M+1A	9,0	8,7
- kuusi 2Ax2A	60,3	58,2

Samoilta alueilta taimipenkin eri riveistä mitattiin 200 taimen pituus (maanpinnasta latvasilmun kärkeen) cm:nä. Satunnaisesti valittuja yhden rivimetrin mitattaisia näytteitä otettiin niin monta, että haluttu 200 näytetaimen määrä tuli täyteen. Taulukossa 1 on esitetty taimien keskimääräiset pituudet ja lukumäärät rivimetrillä sekä keskihajonnat.

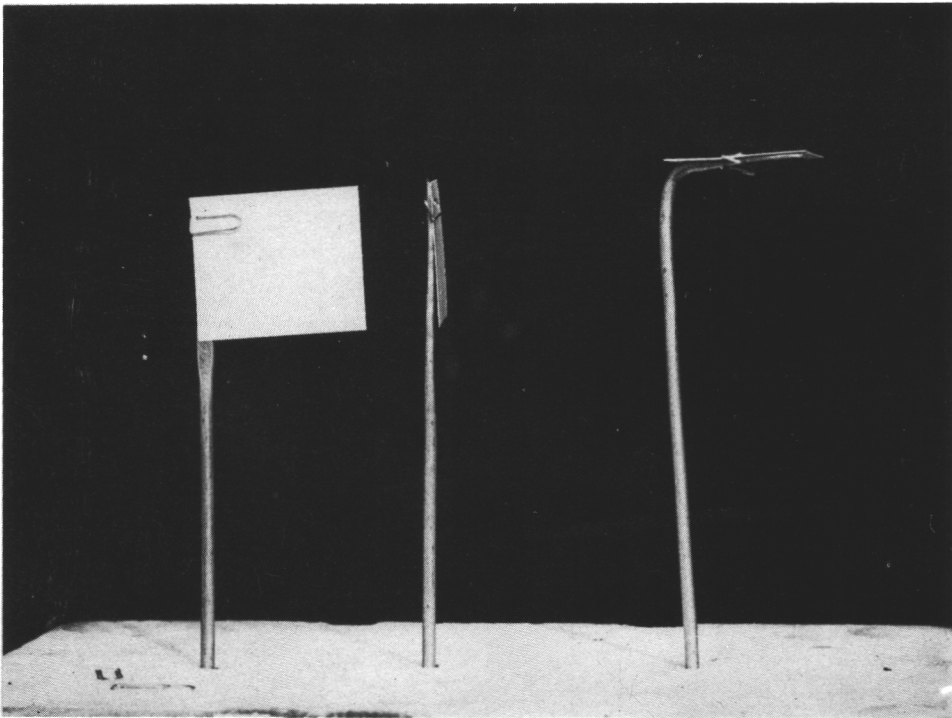
TAULUKKO 1. Taimien keskipituudet ja kappalemäärät

MÄNTY Taimilaji	RIVIT 1 ja 3			RIVIT 4 ja 6		
	Keskipi- tuus, cm	SD	kpl/rivi- metri	Keskipi- tuus, cm	SD	kpl/rivi- metri
1M x 1A	7,7	3,09	17,3	7,5	2,65	21,3
1M + 1A	8,3	2,07	17,5	9,1	2,67	20,0
1M x 0	6,5	1,98	26,0	6,4	1,63	20,3
KUUSI	RIVIT 3 ja 4					
2A x 2A	35,9	8,19	19,6			
1M + 2A	24,1	6,37	13,3			
1M + 1A	10,6	3,16	16,0			



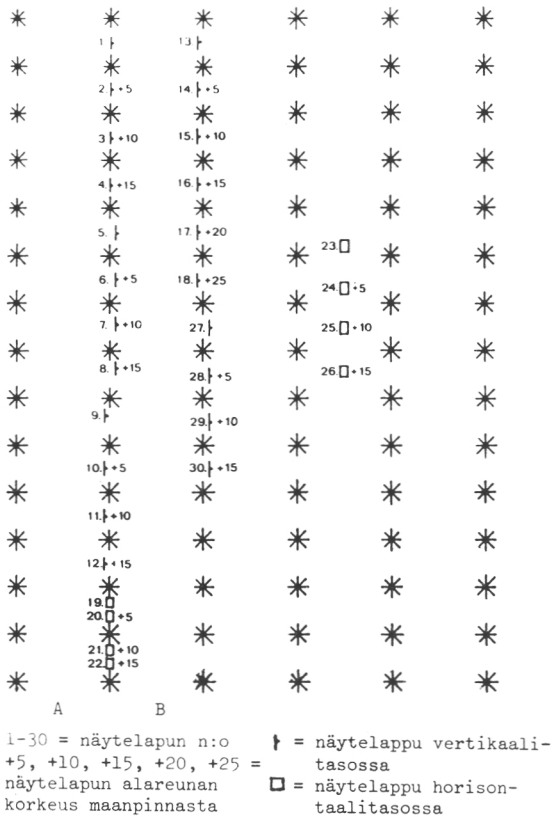
#### 4.2. Aineen leviämistasaisuus

Leviämistasaisuutta selvitettiin vesakkovärillä värjättyllä vedellä. Leviämistasaisuuden selvittämiseksi kasvustoon oli sijoitettu kromekote-paperista tehtyjä 4 cm x 5 cm suuruisia näytelappuja. Kustakin näytelappusta inventoitiin pisaroiden peittävyys lapun keskeltä 20 m (10 mm x 20 mm) alalta 1 m ruuduissa. (luokitus 100, 75, 50, 25 ja 0 %). Havaintojen keskiarvona saatiin koko näytealan (10 mm x 20 mm) peittävyys. Näytelappujen kiinnitystapa selviää kuvasta 5. Näytelappuja tutkittiin 3212 kpl.



Kuva 5. Kromekote-lappujen kiinnitustapa  
(laput 9 ja 25)

Kokeessa käytettyä menetelmää ei voida pitää täysin onnistuneena. Puutteellisesta kiinnityksestä johtuen lappuja saattoi irrota tai kallistua suuttimesta tulevan paineen tai laitteiston mekaanisen törmäyksen johdosta. Pisarakoon vaikutusta aineen leviämiseen ei myöskään tutkittu.



Laitteiston 2 suutin oli rivivälissä A ja ruiskutus rivivälin B suuntaan. Rivivälissä B oli keräyslaite.

Kuva 6. Kromekote-näytelappujen sijoittaminen taimipenkkiin (laput 1-4 ja 19-22 olivat taimirivin keskellä, 5-8 ruiskutettavan taimirivin takana 2 cm, 9-12 ruiskutettavan taimirivin edessä 2 cm, 13-18 keräyslaitteen takana olevan taimirivin edessä 2 cm, 27-30 taimirivin takana 2 cm, ja 23-26 taimirivin välissä).

Tavanomaisen, kasvuston päältä ruiskuttavan, laitteiston 1 osalta leviämistasaisuutta selviteltiin taimirivissä (laput n:o 19-22) ja taimirivien välissä (laput n:o 23-26) eri korkeuksilla (0,5,10 ja 15 cm)

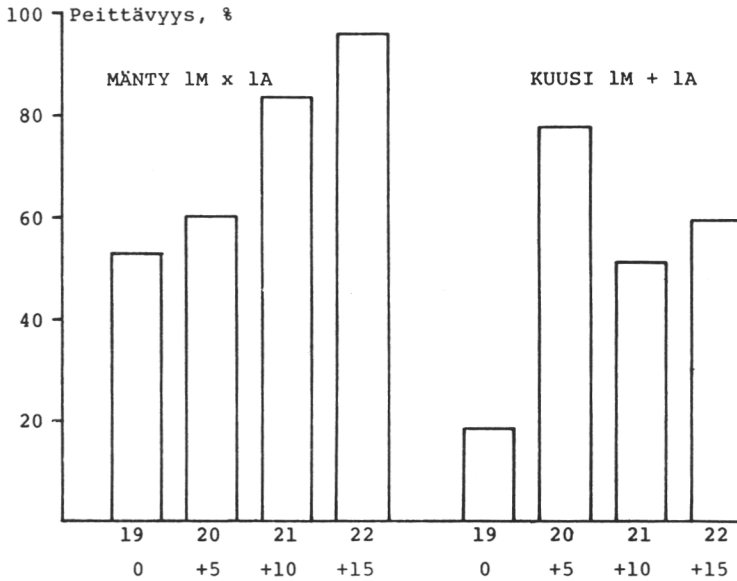


maanpinnasta olleilla kromekote-lapuilla. Lappujen sijainti on esitetty kuvassa 6. Kokeessa traktorin ajonopeus oli n. 2700 m/h ja ainemenekki 600 l/ha. Ruiskutuskorkeus (=suutinten etäisyys käsiteltävien taimien latvoista) oli n. 30 cm. Taulukon 2 mukaan ruiskutetun aineen peittävyys männyn taimien kasvatusaluilla oli rivivälissä olleissa lapuissa suurempi kuin taimirivissä olleissa. Kuusella 2Ax2A taimien osalta tulos on päinvastainen. Myös 1M+1A taimilla taimirivissä olleissa lapuissa peittävyys on 2,3 %-yksikköä suurempi kuin taimirivien välissä. Tuuloksen epäloogisuuteen ovat saattaneet vaikuttaa mm. tuuliolosuhteet sekä lappujen sijainti taimiin ja suuttimiin nähden.

TAULUKKO 2. Aineen leviämistasaisuus laitteistolla 1.

MÄNTY Näytelappujen sijainti ja n:o	TAIMILAJI					
	1M x 1A		1M + 1A		1M x 0	
	PEITTÄVYYS					
Taimirivi	%	SD	%	SD	%	SD
19-22	73,1	22,26	69,3	11,68	54,6	9,67
23-26	76,0	12,00	84,5	8,15	65,7	26,01
KUUSI						
	1M + 1A		1M + 2A		2A x 2A	
Taimirivi						
19-22	63,8	8,07	51,6	25,01	74,3	28,13
Taimirivin väli						
23-2	61,5	5,34	58,7	6,90	57,3	20,45

Kuvassa 7 on esitetty aineen leviämistasaisuutta taimirivissä olleiden lappujen (lappujen 19-22) osalta männyllä ja kuusella yhdellä taimilajilla. Männyn taimien ruiskutuksissa laitteistolla 1 maanpinnan tasossa olleessa lapussa (n:o 19) peittävyys oli pienin. Peittävyys kasvoi 5,10 ja 15 cm:n korkeudella maanpinnasta olevissa lapuissa. Kuusen osalta suuntaus oli sama, joskin 5 cm:n korkeudella maanpinnasta olleessa lapussa peittävyys oli suurin.



Kuva 7. Aineen leviämistasaisuus eri korkeudella maanpinnasta olleissa lapuissa mänyllä ja kuusella laitteistoa 1 käytettäessä. 19-22 kromekote-lapun n:o 0, +5, +10, +15 = lapun sijainti maanpinnan tasosta.

Laitteiston 2 osalta tulokset on esitetty taulukossa 3. Tulokset on laskettu eri ajokertojen mukaan. Ne vastaavat n. 2400 m/h keskimääräistä ajonopeutta. Käyttöpaine oli keskimäärin 300 kPa.

TAULUKKO 3. Aineen leviämistasaisuus laitteistolla 2

## MÄNTY

## Näytelappujen

n:o	1A + 0				1M + 1A				1M x 1A			
	Imuri		Ei imuria		Imuri		Ei imuria		Imuri		Ei imuria	
	%	SD	%	SD	%	SD	%	SD	%	SD	%	SD
1-4	47,9	44,38	46,7	44,66	28,8	35,19	46,4	44,40	43,0	34,88	43,5	42,01
5-8	50,2	39,07	55,2	40,53	46,9	34,51	51,9	39,36	37,5	35,13	32,0	35,49
9-12	26,4	38,06	40,5	43,85	24,9	31,47	7,2	24,95	42,0	41,43	32,7	42,83
13-18+												
27-30	0,3	0,61	0,1	0,18	0,3	0,92	0,4	1,33	0,3	0,70	0,1	0,28

## KUUSI

	1M + 1A				1M + 2A				2A x 2A			
	Imuri		Ei imuria		Imuri		Ei imuria		Imuri		Ei imuria	
	%	SD	%	SD	%	SD	%	SD	%	SD	%	SD
1-4	50,0	43,56	51,6	37,64	41,1	42,11	35,7	35,74	43,3	36,78	47,2	41,30
5-8	49,6	38,48	47,5	37,87	32,9	32,66	37,2	33,74	22,8	22,63	35,5	33,88
9-12	18,5	35,30	32,9	38,95	44,4	41,73	34,6	38,86	47,4	33,36	41,1	43,32
13-18+												
27-30	1,4	9,66	0,3	2,04	0,3	1,06	0,3	0,64	0,01	0,05	8,0	27,29

Edellä esitetyissä vertailuissa laput olivat suuttimiin nähden kohtisuorassa asennossa. Laitteistolla 1 laput olivat horisontaalisessa ja laitteistolla 2 vertikaalisessa asennossa (kuva 5). Laitteistolla 1 lappujen ja suuttimien välinen etäisyys oli 35-70 cm. Laitteistolla 2 suuttimien ja lappujen 1-12 välinen etäisyys vaakatasossa oli 10-14 cm männyllä ja kuusella 12-16 cm.

Aineen peittävyys lapuissa oli laitteistolla 1 selvästi suurempi kuin laitteistolla 2. Laitteistolla 2 ajonopeuden pienessä 1400 m/h aineen peittävyys lapuissa suureni. Esim. mänty 1M+0 taimilla peittävyys tällöin oli 83,9 % ja kuusella 1M+1A taimilla 69,1 %. Tällöin peittävyys on samaa suurusluokkaa kuin laitteistolla 1. Laitteistoa 2 käytettäessä lapuissa 13-17 ja 27-30, jotka olivat keräyssuppilon takana

olevassa rivissä, peittävyys-% oli erittäin pieni. Tämä osoittaa, että keräyssuppilon ohi menevä aine määrä on vähäinen.

Aineen leviämistasaisuus oli samaa suuruusluokkaa kaikilla taimityypeillä laitteistolla 2 imurilla ja ilman imuria olevalla keräyslaitteistolla. Mann-Whitneyn U-testin mukaan tulokset eivät eroa merkitsevästi näillä laitteistoilla millään taimityypillä.

Tulokset peittävydestä niiden lappujen osalta, jotka olivat suuttimien suuntaisesti männyn taimien ruiskutuksessa olivat seuraavat:

	laitteisto 1	laitteisto 2
laput 1 - 4	5,8 - 50,0 %	
laput 5 - 18 ja 27 - 30	16,8 - 52,5 %	
laput 19 -22		0,6 - 1,1 %
Vastaavat tulokset kuusella olivat:		
laput 1 - 4	2,8 - 11,3 %	
laput 5 - 18 ja 27 - 30	7,3 - 12,6 %	
laput 19 - 22		1,3 - 3,4 %

Laitteistolla 1 peittävyys varsinkin männyn 1Mx0 taimiriveissä olleissa näytelapuissa oli hyvä. Tähän on vaikuttanut 1Mx0 taimien alhainen peittävyys (5,6 %) kasvatusalustasta. Myös ruiskutusetäisyydellä ja suuttintyyppillä voi olla merkitystä. Ruiskutettaessa lähietäisyydeltä pisaroiden lentorata on varsinkin viuhkasuuttimilla suoraviivainen. Suuttimen ja kohteen välinen etäisyys oli menetelmässä 1 suurempi kuin menetelmässä 2.

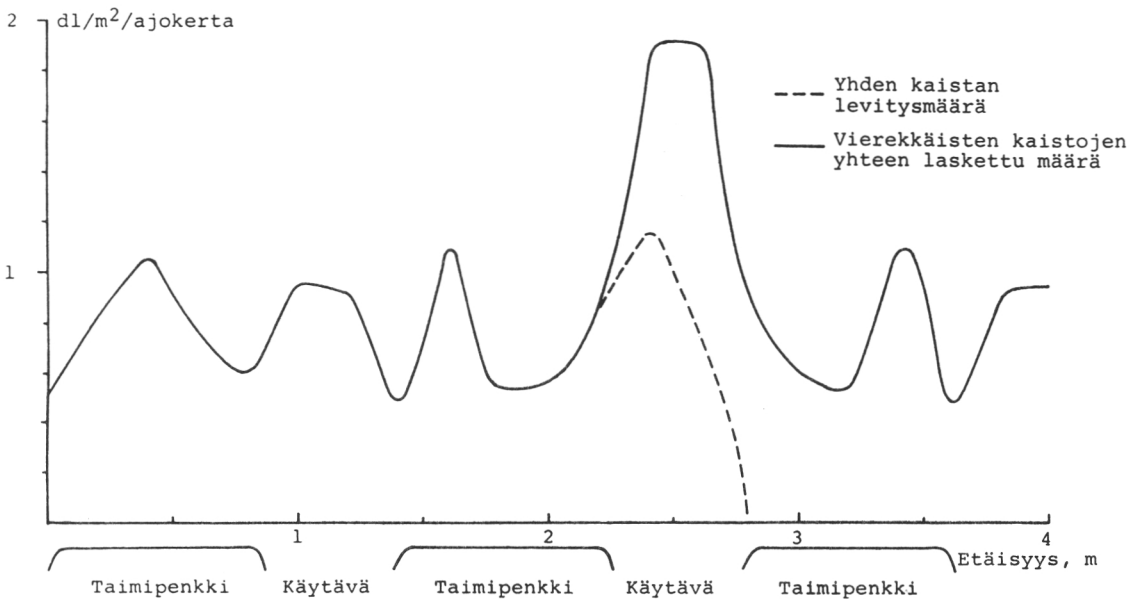
#### 4.3. Torjunta-aineen ruiskutustasaisuus.

Laitteiston 1 ruiskutustasaisuutta selvitettiin mittaamalla aineen leviämistasaisuutta suuttinten alla. Mitta-astiat oli sijoitettu yhdelle linjalle 20 cm:n välein. Suuttinten ja astioiden välinen etäisyys oli 70 cm. Mittaukset tehtiin vain ruiskun toisen puolen putkistosta.

Kuvassa 8 on esitetty aineen leviämistasaisuus. Mittaukset tehtiin tuulelta suojatussa tilassa ja aineena

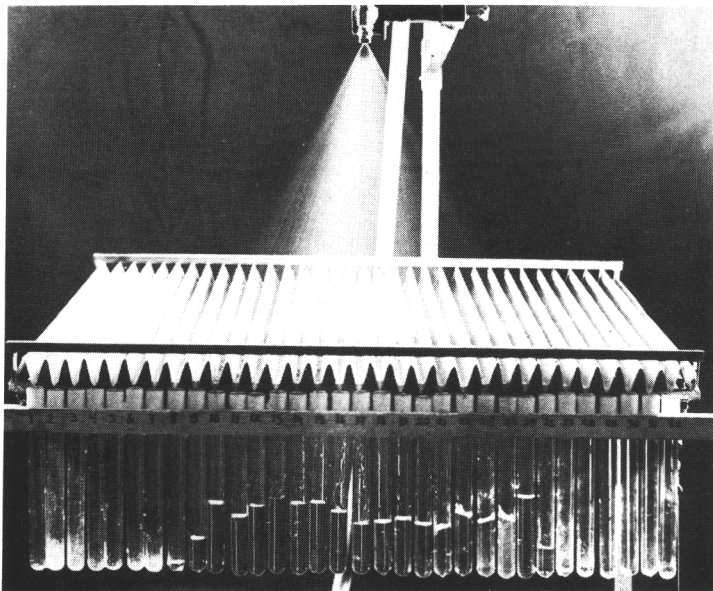


oli pelkkä vesi. Tulosten mukaan aineen leviämistä ei voida pitää tasaisena. Pienimmän ja suurimman arvon ero on n. 3,5-kertainen. Lisäksi huomionarvoista oli se, että suurin määrä tulee käytävän kohdalle. Mann-Whitneyn U-testin mukaan verrattaessa eri kohteisiin tulevien nestemäärien ero on 5 % riskitasolla merkitsevä. Eri käyttöpaineet eivät näytä vaikuttavan leviämistasaisuuteen silloin, kun tuulen vaikutus on eliminoitu. Kokeessa käytetty ruisku on hankittu v. 1975 ja suuttimet olivat alkuperäisiä.



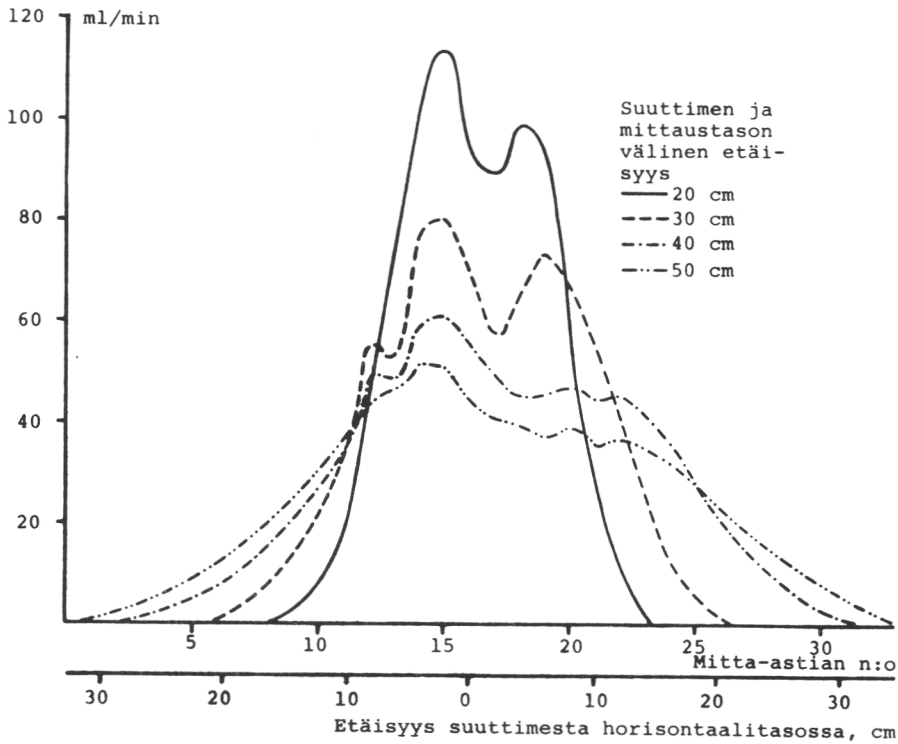
Kuva 8. Aineen leviämistasaisuus 300 kPa:n paineella laitteistolla 1.

Yhdestä suuttimesta tuleva nestemäärä mitattiin laboratorio-oloissa kuvan 9 mukaisella laitteistolla.



Kuva 9. Suutinten testaukseen käytetty laitteisto.

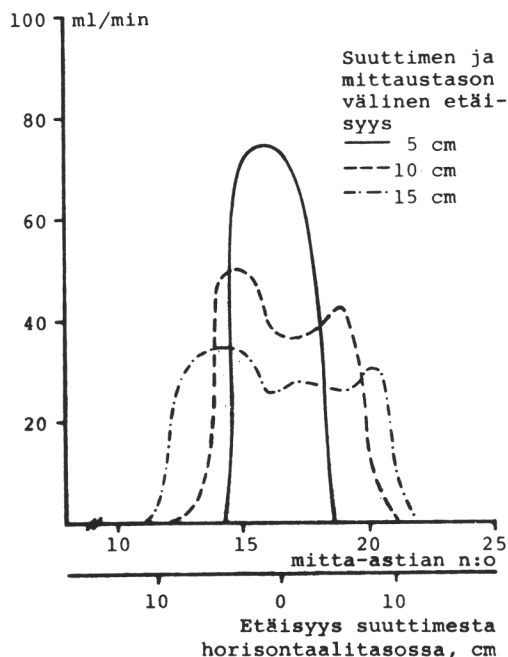
Laitteiston 1 pyörrekammiosuuttimia, tyyppi 1553/12 oli kokeessa kaksi. Kuvassa 10 on esitetty tulokset toisen suuttimen osalta. Verrattujen kahden suuttimen välillä oli määrässä n. 10 % ero ja myös ruiskutuskuvio oli hieman erilainen vastaavalla suuttimen etäisyydellä mittaustasosta. Tämä osoittaa suutinten välillä olevan eroja, jotka voivat johtua pitkästä käytöstä.



Kuva 10. Pyörrekammiosuuttimesta (tyyppi 1553/12) 300 kPa:n paineella tuleva nestemäärä.

Laitteistolla 1, jossa suuttimien välinen etäisyys oli 50 cm, tulisi ruiskutus tehdä varsin korkealta tasaiseen ruiskutusmäärään pyrittäessä. Kuitenkin mitä korkeammalta ruiskutus joudutaan tekemään sitä suurempi on tuulen vaikutus. Suutinten testitulosten mukaan voidaan laskennallisesti määrittää optimaalinen suutinten välinen etäisyys ja ruiskutuskorkeus tasan levityksen saamiseksi.

Kuvassa 11 on esitetty tulos laitteistossa 2 käynteillä suuttimella. Tuloksen mukaan yhdellä suuttimella voidaan käsitellä kasvustoa, jonka korkeus on enintään 20 cm. Mikäli käsiteltävät taimet ovat pitempiä joudutaan tällöin käyttämään useampaa suutinta riittävän peittävyuden aikaansaamiseksi. Kuvan 11 mukainen ruiskutuskuvio muuttunee, kun suutin on horisontaalisessa asennossa.



Kuva 11. Viuhkasuuttimesta (tyyppi H1/4 VV n:o 650067) 300 kPa:n paineella tuleva nestemäärä.

#### 4.4. Ainemenekki

Valmistajien käyttösuositukset vaihtelevat 400-800 l/ruiskutetta/ha (esim. Torjunta-aineet v.1984, Kemira). Yleensä nestemäärät taimitarhoilla ovat havupuiden taimien kasvatusaloilla n. 600 l/ha. Torjunta-ainemäärät esim. Suonenjoen taimitarhalla olivat manebi- tai zinebivalmisteita 3 kg/ha ja kvintotseenivalmistetta 15 kg/ha ruiskutuskerralla. Koulituissa mäntykasvustoissa, joissa tautien torjunnan tarve on suurin, ruiskutuskertoja oli yhteensä 10 vuonna 1983 (Nuutinen 1984, suullinen lausunto).

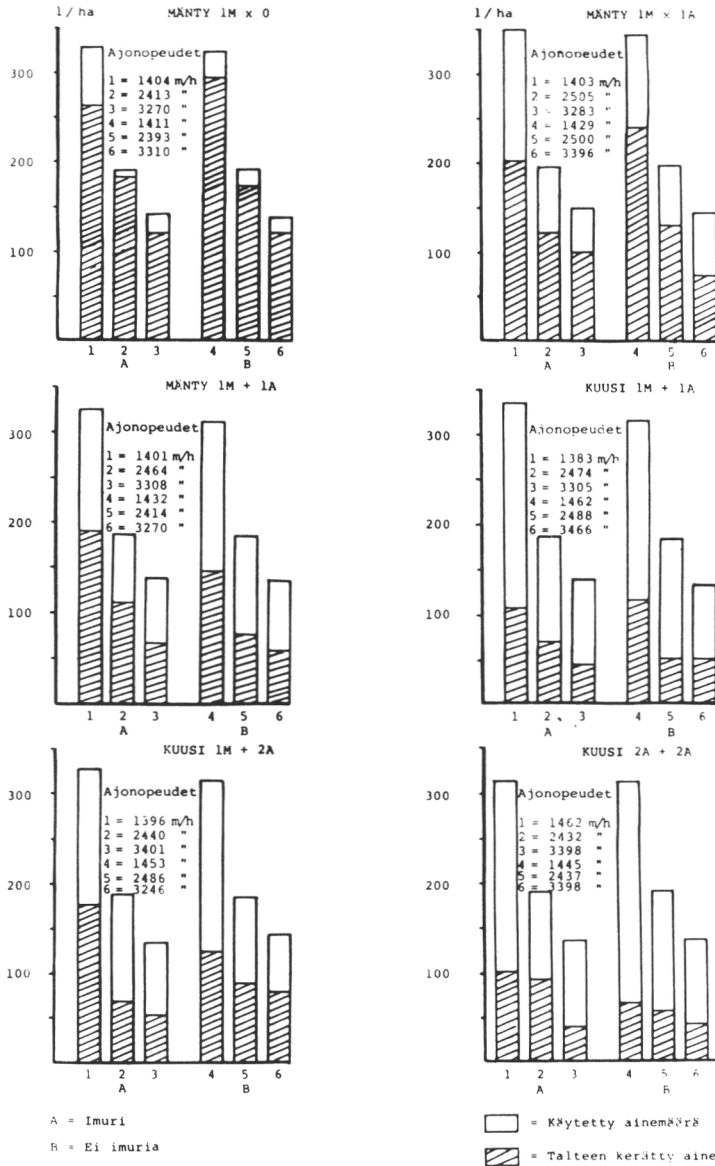
Taimien peittävyys oli mäntypenkissä 6-33 % ja kuusella 9-58 % kasvualustasta, kun taimirivien väli oli 22 cm, penkissä 5 riviä ja käytävien leveys 50 cm. Tällöin kasvustoon kohdistunut ainemäärä olisi männyllä 34-200 l/ha ja kuusella 52-350 l/ha käsittelykerralla 600 litran käyttömäärällä. Edellä esitetyt ainemäärät ovat pelkästään taimien peittävyys mukaan



laskettuja. On ilmeistä, että kasviin tarttunut aine-  
määrä on pienempi, koska osa aineesta voi vielä valua  
maahan.

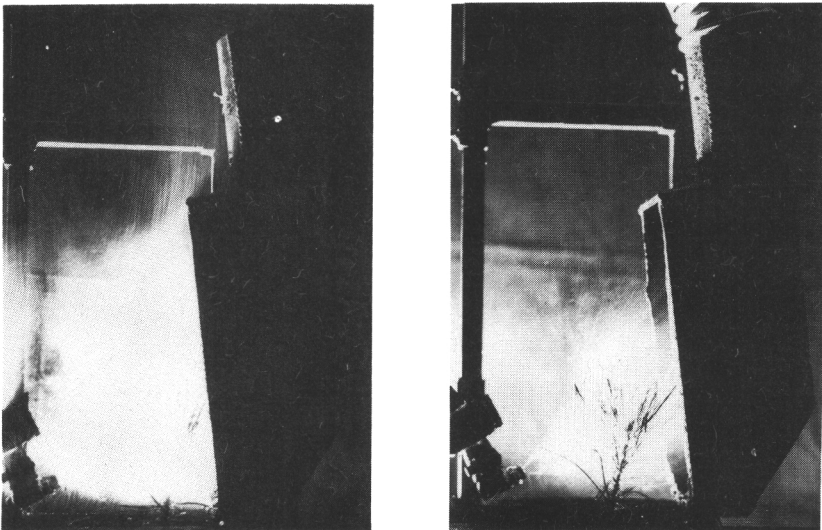
Menetelmässä 2 ainemenekki eri ajonopeuksia käytettä-  
essä on esitetty kuvassa 12. Kokonaisainemenekki H1/4  
VV n:o 650067 suuttimilla ja 300 kPa:n paineella hi-  
taimallakin (n. 1400 m/h) käytetyllä ajonopeudella  
oli 350 l/ha. Menetelmää 1 vastaavaan kokonaisaine-  
määrään päästään ruiskuttamalla taimirivi molemmilta  
sivuilta. Ruiskuttaminen on teknisesti mahdollista  
tehdä yhdellä ajokerralla ruiskutuslaitteiston raken-  
netta muuttamalla.

Talteen kerätty ainemäärä imurilla varustetulla lait-  
teistolla männyn taimien ruiskutuksissa eri ajonopeuk-  
silla vaihteli 66-73 % koko ainemäärästä (kuva 12).  
Vastaavasti ilman imuria olevalla laitteistolla ke-  
rätyn aineen osuus oli 62-69 %. Kuusen taimien ruis-  
kutuksissa (kuva 12) imurilla varustetulla laitteella  
saatiin taimista ohi menevästä aineesta talteen 33-41  
% ja ilman imuria 32-41 %. Tulokset osoittavat, ettei  
imurin käyttö tässä tapauksessa oleellisesti lisännyt  
kerätyn aineen osuutta varsinkaan kuusella. Männyllä  
imuria käytettäessä kerätyn aineen osuus on ollut n.  
4 % -yksikköä suurempi kuin ilman imuria.



Kuva 12. Ainemenekki männyn ja kuusen eri taimilajien ruiskutuksissa laitteistolla 2.

Laboratorio-oloissa kuvattiin kaitafilmikameralla ruiskutustapahtumaa. Kuvan perusteella näyttäisi, että kerätyn aineen osuus olisi imuria käytettäessä suurempi kuin ilman imuria (kuva 13). Voi olla, että kokeissa on mennyt osa kerätystä aineesta imurin kautta. Silmämääräisesti ei tätä kuitenkaan havaittu. Pysäytetyt pisarat saattavat olla kuitenkin niin pieniä, että niitä on vaikea havaita. Putkiston rakennetta muuttamalla ja suodattimilla voidaan imurin läpi kulkevaa nestemäärää vähentää. Myös keräyssuppiloon voidaan laittaa erilaisia materiaaleja esim. superlonia, joilla voidaan vaimentaa pisaroiden kimpoilua verrattuna sileään pelti- tai muovipintaan. Tämän tutkimuksen perustella taimiin jäävän eri menetelmillä ruiskutetun ainemäärän vertaaminen tarkasti ei ole mahdollista. Kuitenkin käytetyn aineen leviämistasaisuus, väriaineen peittävyys näytelapuissa, kuvaa taimiin kohdistunutta ainemäärää. Eri ruiskutusmenetelmien välisessä vertailussa on kuitenkin huomioitava, että menetelmän 2 kokonaisainemäärä oli 25-55 % menetelmän 1 ainemäärästä.



Kuva 13. Laitteiston 2 keräyslaitteen toiminta ilman imuria (vasen kuva) ja imurilla.

Menetelmässä 2 ruiskutus kohdistettiin pelkästään taimiriviin sivulta ja tästä ohi menevää ainetta kerättiin talteen. Taimirivin peittävyyttä vertikaalitasossa ei mitattu. Päältä kuvattujen taimirivien perusteella voidaan todeta aukkoisuutta myös sivusuuntaisena. Tästä johtuen osa ruiskutetusta aineesta on mennyt suoraan keräyssuppiloon taimiin koskematta. Kerätyn aineen osuus on selvästi suurempi esim. männyn 1Mx0 taimilla (peittävyys päältä 6 %) kuin kuusen 2Ax2A taimilla (peittävyys 58 %). Taimiin jäänyt ainemäärä ei ole sama kuin ruiskutetun ja kerätyn aineen erotus, koska osa jo ruiskutuksissa voi suuntautua maahan ja taimeen kohdistuneestakin aineesta voi valua maahan. Verrattaessa eri menetelmillä taimiriviin kohdistuneita ainemääriä, joudutaan myös menetelmässä 1 tarkastelemaan taimiriviä "nauhana". Tämä muodostetaan uloimpien oksien ja neulasten mukaan. Tällöin menetelmän 2 taimiin kohdistunut ainemäärä (ajonopeus 1400 m/h) männyn 1Mx0 taimilla on ollut 120 l/ha suurempi kuin menetelmässä 1. Vastaavasti keväällä 1982 koulittuja 1M+1A taimilla menetelmän 1 ainemäärä on ollut 40 l/ha suurempi kuin menetelmässä 2. Kuusen 1M+1A taimien ruiskutuksessa menetelmän 2 ainemäärä oli 160 l/ha suurempi kuin menetelmässä 1. Kuusen 2Ax2A taimiriviin kohdistunut ainemäärä menetelmällä 1 oli 140 l/ha suurempi kuin menetelmällä 2.

#### 4.5. Tuotos ja kustannukset

##### 4.5.1 Tuotos

Tehotuntituotoksia laskettaessa laitteiston 1 ajonopeutena käytettiin 2750 m/h, käännosten osuutena 5 % ja säiliön täyttämiseen ja kasvinsuojeluaineen sekoitukseen käytettynä aikana 20 min. Laitteiston säiliön tilavuus laskelmissa oli 600 l ja työleveys 5 penkkiä. Tällöin tehotyöajan menekki oli 53 min/ha 600 l:n ainemäärällä.

Laitteiston 2 osalta aineistoa kerättäessä käytettiin ajonopeutena 1400-3500 m/h. Aineiston mukaan taimiin kohdistunut nestemäärä oli männyn taimien ruiskutuksessa 140-350 l/ha.

Kun nopeus oli, 3500 m/h, käännosten osuus 5 % ja säi-



liön täyttämisen- ja kasvinsuojeluaineen sekoitukseen käytetty aika 20 min., oli tehotyöajan menekki 2 h 35 min/ha. Tällöin työleveytenä laskennassa oli 1 taimipenkki. Koulittaessa taimet 15-rivisellä koulintakoneella, lienee mahdollista käyttää ruiskutuksissa laitteistoa, jonka työleveys on 3 taimipenkkiä. Tällöin tehotyöajanmenekki 3500 m/h ajonopeudella olisi 1 h 3 min/ha.

#### 4.5.2. Kustannukset

Verrattaessa eri laitteistojen kustannuksia on laskelmissa käytetty seuraavia laskentaperusteita:

- laitteiston 1 hankintahinta	8 000 mk
- laitteiston 2 hankintahinta (1 penkki)	14 000 mk
- " " (3 penkkiä)	18 000 mk
- jäännösarvo % hankintahinnasta	20
- poisto aika, v	5
- korko %	10
- korjaus- ja huoltokustannukset mk/v	
- laitteisto 1	1 000 mk
- laitteisto 2	1 500 mk

Laitteistojen vuotuinen käyttöaika laskelmassa oli 200 h. Traktorin + kuljettajan tuntikustannuksena käytettiin 75 mk (sis. sos.kustannukset).

Edellä esitetyillä laskentaperusteilla laitteiston 1 kiinteiksi kustannuksiksi saadaan 14,12 mk/h ja laitteistolla 2, jos työleveytenä on yksi penkki 23,46 mk/h ja kolme penkkiä 28,02 mk. Laitteiston 2 osalta hankintahinta perustuu prototyypin perusteella laskettuun kustannukseen.

Laitteistoa 1 käytettäessä kustannus oli 78,72 mk/ha/ruiskutuskerta. Laitteiston 2 osalta käyttökustannukset eri laiteversioina on esitetty seuraavassa:

- ajonopeus 3500 m/h, työleveys 1 penkki	246,15 mk/ha
- " " 3 penkkiä	108,17 mk/ha
- " 5000 m/h " 1 penkki	182,15 mk/ha
- " " 3 penkkiä	85,85 mk/ha

Laitteistoa 2 käytettäessä suurimpana ajonopeutena tutkimuksessa käytettiin 3500 m/h. Tällöin laitteistolla 2 ruiskutuskustannus on 167,43 mk/ha kalliimpi kuin laitteistolla 1. Jos työleveydeksi saataisiin 3

penkkiä olisi kustanusero 29,45 mk/ha. Edellä on laskettu kustannukset myös ajonopeuden 5000 m/h mukaan. Tällöin 3 penkin työleveydellä kustannukset olisivat laitteistoilla samaa suuruusluokkaa.

Torjunta-ainemäärä on 0,3 % käyttöväkevyydellä 1,8 kg/ha ja 1 % 6 kg/ha/ruiskutuskerta. Laitteistolla 2 ajonopeudella 1400 m/h käsiteltävälle alueelle jäänyt nestemäärä on n. 150 l/ha. Vastaavat ainemäärät ovat 0,45 kg ja 1,5 kg/ha. Kustannuslaskelmissa on käytetty suurempaa ajonopeutta (3500 m/h). Tällöin edellä esitetyt ainemäärät edellyttävät esim. suutinta Veejet VV n:o 65015. Ruiskutusjauhe Maneban, joka on taimitarhoilla yleisesti käytetty torjunta-aine, hinta on 28,60 mk/kg (Torjunta-aineet 1984). Eri menetelmien käyttömääristä johtuen torjunta-ainekustannus laitteistoa 1 käytettäessä on 51,48-171,60 mk/ha ja laitteistolla 2 12,87-42,90 mk/ha käyttökeralla.

Kokonaiskustannukset 1 %:n käyttöväkevyydellä laitteistoa 1 käytettäessä ovat 250,32 mk ja laitteistolla 2 (3500m/h, työleveys 1 penkki) 289,05 mk/ha käyttökeralla. Ajonopeudella 4000 m/h ja 1 penkin työleveydellä laitteiston 2 kokonaiskäyttökustannukset ovat samaa suuruusluokkaa kuin laitteistolla 1. Kolmen penkin työleveydellä kokonaiskustannukset olisivat jo alhaisemmat kuin laitteistolla 1.

## 5 ERGONOMIA JA TORJUNTA-AINEALTISTUS

Taimitarhoilla joudutaan käsittelemään torjunta-aineita suhteellisen vähän verrattuna esim. maatalouden käyttöön (Kangas ym. 1980). Yleisimmin käytetyt aineet ovat jauhemaisia. Näistä valmistetaan käyttöliuos sekoittamalla tietty ainemäärä veteen. Usein käytettävät aineet ovat valmiiksi sopivan suuruisiksi käyttömääriksi pakattuja valmistajan toimesta. Pääosin ruiskutuksissa käytetään traktorisovitteisia laitteistoja. Ainoastaan muovihuoneissa tai käsiteltäessä pieniä kasvatuseriä käytetään reppuruiskuja.

Mittausten mukaan torjunta-aineiden käsittelyyn ei liity taimitarhalla huomattavia työhygieenisistä ongelmia muovihuoneita ehkä lukuunottamatta. Työntekijöiden altistuminen on suurinta ruiskujen täyttövai-

heessa ja erityisesti niillä taimitarhoilla, joilla torjunta-aineet punnitaan säkeistä (Kangas ym. 1980). Perinteistä ruiskutusmenetelmää käytettäessä traktorinkuljettajan altistuminen lienee vähäisempää kuin apumiehen (Kangas ym. 1980). Harstelan (1977) tutkimuksen mukaan torjunta-aineiden levitystä on pidetty yhtenä hankalimmista työvaiheista taimitarhoilla. Syynä tähän saattaa olla psyykinen pelko torjunta-aineiden käsittelyyn (Harstela ja Tervo 1982).

Yleensäkin torjunta-aineita käsiteltäessä henkilökohtaisten suojausten ja suojavaatetuksen käyttö on välttämätöntä. Kankaan ym. (1980) tutkimuksen mukaan torjunta-ainealtistumista voidaan vähentää mm. seuraavilla toimenpiteillä:

- täyttämällä ruiskutussäiliö valmiista torjunta-ainepakkauksista punnituksen sijasta
- huomioimalla tuuliolosuhteet levityksessä
- työnopastuksella
- riittävän suojavaatetuksen ja hengityssuojausten käytöllä
- välttämällä ruoan ja juoman nauttimista ja tupakoinnista levitystyön aikana
- peseytymällä riittävän usein
- välttämällä reppupölyttimen tai -ruiskun käyttöä (käyttämällä mieluummin traktoriruiskua)
- varastoimalla torjunta-ainetta vain vuosi kerrallaan varastoaikaisen hajoamisen välttämiseksi. Varaston tulee olla kuiva, viileä, pimeä ja hyvin tuuletettu.

Edellä selostetun, keräävän laitteiston toiminta edellyttää tarkkaan säädettyä suuttimen ja käsiteltävän kohteen, taimen, välistä etäisyyttä. Hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi laitteiston tulee olla ohjattava. Mahdollisen altistuksen vuoksi ohjaajan sijoittaminen suutinten välittömään läheisyyteen ei ole toivottavaa, ei ainakaan ilman riittävän hyvää suojaavaa ohjaamaa.

Ohjaus on teknisesti ratkaistavissa useilla eri vaihtoehdoilla, esim. ohjauksen hoitamisella erillisiä automaattisesti ohjautuvia pyöriä tai optisia laitteita käyttäen. Mikäli halutaan käyttää lisähenkilöä,

tulee ohjauksen säätölaitteet sijoittaa traktorin ohjaamoon tai käyttää erillistä nostolaitesovitteista ohjaamaa. Yleensäkin lisähenkilön käyttö edesauttaa työn tarkkailua. Ruiskuosan suuttimet ja keräyslaite voidaan sijoittaa myös muualle kuin traktorin taakse nostolaitesovitteiseksi esim. traktorin eteen tai traktorin etu- ja takapyörien väliin, traktorin alle. Tällöin haittaavana seikkana on, että traktori joutuu kulkemaan käsitellyn kasvuston yli välittömästi ruiskutuksen jälkeen, jolloin traktorinkuljettan altistusvaara lisääntynee. On myös muistettava, että suuttimia ja muita osia säädettäessä ja huollettaessa on vaarana altistua torjunta-aineille ihon kautta.

## 6 TULOSTEN TARKASTELUA JA PÄÄTELMIÄ

Tutkimus osoittaa, että kehitetyn laitteiston toimintaperiaate on käyttökelpoinen torjunta-aineruiskutukseen. Vaikkakin laite on varsin yksinkertainen, täytyy laitetta vielä kehittää toimintavarmemmaksi. Myös laitteiston sijoittamisessa on eri vaihtoehtoja, esim. laite voi olla traktorin edessä, traktorin alla tai takana. Jos käytetään apumiestä, työn tarkkuus ja varmuus paranevat, mutta kokonaiskustannukset nousevat.

Jatkokehittelyssä laitteisto tulisi rakentaa vähintään yhden taimipenkin kerralla käsitteleväksi ja sitä tulisi käyttää käytännön mittakaavaisessa toiminnassa useamman vuoden ajan. Tällöin tulisi teknisten ominaisuuksien lisäksi selvittää torjunta-aineruiskutusten teho hyönteis- ja sienituhojen torjumisessa. Vertailuna samoilla käyttöaloilla tulisi olla muita laitteistoja ja menetelmiä. Ruiskutteen leviämisaikaa ja peittävyyttä tulisi mahdollisuuksien mukaan selvittää myös menetelmillä, joissa mittaukset tehdään suoraan kasvien pinnalta.

Kehitetyssä laitteistossa kerätty aine voidaan johtaa takaisin säiliöön, mikäli se on riittävän puhdasta. Jos aineessa on epäpuhtauksia, joudutaan käyttämään lisäsuodattimia tai johtamaan aine erilliseen säiliöön. Tilanne selviää käyttökokemusten myötä.

Laitteistolla 2 kasvista ohi menevää ainetta on kerätty talteen männyllä 66 - 73 % koko ainemäärästä.



Ilman imuria olevalla laitteistolla kerätyn aineen osuus oli 4 %-yksikköä pienempi. Kuusen taimien ruiskutuksissa kerätyn aineen osuus oli 32 - 41 %. Imurilla varustetulla laitteistolla määrät olivat samaa suurusluokkaa. Ruiskutettu ainemäärä hehtaaria kohden oli laitteistolla 1 huomattavasti suurempi kuin laitteistolla 2. Kuitenkin taimiriviin kohdistunut ainemäärä oli menetelmässä 2 (ajonopeus 1400 m/h) suurempi männyn 1Mx0 ja kuusen 1M+1A taimien ruiskutuksissa kuin menetelmässä 1. Tilanne oli päinvastainen männyn 1M+1A ja kuusen 2Ax2A taimilla.

Laitteistoa 2 käyttämällä voidaan ainemääriä vähentää ja tästä johtuen torjunta-ainekustannukset alenevat. Myös kasvualustaan joutuva torjunta-ainemäärä vähenee huomattavasti. Kuitenkin laitekustannukset ja ruiskutuksen työajanmenekki ovat suurempia kuin perinteisessä menetelmässä, joten kokonaiskustannukset eivät alene.

Laitteiston 2 käyttöä liuoslannoitukseen (neulaslannoitus) tulee kokeilla. Avomaan kasvatuksessa pelkäättään kasvien versoihin kohdistuvat lannoitukset eivät tule kysymykseen, joten laitteiston käyttö tältä osin rajoittuisi lähinnä sellaisten alueiden lisälannoitukseen, joilla on silmämääräisesti tai analyysien perusteella havaittavissa lisälannoitustarvetta.

Myös laitteistoon 1 voidaan tehdä parannuksia, esim. suutinten sijoittelulla voidaan käytäville suuntautuvaa ruiskutusta vähentää.

## KIRJALLISUUSLUETTELO

- COFFEE, R.A. 1980 Electrodynamic Spraying. Spraying systems for the 1980 s. Monograph No. 24. Edited by J.O. Walker, BASF United Kingdom Limited.
- FARM CHEMICALS. 1977. Electrostatics take the field. Agricultural Engineering Department. University of Georgia Experiment 30212.
- FRASER, R.P. 1958. The field kinetics of application of pesticidal chemicals. Advanced Pest Control Research (Ed. R.L. Metcalfe) Vol. II, pp. 1-106. Interscience, New York.
- HARSTELA, P. 1977. Taimitarhatyöntekijäin mielipiteitä työmenetelmistä ja työjärjestelyistä. Metsänviljelyn koaseman tiedonantoja 21:1-14.
- HARSTELA, P. ja TERVO, L. 1982. Paljasjuuristen taimien tuotannon teknologia. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 49: 37-39.
- KANGAS, J., ETULA, A. ja HUSMAN, K. 1980. Torjunta-ainealtistus metsätaimitarhoilla. Työterveyslaitos 30: 1-48.
- LAW, S.E. 1980. Droplet charging and electrostatic deposition of pesticide sprays—research and development in the USA. Spraying systems for the 1980s. Monograph No. 24. Edited by J.O. Walker. BASF United Kingdom Limited.
- METSÄTILASTOLLINEN VUOSIKIRJA 1980. Yearbook of forest statistics 1980. 1981 Folia For. 460:1-205.
- METSÄTILASTOLLINEN VUOSIKIRJA 1981. Yearbook of forest statistics 1981. 1982 Folia For. 510:1-218.
- METSÄTILASTOLLINEN VUOSIKIRJA 1982. Yearbook of forest statistics 1982. 1983 Folia For. 550:1-218
- METSÄTILASTOLLINEN VUOSIKIRJA 1983. Yearbook of forest statistics 1983. 1984 Folia For. 590:1-294.

- RIKALA, R. ja TERVO, L. 1984. "Maanväsytysilmio"; metsäpuiden taimitarhoilla Suomessa, seurantakohteena Ahvenlammen taimitarha. Metsäntutkimuslaitos Suonenjoen tutkimusasema. Koeselostus. Moniste 11s.
- SPRAYING SYSTEMS Co. Spray nozzles and accessories. Industrial Catalog 27.
- THE STATUS OF FOREST ENERGY PLANTATION MECHANIZATION 1982. K.L. Jones & Associates Ltd. 33. Fuller Street Ltd. Ottawa. 49s.
- TORJUNTA-AINEET. 1984. Kemira.
- UOTI, J. 1982. Torjunta-aineiden levitystekniikan kehitysnäkymiä. Puutarha 2/1982 s. 62-63.
- WAITE, R.A. 1977. Spread factors of pesticidal spray formulations on kromekote cards. Forest Service Note. U.S. Department of Agriculture. Portland, Oregon.
- KUOKKANEN, H. 1984. Suullinen lausunto.
- NUUTINEN, J. 1984 Suullinen lausunto.



- N:o 1 Matti Leikola ja Jyrki Raulo. Tutkimuksia taimityyppiluokituksen laatimista varten II. 1972.
- N:o 2 Matti Leikola. Silmujen ja neulasten poiston vaikutus männyn ja kuusen pituuskasvuun. 1972.
- N:o 3 Kim von Weissenberg. Kokemuksia Murray männyn viljelystä Suomessa. 1972.
- N:o 4 Terttu Koponen. Peltomyyräpopulaation rakenteesta. 1972.
- N:o 5 Pentti Nisula. Erialaisten rullataimien menestymisestä viljelyaloilla. 1972.
- N:o 6 Veikko Koski ja Jyrki Raulo. Ennakkotuloksia rauduskoivun jälkeläiskokeesta. 1972.
- N:o 7 Matti Leikola. Havaintoja taimipakkauksissa esiintyvistä lämpötiloista välivarastoinnin aikana. 1973.
- N:o 8 Matti Leikola ja Jyrki Raulo. Pellolle istutettujen männyn ja kuusen ja rauduksen taimien alkukehityksestä. 1973.
- N:o 9 Etelä-Suomen metsänviljelytutkijoiden neuvottelupäivillä pidetyt alustukset. 1973.
- N:o 10 Jyrki Raulo. Rauduskoivun taimilajien 1 A + 1 A tuottaminen. 1974.
- N:o 11 Matti Leikola ja Olavi Huuri. Ennakkotuloksia Etelä-Suomen runko-tutkimuksesta vv. 1970—1973. 1974.
- N:o 12 Tutkimuspäivän alustukset v. 1974. 1974.
- N:o 13 Martti Ruottinen. Suonenjoen ja Pieksämäen taimitarhojen taimitoimitukset vuosina 1971 ja 1972. 1975.
- N:o 14 Jyrki Raulo. Lannoitetun täytemaan käytöstä rauduskoivun viljelyssä. 1975.
- N:o 15 Matti Leikola. Näkökohtia lyhytkiertoviljelmiä ja -kokeita perustettaessa. 1976.
- N:o 16 Risto Rikala. Jauhetun kuorihumuksen käyttökelpoisuus lumen sulattamiseen taimitarhalla. 1976.
- N:o 17 Matti Leikola ja Pekka Suolahti. Ennakkotuloksia männyn taimien välivarastointikokeesta. 1976.
- N:o 18 Matti Leikola ja Jyrki Raulo. Heinimisajankohdan vaikutus pellolle istutettujen männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen. 1976.
- N:o 19 Matti Leikola ja Pekka Rossi. Paju- ja poppelipistokkaiden menestyminen Suonenjoen taimitarhalla kesällä 1976. 1977.
- N:o 20 Matti Leikola. Muovihylsytaimien menestyminen Suonenjoella vv. 1971—1976. 1977.
- N:o 21 Pertti Harstela. Taimitarhatyöntekijöiden mielipiteitä työmenetelmistä ja työjärjestelyistä. 1977.
- N:o 22 Carl Johan Westman ja Päivi Hänninen. Kemiallinen maa-analyysi paljasjuuristen taimien tuotannossa - ennakkotiedonanto. 1977
- N:o 23 Pertti Harstela ja Leo Tervo. Kuusen taimien juurten leikkausnoston yhteydessä. 1977.
- N:o 24 Risto Rikala. Maanparannus, lannoitus ja kastelu keskustaimitarhoilla. 1978.
- N:o 25 Jari Parviainen ja Kyösti Konttinen. Männyn avomaataimien koulinta-ajankohtakoe. 1978.
- N:o 26 Pekka Rossi. Paju- ja poppelipistokkaiden juurtuminen. Tuloksia vuoden 1976 juurruttamiskokeista. 1979.



- N:o 27 Pekka Rossi. Paju- ja poppelipistokkaiden juurruttaminen taimitarhalla. Kirjallisuuteen ja havaintoihin perustuvat ohjeet. 1979.
- N:o 28 Ukko Rummukainen ja Pekka Voipio. Eräiden herbisidien käytöstä havupuiden kylvöaloilla. 1979.
- N:o 29 Leo Tervo. Havainnot verhopuuston kasauksesta. 1979.
- N:o 30 Päivi Hänninen. Hidasliukoisten lannoitteiden käyttömahdollisuuksista kouluttujen taimien kasvatuksessa. 1979.
- N:o 31 Risto Rikala. Paljasjuuristen taimien kuljetus ja käsittely ennen istutusta. Tiedusteluun pohjautuva selvitys. 1979.
- N:o 32 Jyrki Raulo ja Leo Tervo. Rauduskoivun taimilajin 1 (Lk+A) tuottaminen Etelä-Suomessa. 1980.
- N:o 33 Jari Parviainen (toim.). Metsäpuiden taimien kasvatusta ja istutus- ta koskevia viimeaikaisia tutkimuksia. 1980.
- N:o 34 Päivi Hänninen. Männyn koulintataimien kasvuerot ja niihin vaikuttaneet tekijät Suomenjoen taimitarhalla. 1980.
- N:o 35 Taimitarhan sienitautipäivä 14.8. 1980.
- N:o 36 Havainnot Keski-Eurooppaan tehdyltä opintomatkalta 14.6-1.7. 1980. Jari Parviainen ja Leo Tervo: Metsäpuiden taimien tuottaminen, Pekka Rossi: Lyhytkiertoviljelyn puulajien lisääminen ja viljely. 1980.
- "Metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja" -sarja ilmestyy vuoden 1981 alusta "Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja" -sarjassa.
- N:o 15 Hannu Raitio ja Risto Rikala. Näkökohtia taimien ravinnetaloudesta ja lannoituksesta taimitarhalla. 1981.
- N:o 26 Pertti Harstela ja Leo Tervo. Ennakkotuloksia pistokkaiden istutuksesta auraavilla istutuskoneilla ja käsin. 1981.
- N:o 34 Taimitarha-aineiston geneettiset ominaisuudet. Tutkimuspäivän 1981 esitelmät. 1981.
- N:o 49 Pertti Harstela ja Leo Tervo. Paljasjuuristen taimien tuotannon teknologia. 1982.
- N:o 62 Marja-Liisa Juntunen. Tuhkan levityksen terveydellisten haittojen arviointi. 1982.
- N:o 76 Rossi Pekka. Hirvien aiheuttamat satomenetykset pajuviljelmillä. 1982.
- N:o 104 Risto Rikala ja Kimmo Vähänummi. Kasvatusalustan vaikutus yksi- vuotiaiden männyn kennotaimien kehittämiseen. 1983.
- N:o 117 Ukko Rummukainen ja Pekka Voipio. Tuloksia rikkakasvien kemiallisesta torjunnasta rauduskoivun koulinta-alalla turvemaalla. 1983.
- N:o 118 Juha Lappi ja Heikki Smolander. AKTA-aineistojen kuvallisen ja tilastollisen analyysin ohjelma. 1983.
- N:o 142 Antti Maukonen. Kulotusteknologian kehittäminen. 1984.

Metsäntutkimuslaitos  
Suonenjoen tutkimusasema  
77600 SUONENJOKI  
Puh. 979-11741