

90-

PLANTEVERNUTSTYR
ved Alf Nordby

Landbruksbokhandelen

ISBN 82-557-0240-7

Ås-NLH 1986

PLANTEVERNUTSTYR

ved

ALF NORDBY

Landbruksbokhandelen
ISBN 82-557-0240-7
As-NLH 1985

PLANTEVERNUTSTYR

INNHold.....	1
FORORD.....	5
1. Forbruk av plantevernmiddel	6
2. Plantevernutstyr i Norge - innsats, utvikling, produksjon.....	7
3. Forskning.....	10
3.1. Undersøkelser utført av produsenter av plantevernutstyr og midler.....	11
3.2. Undersøkelser ved offentlige og halvoffentlige institusjoner.....	12
4. Prøving av plantevernutstyr	18
5. Standardisering	21
6. Forskrifter, regler om valg, innsats og bruk av plantevernutstyr	22
7. Plantevernmiddel - plantevernutstyr	22
8. Fordeling og avsetning av plantevernmiddel.....	26
8.1. Avsetning og fordeling av dråper på kunstige objekt med glatt, plan overflate.....	26
8.1.1. Fordamping - levetid.....	27
8.1.2. Betingelser for avsetning av væske på objekt.....	27
8.1.3. Fordeling av dråper på objekt.....	28
8.2. Fordeling og avsetning av væske ved sprøyting.....	28
8.2.1. Produksjon av dråper.....	29
8.2.2. Transport av dråper mot målet og avsetning på målet...	30
8.2.3. Dannelse av belegg med plantevernmiddel på plantene...	33
8.2.4. Transport (bevegelse) av plantevernmiddel på plantene- virkning av behandlingen.....	35
9. Ulike metoder - spredning av plantevernmiddel	39
9.1. Aerosol	40
9.1.1. Kold Aerosol	40
9.1.2. Varm Aerosol	42
9.2. Gassing	42
9.2.1. Fordamping	42
9.2.2. Røyking	43
9.3. Dusting	43
9.4. Granulatspredning	43
9.5. Sprøyting	44
9.5.1. Roterende væskefordeler	44
9.5.2. Vibrerende fordeler	45
9.5.3. Hydrauliske dyser	46

9.5.3.1.	Flatdyser (fan nozzles)	46
a.	Med en åpning	46
b.	Med to åpninger i en dysespiss	47
c.	Flatdyser med jevn væskefordeling (even spray)	47
d.	Flatdyser med skjev væskefordeling (off senter).....	47
9.5.3.2.	Refleksdyser (flood jet)	47
9.5.3.3.	Hvirveldyser (cone nozzles)	48
a.	Hul væskekon (hollow cone)	48
a.1	Hul væskekon med hvirvelstykke	48
a.2	Hul væskekon uten hvirvelstykke (side entrance hollow cone)	49
a.3	Tokammerdyse (raindrop nozzle) to hvirvelkammer og to dyseåpninger ...	49
b.	Fylt væskekon (solid cone)	49
9.5.3.4.	Stråledyse (solid stream)	49
9.5.3.5.	Skumdyser (foam nozzles)	49
9.5.3.6.	Pneumatiske dyser	49
9.5.4.	Elektrostatisk sprøyting	50
9.5.5.	Karakteristikk av dyser	51
9.5.5.1.	Kapasitet (væskemengde i l/min)	51
9.5.5.2.	Toppvinkel - spredevinkel	52
9.5.5.3.	Væskefordeling	53
9.5.5.4.	Dråpestørrelse	55
9.5.5.5.	Dråpenes energi, hastighet og virk- ningsgrad	58
9.5.5.6.	Ensartethet (uniformity)	58
9.5.5.7.	Slitasje	60
9.5.5.8.	Dyser i praksis, sil, tiltetning, dryppevern, problem	61
10.	Pumper	64
10.1.	Pumper - kontinuerlig væsketransport	65
10.2.	Pumper med pulserende væsketransport	66
10.3.	Krav til pumper	68
10.4.	Karakteristikk av pumper	70
10.5.	Pumper i praksis	74
11.	Væsketanker	76
12.	Spredebommer	78
12.1.	Oppbygging av spredebommer	78
12.2.	Arbeidsbredde - dysehøgde (bomhøgde)	79
12.3.	Markering av sprøytedrag	79
12.4.	Betjening av bommen	80
12.5.	Bombevegelser ved sprøyting på feltet	80
12.6.	Karakteristikk av spredebommer på grunnlag av kapasitet og væskefordeling	83
12.7.	Spredebommer i praksis	92
13.	Tilbehør	95
14.	Tilleggsutstyr	99

15.	Fra lufta	101
16.	Tåkesprøyter	103
16.1.	Terminologi.....	103
16.2.	Vifter	104
16.2.1.	Centrifugalvifter	104
16.2.2.	Aksialvifter	104
16.2.3.	Viftehus og utblåsingstuter	104
16.3.	Pumper i tåkesprøyter	105
16.4.	Finfordeling av væske	105
16.5.	Ulike tåkesprøyter	106
16.5.1.	Ryggståkesprøyter	106
16.5.2.	Tåkesprøyter for drift av traktor	106
16.6.	Luftmengde, lufthastighet, utgangseffekt	106
16.7.	Dyser, montering, kapasitet	108
16.8.	Dråpestørrelse	109
16.9.	Væskemengde l/daa	110
16.10.	Vækefordeling - rekkevidde	111
16.11.	Tåkesprøyting i praksis	113
17.	Dose, væskemengde	115
18.	Krav til plantevernutstyr ved bruk i ulike kulturer	117
18.1.	Korn, objekter og erter	118
18.2.	Potet, kålrot, sukkerbeter og førbeter	118
18.3.	Gras, kløver, luserne og beiter	119
18.4.	Grønnsaker og rotvekster	119
18.5.	Kålvekster	119
18.6.	Gulrot	120
18.7.	Løkvekster og bønner	120
18.8.	Konserveserter og bønner	120
18.9.	Bær	120
18.9.1.	Jordbær	120
18.9.2.	Solbær	121
18.9.3.	Bringebær	121
18.10.	Frukt	121
18.11.	Skogbruk	121
18.12.	Planteskoler	122
18.13.	Veier, jernbane, offentlige parkanlegg m.m.	122
19.	Innstilling, bruk og vedlikehold av plantevernutstyr	123
19.1.	Klargjøring av ny sprøyte	123
19.2.	Klargjøring og innstilling av sprøyte før sesongen	123
19.3.	Væskemengder (l/daa).....	124
19.4.	Tillaging av væske	126
19.5.	Sprøyting på feltet	127
19.6.	Stell av utstyret etter bruk i sesongen	128
19.7.	Stell av utstyret etter sesongen - klargjøring for vinterlagring	128

20.	Valg av plantevernutstyr	130
20.1.	Egen sprøyte	130
20.2.	Nabosamarbeid	130
20.3.	Flere sprøyter på samme gård	130
20.4.	Størrelse og kapasitet	130
20.5.	Spesielle krav - tilleggsutstyr	131
21.	Avdrift	132
21.1.	Måling av avdrift - metoder - utstyr	134
21.2.	Avdrift fra spredebommer med hvirveldyser (hul og fylt væskekon) og flatdyser	136
21.3.	Avdrift fra spredebommen utrustet med dyser laget spesielt for å gi liten avdrift	139
21.4.	Tilsetning av visse stoffer til sprøytevaska for å redusere avdrift	143
21.5.	Værforhold og avdrift	143
21.6.	Avdrift i praksis	144
22.	Arbeidssituasjon for sprøytemannskap	147
23.	Forsiktighetsregler	156
	FIGURTEKSTER	157
	FIGURER	160

F O R O R D

Det tidligere hefte : "Fordeling og avsetning av plantevernmidler" blir nå erstattet av "Plantevernutstyr".

Fornuftig bruk av plantevernmidler krever godt plantevernutstyr, rett innstilt og brukt. Jeg håper at dette heftet "Plantevernutstyr" vil stimulere interessen.

Figurene er satt inn bak i heftet.

Institutt for maskinlære
oktober 1985

Alf Nordby

1. FORBRUK AV PLANTEVERNIMIDDEL

Målsetning ved spredning av plantevernmiddel:

1. Tilfredsstillende virkning av behandlingen med minst mulig dose.
2. God arbeidssituasjon for sprøytemannskapet.
3. Minst mulig risiko for avdrift og for belastning av miljøet utenom feltet som behandles.

Omsetning og bruk av plantevernmidler i Norge er underlagt streng lovgivning. Alle plantevernmidler som omsettes skal godkjennes av Landbruksdepartementet. Det er Landbruksdepartementets giftnevnd som vurderer og eventuelt godkjenner plantevernmidlene. Godkjenningen gjelder for fem år.

Tabell 1. Forbruk av plantevernmiddel i Norge
Aktivt stoff i tonn

Middelgruppe	1984	1985
Ugras	1260	1236
Sopp	111	138
Skadedyr	41	38
Andre	83	116
I alt	1495	1528

Antall plantevernmidler som omsettes i Norge er mindre enn i andre land en kan sammenligne seg med.

Størsteparten av plantevernmidlene som omsettes i Norge blir blandet med vann før spredning. Dette vil si at vanlig sprøyting og tåkesprøyting er de viktigste metoder ved spredning av plantevernmidler. Andre metoder kommer som supplement ved behandling i spesielle tilfelle og for spesielle formål.

Tabell 2. Forbruk av plantevernmidler. Aktivt stoff i tonn i 1983

Land	Soppmiddel	Skade- dyrsmiddel	Ugras- middel
Danmark	2,037	427	5,148
Norge	87	31	1,295
Sverige	524	194	3,822

Tabell 2. viser forbruket av plantevernmiddel i landbruket i Norge, Danmark og Sverige. Danmark er klart den største forbruker. Det store forbruket av soppmidler skyldes nok det økede forbruk av soppmidler i korn.

2. PLANTEVERNUTSTYR I NORGE - INNSATS, UTVIKLING, PRODUKSJON

Omkring siste hundreårsskiftet er plantevernutstyr brukt i Norge. SCHØYEN (1896) beskriver ulike sprøyter og dustere. Dette var blant annet tyske og franske bøttesprøyter og ryggsprøyter beregnet for frukt- og bærhager. På Statens Hagebruksskole, Hjeltnes, ble bøttesprøyte brukt ved sprøyting av frukttre i 1906. OTTO KUBBERUD, Lena, Østre Toten, startet produksjon av bøttesprøyter og automatsprøyter allerede i 1910.

I 1910 ble en handsprøyte prøvd ved Maskinprøveanstalten ved Norges Landbrukshøgskole (Meddelelse fra 1910). Sprøyten var konstruert av amtsgartner KNEM i Holmestrand. Sprøyting mot sopp og skadedyr var likevel ikke vanlig på denne tiden. BLEIE (1947) skriver at i 1910 var det bare noen få ryggsprøyter og bøttesprøyter i bruk i Sørfjorden i Hardanger. På den tid var dette et av landets beste frukt dyrkingsstrøk. Utstyr med væsketank på 10-15 l og arbeidstrykk 2-3 bar kunne likevel ikke få noen særlig betydning i salgsproduksjon av frukt.

Bordåvæsken som består av kalk, blåstein og vann, var i bruk på den tiden. SCHØYEN (1915) brukte også svovelkalk i forsøk i 1914. På grunnlag av statsmykolog IVAR JØRSTADS forsøk i frukthager først i 1920-årene, ble svovelkalk og bordåvæske viktige soppmidler i frukthagene. Det ble derfor behov for sprøyter med større yteevne og arbeidstrykk enn det en oppnådde med bøttesprøyter og ryggsprøyter. I 1917 kom den første motorsprøyte fra USA til Ullensvang (NORDBY, 1954). I løpet av de neste 10 år kom det flere Bean og Friend sprøyter fra USA. Først i tredveårene ble det satt i gang produksjon av motorsprøyter i Norge. Slike sprøyter hadde stempelpumpe og bensinmotor eller elektromotor. Sprøyta ble oftest plassert på en vogn. Her hadde en 20-30 l væske pr. min. Dette var nok til at to personer kunne sprøyte med sprøytestang eller sprøyterifle.

I 1933 ble det prøvd en motorsprøyte ved Maskinprøveanstalten ved Norges landbrukshøgskole (Beretning nr. 6 1933). Sprøyta var laget av A/S LARS SKAALTVEDT, Odda. I Sørfjorden var det i 1934 flere produsenter av motorsprøyter, f.eks. ULLENSVANG MEKANISKE VERKSTAD, (LAMBERT ULLENSVANG), ULLENSVANG og AKRES MEKANISKE VERKSTAD (ODD AKRE), NA. Produksjonen omfattet stempelpumper med drift fra bensin- eller elektromotor. Utstyret ble brukt både i kjøresprøyter og stasjonæranlegg. ULLENSVANG MEK. VERKSTAD laget også en oljemotor, der en brukte sprøytevæske til kjøling.

Helt fram til 1940 ble det brukt både trillebår- og kjerresprøyter, som ble pumpet for hand. OTTO KUBBERUD hadde en slik sprøyte til prøve ved Maskinprøveanstalten allerede i 1923 (Beretning nr. 43). KUBBERUD hadde også en tønnesprøyte til prøve i Danmark i 1925. (42. beretning fra Statens Redskabsudvalg).

Behovet for sprøyteutstyr i feltkulturer oppsto først med brukbare plantevernmidler på markedet. KORSMO (1911) skriver at ved bekjempelse av ugras er jernvitriol et "kemisk middel av ikke ringe verdi i kampen mot en flerhet av besværlige ugrasarter - spesielt frøugræsplanter". KORSMO gir ganske detaljerte råd om væskemengder pr. ha, vækestyrke og arbeidstrykk. Han beskriver også "bæresprøyter" og "kjøresprøyter". Alle sprøytene var importert fra Frankrike, Tyskland eller Danmark. Av fabrikatene kan nevnes: Bæresprøyter: Vermorel, Deidesheimer, Holder og Platz. Kjøresprøyter: Eriks, Holebys, Kählers, Holder og Platz.

Bæresprøytene var såkalte automatsprøyter der luft pumpes på tanken etter væskefylling og før sprøyting. På enkelte bæresprøyter ble luft pumpet på tanken under sprøyting. Væsketank av kopper, rommet 13-25 l. Spredebommen hadde to eller tre dyser. Arbeidsbredden var opptil 1,5 m.

Kjøresprøytene hadde væsketank av tre eller kopper. Tanken rommet 200-300 l. Pumpa ble drevet fra det ene hjulet via tannhjul. På enklere kjøresprøyter sto det en mann på kjerra og pumpa under sprøyting.

På Platz kjøresprøyte kunne spredebommen heves og senkes med et handtak. Væskemengden pr. ha kunne reguleres litt ved arbeidstrykket. Det vanligste og beste var den gang som nå, å skifte dyseplater.

HIRSCH (1913) har også et avsnitt om "spredere for ugræsødeliggende væsker". Dette er skrevet av N. HEYMAN, Danmark. HEYMAN nevner at ryggsprøytene koster 30 - 50 kr. og at Holeby kjøresprøyte med 200 l væsketank og andre danske fabrikata koster 300 til 400 kr. Ellers inneholder ikke dette avsnittet nytt stoff i forhold til KORSMO (1911). KORSMO startet undersøkelser over bekjempelse av ugras i poteter og korn i 1913 (KORSMO 1932). Både jernvitriol, svovelsyre og salpetersyre var med i forsøkene. Etterhvert oppsto det behov for sprøyter med større arbeidsbredder.

De fleste kjøresprøyter ble fortsatt importert. Etterhvert ble kjøresprøyter for hestetrekk også laget i Norge. Slike sprøyter ble produsert på Jæren før 1930. Forus ugress-sprøyte var til prøve ved Maskinprøveanstalten i 1930 (Beretning nr. 2 1930). Sprøyta var utviklet av forsøksleder HØNNINGSTAD på Forus. Utstyret ble produsert av SKRETTING og VIGRE, Sandnes. Arbeidsbredden var 2,3 m. Spredebommen besto av et rør uten inndeling i seksjoner. A/S EDV. BJØRNRUD, Oslo laget slike sprøyter fra 1938. Tretanken rommet 300 l og arbeidsbredden var 3 m.

Flere firmaer i Norge har produsert åkersprøyter for traktor - A/S EDV. BJØRNRUD fra 1947, KUBBERUD'S VERKSTED, Lena, fra 1950 og ERLANDS MASKIN fra 1952. Det var forøvrig OTTAR KUBBERUD's bestefar, OTTO KUBBERUD, som startet produksjonen av sprøyter i Norge i 1910. KNUT ENGELSTAD, Sandefjord, laget også åkersprøyter først i 1950 årene. I 1983 er det bare ERLANDS MASKIN som produserer åkersprøyter i Norge.

Fra ca. 1958 ble plast og glassfiber tatt i bruk i væsketankene. Ryggsprøyter som pumpes under sprøyting har ERLANDS MASKIN og KUBBERUD'S VERKSTED, Lena, produsert fra ca. 1950 fram til ca 1980.

Per Thorkildsen, plastikkindustri, Hauketo laget tidligere væsketanker m.m. til engelske ryggsprøyter.

I 1980 startet Thorkildsen egen produksjon av ryggsprøyter. Disse eksporteres over hele verden. Denne bedriften har også utviklet mindre sprøyter som kommer på markedet.

De første ryggtåkesprøytene kom til Norge i 1954 (SOLO - tysk). AKRES MEK. VERKSTAD i Hardanger har laget ryggtåkesprøyter fra 1958. Dysen i disse tåkesprøytene er utviklet ved Landbruksteknisk institutt.

De første tåkesprøyter for traktordrift kom til Norge fra USA i 1948. Fra 1952 er de fleste tåkesprøyter for traktordrift importert fra Danmark. Disse tåkesprøytene er bare brukt i frukthager. I 1975 tok en i bruk spesielle tåkesprøyter i solbærplantinger. (Hardi og Tecnoma). I 1978 ble

de første Hardi traktormonterte tåkesprøyter tatt i bruk ved bekjempelse av kratt på plantefelt i barskog. I de seinere år er det importert endel tåkesprøyter for traktor fra Italia (BLM og NOBILI).

Maskinprøveanstalten ved NLH sluttet sin virksomhet i 1945. Fra 1947 blir maskinprøvene utført ved prøveavdelingen ved Landbruksteknisk institutt. Det ble for eks. utført sammenlignede prøver med åkersprøyter i 1953. Seinere er det prøvd åkersprøyter, pumper, ryggåkersprøyter og tåkesprøyter for traktordrift.

På grunnlag av prototyper utviklet ved Landbruksteknisk institutt og arbeidstegninger derfra har flere verksteder i Norge laget plantevernutstyr for spesielle formål. Sprøyteutstyr for skogplanteskoler fra 1965 (ÅKRES MEK. VERKSTAD, 5776 NÅ), granulatspreder (UNDERHAUG).

Sprøyteutstyr for jordbær, A/S SCANDIP, 2310 STANGE, fra 1972 - seinere AAL-ULEFOS SCANDIP og idag AGDER PRODUKTER, Arendal. Utstyr for sprøyting under skjerm i planteskoler (STANGE PLASTINDUSTRI fra 1976, ved JAN DANIELSEN, 2312 OTTESTAD). Fra 1978 har KVINDE & FAGERTHUN A/S, 5200 OS, laget utstyr for å sprøyte 2/0 dekkrotplanter i pottebrett. Dette er en sprøytetunnel. Væske som ikke holdes tilbake på plantene, samles opp, siles og ledes tilbake på væsketanken. I 1983 ble 60-70 mill. planter behandlet med slikt utstyr før utplanting i skogen.

Myraunes mek. verksted Frosta lager utstyr for å sprøytevatne mot kålflueangrep. ODD E. BRAATHEN i VANG, HEDMARKEN lager utstyr for å sprøyte i solbær.

LITTERATUR

BLEIE, J., 1947: Fra Opedalsmunkane til Ullensvang Hagebrukslag. Ullensvang Hagebrukslag 1887-1947. 9-57, Bergen.

HIRSCH, J.L., 1913: Redskaps- og maskinlære for det mindre jordbruk. 178p., Kristiania.

KORSMO, E., 1911: Kampen mot ugræsset. p. 94-104, Kristiania.

KORSMO, E., 1932: Undersøkelser 1916-1924 over Ugræssets Skadevirkninger og Dets Bekæmpelse i Åkerbruket. Særtrykk av meldinger fra NLH 1932.

NORDBY, A., 1954: Plantevernutstyr for frukt- og bær dyrking i dag. frukt og Bær, p. 97-112.

SIGVARDT, R., 1954: Sigvardt Nyt. Jubilæumsnummer. Vor virksomhed er er 50 år. 38 p., Orehoved.

SCHØYEN, W.M., 1896: Insekt- og soppfordrivende Midler. Veiledning til deres Anvendelse i Land- og Havebruget. 16 p., Kristiania.

SCHØYEN, T.H., 1915: Beretning om Skadeinsekter og Plantesygdomme i Land- og Havebruget 1914. Kristiania.

STATENS REDSKABSUDVALG, 1925: 42. Beretning. 163 p. København.

Meddelelser og beretninger fra Maskinprøveanstalten ved
NORGES LANDBRUKSHØGSKOLE. 1910-1940.

Meldinger fra LANDBRUKSTEKNISK INSTITUTT.

OTTAR KUBBERUD's VERKSTED, A/S EDV. BJØRNRUD, ERLANDS MASKIN,
herredsgartner TOMAS SEKSE og fylkeslandbrukssjef
EINAR K. TIME har gitt opplysninger om produksjon av
sprøyteutstyr i Norge.

3. FORSKNING

Ved utvikling av nye plantevernmidler setter firmaene inn store ressurser. Sjelden følges markedsføring av nye midler opp med klare sprøytetekniske anvisninger om valg og bruk av utstyr ved spredning av midlene. I de fleste land i Vest-Europa bruker Staten ved sine offentlige institusjoner store summer til forskning når det gjelder bekjempelse av sopp, skadedyr og ugras.

Kort og enkelt kan en si at valg og bruk av plantevernutstyr er med og bestemmer:

- a. Resultatet av behandlingen, god - dårlig bekjempelse.
- b. Risiko for eventuell skade av behandlingen på feltet som behandles.
- c. Risiko for eventuell skade på areal utenom feltet som behandles.
- d. Ulemper og risiko for mannskapet som betjener utstyret.
- e. Kostnadene ved behandlingen.

Med utstyr som passer oppgaven og rett bruk ligger det store muligheter til å redusere forbruket av plantevernmidler og dessuten til sikrere og bedre spredning.

I Europa har Storbritannia og Vest-Tyskland satset sterkt på undersøkelser med plantevernutstyr. En del resultater kan naturligvis overføres fra land til land. Men en kan ikke vente at andre land løser de spesielle nordiske problemer. Siden forholdene veksler fra land til land, det gjelder plante-slag, sjukdommer, skadedyr, ugras, arealer og terreng krever det en viss forskningsinnsats i alle land.

Institutt og/eller institusjoner som arbeider innen mykologi, zoologi og herbologi bruker plantevernutstyr for å sammenligne virkningen av plantevernmidler, tidspunkt for behandling, doser m.m. Utstyret og bruken av det virker inn på fordeling og avsetning av væske. Ofte legges det for liten vekt på dette. Resultatene kan derfor bli vanskelig å vurdere og det kan også bli vanskelig å få resultatene omsatt i praksis. Stort sett legger forskerne innen herbologi mer vekt på plantevernutstyret og bruken av det enn forskerne innen andre disipliner innen plantevern. Likevel legges det for liten vekt på hvordan væska fordeles og avsettes ved forsøk og prøver med plantevernmidler. En burde bruke utstyr som ga en bestemt kvalitet på væskefordelingen fra spredebommen og kjenne avsetningen av væska på målet.

Ble det lagt mer vekt på utstyret og kvaliteten av arbeidet, ville en få

bedre grunnlag for en mer fleksibel tilråding av dose og væskemengde. Problemet ville være lettere å løse ved et kontinuerlig og mer utstrakt samarbeid mellom biologiske og tekniske institutt. I Norge har en hatt og har ganske omfattende samarbeidsprosjekt når det gjelder bekjempelse av sopp, skadedyr og ugras. Men det virkelige samarbeidet mellom biologer og teknikere har først startet i de seinere årene.

Enkelte institutt og institusjoner innen landbruksteknikk utfører undersøkelser over metoder og utstyr for spredning av plantevernmidler. Omfanget av dette arbeidet varierer fra land til land. - Det kan omfatte alt fra utvikling av nye metoder og nytt utstyr til forbedring eller tilpassing av komponenter i eksisterende utstyr. Produsenter av dyser og armatur i USA og Europa står for den vesentlige forskning og utvikling på dette område. Når det gjelder bruk av dyser og komponenter i plantevernutstyr er det både produsentene av plantevernutstyret og offentlige institusjoner som tar seg av forskningen.

De offentlige institusjoner har lagt ned mye arbeid for å klarlegge hvordan sprøytevæska oppfører seg under sprøyting. Dette gjelder f.eks. virkningen av ulike dråpestørrelser, dråpehastigheter, og avsetning av væske på objekter av ulik form og størrelse. Her har en delvis utnyttet resultater fra forskning innen forsvaret og ved oljefyring.

Metoder og utstyr for å måle avdrift er utviklet og tatt i bruk. Det er utført omfattende undersøkelser over avdrift ved sprøyting fra fly i USA. For plantevernutstyr som trekkes og drives av traktor, f.eks. tåkesprøyter, foreligger det ikke så mange resultater. Når det gjelder avdrift fra enkeltdyser og fra åkersprøyter, er det etter europeisk målestokk utført ganske omfattende undersøkelser i Danmark og Norge.

I de nordiske land er det i den senere tid satset mer enn tidligere på å kartlegge risikoen for skader og uheldige virkninger ved spredning av plantevernmidler. Innsatsen har vesentlig vært konsentrert om analyser for å bestemme eventuelle rester av plantevernmidler. Arbeidssituasjonen og helserisikoen for sprøytemannskapet har en også tatt til å måle og sammenligne for ulike metoder.

Ved forskning over risiko for skade og uheldige virkninger ser det derfor ut til at en hittil har vært mer opptatt av eventuelle rester av plantevernmidler på planteprodukter enn arbeidssituasjonen til mannskapet som utfører behandlingen.

3.1. Undersøkelser utført av produsenter av plantevernutstyr og plantevernmidler

I denne korte oversikten kan en ikke gå i detaljer når det gjelder undersøkelser med plantevernutstyr. Stort sett er oversikten basert på perioden 1945 til 1984.

Enkelte fabrikanter av åkersprøyter produserer sine dyser sjøl, f.eks. Hardi (dansk) og Tecnoma (fransk) m.fl. Ellers produseres dysene av fabrikker som har spesialisert seg på produksjon for landbruk og industri, f.eks. Albuz (fransk), Lechler (tysk), Lurmark (eng.), og Spraying Systems Co. (am.) Enkelte fabrikker, f.eks. Hardi, Lechler og Spraying Systems Co., driver utstrakt forskning med høgt kvalifisert personale i velutstyrte laboratorier. Undersøkelsene tar vesentlig sikte på å forbedre og utvikle dyser for ulike formål. I undersøkelsene inngår måling av kapasitet,

væskefordeling, dråpestørrelse, avsetning av væske m.m.

En del av resultatene publiseres i firmaenes omfattende kataloger og handbøker. Ytterligere opplysninger og data kan som regel fåes ved henvendelse til firmaene.

Dyseprodusentene utfører sjelden undersøkelser med spredbommer. Det vil si at de stort sett overlater til produsenter av sprøyter å velge dysetype og bestemme montering av dyser på bommene o.s.v.

En del produsenter av åkersprøyter produserer også pumper, f.eks. Comet (ita.), Eho (finsk), Hardi, Holder (tysk), Tecnoma m.fl. De fleste fabrikanter av pumper utfører undersøkelser over nøyaktighet, materialvalg, yteevne (kapasitet) ved ulike trykk, slitestyrke m.m.

De største produsenter av plantevernutstyr har egne team som arbeider med forbedring og videreutvikling av plantevernutstyr. Resultatene fra slike prosjekt blir som regel holdt innenfor firmaet og presentert gjennom nye produkter.

Produsentene av plantevernmidler er naturligvis sterkt interessert i og avhengig av en effektiv og sikker spredning av plantevernmidlene. Undersøkelsene som slike konsern utfører kan enkelte ganger også omfatte utvikling av nytt utstyr. Oftest omfatter prosjektene formulering av plantevernmidler, egenskapene til sprøytevæska, væskemengde pr. arealenhet, ulike doser og enkelte ganger innstilling og bruk av utstyret som markedsføres. Noen produsenter av plantevernmidler gir ut gode handbøker om sprøyting og om opplæring av sprøytemannskap.

3.2. Undersøkelser ved offentlige og halvoffentlige institusjoner

3.2.1. Danmark

Jordbrugsteknisk Institut, Kgl. Landbohøjskole, 2630 Tåstrup, har skaffet seg en del utstyr for undersøkelser med bl.a. åkersprøyter. Hittil er dette mest brukt til øvelser for studenter og måling av væskefordelingen fra spredebommer.

Statens Jordbrugstekniske Forsøg, Bygholm, 8700 Horsens, utfører offentlige prøver med plantevernutstyr. Institutionen har godt utstyr for å måle væskefordeling og dråpestørrelse. Fra 1977 har de også deltatt i forskningsprosjekt, blant annet sammen med Institutt for Ukrudtbekæmpelse, Flakkebjerg.

Skovteknisk Institutt, Vester Voldgade 86, 1552 København V, utfører enkelte undersøkelser med plantevernutstyr i skogbruket.

Ved Institut for Ukrudsbekæmpelse, Flakkebjerg, 4200 Slagelse, utføres det undersøkelser over sammenligning av dråpestørrelser, væskemengder og doser ved bekjempelse av ugras. Det er også utført undersøkelser over avdrift ved åkersprøyting.

Ved andre institutt innen Plantevernscenteret, for eks. ved Institut for Pesticider utføres også undersøkelser med plantevernutstyr. Ved forsøksstasjonene innen plantekultur, f.eks. Statens Forsøgsstasjon, Blangstedgaard, DK-5000 Odense, ble det tidligere utført undersøkelser i frukthager der plantevernutstyret var med i problemstillingen.

3.2.2. Finland

I Finland er det flere institusjoner og institutt som deltar i undersøkelser med plantevernutstyr. Undersøkelsene omfatter oftest ikke sjølve utstyret, men det går inn som en nødvendig del for å få gjennomført undersøkelsene.

Av institusjoner kan nevnes:

Lantbrukets forskningscentral och dess försöksstationer
 Skogsforskningsinstitutet
 Forskningscentralen för sockerbetsodling
 Vattenstyrelsen | > i samarbeide med växtskyddsanstalten
 Forststyrelsen | >
 Jyväskylä universitet
 Statens lantbrukskemiska anstalt
 Åbo universitet
 Helsingfors universitet, Jord- og skogsbruksfakulteten:
 Institutionen för Växtpatologi
 " " Lantbruks- och forstzoologi
 " " Trädgårdslära
 " " Växtodlingslära
 Statens veterinärmedicinska anstalt
 Vilt- og fiskeriforskningsinstitutet

Prøvingsanstalten for jord- og skogbruksmaskiner, Rukkila, 00001
 Helsingfors, 100 Finland, utfører vesentlig prøver med plantevernutstyr.

3.2.3. Norge

Fra 1954 har Landbruksteknisk institutt, 1432 Ås-NLH, utført undersøkelser med plantevernutstyr. Det er utviklet målemetoder og utstyr for undersøkelsene, bl.a. måling av væskefordeling fra dyser og spredebommer, væskefordeling på planter og avdrift. For dyser er det utført målinger av dråpestørrelse, væskefordeling og ensartethet. For åkersprøyter har undersøkelsene vesentlig omfattet væskefordeling fra spredebommer, avsetning av væske, arbeidssituasjon og avdrift. For ulike dysetyper har en undersøkt hvilken virkning dysemontering, dyseavstand, dysehøyde og arbeidstrykk har på væskefordelingen. Det er også undersøkelser over omrøring i væsketanker. Bevegelsene til ulike bomtyper i horisontal- og vertikalplanet ved åkersprøyting er målt.

På grunnlag av undersøkelser er det bl.a. utviklet og satt i produksjon dyser for ryggståkesprøyter, sprøyteutstyr for vanlige planteskoler, skogplanteskoler, jordbærfelt, kålvekster, utstyr for sprøyting under skjerm og forsøkssprøyter.

Institutt for maskinlære, Norges landbrukshøgskole, 1432 Ås-NLH, har ved studentenes hovedoppgaver (diplomoppgaver) belyst ulike problemer når det gjelder plantevernutstyr.

Det er utført omfattende undersøkelser med plantevernutstyr i frukthager og bærplantinger der epleskurv og gråskimmel er brukt som målestokk.

I samarbeid med Botanisk avdeling og Zoologisk avdeling ved Statens plantevern, 1432 Ås-NLH, har Landbruksteknisk institutt sammenlignet utstyr og metoder ved bekjempelse av tørråtesopp på potet og skadedyr i jordbær. Landbruksteknisk institutt og Ugrasbiologisk avdeling, Statens plantevern, har målt avdrift ved åkersprøyting og ved sprøyting fra helikopter. I 1983

- 1985 pågår et stort prosjekt der en sammenligner bl. annet dose, væskemengde, arbeidstrykk og ulike dyser ved ugrassprøyting.

Norsk institutt for skogforskning, 1432 As-NLH, og Landbruksteknisk institutt har sammenlignet ulike dråpestørrelser, væskemengder og doser ved sprøyting mot billeangrep på tømmervelter.

For å klarlegge arbeidssituasjon ved spredning av plantevernmidler samarbeider Landbruksteknisk institutt og Yrkesmedisinsk avdeling, Telemark Sentralsjukehus, Porsgrunn.

Enkelte forskningsstasjoner, f.eks. Statens forskningsstasjon Kise, 2350 Nes Hedmark, og Statens forskningsstasjon Ullensvang, 5774 Lofthus, har deltatt i undersøkelser med plantevernutstyr.

3.2.4. Sverige

Flere institusjoner ved Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), 75007 Uppsala har utført omfattende undersøkelser med plantevernutstyr. Institutionen för Lantbruksteknik har for eks. utført laboratorieundersøkelser over ensartetheten til dyser og avdrift fra enkeltdyser. - I diplomarbeider for studentene er det tatt opp flere emner med betydning for valg og bruk av plantevernutstyr. Fra 1982 har en tatt opp et stort prosjekt for å karakterisere sprøytedusjen.

Institutionen for växtodling, 75 007 Uppsala 7, har kastet lys over virkningen av ulike dråpestørrelser ved sprøyting mot ugras. I dag utføres det undersøkelser over virkningen av sprøytetidspunkt, væskemengder og doser ved bekjempelse av ugras. Virkningen av sprøyting mot gras med ulike dyser sammenlignes også. I flere av disse prosjektdelene deltar Institutionen för Lantbruksteknik.

Ved Skoghögskolan og den tidligere Statens växtskyddsanstalt, nå Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växt- och skogsskydd, er det også utført undersøkelser med plantevernutstyr.

Institutionen för trädgårdsvetenskap, 25 053 Alnarp, utfører undersøkelser med plantevernutstyr for frukthager og bærfelt.

Myndigheter innen skogbruk og Statens järnvägar har også deltatt i undersøkelser med plantevernutstyr.

Statens Maskinprovningar utfører omfattende prøver med plantevernutstyr.

3.2.5. Vest-Tyskland

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, 33 Braunschweig, Messeweg 11/12, har et "Institut für Anwendungstechnik". I tillegg til prøving av plantevernutstyr utfører instituttet undersøkelser med utstyr og komponenter for plantevernutstyr.

De enkelte "land", 11 i alt, har sine egne institutt for plantevern. Ved enkelte av disse instituttene, f.eks. Nordheim-Westfalen representert ved Münster Landwirtschaftskammer, Westfalen-Lippe, Institut für Pflanzenschutz, Saatgutuntersuchung und Bienenkunde, 4000 Münster, og i Bonn-Bad Godesberg, utføres det omfattende undersøkelser med plantevernutstyr.

Ved Landtechnik und Baumaschinen, Institut für Maschinenkonstruktion,

Technische Universität Berlin, Zoppoter Strasse 35, 1000 Berlin 33, utføres omfattende og grunnleggende undersøkelser med plantevernutstyr.

Tidligere ble det utført ganske omfattende undersøkelser med plantevern-utstyr ved universitetet i Göttingen. Her har det imidlertid ikke vært undersøkelser i gang i de seinere år.

Ved Universität Hohenheim, Abteilung für Technik im Obst-, Gemüse- und Weinbau, Stuttgart, utføres undersøkelser med plantevernutstyr. Dette har omfattet både frukthager, vinplantinger, korn, grønsaker, mm.

Ved forskjellige universiteter, høyskoler og forsøksstasjoner i plantekultur (jordbruk, hagebruk og skogbruk) utføres også undersøkelser med plantevernutstyr. Undersøkelsene med plantevernutstyr i Vest-Tyskland er meget omfattende.

3.2.6. Nederland

Afdeling "Landbouwtechniek" Landbouwhogeschool, Dr. S.L. Mansholtlaan 12, Wageningen, har i perioden 1965 - 1976 utført omfattende undersøkelser, spesielt med spredebommer. Dette gjelder ikke minst måle metodikk og måleutstyr. Spesielt har en undersøkt bombevegelsenes virkning på væskefordelingen både på tvers og langs av kjøreretningen med forskjellige dyser.

Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen (IMAG), Dr. S.L. Mansholtlaan 12, Wageningen, utfører også undersøkelser med plantevernutstyr både for hagebruk og jordbruk.

Instituttene i Wageningen som arbeider med forsøk og rådgivning innen plantevern, Instituut voor plantenziektenkundige onderzoek, Binnenhaven 12, og Plantenziektenkundige dienst, Geertjersweg 15, utfører også undersøkelser der plantevernutstyr er trukket inn.

Forsøksstasjonene i Nederland utfører en del forsøk med plantevernutstyr innenfor sine spesielle kulturer. Dette omfatter plantedyrking under glass og på friland.

3.2.7. Storbritannia

National Institute of Agricultural Engineering (NIAE), Wrest Park, Silsoe, Bedford MK45 4HS, har siden 1945 utført omfattende undersøkelser med plantevernutstyr. Instituttet er i dag delt opp i "Divisions". Under "Crop Engineering Division" sorterer "Spraying Department". I dag utgjør personalet 12 personer. Laboratorier, tegnekontorer og verksteder ved instituttet står til disposisjon for "Spraying Dep.".

Det er utført omfattende og grundige undersøkelser med tåkesprøyter og vanlige sprøyter. Dette gjelder utstyr for frukt- og bærplantinger, korn, poteter og grønnsaker. Produksjon av dråper, fordeling og avsetning er studert både i laboratoriet og ute på feltet. En har også arbeidet for å komme fram til et gunstig forhold mellom lufthastighet og luftmengde ved tåkesprøyting. I dag arbeider en både med roterende væskefordeler og elektrostatisk oppladning.

NIAE har også hatt prosjekter sammen med Weed Research Organization, Begbroke Hill, Sandy Lane, Yarnton, Oxford OX5 1PF; - National Vegetable Research Station, Wellesbourne, Warwick CV35 9EF og East Malling Research

Station, East Malling, Maidstone, Kent ME19 6BJ.

Weed Research Organization, som blir nedlagt i 1985, har i sine undersøkelser tatt opp problemer med ugrasssprøyting. Det gjelder særlig virkningen av ulike dråpestørrelser og væskemengder.

Ved Long Ashton Research Station, Long Ashton, BS18 9Af, er det gjennom mange år utført undersøkelser med plantevernutstyr for frukt- og bær dyrking. Det er også utviklet spesielt utstyr. I dag omfatter undersøkelsene elektrostatisk sprøyting, ulike væskemengder og doser m.m. En del av arbeidet som tidligere ble utført ved W.R.O. blir nå overført til Long Ashton, blandt annet bekjempelse av ugras i korn og grønsaker.

Ved Institute of Technology, Cranfield utføres omfattende undersøkelser med plantevernutstyr, blandt annet sprøyting fra fly.

Undersøkelser utføres også av Overseas Spraying Machinery Centre, Imperial College Field Station, Silwood Park.

3.2.8. Frankrike

I Frankrike utfører Centre National d'Expérimentation de Machinisme Agricole (CNEEMA), Parc de Tourvoie, 92160 Antony (Hauts-de-Seine), undersøkelser over plantevernutstyr. Studier som også kan omfatte plantevernutstyr utføres ved følgende institusjoner:

Institut Technique des Cérèales et des Fourrages, 8 Avenue du Prèsident-Wilson, 75116 Paris (ITCF)

Institut Technique de la Betterave, 45, Rue de Naples, 75008 Paris

Institut National de Vulgarisation pour les Fruits, Légumes et Champignons, 22, Rue Bergère, 75009 Paris.

Institut Technique de la Pomme de Terre, 14, Rue du Cardinal-Mercier, 75009 Paris

Association de Coordination Technique Agricole, 149, Rue de Bercy, 75579 Paris Cedx 12 (ACTA)

Chambre Syndicale de la Phytopharmacie et de la Protection des Plantes, 2, Rue Denfert-Rochereau, 92100 Boulogne

Fédération Nationale des Groupements de Protection des Cultures, 64, Rue La Boétie, 75008 Paris

Centre National de la Recherche Agronomique, Route de Saint-Cyr, 78999 Versailles

Ministère de l'Agriculture - Service Central de la Protection des Végétaux, 231, Rue de la Convention, 75015 Paris

3.2.9. USA

Det er ikke lett for amerikanerne, langt mindre for utlendinger å skaffe seg oversikt over hva som utføres av forskning med plantevernutstyr i USA. En kan slå fast at forskningen er meget omfattende. Det veksler noe fra stat til stat. Men stort sett er de fleste Agricultural Engineering Departments

ved universitetene engasjert i prosjekt med plantevernutstyr.

U.S. Dept. of Agriculture (USDA) er sterkt engasjert i undersøkelser med plantevernutstyr. Dette gjelder ikke minst arbeidssituasjon for mannskap og avdrift av plantevernmidler m.m. Det er omfattende prosjekt i gang der disse problemene angripes fra ulike sider. USDA lønner forskere og bevilger midler til mange prosjekter som omfatter plantevernutstyr. Agricultural engineering institutes ved universitetene i Maryland, Ohio, Illinois, Missouri og California (Davis) er eksempler på slike prosjekt.

"Agricultural Engineering Departments" ved universitetene i de enkelte stater utfører også med bevilgning over universitetenes budsjetter omfattende forskning. Denne virksomheten er ofte koordinert med det eller de prosjekt som vedkommende institutt får midler til fra USDA. Som eksempler på universitet som utfører omfattende undersøkelser med plantevernutstyr kan nevnes OHIO State University, University of Illinois, Iowa State University, University of Missouri, Columbia, og University of California.

Undersøkelsene omfatter sprøyting både fra bakken og fra lufta i hagebruk, jordbruk og skogbruk. Problemene som tas opp omfatter virkningen av behandlingen, arbeidsforhold for mannskap, avdrift m.m.

American Society of Agricultural Engineers (ASAE), St. Joseph, Michigan 49 085 har en egen komite for "Agricultural Chemical Application". Komiteen har medlemmer fra forskning, fra veiledningstjenesten og fra firmaer som produserer plantevernutstyr og plantevernmidler. Komiteen har flere arbeidsgrupper som arbeider godt. Det er også tverrfaglige kontakter til zoologi, mykologi, herbologi og toksikologi.

Både USDA, universitetene og andre institusjoner som f.eks. American Association for Vocational Instructional Materials (AAVIM), Athens, Georgia 30 602, legger ned et stort arbeid for å omsette forskningsresultatene i praksis. Dette gjelder kursmateriell og instruksjonsbøker for sprøytemannskap. Et fint eksempel på slike publikasjoner er: "Applying Pesticides" Management - Application Safety" (AAVIM) 1980.

LITTERATUR

LANDBRUGSÅRBOG, 1975: Det Kgl. danske Landhusholdningsselskab, Kbhv.

MUKULA, J. & RUTUNEN, E., 1967: Chemical Weed Control i Finland i 1887-1965. Serie Agricultura N. 31. Vol. 8. Helsinki.

LANDBRUKSTEKNISK INSTITUTT: Arsmeldinger

STATENS PLANTEVERN: Arsmeldinger fra og med 1971.

AHLBORG, U.G. m.fl., 1978: Bekämpningsmedlen - användning och risker. 235 s. LT's förlag, Stockholm

BARTELS, R. m.fl., 1973: Pflanzenschutz in der Bundesrepublik Deutschland. 95 s. Bonn-Bad Godesberg.

MINISTERIE VAN LANDBOUWEN VISSERIJ, 1971: Index op het Landbouwkundig onderzoek in Nederland. 237 s. 's-Gravenhage

IMAG, 1977: Jaarverslag 1976 Tuinbouw en Recreatie. 75 s. Wageningen

- IMAG, 1977: Jaarverslag 1976. Akkerbouw 65 s. Wageningen
- LONG ASHTON RESEARCH STATION, 1977: Annual Report 1976. 208 s. Bristol
- NIAE, 1974: Programme of Research 1974-1975. 21 s. Bedford
- NATIONAL VEGETABLE RESEARCH STATION, 1976: Annual Report 1975. 159 s.,
Willesbourne, Warwick
- WEED RESEARCH ORGANIZATION, 1976: Sixth report 1974-1975. 109 s. Oxford
- AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS, 1976: Newsletters (from
different committees). Chicago
- AAVIM, 1980: Applying Pesticides Management - Application Safety,
96 s., Georgia, USA

4. PRØVING AV PLANTEVERNUTSTYR

Norden

I Norden, untatt Finland, er prøving av landbruksmaskiner frivillig. Det vil si at firmaene bestemmer sjøl om de vil sende utstyr til prøve. I Finland er det en lov som gir prøveanstalten rett til å få en maskin til prøve.

Følgende institusjoner prøver redskaper og maskiner i Norden: I Danmark utføres prøvingen av landbruksmaskiner ved Statens Jordbrugstekniske Forsøg, Bygholm, 8700 Horsens.

I Finland tar Provningsanstalten för jord- och skogbruksmaskiner, Rukkila, 00001 Helsingfors, seg av prøvene.

I Sverige er det Statens Maskinprovningar, 75007 Uppsala, med avdelinger i Alnarp og UMEÅ som tar seg av prøvene. Hittil har plantevernutstyret blitt prøvd ved avdelingen på Alnarp, 23 053 Alnarp.

I Norge er det Landbruksteknisk institutt, 1432 Ås-NLH, som utfører prøvene. Prøvene utføres både i Ås og ved instituttets avdeling på Voss, Landbruksteknisk institutt, Rykke, 5720 Palmafossen.

Ved prøving av åkersprøyter er det ikke satt opp bestemte krav til sprøytene. Sprøytene kan derfor ikke godkjennes på grunnlag av prøvene. Det blir derimot nevnt i prøvemeldingen om f.eks. dysene oppfyller bestemte krav. Så langt en kjenner til, er sprøyting med helikopter i Norge det eneste tilfelle i Norden at det kreves offentlig godkjenning av sprøyteutstyret. Det er Landbruksteknisk institutt som gjør dette på vegne av Landbruksdepartementet.

Prøvene kan utføres som enkeltprøver eller serieprøver. I Norge utføres både orienterende og offentlige prøver. Orienterende prøver er en prøvesak mellom innmelder og Landbruksteknisk institutt. Det heter i reglene at hvis prøvemaskinen markedsføres uforandret kan prøverapporten offentliggjøres. Hittil har en ikke hatt slike tilfelle. Ved offentlig prøve blir resultatene offentliggjort.

Er resultatene fra prøvene dårlige, kan meldingen holdes tilbake. Da må det innen en bestemt tidsfrist sendes et nytt og forbedret eksemplar til prøve.

I Sverige er bestemmelsene som Statens Maskinprovningar praktiserer omtrent de samme som i Norge. Resultatene fra offentlig prøve blir offentliggjort. Ved konfidensiell prøve blir meldingen ikke offentliggjort når maskinen ikke omsettes. Blir den markedsført kan meldingen offentliggjøres.

Om Statens Maskinprovningar etter forespørsel til forhandler (produsent) ikke får maskin til prøve, kan styret vedta at de likevel skal prøve maskinen. Dette kan foregå ved å kjøpe en maskin eller samarbeide med en praktiker som har en slik maskin.

Sverige har også en frivillig kontroll av åkersprøyter ute i praksis. Kontrollen, som har startet i Sør-Sverige, er basert på forskrifter i den tyske kontrollen.

I Danmark følger Statens Jordbrugstekniske Forsøg den samme praksis som i Norge og Sverige. Om en fabrikant eller forhandler ikke leverer en maskin til prøve kan Statens Redskapsprøver kontakte Landsudvalgets konsulenter i Århus. De oppfordrer da fabrikant eller forhandler til å stille en maskin til disposisjon for prøving. Dette går da som regel i orden. I alle de nordiske land er det utført prøver med plantevernutstyr, blant annet tåkesprøyter, etter 1945. Prøver med plantevernutstyr ble også utført i 1940. Under kapittel 2. er det nevnt litt om når prøving kom igang i de nordiske land. Her skal en nevne at det ble utført svært grundige og omfattende prøver i Danmark i 1920. En undersøkte blant annet hvordan forskjellige sprøytevæsker virket inn på metaller og pakninger. Som konklusjon er det "Vejledende Bemærkninger om de forskellige Sprøytetyper". - I det hele tatt er dette en publikasjon som nok mange ville være bekjent av å ha skrevet i 1985.

Plan for prøvene og gjennomføring av prøvene varierte tidligere fra institusjon til institusjon. Dette var en vesentlig årsak til at det var vanskelig og overføre resultatene fra land til land. I dag er dette problemet, iallfall når det gjelder åkersprøyter, løst ved nordiske og ISO standarder for prøvemeter og utstyr.

Vest-Tyskland

Die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (B.B.A.) er forbundsrepublikkens institusjon for plantevern. Institut für Anwendungs-technik (B.B.A.) utfører prøvene med plantevernutstyr. Prøvene er frivillige. Nærmere regler for prøvene er gitt i "Prüfungsordnung für Pflanzenschutzgeräte". Hvis utstyret under prøvene oppfyller de nevnte krav blir det "Amtlich geprüft und anerkannt". Et merke som viser dette kan klebes på utstyret. - Såvidt en kjenner til er Vest-Tyskland det eneste land i Vest-Europa som praktiserer en ordning med godkjenning. En kjenner heller ikke til noe annet land hvor et biologisk institutt utfører prøvene med plantevernutstyr. I andre land er det spesielle institusjoner for maskinprøver eller avdelinger ved landbrukstekniske institutt som tar seg av dette.

I Vest-Tyskland er det også en "Freiwillige Kontrolle von Pflanzenschutzgeräten". Det vil si kontroll av sprøyter som brukes i praksis. For denne frivillige kontrollen er det satt opp spesielle retningslinjer:

1. Anerkjennelse av de som skal utføre kontrollen.
2. Utstyr m.m. som skal brukes ved prøvene.
3. Retningslinjer for kontrollen av åkersprøytene.

Foreløpig er det ikke midler og personale til fullstendig gjennomføring av den frivillige kontrollen. - I enkelte distrikter er det likevel en ganske omfattende kontroll. I Bayern er det i perioden 1969-1976 kontrollert 13 913 sprøyter. Pr. år utgjør det allikevel for årene 1975 og 1976 bare 6 - 8 % av samtlige sprøyter i bruk i Vest-Tyskland.

Nederland

Etter sammenslåingen av ITT og ILR til IMAG (Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen) er det dette institutt som utfører prøvene med landbruksmaskiner, både enkeltprøver og serieprøver. I de seinere år er det prøvd både åkersprøyter og annet plantevernutstyr. - Som i Norden angis kvaliteten av væskefordelingen fra spredebommer ved variasjonskoeffisienten.

Instituut voor Tuinbouwtechniek (ITT), Wageningen, forsøkte tidligere å korte inn prøvetiden vesentlig ved "Gebruikswaardeonderzoek". Fritt oversatt er det "Undersøkelser av bruksverdien". På grunnlag av prøver ble det publisert "Globale beorddelingen". Det vil si en "bred" vurdering av utstyret. I motsetning til annen prøving gjøres dette raskt unna. Strengt nødvendige målinger utføres og utstyret vurderes av kvalifiserte fagfolk. Meldingene kan foreligge 3 - 4 måneder etter at utstyret er levert til prøve. En kan spørre om dette ga fullgod prøving. Dette var det sjølsagt delte meninger om. I mange tilfeller ga meldingene de fleste data og opplysninger som praktikerne var interessert i. - Da får en heller risikere at ikke alle prøvemeldinger er fullkomne.

Storbritannia

Tidligere ble prøving av landbruksmaskiner utført ved Agricultural Testing Department, NIAE, Silsoe, Bedford MK45 4HS. Etter omorganisering av instituttet blir det bare utført prøver med traktorer og traktorutstyr av "Tractor and Cultivation Division". I dag prøves det derfor ikke hverken plantevernutstyr eller andre landbruksmaskiner ved NIAE.

Overseas Spraying Machinery Centre, Imperial College Field Station, Silwood Park, Ascot, Berks. SL5 7PY, England, prøver mindre plantevernutstyr som ryggssprøyter og ryggståkesprøyter. Mesteparten av utstyret som prøves, er beregnet på Afrika og Asia. Midlene til drift av instituttet kommer fra staten og fra organisasjoner, som f.eks. World Health Organization.

Irland

Agricultural Engineering Department, Oak Park, Carlow, Ireland, prøver landbruksmaskiner, blant annet sprøyter. Prøvene ser ut til å være grundige og omfatter mesteparten av det som er tatt med i nordisk standard.

Andre land

Frankrike, Italia, Ungarn, Polen m.fl. har offentlig prøving av plantevernutstyr.

5. STANDARDISERING

Metoder og utstyr ved prøving

Norges Standardiseringsforbund tok opp arbeidet med å standardisere plantevernutstyr i 1966. Følgende standarder ble utarbeidet:

- NS 1168 Plantevernutstyr - sprøyting - terminologi. Des. 1968
- NS 1169 Plantevernutstyr - dataskjema for åkersprøyte. Des. 1968
- NS 1170 Plantevernutstyr. Regler for prøving av åkersprøyte. Des. 1968
- NS 1171 Plantevernutstyr. Regler for prøving av hydrauliske dyser. 1968

Etterhvert kom det på grunnlag av de norske standarder i gang et nordisk samarbeid på dette området. Komiteen som fremmet forslag til nordiske standarder hadde medlemmer fra Finland, Danmark, Norge og Sverige. Dansk Standard DS 6023 - 1974 som bygger på dette nordiske forslaget, ble også tatt i bruk i Norge (NS 1172), Sverige og Finland. Det foreligger nå meldinger om prøver utført på grunnlag av nordisk standard i alle de nordiske land. Eksempler på dette er:

Meddelande 2126 (Lantbruksspruta Hardi typ 1300 KP 500) fra Statens Maskinprovningar, Sverige,

Meddelelse 1253 (Lindinger marksprøjte model 610) fra Statens Redskabsprøver, Danmark,

Melding nr. 408 (Prøve med Kubberuds åkersprøyte) fra Landbruksteknisk institutt, Norge, og

Test report 915 - 1975 - (Cropsprayer EHO 4/600/10) fra Vakola, Finland.

Sjøl om det foreløpig er noe forskjell på framstillingen og presentasjonen av resultatene er det ikke noe problem å utnytte resultatene over landegrensene. Meldingene er klare, utførlige og grundige.

ISO har på grunnlag av nordiske standarder tatt opp arbeidet med å standardisere plantevernutstyr (ISO/TC23/SC 6). Det er allerede sendt forslag til generalsekretariatet når det gjelder metoder og utstyr ved prøving av dyser. Forslag for åkersprøyter (metoder og utstyr ved prøving) er under utarbeiding. Dette bygger vesentlig på nordiske standarder. Det foreligger også forslag om standard for dimensjon på dysespisser, kopper m.m.

ASAE i USA har utarbeidet forskjellige standarder. Det gjelder både måleutstyr og metoder ved undersøkelser med plantevernutstyr. En kan ikke se at det foreligger noen standard for prøving av dyser og åkersprøyte.

Datablad

Datablad for åkersprøyter er standardisert i Norden. Det følger nå med standarden for prøving av åkersprøyter.

I ISO er det foreløpig ikke vedtatt noe om datablad skal standardiseres.

Terminologi

Etter komitéarbeidet i de nordiske standardiseringsforbund er det utarbeidet

terminologi for sprøyting i alle de nordiske land. ISO har også en komité for arbeider med forslag til standard for terminologi ved sprøyting.

Agricultural Chemical Application Committee, Power and Machinery Division, ASAE i USA har utarbeidet et forslag, april 1976, for "Pesticide Application Terminology". Dette dekker metoder, utstyr og komponenter i utstyret.

Plantevernutstyr

I Tyskland er en del komponenter i plantevernutstyr standardisert. I Norden har vi ingen slike standarder. Fra arbeidet i ISO (TC23/SC 6) ser det heller ikke ut til at det vil bli fremmet noe omfattende forslag. Når det gjelder dyser og de enkelte deler som dysemutter (cap), spiss (tip), dysekropp (body) er situasjonen meget vanskelig for praktikerne. For en åkersprøyte utstyrt med et dysefabrikat kan det være behov for å bruke dyse-spiss av et annet fabrikat. I dag er dette meget vanskelig - i flere tilfeller umulig. Ved spesielle dysekapper er det nå mulig for eks. å bruke for eks. Spraying Systems dysetipper på Hardi spredebom.

6. FORSKRIFTER, REGLER OM VALG, INNSATS OG BRUK AV PLANTEVERNUTSTYR

I Norge har vi forskrifter om spredning av plantevernmidler fra luftfartøy. Her går det fram hvem som kan utføre sprøyting fra helikopter, hva som kreves av den som har autorisasjon o.s.v. Det er videre gitt regler for arbeidstrykk, væskemengder pr ha, avstand fra sprøytedrag til hus, vatn m.m.

Landbruksteknisk institutt skal godkjenne utstyret hvert år og gi råd om innsats og bruk. Landbruksdepartementet arbeider også med forskrifter om sprøyting i skogen. Det har også vært arbeidet med forslag til forskrifter om valg, innsats og bruk av plantevernutstyr i parker, hager, offentlige veier m.m. Dette er ikke satt ut i livet foreløpig.

I Sverige har en offentlig oppnevnt komite fremmet ganske omfattende forslag angående bruk og spredning av plantevernmidler. (WENNERLUND (1984)). I følge forslaget skal åkersprøyter typegodkjennes av Statens Maskinprovningar. Det skal ikke være tillatt å sprøyte fra lufta hverken i skog-, jord- eller hagebruk.

U.S.A., har i endel stater, forskrifter om spredning av plantevernmidler. Her tar en blandt annet sikte på å bestemme hva slags kurs sprøytemannskapet skal ha, under hvilke værforhold en kan sprøyte o.s.v.

Myndighetene i de ulike land forsøker nå å få mer kontroll med spredningen av plantevernmidler. Hittil har praktikerne stort sett stått ganske fritt når det gjelder utstyr og metoder ved spredning av plantevernmidler.

WENNERLUND, INGER., 1984: Nej til flygbesprutning i landbruket.
LAND, nr. 38.21. sept.

7. PLANTEVERNMIDDEL OG PLANTEVERNUTSTYR

Ut fra hvordan plantevernmidlene som brukes ved sprøyting og tåkesprøyting oppfører seg når de blandes med vann, kan de deles i tre grupper som gir:

1. Ekte oppløsninger
2. Emulsjoner
3. Suspensjoner

I en ekte oppløsning er plantevernmidlet helt løst i væska. Den er altså ikke grumsete og danner ikke botnfall eller sjikt med ulike konsentrasjoner. tåkesprøyting

Emulsjoner og suspensjoner er begge oppslemminger. I en emulsjon består det oppslemmede materialet av små dråper, f.eks. olje i vann, mens det i en suspensjon er faste partikler i væska.

Eksempler:

Ekte oppløsning: Natriumsalt av 2M-4K eller enkelte kvikksølvmidler i vann. Det er dessverre få midler i denne form.

Emulsjon: Karbolineum og esterforbindelser av 2, 4-D og 2, 4, 5-T i vann.

Suspensjoner: Bordåvæske, svovelmidler, zineb, orthocid, DDT m.fl. i vann samt en hel del av de nyere plantevernmidler.

Det er innenfor den sistnevnte gruppen vi idag finner de fleste plantevernmidler.

For å holde væsken i den samme konsentrasjon fra tanken er full til den er tom, er det nødvendig med omrøring i væsketanken. Her stiller de forskjellige plantevernmidler ulike krav. Ekte oppløsninger krever ingen omrøring. Dette er derimot nødvendig for suspensjoner og emulsjoner. Jo høyere konsentrasjon, jo større krav stilles det til omrøring. Oppførselen til et plantevernmiddel kan forandre seg meget med konsentrasjon. Det vil si fra å være et brukbart middel å handtere til å bli ubrukelig. Derfor er det viktigere med omrøring i tåkesprøyter enn i vanlige sprøyter. Mange suspensjoner setter seg av i rør, slanger og dyser. Det gjelder da å få en viss hastighet på væska, samtidig som motstand i rørene ikke blir for stor. Her må en finne fram til et kompromiss. Systemet bør gjøres godt reint før midlene tørker og setter seg fast. Nyere plantevernmidler og formuleringer ser imidlertid ut til å stille mindre krav til omrøring enn midler som ble brukt tidligere f.eks. koppermidler.

Omrøring i væsketanken kan for eks. foregå på følgende måter:

1. Ved en roterende aksel påmontert blad eller propeller.
(Tåkesprøyte, sprøyter for frukthager.)
2. Med returvæske.
 - a) Returslangen legges i bunnen av tanken (åkersprøyter).
 - b) Returvæske føres gjennom et rør med åpningen i bunnen av tanken.
 - c) Spesielle dyser monteres på enden av slangen for returvæske. En del væske injiseres her inn i dysen fra væsketanken, slik at en får øket virkning av returvæska.

Væsketankens form har stor betydning for hvor lett det er å holde væska i ens konsentrasjon (NORDBY 1961). Lengden bør som regel ikke være mer enn 1,5 x høyde eller bredde. Sylindriske eller tilnærmet sylindriske væsketanker som tilfredstiller dette kravet er gunstige for omrøringen.

Akersprøyter er det plantevernutstyret som det spres mest plantevernmidler med.

Foregår omrøringen ved hjelp av væske gjennom returslangen, bør væskemengden som kommer ut av slangen være 6-10 l pr. min for hver 100 l som væsketanken rommer. Dette er tilfredsstillende inntil en vis tankstørrelse. YATES & AKESSON (1963). For væsketanker (sylindriske) kan en beregne hvor mye returvæske som skal til for å gi en komplett omrøring i væsketanken i løpet av et minutt.

$$Q = \frac{0,524 \cdot V \cdot F_s}{p}$$

litert væske, gjelder for sylindriske tanker

Q = Minste returvæske i 1 pr. min

V = Tankinnhold i l

F_s = Faktor som angir hvor vanskelig det er å holde en gitt suspensjon i fullstendig omrøring.

p = Trykk i bar ved dysene for omrøring

Faktoren F_s, 0,43, er for sprøytevæske som består av 1,2 % svovelpulver og for 6 % svovelpulver 0,87. For faktoren 0,43 blir Q ca. 30 l. Væsketanken rommer 400 l og arbeidstrykket er 3 bar. Dette gir ca. 7,5 l pr. 100 l væske som tanken rommer.

Ute i praksis er det mange åkersprøyter som har for dårlig røreverk. Årsakene er at i 70 årene ble det ofte brukt for små pumper i åkersprøytene. Endel pumper er også slitt og har tapt noe av yteevnen.

Når det gjelder effektbehov og virkningsgrad for ulike typer av røreverk og krav til røreverk, foreligger det en del data. YATES & AKESSON (1963).

FRENCH (1942) har utarbeidet formler for væsketanker med propeller. Her tar han blandt annet for seg, hastighet til propell, total vidde av propellen, tanklengde m.m.

Plantevernmidlene består ikke bare av det virksomme stoff. De er tilsatt sprede- og klebemiddel. Dessuten er de også tilsatt fyllstoffer for å få en passende konsentrasjon av virksomt stoff. Fruktresprøyter og tåkesprøyter har oftest propellrøreverk i væsketanken. Når en bruker 6-10 x (6 til 10 ganger normal konsentrasjon), kan en for enkelte midler få så sterk skumdannelse i væsketanken at det forstyrrer sprøytinga. Dette kan en rette på ved å ta av ett eller to blad på propellen eller sette på mindre blad. En kan oppnå det samme ved å redusere turtallet. Endel åkersprøyter har omrøring i to trinn, to intensiteter. Da kan en lettere holde orden på skumdannelsen.

Flere såkalte syntetiske stoffer er idag tatt i bruk for ulike komponenter i plantevernutstyr. Det er også mange typer i bruk av plantevernmidler. Om enkelte plantevernmidler kan føre til slitasje eller skader på ulike komponenter er det ingen som har full oversikt over idag. Det foregår undersøkelser i Tyskland med dyser av plast, messing, stål m.m. for å studere virkningen av ulike viktige typer av plantevernmidler. Resultatene er av og til overraskende. Dette blir nærmere diskutert under kap. 9.5.5.7.

En del suspensjoner, f.eks. sprøytevæske laget av plantevernmidler som inneholder kopper, har slipende egenskaper. Dette gir stor slitasje på ventiler, dyser og pumper (rullene i rullepumper). Siden slike sprøytevæsker brukes lite idag, har dette mindre betydning.

Natriumklorat kan tære sterkt på rullene i rullepumper, og dessuten virker det sterkt korroderende på lettmetall, f.eks. motorhus og viftehus i ryggtakesprøyter.

Svovelsyre som idag nærmest er en kuriositet som plantevernmiddel og andre etsende midler stiller bestemte krav til plantevernutstyret. Bronse, messing og plast er ganske slitesterke materialer når det ikke brukes over 5 % styrke av svovelsyre.

Ammoniummolybdat som kan tilføres planter som lider av molybdenmangel, ødelegger sprøyter med tank av kaldvalset messing. Korrosjon av NH_4 fører til sprekkdannelse i væsketanken. Ved sprøyting med slike sprøyter bør en isteden bruke natriummolybdat. Det skader ikke sprøytene. Sprøyter med tank av kopper eller plast kan brukes for begge molybdatene. I dag er det nesten bare væsketanker av plast.

White spirit, ugrasolje og parathion kan ha uheldig virkning på pakninger og membraner i sprøytene. Membraner og pakninger av plast står seg mot White spirit og parathion.

Sjøl ekte oppløsninger som TCA-væske kan inneholde en del faste partikler som forurensninger. Disse bør en sile omhyggelig fra ved fylling av væsketanken, ellers kan en få sterk slitasje på pumpene og tetting av dyser under sprøyting med åkersprøyter. Ved spesielle arbeider settes det ekstra store krav til røreverket. Ved behandling av granplanter før utplanting brukes 2 % DDT i LTI sprøytetunnel. Her er det nødvendig med spesielle rør for returvæske og rikelige væskemengder til omrøring. I åkersprøyter brukes 2-3 kg TCA i 20-40 l vann pr. dekar. Her kan sprøytinga utføres uten at en får etsende virkning på sjølve plantevernutstyret. Tilføres den samme mengde i 4-5 l vann pr. dekar, f.eks. fra helikopter, tærer væsken meget sterkt på malingen og det elektriske ledningsnett. Dette satte en stopper for sprøyting fra helikopter med TCA. Sprøytevæska er også ubehagelig å ha med å gjøre i så sterk konsentrasjon.

I ryggtakesprøyter og ryggsprøyter ble væsketanker av plast tatt i bruk i 1961. Plasttanker og tanker av glassfiberarmert plast er fra 1964 vanlig i åkersprøyter og taikesprøyter fra traktor.

For å hindre at forurensninger fører til slitasje på pumper og tetter til dyser må det være sil i fylleåpningen på tanken og på sugesida av pumpa.

Enkelte dyser har sil. Det er delte meninger om det er til noe nytte. Er den for finmasket, har den lett for å tettes igjen, slik at både væskemengden og væskefordelingen forstyrres. Da er det bedre å ta ut silen.

Noen ugrasmiddel f.eks. Ramrod (Propachlor) kan bygge seg opp i flatdyser ved for svak omrøring i væsketanken. Det kan føre til dårlig væskefordeling og nedsatt væskemengde pr. arealenhet. Dårlig omrøring har delvis vært skyld i dette.

LITTERATUR

FRENCH, O.C., 1942: Spraying equipment for pest control.
California, Agr. Exp. Sta. Bull

NORDBY, A., 1961: Forsøk med taikesprøyter i frukthager. Melding fra
NLH 1961. Forsøksmelding nr. 6 fra LTI, 40 s. ill.

- WEBER, A.P., 1963: Selecting Propeller Mixing. Chem. Eng. 2. sept.
- ZEMMER, H., 1954: Methoden zur Prüfung von Pflanzenschutzmitteln LIX. Nachrichten-Blatt, Dt. Pflanzenschutzd. 6, 57-58 ill.
- YATES, W.E. og Akesson, N.B., 1963: Hydraulic Agitation Requirements for Pesticide Materials. Transact. of the ASAE 6 (3) 202-205, 208 ill.

8. FORDELING OG AVSETNING AV PLANTEVERN MIDLER

Ved spredning av plantevernmidler er målsettingen å plassere væska eller dråpene der de gjør størst virkning. I praktisk plantevern vil derfor kravene til fordeling og avsetning av plantevernmidler bli svært forskjellige alt etter kultur, vekststadium, plantevernmidler og hva som skal bekjempes. Det fundamentale problem ved spredning av plantevernmidler er å oppnå maksimalt dekke (belegg) på objektene med minst mulig væskevolum og dose. Samtidig må risikoen for avdrift være liten.

Mer kunnskap om fordeling og avsetning av sprøytevæske, samt dannelse av belegg med plantevernmidler på plantene er nødvendig. For ugrasmiddel skal, alt etter virkemåte og bruk, væska avsettes i jorda, oppå bakken, på ugrasplanter i vekst (både urteaktige og treaktige), m.m.

Ved bekjempelse av skadedyr skal midlene f.eks. innblandes i jorda, avsettes oppå bakken, avsettes på insekt i flukt, avsettes på insekt på planter, avsettes på plantene m.m.

For soppmiddel skal som regel midlene avsettes på sjølve plantene. Væska kan ha som oppgave å gi et beskyttende dekke av sprøytevæske på plantene mot soppangrep eller drepe sopp som allerede finnes på plantene.

Når en i tillegg nevner at plantevernmidlene har svært forskjellig virkemåte, må kravene til fordeling og avsetning av sprøytevæske bli svært ulike i praksis.

Det foreligger solide kunnskaper og erfaringer når det gjelder avsetning og fordeling av dråper på objekter. Sjøl om ikke alt dette kan overføres direkte til plantevern, kan en bruke disse kunnskapene.

Hvordan en finfordeler væske til dråper og karakteriserer dråpene som en dyse leverer er behandlet i kap. 9.5. Alt etter utstyr og innstilling (l/min. og arbeidstrykk) kan dråpediameteren være fra 10 μm til 1000 μm . Utgangshastigheten til dråpene (hastighet idet dråpen forlater dysen) kan alt etter arbeidstrykket være fra 10 m/s til 70 m/s.

8.1. Avsetning og fordeling av dråper på kunstige objekt med glatt, plan overflate

Bevegelse til dråper i luft

Dråper som beveger seg i luft utsettes for motstand (drag). Det er flere faktorer som påvirker dette, f.eks. dråpestørrelsen, dråpeform, luftens egenvekt, luftens viskositet og dråpens hastighet i forhold til luftens. Når en dråpe beveger seg i stille luft (fritt fall) påvirket av

tyngdekraften vil hastigheten øke inntil motstanden er lik tyngdekraften. Dråpen vil da innta en svevehastighet (endehastighet). Denne hastigheten påvirkes sterkt av dråpestørrelsen. Svevehastigheten for en dråpe med diameter på 10 μm er 0,3 cm/s. For en dråpe med 260 μm diameter er svevehastigheten ca 1 m/s.

Fig. 1 viser dråpehastighet, tilbakelagt strekning til vanndråper og "flyvetid". Utgangshastigheten er 20 m/s (arbeidstrykk ca. 3 bar). En dråpe med diameter 100 μm vil i løpet av 0,1 s oppnå sin svevehastighet på ca 0,27 m/s. Da har den tilbakelagt 0,2 m. En dråpe med diameter på 200 μm vil nå svevehastigheten etter 0,2 s. Da har den tilbakelagt 62,5 cm. For større dråper avtar utgangshastigheten atskillig langsommere. I en meters avstand fra dysen har dråper med diameter 500 μm og 1000 μm fremdeles en hastighet på henholdsvis 7 og 13 m/s. Dråpestørrelsen og utgangshastigheten har stor betydning for hvor langt og med hvilken hastighet dråpene beveger seg.

8.1.1. Fordampning - levetid

Dråper i bevegelse i luft er utsatt for fordampning. Levetiden (hvor lenge en dråpe eksisterer) varierer med værforhold, (temp., fuktighet) og dråpestørrelsen.

Levetiden til en dråpe i luft er proporsjonal med kvadratroten til dråpediameteren. (EISNER et al. 1960). Tabell 3 viser at dråper med diameter fra 50-100 μm har liten interesse ved praktisk sprøyting på friland. Temperatur og luftfuktighet ved sprøyting i Norden er som regel ganske gunstig, iallfall i forhold til sydligere land.

Tabell 3. Levetid og tilbakelagt veg ved fullstendig fordampning for fallende vanndråper i stille luft (AMSDEN 1962) *Gjelder for alle dråper*

Opprinnelig dråpediameter μm	Lufttemp. 20 ⁰ C Rel. fukt. 30 %		Lufttemp. 30 ⁰ C Rel. fukt. 50 %	
	Levetid i s	Tilbakelagt veg i m	Levetid i s	Tilbakelagt veg i m
200	200,0	81,7	56,0	21,0
100	50,0	6,7	14,0	1,8
50	12,5	0,1	3,5	0,03

Forholdene under sprøyting i Norden vil som regel være mer lik de to første kolonner i tabell 3 enn de to siste.

8.1.2. Betingelser for avsetning av væske på objekt

Luft som passerer et objekt inntar et bestemt strømningsmønster. Strømningsmønsteret i fronten av en sylinder forandrer seg ikke noe særlig innenfor de aktuelle hastigheter ved avsetning av væske. Se fig. 2. Er dråpene så små at svevehastigheten er tilnærmet 0 vil de følge luftstrømmens

baner. De vil bare sette seg av på objektet hvis de beveger seg i senterlinjen mot objektet.

Etterhvert som dråpediameteren øker, blir dråpenes bane mindre påvirket av forandring i lufthastigheten i fronten av objektene. Det vil si at etterhvert som diameteren øker, følger dråpene mer en uforstyrret strøm. Banen til en dråpe med diameter 100 μm vil nesten ikke påvirkes av en sylinder med 3 mm diameter. Det vil si at praktisk talt alle dråper som beveger seg mot sylindren i en bane lik diameteren til sylindren vil avsettes på den.

Oppsamlingseffektivitet (catch - collection efficiency) er: Prosent avsetning pr. tidsenhet av dråper på objektet i forhold til dråper som beveger seg uforstyrret, vinkelrett mot vedkommende objekt.

Dette problemet er nærmere behandlet i kap. 21. Fig. 3 viser oppsamlingseffektivitet for ulike dråpestørrelser på sylindre med 1 mm og 10 mm diameter. Av figuren går det fram:

- a. Avsetningen øker med dråpestørrelsen.
- b. Avsetningen øker med dråpe -lufthastigheten.
- c. Avsetningen pr. overflateenhet til objektet øker etterhvert som størrelsen til objektet avtar.

8.1.3. Fordeling av dråper på objektet

Små dråper har en tendens til avsette seg i ytterkantene av objektene. Det skyldes at dråper som føres mot objektene i nærheten av objektaksen får øket hastighet og føres ut mot kantene av objektene. Dråper som fører mot kantene av objektivet vil som regel avsettes der. Større dråper, vil som tidligere nevnt, følge en uforstyrret bane og fordeles utover objektet.

Små dråper kan også bli avsatt på baksiden av objektene. Her er det nesten ingen luftbevegelser. Fra kantene av objektene kan det dannes en svak strømming mot baksida av objektene. Små dråper kan følge med i denne strømmen og avsettes. Det vi har nevnt hittil gjelder avsetning på objekt med glatte og plane overflater.

8.2 Fordeling og avsetning av væske ved sprøyting

YOUNG (1979) har studert retensjon og belegg med sprøytevæske på plantene (plantedeler). I en skisse har YOUNG forsøkt følgende:

1. Inndele i trinn hva som skjer ved sprøyting
2. Vise hvilke faktorer som påvirker dråpene fra de dannes til de avsettes på plantene
3. Foreslå målemetodikk for å klarlegge de ulike trinn

I fig. 4 har en forsøkt å videreføre endel av YOUNG's skisse.

Fordeling og avsetning av sprøytevæske er et omfattende og vanskelig emne. Her blir det lagt mer vekt på de sprøytetekniske enn de biologiske faktorer.

En vil konsentrere seg om følgende punkter:

1. Produksjon av dråper
2. Transport av dråpene til målet
3. Avsetning på objektene, f.eks. plantedeler
4. Dannelse av belegg med plantevernmidler på plantene
5. Transport (bevegelse) av plantevernmiddel på plantene
6. Virkning av behandlingen (biologisk)

Punkt 2 og 3 samt punkt 5 og 6 blir i teksten slått sammen til henholdsvis punkt 8.2.2. og 8.2.4.

8.2.1. Produksjon av dråper

Ved sprøyting med hydrauliske dyser finfordeles væska til dråper med diameter fra 10 μm og oppover til 1000 μm eller mer. Alt etter dysetype, kapasitet og arbeidstrykk kan en til en viss grad regulere dråpestørrelsen (den midlere volumdiameter). Likevel får en dråpene fordelt over flere størrelsesklasser som tilsammen kan spenne over f.eks. 600 μm eller mer. Med roterende skive kan en innen visse grenser lage dråper av ønsket størrelse. Ulike dysetyper og produksjon av dråper er utførlig behandlet i Kapittel 9.5., Vanlig sprøyting.

Det stilles ulike krav til dråpestørrelse ved bekjempelse av ugras, sopp og insekter. Enkelte forskere har forsøkt å komme fram til en optimal dråpestørrelse for ulike formål.

Ved bekjempelse av ugras har dråper fra 100 - 400 μm , avhengig av plantevernmiddelet gitt gode resultater. (BENGTSON (1961), LAKE & TAYLER (1974) DOUGLAS (1968)).

Ved bekjempelse av insekter nevner MATTHEWS (1979) at de optimale dråpestørrelser er avhengig av målet og hvor det befinner seg. For flyvende insekter foreslår han dråpediameter 10 μm - 50 μm , for insekter på blad 30 μm - 50 μm . I praksis blir det nok brukt større dråper ved bekjempelse av insekt. Her er det klare motsetninger, små dråper fordeles og avsettes bedre under gode forhold, men underveis til avsetning påvirkes de lett av vind. Dråper med diameter under 100 μm har stort sett liten verdi ved sprøyting på grunn av fordampning og risiko for avdrift.

Ved bekjempelse av sopp foreligger det få opplysninger. FRICH (1970) har fått gode resultater med dråpediameter 175 μm .

I praksis brukes f.eks. åkersprøytene til sprøytinger både mot skadedyr, ugras og soppangrep. Innen de enkelte grupper stilles det også ulike krav. Dessuten påvirkes den optimale dråpestørrelse av væskemengden og dosen.

For å få avsatt væske i bladrike og høge kulturer er det en fordel å ha dråper av ulik størrelse. Etter det som er sagt her kan en vanskelig tenke seg utstyr som skal gi optimale dråpestørrelser for de enkelte sprøytinger. Målsetningen må være å unngå de minste dråper (diameter under 50 - 100 μm) som gir stor risiko for avdrift og de største (diameter over 400 μm) tar for mye av væskevolumet.

8.2.2. Transport av dråper mot målet og avsetning på målet

Avhengig av arbeidstrykk forlater dråpene dysen med en viss hastighet. Fig. 1 viser at utgangshastigheten reduseres gangske raskt. Ved bruk av andre væskefordelere, f.eks. roterende skive er utgangshastigheten låg. Dråpene sendes heller ikke alltid den korteste vei mot målet. Ved tåkesprøyting brukes luft til transport av dråpene og delvis til å finfordele væska. Med stort luftvolum kan dråpene transporteres mot og innover i busker og tre. 5 - 6 m fra utblåsingstutene kan lufthastigheten fortsatt være 5 - 6 m/s.

En del av sprøytevæska vil aldri nå målet. En vesentlig årsak til dette er avdrift. Dette er utførlig behandlet i Kapittel 21. En annen årsak er fordampning. Alt etter værforhold, plantevernutstyr, innstilling og bruk fordamper en del av dråpene. Dette setter blandt annet grenser for hvor langt ned en kan gå med væskemengden pr. arealenhet. VANG - PETERSEN (1982) hevder at avsetning av væske i frukttre blir halvert når temperaturen øker fra 13,6 °C til 23,6 °C. AMSDEN (1979) mener at utvikling av et stoff som nedsetter fordampningen, uten å ha skadevirkninger, kan få stor betydning, spesielt ved sprøyting med små væskemengder.

Ved sprøyting er det derfor, for å unngå tap av væske, viktig at dysene holdes i en gunstig avstand over plantedekket. Det vil si at dråpene får kort veg til målet. Ved åkersprøyting må en stille visse krav til fordeling av væska under spredebommen. Det er derfor sjelden at avstanden fra dysen til toppen av plantedekket er mindre enn 40 cm.

For å belyse noe av det som skjer ved åkersprøyting med spredebom vil en først presentere noen resultater etter KNOTT (1973). KNOTT undersøkte avsetning av sprøytevæska på objekt plassert på og mellom kunstige planter og dessuten på objekt plassert både vertikalt og horisontalt i mellom og utenfor planterekkene i naturlig bestand. Naturlig bestand var korn i to vekststadier:

- I : 10 - 20 cm høge planter
- II : 20 - 35 cm høge planter

Dysetype: Flatdyser og hvirveldyser

Dyseposisjon for flatdyse: 0 °C (rett ned), + 45° forover, -45° bakover

Arbeidstrykk: 2,5 og 5,0 bar

Dysehøgde: 50 cm

Avsetningen på objektene ble oppgitt på flere måter. Belegget eller avsetningen på objektene ble blant annet oppgitt i % av avsatt mengde på objekt utenom plantebestanden.

I vekststadie I var det liten forskjell på avsetningen for ulike dyser og dysetyper. I vekststadie II derimot, ga flatdysene størst avsetning på vertikale objekt plassert i planteradene. I kunstig plantebestand, som var noe tettere enn naturlig bestand, var det også liten forskjell. Dyser i

loddrett posisjon ga bedre avsetning enn dyser retta enten 45⁰ forover eller 45⁰ bakover. Forskjellen var størst for vekststadie II av kornplanter og kunstig bestand. Dette gjaldt særlig for objekt plassert loddrett i radene.

I gjennomsnitt var det dårligst avsetning på objektene ved det høyeste arbeidstrykket. Det var minst forskjell mellom trykkene (2,5 og 5 bar) for flatdyser i vertikal posisjon.

Avsetningen avtok med plantetettheten og nivå i plantene. Setter en avsetningen i de lågste kornplanter (stadie I) til 100 % blir avsetningen i de høyeste kornplanter og i kunstig plantebestand gjennomsnittlig 64 % og 78 % dette. Bæreluft har en positiv virkning på avsetningen i plantene.

Undersøkelsene over avsetning av væske i kunstig plantebestand var omfattende. Her økte avsetningen med arbeidstrykket fra 2,5 bar til 5,0 og 7,5 bar. Sett under ett var ikke forskjellene store. Ved å øke kjørehastigheten (6 km/h - 8 km/h og 10 km/h) for flatdyser, Spraying Systems Co. 11004 og trykk 5 bar ble dekningsgraden dårligere.

KNOTT undersøkte også hvilke dråpestørrelser som ble avsatt i ulike sjikt i bestanden. Jo lengre ned en kommer i plantsjiktet, jo større prosent er det av mindre dråper. Flatdysene som ble brukt i undersøkelsene representerer dyser som brukes ved sprøyting i praksis i Norden. Væskemengden pr. min ved arbeidstrykk 2,5 bar var fra 1,2 l til 1,8 l. Midlere volumdiameter (MMD) ved dette arbeidstrykk og disse kapasiteter var fra 270 µm til 295 µm.

At dyser i loddrett posisjon ga bedre resultat enn dyser enten retta forover eller bakover virker rimelig. Når dysene vris blir det større avstand fra dysene til plantene, væska mister noe av sin gjennomtrengningsevne og avsettes mest i toppen av plantene. Ved å montere dysene i to rekker ville en antagelig skaffet mer bevegelse i plantene og bedre gjennomtrengning av væska.

At virkningen av å øke arbeidstrykket fra 2,5 bar til 5,0 bar var negativ for avsetningen er noe overraskende.

Resultatene i kunstig plantebestand viser imidlertid en liten økning for arbeidstrykket. De objektene som KNOTT brukte er ganske store. De horisontale er 50 x 50 mm. Her kan oppsamlingseffektiviteten være så liten at det avsettes forholdsvis få, små dråper.

GØHLICH (1979) viser at gjennomtrengeligheten i kunstig plantebestand øker med arbeidstrykk fra 1,5 til 5 bar. Se fig. 5.

At avsetningen under like forhold avtar med kjørehastigheten er naturlig. Dette bekrefter også GØHLICH (1979) i fig. 6.

At det avsettes forholdsvis flere mindre dråper (diameter under 100 µm) på objekt nede i plantene er rimelig. Store dråper vil lettere avsettes på de første blad de møter. Bevegelse i bladverket på grunn av væskedusjen, vil gjøre at større dråper også avsettes nedover i bladverket. For å få god gjennomtrengelighet og væska avsatt over hele plantene, vil det derfor være en fordel å bruke dråper av ulik størrelse slik som f.eks. en flatdys gir. GØHLICH (1979) fikk bedre gjennomtrengelighet for flatdyser når den midlere volumdiameter økte fra ca. 180 µm til 350 µm. Det er ikke oppgitt noe om dysekapasitet og arbeidstrykk. En må anta at en del av årsaken er at dråpestørrelsen delvis er variert med dysekapasiteten. Da vil dyser med de

største kapasiteter gi størst impuls og bevegelse i bladmassen.

Undersøkelsene til KNOTT bekrefter at det som i dag tilrås ved ugrass-sprøyting i Norden, nemlig arbeidstrykk 2,0 bar og dysehøgde 40 cm, er det foreløpig liten grunn til å forandre på.

MOSER et al. (1979) har studert avsetning av væske ved bekjempelse av stråknækker i korn. Forsøksfaktorene var blant annet dysetype, dråpestørrelse og kjørehastighet. Avsetning av væske ved plantebasis og på horisontale objektglass ble målt. Den midlere volumdiameter ble variert i trinn på 50 μm fra 200 μm til 400 μm . Kjørehastigheten varierte i 2 km/h trinn fra 2 km/h til 12 km/h.

Uansett dråpestørrelse og objekt ble avsetningen dårligere når kjørehastigheten var over 6 km/h. De største dråper ga størst avsetning på glassplatene. På stråbasis, dit det var vanskeligst for dråpene å nå, var det størst avsetning for de minste dråpene.

NORDBY - JØRGENSEN (1985) undersøkte avsetning og gjennomtrengelighet av sprøytevæske i 45 cm høg byggåker og 100 cm høg sennepsåker. For flatdysene 4110-12 og 4110-20 fra Hardi hadde kjørehastigheten 4-8 og 12 km/h bare små virkninger. Arbeidstrykkene 2-4 og 6 bar hadde motsatt effekt for de to dysestørrelsene. 4110-20 hadde størst avsetning ved 2 bar. 4110-12 ga størst gjennomtrengelighet ved 6 bar i sennep.

I flere kulturer, planteslag, får en ikke tilfredsstillende resultat ved sprøyting med en vanlig spredebom. Dette kan skyldes stor og tett bladmasse og at væska skal avsettes på blomster dekket med blad eller ved plantebasis dekket av en tett bladmasse. For at væska skal avsettes på objekt (plantedeler) som er vanskelig å nå, må en skaffe bevegelse i bladmassen og/eller plassere dysene gunstigere enn mulig på en vanlig spredebom.

Ved utvikling av sprøyteutstyr for jordbær plasserte NORDBY (1969) dysene i et bestemt mønster. Fire dyser pr. rad ble ordnet i en bestemt posisjon i forhold til planteraden. Her ble det brukt flatdyser med 65° spredevinkel. Undersøkelsene over fordeling av væske viste at for at den enkelte dyse skal ha den nødvendige impuls må væskemengden pr. dyse ved 10 bar arbeidstrykk være minst 1 l/min, f.eks. Spraying Systems Co. 65015. Ved 10 bar arbeidstrykk er den midlere dråpestørrelse (MMD) 211 μm .

Ved sprøyting av frukttre er tap av utsprøyta væske større enn ved åkersprøyting. Dette gjelder nok både for vanlig sprøyting og for tåkesprøyting. En del væske vil bli sendt utenom trea og endel når ikke fram til målet. Tapet av væska tiltar også etterhvert som avstanden fra dyser til objekt der dråpene skal avsettes øker.

Ved tåkesprøyting rettes dusjen ut til sida eller oppover mot deler av trærne eller buskene. Utviklingsstadiet til plantene vil være helt avgjørende for hvor mye av væska som avsettes. Før knoppsprett kan en få avsatt bare 10 - 20 % på treet. Ved fullt utvokst lauvverk avsettes fra 1/3 av væska til ca halvparten. HERRINGTON, MAPOTHER & STRINGER (1981) fant at 40 - 75 % av væska gikk tapt ved sprøyting og tåkesprøyting på tre med fullt lauvverk. Bladenes overflate var 4 - 5 ganger større enn grunnflaten de vokste på. VITTRUP (1965) fant et tap på 60 - 70 % ved tåkesprøyting.

Ved tåkesprøyting er avsetningen av væske avhengig av blandt annet dråpestørrelse, lufthastigheten som tåkesprøyta skaffer rundt objektene, treetts form, tetthet og størrelse, innstilling og bruk av tåkesprøyta,

bladareal, fordamping, temperatur m.m.

NORDBY (1960) antar at lufthastigheten omkring objektene ikke bør være under 5 m/s om en vil ha avsatt dråper. RANDALL (1971) fant at i forsøkestrea var det nødvendig med en lufthastighet på 12 m/s i de ytre deler av treet for at avsetningen inne i treet skulle bli tilfredsstillende.

NORDBY (1959) undersøkte væskefordelingen på blad i ulike posisjoner i åkerø tree (5,5-6 m høge - krondiameter 4,5 m) og Filippa tre (4 m høge og krondiameter 5 m) for blandt annet Sigvardt ensidig og Sigvardt tosidig tåkesprøyter. Luftas utgangseffekt for de to tåkesprøytene var henholdsvis 8 hk og 4 hk.

I Åkerøtree avtok avsatt væskemengden på bladene til ca 1/3 fra 1 til 4 m høgde. I Filippa tree var den avsatte mengde omtrent den samme ved 0,5 og 3,5 m høgde for Sigvardt ensidig tåkesprøyte. For Sigvardt tosidig, med den halve utgangseffekten, var den avsatte mengde ved 3,5 m høgde bare ca halvparten av Sigvardt ensidig.

MORGAN (1981) fant at mindre enn 1/3 av utsprøyta væskemengde ble avsatt i treet.

Det ser ut til at en med gode tåkesprøyter og 400-500 l/ha kan klare å bekjempe skurv og skadedyr effektivt. For mjøldogg er resultatene mer ujamne. (HISLOP 1983) For ULV og CDA er resultatene når det gjelder mjøldogg, enda mer ujamne (COCKE et al (1976 -1977.)

8.2.3. Dannelse av belegg med plantevernmiddel på plantene

Når en dråpe treffer bladflaten kan den under ideelle forhold dekke en blad- eller objektoverflate som er større enn det dråpediameteren tilsier.

Dette kan angis ved deningsfaktoren $\frac{D}{d}$, hvor d = diameteren til dråpen i flukt like før den treffer bladet og D = diameteren til det arealet som dråpen dekker etter avsetning på blad eller objekt.

Store dråper kan sprette av bladoverflaten uten og avsettes. Hvor store dråpene kan være uten å sprette av bladene er avhengig av væskeegenskapene og bladoverflatens totale egenskaper. På enkelte bladflater kan f.eks. dråper med diameter over 150 μm sprette av plantene. (MATTHEWS (1979)

BAKER, A., HUNT, GRACE., & STEVENS, P.J.G., (1983) studerte plantenes cuticula, dråpestørrelse og dråpehastighet ved avsetning av dråpene på planter. Dråpene ble tilført i en "microapplicator". Av vannopløsninger ble det brukt 3 % vannopløsning av Uvitex OB. Spred faktor ble beregnet fra

$$\frac{r_2^2}{r_1^2}$$

R_1 er radius til dråpen i flukt og r_2 er radius til den tørkede flekken (dråpen) på blad eller objekt.

Tabell 4. Diameter avsatt dråpe, areal dekket av væska, og "spread factor". 3 % vannoppløsning av Uvitex OB sprøyta på forskjellige blad. (Etter BAKER, HUNT, G. & STEVENS 1983)

Plant	Diameter avsatt dråpe μm	Dekket areal ($\text{cm}^2 \times 10^4$)	"Spread faktor" <i>spredningsfaktor</i>
Raps	56	0,25	0,1
Kløver	182	2,6	1,1
Nellik	175	2,4	1,0
Mais	217	3,7	1,5
Jordbær	257	5,0	2,1
Citron	350	9,6	4,0
Sukkerbete	315	7,8	3,2
Bønner	336	8,8	3,7

Overflatespenning i væska var 53 mNm . Avsetningshastighet var 0,7 m/s. Det er en meget låg hastighet.

Avsetning og "spread factor" varierte svært meget.

På bønne-, betar og sitrus blad ble dråpen avsatt og spredt på tvers av en jevne overflate. Dråpene tørket først på denne overflaten. Etterpå var det ingen fordeling fra side til side. I kontrast til disse resultatene er den store kontaktvinkelen mellom dråper og den "hydrophobic" overflate til nellik, kløver, jordbær og mais. Dette ga dårlig avsetning og forholdsvis liten "spread" faktor.

AMSDEN (1979) hevder at dråper med diameter over 100 μm har en tendens til å sprette av blad til banan, ert, furu, kål m.fl. Ved å sette aminstearin til sprøytevæska vil en omtrent unngå at dråpene spretter av. Hvor lett dråpene spretter av bladene er også avhengig av innfallsvinkelen. Etterhvert som dråpens bane før avsetning blir mer parallell med bladoverflaten øker tendensen til at dråpene spretter av.

Store dråper som føres vinkelrett mot bladoverflaten kan splintres til mindre dråper, slik at en del av dråpene spretter av bladet.

Retensjon angir bladets eller objektets evne til å holde på sprøytevæska, eller retensjon angir den del av sprøytevæska som etter sprøyting er tilbake på blad- eller plantedel.

En plantebestand forandrer seg vesentlig i veksttida. I kulturer der det sprøytes flere ganger i sesongen, må en ta hensyn til dette. EICHHORN & LORENTZ (1979) fant at bladarealet i en vinkultur kunne øke fra 300 m^2/ha i mai til 40 000 m^2/ha i august. Bladenes orientering i en plantebestand vil som regel være svært forskjellige. Dyser i en bestemt posisjon vil derfor produsere dråper som vil treffe bladene i forskjellig innfallsvinkel. Plantenes - bladenes overflate er svært forskjellig. For en bestemt planteart (kultur) forandres også bladoverflaten med vokseplass, posisjon i plantebestand m.m.

Hvordan dråpene oppfører seg på et blad er avhengig av vætbarheten til bladene og væskens egenskaper, f.eks. overflatespenningen. Et mål for vætbarheten er randvinkelen - se fig. 7. Randvinkelen er vinkelen mellom den faste fase, det vil si bladoverflaten og tangenten til dråpen i det

punkt den faste fase (bladet) og væsken møtes. Når randvinkelen er 0° våtes bladoverflaten fullstendig. Er randvinkelen 180° fuktes ikke bladet i det hele tatt. Da ligger dråpen som en vannperle på bladoverflaten. Enkelte ugrassblad er vanskelig å våte f.eks. *Chenopodium album*, *Sonchus arvensis* og *Avena fatua*. Av kulturplanter er f.eks. kål, erter og lauk vanskelig å våte med væske. Bladenes kjemisk-fysiske natur virker sterkt inn på våtbarheten. Dype nerver og hårete blad gjør at væsken lettere holdes igjen på bladene. Forat en rimelig del av væska skal holdes igjen på plantene må sprøytevæskas egenskaper tilpasses formålet. Dette gjelder blant annet væskas overflatespenning. Ved sprøyting mot ugras brukes ofte en overflatespenning fra 40 mN/m til 50 mN/m.

Klassiske arbeider av BENGTON (1961) og BRUNSKILL (1956) kastet lys over retensjon til forskjellige kulturplanter og ugras ved sprøyting med ulike dråpestørrelser og væsker med ulik overflatespenning. Se fig. 8. Retensjon avtar med økende dråpestørrelse. Det er dette en drar fordel av ved ugrassprøyting i erter. Retensjon for alle dråpestørrelser øker betraktelig når overflatespenningen reduseres. Med visse mellomrom dukker det opp utstyr der spredningen av plantevernmidler er basert på elektrostatisk oppladning av de enkelte partikler. Formålet er å få større avsetning av væske enn f.eks. dråper uten elektrostatisk ladning. Hittil har dette ikke fått noen betydning i praksis i Norden.

Hvordan dekket med plantevernmidler på blad ser ut etter sprøyting er diskutert av YOUNG (1979). Han mener at dette er et forsømt område. En årsakene til dette er at vi her befinner oss i grenseland mellom teknikk og biologi. YOUNG legger fram interessante resultater og beskriver metoder for å måle og illustrere hvordan dekket med plantevernmidler ser ut.

8.2.4 Transport (bevegelse) av plantevernmidler på plantene - virkning av behandlingen

Belegget med plantevernmidler utsettes for slitasje. Vind sliter på belegget, slik at endel går tapt. I regnvær vaskes endel av belegget vekk. Lett regn eller dogg kan også ha en positiv virkning ved at udekket bladareal etter sprøyting tilføres plantevernmidler. Et eksempel på dette er plantevernmidler som inneholder kobber.

På den tid det sprøytes er som regel plantene i sterk vekst, slik at det i løpet av kort tid oppstår plantedeler som ikke er dekket med sprøytevæske.

Mot ugras sprøytes det som regel bare en gang i vekstsesongen. Ved bekjempelse av sopp må en derimot oftest sprøyte flere ganger i løpet av sesongen. Dette er nødvendig for å ha et beskyttende belegg med plantevernmidler på plantene. Kurativ (drepende) sprøyting med soppmidler brukes litt, men i de fleste tilfelle som supplement til beskyttende sprøyting.

For å øke våtbarheten til bladene og for å få væska til å feste bedre til blad- og plantedeler inneholder plantevernmidlene, i tillegg til det virksomme stoffet, blant annet "spred- og klebemidler". Ved å tilsette spesielle stoffer ved sprøyting kan en også påvirke belegget med væske på plantene og hvordan dette oppfører seg.

AMSDEN (1979) diskuterer tilsetting av stoff i forbindelse med fordampning av sprøytevæske. Ved tilsetting avaminsalt til sprøytevæska, har stearinsyre (stearic acid) ført til at suspensjonen festes på plantene. Planter som er vanskelige å våte, våtes lettere på grunn av tiltrekningen mellom voks på bladene og stearinsyre.

Virkningen av behandlingen er det endelige mål for resultatet. Foruten belegget med plantevernmidler på plantene, er det flere miljøfaktorer som påvirker resultatet. Ved bekjempelse av ugras er dette utførlig behandlet av MATTSON (1971).

PERMIN (1979) diskuterer hvilken betydning kvaliteten av sprøytinga har for virkningen av plantevernmidlene eller for resultatet av behandlingen.

HAGENVALL (1984) oppgir i tabellform årsaken til variasjon i dose og avsetning av væske ved åkersprøyting. Det varierer fra 0 til 500 %.

For å tolke resultatet av en behandling er det nødvendig å kjenne kvaliteten av f.eks. åkersprøyting. Dette omfatter blant annet:

1. Hvor mye av væska som er avsatt på plantene.
2. Avsetning av væske i ulike sjikt av plantene.
3. Avsetning på over- og underside av bladene.
4. Avsetning og fordeling på de enkelte blad.
5. Hvor den delen av væska som ikke avsettes på bladene har tatt veien.

Hvis en i første omgang hadde data angående punkt 1 - 2 og 5, ville en ha et langt bedre fundament enn det som oftest er tilfelle i dag.

Data og viten om punktene 1 - 5 kan bare skaffes tilveie ved undersøkelser som planlegges og gjennomføres i samarbeid mellom forskere fra både det biologiske og tekniske fagområde.

Resultatene fra slike undersøkelser burde gi oss et atskillig bedre grunnlag for å nå målsettingen: "Tilfredsstillende resultat med minst mulig dose og samtidig tilfredsstillende arbeidsforhold for mannskap samt akseptabel risiko for avdrift".

LITTERATUR

- AMSDEN, R. C., 1962: Reducing the Evaporation of Spray Drops. Agr. Aviation 3, p. 88-93.
- AMSDEN, R. C., 1979: Evaporation of Sprays. Application of pesticides from ground based sources. Short Course Cranfield 16. - 27. July. 7 p.
- BAKER, E. A., HUNT, GRACE, E.M., STEVENS, P. J. G., 1983: Studies of Plant Cuticle and Spray Dropled Interactions: A Fresh Approach. Pestic. Sci. 14, p. 645 -658.

- BENGTSSON, A., 1961: Droppstorlekens inflytande på ugräsmedlens verkan. Skrifter från institutionen för växtodlingslära. Nr. 17, 149 p. Uppsala.
- BRUNSKILL, R. T., 1956: Physical Factors affecting the Retention of Spray Droplets on Leaf Surfaces. Proc. 3rd. British Weed Control Cnf. p. 593 - 603.
- COOKE, BK., HERRINGTON, P.J., JONES, K.G. & MORGAN, N.G., 1977: Progress towards economical and precise top fruit Spraying. Proceedings 1977, British Crop Protection Conference - Pests and Diseases 2. p 323-329.
- DOUGLAS, G., 1968: The influence of size of spray droplets on the herbicidal activity of diquat and paraquat. Weed Research 8, p. 205-212.
- EICHHORN, K.W.W. & LORENZ, D.H., 1979: Bestimmung der Blattfläche als Möglichkeit zur Verringerung der Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel im Weinbau. Proceedings of the Conference of Section III. CIGR Stuttgart, 28.-29. May.
- EISNER, H.S., QUINCE, B.W. & SLACK, C., 1960: The stabilization of water mists by insoluble monolayers. Disc. of Faraday Society, 30, p 86-95.
- FRICH, E. L., 1970: The effect of volume, drop size and concentration, and their interaction on the control of apple powdery mildew by Dinocap. Proceedings of a symposium for research workers on pesticide applications. British crop protection council, Monograph nr. 2, p. 23 -33.
- GØHLICH, H., 1979: New Researchresults in pesticide application. IX Bigr. Conference, Michigan 13 July. 8 p. ill.
- HAGENVALL, M., 1984: Applicering av kemiska ogräsmedel - tekniska möjligheter att påverka önskad bekämpningseffekt och önskade sidoeffekter. Foredrag forskerkurs. S.L.U. 5. - 9. mars. Stensiltryck, 17 p.
- HERNINGTON, PAMELA, J., MAPOTHER, R. H. & STRINGER, A., (1981): Spray retention and distribution on apple trees. Pesticide Science 12, p. 515 - 520.
- HISLOP, E. C., 1983: Methods and droplets production in relation to pesticide deposition and biological effecacy in cereals and tree crops. The International Plant Protection Congress. TOPIC 3A, p. 469 - 477.

- KNOTT, L., 1973: Das Eindringen vom Spritzstrahlen und die Tropfen-ablagerung in Flächenkulturen und Raumkulturen. Vom Fachbereich 15, Technischen Universität, Berlin, 199 p.
- LAKE, R. J. & TAYLOR, W. A., 1974: Effect on the form of a deposit on the activity of barban applied to Avena Fauta L. Weed Research, 14, p. 13 -18.
- MATTHEWS, G. A., 1979: Requirements of a good field crop sprayer. Application of pesticides from ground based sources. Short Course, Cranfield 16. - 27. July. Reprint 6 p.
- MATTSON, R., 1971: Inverkan av olika miljöfaktorer på resultatet av ogräsbekämpning med bladherbicider. Konsulentavdelings stecil-serie. Mark - Växter 9. Uppsala. 84 p.
- MORGAN, N. G., 1981: Minimising pesticide in orchard spraying. Outlook in Agriculture. 10. p 342-344.
- MOSER, E., GROSSMAN, F., GANZELMEIER, H. & Janicke, R., 1979: Ein Beitrag zur Applikation von Fungiziden für die Halmbrückbekämpfung im Getreidebau. Grundlagen der Landtechnik 4, p. 113 - 119.
- NORDBY, A., 1969: Metoder og utstyr ved bekjempelse av gråskimmel på jordbær. Forsøksmelding nr. 17, Landbruksteknisk institutt. Meld. fra Norges landbrukshøgskole Vol. 48, 18, 40 p.
- NORDBY, A., 1959: Fordeling av plantevernmidler ved tåkesprøyting av eldre epletre. Melding Norges Landbrukshøgskole 38 (1), p. 1-21.
- NORDBY, A., 1960: Forsøk med tåkesprøyter i frukthager. Forsøksmelding nr. 6, L.T.I., 40 p.
- NORDBY, A., & Jørgensen, L., 1985: Gjennomtrengelighet av sprøytevæske for ulike arbeidstrykk, kjørehastigheter og dysestørrelser. 2. Danske Planteværnkonferens. Nyborg, p. 85 - 98.

- PERMIN, O., 1979: Sprøjtetekniske faktorerers indvirkning på plantebeskyttelsesmidlernes effektivitet. Beretning fra Statens Planteavlsvforsøg. 3. publikasjonsform. 46 p.
- ROBINSON, T. H. & GARNET, R. P., 1984: The influence of electrostatic charging, drop size, and volume of application on the deposition of propiconazole and its resultant control of cereal diseases. Vol. 2, p. 1057 -1065.
- SPILLMAN, J.J., 1979: The aerodynamics of droplet capture. Short Course. Application of pesticides from ground based sources. Cranfield 16-17 July. Reprint. 9 p.ill.
- VAGN-PETERSEN, O., 1982: Spraying of apple trees with air mist blower and ultra low volume sprayer with normal and reduced amounts of pesticides. Tidsskrift for planteavl. 86. p 255 - 295.
- YEO, D., 1959: The Problems of Distribution, the Physics of falling Droplets and Particles. The Drift Hazard. Proc. 1st. Int. Agric. Aviation Conf., p. 112 - 130.
- YOUNG, B. W., 1979: Studies on the retention and deposit characteristics of pesticide sprays on foliage. IX CIGR Conference, Michigan, 13. July. Reprint 10 p.
- ZASKE, J., 1973: Tropfengrößenanalyse unter besonderer Berücksichtigung der Zerstäubung im chemischen Pflanzenschutz, von Fachbereich 15, Technischen Universität, Berlin, 167 p. 93-97.
- VITTRUP CHRISTENSEN, J., 1965: Beskjæringens og frugtberingens indflydelse på løvmængde og frugtstørrelse på æbler. Tidsskr. Planteavl. 69. p. 93 - 97.

9. ULIKE METODER - SPREDNING AV PLANTEVERNMIIDDEL.

Utstyret som brukes til spredning av plantevernmidler betegnes i Norge og Danmark som plantevernutstyr. I Finland bruker VARIS med flere (1969) torjuntavälineet (bekämpningsredskap). I Sverige, Tyskland og England brukes henholdsvis "växtskyddsutrustning", "Pflanzenschutzgeräte" og "Plant protection equipment".

Betegnelsen på metoden forteller noe om i hvilken form plantevernmidlet spres f.eks. pulver, granulater eller væske. Videre hvordan f.eks. væska fordeles og transporteres mot plantene. Se tabell 5. NORDBY (1982) har gitt oversikt over både nye og gamle metoder.

For å ta en metode i bruk, må vi ha utstyr. Ved sprøyting har vi f.eks. handsprøyter, ryggprøyter og åkersprøyter å velge mellom.

Tabell 5. Terminologi fra noen europeiske land.

Finland	Danmark	Sverige	Norge	Tyskland	Nederland	England
Ruisku Kunnite	Sprøjte Tåge- sprøjte (koncen- trat- sprøjte)	Spruta Dimspruta dimaggre- gat, Koncen- trat- spruta	Sprøyte Tåke sprøyte	Spritze Sprüh- geräte	Spuit Nevel- spuit	Sprayer Mist- sprayer (Low volume sprayer)
Pölytti- met	Pudder- blåser	Puder- spridare	Duster (duste- apparat)	Staub- geräte	Stuifwerk- tuigen	Duster
Aerosoli	Aerosol	Aerosol	Aerosol	Nebeln	Dampdruk- methode	Aerosol

Terminologien er ofte uklar. Der det brukes flere betegnelser på det samme utstyret er det minst brukte satt i parentes. Konsentratsprøyte er ikke det samme som tåkesprøyte. Konsentrat, plantevernmiddel som ikke blandes og uttynnes med en "bærer" ved spredning, brukes bl.a. ved aerosol-behandling og i enkelte tilfelle ved sprøyting fra lufta.

9.1. Aerosol

9.1.1. Kald aerosol

Flytende plantevernmiddel er tilsatt en gass, f.eks. Freon 12 eller metylklorid, under så høgt trykk at gassen går over til væske. Fylt i små beholdere går dette under betegnelsen "aerosolbomber" (spraybokser). Ved spredning åpnes en kran og gassen strømmes ut av beholderen sammen med plantevernmidlet. Plantevernmidlet føres ut av beholderen som små dråper.

Dråpe- eller partikkelstørrelse: Diameter 0,5 - 25 μm .

Blandingen av gass og plantevernmiddel kan også foregå under spredning. Disse metodene har interesse i veksthus og lagerrom. Aerosolbomber produseres i dag i store mengder og brukes til mange formål, f.eks. rustfjerning, bekjempelse av møll, mygg m.m.

Tabell 6. Dråpe- eller partikkelstørrelse, mengde pulver, granulat eller væske pr. hektar og bruksområde for noen metoder.

Metode	Dråpe- eller partikkelstørrelse. Diameter	Mengde som spres i kg eller l pr. hektar	Bruksområde
Dusting Plantevernmiddel i pulverform blåses utover plantene	10 - 100 μm	20 - 50 kg	Vesentlig i veksthus og lagerrom. Brukes lite i Norden. Utenfor Norden brukes dusting på friland.
Granulat Granulatene doseres fra valseutmater eller sentral fordeler og spres oppå jorda eller nedfelles	0,5 - 1 mm	20 - 50 kg	Noe brukt i jord- og hagebruk for skadedyr- og ugrasmidler.
Mikrogranulat Doseres i en luftstrøm og fordeles på plantene	10 - 400 μm	5 - 10 kg	Undersøkelser på kontinentet, bl.a. ved bekjempelse av ugras i kornåker. Svært lite brukt.
Sprøyting fra bakken. Væska settes under trykk og fordeles gjennom dyser	10 - 600 μm	100-3000 l	Bekjempelse av sopp og skadedyr i veksthus. Den viktigste metode ved bekjempelse av sopp- sykdommer, skadedyr og ugras i jord-, hage- og skogbruk.
Sprøyting fra lufta Væskefordeling som for sprøyting fra bakken eller ved at væska fordeles i roterende sylindre	10 - 600 μm	1 - 80 l	Bekjempelse av sopp og skadedyr i jordbruket. Bekjempelse av skadedyr og ugras i skogen.
Tåkesprøyting Væska rives opp til dråper av en kraftig luftstrøm og blåses mot plantene	10 - 300 μm	50 - 300 ¹⁰⁰⁰ l	Bekjempelse av sopp og skadedyr på friland og i hus. Bekjempelse av lauvkratt i barskog.
Elektrostatisk sprøyting. Oppladning ved influense, kontakt eller korona.	0 - 100 μm	0,5- 300 l	Bekjempelse av sopp og skadedyr i tropiske strøk. Undersøkelser i Europa med sopp-, ugras- og skadedyrsmidler.

*) Gjelder sprøyting i utvokste frukthager.

9.1.2. Varm aerosol

Plantevernmidlene kan være i fast eller flytende form. I begge tilfelle blir plantevernmidlet for en kort tid oppvarmet inntil det føres over i gassform. Når gassen forlater utstyret, kondenseres plantevernmidlet til små dråper eller faste partikler.

Jäger-Stantin-systemet arbeider med plantevernmiddel i fast form som overføres til gassform ved spredning. Dette systemet har ikke fått noe særlig innpass i praksis i Norden.

Varm aerosol basert på flytende plantevernmiddel framstilles på flere måter. Plantevernmiddel kan ledes inn i eksosgassen (avgassen) fra forbrenningsmotor. Den høge temperaturen fører plantevernmidlet over i gassform. En vifte blåser gassblandingen ut i lufta der den fortettes til små dråper. Under gunstige forhold kan de små dråpene avsettes på plantene eller objekt som skal behandles.

Det mest brukte utstyr for framstilling av varm aerosol virker noenlunde som det tyske "Schwingfeuergerät". Ofte går det under betegnelsen "Schwingfog". Det arbeider etter følgende prinsipp: Et rør (2) med åpning har et forbrenningskammer (4) i den andre enden. Forbrenningen starter når brennstoffet ledes inn i kammeret og antennes. Eksosgassen føres støtvis og i takt med tenningen ut av røret. Overtrykket som oppstår i røret ledes til tanken for plantevernmiddel (1) og til brensel tanken (7). Overtrykket fører brensel til forbrenningskammeret og plantevernmiddel til åpningen av "utpuffings- røret". Her blir plantevernmidlet overført til gassform. Se fig. 9.

Ved det støtvis undertrykk som oppstår i forbrenningskammeret suges frisk luft inn gjennom en ventil (8) til neste forbrenning. Tenningen foregår ved varme fra veggene i forbrenningskammeret. Ved starting må brensel-luftblandingen tennes fra tennplugg (5). Luft og brensel pumpes (3) inn i forbrenningskammeret. Ved en snekkeformet utfresing på stempelstanga blir strømbryteren betjent, slik at tenningen koordineres med tilførsel av luft og brensel.

Varm aerosol, der dråpene har mindre diameter enn 25 μm , har ingen interesse på friland i Norden. Ledes gassen inn i lukkede rom kan de små dråpene lettere avsettes på objekter, f.eks. skadedyr, blad, knopper m.m.

I Norden brukes "Schwingfog" litt i veksthus og lagerrom. Enden på forbrenningsrøret kan settes inn i en åpning i veksthusveggen eller i lagerromsveggen. En må bare bruke plantevernmiddel som er beregnet til formålet og dessuten være meget nøye med doseringen.

Det finnes også store aggregat for fremstilling av varm aerosol. De er bl.a. blitt brukt for å bekjempe skadedyr i kornlager. På kontinentet brukes slikt utstyr blant annet for å bekjempe skadedyr i furuskog.

9.2. Gassing

9.2.1. Fordamping

Enkelte stoffer (plantevernmiddel) fordampes ved oppvarming, f.eks. svovel og naftalin. I svovelfordampere som brukes i veksthus, oppvarmes svovelet med elektrisitet. Gassene som oppstår ved fordamping, kan ha virkning både mot skadedyr og soppsjukdommer, f.eks. midd og mjøldogg. Betingelsen for å få virkning av behandlingen er at den foregår i et lukket rom.

9.2.2. Røyking

Ved røyking er plantevernmidlet, oftes et skadedyrmiddel, blandet med sukker og kaliumnitrat m.m. som brennstoff. Lindan, nikotin og Sulfotepp m.fl. kan kjøpes som røykebokser eller strimler. Her er en derfor ikke avhengig av bestemt utstyr til spredningen. Det aktive stoffet blir delvis spredd som små, faste partikler og delvis som gass. Metoden er forholdsvis dyr i bruk og nyttes derfor mest i verdifulle veksthuskulturer som roser og nellik og i lagerrom. Dosen av aktivt stoff angis pr. m³ rom.

9.3. Dusting

Ved dusting spres plantevernmidlene som pulver. Luft brukes som bærer av plantevernmidlene. Dusteutstyret virker slik: Pulveret mates fra en beholder gjennom en stillbar åpning. Herfra ledes pulveret ned i en luftstrøm som fører det utover plantene. Et røreverk holder pulveret i bevegelse i beholderen. Utmatingen er ofte ujamn. Dette kan skyldes nivå av dustepulver i beholderen, hvor lett pulveret har for å renne og om røreverket arbeider effektivt.

Det er atskillig enklere å bruke dusteutstyr enn sprøyteutstyr. En kan for eks. klare seg med 20-50 kg dustepulver pr. hektar. Sjøl om utvalget av plantevernmidler ved dusting er mindre enn for sprøyting og tåkesprøyting, er det likevel mange midler å velge mellom både når det gjelder bekjempelse av sopp og skadedyr.

Vi har også bra utstyr for dusting. Ryggståkesprøytene kan på 4-5 min bygges om til dusteutstyr. Det finnes også gode dustemaskiner for traktordrift. Engelske dustere med en arbeidsbredde på 10 meter kan monteres direkte på traktoren.

I veksthus og lagerrom har dusting litt interesse. Under nordiske forhold er det derimot lite aktuelt på friland. Midlene vaskes lett av plantene under regnvær. Sterk vind kan føre til at pulverpartiklene blåser av plantene. Det må være vindstille under arbeidet, ellers kan en få stor avdrift. Risikoen for avdrift er atskillig større enn ved tåkesprøyting og sprøyting.

9.4. Granulatspredning

Ved spredning av granulat tilføres 20-50 kg pr. hektar. Dette er mengder som har mer til felles med såing av frø enn spredning av gjødsel. Innholdet av virksomt stoff kan være fra 5 til 10 %. Ved så låg konsentrasjon som 2,5 % kan mengden pr. hektar bli over 100 kg. Som "bærer" for granulat brukes bl.a. krystallinsk leire, ekspandert glimmer og bentonit m.fl.

Granulat kan bl.a. spres på følgende måter:

1. I en stripe under, over eller i samme nivå som frøene i såraden. (Bekjempelse av kålflue i kålrot.)
2. Langs med planteraden, 1-3 cm djupt, samtidig med maskinplantning. (Bekjempelse av flueangrep på ulike kålslag.)
3. I et 15-30 cm bredt belte langs med såraden. (Dette er mest brukt for ugrasmidler. Spredningen utføres ofte samtidig med såing. Alt etter hvor djupt granulatet skal innarbeides i jorda monteres utstyret foran eller bak sålabbene.)

- 4 | Over hele feltet eller breie striper.
(Ved spredning av jordherbicider.)

Til utmating brukes mest roterende utmatere drevet av spaserhjul. Rotoren er plassert i bunnen av beholderen, slik at utløpet stenges når rotoren står i ro. Utmatingen påvirkes lite av granulativnivå i beholderen.

Utmateren kan være riflet såvalse eller utmater med vinger. Under utmateren er det en regulerbar åpning. For en bestemt åpning kan utmatingen være proporsjonal med rotorhastigheten, slik at doseringen ikke påvirkes av kjørehastigheten. Forutsetningen for dette er at turtallet er gunstig. Turtallet er oftest 7-20 r/min. Rifla såvalse har ofte et turtall i overkant av 20 r/min.

For vinget valse er utmatingen avhengig av kjørehastigheten, f.eks. Gandy. (Fig. 10.) Her har en utmatingstabeller for de aktuelle kjørehastigheter og midler.

Fordelingen av granulativ kan alt etter formålet gjøres på flere måter. Ved fordeling i eller langs med så- eller planteraden, ledes granulativet ned i et stillbart rør. Ved fordeling i en stripe kan en bruke "fiskehale"-prinsippet.

Ved fordeling av granulativ over hele arealet eller i breie striper brukes av og til luft for å transportere granulativet til fordelerhodene. Granulativet føres i fleksible slanger til fordelerhoder langs bommen. Slikt utstyr brukes også til å spre granulativ under frukttrær og langs rekker av bærbusker.

I Norden er granulativ mest brukt ved bekjempelse av flueangrep i korsblomstrakulturer.

9.5. Sprøyting

Ved sprøyting settes væska under trykk og fordeles gjennom fordelere (dyser). Alt etter arbeidstrykk, væskemengde og dysetype kan dråpediameteren være fra 10 til 600 μm eller større. (Terminologien ved sprøyting i de nordiske land er fastsatt i standarder.) Det vanlige er at væska settes under trykk av ei pumpe og fordeles gjennom dyser. Det er også andre prinsipp som brukes til fordeling. Finfordeling ved roterende skive og finfordeling ved vibrasjon.

9.5.1. Finfordeling ved roterende skiver eller sylindere

For laboratorieforsøk kan en her lage ensartede dråper av ønsket størrelse på flere måter. Stilles det strenge krav til dråpenes ensartethet, kan en bare finfordele noen få cm³ pr. min. Det utstyr som er mest brukt på laboratoriet og tilpasset for bruk i praktisk sprøyting og vatning, er en eller flere roterende skiver (spinning discs). Se fig. 11.

Når væske ledes ned på en roterende skive vil sentrifugalkraften overvinne overflatespenningen i væska, slik at dråpene slynges ut fra periferien av skiven. Rotasjonsfrekvens fra 8 r/s til 800 r/s gir dråper med diameter fra 500 μm nedover til 20 μm . Ved siden av rotasjonsfrekvensen bestemmer skivens diameter, skivens utforming, materialet i skiven og væskas fysiske egenskaper dråpestørrelsen.

Fra praksis har vi eksempler på at det brukes skiver av ulik størrelse til å

produsere dråper, f.eks. de engelske "Micromax" og "Microdrop" og den franske "Tecnomax". Her får vi imidlertid en fordeling av dråpene som minner like mye om fordeling av dråper fra en vanlig dyse som fra en roterende skive. Ved å montere roterende skiver ved siden av hverandre kan en få fordeling av væska i prinsippet som fra en spredebom, men den blir mye dårligere.

En kan f.eks. bruke bare endel av sektoren til sprøyting. Resten av væska samles opp og ledes tilbake på tanken. Her brukes "Controlled Droplet Application" (CDA) om metoden. Til dette kan det sies at det er bare innen visse grenser en kan kontrollere dråpestørrelsen. Dessuten er utstyret komplisert og ømfintlig. Om det virkelig kan få noen betydning i praksis i Norden er heller tvilsomt. Roterende fordelere er med i undersøkelser i alle de nordiske land. Fordeler og ulemper kan sammenfattes slik:

Fordeler:

- * Krever små væskemengder: 1-3 l/daa
- * Klarer store arealer med en væsketank
- * Stor kapasitet

Svakheter:

- * Komplisert og kostbart
- * Har liten kontroll med hva som skjer under sprøyting
- * Krever stor påpasselighet og ettersyn
- * Dårlig væskefordeling langs bommen
- * Dråpene har liten gjennomtrengelighet i tett plantebestand
- * Større avdrift enn flatdyser. Dette skyldes vesentlig store dysehøgder og at dråpene har liten hastighet mot målet
- * På grunn av den høge væskeskonsentrasjon danner noen plantevernmidler så mye skum i væsketanken at det gir problemer under spredning
- * Høg væskeskonsentrasjon kan gi sviskade.

Hittil foreligger det få forsøksresultater og for liten erfaring med utstyret. Ved sammenligning av ulike doser for vanlig spredebom med flatdyser og roterende væskefordelere er det hittil lite som tyder på at vi kan bruke mindre dose med roterende væskefordeler. Med enkelte systemiske sopp- og skadedyrsmidler er det oppnådd gode resultater i korn. Ved bekjempelse av ugras i korn og tørrsåtesopp i potet har resultatene vært ujevne og ofte atskillig dårligere enn for vanlig spredebom. Det er stor interesse for metoden. Flere undersøkelser og praktisk erfaring er nødvendig for å klarlegge bruksområdet. Med de klare begrensninger som metoden hittil har, kan den ikke erstatte vanlige åkersprøyter.

Ved sprøyting fra fly har en brukt et annet prinsipp. Væske ledes inn i en roterende sylinder. Siden veggene i sylindere er av silde, slynges væska ut gjennom den og fordeles til dråper. Slike roterende skiver og sylindere har ikke fått noen vesentlig betydning ved sprøyting fra bakken.

9.5.2. Vibrerende fordelere.

Ved å lede væske gjennom et tynt stålrør og vibrere dette ved f.eks. en elektromagnet, kan en lage ensarta dråper. Dette har hittil bare interesse for laboratorieførmål.

I England ble det i 1964 satt i gang produksjon av en oscillerende sylinder. Væska ledes inn i en plastsylinder ved et arbeidstrykk på 0,4 - 0,7 bar. Væska presses ut gjennom åpninger med diameter fra 0,46 til 0,64 mm.

Sylindere oscillerer med frekvens 60 Hz over en vinkel på 25^0 .
Sylindrene drives av en liten elektromotor og et 12 volts batteri.
Se fig. 12.

Dråpene blir meget større enn ved åkersprøyting der det brukes spredebom med flatdyser eller hvirveldyser. Volumet av dråper med diameter $< 150 \mu\text{m}$ utgjør under 1 %. Risikoen for avdrift er derfor svært liten.

9.5.3. Hydrauliske dyser

Terminologi

Dyser (nozzles) og spredere brukes av og til som synonymer. I Sverige og av svensktalende i Finland brukes "spridare". I andre nordiske land brukes "spredere" om maskiner og utstyr for å spre granulat, gjødsel og vann. For å finfordele væske til dråper brukes ikke bare dyser, men også roterende og vibrerende fordelere. I det følgende brukes derfor væskefordelere som samlenavn. Der en mener det er behov, er vanlige termer i engelsktalende land satt i parentes.

I denne oversikten har en forsøkt å inndelege dysene etter virkemåte samt form og dimensjoner på væskedusjen. Oversikten er en videreføring av tidligere oversikter laget av DOMBROWSKI & MUNDAY (1968) samt SVENSSON (1976). Her blir det lagt spesiell vekt på dyser som har betydning i plantevernutstyr og spesielt i åkersprøyter.

En væskefordelers oppgave er å måle ut og finfordele en viss væskemengde. Det kan være fra 0,1 til over 100 liter pr. minutt. Formålet med en viss finfordeling ved spredning av plantevernmidler er å øke den "aktive" overflate, slik at en kan oppnå god dekning av plantene. Dessuten skal de dysetypene som brukes ved sprøyting mot sopp, skadedyr og ugras tilføre væskedråpene den nødvendige energi, slik at dråpene kan transporteres mot og avsettes på de objekter som skal dekkes med sprøytevæske.

Dyser (Nozzles)

I hydrauliske dyser dannes dråpene ved hjelp av trykket som tilføres væsken. Væsken som kommer ut av dyseåpningen, danner en ekspanderende vækefilm som etterhvert går over i tynne tråder. Svingninger i vækefilmen og luftmotstanden gjør at væska og trådene rives opp til dråper. Tykkelsen på vækefilmen og diameteren på trådene varierer. Dette er årsaken til at vi får dråper av ulik størrelse.

9.5.3.1. Flatdyser (Fan nozzles)

a. Dyser med én åpning.

Flatdysen består som regel av dysekappe (cap), dysespiss (tip) med dyseåpning, sil og dysekropp (body). Fig. 13.

Væsken presses gjennom en spaltelignende åpning i dysespissen. Eldre dyser hadde to V-formede spalter vinkelrett på hverandre. Den ene spalten var plassert på dysespissens utsida og den andre på innsida. Dyser som omsettes i dag, kan ha fordypninger på dysespissens innsida. Den kan være halvkuleformet eller ha en annen form på uthulningen. Den flate, vifteforma væskedusjen dannes ved at to tynne "vækestråler" møtes akkurat i dyseåpningen. Vækestrålenes kollisjonsvinkel og utformingen av munnstykket bestemmer spredevinkel, væskefordeling, kapasitet, dråpestørrelse m.m. Om dyser av samme type og betegnelse skal ha tilfredsstillende ensartethet stilles det store krav til presisjon i produksjonen. Spredevinkelen for flatdyser oppgis til vanlig ved arbeidstrykk ca. 3 bar.

Det produseres flatdyser med spredevinkel fra 15^0 til 120^0 . På spredebommer

brukes i dag mest dyser med spredevinkel fra 110° til 120° . Kurven som viser væskefordelingen for en flatdyse er oftest trapes- eller trekantformet. Det er den vesentligste årsak til at flatdysene passer så godt på en spredebom.

For arbeidstrykk 2 bar kan det leveres flatdyser med kapasitet fra 0,1 l til ca. 100 l/min. Enkelte flatdyser kan arbeide tilfredsstillende ved så lågt trykk som 1 bar.

L.P.dyser - "Low pressure"-serien fra Spraying Systems Co. er flatdyser med 80° og 110° spredevinkel. Skal en arbeide med variasjonskoeffisienter under 12 %, ser det ikke ut til at dysene kan arbeide ved arbeidstrykk under 1,5 bar. LP dysene 11001 og 11002 er derfor ikke så aktuelle for å unngå avdrift.

I landbruket, både i USA og i Europa er flatdysen den mest brukte dysetype på spredebommer. Dyser med kapasitet fra 0,5 til 2 l/min ved arbeidstrykk på 2 - 3 bar er vanligst. Siden bomber med slike dyser gir god væskefordeling ved 40 cm dysehøgde, gir de også gode muligheter for å redusere og kontrollere avdriften.

b. Dyser med to åpninger i én dysespiss.

Spraying Systems Co. lager flatdyser med dysespiss som gir to væskedusjer, hver med 110° spredevinkel (ved 2,5 bar ca. 106° spredevinkel). Mellom væskedusjene er det ca. 53° ved dette arbeidstrykket. Dysene går under betegnelsen 2-60-11003. Dysene kan fås med den samme kapasitet som dyser med én åpning i dysespissen og 110° spredevinkel. Spredebom med slike dyser skulle få omtrent de samme egenskaper som bomber med vanlige flatdyser montert i to rekker. Slike spredebommer kan ha fordeler ved sprøyting av planter som det er vanskelig å dekke med væske, f.eks. bekjempelse av tørrråtesopp i potet.

c. Flatdyser med jevn væskefordeling over arbeidsbredden (Even spray).

Flatdyser med jevn væskefordeling over hele arbeidsbredden har spredevinkel fra 80° til 95° .

Kurven for væskefordelingen har rektangulær form. Kapasiteten kan være fra ca. 0,5 til ca. 7 l/min ved arbeidstrykk 2 bar. Dysene passer til bandsprøyting og ved sprøyting under skjerm. Dysetypen har på grunn av væskefordelingen ingen interesse for spredebommer.

d. Flatdyser med skjev væskefordeling (Off-center)

Flatdyser med skjev væskefordeling fordeler så å si hele væskemengden på den ene sida av dyseaksen. Fig. 14.

Plassert ca. 1 m over bakken kan dysene dekke fra 6 til 10 meter. Kapasiteten ved arbeidstrykk 3 bar kan være fra 4 til 120 l/min. Dysene gir store dråper og følgelig liten avdrift. De brukes blant annet ved sprøyting mot uønsket vegetasjon langs jernbaner og veier. Dysetypen er noe brukt på enden av spredebommen for å øke arbeidsbredden ved åkersprøyting.

9.5.3.2. Refleksdyser (Flood jet)

En refleksdyse består til vanlig av dysespiss med dyseåpning og refleksplate, dysekappe, samt dysekropp. Dette er de samme komponenter som i en flatdyse. Men refleksdysen virker etter et helt annet prinsipp. Fra en sirkulær åpning ledes væskestrålen mot en deflektor der den blir slått ut

til en tynn film. Alt etter konstruksjon kan spredevinkelen være fra 15° til 360° . Dysene gir store dråper. Risikoen for avdrift er liten. Kapasiteten kan være fra om lag 0,5 l/min til 30 l/min eller mer. Dysene kan brukes ved arbeidstrykk fra 1 bar. Se fig. 15.

I plantevernet brukes refleksdysen en del ved bandsprøyting f.eks. i planteskoler, og ved sprøyting mot ugras i bær og frukthager. Ved sprøyting med ugrasmidler der en ønsker å bekjempe ugraset på en stripe, passer disse dysene godt. De brukes også noe til vanning ved vanntilførsel direkte fra ledningsnettet.

9.5.3.3. Hvirveldyser (Cone nozzles)

a. Hul væskekon (Hollow cone).

a.1 Hul væskekon med hvirvelstykke (Swirl plate).

Hvirveldyse med hul væskekon består til vanlig av dysekappe, plate (skive) med dyseåpning, pakning (avstandsring), hvirvelstykke og sjølve dysekroppen. Hvirvelkammeret er rommet mellom dyseplaten og hvirvelstykket. Se fig. 16.

Væska passerer først gjennom skrueformede kanaler i hvirvelstykket før den presses ut gjennom dyseåpningen. Hvirvelstykket kan ha utfreste renner i periferien eller hull boret på skrå i hvirvelstykket. Væsken tvinges til å rotere i hvirvelkammeret. I sentrum i kammeret oppstår det et hull, hvirveløye, omtrent som i en hvirvel i en elv. Dette forplanter seg gjennom dyseåpningen slik at det dannes en konisk væskefilm. Filmen brister og vi får den koniske væskedusjen som kjennetegner hvirveldysene.

Hullet i dyseåpningen må være rundt, uten grader og plassert nøyaktig i senter av dysen. Hvis ikke får en store og uregelmessige dråper (HAMAN & NORDBY 1966).

Hvirvelkammerets dimensjoner påvirker spredevinkelen, slik at spredevinkelen avtar med økende dybde i hvirvelkammeret. Med avtagende spredevinkel øker dessuten rekkevidden til dusjen. Spredevinkelen er oftest fra 60° til 90° . Kurven for væskefordelingen er typisk M-formet. Kapasiteten kan være fra 0,5 l/min og oppover. Dysene brukes ved arbeidstrykk fra 2,5-50 bar. I landbruk og skogbruk brukes hvirveldysene mest ved bekjempelse av sopp og skadedyr. På grunn av væskefordelingen passer dysene dårlig på spredebommer.

a.2 Hul væskekon uten hvirvelstykke (Side entrance hollow cone).

På denne dysetypen føres væska inn fra siden i periferien av hvirvelkammeret. Dysetypen er lite brukt i landbruket.

a.3 Tokammerdyse (Raindrop nozzle) (to hvirvelkammer og to dyseåpninger).

Dette er en forholdsvis ny dysetype. Den ble først introdusert av DELAVAN, USA, men produseres fra 1978 også av blant andre HARDI, Danmark.

Fra det første hvirvelkammeret og gjennom dyseåpningen føres væsken som en roterende konisk film inn i hvirvelkammer nr. 2. Her roterer væska langsommere enn i første kammer og presses ut gjennom en åpning som er atskillig større enn den første åpningen. Dråpene blir derfor større enn for andre hvirveldyser og flatdysen ved det samme arbeidstrykk (Se tabell 9. Se fig. 17).

DELAVAN lagde to typer, type RD med 80° og 90° spredvinkel og type RA med 120° - 140° spredvinkel. HARDI 1553 - 20 har ca. 80° spredvinkel. Dessverre er kurven for væskefordelingen M-formet. Dette betyr at en må opp i dysehøgde på omlag 70 cm eller la dysen peke bakover for å få tilfredsstillende væskefordeling fra en spredebom med slike dyser. Kapasiteten er fra ca. 0,6 til 3,2 l/min ved arbeidstrykk 2 bar. Tokammerdysen er hittil lite brukt. På grunn av væskefordelingen ser det heller ikke ut til at den skal bli vanlig i landbruket.

b. Fylt væskekon (Solid cone).

Denne dysetypen har et hull i sentrum av hvirvelstykket. Væske som passerer gjennom sentrumshullet forstyrrer væskerotasjonen i hvirvelkammeret og fyller hvirveløyet. Et riktig dimensjonert hull i sentrum av hvirvelstykket kan gi en fylt, kon væskedusj. Dysetypen brukes lite i plantevernutstyr.

Kurven for væskefordelingen kan ha form som trapes eller trekant. Slike dyser er blitt foreslått som dyser til spredebommer. De er likevel lite brukt hittil. En av årsakene kan være at spredvinkelen er liten. Dette krever liten dyseavstand og/eller stor bomhøgde ved sprøyting.

9.5.3.4. Stråledyse (Solid stream)

Væsken kommer ut av dysen som en smal, ubrutt stråle. Siden det er vanskelig å få god væskefordeling med en slik dyse, har dysetypen ingen interesse i plantevern.

9.5.3.5. Skumdyser (Foam nozzles)

Ved bruk av skumdyser er sprøytevæska oftest tilsatt et skumdannende middel. Dysen har to innløp for luft, ett på hver side. Væske som presses inn i dysen møter luften og blandes med den i et blandingskammer. Væska kommer ut av dysen som skum i en smal, vifteforma dusj. Skummet bidrar til å gi store dråper. I USA er det gjort ganske omfattende undersøkelser med slike dyser. Skumdysene har etter noen spredte forsøk ikke fått noe innpass i feltkulturer.

9.5.3.6. Pneumatiske dyser.

Luft og væske møtes inne i eller ved utløpet av dysen. Lufttrykk, luftmengde og mengdeforhold luft/væske er med og bestemmer dråpestørrelse og kapasitet. Dråpene blir små. Pneumatiske dyser har hittil derfor liten interesse i plantevern. De er litt brukt i tåkesprøyter, f.eks. av

Schauman, Danmark. Her brukes det også en ekstra luftstrøm som bærer av væska. Spraying Systems har også laget en airatomizer beregnet for montering på spredebommer.

9.5.4. Elektrostatisk sprøyting.

A gi dråpene en positiv ladning, slik at de lettere kan avsettes på objekt, er ikke noe nytt prinsipp. Det er kjent fra lakking, trykking, filtrering m.m. Se fig. 18.

Dette kan by på følgende fordeler ved sprøyting:

1. Bedre virkningsgrad av sprøytevæska.
2. Minske risiko for avdrift.
3. Mindre dose.
4. Mindre væskemengde.

Tre prinsipp er brukt i forsøk og delvis i praksis med elektrostatisk oppladning:

HAGENVALL (1982) beskriver ulike prinsipp og drøfter fordeler og mangler.

Coronaoppladning.

Her passerer væskestrømmen en spiss elektrode. Etterhvert dannes en kompakt sky av positive joner. Væskestrømmen river med seg de positive jonene og dråpene får en positiv ladning.

Coronaoppladning er mye brukt ved sprøytelakking. Med plantevernmiddel kan det brukes i kombinasjon enten med hydrauliske dyser eller roterende væskefordeler. Både olje og vann kan brukes til sprøytevæske. Elektrisk ledende sprøytevæsker krever at væsketanken isoleres.

Influenseoppladning

Hvis vi har en positiv elektrode, anode, og en negativ katode, og jorder katoden, kommer den til å beholde sin negative ladning. Funksjonen blir i prinsippet den samme om en i stedet jorder anoden. Følgen blir at katoden fører en positiv ladning på anoden. Fenomenet kalles influense.

Dette utnyttes ved ladning av dråper. Sprøytevæska jordes og får passere gjennom en omgivende elektrode med høgt potensial. En luftstrøm produserer dråpene og holder elektroden tørr og rein. Det kreves mye energi til hver dyse. Metoden har en fordel, luftstrømmen fører til bedre gjennomtrengning av væska i tette kulturer.

Kontaktoppladning.

Sprederen består av en elektrode, med høgt potensiale, som har en ringformet åpning. Væska renner igjennom denne åpningen. Det kraftige elektriske felt som dannes mellom dyseåpningen og den omgivende jordede elektroden, fører til at væska overføres til dråper.

Elektrodyn (ICI) har flere fordeler:

- Dråpene lades idet de dannes.
- Ingen bevegelige deler.
- Bruker lite energi.
- Dråpestørrelsen kan reguleres med spenningen.
- Små dråper, det vil si små væskemengder, kan utnyttes uten risiko for avdrift.

Ved elektrostatisk sprøyting kan en regulere dråpestørrelsen fra 30 - 200 μm og bruke væskemengder fra 0,5 l/ha. Dette er lovende utsikter. Stort sett har det blitt med utsikter hittil, iallfall for europeiske forhold.

Arsakene er delvis:

1. En må ha spesielle formuleringer, og muligens på oljebasis. Dette krever stor innsats å utvikle.
2. Endel aktuelle plantevernmidler kan ikke formuleres på denne måte.

3. Det kreves omfattende undersøkelser for å klarlegge dosering og konsentrasjon og dessuten skaffe data for godkjenning.
4. Elektrostatisk sprøyting vil sannsynligvis få størst betydning ved bekjempelse av sopp og skadedyr.
5. Det er mulig at elektrostatisk sprøyting kan bli et kompliment til vanlig sprøyting. Den vil ikke, så langt en kan se i dag, kunne erstatte åkersprøyter og tåkesprøyter.

HADEN & GROSSMANN (1984) og METS, MOSER & SCHMIDT (1984) legger fram resultater fra innledende undersøkelser med elektrostatisk oppladning. Resultatene viser en positiv tendens både for åkersprøyter og tåkesprøyter.

Forutsetninger for at elektrostatisk oppladning skal få noe innpass i praksis avhenger av om en kan bruke eksisterende utstyr uten kompliserte nye deler og at en kan bruke plantevernmidler som er i handelen.

9.5.5. Karakteristikk av dyser

Alle dyseprodusenter oppgir spredevinkel og/eller toppvinkel ved ulike trykk, kapasitet med ulike trykk og maksimaltrykk (normverdier for holdfasthet). Se punkt 9.5.5.2. Kurver for væskefordeling er også vist for enkelte typer. Etter forespørsel kan en få kurver som viser fordelingen av væska i ulike dråpestørrelser eller andre opplysninger.

Typebetegnelsene som fabrikantene bruker, forteller oftest lite om sjølve dysen. Enkelte produsenter som Spraying Systems Co., USA og Lurmark Ltd., UK har for enkelte flatdyser spredevinkel og kapasitet ved et bestemt arbeidstrykk inkludert i typebetegnelsen. For flatdyse 11003 fra Spraying Systems Co. angir de tre første siffer spredevinkelen ved arbeidstrykk 2,8 bar og de to siste kapasitet i US gallons pr. min. Her er spredevinkelen 110° og væskemengden 0,3 gallon/min ved arbeidstrykk ca. 2,8 bar.

9.5.5.1. Kapasitet (væskemengde i l/min)

Med unntak for hvirveldysene bestemmes kapasiteten (væskemengden pr. tidsenhet som en dyse leverer) av de vanlige strømningslover. Kapasiteten er derfor proporsjonal med arealet av dyseåpningen og med kvadratroten av væsketrykket.

I praksis er det på grunn av risiko for tiltetning av dysene vanskelig å bruke dyseåpninger som gir mindre enn 0,5 l/min ved det aktuelle arbeidstrykk. Det krever spesielle filter. Dyser som brukes på spredebommer gir fra 0,7 til 3 l/min ved arbeidstrykk fra 1,0 til 10 bar.

Økende viskositet fører til ubetydelig redusert væskemengde for flat- og refleksdyser. For hvirveldyser øker væskemengden med økende viskositet på sprøytevæska. Dette skyldes at rotasjonen i hvirvelkammeret avtar og dermed minker også trykktapet (DIETRICH 1966). Væskemengden pr. sek. som

en dyse leverer kan beregnes fra følgende formel:

$$Q = c_q \cdot A \cdot 100 \cdot \sqrt{\frac{20 p}{\rho}}$$

Q = væskemengde i m^3/s

c_q = utstrømningskoeffisient

A = areal av utstrømningsåpning i m^2

p = manometrisk trykk i bar

ρ = væskas tetthet i kg/m^3

Utstrømningskoeffisienten c_q og toppvinkelen er avhengig av konstruksjon til dysen.

Kjenner vi væskemengden Q_1 ved et areidstrykk p_1 for en bestemt dyse kan vi beregne væskemengden Q_2 for et annet arbeidstrykk p_2 .

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\sqrt{p_1}}{\sqrt{p_2}} \quad Q_2 = \frac{Q_1 \sqrt{p_2}}{\sqrt{p_1}}$$

Ved å firedoble trykket fordobler vi væskemengden. Er væskemengden f.eks. 200 l/ha ved arbeidstrykk 2,5 bar, kan vi da få 400 l/ha ved arbeidstrykk 10 bar.

Vil en forandre væskemengden og beholde arbeidstrykket for en bestemt spredebom, sprøyttestang m.m., må en skifte dyseplate eller dysespiss. Det er bare innen snevre grenser en kan bruke kjørehastigheten til å forandre væskemengden pr. ha.

Hvirvelstykket brukes sjelden til å regulere væskemengden, men det kan være aktuelt f.eks. ved bruk av sprøyterifle i frukthager. Ved sprøyting fra helikopter kan det også være aktuelt å skifte hvirvelstykke for å forandre væskemengden pr. tidsenhet. For høge væskkonsentrasjoner er det en fordel å ha store åpninger i hvirvelstykket.

Dybden i hvirvelkammeret bruker vi ikke direkte for å regulere væskemengden, men for å regulere rekkevidden og spredevinkelen til sprøyterifler. Når vi fører (skrur) hvirvelstykket bakover, avtar spredevinkelen, men rekkevidde og væskemengde øker. For en sprøyterifle med 1,5 mm dyseåpning kan væskemengden f.eks. være 3,5 l/min ved "brei" væskestråle og 4,7 l/min ved "smal" stråle. Arbeidstrykket er i begge tilfelle 20 bar. Det som er nevnt her, gjelder kun for sprøyterifler og ikke for dyser med faste komponenter.

Den enkleste måte å regulere væskemengden på er å skifte dyseplate. Om vi f.eks. ved åkersprøyting vil bruke det samme arbeidstrykk og den samme kjørehastighet, men øke væskemengden, skifter vi til dyseplate med større åpning/hull.

9.5.5.2. Toppvinkel - spredevinkel

Toppvinkel og spredevinkel har nær sammenheng med væskefordelingen og arbeidsbredden.

Toppvinkelen er vinkelen mellom de to tangenter til dusjens sider som møtes i dyseåpningen. I katalogene er toppvinkelen oppgitt. For praktisk bruk er det viktigere å kjenne spredevinkelen. Dette er vinkelen som dannes av de rette linjer til det sprøyta areals areals yttergrenser med topp-punktet i dyseåpningen.

Sidene på væskedusjen følger ikke rette linjer, men bøyer noe av innover mot dyseaksen. Toppvinkelen er derfor større enn spredevinkelen. Disse vinklene bestemmes vesentlig av dysenes geometriske oppbygning. Alle dysetyper kan i dag leveres med spredevinkler innen vide grenser, se tabell 7.

Tabell 7. Spredevinkel for ulike dysetyper (arbeidstrykk 3 bar)

Dysetype	Minste	Største
Flatdyse	15 ⁰	120 ⁰
Hvirveldyse	25 ⁰	150 ⁰
Refleksdyse	15 ⁰	150 ⁰

Spredevinkelen varierer med trykket og mer for små dyseåpninger enn for store. Den øker forholdsvis mer med økende trykk for flatdyser enn for hvirveldyser. Økes arbeidstrykket fra 2,5 til 10 bar øker spredevinkelen for en flatdyse med 10⁰ - 15⁰. Etterhvert som dyseåpningen øker, blir forskjellen mellom spredevinkelen ved ulike trykk mindre.

Den maksimale spredevinkel for flatdyser og hvirveldyser oppnås ved et arbeidstrykk på ca. 30 bar. Væskens viskositet og overflatespenning påvirker toppvinkelen, mens dens tetthet har liten innflytelse på spredevinkelen.

Økende viskositet fører til mindre toppvinkel hos samtlige dysetyper. For flatdyser og hvirveldyser med hul væskekon øker toppvinkelen når overflatespenningen reduseres. For hvirveldyser med fylt væskedusj har overflatespenningen liten innflytelse på spredevinkelen. I praksis varierer ikke sprøytevæskas fysiske egenskaper så mye at det får særlig betydning for valg, innstilling og bruk av plantevernutstyr.

9.5.5.3. Væskefordeling

Fordelingen av væska fra dyser og spredebommer bestemmer for en stor del kvaliteten av sprøytinga. Med væskefordeling ute på feltet mener vi til vanlig følgende: Væskefordelingen projisert på et plan vinkelrett i forhold til kjøreretningen. Vi ønsker å oppnå tilfredsstillende væskefordeling ved rimelig dysehøgde.

Væskefordelingen bestemmes oftest ved å sprøyte over oppsamlingsutstyret som består av parallelle kanaler. Fra hver kanal samles væska opp og måles. Det er viktig at oppsamlingsutstyret ikke forstyrrer fordelingen av væska under målingen. Avstanden mellom veggene i kanalene er viktig. Til vanlig brukes 50 mm breie kanaler. Se fig. 20.

NORDBY (1968) utviklet utstyr for å måle fordeling av væske. Det er tatt i bruk i alle de nordiske land og beskrevet i nordiske standarder.

Resultatene fra måling av væskefordelingen for en dyse kan presenteres som et stolpediagram eller kurve. Kurvene som viser fordelingen av væska for ulike dysetyper bør kunne sammenlignes direkte. I forslag til "Test methods and equipment, Sprayer nozzles ISO/DIS 5682/1" (1976) blir kurven utarbeidet på følgende grunnlag: Gjennomsnittlig væskemengde pr. kanal settes til 100. I forhold til dette beregnes verdiene i de andre kanaler. I tillegg er det en bestemt målestokk for y- og x-akse.

For hvirveldysene bestemmes væskefordelingen av hvor stor del av sirkelen på den sprøyta flaten som er fylt med væske (NORDBY og HAMAN 1965). (Solid

eller hollow cone). Hvor stor del av sirkelen som er fylt med væske angis med fyllingskoeffisienten. R er radius i den ytre sirkelen av spredebildet og r radius i den indre sirkel hvor det ikke er noe sprøytevæske.

Fyllingskoeffisienten $\epsilon = \frac{R}{r}$

Når hele sirkelen fylles med væske går ϵ mot uendelig. Når væskekon består av en tynn film ytterst, får vi væske bare i periferien og ϵ blir tilnærmet lik 1. Dyser med utpreget hul kon har væskefordeling med to topper, M-form. En dyse med fylt kon gir mest væske under dysen og avtagende mengde ut til sidene. For gode dyser vil fordelingen i begge tilfelle være symmetrisk om dyseaksen. Se fig. 21.

Flatdyser gir mest væske midt under dysen. Kurven som viser væskefordelingen, kan ha utpreget maksimum, "trekantform", eller være mer trapesformet. I begge tilfelle kan en ved montering av dysene på en spredebom få god spredejamnhet. Betingelsen for dette er at væskefordelingen er symmetrisk om dyseaksen. Se fra fig. 22 til og med fig. 25.

De såkalte "even spray"dyser er en spesiell flatdyse. De gir omtrent like mye væske over den sprøyta flaten. Det vil si at fordelingsdiagrammet er rektangulært. Slike dyser passer til bandsprøyting og til sprøyting under skjerm, men ikke for montering på spredebom. Væskefordelingen er alt for avhengig av dysehøgden (bomhøgden).

Når dysene beveges, framheves toppene på fordelingskurven. (VAN DER WEIJ 1972) Dette kan skyldes at de høyeste nivåer på fordelingskurven til vanlig faller noenlunde sammen med de deler av væskedusjen som inneholder de største dråpene. Under bevegelse kan det derfor oppstå en sorterende virkning. Dette betyr mest for de små dråpene. Disse antagelser støttes av SVENSSON (1976). Studier av de ulike dråpestørrelsers fordeling i væskedusjen utført av TATE & JANSSEN (1966) bekrefter dette. Med de plantevernmidler som brukes i praksis påvirkes væskefordelingen lite av sprøytevæskens fysiske egenskaper.

Under bruk slites dysene. Dette virker inn på dyseegenskapene. Tidligere mente en at væskefordelingen ble dårligere etterhvert som dysene slites. (GØHLICH & KNOTT 1969). DOLL et al. (1966) fant at kurven for væskefordelingen til flatdyser fikk en mer typisk M-form under bruk. Dette gjaldt dyser som var brukt til bandsprøyting i ca. 200 timer.

Nyere iakttakelser og resultater viser et mer nyansert bilde av forholdet mellom slitasje og spredevinkel. Observasjoner ved Landbruksteknisk institutt viser at væskefordelingen for noe slitte dyser (8-10 % større kapasitet enn nye dyser) kan være like god som for nye dyser.

KNOTT (1977) fant at i enkelte tilfelle kan dyser av både messing og plast få en bedre væskefordeling etter lang tids bruk enn de har som nye. Dette avhenger bl.a. av materialet i dysene, plantevernmiddel og brukstid.

9.5.5.4. Dråpestørrelse

Som nevnt under beskrivelsen av dyser, er det bare under bestemte forhold og med roterende fordelere at en kan lage dråper av ens størrelse. Alle dyser gir en heterogen væskedusj med stor forskjell mellom de minste og de største dråpene. Måling av dråper utføres etter flere metoder. Resultatet er avhengig av målemetode og måleutstyr. For å kunne vurdere dråpestørrelsen for ulike dyser bør derfor både målemetode og utstyr være oppgitt.

For å bestemme dråpestørrelsen og fordelingen av dråpene som en dyse leverer må en måle omlag 2000 dråper ved et bestemt arbeidstrykk. Ved måling av 2000 dråper er det 95 % sannsynlighet for at feilen blir ca. 3 %. Dråpestørrelsen kan angis som aritmetisk gjennomsnitt, dråpenes middeldiameter,

$$d_A = \frac{\sum D_i n_i}{n}$$

D_i er den midlere dråpediameter i størrelsesklasse i . n_i er antall dråper i klassen i . n er totalt antall dråper.

Middeldiameteren er ikke noe godt uttrykk for dråpestørrelsen. Den forteller ikke noe om hvordan det utsprøyta væskevolum er fordelt på ulike størrelsesgrupper. De små dråpene virker sterkt inn på resultatet ved beregning av middeldiameter. Disse dråpene har lett for å drive vekk eller fordunste under sprøyting. Et mål hvor de minste dråper ikke tillegges så stor vekt vil være bedre. Volum/overflatediameter, SMD (Sauter eller

surface mean diameter) kan beregnes etter følgende formel:

$$SMD = \frac{\sum D_i^3 n_i}{\sum D_i^2 n_i}$$

Forholdet volum/overflate av en beregnet SMD er det samme som forholdet mellom volumet til samtlige dråper og deres totale overflate. SMD påvirkes ikke så mye av små dråper. Den gir derfor en større verdi enn middeldiameteren.

Den mest brukte enhet for å karakterisere dråpene i en væskedusj er trolig den midlere volumdiameter, MMD (mass median diameter). Størrelsen er valgt slik at den ene halvpart av væskevolumet er i større dråper og den andre halvpart av væskevolumet i mindre dråper. Den midlere volumdiameter kan vi finne ved å framstille en kumulativ kurve. Ved 50 % av væskevolumet finner vi den midlere volumdiater.

Både SMD og MMD tar mer hensyn enn middeldiameteren til de dråpestørrelser som betyr mest ved sprøyting. Ved å bruke den midlere volumdiameter kan en få god oversikt over hvor mye av det utstprøyta væskevolum som fordeler seg på de ulike størrelsesklasser av dråper.

Ved måling og telling grupperes dråpene i klasser. Etter Norsk Standard (NS 1172) og andre nordiske standarder måles og registreres dråpene i størrelsesklasser som vist i tabell 8.

Tabell 8. Inndeling av dråper i størrelsesklasser (etter Norsk Standard 1172, Dansk Standard DS 6023 og Svensk Standard SMS 2877).

Dråpediameter i μm		
< 60	331 - 420	601 - 750
61 - 150	421 - 510	751 - 900
151 - 240	511 - 600	901 - 1050
241 - 330		> 1051

En tabell som viser hvordan væskevolumet er fordelt på de ulike størrelsesklasser vil i de fleste tilfelle fortelle nok til å vurdere dråpene som en dyse leverer.

Tabell 9. Fordeling av sprøytevæska i % innen ulike klasser av dråpe-størrelser.

Sprøyteutstyr - dysetype	Dråpestørrelse i μm				
	<60	61 - 160	161 - 260	261 - 360	>361
Ryggståkesprøyte Hardanger	4	73	23	-	-
Flatdyse Hardi 4110 - 20 Arbeidstrykk 2,5 bar	2	18	34	18	28
Hardi 4110 - 20 Arbeidstrykk 8 bar	2	18	34	20	26
DELAVAN Raindrop RD 2 (4-25) Arbeidstrykk 2,5 bar	-	-	4	4	92
Spraying Systems 8003 LP flatdyse Arbeidstrykk 1 bar	-	5	16	18	61
Refleksdyse (Polijet rød) Arbeidstrykk 1 bar	-	3	4	8	85

Av de metoder som brukes ved sprøyting av plantevernmidler på friland gir ståkesprøyting de minste dråper. Fordelingen på de ulike størrelsesklasser for Hardi flatdyse 4110 - 20 ved arbeidstrykk 2,5 bar er typisk for flatdyser som brukes ved ugrassprøyting i kornåker.

"Raindrop"- og "L.P." dyser er representanter for dyser som gir store dråper. Raindropdysen ser ut til å gi så store dråper at dysen av den grunn kan være lite aktuell ved sprøyting med bestemte plantevernmidler. En sammenligning av midlere volumdiameter for de viktigste flatdyser er vist i tabell 10.

Tabell 10. Midlere volumdiameter i μm og kapasitet i l/min for noen vanlige flatdyser.

Dysefabrikat og - type	Midlere volumdiameter		l/min
	2,5 bar	10 bar	2,5 bar
Hardi 4110-20	273	249 ^{x)}	1,33
Lechler 11.2 - 120 ⁰	295	192	1,13
Erland EM 2	273	189	0,66
Spraying Systems Co. 11003	292	219	1,03
Technoma A.J. 110	265	203	0,86

x) Arbeidstrykk 8 bar.

Tabellen viser at det er svært liten forskjell på den midlere volumdiameter når det gjelder de mest brukte fabrikata. Ser en på hvor mye av væska som dråpene med diameter under 90 μm utgjør, så er det 4 - 5 % ved arbeidstrykk 2,5 bar og under 10 % ved arbeidstrykk 10 bar.

Dråpestørrelsen er i første rekke avhengig av dysetype, konstruksjon, kapasitet og væsketrykk.

I praksis blir dysene ofte plassert i følgende rekkefølge når det gjelder økende dråpestørrelse. Hvirveldyse (hul væskedusj) - flatdyse - refleksdyse. Refleksdysen gir atskillig større dråper enn de andre dysetypene. Hvirveldysene brukes til vanlig ved et høyere arbeidstrykk enn flatdyser. Her er det riktig at de gir mindre dråper enn flatdyser. Foretas sammenligningen for samme kapasitet og væskemengde blir forskjellen mellom flatdyser og hvirveldyser mindre. (TATE & JANSSEN, 1966).

Sprøytevæskas egenskaper har en viss innflytelse på dråpestørrelsen. Senkes overflatespenningen blir dråpene litt mindre. Sprøytevæska ved ugrasssprøyting har oftest en overflatespenning fra 40 til 50 mN/m (dyn/cm). Økes viskositeten av væska øker dråpestørrelsen. Dette er en del brukt ved sprøyting fra lufta. Her settes det til et middel som øker viskositeten. Dette har ikke fått noen betydning ved sprøyting fra bakken. I Norden er slike midler svært lite brukt.

For enhver dysetype avtar dråpestørrelsen når trykket øker, men ikke like mye for alle typer. Opplysninger og data fra ulike kilder varierer noe.

Generelt sies at hvis trykket halveres innen området 1,7 - 6,8 bar, øker den midlere volumdiameter fra 10 til 30 %. (ISLER & CARLTON (1965), SPRAYING SYSTEMS CO. (1966 - 1969), TATE & JANSSEN (1966), YATES & ÅKESSON (1972)).

Øker en dyseåpningen og holder andre faktorer konstant, øker dråpestørrelsen. Fordobles arealet i dyseåpningen, øker den midlere volumdiameter fra 10 - 30 %.

Øker en spredevinkelen for en flatdyse og beholder kapasiteten ved et gitt trykk, avtar som regel dråpestørrelsen. For en hvirveldyse med hul væskekon har spredevinkelen liten innflytelse på dråpestørrelsen. (SPRAYING SYSTEMS CO. (1966 - 1969)).

For dyser plassert på fly eller helikopter betyr dysemonteringen (vinkel

mellom dyseakse og flyretning) og lufthastigheten rundt dysen mye for dråpestørrelsen.

9.5.5.5. Dråpenes energi, hastighet og virkningsgrad

Den kinetiske energien til dråpene er avhengig av trykket. NICKELS (1954) hevder at utgangshastigheten til dråpene er avhengig av trykket. For en flatdyse som gir ca. 1 l/min ved arbeidstrykk ca. 4 bar er utgangshastigheten ca. 22 m/sek. For en dråpe på 200 μ m reduseres hastigheten til 6 m/sek når dråpen har tilbakelagt 0,3 m.

Impulsen (impact) fra en væskedusj er avhengig av væskemengden pr. tidsenhet og arbeidstrykket. Stråledyse og flatdyse gir størst impuls. Den laveste impuls gir hvirveldyser med stor spredevinkel.

Disse problemer blir diskutert nærmere under kapittel 8. "Fordeling og avsetning av plantevernmiddel".

En kan slå fast at det er stor forskjell på dysene når det gjelder å overføre trykkenergi til impuls. DIETRICH (1966) oppgir følgende verdier for dysenes hastighetsvirkningsgrad:

Stråledyse	98 - 99 %
Flatdyse	80 - 85 %
"Off center" flatdyse	95 - 97 %
Hvirveldyse:	
Fylt væskedusj	57 - 94 %
Hul væskedusj	55 %

Av de dyser som kan brukes på en spredebom er det flatdysene som har den beste hastighetsvirkningsgrad.

9.5.5.6. Ensartethet (uniformity)

Ensartetheten til nye dyser er avhengig av materialvalg, produksjonsmetoder, produksjonsutstyr og kontroll. For at dysene skal gi en god væskefordeling fra spredebom må dysene være ensarta, det vil si mest mulig like.

Vil en måle dysenes ensartethet er det enklest å undersøke kapasiteten, liter pr. minutt. BIOLOGISCHE BUNDESANSTALT (1976) setter som krav at kapasiteten til nye dyser skal være innenfor ± 5 % fra middelverdien. Sjøl de beste dysefabrikanter kan ha problemer med å innfri dette kravet når målingene baseres på 25 dyser. Om to-tre dyser såvidt faller utenom kravet, behøver ikke å bety noe.

Variasjonskoeffisienten for 25 dyser er et bedre uttrykk enn hvor mange dyser som faller utenom $\bar{x} \pm 5$ %. NORDBY (1977) har målt væskemengden for 25 dyser av noen fabrikata. Resultatene er vist i tabell 11.

Tabell 11. Væskemengde pr. min og variasjon i væskemengden for noen flatdyser. Etter NORDBY (1977)

	Fabrikata					
	Erland EM 2	Albuz R	Hardi 4110-20	Lurmark 110-04	Teejet 11003	Lechler 11,2 - 120 ⁰
\bar{x} l/min	0,66	1,00	1,33	1,45	1,03	1,13
V %	6,3	3,3	4,2	3,3	2,3	1,6
Antall dyser med avvik større enn $\bar{x} \pm 5\%$	7	1	2	1	0	0

Væskemengden pr. min er i samsvar med det som oppgis i katalogene. Det er akseptable variasjonskoeffisienter for alle fabrikata unntatt EM 2. Lechler 11,2-120⁰ og Spraying Systems Co. Teejet 11003 skiller seg positivt ut.

Om dysene viser tilfredsstillende ensartethet for kapasitet har en et godt grunnlag for å velge dyser. I tillegg bør en ha visse opplysninger om væskefordelingen.

Skjevhet i væskefordelingen om dyseaksen er et aktuelt mål (NORDBY 1977). NORDBY (1977) definerer dette som: Forskjellen i væskemengden oppsamlet på hver side av dyseaksen i % av væskemengden som dysen leverer.

Tabell 12. Skjevhet i væskefordelingen om dyseaksen og variasjon i skjevhet. Etter NORDBY (1977).

	Fabrikat					
	Erland EM 2	Albuz R	Hardi 4110-20	Lurmark 110-04	Teejet 11003	Lechler 11,2-120 ⁰
\bar{x} % skjevhet	8,1	3,0	5,8	4,3	1,3	1,6
V %	39,6	65,5	62,7	128,8	62,4	67,1

Lechler 11,2-120⁰ og Teejet 11003 hadde en skjevhet på henholdsvis 1,3 % og 1,6 %. Stort sett må en si at skjevheten i fordeling av væska over spredebredden er akseptabel for dysene med 110⁰ og 120⁰ spredevinkel. Alle dysene unntatt Erland og Lurmark har en V % fra 62 til 67. For disse fabrikata er variasjon i skjevhet innen enkeltdysene noenlunde den samme.

EM har en variasjonskoeffisient på 39. Dette viser at skjevheten i væskefordelingen er mer konstant enn for de andre dysene.

ERIKSSON (1975) har målt væskefordelingen for 25 enkeltdyser av fire dysefabrikata. På grunnlag av variasjonen om den gjennomsnittlige kurven for væskefordelingen fant han signifikante forskjeller. Her ble det nok en gang bekreftet at fabrikanter som lager et lite antall av noen få typer som regel lager dyser med liten eller dårlig ensartethet. NORDBY (1977) målte væskefordelingen for de samme dyser som er nevnt i tabell 12. For hver enkelt dyse innen de seks fabrikatene målte en avvikene fra gjennomsnittskurven for væskefordelingen over spredebredden. Gjennomsnitt % avvik i forhold til gjennomsnittskurven over spredebredden

ble beregnet.

Tabell 13. Avvik for enkeltdyser i forhold til gjennomsnittskurven for fordeling av væska over spredebredden. Etter NORDBY (1977)

Fabrikat						
	Erland EM 2	Albuz R	Hardi 4110-20	Lurmark 110-04	Teejet 11003	Lechler 11,2-120 ⁰
\bar{x} % avvik	12,8	4,8	10,4	10,6	6,9	3,5
V %	56	32	32	48	21	22

Gjennomsnittlig avvik for dysefabrikatene varierte fra 3,5 % til 12,8 %. Sagt på en annen måte skifter fra 3,5 % til 12,8 % av væska kanal i forhold til gjennomsnittskurven.

Lechler, Albuz og Teejet hadde mindre avvik enn de andre fabrikatene.

Sammenholder en sum avvik og V % skiller Lechler, Spraying Systems og Albuz seg positivt ut fra de øvrige.

9.5.5.7. Slitasje

Alle dyser slites under bruk. Slitasjen er avhengig av dysetype, materiale i dysen, plantevernmiddel som brukes, arbeidstrykk ved sprøyting samt stell og reinhold av utstyret.

For praktikerne er det viktig å vite når en bør skifte ut dyse-spiss eller dyseplate. Som viktigste grunn til at praktikerne bør skifte dyse oppgis oftest at væskemengden pr. min blir for stor. Væskefordelingen kan også som tidligere nevnt, påvirkes av slitasje.

Tabell 14. Prosentvis økning av væskemengden etter ulike tids bruk. Væske: Reint vann. Arbeidstrykk: 2,8 bar. Etter HENDRIKSON (1962)

Fabrikat og dysetype	Tid i timer					
	50	100	150	200	250	300
Spraying Systems Co. 650067	2,78	8,64	9,57	11,83	13,09	14,18
Monarch 20	2,80	5,96	3,60	4,27	8,83	5,96

Det er grunn til å anta at væskemengden kan øke raskere enn oppgitt i tabellen når det brukes sprøytevæske. I dette tilfellet var dysetippene laget av messing.

KNOTT (1977) har fått motstridende resultater i sine slitasjeundersøkelser med dyser av plast, stål og messing. Det ble brukt 23 forskjellige plantevernmiddel. Etter 24 timers bruk kunne væskemengden øke fra 3,6 % til omlag 14 %, alt etter plantevernmiddel. På den annen side var økningen etter ca. 300 timers bruk ca. 4 % for plastdyser og ingen økning for messingdyser. Her ble det brukt ugrasmiddel (Fluornol + Ioxynil + MCPA

salt) i 100 timer, deretter Maneb i 100 timer og så til slutt den første ugrasmiddelblandingen i 100 timer. KNOTT (1977) sier at resultatene er vanskelig å forklare. Han mener at temperaturen i væska var høyere i korttidssliteforsøkene. I tillegg kan det ha vært variasjon i materialet i dysene.

NORDBY (1975) oppgir at dysespissene bør skiftes ut etter 200 timer. DOLL et al. (1966) og GØHLICH & KNOTT (1969) anser at dysespisser eller plater bør byttes etter 100 timer. En dysespiss kostet 01.10.1985 i Norge fra ca kr. 12,-. *Annenhver sesong for gjennom smelteb.*

Med de spredebommene som brukes mest i dag vil det koste fra kr. 24,- pr. m arbeidsbredde å fornye dysene. Som konklusjon kan en si at dysespissene bør skiftes etter en tids bruk. Er en i tvil, bør utskiftningen fortrinnsvis foretas etter 100 timer istedenfor etter 200 timer.

9.5.5.8. Dyser i praksis, sil, tiltetting, dryppvern, problem.

I praksis har enhver dyse en tendens til å tettes igjen. Det kan ha flere årsaker, f.eks.:

1. Ureinheter i vannet som sprøytevæska lages til av.
2. Feil og uforsiktighet ved tillaging av væska.
3. For dårlig omrøring i væsketanken.
4. For små dyseåpninger.
5. Tette siler.
6. For lite effektive siler (filter)
7. Dårlig reingjøring og stell av utstyret.
8. Feil formulering, f.eks. ved tilsetting av fyllstoffene, ved framstilling av plantevernmidlene.
9. Sprøyting med suspensjoner.
10. Blanding av preparat og næringssalt som ikke forenes.

Ad. 1. En bør fylle bare reint vann på tanken. Sørg for at silen i fylleåpningen på væsketanken er i orden. Har en problemer med ureint vann, bør en foreta en ekstra siling før vannet fylles på tanken.

Ad. 2. Ved tillaging av væske fylles som regel først tanken halvfull med vann. Deretter tømmer en på plantevernmiddel. Plantevernmiddel i pulverform røres alltid ut i vann før det fylles på tanken. Tanken etterfylles med vann mens omrøringen er i gang. Ved tillaging av væske må en ta hensyn til det som står på etiketten.

Ad 3. Det må være tilfredsstillende omrøring i tanken. Sørg for å ha pumpe med tilstrekkelig yteevne.

Ad. 4. Ved åkersprøyting er det vanskelig å bruke dyser som ved det aktuelle trykk gir mindre enn 0,5 l/min. Slike dyser har så liten åpning at de har lett for å tettes igjen under sprøyting. I alle tilfelle må en ha skikkelige filtere.

Ad. 5. Om en skal ha sil i dysene diskuteres ofte. En ting er sikkert, siler som ikke ettersees og gjøres reine er ubrukbare. De tettes igjen etterhvert, slik at det til slutt blir åpningen i silen og ikke dyseåpningen som bestemmer væskemengdene som dysene leverer. Sprøyta skal ha sil i fylleåpningen på tanken og på sugesida av pumpe. Hvis dette er i orden og vannet som fylles på væsketanken er reint, skulle det ikke være nødvendig med sil i dysene når dysene leverer over 1 l/min. Bruker en siler i dyser, må de holdes reine og skiftes ut av og til.

Ad. 6. I både nye og gamle sprøyter er det for dårlige filtere. Det fører før eller seinere til problemer, spesielt ved væskemengder under 20 l/daa. Nå er det sprøytefabrikata som har meget effektive filter, for eksempel Hardi selvrensende filter.

Ad. 7. I praksis blir utstyret ofte gjort for dårlig reint. Dette straffer seg ved tette dyser, ergrelser og stans i arbeidet. Utstyret skal alltid gjøres reint etter bruk. Ved slutten av en arbeidsdag skal det alltid pumpes reint vann gjennom utstyret.

Ad. 8. Enkelte plantevernmidler kan av og til by på spesielle problemer. I Norge har en i enkelte år hatt problemer med f.eks. ugrasmidlet Propachlor. Det har hatt tendens til å bygge seg opp i dysene. Praktikere som holder utstyret i orden, har god omrøring i væsketanken og bruker sprøyta rett, har minst problemer.

Ad. 9. Sprøyting med suspensjoner stiller størst krav til sprøyteutstyr og betjening. I dag er det få suspensjoner som byr på spesielle problemer.

Ad. 10. Blanding av flere plantevernmidler kan være uheldig. Blandingen av plantevernmidler og næringssalter kan også by på problemer.

- a. Virkningen av det ene eller begge midlene i blandingen kan forandres.
- b. Blandingen av midlene kan være uheldig reint fysikalsk ved f.eks. sammenfnokking, bunnfall, m.m.
- c. Midlene kan virke korroderende på enkelte komponenter av plantevernutstyr. Risikoen for korrosjon kan øke med konsentrasjon av midlene.

Ved blanding av midler bør en merke seg følgende:

1. Midler skal aldri blandes direkte, men fortynnet.
2. Bruk rikelig med vann.
3. Flere enn to midler bør ikke blandes sammen.
4. Blandingen må alltid sprøytes ut straks etter blanding.

Husk: Er en i tvil om en kan blande midlene, bør en søke råd først.

Dryppvern er en liten kule- eller membranventil som sitter inne i dysen. Den åpner ved et visst trykk. Når væsketilførselen opphører, tetter dryppventilen slik at det ikke drypper fra dysen etter at væskestrømmen er stengt. Dryppvern leveres ofte som standard utstyr. En slik ventil fører til trykktap i dysen, slik at væskemengden reduseres noe. Dette må en ta hensyn til ved sprøyting og korrigerer for trykktapet.

LITTERATUR

- BIOLOGISCHE BUNDESANSTALT (1976): Anforderungen an Feldspritzgeräte. Merkblatt nr. 46. 9 p. Braunschweig.
- DIETRICH V., 1966: Hydraulic definitions, Spraying Systems Co., USA.
- DOLL, J. D., KNAKE, E. L. & BUTLER, B. I., 1966. Effects of wear on nozzle tips, how different output and spray distribution pattern are altered after handling amounts of preemergence herbicide. Ill. Res. 8, 2, p. 10-11.
- DOMBROWSKI, N. & MUNDAY, G.; 1968: Methods of atomizing liquids. Biochemical- and biological engineering science (ed. N. Blakebrough), vol. 2, p. 212 - 288. Academic Press, London.
- ERIKSSON, T., 1975: Jämnhet och vindkänslighet hos några spridartyper. Institutionen för arbetsmetodik och teknik, Uppsala. 36 p.
- GØHLICH, H. & KNOTT, L., 1969: Häufige Fehler in der Spritztechnik. Mitt. DGL 84 (16), p. 535 - 542.
- HADEN, E. & GROSSMANN, F., 1984: Untersuchungen zur Fungizidwirkung in Winterweizen bei elektrostatischer Tropfenaufladung. 44. Deutsche Pflanzenschutz-Tagung, Hefte 223. p. 121-122.
- HAGENVALL, H., 1982: Besprutning med elektrostatiske laddade droppar. Ogräs og ugräsbekämpning. 23: e svenska ogräskonferensen. Del I Rapporter, p. 98-107.
- HAMAN, J. & NORDBY, A., 1965: Influence of the Eccentric Nozzle Orifice Position on the Spray Pattern and Droplet Size. J. of Agr. Eng., Res. 10, p. 342-347.
- HENDRICKSSON, M. F., 1962: An evaluation of weed sprayer nozzle performance. Ninth Ann. Meeting. N. Cent. Weed Conf. Saint Paul, Minn., p. 72-74.
- ISLER, D. A. & CARLTON, J. B., 1965: Effect of mechanical factors on atomization of oil-base aerial sprays. Trans. ASAE, 8 (4), p. 590-591, 593.
- ISO (AFNOR) 1976: Equipment for crop protection. - Sprayer nozzles - Test methods. DIS 5682/I. 10 p. & annex 10 p.
- KNOTT, L., 1977: Verschleiss an Pflanzenschutzdüsen und Rückschlagventilen. Nachrichtenblatt der Deutschen Pflanzenschutzdienstes. Hefte 4. p. 36-42.
- METS, E., MOSER, E. & SCHMIDT, K., 1984: Elektrostatische Spritzflüssigkeitsaufladung bei Sprühgeräten für Raumkulturen. 44. Deutsche Pflanzenschutztagung. Hefte 223, p. 123.
- NICKELS, H., 1953: Die Strahlzerstäubung bei Spritzdüsen. Landtechnische Forschung nr. 3, p. 79-83.
- NORDBY, A., 1968: Norsk Standard NS 1170. Plantevernustyr. Regler for prøving av åkersprøyte. 4 p.

- NORDBY, A., 1975: Fordeling og avsetning av plantevernmidler. Inst. for maskinlære Ås-NLH. Stensil 65 p.
- NORDBY, A., 1977: The influence of nozzle uniformity and the angle of the fan to the boom on spray distribution from spray booms. 41. Deutsche Pflanzenschutztagung, Münster.
- NORDBY, A. & HÅMAN, J., 1965: The effect of the liquid cone form on spray distribution of hollow cone nozzles. J. Agr. Eng. Res., 10: p. 322-327.
- NORDBY, A., 1982: Morgendagens teknikk - spredning av plantevernmidler. Ogräs och ogräsbekämpning, 23:e svenska ogräskonferensen. Del I. Rapporter, p. 86-97.
- NORDBY, A. & SKUTERUD, R., 1975. The effects of boom height, working pressure and wind speed on spray drift. Weed Res. 14, p. 385-395.
- SPRAYINGS SYSTEMS Co., 1966 - 1969: Curves of particle size versus pressure and accumulated volume percentages.
- SVENSSON, K., 1976: Spridare för växtskyddssprutor. En översikt. 17. Svenska ogräskonferensen. 1. Föredrag, p. C 9 - C 26.
- TATE, R. W. & JANSSEN, L. F., 1966: Droplet size data for agricultural spray nozzles. Trans. ASAE 9: 3, p. 303-305, 308.
- WEIJ, H. G. van der LEEUW, J. M. & SPEELMAN, L., 1972: Spuitdroppen en vloeistofverdeling. 1. Landbouw Mechanisatie 23:3, p. 207-212, 23: 4, p. 311-319.
- YATES, W. E. & ÅKESSON, N. B., 1972: Reducing pesticide chemical drift. Pesticide Formulations: Physical Chemical Principles, Chap. 8. W. Van Valkenburg, Editor. Marcel Dekker, New York.

10. PUMPER

Pumper er maskiner som transporterer væske. Oppgaven til ei pumpe er å transportere væske fra et lavere til et høgere nivå eller som i plantevernutstyr å transportere væske under trykk fra væsketanken til dysene. Dessuten er det nødvendig med en viss væskemengde til overløp for å gi omrøring i væsketanken.

Definisjoner:

Yteevne (kapasitet) = Væskemengden som pumpa leverer i l/min ved et bestemt trykk.

Effektbehov i kW: $\frac{Q \cdot p}{600 \cdot k}$, (1 kW = 1,36 hk)

Q = væskemengde i liter pr. min

p = manometrisk trykk i bar

k = pumpas totale virkningsgrad

$$P = Q \cdot p \rightarrow W = \frac{m^3}{s} \cdot \frac{N}{m^2} = \frac{J}{s}$$

Teoretisk i kW: $\frac{\text{(Transportert væske i l/min)} \cdot \text{(manometrisk trykk i bar)}}{600}$
effektbehov

Total virknings- : $\frac{\text{Effekt som pumpe overfører til væska (teor. eff. beh.)}}{\text{målt effektbehov}} \cdot 100$
grad i %

I den siste 10 års perioden har det skjedd en sterk utvikling når det gjelder både konstruksjon og produksjon av pumper. Dette gjelder særlig for pumper med pulserende væsketransport og spesielt membranpumper. Pumpene lages av lettere og mer korrosjonsbestandig materiale enn tidligere. Av europeiske, spesielt danske, italienske og franske fabrikata, finnes det et godt utvalg når det gjelder ulike typer og størrelser av membranpumper.

10.1. Pumper - kontinuerlig væsketransport

10.1.1. Sentrifugalpumper (Centrifugal pumps)

I pumpehuset roterer et opplagret skovhjul. Væske som kommer inn aksialt i pumpehuset, slynges ut mot veggene og presses opp gjennom trykkrøret. Løpehjulet kan ha åpne skovler (uten vegger) eller lukkede skovler. Til vanlig er ikke sentrifugalpumpene sjølsugende. Dette kan en ordne på flere måter. Tilbakeslagsventil på sugesida kan sikre at det blir stående vann i pumpa. En vassringspumpe kan koples sammen med en sentrifugalpumpe. En kan også ha et væskereservoar inntil pumpa. På åkersprøytere og andre sprøyter løses dette problemet enklest ved at pumpene plasseres under væsketanken.

Med et løpehjul kan pumpene brukes ved arbeidstrykk fra 2 til 5 bar. Yteevnen avtar med økende trykk. Sentrifugalpumper kan arbeide med ulike typer av væsker, også suspensjoner.

Sentrifugalpumper er lite brukt i åkersprøyter i Europa. I Sverige produseres åkersprøyter som kan leveres med sentrifugalpumper. I USA er sentrifugalpumper en del brukt i åkersprøyter som vesentlig brukes til ugrasssprøyting, i tåkesprøyter og i sprøyteutstyr for fly og helikopter.

10.1.2. Rullepumper (Roller vane pumps)

En rullepumpe har sylindrisk pumpehus og sylindrisk, eksentrisk plassert rotor. Rotoren tangerer veggen i pumpehuset. Rullene er plassert i spor i rotoren. Ved rotasjon føres rullene ut mot veggen i pumpehuset. Herved forandres volumet som dannes mellom rotor, ruller og pumpehusveggen, slik at det avtar mot trykksiden. Huset er laget av støpegods. Rullene er av f.eks. gummi, nylon, porselen eller PTFE (teflon), ofte med en kjerne av metall. Enkelte rullepumper har ruller av glassforsterket teflon uten metallkjerne. Drivakselen er ofte laget av spesielt rustfritt stål.

Rullepumpene er selvsugende. De tar forholdsvis liten plass og er lette, slik at de kan festes direkte på krafttutaksakselen. Pumpene brukes ved turtall fra 200 til 1400 r/min. Yteevnen avtar med økende trykk.

Pumpene slites relativt fort, spesielt når de brukes til suspensjoner eller korroderende væsker. Se tabell 15. Nye pumper bør derfor ha en yteevne som ligger ca. 25% over nødvendig yteevne. Pumpetypen er lite brukt i åkersprøyter i Europa idag. Fig. 28.

10.1.3. Tannhjulspumper (Gear pumps)

Den vanligste typen av tannhjulspumper har to aksler med hvert sitt tannhjul i inngrep med hverandre. Periferien av tannhjulene slutter tett inntil pumpehusets vegger. Væske som kommer inn mellom tannhjulene og pumpehusveggen trykkes ut gjennom trykkrøret. Både når det gjelder vekt, størrelse og turtall passer pumpene meget godt for montering direkte på krafttuttsakselen. Fig. 28.

Pumpene brukes ved turtall fra 200 til 1500 r/min. Yteevnen avtar med økende trykk. Pumpehus og tannhjul er ofte av bronse. Pumpene slites relativt fort. Se tabell 15. Kravet til yteevne for nye pumper blir som for rullepumper. Pumpetypen er lite brukt i Europa idag.

10.2. Pumper med pulserende væsketransport

10.2.1. Membranpumper (Diaphragm pumps)

I prinsippet er dette en stempelpumpe der stemplet er byttet ut med en membran. Pumpene kan ha fra en til seks membraner. Det mest vanlige er to til fire. For at pumpene skal arbeide tilfredsstillende ved ca. 500 r/min er ventilene fjærbelastet. Se fig. 29, 30 og 31.

På grunn av vekt og størrelse kan bare de minste membranpumpene monteres direkte på krafttuttsakselen. Siden membranpumpene stort sett monteres på sprøytestativ og drives via kraftoverføringsaksel betyr vekten av pumpene lite.

Pumpehuset er som regel laget av korrosjonsbestandig materiale. Delene som kommer i berøring med sprøytevæske kan være kledd med plast. Membranen er laget av syntetisk gummi. Pumpene tåler som regel godt forskjellige sprøytevæsker og er lette å reparere.

Innenfor de arbeidstrykk som er vanlig ved åkersprøyting (2,0 bar - 10 bar) avtar yteevnen lite med økende trykk. Membranpumpene er idag den mest brukte pumpetype i åkersprøyter i Europa.

Tabell 15. Egenskaper. Pumper til plantevernutstyr.

Egenskaper	Sentrifugal- pumper	Tannhjuls- pumper	Rulle- pumper	Membran- pumper	Stempel- pumper
Turtall, r/min	1000 - 3000	200 - 1500	200 - 1400	200 - 800	150 - 600
Yteevne l/min	25 - 300	10 - 200	10 - 125	20 - 200	20 - 200
Yteevne l/min pr. kg pumpe- vekt	4 - 10	4 - 8	4 - 8	2 - 6	1 - 7
Selvsugende	nei/ja	ja	ja	ja	ja
Drift - montering	belte - kjeder	p.t.o.- belter - kjeder	p.t.o.- belter - kjeder	p.t.o. - belter - kjeder	p.t.o. - belter - kjeder
Arbeidstrykk i bar	0 - 5	0 - 10	0 - 10	0 - 20	0 - 60
Materialvalg i pumper	Hus ofte av støpe- jern. Løpehjul av bronse eller støpejern.	Hus og tannhjul av bronse. Aksel av rustfritt stål	Hus av støpe- gods. Drivaksel rustfritt stål. Ruller kledd med gummi, nylon, el. porselen	Hus av støpegods Membraner av gummi eller kunststoff.	Sylindre kledd med porselen. Ventiler av bronse eller rustfritt stål.
For hvilke sprøytevæsker kan pumpene brukes	Tåler de fleste sprøytevæsker.	Tåler ikke alle suspensjoner. Tåler ikke korro- derende væsker.	Tåler de fleste sprøytevæsker	Tåler de fleste sprøytevæsker.	Tåler de fleste sprøytevæsker.
Slitestyrke	Ofte tilfreds- stillende.	Middels - dårlig.	Middels - dårlig	Meget god.	Meget god.
Service- reparasjon	Skifte løpehjul evt. pumpe.	Skifte pumpe.	Skifte ruller.	Lett å skifte deler.	Lett å skifte deler.
Støy	Middels	Liten	Liten	Middels	Middels

10.2.2. Stempelpumper (Piston pumps)

Stempelpumpene har oftest to eller tre sylindre. Disse kan være plassert ved siden av hverandre eller rett overfor hverandre (Boxertype). De delene som kommer i berøring med væsken, slik som sylindre, stempler, ventiler, seter m.m., er laget av korrosjonsbestandig materiale.

Tidligere ble stempelpumpene drevet med turtall fra 100 til 200 r/min. I dag har pumpene ofte fjærbelasta ventiler. Dette gjør at virkningsgraden er tilfredsstillende ved 500 r/min. En kan få stempelpumper som kan festes direkte på krafttutaksakselen og drives med 540 r/min med yteevne 60 l/min.

På grunn av vekt og størrelse monteres stempelpumpene oftest på stativet til sprøytene. Stempelpumpene kommer først til sin rett ved arbeidstrykk over 15 bar. De har derfor liten interesse ved åkersprøyting. Som regel koster stempelpumpene omlag dobbelt så mye som membranpumper med den samme yteevne målt ved arbeidstrykk 10 bar. I Europa brukes stempelpumper i åkersprøyter i Vest-Tyskland og delvis i Sverige.

Yteevnen til stempelpumpene er omtrent uavhengig av arbeidstrykket i området fra 2,0 til 40 bar.

10.2.3. Stempelmembranpumper (Piston-diaphragm pumps)

Denne pumpetyper minner mye om membranpumper. Her er membranen understøttet av gass eller olje på veivhussiden. Det er membranen og ikke stemplet som kommer i berøring med sprøytevæsken. Slike pumper har omtrent de samme egenskaper som stempelpumper. De er en del brukt i både åkersprøyter og tåkesprøyter.

10.3. Krav til pumper

- Tilfredsstillende yteevne ved det aktuelle arbeidstrykk
- Tåle de aktuelle sprøytevæsker
- Være slitesterk
- Være lette å reparere
- Ikke kreve stor plass
- Drives ved 540 r/min eller mindre
- Ha høg virkningsgrad
- Være selvsugende

*Behovet for omrøring
5-890 av tåkesprøyter
i l/min.*

Kravet til yteevne for pumper bestemmes av den største væskemengde som spredebommen skal levere pr. min. ved det aktuelle arbeidstrykk + den væskemengden som samtidig skal passere gjennom overløpet til væsketanken for å gi omrøring. Se tabell 16.

*AB!
omrøring*

Væskemengden som bommen leverer bestemmes av:

- Antall dyser
- Dysestørrelse og -type
- Arbeidstrykk

Når omrøringen i væsketanken skal foregå med returvæske, kreves det en bestemt mengde i forhold til væsketankens form og størrelse. Her er det regnet med 6 l/min pr. 100 liter som væsketanken rommer.

Tabell 16. Nødvendig minste yteevne for pumper i l/min ved ulike væskemengder pr. ha, tankstørrelser, bombredder og kjørehastigheter.

Væskemengde l/ha	Tank- størrelse *) i 1	Kjøre- hast. km/h	Bombredder i m				
			6	8	10	15	20
200	300	4	26,0	28,7	31,3	38,0	44,7
		6	30,0	34,0	38,0	48,0	58,0
		8	34,0	39,3	44,7	58,0	71,3
	400	4	32,0	34,7	37,3	44,0	50,7
		6	36,0	40,0	44,0	54,0	70,0
		8	40,0	45,3	50,7	64,0	77,3
	500	4	38,0	40,7	43,3	50,0	56,7
		6	42,0	46,0	50,0	60,0	70,0
		8	46,0	51,3	56,7	70,0	83,3
	600	4	44,0	46,7	49,3	56,0	62,7
		6	48,0	52,0	56,0	66,0	76,0
		8	52,0	57,3	62,7	76,0	89,3
400	300	4	34,0	39,3	44,7	58,0	71,3
		6	41,3	50,0	58,0	78,0	98,0
		8	50,0	60,7	71,3	98,0	124,6
	400	4	40,0	45,3	50,7	64,0	77,3
		6	46,3	56,0	64,0	84,0	104,0
		8	56,0	66,7	77,3	104,0	130,7
	500	4	46,0	51,3	56,7	70,0	83,3
		6	52,3	62,0	70,0	90,0	110,0
		8	62,0	72,7	83,3	110,0	136,7
	600	4	52,0	57,3	62,7	76,0	89,3
		6	58,3	68,0	76,0	96,0	116,0
		8	68,0	78,7	89,3	116,0	142,7
1000	4	76,0	81,3	86,7	100,0	113,0	
	6	84,0	92,0	100,0	120,0	140,0	
	8	96,0	102,7	113,3	140,0	166,7	

*)

Til omrøring er beregnet 6 l/min pr. 100 l som væsketanken rommer. For store væsketanker ved arbeidsstrykk under 5 bar, og dårlig utnyttelse av returvæsken kan det være nødvendig med mer returvæske.

Tabell 16 viser hvilken yteevne pumpene bør ha ved sprøyting med 200 og 400 l væske pr. ha, ulike bombredder, kjørehastigheter og tankstørrelser.

Eksempel: For en liten åkersprøyte med 6 m spredebom, 300 l væsketank, 200 l væske pr. ha og kjørehastighet 6 km/h må yteevnen være 30 l/min. Ut fra dette må yteevnen for nye pumper minst være henholdsvis 33 og 37,5 l/min ved det høyeste aktuelle arbeidstrykk for membranpumper og rulle-/tannhjulspumper. Se kap. 10.4.1.

Det er stor forskjell på pumpetyperne og også på fabrikata innen typene når det gjelder å tåle ulike sprøytevæsker, spesielt gjelder dette suspensjoner. Pumper med pulserende væsketransport tåler suspensjoner langt bedre enn rullepumper og tannhjulspumper. Enkelte komponenter, særlig tannhjul og ruller kan skades av korroderende væsker.

For å få utført sprøyting i rett tid er det viktig at pumpene kan ettersees og repareres raskt enten av praktikerne eller av lokale verksteder. Med membranpumper og stempelpumper går dette som regel greit. Her er det oftest enkelt å skifte ventiler, seter og membraner. Praktikerne bør derfor alltid ha et reparasjonssett på lager.

Hvis pumpene skal plasseres direkte på traktorens krafttutaksaksel må de være lette, ta liten plass og kunne arbeide effektivt ved 540 r/min. Tyngdepunktet bør ligge noenlunde i senter av drivakselen. Som regel bør pumper som skal drives direkte fra kraftuttaket ikke veie over 15 kg. Tyngre pumper kan lett føre til at krafttutaksakselen blir bøyd. Fordi pumpa i dag gjerne plasseres på stativet under væsketanken, er ikke dette problemet så stort som tidligere. Slik montering letter også tilkopling av sprøyta til traktoren.

10.4. Karakteristikk av pumper

10.4.1. Yteevne (kapasitet)

Yteevne angis i l/min ved det aktuelle arbeidstrykk og turtall. Om en åkersprøyte skal brukes ved flere arbeidstrykk, må en passe på at yteevnen for pumpa er tilstrekkelig ved det høyeste arbeidstrykket. Tabell 17 viser yteevnen for forskjellige pumpetyper ved ulike trykk og ved turtall 540 r/min. Ved fritt utløp er yteevnen oppgitt i l/min. Ved trykk 2,5, 5 og 10 bar er yteevnen oppgitt som prosent av yteevnen ved fritt utløp.

For pumper med pulserende væsketransport er yteevnen innen visse grenser uavhengig av arbeidstrykket. Særlig gjelder dette stempelpumper og stempelmembranpumper. Ved arbeidstrykk på 30-40 bar kan yteevnen for disse være opptil 99% av yteevnen ved fritt utløp.

For membranpumper avtar yteevnen mer med økende trykk en for stempelmembran- og stempelpumper, men som regel er yteevnen ved arbeidstrykk 10 bar 90% eller mer av yteevnen ved fritt utløp.

For pumper med kontinuerlig væsketransport avtar yteevnen med stigende trykk. Av tabellen kan en se at yteevnen ved 10 bar er fra 80 til 88% av yteevnen ved fritt utløp.

Tabell 17 gir et godt bilde av hvordan yteevnen avtar med økende trykk for

forskjellige pumpetyper. De forskjellige produsenter (fabrikata) lager som regel flere størrelser og typer. Tabellen gir derfor ingen oversikt over hva de forskjellige fabrikkene produserer.

Etterhvert som pumpene slites avtar yteevnen. Nye pumper må derfor ha noe større yteevne enn oppgitt i tabell 17. Det vil si at yteevnen ved det aktuelle arbeidstrykk for membranpumper bør være minst 10% større og for rullepumper og tannhjulspumper minst 25% større enn oppgitt i tabellen.

Tidligere, da pumpene ble montert direkte på kraftuttaket, hadde yteevne i l/min pr. kg pumpevekt stor interesse. Idag monteres pumper med stor yteevne på sprøyta's ramme. Om pumpen veier 10 eller 30 kg spiller derfor mindre rolle. Tidligere kunne stempelpumpene ha en yteevne på bare 1 l/min pr. kg pumpevekt. Nye materialer og lettere konstruksjoner har ført til at det nå er mindre forskjell mellom de ulike pumpetyper enn tidligere. Se tabell 15.

10.4.2. Sugehøgde

Pumper som monteres direkte på kraftuttaket må være selvsugende. For pumper som er plassert under væsketanken er dette ikke så viktig, hvis ikke pumpa skal brukes til å fylle væsketanken med vann.

Skal sprøyta fylles fra brønn, elv eller innsjø må pumpene være selvsugende og ha tilstrekkelig sugehøgde. Sugehøgden for stempelpumper kan være 7-8 m, for membranpumper 6-7 m. For gode rulle- og tannhjulspumper er sugehøgden omlag 5 m.

På åkersprøyter er det ikke bare pumpa, men også dimensjonen og kvaliteten på slanger, koplinger, kraner m.m. som bestemmer sugehøgden. Små lekkasjer reduserer både sugehøgden og yteevnen betraktelig. I praksis kan en derfor ikke regne med mer enn 5 m sugehøgde. Det hjelper lite med stor nok sugehøgde hvis ikke yteevnen er tilfredsstillende. Det må ikke ta for lang tid å fylle tanken. Ved 3 m sugehøgde kan en som regel regne med at yteevnen er 80% eller mer av yteevnen når pumpa er montert på sprøyta. Ved 5 m sugehøgde kan yteevnen for en del rullepumper og tannhjulspumper avta til omlag 60% av yteevnen i forhold til når pumpa er montert på stativ under væsketanken.

10.4.3. Effektbehov

Innledningsvis under kap. 10. er teoretisk effektbehov og total virkningsgrad definert. I tabell 18 er det gitt en del eksempler på effektbehov og total virkningsgrad for ulike pumpetyper og -størrelser.

Ved åkersprøyting brukes som regel arbeidstrykk fra 2,0 til 10 bar. Ved 10 bar er den totale virkningsgraden for de aktuelle pumpetyper og -størrelser fra 40% til 70%.

Tabell 16 viser at med bombredde 10 m, 600 liters væsketank og 400 l væske pr. ha bør yteevnen til pumpa være ca. 90 l/min ved kjørehastighet 8 km/h. Tabell 18 viser at effektbehovet da kan være inntil 3,7 kW med arbeidstrykk 10 bar. Når åkersprøytene drives og trekkes av traktor betyr forskjellen i effektbehov mellom ulike pumpetyper lite i praktisk bruk. Det er først når en kommer opp i arbeidstrykk på 30-40 bar og yteevne 100 l/min at effektbehovet blir 8 kW eller mer.

returvæska føres inn og fordeles i tanken. Enkelte sprøyter kan ha to system, ett for kraftig og ett for svakere omrøring. GANZELMEIER (1979) forslår f.eks. fire rør med hull fordelt langs bunnen og sidene i tanken. Etterhvert som tanken tømmes kan en stenge tilførselen til ett og ett av rørene, slik at en har bare ett rør i arbeid tilslutt. Væska som etterhvert ble stengt av ledes nå direkte inn i tanken oppå væskespeilet. Det er viktig at en kan regulere omrøringen litt. Ellers kan det for enkelte plantevernmidler bli så mye skumdannelse at det hindrer sprøytinga.

11.6. Væsketanker i praksis

Tidligere, med væsketanker av metall, hadde en problem med både korrosjon og rust. Med væsketanker av plast har en ikke slike problemer.

Likevel har væsketankene på endel sprøyter åpenbare mangler som f.eks.:

- a. For liten påfyllingsåpning
- b. For liten sil
- c. Utette lokk
- d. Uttappingsplugg
 - For liten. Det tar for lang tid å tømme tanken.
 - Feil plassert. Får mye væska på hendene (hanskene) ved tømning.
- e. For liten forsenkning i bunn.

LITTERATUR

- GANZEIMEIER, H., 1979: Untersuchungen zur Mischwerkung von hydraulischen Röhreinrichtungen in Pflanzenschutzgeräten. Grundlagen der Landtechnik bd 29, 1, p. 20-25.
- NORDBY, A., 1961: Forsøk med tåkesprøyter i frukthager. Melding fra NLH nr. 1. Forsøksmelding nr. 6 fra LTI, 40 p.
- NORDBY, A., 1976: Akersprøyter. Småskrift 14/76. LOT, 20 p.
- NORDBY, A., 1983: Akersprøyter. S.F.F.L., Småskrift 9/83. 36 p.
- UHL, G., 1976: Rührwerke für gleichbleibende Konzentrationen. Lohnunternehmen 31, p. 474-486.
- PERMIN, O. & HØJGÅRD RASMUSSEN, P., 1978: Marksprøjtning. Landbrugets informationskontor, 23 p.
- YATES, W.E. & AKESSON, N.B., 1963: Hydraulic Agitation Requirements for Pesticide Materials. Transact. of the ASAE 6 (3) p. 202-205, og 208.

12. SPREDEBOMMER

12.1. Oppbygging av spredebommer

Spredebommens oppgave er å føre sprederøret med dysene i ønsket posisjon over plantene.

Bommen består av bærekonstruksjon for sprederøret, samt et (eller flere) sprederør med dysene påmontert. Bommens konstruksjon bestemmes for en stor del av arbeidsbredden. Bærekonstruksjonen kan være av rør eller U-profil.

Sprederøret kan være plassert inne i U-profilen. På bommer med 5-6 m arbeidsbredde kan sprederøret gjøres så stivt at en ikke trenger ekstra bærekonstruksjoner. Bommen har utløsere som gir etter når den støter mot noe under kjøring. Bommen må kunne slås eller foldes sammen slik at den ikke tar for stor plass under kjøring til og fra felt og under lagring.

Antall seksjoner som bommen er oppbygd av bestemmes vesentlig av arbeidsbredden. Bommer med arbeidsbredder fra 6 til 8 m har til vanlig tre seksjoner.

12.2. Arbeidsbredde - dysehøgde (bomhøgde)

Arbeidsbredden er antall dyser multiplisert med dyseavstanden. Den kan være fra 6 m til over 20 m. Når arbeidsbredden er omlag 6 m, føres væsken til bommen gjennom to eller tre slanger. For 20 m brede bommer kan det være nødvendig med inntil fem slanger for væsketilførselen.

Dysehøgde eller bomhøgde er avstanden fra underkant av dysene og til toppen av plantene eller objektene som sprøytes. Siden plantene som sprøytes kan være fra noen få cm (ugras i kornåker) til over 1 meter høge (potetris), må bommen lett kunne stilles i ønsket høgde, det vil si fra 40 til 150 cm over bakken.

12.3. Markering av sprøytedrag

Til vanlig brukes det ikke noe spesielt markørutstyr ved åkersprøyting. Det vil si at sporene etter traktoren og eventuelt sådragene er det viktigste traktorføreren har å holde seg til ved ugrassprøyting i korn. Det har derfor lett for å bli både overlapping og usprøyta striper på feltene.

For arbeidsbredder fra 6 m til 10 m blir som regel ikke unøyaktigheten større enn at den kan aksepteres. I gjennomsnitt kan likevel dette utgjøre 5-8% av det sprøyta arealet. (NORDBY og SJØFLOT 1977)

Ved sprøyting med bommer med arbeidsbredder over 10 m burde en helst ha markør. Enkelte bruker en kjetting eller en taustump i enden av bommen. Skummarkører er litt brukt. En spesiell væske møter trykkluft i en dyse slik at det dannes skum. Blandingen av luft og væske ledes støtvis til dysene. Skumdatter blir liggende langs med enden av spredebommen. Dottene kan traktorføreren se ved neste sprøytedrag. Bomenden kan da føres over dottene. Totale kostnader for markering med 10 m brei spredebom i 1985 er oppgitt i tabell 19.
Pris markør kr. 5 000.

Tabell 19. Totale kostnader ved markering av sprøytedrag i 1985. Norske kroner.

Sprøyta areal hektar	Kostnader pr. hektar
10	kr. 132
30	" 45
60	" 24

Til sammenligning kan en nevne at sprøytevæske ved sprøyting mot ugras i kornåker koster fra kr. 80 til kr. 100 pr. hektar. Her er det regnet med 1 l markørvæske pr. haa. Markering vil utgjøre en betydelig del av

kostnadene ved sprøyting.

12.4. Betjening av bommen

Under sprøyting må en kunne stenge av væsketilførselen til de ulike bomseksjoner og til hele bommen. (Se også kapittel 13 og 14). Kraner og hendler på åkersprøytene er idag vanskelig å nå fra traktorsetet. Fabrikantene av åkersprøyter er merksom på dette og forsøker å gjøre betjeningen lettere. (JENSEN 1978). Ved kjøring til og fra feltet må bommen slås sammen. For arbeidsbredder inntil 8-10 m kan en for enkelte typer sitte på traktoren og trekke opp sideseksjonene med snor. Dette er som regel tungt og må utføres i en ubekvem arbeidsstilling. På andre typer kan sideseksjonene trekkes opp med snor og foldes sammen etter foldeknivprinsippet. På de fleste sprøyter må en gå av traktoren for å folde bommen sammen bak væsketanken. Om bommen er stabil under sprøyting betyr ikke dette så mye i praksis. Bommer med 12 m arbeidsbredde og mere slås oftest sammen hydraulisk fra traktorsetet.

Dysehøgden til traktormonterte sprøyter kan innen visse grenser innstilles ved å heve og senke trekkstengene på traktoren. Ved overgang fra ugrassprøyting i korn til sprøyting i potet må bommen som regel heves hydraulisk, ved sveiv eller kanskje ved å feste den høgere på sjølve rammen.

12.5. Bombevegelser ved sprøyting på feltet

Bommen er festa til sprøyta slik at den står vinkelrett på kjøreretningen innstilt i en viss høgde. For fordelingen og avsetningen av væska er det viktig at bommen beveger seg minst mulig fra den innstilte posisjon både i horisontal- og vertikalplanet under sprøyting.

Alle bomber beveger seg mer og mindre ut fra innstilt posisjon under sprøyting. Dysehøgda vil variere i takt med de vertikale bombevegelser. Både væskefordelingen og avsetningen av væske langs bommen vil derfor påvirkes av vertikale bevegelser.

De horisontale bevegelserne øker eller reduserer bommens absolutte hastighet, slik at bommen får positiv eller negativ relativ hastighet. De horisontale bevegelser fører til at dosen på deler av det sprøyta areal kan variere sterkt. Årsaken til bevegelserne, i hvilket plan de foregår, hvor store de er og hvor lenge de varer, er flere:

a. Feltets overflate

Når traktoren passerer ujamnheter på feltet (plogfårer, kuler og dumper) vil sprøyta og spredebommen beveges. Bevegelserne av bommen fortsetter også etter at ujamnheter er passert. Størrelsene på bevegelserne og hvor lenge de varer etter at en ujamnheter er passert, er avhengig av bomtype, arbeidsbredde, oppheng og kjørehastighet. God jordarbeiding og tromling er med og reduserer bevegelserne til spredebommen.

b. Kjørehastighet

Bevegelserne til spredebommen, både horisontale og vertikale, øker med kjørehastigheten. VAN DER WEIJ (1970) undersøkte bevegelserne til en 12 m brei spredebom ved å kjøre over en 2" brei planke. Ved kjørehastigheter på h.h.v. 4 og 6,5 km/h var de største hastigheter til bommen i kjøreretningen h.h.v. 12,75 og 16,65 km/h. I enkelte tilfelle hadde enden av bommen større hastighet bakover enn sprøyta hadde framover. Sjøl om dette var en relativt

brei bom med dårlig oppheng, viser målingene hvor store de horisontale bevegelser kan være og at de øker med kjørehastigheten.

De vertikale bevegelser øker også med kjørehastigheten og med størrelsen på de ujamnheter traktoren passerer. (GANZELMEIER & MOSER 1977).

c. Traktorens trekkstenger og toppstang

For traktormonterte sprøyter er det viktig at sprøyta henger støtt på traktoren. Det vil si at trekkstengene ikke slenger fra side til side og at tappene ikke er for romme i kulefestene.

d. Bommens arbeidsbredde

Desto breiere bommen er jo større blir bevegelsene både i horisontal- og vertikalplanet. Bommer med arbeidsbredde på over 10 m må ofte stilles for høgt slik at de ikke skal subbe ned i bakken under sprøyting. Dette fører til dårligere avsetning av væska. I Norge og Finland brukes mest spredbommer med arbeidsbredde fra 7 m til 10 m.

I Danmark og Sverige brukes sprøyter med arbeidsbredder opptil 20 m og i noen tilfelle enda breiere bom. Dette fører til store bevegelser. For at bommene ikke skal subbe ned i bakken må bommen stilles f.eks. 70-100 cm over bakken. SPEELMAN & JANSEN (1974) undersøkte bevegelsene for 16-20 m breie spredbommer. Variasjon i bomhøgda på 0,5 m forekom. Bomhastigheten varierte fra 0,5 til 2 ganger kjørehastigheten. Slike bommer burde ha lette hjul eller slepesko som holder bommene i rett høgde under sprøyting.

Dette skyldes ikke bare bommen, men også ujamnheter på feltet. Det en vinner ved store bombredder i øket kapasitet og færre spor på feltet, kan gå tapt ved at sprøytinga blir for dårlig utført. Risikoen for avdrift øker også når bommen må innstilles så høgt.

e. Bommens konstruksjon og oppheng

Stort sett kan en si at måten bommen er festa til sprøyta på er viktigere enn bommens konstruksjon. Dette er også bekreftet i engelske undersøkelser. (NATION & HOLDEN 1975)

Det er viktig at bommen har en solid og hensiktsmessig konstruksjon. Rør, kjettinger m.m. kan ikke holde en bom med svak konstruksjon i rett posisjon. Utløserne, det vil si ledd og fjærer som skal beskytte bommen, slik at den ikke ødelegges når en kjører mot noe, er ofte årsak til store horisontale bevegelser. Svake bommer og ledd kan også gi store vertikale bevegelser.

Ved kjøring på feltet vil traktorens bevegelser overføres til traktormonterte sprøyter. Det er disse bevegelsene en kan redusere ved feste av bommen.

Med bombredder opptil 8 m ser det ut til at en ikke vil få for store bombebevegelser hverken horisontale eller vertikale med et stivt oppheng. Dette er det vanligste opphenget.

NATION & medarbeidere har utført omfattende undersøkelser med spredbommer. I følge NATION (1982) er mye av stoffet upublisert. NATION (1982) konkluderer med følgende etter å ha målt bevegelsene til spredbommene på 6 ulike åkersprøyter: "Det er ting en helst ikke ville ha i bom design og konstruksjon. Den viktigste årsaken til bombebevegelser var likevel overføring til bommene av de hurtige rullende bevegelsene til sprøyta. For å bedre stabiliteten bør bommene være stivt konstruert og festet slik at de er mest mulig isolert fra de rullende bevegelsene til sprøyta".

I dag finnes det spesielle konstruksjoner på markedet. Bevegelsene for en del av disse er registrert under ulike forhold. GANZELMEIER & MOSER (1977) har fått de beste resultater med "elastiske tilbakeføringselementer", som f.eks. en fri pendel. NATION & HOLDEN (1975) samt SCHMIDT-OTT (1976) mener at bevegelsene til bommen kan bli redusert med gode dempere.

Her skal vi ta for oss, beskrive og vurdere noen bomoppheng som er tatt i bruk i større og mindre grad.

Enkelt pendeloppheng

I forhold til fast oppheng blir bevegelsene til bomendene for en 9 m bred bom på en traktormontert sprøyte redusert svært lite ved enkelt pendeloppheng. Med massen til bommen konsentrert under omdreiningstappen (punktet) forårsaker sideveis bevegelser at bommen prøver å rotere om senteret i stedet for å ta opp bevegelsene. I den siste tid har dette prinsippet blitt tatt i bruk for større bomber og med bedre resultat. Her er den roterende tregheten og bommens tyngdepunkt mye større i forhold til vekten enn for en mindre bom. Siden bomber med stor arbeidsbredde er montert på tilhengersprøyter er sidebevegelsene til opphengningspunktet heller ikke så hurtige (raske) som for en lett, traktormontert sprøyte.

Kravet til et bomoppheng må være at bommen skal være parallell med overflaten på feltet og ikke bare holdes i horisontal posisjon. Derfor må en i sidehellinger ha noe i tillegg til enkelt pendeloppheng som kan holde bommen parallelt med bakken. Festepunktet til bommen kan ha en vippearmsom forskyves til den ene eller den andre siden. Dette gjøres med en hydraulisk sylinder festet til bommen. Når opphengningspunktet forskyves, slik at tyngdepunktet kommer vertikalt under opphengningspunktet, innstiller bommen seg parallelt med bakken. Dette er "pendel med dreieledd" som forskyver bommens omdreiningssentrum (vippepunkt)." Prinsippet er tatt i bruk i Storbritannia (ANDERSSON 1978). Se fig. 40.

Pendel med uavhengig innstilling av sideseksjonene

Her kan sideseksjonene innstilles med en hydraulisk sylinder på hver side. Traktorføreren må sørge for at de to bomseksjonene holdes parallelle med bakken. Dette krever mye av traktorføreren. Se fig. 41.

Dobbeltledd-oppheng med festestag i A-form

Bommen er her opphengt i 2 stag. Stangene har ledd i hvert ende og er skråstilt i A-form. De øvre festepunktene er på sprøyta og de nedre på bommen. For å hindre bommen i å pendle for lett kan det settes inn støtdempere. Ved sprøyting i hellinger vil bommen stille seg inn i en posisjon mellom bakkens overflate og vannrett posisjon. Dette systemet passer på flate felt. Det egner seg dårlig ved kjøring på tvers av fallet i hellinger. Se fig. 42.

Dobbeltledd-oppheng med festestag i V-form

Forlengelsene av stagene nedover bør krysse hverandre i nærheten av bommens tyngdepunkt. Også her brukes støtdempere for å hindre at bommen pendler for fritt. Dette systemet har den fordel at bommen påvirkes til å innta en posisjon parallelt med bakken. Samtidig er opphenget fleksibelt slik at ujamnheter på bakken ikke så lett overføres til bommen. Opphenget passer derfor ved sprøyting i bakket lende. Se fig. 43.

Fireledds oppheng av Demaret-typen

Her er et V-formet stagpar festet til en kort bom. Fra denne korte bommen er spredebommen festet med et annet V-formet par med stag. Det er mulig å bruke stag både i A og V-form. Se fig. 44.

A-formen bør brukes ved sprøyting på flate felt og V-formen ved kjøring på tvers av fallet i hellinger. A-formen er mer effektiv når det gjelder å isolere bommen fra de rullende bevegelser til sprøyta. Ved kjøring på tvers av fallet må en likevel bruke stag montert i V-form, sjøl om de skulle være mindre effektive til å ta opp slike bevegelser. Siden bommen er tvunget til å bevege seg innen en sleide, isolerer ikke systemet bommen fra de slingrende bevegelser.

I England er det nylig søkt om patent på et dobbeltledd feste med univelsalled i begge ender av leddene. (NATION 1978). I tillegg til å ta opp de rullende bevegelser er det også mulig å isolere bommen fra slingrende bevegelser.

Hvis ikke bommen har utstyr for å redusere bevegelsene under sprøyting, er det all grunn til å frarå arbeidsbredder over 10 m.

12.6. Karakteristikk av spredebommer på grunnlag av kapasitet og væskefordeling

Kvaliteten av sprøytinga er avhengig av væskemengden pr. arealenhet, samt tilfredsstillende fordeling og avsetning av væske på objektene. For at disse kravene skal innfris, må spredebommen levere den aktuelle væskemengde og fordele den tilfredsstillende.

12.6.1. Væskemengde pr. min og pr. arealenhet

12.6.1.1. Dysestørrelse og dyseavstand

Tabell 20. Væskemengde i l/min pr. m bombredde.

Væskemengde	Kjørehastighet i km/h		
	4	6	8
l/hektar			
200	1,33	2,00	2,67
400	2,67	4,00	5,33
800	5,33	8,00	10,66

Med dyseavstander på f.eks. 33 og 50 cm blir væskemengden pr. min og dyse henholdsvis 1/3 og 1/2 av det som er oppgitt pr. m spredebom. Kapasiteten til dysene som brukes på spredebommer i dag er til vanlig fra 0,7 til 3,0 l/min ved de aktuelle arbeidstrykk. Dette er godt innenfor de dysestørrelser som markedsføres av flat- og hvirveldyser. I realiteten er det derfor ikke dysestørrelsen, men spredevinkelen som bestemmer dyseavstanden.

12.6.1.2. Arbeidstrykk og trykktap

Ved sprøyting mot ugras brukes arbeidstrykk 2,0 bar og ved sprøyting mot sopp og skadedyr i feltkulturer arbeidstrykk fra 2 bar til 10 bar. Arbeidstrykket er derfor bestemt. Spreddebommen må derfor ha dysestørrelser som gir den ønskede væskemengde ved de aktuelle arbeidstrykk og den aktuelle kjørehastighet. Arbeidstrykket skal derfor ikke brukes til å regulere væskemengden i de enkelte sprøytinger.

Trykktapet i slanger og sprederør er først og fremst avhengig av rørlengde, indre diameter og væskeføring. Væskemengden langs spreddebommen kan derfor avta p.g.a. trykktap. På de sprøyter som omsettes i dag, er dette svært sjelden.

Noe trykktap kan aksepteres. Forutsetningen er at fabrikant (forhandler) kan oppgi hva manometeret på sprøyta viser ved de aktuelle arbeidstrykk.

PORSKAMP og SONNEVELD (1976) har utført prøver med åkersprøyter med 21 m arbeidsbredde. Trykktapene var ikke store. I følge TØNNESEN (1978) gjelder dette også Lindus åkersprøyte med 20 m bred bom.

På de åkersprøyter som omsettes i Norge i 1984 er trykktapet fra 0,1-0,2 bar ved arbeidstrykk 2 bar. Ved arbeidstrykk 10 bar er trykktapet opp mot 0,3 bar. I dryppvern, som er aktuelt utstyr, er det litt trykktap. For Hardi membranventil (har store åpninger) er trykktapet svært lite. Dryppvern med kuleventil har som regel større trykktap. Spraying Systems Co oppgir for "checkvalve" 11750 trykktap til 0,35 bar. Det leveres også sterkere fjærer som gir større trykktap. Dette tapet må en ta hensyn til.

12.6.1.3. Kjørehastighet

Kjørehastigheten under sprøyting bestemmes av arrondering, overflaten på feltet, kulturen som skal sprøytes og av arbeidsbredden til sprøyta. Kjørehastigheten ved sprøyting/vatning mot kålflue kan være så lav som ca 2 km/h. Det skyldes at dysene må føres tett inntil planteradene. Ved sprøyting mot tørråtesopp i potet er kjørehastigheten 4 km/h til 6 km/h. Ved større kjørehastighet vil en kjøre ned for mye potetris. Dessuten vil væska trenge dårlig ned i plantemassen. Ved sprøyting mot ugras i korn kan kjørehastigheten være opp mot 10 km/h der en har flate felt. Kjørehastigheten skal ikke brukes til å regulere væskemengden pr. ha ved en bestemt sprøyting. Det må i alle tilfelle bare være innen snevre grenser. Kjørehastigheten må ikke være så stor at det går ut over kvaliteten av arbeidet. Dvs. at dysene må føres i rett posisjon. Kjørehastigheten må heller ikke være større enn at væska blir fordelt tilfredsstillende og avsatt på plantene.

12.6.2. Væskefordeling

12.6.2.1. Metodikk og måleutstyr

Væskefordelingen skal vise hvordan væska fordeles under spreddebommen. For stasjonær bom måles væskefordelingen på tvers av kjøreretningen. Når bommen er i bevegelse under sprøyting, kan det bli snakk om å måle væskefordelingen både på tvers og langs av kjøreretningen. Med væskefordeling for en stasjonær bom menes det, når intet annet er oppgitt, væskefordelingen langs med bommen.

I de siste 30 år er det presentert mye utstyr for å måle væskefordeling. Følgende krav bør stilles til måleutstyret og til bruken:

1. At sjølve utstyret ikke forstyrrer væskefordelingen under måling.
2. At væska samles opp i kanaler med passende bredde, f.eks. 5 cm.
3. At glassene, som samler opp væske fra en kanal, rommer minst 200 cm³.
4. At fordelingen bestemmes for samtlige glass så snart et av måleglassene har mottatt minst 180 cm³ væske.

Måleutstyr som tilfredsstillende disse krav er utviklet ved Landbruksteknisk institutt av ALF NORDBY. Utstyret ble tatt i bruk i Norsk Standard (NS 1170) 1. utgave 1968. Seinere er utstyret tatt i bruk i de likelydende standarder i de andre nordiske og europeiske land. Se fig. 20.

ISO arbeider også for å standardisere metoder og utstyr ved prøving av åkersprøyter. Her er det tillatt å bruke måleutstyr med både 5 og 10 cm breie kanaler.

En forutsetning for at resultatene fra måling av væskefordelingen kan utnyttes i praksis, er at de presenteres slik at en kan sammenligne ulike spredebommer, dysehøgder og arbeidstrykk m.m.

Resultatene kan presenteres som middelavviket (standard deviation (S)).

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

x = mengden i de enkelte glass

\bar{x} = middel av væskemengden i glassene

n = antall glass

\bar{x} vil ikke være den samme for de ulike målinger. ^{standardavviket} Middelavviket (S) passer derfor ikke for direkte sammenligning. Divideres middelavviket med \bar{x} og multipliseres med 100, får vi det som i statistikken kalles for variasjonskoeffisienten. Den gir uttrykk for den relative variasjon. Så tidlig som i 1953 ble variasjonskoeffisienten brukt for å karakterisere væskefordeling i undersøkelser ved LTI. RICE (1967) bruker også variasjonskoeffisienten for å angi væskefordelingen. I standardene som brukes i de nordiske land, brukes variasjonskoeffisienten som mål for væskefordelingen. Variasjonskoeffisienten kan ikke brukes kritikkløst. En må sammanholde variasjonskoeffisienten med dataene som ligger til grunnlag for beregningen. Det stilles bl.a. visse krav til \bar{x} og væskemengden i glassene.

I Tyskland har en hittil ikke brukt variasjonskoeffisienten for å angi væskefordelingen. Spredebommer og åkersprøyter godkjennes bl.a. på grunnlag av væskefordelingen. En væskefordeling for åkersprøyter som gir mer enn $\pm 15\%$ avvik fra gjennomsnittet i måleglassene godkjennes ikke. Tyskland er med i ISO. Etter forslag fra ISO er det bare et tidsspørsmål når variasjonskoeffisienten brukes som mål for væskefordelingen i alle europeiske land.

Skal variasjonskoeffisienten ha noen mening for folk flest, må de forskjellige verdier uttrykkes i klart språk (prosa). I tabell 21 har en forsøkt å gjøre dette.

Tabell 21. Variasjonskoeffisienter uttrykt i prosa

Variasjonskoeffisient verdier	Variasjonskoeffisient uttrykt i prosa
< 10	Særdeles god
10 - 12	Meget god
12 - 16	God (Tilfredsstillende)
16 - 20	Brukbar (Måtelig)
> 20	Ikke brukbar

12.6.2.2. Dysetype

Den enkleste måte å fordele væske noenlunde jamnt over en stor arbeidsbredde er å plassere dyser langs et rør. Væskefordelingen fra spredebommen er helt avhengig av væskefordelingen fra enkeltdyset. Kurven for væskefordelingen må være symmetrisk om dyseaksen og helst ha sitt maksimum under dyseaksen. Fra kurvens maksimum bør det være en jamn avtrapping til begge sider.

Flatdyser kan ha en typisk "trekant-" eller "trapesformet" kurve som viser væskefordelingen. Det er en fordel at sidene i kurven er skrå. Er de for bratte får en lett overlappingsfeil og en blir for sterkt avhengig av dysehøgda. Flatdyser er den dysetype som passer best for montering på spredebommer.

Flatdyser er derfor mest brukt på spredebommer. Med flatdyser kan en få meget god væskefordeling fra dysehøgder 30 cm og oppover.

L.P. flatdyser (Spraying Systems Co) kan leveres med både 80 og 110⁰ spredevinkel. De kan arbeide ved 1 bar trykk. Men for LP 11001 og LP 11002 er væskefordelingen tilfredsstillende først fra 1,5 bar. Dysene gir en mindre prosent dråper med diameter under 100 µm enn vanlige dyser. De har derfor interesse der det er risiko for avdrift. Vanlige flatdyser for eks. Spraying Systems 11001-11002 og 11004 og Hardi 4110-20 gir bedre væskefordeling enn LP 11001 og LP 11002 ved 1 bar. Ved 1,5 bar gir de nevnte flatdyser samt Hardi 4110-16 og 4110-12 tilfredsstillende fordeling av væske. Det ser derfor ikke ut til å være så stort behov for LP dyser som tidligere antatt.

Hvirveldyser med hul væskekon (hollow cone) har mindre interesse for spredebommer (NORDBY & HAMAN 1965). Kurven som viser væskefordelingen har to topper, én på hver side av dyseaksen. For å få en noenlunde fordeling av væska må en opp i en dysehøgde på 60 cm eller mer. Da blir risikoen for avdrift og for dårlig avsetning stor.

Hvirveldyser med fylt væskekon (solid cone) har en kurve for væskefordeling med maksimum under dyseaksen og jamn avtrapping til sidene. Spredebom med slike dyser kan derfor gi like god væskefordeling som spredebom med flatdyser. Slike dyser koster mer enn flatdyser. Likevel kan de ha interesse for spesielle formål.

Refleksdyser (flood jet) brukes en del på sprøytstenger ved ugrassprøyting. De er lite brukt på spredebommer. Væskefordelingen for enkeltdyser er ofte uregelmessig. Det ser også ut til å være vanskelig å få brukbar væskefordeling ved dysehøgder under 50 cm.

"Raindrop" dyser (tokammerdyse) har fått en del interesse på grunn av store

dråper (400-800 μ m MMD) og derved mindre risiko for avdrift.

Væskefordelingen fra spredebommer med slike dyser blir ikke brukbar ved 40 cm dysehøgde og lavere. Fra 50 cm dysehøgde ser den ut til å være brukbar, men heller ikke bedre. (TØNNESEN 1978). Væskefordelingen blir noe bedre når dysene vris 45⁰ bakover i forhold til vertikalplanet. Dette reduserer imidlertid dråpenes gjennomtrengningsevne.

Tabell 22 viser væskefordelingen for bomber med flatdyser og hvirveldyser. De to hvirveldysene ville gitt noe bedre væskefordeling med mindre dyseavstand. Likevel er tabellen et brukbart eksempel. Hvirveldyser med hul væskekon gir atskillig dårligere væskefordeling enn flatdyser. For å få akseptabel væskefordeling for hvirveldyser må en opp i for store dysehøgder.

Tabell 22. Væskefordeling fra spredebommer med flatdyser og hvirveldyser (hul væskekon) (variasjonskoeffisient).

Dysetype og fabrikat	Arbeids- trykk bar	Dyse- avstand cm	Dysehøgde - (bomhøgde) i cm		
			30	40	50
Hardi flatdyse 4110-20	2,5	50	10,3	9,4	8,3
	10,0	50	11,6	7,1	5,5
Spr. Systems Co flatdyse 11003	2,5	50	13,8	8,9	10,7
	10,0	50	6,5	9,0	11,0
*)	5,0	50	71,3	39,2	13,6
Hardi hvir- veldyse 1553-14	10,0	50	68,1	36,0	17,5
Spr. Systems **)	5,0	44			25,3
Co. hvirvel- dyse D 3-45	10,0	44	58,2	39,3	21,5

*) Etter Meddelande 2126, Statens Maskinprovningar, Sverige.

**) Etter Meddelelse Nr. 1253, Statens Redskabsprøver, Danmark.

12.6.2.3. Montering av dyser, dyseavstand, dysehøgde, vinkel mellom dyserekkene.

Dysenes innbyrdes avstand på spredebommen varierer med dysetype, spredevinkel, hvilket land m.m.

Dysenes montasjevinkel er vinkelen mellom dyserekkene som peker forover og bakover i forhold til kjøreretningen. Tidligere hadde nordiske åkersprøyter dysene plassert på spredebommen med avstand fra 30 til 35 cm. Flatdyser og hvirveldyser som ble brukt hadde ofte en spredevinkel på ca 70^0 ved arbeidstrykk på 2,5 bar.

Med tilfredstillende ensartethet til dysene kunne slike bomber gi særs god væskefordeling med variasjonskoeffisienter fra under 10 (Melding nr. 18 fra LTI). Dysene var montert i to rekker og montasjevinkelen var ca. 70^0 .

NORDBY (1975) utførte en omfattende undersøkelse over væskefordelingen for åtte ulike flatdyser (se tabell 23). Følgende faktorer inngikk i undersøkelsen

Dysehøgder: 30, 40, 50 cm
 Trykk: 2,5 - 10 bar
 Dyseavstand: 25, 35 og 45 cm
 Montasjevinkel: Fra 0^0 til 90^0 i fem ulike innstillinger.

Spredevinkelen for samtlige dyser var 70^0 - 80^0 .

Væskefordelingen ble bedre med dysehøgden. Det var størst forskjell mellom 30 og 40 cm. En passende dysehøgde i de fleste tilfeller er 40 cm.

Tabell 23. Væskefordeling for spredebommer med flatdyser (variasjonskoeffisient)

Fabrikat	Arbeidstrykk bar (x av alle målinger)		Beste vinkel mel-*) lom dyserekkene		Minste dysehøgde - største
			Arbeidstrykk i bar		
	2,5	10	2,5	10	
Bray 731/00	12	21	10	17	0
Monarch 32M	25	19	20	15	5
Spraying Systems Co.					
80015	14	12	10	9	4
8002	13	10	10	8	3
65015	20	13	19	9	8
80015E	24	14	19	11	10
73154	15	10	11	7	7
EM 2 x	18	13	15	12	6

*) 90^0 var den beste vinkel mellom dyserekkene for alle dyser unntatt Bray, her var 45^0 og 90^0 jamngode.

For Bray og Spraying Systems Co. 80015 og 8002 var det liten forskjell på væskefordelingen ved minste og største dysehøgde.

Er spredvinkelen til dysene ca. 80° kan væskefordelingen bli meget god også ved 40 cm dyseavstand. Monteres dysene i to rekker kan den også bli fullt ut tilfredsstillende ved en dyseavstand på 45 cm.

For alle dysene unntatt Bray ble væskefordelingen bedre med arbeidstrykket.

På åkersprøyter produsert i Norge var det inntil 1976 vanlig å plasere dysene i to rekker på spredebommen. En mente at dette skulle gi en bedre avsetning av væska enn med dysene montert på en rekke. Her forutsettes den samme væskefordeling for de to måter å montere dysene på. I orienterende norske undersøkelser ved NORDBY har en ikke fått noe vesentlig utslag for dyser montert i en eller to rekker ved sprøyting mot ugras i kornåker når væskefordelingen var den samme. Her er det forholdsvis lett å få avsatt væska. dette kan stille seg annerledes ved sprøyting mot sopp og skadedyr der det stilles større krav til fordeling og avsetning.

GØHLICH (1976) mener at flatdyser med to dyseåpninger i en dysespiss kan føre til virkelig forbedring. (det er denne forbedringen vi eventuelt har hatt i Norge fra 1950 til 1977). I praksis vil dette si det samme som om dysene er montert i to rekker slik en brukte tidligere i Norge. Hittil kjenner vi bare til en slik dysetype, Spraying Systems Co. 2-60-11003. NORDBY har målt væskefordelingen for denne dysetypen montert på én rekke med 50 cm avstand.

Tabell 24. Væskefordeling for spredebom påmontert flatdyser med to dyseåpninger i en spiss - Spraying Systems Co. 2-60, 11003 50 cm dyseavstand

Arbeidstrykk	Dysehøgde	l/min	Variasjonskoeffisient
2,5	30	1,95	7,6
2,5	40	1,95	6,7
2,5	50	1,95	9,4
10,0	30	4,20	5,3
10,0	40	4,20	7,3
10,0	50	4,20	10,4

Sammenlignet med dyser med en åpning i dysespissen gir denne dysetypen med to åpninger i spissen minst like god væskefordeling som de beste flatdyser med en åpning i dysespissen. I sprøytinger der det er vanskelig å få dekket plantene skikkelig med væske, kan slike dysetyper ha interesse. Dette bør undersøkes nærmere.

I dag brukes vesentlig 50 cm dyseavstand på spredebommer i Europa. Dysene har da 110° eller 120° spredvinkel. I Norden blir det i dag omtrent bare markedsført sprøyter med slike spredebommer.

12.6.2.4. Posisjon til dysespissene for flatdyser i forhold til sprederøret.

I de seinere år er det tilrådd å vri dysetippene (væskefanene) 5° - 10° i forhold til sprederøret. Dette sier enkelte, f.eks. LUDERS (1970) og GØHLICH & ZASKE (1968) er nødvendig for at væskedusjene fra enkeltdysene

ikke skal forstyrre hverandre. Til de fleste åkersprøyter følger det derfor med en nøkkel for å holde dysen i den ønskede posisjon ved tilskruing av kappen.

Det er grunn til å anta at vridningen av dysene vil ha større betydning etter hvert som arbeidstrykket øker. Dette skyldes at væskedusjen blir mer konsentrert ved økende trykk, slik at sidene i væskedusjene lettere kan forstyrre hverandre når væskefanene er plassert på linje (væskefanen parallelt med spredneret).

NORDBY (1977) har undersøkt hvordan posisjon for dysetippene i flatdyser virker inn på væskefordelingen.

I undersøkelsen inngikk følgende faktorer:

Dysefabrikat og type går fram av tabell 26.

Posisjon til dysespiss: 0, 5 og 10⁰
 Dysehøgder: 30, 40 og 50 cm
 Trykk: 2,5 og 10 bar

Dyseavstanden var 50 cm. Spredevinkel 110⁰ - 120⁰.
 Tre gjentak, hvert med fem dyser trukket tilfeldig ut av et sett med 25 dyser.

Tabell 25. Væskefordeling ved ulike trykk og posisjoner.
 (Variasjonskoeffisient).
 Gjennomsnitt av alle dyser

Trykk bar	Posisjon		
	0 ⁰	5	10 ⁰
2,5	10,1	10,3	11,2
10,0	11,7	9,7	10,6

Vridningen av dysespissen hadde ikke den samme virkning ved de to arbeidstrykk. Virkningen fra 0⁰ til 10⁰ var heller ikke lineær.

Tabell 26. Væskefordeling ved ulike dysehøgder. (Variasjonskoeffisient)

Dysehøgde i cm	Fabrikat						
	LURMARK F110-04	ALBUZ R	HARDI 4110-20	LECHLER 11,2-120 ⁰	SPRAYING SYSTEMS CO. 11004	11003	11002
30	13,7	17,4	11,3	12,0	10,8	11,2	12,7
40	10,4	12,3	9,5	6,5	10,1	9,7	10,2
50	9,8	9,2	7,9	7,5	9,1	11,5	9,3
\bar{x}	11,3	13,0	9,5	8,7	10,0	10,8	10,7

For Hardi, Lechler og Spraying Systems Co. 110⁰ dyser er fordelingen meget god ved 30 cm dysehøgde. For Lurmark og Albuz R er den henholdsvis god og brukbar. Væskefordelingen for alle dyser blir bedre når bommen løftes fra 30 til 40 cm.

Skal en bruke sprøyta bare til sprøyting mot ugras (arbeidstrykk 2,0 bar) ser det ikke ut til å være nødvendig å vri dysene. Skal sprøyta også brukes

til sprøyting mot sopp og skadedyr (arbeidstrykk 10 bar) vil det for de fleste dysetyper være en fordel å vri dysetippen 5^0 . Se fig. 36 og fig. 37.

12.6.2.5. Arbeidstrykk

Sprededbommene brukes til sprøyting mot både ugras, skadedyr og sopp. Dvs. at arbeidstrykket kan variere fra 2,0 bar til 10 bar eller mer.

Arbeidstrykket virker inn på væskefordelingen, men ikke så mye at det er nødvendig å bruke spesielle spredebommer for de ulike trykk. For enkelte flatdyser ser væskefordelingen ut til å være tilfredsstillende sjøl ved arbeidstrykk 1 bar.

Tabell 27. Væskefordeling ved ulike arbeidstrykk. Dyseavstand 50 cm. (Variasjonskoeffisient)

Dysefabrikat og størrelse	Arbeidstrykk i bar	
	2,5	10,0
LURMARK F110-04	11,8	10,9
ALBUZ R	12,5	13,5
HARDI 4110-20	9,1	10,0
LECHLER 11,2-120 ⁰	7,8	9,6
SPRAYING SYSTEMS CO. 11004	10,3	9,8
" " 11003	11,2	10,4
" " 11002	11,1	10,2

Målingene er gjennomsnitt av dysespissposisjonene 0, 5 og 10^0 .

For AlbuZ, Hardi og Lechler økte V% litt med trykket. For de andre dysene ble væskefordelingen litt bedre med økende trykk. For noen fabrikata har væskefordelingen blitt bedre i de seinere år. V% for flatdyser ved arbeidstrykk 2 bar og høyde kan være fra 4-5%.

40 cm

12.6.2.6. Bevegelse av spredebommen under sprøyting

For at spredebommen skal være brukbar må den gi en god væskefordeling målt stasjonært. Betingelsen for å nytte ut en god væskefordeling i praksis er at bommen holder seg mest mulig i innstilt posisjon under sprøyting.

Under punkt. 12.5 har vi diskutert bevegelsene av bommen under sprøyting. En solid bom med 6 - 8 m arbeidsbredde vil som regel holde en tilfredsstillende posisjon ved direkte montering på sprøyta. Det vil si at væskefordelingen kan bli tilfredsstillende både på tvers og på langs av kjøreretningen.

For svake bommer og for alle bommer med over 10 m arbeidsbredde vil bombevegelsene, både de horisontale og vertikale, påvirke væskefordelingen og avsetningen av væske ved sprøyting. Slike målinger er utført for forskjellige bombredder og oppheng. (SPEELMAN & JANSEN 1974), (GANZELMEIER & MOSER 1977), (NATION & HOLDEN 1975)). Ved spesielle oppheng kan en redusere bevegelsene til slike bommer betraktelig.

Frekvensen til bommen påvirker væskefordelingen. Sammenlignet ved like utslag (amplityde) økte V% med 100% ved vertikale bevegelser og med 200% ved horisontale bevegelser når frekvensen avtok fra 3 til 0,5 Hz. (SPEELMAN & JANSEN 1974).

En økning i bevegelsene, spesielt de horisontale (amplityden) fører til dårligere væskefordeling. Dette gjelder særlig når bommen er innstilt på 40 cm. Her bør en unngå horisontale bevegelser. De vertikale bevegelser burde ikke være mer enn 10 cm ut fra innstilt posisjon. Da kan en fortsatt få en tilfredsstillende væskefordeling.

Væskefordelingen for en bom med flatdyser montert i en rekke forstyrres mer av horisontale bombebevegelser enn for en spredebom med hvirveldyser. Her kan det være aktuelt å bruke flatdyser med to åpninger i en tipp. (Spre væska med dyser i to rekker). Det ser ut til at væskefordelingen fra flatdyser påvirkes mindre av vertikale bevegelser, spesielt for lave frekvenser, enn hvirveldyser.

Økning av kjørehastigheten fører til større bombebevegelser og dårligere væskefordeling.

12.7. Spred bomber i praksis

De resultatene som er presentert gjelder væskefordeling for stasjonære bommer. En dårlig væskefordeling (målt stasjonært) vil som regel bli litt bedre ved kjørehastigheter fra 4 til 8 km/h. En utmerket væskefordeling for en bom målt stasjonært blir som regel litt dårligere under sprøyting. Forskjellen på væskefordelingen målt stasjonært og under sprøyting ser ikke ut til å være så stor. Dette forutsetter at bommen holdes i den innstilte posisjonen. Væskefordelingen for stasjonære bommer bør derfor fortsatt tillegges stor vekt ved vurdering av spredebommer og åkersprøyter. Men resultatene for åkersprøyter må vurderes sammen med bommens arbeidsbredde, konstruksjon, oppheng og bevegelser under sprøyting. Enkelte mener at en med det blotte øye kan se på væskefordelingen fra en bom i hvilken høyde den er tilfredsstillende. Dette er ikke mulig. Her må en ha målinger å holde seg til.

I praksis er det viktig at en kan bruke det samme utstyret og mest mulig de samme dysene til de viktigste sprøytinger. Dette gjør at praktikerne kan bruke noenlunde enkelt utstyr til en akseptabel pris. Sprøytingen blir

enklere å utføre og risikoen for misforståelser, feil innstilling og bruk mindre.

I 1984 er hverken "spinning disc", "raindropdyser" eller refleksdyser noe alternativ til flatdyser i praktisk sprøyting. Dette er under forutsetning at vi drar full nytte av egenskapene til flatdysene og innfrir følgende krav:

1. Spredébommen må kunne holdes i innstilt posisjon under sprøyting. Dette omfatter også 40 cm dysehøgde.
2. Sørg for at det er kortest mulig avstand fra dysespissene til plantene der væska skal avsettes (40 cm dysehøgde).
3. Ikke bruke høyere trykk enn nødvendig og tilrådd (2,0 bar ved ugrassprøyting og sprøyting mot sopp i kornåker.)
4. Ta hensyn til vindstyrke og vindretning ved sprøyting. Snu alltid mot vindretningen. Kjør om mulig vinkelrett på vindretningen ved sprøyting.

Der en har store problemer med avdrift ved åkersprøyting kan en bli nødt til å sprøyte ved arbeidstrykk 1-2 bar mot ugras og kanskje bruke spesielle dyser som gir større dråper enn vanlige flatdyser.

LITTERATUR

- ANDERSSON, K.A., 1978: Utveckling och produktion av lantbrukssprutor. Seminar om åkersprøyter og åkersprøyting. LTI, As 10.-12. oktober.
- BIOLOGISCHE BUNDESANSTALT, 1976: Anforderungen an feldspritzgeräte. Merkblatt nr. 46, Braunschweig, 9 p.
- GANZELMEIER, H., & MOSER, E., 1977: Einfluss der Auslegerbewegungen von Feldspritzgeräten auf die Verteilungsgenauigkeit der Spritzflüssigkeit. Grundtl. Landtechnik Bd. 27, Nr. 3, p. 65-72.
- GØHLICH, H., 1976: 80% unserer Spritzen sind nicht in Ordnung! Limburger Aktuell I, p. 8-9.
- GØHLICH, H., & ZASKE, J., 1968: Beeinflussung der Spritzverteilung durch Düsenart und Düsenordnung beim Feldspritzen. Landtechnik Heft 6, März, p. 162-171.
- JENSEN, J., 1978: Udvikling og produktion af markspøjter. Seminar om åkersprøyter og åkersprøyting. LTI, As 10.-12. oktober.
- LANDBRUKSTEKNISK INSTITUTT, 1954: Sammenliknende prøver med traktorsprøyter. 55 p.
- LUDERS, W., 1970: Pflanzenschutzgerätefibell. Pflanzenschutzdienst, Baden-Würthenberg, 88 p.
- MADSEN, F.H., 1978: Spredébommer. Arbejdsbredde, Stabilitet, Væskefordeling. Seminar om åkersprøyting. LTI, As 10.-12. oktober.
- NATION, H., 1978: Developements in sprayer boom design. 14th British Weed Control Conf., Proceedings Vol. 2., p. 649-656.

- NATION; H. & HOLDEN, M. R., 1974: The Dynamic Behaviour of Field Sprayer Booms: The Average Boom Tip. Performance of 14 Sprayers over Several Operating Conditions. Department Note, NIAE No. DN/S/537/1905. 53 p.
- NATION, H.J., (1982): The Dynamic Behavior of Field Sprayer Booms. J. agric. Enging. Res. 27, p. 61-70.
- NATION, H. & HOLDEN; N.R., 1975: The Dynamic Behaviour of Field Sprayer Boom on a Standard Bumpy Track: Trials of Several Boom Mounting Systems. Department Note, NIAE No. DN/S/739/1905.
- NORDBY, A., 1975: Fordeling og avsetning av plantevernmidler. Institutt for maskinlære, As-NLH, Stensil 65 p.
- NORDBY, A., 1976: Akersprøyter. Småskrift 14/76, LOT, 20 p.
- NORDBY, A., 1977: The Influence of Nozzle Uniformity and the Angle of the Fan to the Boom on Spray Distribution from Spray Booms. 41. Deutsche Pflanzenschutztagung, Münster. Mitteilung B.B.A. Heft 178, p. 195-196.
- NORDBY, A., 1983: Akersprøyter. Småskrift 9/83. S.F.F.L. 36 p.
- NORDBY, A. & Haman, J., 1965: The Effect of the Liquid Cone form on Spray Distribution of Hollow Cone Nozzles. J. Agr. Eng. Res., 10: p. 322-327.
- NORDBY; A. & SJØFLOT, L., 1977: Kjøremonsteret er viktig ved spredning av gjødsel og sprøytevæske. Norsk Landbruk nr. 9, p. 16-17-34.
- NORSK STANDARD NS 1170, 1968: Regler for prøving av åkersprøyte.
- PORSKAMP, H.A.J. & SONNEVELD, P., 1975: Merkenonderzoek, Landbouwsputten, publikatie 41, IMAG, Wageningen, 28 p.
- RICE, B., 1967: Spray Distribution From Ground Crop Sprayers. Journ. of Agr. Eng. Research, Vol. 12, No. 3, p. 173-177.
- SCHMIDT-OTT, M., 1976: Konstruktive und regelungstechnische Massnahmen zur Erhöhung der Verteilungsgüte von Pflanzenschutz- und Düngemaschinen. Dissertation D 83, 133 p.
- SPEELMAN, L., 1972: College Diktaat Zaai en verzorgingstechniek. Lanbouwhogeschool, Wageningen, 187 p.
- SPEELMAN, L. & JANSEN, J.W., 1974: Effect of Spray-boom Movement. Journ. of Agr. Eng. Research. Vol. 19 no. 2, p. 117-129.
- TØNNESEN, A., 1978: Spredebom, arbeidsbredde, kapasitet, tryktab og væskefordeling. Seminar om åkersprøyter og åkersprøyting. LTI, As 10.-12. oktober.
- WEIJ, H.G. v.d., 1970: The Advantages of Full Cone Jets for Spraying Herbicide. Br. Crop. Prot. Council. Monogr. No. 2, p. 12-20.

13. TILBEHØR

Pumpe, dyser, spredebom og væsketank er hovedkomponenter i åkersprøytene. For at en åkersprøyte skal fungere er det nødvendig med endel tilbehør (accessories). Ofte går dette under betegnelsen "armatur". Siden dette ikke er bare rørdeler, koblinger m.m. er det bedre å bruke "tilbehør" istedenfor armatur.

13.1. Manometer - trykkmåler

Manometeret skal dekke det aktuelle trykkområde, f.eks. 0-15 bar ved åkersprøyting. Det skal ha tilstrekkelig nøyaktighet, og inndeling, f. eks. 0,2 bar, og være væskefylt. Det bør være synlig fra førerplassen. Hvordan manometerne fungerte på endel åkersprøyter i praksis i 1977 er det gjort rede for i kap. 19.

En skal være merksam på at manometeret oftest er plassert ved overløpsventilen. Det er derfor ikke arbeidstrykket, trykket ved dysene, en leser av. Manometer plassert på spredebommen vil ha lett for å gå i stykker. Åkersprøytene burde derfor ha en tabell påklebet væsketanken (eller i bruksanvisningen) som viser eventuelt trykktap fra manometer til dysene for ulike dyseåpninger og arbeidstrykk.

13.2. Kraner, flerveis kikkraner eller kraner med fjærbelastet ventil

Disse brukes til å åpne og lukke for væskestrømmen sentralt og for væsketilførselen til bomseksjonene. Tidligere ble kranene ofte laget av messing og/eller bronse. I dag er ulike typer av plast vanligst. Kranene er plassert like ved eller på overløpsventilen. Plast har mange fordeler. En skal være varsom der deler av plast og metall skrues sammen. Enkelte kraner og ventiler av plast har tendens til å lekke ved arbeidstrykk 10 bar eller mer. Ved høyere arbeidstrykk må materiale og konstruksjon være mer eksakt tilpasset.

13.3. Siler

Som nevnt under kap. 11 skal det være sil i fyllåpningen til væsketanken. Videre skal det være sil på pumpas sugeside. Den skal ha tilstrekkelig areal og være lett å ta ut. Flere åkersprøyter har også sil på trykksida av pumpa. Etterhvert som det brukes mindre væskemengder pr. arealenhet stilles det større krav til silsystemet på sprøytene. Det skyldes særlig at dyseåpningene blir mindre.

Etter valg kan en få dyser med eller uten sil. Se mer om bruk av sil i dyser i kapittel 9.5.5.8.

Til dyser leveres siler med 50 - 100 og 200 mesh silduk. Mesh er antall masker pr. tomme. Eksempler på "mesh" og maskevidde er vist i tabell 28.

Tabell 28. Masker/tomme og maskevidde for Spraying Systems dryppvernventil (4193 A)*)

Masker/tomme M	Maskevidde (lysåpning) i mm
24	0,71
50	0,28
100	0,15
200	0,07

*) Etter katalogblad fra W. SCHAUMLÖFFEL, Hamburg

13.4. Dryppvernventil

Her er en ventil bygd inn i dysens sil. Slås væskestrømmen av, reduseres trykket ved dysene. Når det blir under ventilens åpningstrykk, f.eks. 0,35 bar, lukkes den. Det er også dryppvernventiler med høyere åpningstrykk, f.eks. 0,7 - 1,4 og 2,8 bar. En skal være merksam på trykktapet i dryppvernventilene. Før en tar slikt utstyr i bruk, må en vite hvor stort trykktapet er. Hardis dryppvernventil (membran) gir svært lite trykktap. Det skyldes at ventilen har rikelige åpninger. Flere fabrikata av åkersprøyter har også et tilbakesug når væska til spredebommen stenges av. Dette skulle gi sikrere bruk av dryppvernventilene og sikrere bruk uten dryppvernventiler. Dryppvern er nødvendig utstyr på spredebommer.

13.5. Fordelerventil med liketrykksutstyr

Under sprøyting kan det være aktuelt å stenge av en eller flere bomseksjoner. For åkersprøyter med fjærbelastet overløpsventil fører dette til at arbeidstrykket øker. Med liketrykksventil vil det innstilte arbeidstrykk holde seg uansett hvor stor del av spredebommen som er i bruk. Når væsketilførselen til en del av bommen stenges, åpnes samtidig en åpning like stor som summen av dyseåpningene. Dette er også tatt i bruk i åkersprøyter som produseres i Norden (JENSEN 1978). Enkelte liketrykksutstyr kan også stilles inn trinnløst.

13.6. Overløpsventil

Den enkleste type overløpsventil har fjærbelastet kule. Alt etter pumpas yteevne leveres noe væske gjennom dysene og resten strømmes forbi den fjærbelasta kula tilbake på tanken. Når væsketilførselen til spredebommen stenges, stiger trykket. Så lenge pumpe arbeider, vil ventilen og dermed pumpe derfor være fullt belastet enten dysene leverer væske eller ei. Slike overløpsventiler er vanlige på åkersprøyter. Fig. 32 og 46.

En annen type overløpsventil (unloading valve) avlaster pumpe når en ikke sprøyter og holder dessuten jamnt arbeidstrykk når trykkledningen er åpen under sprøyting. Stilles trykket, f.eks. på 30 bar, vil væska strømme fra pumpe og ut gjennom trykkledningen. Membranen, som har en større overflate enn tverrsnittet til kula i sjølge overløpsventilen, forsøker derfor å åpne ventilen. For å oppheve denne forskjellen, innstilles en fjær som holder membranen på plass etter at arbeidstrykket er innstilt. Fig. 33.

Stenger vi væsketilførselen til dysene øker trykket slik at membranen

løftes. Overløpsventilen åpnes og væska fra pumpa strømmes tilbake på væsketanken. Trykket reduseres nå til ca. 0,5 bar. Kontrollventilen (tilbakeslagsventilen) lukkes, slik at trykket i rommet under membranen og i sprøyteslangen fram til stengekrana fortsatt er omtrent lik innstilt arbeidstrykk før en stengte dysene. Slike overløpsventiler brukes i stasjonæranlegg og annet sprøyteutstyr der en sprøyter ved arbeidstrykk på 30 bar eller mer.

13.7. Utstyr for å holde konstant væskemengde pr. arealenhet ved sprøyting.

Vanlige åkersprøyter med enkel overløpsventil går i engelsktalende land under betegnelsen "Constant pressure sprayer". Væskemengden pr. areal blir derfor omvendt proporsjonal med kjørehastigheten. Årsaken til at kjørehastigheten varierer ved sprøyting kan være flere, f.eks. variasjon i traktorens motorturtall og/eller sluring (slip) på traktorens drivhjul. For å holde konstant væskemengde pr. arealenhet ved varierende kjørehastighet kan en f.eks. variere trykket. Når kjørehastigheten blir større enn den hastighet en skulle bruke, økes trykket inntil væskemengden pr. ha blir som planlagt. Når kjørehastigheten avtar reduseres trykket inntil væskemengden pr. ha stemmer.

Å holde væskemengden pr. ha konstant ved å variere trykket, har sjølsagt sine klare begrensninger. Store variasjoner virker inn på både dråpestørrelse, væskas gjennomtrengningsevne, fordeling og avsetning. Som regel bør ikke trykket variere mer en $\pm 25\%$ i forhold til innstilt (det beste) arbeidstrykk. KOHSIEK (1978) vil heller ikke tillate større variasjon i arbeidstrykket. Tabell 29 viser hvor stort arbeidstrykket må være for å kompensere variasjoner i kjørehastigheten. Fig. 47.

Tabell 29. Nødvendig variasjon i trykk for å oppnå konstant væskemengde pr. ha ved varierende kjørehastighet.

Væskemengde pr. ha	Trykk bar	Kjørehastighet km/h	l/min
230	1,22	5	15,0
230	1,84	6	18,4
230	2,50	7	21,4
230	3,20	8	24,5
230	4,15	9	27,7

Innstilt arbeidstrykk er 2,5 bar. Ved kjørehastighet 7 km/h blir væskemengden pr. ha 230 l. Etter vår norm kan vi tillate at arbeidstrykket reguleres fra 1,88 til 3,12 bar. I dette tilfelle betyr det at trykket kan brukes til å regulere væskemengden pr. ha ved kjørehastigheter fra 6 til 8 km/h.

Utstyret som skal regulere væskemengden (arbeidstrykket) kan få impulser fra traktormotoren (turtall), fra "spaserhjul" eller hjulet på "tilhenger-sprøyte". Impulsen kan alt etter hvilket prinsipp som brukes variere yteevnen til pumpa eller regulere overløpet til væsketanken. Sprøyter med slikt utstyr kalles "variable pressure sprayer". Fig. 48.

Utstyret er ofte komplisert og kostbart. Siden det kun bør brukes innefor relativt snevre trykkområder, er det foreløpig bare aktuelt på større sprøyter. I alle tilfelle bør en undersøke grundig hvordan utstyret virker

og hvor omfattende bruken av det er før en går til innkjøp. - Det ser ut til at en heller burde bruke noe tid og penger på å utvikle utstyr som måler den virkelige kjørehastighet.

Det er flere prinsipp for å holde konstant dose ved sprøyting. AMSDEN (1970) presenterer hele åtte ulike. De fleste er for kompliserte til å ha interesse i praksis. Ett av dem er å holde dosen konstant ved å variere væskekonsentrasjon under sprøyting. Dette krever to tanker, en for vann og en for konsentrert plantevernmiddel. Dette systemet har også flere mangler. Det er for tregt, slik at det tar for lang tid fra signalet gis til ny konsentrasjon når fram til dysene. Store forandringer i konsentrasjon kan også forandre egenskapene til sprøytevæska, f.eks. overflatespenningen. Enkelte av de finske EHO sprøytene leveres med slikt utstyr.

13.8. Omrøring med returvæske

Dette er det gjort utførlig rede for under kap. 11. Væsketanker.

13.9. Betjeningsorgan

I perioden 1950 - 1960 hadde flere tåkesprøyter for traktordrift kran for å åpne og lukke for væskestrømmen fra førerplassen på traktoren. Slangene ble strukket fram til førerplassen. Dette er ikke akseptabelt lenger. Går slangen i stykker risikerer traktorføreren å få sprøytevæske over seg inne i traktorhytta.

Å inntille trykk, åpne og lukke for væske, samlet eller seksjonsvis, kan utføres fra førerstedet ved fjærbetjening. Den kan være elektrisk, hydraulisk eller mekanisk, f.eks. Bowden prinsipp eller kombinasjon av flere prinsipp. (GØHLICH 1978). Med spesielle manometere og f.eks. voltmeter vil det være mulig å lese av væsketrykk fra førerplassen. Alt dette koster sjølsagt noe. Men det er verdt å investere endel for å lette betjeningen.

13.10. Tilbehør i praksis

Sammenlignet med andre landbruksmaskiner er åkersprøytene relativt rimelige i innkjøp. Endel av tilbehøret har ikke hatt god nok kvalitet. Når tilbehøret i tillegg ofte i praksis får en hardhendt behandling oppstår det problemer. Dette har rettet på seg i de seinere år. I 1978 hadde de fleste åkersprøyter væskefylte manometere med tilfredsstillende nøyaktighet.

Det er ofte for få siler og totalt for liten silflate på åkersprøytene. Dette fører til problemer med tette dyser.

Kraner av plast har flere fordeler framfor kraner av metall. Ved arbeidstrykk 10 bar eller mer har en ofte lekkasjer fra plastkranene. For flere fabrikata tilbys spesielle kraner som skal virke tilfredsstillende ved arbeidstrykk inntil 20 bar.

Overløpsventilen er av og til årsak til at en ikke får opp arbeidstrykket ved f.eks. 10 bar ved sprøyting mot soppsjukdommer. Dette skyldes at fjæra i overløpsventilen er for slapp.

Betjeningen av åkersprøytene er ofte mer tungvint (besværlig) enn andre

landbruksmaskiner, f.eks. forhøstere. Her er det behov for vesentlige forbedringer.

LITTERATUR

- AMSDEN, R.C., 1970: The Metering and Dispensing of Granules and Liquid Concentrates. Monograph No. 2, p. 124-129. British Crop Protection Council.
- GØHLICH, H., 1978: Pflanzenschutztechnik. Grundlagen der Landtechnik. 5, p. 129-130.
- JENSEN, J.H., 1978: Udvikling og produktion af marksprøjtter. Seminar om åkersprøyter og åkersprøyting. LTI, As 10.-12- oktober.
- KOHSIEK, H., 1978: Ist das Feldspritzgerät noch das Pflanzenschutzgerät für den Ackerbau? Seminar om åkersprøyter og åkersprøyting. LTI, As 10.-12. oktober.
- SCHMIDT-OTT, M., 1976: Konstruktive und regelungstechnische Massnahmen zur Erhöhung der Verteilungsgute von Pflanzenschutz- und Düngemaschinen. Dissertation D 83. 133 p. Technische Universität Berlin.
- VIDRINE, C.G., GÖERING C.E., DAY, C.I., GERHARDT, M.R. & SMITH, D.B., 1975: A Constant Pesticide Application Rate Sprayer Model. TRANSACTIONS OF THE ASAE, p. 439-443.

14. TILLEGGSTYR

14.1. Vannbeholder på sprøyta. AB!!

En beholder (15-25 l) med reint vatn burde finnes på alle sprøyter. Det blir alltid behov både for å vaske hender og for å gjøre rein smådeler.

14.2. Bajonettfatning for dysetipper.

Med slike fatninger kan vi skifte dysespisser med hansker på. Dysetippen kommer også i rett posisjon uten spesiell innstilling.

14.3. Vridbar holder, med flere dyser

Det er aktuelt å skru av dysekapper i flere situasjoner ute på feltet:

- Dyser som ikke fungerer tilfredsstillende, f.eks. tette eller skadde
- Bytte dysestørrelse

Flere fabrikata har holdere med to, tre (Hardi trippel), eller fire dyser. Etter behov kan vi vri den aktuelle dyse i arbeidsstilling. Med slike dyseholdere kan vi slippe å skru fra hverandre og rense dyser ute på feltet. Dette kan vi gjøre når sprøytearbeidet er ferdig. Sjøl om vi bare skal bruke en dysetype og størrelse er slike holdere derfor meget aktuelle. Se fig. 45.

14.4. Sjølrensende filter

Hardi har utviklet et såkalt sjølrensende filter. Dette er prøvd både av praktikere og Statens Jordbrugstekniske Forsøg i Danmark. Resultatet har vært så godt at filteret er satt i produksjon og brukt i praksis i stor utstrekning.

Det dobbelte filteret er plassert omkring en konisk ledeskjegg. Væska kommer fra pumpen inn ved den brede del av skjeggen. Etterhvert som skjeggen smalner av økes vækehastigheten. Den store hastigheten river de urenheter som filtreres fra innersiden av filteret og fører dem med væsken gjennom trykkomrøringen i retur til væsketankene. Den filtrerte væska går igjennom filterveggen og via betjeningsarmaturen til bommens dyser.

Når sprøytingen er ferdig skylles hele sprøyta og væsketanken godt.

Utstyret kan monteres på enhver sprøyte, ny eller eldre modell, som har trykkomrøring.

14.5. Fylle vatn fra elv, brønn, mm.

Ved fylling av vann fra brønn, bekk e.l. kan det være vanskelig å holde sugesilen slik at den ikke tettes av planterester, sand og rusk. Med en liten plastholder festet til siden kan den holdes i rett posisjon like under vannoverflaten.

14.6. Fylle plantevernmiddel i væskeform direkte på væsketanken:

Utstyret kan brukes både for å måle til og for å fylle plantevernmiddel på væsketanken. Plantevernmidlet suges først fra pakningen via en slange til en gradert mellomtank montert på sprøyta. Herfra kan den aktuelle mengde plantevernmiddel slippes på sprøyta væsketank.

14.7. Sprøytevakt

Disse kan inndeles i registrerende og styrende sprøytevakter.

Registrerende sprøytevakter

Disse er basert på lengdemåler (plassert på traktorens forhjul), elektronisk væskemåler og en liten regnemaskin. Fra førerplassen kan vi med enkelt tastatur få fram og lese av:

- L/min som bommen leverer
- Kjørehastighet km/pr. time (km/h)
- L/ha
- Sprøyta areal
- Utsprøyta væskemengde totalt
- Varsel om bestemte avvik fra utsprøyta væskemengde
- Det er opp til traktorføreren å bruke opplysningene til å korrigere væskemengden pr. ha

De fleste vil trolig klare seg godt uten slikt utstyr. Det nyttigste er kanskje en korrekt fartsmåler som viser virkelig kjørehastighet. Slikt utstyr kan gi bedre kontroll med arbeidet og derved bedre sprøyting.

Styrende sprøytevakter

Utstyret er basert på at væskemengden pr. daa ved varierende kjørehastighet skal holdes konstant ved å variere arbeidstrykket. Når kjørehastigheten blir større enn den hastighet vi skal bruke, økes trykket inntil væskemengden pr. ha blir som planlagt. Når kjørehastigheten avtar reduseres trykket inntil væskemengden pr. ha stemmer.

Å holde væskemengden pr. ha konstant ved å variere arbeidstrykket, har klare begrensninger. Store variasjoner virker inn på både dråpestørrelse, væskas gjennomtrengningsevne, fordeling og avsetning. Som regel bør ikke trykket variere mer enn $\pm 25\%$ i forhold til innstilt (ønsket) arbeidstrykk.

I praksis betyr dette at f.eks. ved kjørehastighet 7 km pr. time kan arbeidstrykket bare brukes for å regulere væskemengden pr. daa ved kjørehastigheter fra 6-8 km pr. time. Styrende sprøytevakter, basert på arbeidstrykket, har derfor sin begrensning. Dessuten er utstyret meget kostbart.

14.8. Skummarkør

Fra en slange på spredébommens ender plasseres skumdotter med ønsket avstand. Dette letter kjøringen og reduserer overlapping og usprøyta striper. Komplette skummarkørutstyr koster omtrent like mye som en åkersprøyte med 6 m arbeidsbredde. I tillegg kommer innkjøp av markørvæske. For åkersprøyter med inntil 8 m arbeidsbredde er slikt utstyr lite aktuelt.

14.9. Fjernbetjening

Det er ofte vanskelig å betjene sprøytene fra traktorsete både på traktorer med og uten hytte. Å trekke sprøyteslangen med kran inntil førerplassen er altfor risikabelt og ikke tilrådelig. Det er flere måter å fjernbetjene sprøyta på:

- Ved hjelp av kabel kan vi åpne og stenge væska
- Med ventiler som styres elektrisk, hydraulisk, pneumatisk (eller kombinasjon) kan vi åpne og stenge for væska både sentralt og seksjonsvis

14.10. Ekstra sprøyteutstyr

Alt etter hvilke fabrikata en har er det ekstra utstyr å få kjøpt. Det kan være spesielle bomber, for eks. utstyr for å bekjempe spesielle skadedyr, sprøytestang eller sprøyterifle m.m.

15. SPRØYTING FRA LUFTA

Sprøyting fra fly er hittil ikke brukt i praksis i Norge. På grunn av flyhøgden og hastigheten er risikoen for avdrift for stor. Ved sprøyting i skogen vil en ofte få urimelig lang vei til landingsplass.

Ved sprøyting fra helikopter kan en følge terrenget bedre under sprøyting enn ved sprøyting fra fly, slik at avsetning av væske på plantene blir bedre og avdriften mindre.

Sprøyteutstyret for helikopter er i prinsippet en åkersprøyte. Noen data for utstyret som brukes i Norge:

Bombredde: 12 m
 41-44 dyser på bommen
 Arbeidsbredde: 15 m
 Flatdyse: Spraying Systems Co. 6508
 2,6 l/min pr. dyse ved arbeidstrykk 2 bar
 Dyseposisjon: 45° bakover
 Væskemengde pr. daa: 6 til 8 l avhengig av kratt, terreng og vær.
 Flyhastighet: 55-65 km/h

Føreren av helikopteret kan til enhver tid avlese hvor mye væske spredebommen leverer. Derved kan han kontrollere om alle dysene fungerer. En kan også registrere væskeforbruk på de ulike felt. Flyhøgden, helst fra 2 til 10 m, er avhengig av terreng og vegetasjon. De enkelte sprøytedrag markeres ved at det slippes ut papirstrimler (flagman).

Forskrifter om spredning av plantevernmidler fra luftfartøy av 22.02.1974 (rev. 30.05.1980) stiller krav til utstyret, hvordan det skal innstilles og brukes samt under hvilke forhold det kan brukes. Temperatur, rel. luftfuktighet, vindstyrke og retning registreres slik at en har grunnlag for å vurdere resultatene.

Sprøyteutstyr montert på helikopter skal godkjennes av Landbruksteknisk institutt. For å få en rimelig faglig bakgrunn for godkjenning av utstyret har instituttet utført ganske omfattende målinger av væskefordeling, avsetning og avdrift for ulike flyhøgder, vindhastighet, dysetyper, dyseposisjoner m.m.

Innstilling og bruk av utstyret er blant annet basert på resultatene fra disse undersøkelsene, samt resultater fra Ugrasbiologisk avdeling, Statens plantevern, og praktisk erfaring.

Faktorer som virker på kvaliteten av sprøytinga

Vindstyrke, vindretning, luftbevegelser og flyhøgde virker inn på kvaliteten av sprøytinga. Store væskemengder er kostbart, men er med og sikrer godt resultat. I praksis tilpasses væskemengden på et bestemt felt med arbeidsbredden og flyhastigheten. Arbeidstrykket bør være så lågt som mulig slik at en får færrest mulig dråper med diameter under 150 µm.

Temperatur og vindforhold betyr mye ved sprøyting fra helikopter, ikke bare vindretning og vindstyrke, men også luftbevegelser i dalsider.

Fig. 69 viser fordeling og avsetning av væske ved flyhøgde 10 m. Innen visse grenser blir væskefordelingen som regel bedre med økende flyhøgde, men avsetningen av væske på plantene avtar.

Her som ellers gjelder naturligvis generelle regler ved sprøyting, bl.a. at en stenger av væska ved snuing. Hvis ikke får en lett overdosering og sprøyteskade.

Sprøyting fra helikopter kan være mere usikkert enn sprøyting fra bakken.

Med det utstyret som brukes i Norge i dag, med godt utdannet og trent mannskap, og den erfaring vi har med sprøyting fra helikopter, blir arbeidet forsvarlig gjort. Spredningen ligger også godt innenfor de krav forskriftene fastsetter.

På de feltene vi idag bruker helikopter er det ikke noe annet utstyr som passer. Skal vi bruke kjemisk plantevern er vi derfor henvist til å sprøyte fra helikopter.

16. TÅKESPRØYTER

16.1. Terminologi

Tabell 30 viser terminologi fra endel europeiske land.

Tabell 30. Terminologi - tåkesprøyter

Danmark	Sverige	Norge	Tyskland	England	USA
Tågesprøyte (Koncentrat- sprøyte)	Dimspruta Fläcktspruta Dimaggregat Koncentrat- spruta	Tåkesprøyte	Sprühgeräte Sprühmaschinen	Mistsprayer Mistblower Air carrier sprayer	Airblast sprayers Aircarrier sprayer

Selv om det ikke alltid går fram av betegnelsen er vifta det spesielle i tåkesprøytene. Den produserer en luftstrøm som river væska opp til mindre dråper, transporterer dråpene mot målet og hjelper til å få dem avsatt.

De første tåkesprøyter kom på markedet sist i tredveårene og først i førtiårene. Disse sprøytene var beregnet på spredning av plantevernmidde i tre som sitrus, eple, pære og andre treslag. Disse sprøytene hadde ei vifte og sprøytet til en eller to sider. Etterhvert kom det andre typer på markedet beregnet på bærkulturer, skogbruk og feltkulturer. Tåkesprøytene ble etterhvert mer fleksible f.eks. med fra en til 10 utblåsingstuter.

Luftmengdene kan være fra ca 300 m³/h til 70 000 m³/h og utgangshastighet fra 40 m/s og oppover til nærmere 100 m/s for ryggåkesprøyter. Tåkesprøyter beregnet på sprøyting av tre er av og til brukt til sprøyting av feltkulturer, særlig i USA. Omkring 1980 kom det spesielle tåkesprøyter med fleksible slanger med ei dyse i enden. Slangene og luftstrømmen kan innstilles etter planterad, størrelse og tetthet.

Viftas oppgave er:

1. Finfordele væska fra dysene (videre)
2. Transportere væska mot og inn i plantene
3. Sette blad og greiner i bevegelse. Lette inntrengning av væska.
4. Redusere væskemengden pr daa i forhold til vanlig sprøyting

16.2 Vifter

16.2.1 Centrifugalvifter

Luften kommer inn i midten av løpehjulet. Skovlposisjon og utforming har stor innflytelse på karakteristikken. Vifter med bladene bøyd forover, gir en høyere hastighet for en gitt omdreiningshastighet. Dette er den mest vanlige type i tåkesprøyter, for eks ryggåkesprøyter. Fig. 52.

16.2.2 Aksialvifter (propellvifter)

Denne viftetypen kan levere meget store luftmengder ved moderate trykk. Utgangshastigheten er ikke stor nok til å finfordele væska for de såkalte "shear nozzles". Arbeidet som viftene utfører er avhengig av form og vinkel på bladene i forhold til omdreiningsretning. Trykket kan økes ved å øke diameteren, men luftmengden vil avta. Klaringen mellom blad og viftehus er også viktig for virkningsgraden. Se fig. 53.

Luftmengder, m^3/h , varierer direkte med omdreiningshastighet for enhver type og størrelse. Trykket som vifta gir varierer med kvadratet av omdreiningshastigheten og effektforbruket i forhold til tredje potens av omdreiningshastigheten.

16.2.3 Viftehus og utblåsingstuter

Det vanligste er fortsatt at tåkesprøytene har viftehus med faste, sirkulære, åpninger eller en eller to avlange åpninger. Vil en forandre arbeidsvinkelen må en som regel stenge dyser og la lufta fortsatt strømme fritt gjennom alle åpninger. Noen tåkesprøyter (for eks Nobili) har regulerbare vinger for å lede luftstrømmen radielt.

For å få bedre fordeling av luft og væska i kulturene, har endel fabrikata (Berthoud, Hardi m.fl.) korte slanger festa til utblåsingstutene. Disse rettes mot plantene i en ønsket vinkel. Systemet passer godt for tåkesprøyting i bær, vinplantinger mindre frukttre m.m. For sprøyting i vinplantinger og andre låge kulturer brukes deflektorer for å styre luftstrømmen.

For tåkesprøyting i feltkulturer brukes slanger av ulik lengde til å lede luft og væske til de aktuelle radene. Væskeslangene ligger inne i luftslangene. Med to luftslanger pr. rad av f.eks jordbær kan en ta fem rader i draget. Slike tåkesprøyter er f.eks Hardi Mini Variant. Disse tåkesprøytene brukes endel i radkulturer.

Enkelte tåkesprøyter, f.eks Schaumann, har to utblåsingshus. Alt etter trestørrelse og tetthet kan en bruke en eller to hus til ei side.

For å kunne utnytte de ønskede luftmengder og hastigheter til de aktuelle trestørrelser og tettheter burde tåkesprøytene ha stillbare eller utskiftbare utblåsingstuter. Ved å skifte ut ledeblader med tuter kan en oppnå dette. (Hardi Multi) Slike sprøyter krever store arealer og tre av forskjellig størrelse og tetthet.

A blåse væske utover til en side brukes endel ved tåkesprøyting av bomullsfelt, på plantefelt i barskog m.m. (F.eks Hardi Combi 3). Den har

utblåsingstuter av forskjellig størrelse. Her kan en variere både antall dyser og størrelsene i de enkelte tuter. Både for effektbehovet, for gjennomtrengelighet og for avsetning av væske er det viktig at både vifte og utblåsingstuter er godt tilpassa formålet.

16.3 Pumper i tåkesprøyter

Kapasiteten til pumpene bestemmes av hvilke væskemengder/daa tåkesprøyta er beregnet for og av returvæske til omrøring (tankstørrelse). For væsketanker som rommer 1000-1500 l trengs det ca 60-100 l/min i retur til omrøring.

Det aktuelle arbeidstrykket bestemmes av hvordan væska finfordeles og om pumpa skal brukes til annen sprøyting.

I amerikanske tåkesprøyter brukes ofte en og totrinns sentrifugalpumpe med arbeidstrykk 5-10 bar. Kapasiteten kan være 200-400 l/min. - Den danske Schaumann tåkesprøyte har sentrifugalpumpe.

I europeiske tåkesprøyter brukes mest pumper med pulserende væsketransport. Stempelpumper brukes endel i tyske tåkesprøyter. Hvis vifta kan kobles ut har en da en allsidig sprøyte med arbeidstrykk opptil 30-40 bar.

Stempelmembranpumper har noenlunde de samme egenskaper som stempelpumpene. Pumper med yteevne på 60-100 l/min ved 30-40 bar er vanligst f.eks på de italienske BL og Nobili tåkesprøyter. Disse tåkesprøytene har fått innpass i Norge. Dette skyldes blandt annet at vifta kan kobles ut og sprøyta brukes til sprøyting med sprøytetang eller sprøyterifle.

I tåkesprøyter som brukes bare til tåkesprøyting brukes ofte membranpumper. (Hardi) Dette er fullt tilfredsstillende ved tåkesprøyting. Hardi bruker membranpumper med kapasitet 45-120 l/min.

16.4 Finfordeling av væske

16.4.1 Ved hjelp av luftstrømmen

I ryggståkesprøytene har en lågt væsketrykk. Væska ledes direkte ned i luftstrømmen. Her fordeles væska på en flate, i et rør e.l. slik at luftstrømmen får tak i den og river den opp til dråper. Lufthastigheten kan være 60-100 m/s. Væskemengdene som finfordeles er 0,5-1,5 l/min.

16.4.2 Ved hjelp av hydraulisk dyse og luftstrøm

I tåkesprøyter for traktor brukes mest hvirveldyser til å finfordele væska. Disse dysene er plassert i utblåsingstutene enten med eller mot luftstrømmen.

Arbeidstrykket på væska kan være 5-10 bar eller mere. Etter at væska er finfordelt i dysene blir den ytterligere finfordelt av luftstrømmen fra vifta.

16.4.3 Ved hjelp av dyse der luft fra en kompressor og væska fra pumpa møtes

Luft fra en kompressor med arbeidstrykk 3-4 bar møter væska i en spesiell

dyse. Væska finforddeles. Disse dysene er plassert i utblåsingstutene. Her finfordeles væska ytteligere. Slike dyser har Schaumann tåkesprøyter.

16.5. Ulike tåkesprøyter

16.5.1 Ryggåkesprøyter

Vifte og motor er montert på en meis. Væsketanken er plassert over vifta. Fra viftehuset føres en utblåsingsslange fram til dysen. Fra væsketanken føres væska under overtrykk fra vifta ned til dysene. Væskemengden kan som regel reguleres i tre trinn med for eks. 0,5-0,75 og 1,0 l/min. Se fig. 50.

Væsketanken rommer 8-10 l. Ved tom væsketank veier sprøytene fra 8 til 14 kg. Se fig. 51.

Ryggåkesprøytene gir dårlig arbeidsmiljø for mannskapet:

1. Tungt å bære
2. Vibrasjon fra motor og vifte
3. Støy
4. Varmt
5. Risiko for drift av sprøytevæska

I perioden 1975-1980 ble det omsatt over 1000 ryggåkesprøyter i de fleste år. I 1984 ble det trolig omsatt 400-500 stk. For 10 år siden ble ryggåkesprøytene brukt atskillig mer i salgsproduksjon enn i 1985. Idag brukes ryggåkesprøytene ved bekjempelse av lauvkratt i skogbruket og ved sprøyting mot skadedyr og soppangrep i jord- og hagebruk. De brukes også litt i veksthus.

16.5.2 Tåkesprøyter for drift av traktor

16.5.2.1 Traktormonterte tåkesprøyter

Tåkesprøyter montert på traktorens trepunktsoppheng har væsketank som rommer 300-1000 l. Kapasiteten til vifta kan være 10 000 - 40 000 m³/h ved en utgangshastighet på 35-45 m/s. Det kan være kobling på vifta. Tåkesprøyta kan da brukes til vanlig sprøyting med sprøytestang, sprøyterifle eller spredebom.

95% av de tåkesprøyter som selges i Norge er trepunktsmontert på traktor.

16.5.2.2 Tåkesprøyter som slepes fra traktor.

De største tåkesprøyter bygges for slep av traktor. Væsketanken rommer 1000 l eller mere. Vifta kan yte fra 30 000 m³/h og oppover til 100 000 m³/h. Slike tåkesprøyter brukes i store, noenlunde flate hager med tilstrekkelig vendeplass.

16.6 Luftmengde, lufthastighet, utgangseffekt

Tåkesprøyter for traktor har vifter som gir fra 10 000 til 100 000 m³/h.

Utgangshastigheten kan være 40-70 m/s. Turtallet på viftene er 2000 r/min eller mere.

Ryggståkesprøyte har vifte montert direkte på motorakselen. Luftmengden er 300-1000 m³/h. Lufthastigheten ved enden av utblåsingstuten er 40-100 m/s.

Luftstrømmen karakteriseres gjerne ved den luftmengden som blir avgitt pr. tidsenhet og lufthastigheten i utløsåpningen. Sjelden blir luftas utgangseffekt oppgitt. Utgangseffekten kan beregnes etter formelen for bevegelsesenergi:

$$P = \frac{1}{2} \frac{m}{t} v^2$$

P = utgangseffekten
 m = luftens masse
 v = luftens hastighet
 t = tiden

Undersøkelser av bl.a. FLEMING (1962) viste at rekkevidden og avsetningen av dråper er direkte proporsjonal med luftas utgangsenergi. For en gitt utgangsenergi ble væske fordelt i små dråper (midlere volumdiameter, 100 µm) transportert lengre og i større mengder enn en væskedusj med mildere volumdiameter, 200 µm. Når utgangsenergien var den samme, ble de store dråpene transportert lengst i luftstrøm med høy hastighet. For de små dråpene var det ikke noen forskjell. RANDALL (1971) fant at det var påviselig sammenheng mellom lufthastigheten i en gitt posisjon og avsetning. Den midlere volumdiameter i dette tilfelle var 70 µm. Dette gjelder også for mindre og større dråper.

Lufthastigheten etter utblåsing avtar raskt med avstanden fra vifta. Hastigheten i ulike avstander fra vifta er i første rekke avhengig av luftas utgangseffekt. Tabell 31 viser lufthastigheten i ulike avstander fra utløpet. Faller lufthastigheten under et vist nivå avtar avsetningen sterkt.

Låg lufthastighet fører til at store dråper faller ned før målet er nådd. De største dråpene har derfor tendens til å avsettes på de laveste greinene. Dessto større dråpene er, dessto viktigere er det at lufthastigheten er stor. Lufthastigheten er også viktig for å få avsatt de små dråpene. Kombinasjonen små dråper og liten lufthastighet er årsaken til at det ofte er vanskelig å få sprøytet høge tretopper skikkelig. Sprøytingen blir mer effektiv ved at en større del av væskemengden rettes mot toppene. Flere av de store dråpene vil da sannsynligvis nå fram til øvre del av treet.

WILSON (1956) undersøkte lufthastigheter i ulike avstander fra en ståkesprøyte. Ståkesprøyta ga 44 000 m³/h ved en utgangshastighet til lufta på 40 m/s. Dette er en stor ståkesprøyte.

Tabell 31. Lufthastighet i ulike avstand fra viftehuset (Etter WILSON 1956)

Avstand i m	1,8	5,5	9,1	12,8	16,5
Lufthastighet m/s	9,5	7,5	6,4	2,6	2,2

Hastigheten avtar raskt. Dette er en tåkesprøyte med stor rekkevidde. Her kan en under tilfredsstillende værforhold sprøyte ca 9 m høge tre. Se fig. 49.

Vifta avgir en viss luftmengde pr. tidsenhet ved en bestemt hastighet. Ved den samme tilførte effekt har en stor luftmengde med liten utgangshastighet større rekkevidde enn en liten luftmengde med stor hastighet. RANDALL (1971) utførte undersøkelser med tre tåkesprøyter som alle hadde en utgangseffekt på 10 hk. Tabell 32 gir oversikt over luftmengde og lufthastighet i utløpet for de tre tåkesprøytene.

Tabell 32. Luftmengde og hastighet for tre tåkesprøyter.
(etter RANDALL 1971)

Luftvolum i utløpet	Lavt volum	Middels volum	Høgt volum
Luftmengde m ³ /h	5500	8850	27 600
Lufthastighet m/s	90	68	41

Lufthastigheten i trærne ble målt i ulike posisjoner. Der luftas bevegelsesenergi var lavest hadde luftstrømmen fra tåkesprøyta med størst luftmengde allikevel størst energi.

Luftmengden pr. tidsenhet kan ikke økes ubegrenset. Lufthastigheten må være så stor omkring de aktuelle objekt at væska blir avsatt. NORDBY (1960) oppgir at lufthastigheten rundt bladene ikke bør underskride 5 m/s. RANDALL (1971) fant at for de gitte forsøkstrærne var det nødvendig med en lufthastighet på 12,2 m/s i de ytre delene i trekronen for at avsetningen av dråper inne i treet skulle bli tilfredsstillende. Høg kjørehastighet eller sidevind reduserer rekkevidden. I RANDALL's undersøkelser var kjørehastighetene henholdsvis 3,2 og 6,4 km/h. Det viste seg at for alle sprøytene hadde luftstrømmen i de målte posisjoner størst bevegelsesenergi og hastighet ved den laveste kjørehastighet. I alminnelighet bør kjørehastigheten ikke overstige 4 km/h. Virkningen av sidevind kan reduseres noe ved å øke væskemengden pr. dekar.

16.7. Dyser, montering, kapasitet

Hvor mye væska blir finfordelt er avhengig av dysetype, størrelse og arbeidstrykk. Lufthastigheten fra vifta har også en viss virkning på dråpestørrelsen. Dysestørrelse, antall og fordelingen av væska blir skiftet (varierte) etter treform og størrelse. For å få en jevn

fordeling i treet er det nødvendig med større og eller flere dyser i den del av luftstrømmen som sprøyter mot den øverste tredjedpart av treet.

Den vanligste dysetype i tåkesprøyter er hvirveldyser. Arbeidstrykket er til vanlig fra 5 til 10 bar. Disse dysene kan sprøyte med eller mot luftstrømmen. Ved å skifte dyseåpning og eventuelt hvirvelstykke kan en variere væskemengden etter behov. For enkelte trestørrelser kan det være nødvendig å tette igjen dyser (blende) for å få en tilfredstillende utnyttelse av væska.

Tabell 33. Eksempel, l/daa, væskkonsentrasjon og kjørehastighet^{*})

Radavstand	Væske- konsen- trasjon	l/daa	km/h	l/min til begge sider
5	3x	66,6	4	22,0
5	5x	40	4	13,3
5	6x	33,3	4	11,1
4	3x	66,6	4	17,8
4	5x	40	4	10,7
4	6x	33,3	4	8,9

^{*}) Her har en gått ut fra 200 l/daa ved vanlig sprøyting.

Tabell 33 viser eksempel på l/daa, væskkonsentrasjon og kjørehastighet. Bruker en f.eks. fire dyser til hver side vil væskemengden pr dyse variere fra 1,1 l/min til 2,5 l/min i gjennomsnitt. Innefor disse væskemengder må en plassere dysene slik at en får god væskefordeling og avsetning i treet.

I enkelte tåkesprøyter brukes dyser der en har både komprimert luft og væske under trykk til å finfordele væska. (Schaumann) I enkelte tåkesprøyter har en forsøkt med roterende fordelere. Dette er gjort for at en skal kunne bruke små væskemengder, for eksempel 0,5-4 l/daa. Slike tåkesprøyter har ennå ikke fått noe særlig innpass i praksis.

16.8 Dråpestørrelse

Årsakene til at det foreligger så få data angående dråpestørrelser for traktortåkesprøyter er flere.

1. Det er vanskelig å måle dråpestørrelser i en luftstrøm
2. Det er meget arbeidskrevende
3. Resultatene er svært avhengig både av oppsamlingsmetode og måleutstyr

Ved tåkesprøyting er dråpene atskillig mindre enn ved vanlig sprøyting, det vil si 10-300 μm . Det er dette en forsøker å utnytte i praksis. En øker konsentrasjonen og reduserer væskemengden i forhold til vanlig sprøyting.

NORDBY (1960) utførte omfattende undersøkelser med tåkesprøyter. Endel data om tåkesprøytingene som ble brukt i undersøkelsene er referert i tabellene 34 og 35.

Tabell 34. Karakteristikk av tåkesprøyter

Fabrikkat	Luftmengde m ³ /h	Lufthastighet m/s	Luftas utgangs- effekt hk
Holder Manuell utblås- ningstut	2778	68,4	3,0
Sigvardt (ensidig) 4 faste utblåsningstuter	9960	60	8,1

Tabell 35. Fordeling av væskevolumet i dråper for noen tåkesprøyter i prosent

Tåkesprøyter	Turtall vifte, r/min	Væske- mengde l/min	Arbeids- trykk bar	Dråpestørrelse i μm			
				<60	61-160	161-260	>261
Holder	3 000	2,7	20,0	6,7	78,8	14,5	
Sigvardt ensidig	2 000	13,3	11,0	1,2	32,3	45,0	21,5
Sigvardt "	2 000	8,8	5,0	1,6	35,6	48,2	14,6
Sigvardt "	2 000	5,4	5,0	2,6	40,6	44,9	11,9

Sigvardt ensidig tåkesprøyte som gir 8,8 l/min viser en finfordeling av væska som trolig er typisk for flere fabrikkata og typer av tåkesprøyter for traktor.

16.9 Væskemengder l/daa

En har gått ut fra at en kan bruke langt mindre væske ved tåkesprøyting enn ved vanlig sprøyting. Dette skyldes at dråpene er mindre enn ved vanlig sprøyting og dessuten at en bruker luft til å transportere dråpene mot plantene. Avsetningen av væska på objektene har ofte vært mangelfull. Dette skyldes nok for små luftmengder og væskemengder.

Enkelte sjukdommer f.eks mjøldogg er det vanskelig å bekjempe med så små væskemengder som 20-25 l/daa. Det ser ut til at en må opp i 40 l/daa og mere for å få et tilfredsstillende resultat.

Værforholdene har mer å bety ved tåkesprøyting, enn ved vanlig sprøyting. VAGN-PETERSEN (1982) hevder på grunnlag av sine undersøkelser at avsetningen av væska i trea blir halvert når temperaturen stiger fra 13,6 til 23,6 °C.

Når VAGN-PETERSEN (1982) brukte normaldose av plantevernmidler fikk en avsatt 2,3 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$. Dette ga ca 40 flekker (dots) pr cm^2 . Her viste det seg også at avsetningen avtok sterkt oppover i trærne. Å redusere dosen til 40% av "standard" har ikke gitt tilfredsstillende resultat hverken mot lus, midd eller mjøldogg. Væskemengdene i disse undersøkelsene var

200-300 l/daa for vanlig sprøyting, 20-100 l/daa for tåkesprøyte, 0,5-4 l/daa for ULV sprøyte.

NORDBY (1960) fant at en måtte bruke 33 l/daa og 6x med Sigvardt ensidig tåkesprøyter for å få tilfredsstillende resultat ved bekjempelse av epleskurv.

LYKKE NIELSEN (1985) har undersøkt virkningen av ulike væskemengder og doser ved bekjempelse av epleskurv. I 1983 ble det sprøytet 6 ganger med ryggståkesprøyte og i 1984 9 ganger med traktormontert tåkesprøyte. Den midlere volumdiameter på dråpene er oppgitt til 220 µm.

Ved nedsatt dose fikk en dårligere virkning mot epleskurv. Når dosen ble redusert fikk en også avsatt mindre plantevernmiddel. Ved full dose kan en nedsette væskemengden ifølge LYKKE NIELSEN (1985) fra 400 l/ha til 50 l/ha uten at virkningen mot skurv blir dårligere.

I kulturer som korn, potet m.fl. tilrås det en bestemt dose virksomt stoff pr. dekar. I frukthager er dette ikke så enkelt.

I tre som noenlunde har fått sin endelige størrelse kan en for eks. fastsette dosen til 200-300 l væska pr dekar i vanlig styrke. (Konstrasjon) Denne dosen kan en så gå ut fra ved tåkesprøyting. F.eks. 200 l/daa ved vanlig sprøyting gir ved tåkesprøyting 5x og 40 l/daa.

I fra nyplanting til trærne er noenlunde i endelig størrelse må en redusere væskemengde 40 l/daa i samsvar med trestørrelsen. Det har ingen hensikt å sprøyte over tretoppene. Her må en blende av dyser og sørge for god fordeling av væska.

16.10. Væskefordeling - rekkevidde

For ryggståkesprøyter, der utblåsingstuten føres for hånd, er det operatøren som bestemmer væskefordeling og rekkevidde. Lufta med dråper må få tid til å transporteres mot trærne. Dette betyr at tuten må føres saktere jo høyere trærne er. Lufthastigheten i 4 m avstand fra utblåsingstuten er et uttrykk for rekkevidden. Skal en f.eks. sprøyte 4 m høge trær bør hastigheten 4 m fra tuten være minst 7 m/s.

HERRINGTON, MAPOTHER, STRINGER (1981) undersøkte avsetning og fordeling av væske i epletre for forskjellig utstyr. Væskemengder fra 450 l/daa til 0,6 l/daa. Utstyret omfattet sprøytemast, vanlige tåkesprøyter med væskemengde fra 112 og 50 l/daa og ULV med roterende væskefordeler.

På stadiet like før knoppsprett ble bare 10-20% av væska avsatt i trærne. Ved fullt lauvverk var avsetningen 25-60%. De streker under at dette er i samsvar med det som er funnet tidligere. Det er behov for mere presise og mer effektive metoder. De streker også under behovet for å finne ut hvor den væska som ikke avsettes på treet tar veien.

WARMAN & HUNTER (1981) undersøkte avsetning av mjøldoggmiddel. (Binapacryl) Blad fra små tre hadde atskillig mer middel på seg enn blad fra store tre. Blad fra soner i treet som ikke var gunstig plassert i forhold til sprøyta hadde mindre avsatt væske enn blad nærmere tåkesprøyta.

Tåkesprøytenes evne til å fordele væska i trærne er undersøkt av NORDBY. (1959) Undersøkelsene ble foretatt med sortene Filippa og Akerø.

Filippa hadde radavstand 6,5 m, trehøgde 4 m og krondiameter 5 m. Akerø hadde radavstand 8 m, treavstand 6 m, trehøgde 5,5-6 m og kronediameter ca 4,5 m. Trærne var tette med godt utvikla bladverk. Trærne var meget vanskelig å sprøyte. Sprøytevæska var vann tilsatt nigrosine. Væskefordelingen ble bestemt ved måling av avsatt nigrosinmengde.

Med i undersøkelsene var to typer Sigvardt tåkesprøyter, Sigvardt ensidig og Sigvardt tosidig. Sigvardt ensidig sprøytet bare til en side om gangen. Lufta ble tilført en utgangseffekt på ca 8 hk. Sigvardt tosidig sprøytet til begge sider samtidig og luftas utgangseffekt ca 4 hk til hver side. Dessuten ga Sigvardt ensidig noe mindre dråper enn Sigvardt tosidig. Resultatene er gjengitt i tabell 36. Tallene presentert i tabell 36 representerer gjennomsnittet av begge bladsider, yttersida og midten av treet i ulike høgder.

Avsetningen var større ute i treet enn inne i midten, og avsetningen avtok med trehøgden. Det ble imidlertid avsatt væske på alle blad og bladsider. Det var sterk tendens i retning av større avsetning på oversida enn på undersida av bladene. For Sigvardt ensidig var forholdet mellom nigrosinemengden på de to bladsidene det samme oppover i treet. For Sigvardt tosidig avtok avsetningen på oversida av bladet mer med høgden enn for avsetningen på undersida av bladene. Fordelingen på de to bladsider var den samme ute i treet og inne i midten. Se fig. 54.

Tabell 36. Avsetning av nigrosine ($\mu\text{g}/12 \text{ cm}^2$ bladflate) i ulike trehøgder

Sort	Tåkesprøyte	Høgde, m							
		0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Akerø	Sigvardt ensidig 6x ¹		85		86		50		36
Akerø	Sigvardt ensidig 10x		94		78		57		32
Filippa	Sigvardt ensidig 10x	49		53		54		45	
Filippa	Sigvardt tosidig 10x	61		32		34		22	

¹) 6x betyr at væskekonsentrasjonen er 6 ganger det som brukes ved vanlig sprøyting.

Når Sigvardt tosidig avsatte såpass lite væske øverst i trærne, skyldtes dette antakelig at luftas utgangseffekt var for liten og dråpene forholdsvis store. Luftas hastighet avtok raskt med avstanden fra vifta. Hastigheten var for liten til å transportere de store dråpene og dessuten til å avsette de små dråpene som fremdeles ble båret av luftstrømmen ved toppen av trærne.

Over 4 m høge frukttrær er tungvinte å høste og dessuten vanskelige å sprøyte. Dette har en tatt konsekvensen av i dagens frukt dyrking. En tåkesprøyte med den samme utgangseffekt og dråpestørrelse som Sigvardt ensidig, har derfor mer enn tilstrekkelig kapasitet i dagens frukthager. En utgangseffekt på 5-6 hk til ei side er antakelig tilfredsstillende for 3-4 m høge trær og 5 m radavstand.

Hvor blir det av sprøytevæske som sprøytes ut?

HERRINGTON, MAPOTHER & STRINGER (1980) fant at 40-75% gikk tapt ved

sprøyting og tåkesprøyting på tre med fullt bladverk. VITTRUP (1965) fant at tapet må ha vært 60-70%. Planteoverflaten var 4-5 ha pr ha planting. Dette passer også bra med prosent tap etter MORGAN (1978). Etter dette ser det ut til at 2/3 av væska kan gå tapt ved tåkesprøyting. Ved åkersprøyting med spredebom kan det være motsatt. Her får en ofte 2/3 av væska avsatt på plantene. (NORDBY og JØRGENSEN (1985))

16.11. Tåkesprøyting i praksis

1. Tåkesprøyte, hage, trestørrelse, radavstand.
Når en kjøper tåkesprøyte bør en undersøke rekkevidde og kapasitet for de tåkesprøyter en ser på. Det er helt avgjørende for kvaliteten til frukten at en når opp og inn i trea med væska.

2. Har mannskapet satt seg godt nok inn i bruksanvisningen og hvordan sprøyta virker?
Her er det mye å hente ved riktig bruk og innstilling. En må ha klart for seg hvilken konsentrasjon en vil bruke. Dernest må en regulere l/daa og dosen etter trærnes størrelse, tetthet og det som skal bekjempes.

L/daa reguleres med dyseåpning, arbeidstrykk og antall dyser og ikke med kjørehastigheten. Her må en passe på å få ut de "rette" væskemengder på de rette steder. Det vil si at mesteparten av væska skal rettes mot den overste halvdel av treet.

3. Kjørehastigheten betyr mye for væskefordeling og rekkevidde. I fullvokste tre bør ikke kjørehastigheten være over 4 km/h. Uansett trestørrelse bør en ikke kjøre med over 6 km/h kjørehastighet.

4. Det er slått fast at temperaturen virker inn på hvor mye av væska som avsettes på trea. En bør derfor sprøyte på en tid da det ikke er så varmt.

5. Hvor avsettes væska ved tåkesprøyting? Det er vel ikke helt klart hvor mye av væska som avsettes på trea ved tåkesprøyting. Noen målinger tyder på at bare 10-30% avsettes. - En bør derfor gjøre alt for å øke avsetningen av væske i trea.

6. Pass på arbeidssituasjon. Ta hensyn til vindstyrke og vindretning.

LITTERATUR

- BERNTSEN, R., 1973: Tåkesprøyting i frukthager. Stensiltrykk LTI 21/73, Serie A, nr. 445, 15 s.
- FLEMING, G.A., 1962: The Relationship of Air Volume, Air Velocity and Droplet Size to the Efficiency of Spray Transport on Airblast Spraying. Ph.O. Thesis. Graduate school, Cornell university.
- FRASER, R.P., 1958: The fluid kinetics of application of pesticidal chemicals. Advanced Pest Control Research Vol II. Interscience, New York. p. 1-106.
- HERRINGTON, P.J., Mapother, H.R. & Stringer, A., 1981: Spray Retention and Distribution on Apple Trees. Pestic. Sci. 12. p 515-520
- LYKKE NIELSEN, S., 1985: Forholdet mellom dosering og væskevolumen ved sprøyting mod æbleskurv. 2. Danske planteværnkongress, Sygdomme og skadedyr. p 271-278
- MORGAN, N.G., 1978: Spray application. Rep. Long Ashton Res. Sta. 1977. p 85
- NORDBY, A., 1960: Forsøk med tåkesprøyter i frukthager. Forsøksmelding nr. 6, LTI, 40 s.
- NORDBY, A., 1959: Fordeling av plantevernmiddel ved tåkesprøyting av eldre epletrær. Forsøksmelding nr. 2, LTI, 21 s.
- NORDBY, A., 1959: Fordeling av plantevernmiddel ved tåkesprøyting av fire meter høge epletrær. Forsøksmelding nr. 3, LTI 14 s.
- NORDBY, A. & JØRGENSEN, L., 1985: Gjennomtrengelighet av sprøytevæske for ulike arbeidstrykk, kjørehastigheter og dysestørrelser. 2. Danske Planteværnkongress. Nyborg. p 85-98.
- RANDALL, J., 1971: The Relationship between Air Volume and Pressure on Spray Distribution in Fruit Trees. Journ. Agr. Eng. Research 16 (1).
- VAGN-PETERSEN, O., 1982: Spraying of apple trees with air mist blower and ultra low volume sprayer with normal and reduced amounts of pesticides. Tidsskrift for planteavl. 86. p 255-295.
- VITTRUP CHRISTENSEN, J., 1965: Beskjæringens og frugtbaringens indflydelse på løvmængde og frugtstørrelse på æbler. Tidsskr. Planteavl. 69. p 93-97.
- WARMAN, T.M., & HUNTER, L.D., 1981: Deposits of the Mildew Fungicide Binapacryl on the Leaves of Apple Trees of Differing Sizes After Mist Blower Spraying. Pestic. Sci. 12. p 685-693.

WILSON, J.D., 1956: Facts you should know about air-blast spraying.
Amer. Veg. Grower. May. 4(5)9, p 32-33.

17. DOSE - VÆSKEMENGDE

Dose er forkortet betegnelse for plantevernmiddeldose, mengde virksomt stoff av et plantevernmiddel som brukes pr. areal - eller volumenhet.

For å få en fullgod virkning at et plantevernmiddel er det nødvendig med en viss dose. Dosen er bl.a. avhengig av plantevernmidlet, plantestørrelse og bladmasse. For sprøyting som foretas hvert år på noenlunde samme vekststadium i en ettårig kultur, kan en gå ut fra at plantene er noenlunde like store hvert år. Det gjelder f.eks. ved sprøyting mot ugras i kornåker. 100 g virksomt stoff MCPA og 30 g virksomt stoff dinoseb pr. dekar er en virksom dose. Dosen kan for eks. spres i 25 l vann pr. dekar. Sterkere konsentrasjon enn 0,13% dinoseb i sprøytevæska vil gi for sterk skade på kornplantene. Den aktuelle dosen av hormonpreparat kan, om det ikke tilsettes andre preparater, sprøytes ut i 10 l vann pr. dekar. At en kan bruke så små vannmengder, skyldes at stoffet transporteres i plantene. Derfor stilles det i dette tilfelle ikke så store krav til fordelingen.

Når det gjelder sopp- og skadedyrmidler, er det ikke så lett å tilrå en bestemt dose for de enkelte kulturer. For sprøyting mot tørråtesopp på poteter kan vi imidlertid praktisere noenlunde det samme som for sprøyting mot ugras i kornåker. Den virksomme dosen av plantevernmiddel kan f.eks. være 150 til 180 g zineb eller maneb pr. dekar. I undersøkelser av Førsund og Nordby 1963 ble den nevnte dosen sammenlignet med den dobbelte og den halve dose. Med åkersprøyte for traktor ble disse tre dosene tilført i 20, 40 og 80 l vann pr. dekar og med ryggståkesprøyte i 2,5-5,0 og 10,0 l vann pr. dekar. Tre års forsøk viste at dosen hadde større virkning enn vannmengden. Den aktuelle dose kan i dette tilfelle derfor spres ut i den vannmengden det er mest praktisk å bruke. Det er 40 l pr. dekar for åkersprøyte og 5 l pr. dekar for ryggståkesprøyte. Ved sprøyting fra helikopter mot tørråte spres den aktuelle dose ut i ca. 4 l væske pr. dekar.

Væskemengden pr. dekar er blant annet avhengig av:

1. Virkemåten til plantevernmidlet
2. Hva som skal bekjempes
3. Størrelsen på plantene. Hvor stort areal av lauv, knopper, frukt m.m. som skal dekkes pr. dekar.
4. Plantevernutstyret
 - a. Finfoordelingen av væska
 - b. Rekkevidden
 - c. Avsetningen

Ved sprøyting mot ugras i ertter med dinoseb bestemmer dråpestørrelse, dose og væskemengde resultatet. Her må en velge dråpestørrelse, dose og væskemengde slik at en får bekjempet ugraset best mulig uten å få for stor sprøyteskade på erteplantene. (NORDBY 1974) En midlere volumn diameter, 260 μ m, 60 g dinoseb og 60 l væske pr. dekar gir tilfredsstillende resultat.

Ved sprøyting mot skadedyrangrep på tømmervelter spiller også dose og væskemengde en avgjørende rolle for resultatet (NORDBY & WILHELMSSEN 1969). Hvis ikke væskefordelingen på stokken er tilfredsstillende, får en ingen positiv virkning av økende dose.

Ved sprøyting mot gråskimmel på jordbær ble det inntil 1967 tilrådd 200 l væske pr. dekar. Ved god fordeling av plantevernmidlene på plantene, viste det seg at væskemengden pr. dekar kunne reduseres til 100 liter. Forutsetningen er da at en bruker utstyr tilpasset sprøyting av jordbær (NORDBY 1969). Dosen kan derimot ikke reduseres. Den kan f.eks. være 250 g virksomt stoff pr. dekar av dichlofluanid eller captan. Siden Euparen (dichlofluanid) og Orthocid 50 (captan) inneholder 500 g virksomt stoff pr. kg blir det 0,5 kg handelspreparat pr. dekar.

Ved sprøyting mot sopp og skadedyr i frukthager og planteskoler er det ikke så enkelt å tilrå en bestemt dose. Det skyldes mest at trestørrelsen og antall tre pr. dekar varierer så sterkt fra hage til hage og fra felt til felt i den samme hage. Her har en ved vanlig sprøyting gått ut fra en viss vækestyrke, f.eks. 0,2 % Orthocid 50 eller kopperkalk. Væskemengden pr. dekar, og dermed dosen, tilpasses størrelsen på trærne. For ryggståkesprøyter der 80 % av væskemengden er i dråper mellom 60 og 160µm, har forsøk vist at vi trenger den samme dose (NORDBY 1961) som ved vanlig sprøyting. Siden vi har såvidt små dråper og likevel god avsetning av dråpene på trea, kan vi i noen tilfelle redusere vannmengden til 1/10. Vi får da tidobbelt vækestyrke i forhold til ved vanlig sprøyting. Dette betegner vi med 10x. Ved bekjempelse av mjøldogg kan en ikke bruke så små væskemengder.

Uansett metode er det nødvendig med en bestemt dose virksomt stoff. Den sprøytes ut i en vannmengde pr. dekar tilpasset utstyr, det som skal bekjempes og plantevernmidlet. En må ikke øke dosen utover det som er tilrådd. Det kan skade kulturplantene så mye at en kan få negativ istedenfor positiv virkning av behandlingen.

LITTERATUR

- NORDBY, A. og E. FØRSUND, 1963: Sammenligning av ryggståkesprøyte, åkersprøyte og sprøyting fra helikopter ved bekjempelse av tørråtesopp på potet. Forsøksmelding nr. 9 fra LTI og melding nr. 22 fra Statens Plantevern, Botanisk Avdeling, 27 s. ill.
- NORDBY, A. og WILHELMSSEN, G., 1969: Equipment, Rate of Volume and Dosage by Spraying of Unbarked, Coniferous Sawlogs with Insecticides. Med. Det norske skogforsøksvesen, Bind 27, s. 1-21. Forsøksmelding nr. 18, LTI.
- NORDBY, A., 1969: Metoder og utstyr ved bekjempelse av gråskimmel (*Botrytis cinerea*) på jordbær. Forsøksmelding nr. 17, LTI. 40 s. Meld. NLH Vol. 48, nr. 18.
- NORDBY, A., 1974: Sprøyting med dinoseb mot ugras i erter. Sammenligning av ulike doser, væskemengder og dråpestørrelser. Forskning og forsøk. Bind 25, Hefte 6. s. 559-570
- NORDBY, A., 1961: Forsøk med ståkesprøyter i frukthager. Meld. fra NLH nr. 1, 1961. Forsøksmelding nr. 6 fra LTI, 40 s. ill.

18. KRAV TIL PLANTEVERNUTSTYR VED BRUK I ULIKE KULTURER OG PLANTESLAG

Uansett hva slags plantevernmiddel som brukes og hva det sprøytes mot stilles det bestemte krav til behandlingen. Disse kan kort sammenfattes slik:

- a) Tilfredsstillende virkning i feltet som behandles med minst mulig dose.
- b) Minst mulig risiko for mennesket som utfører sprøytinga.
- c) Minst mulig risiko for miljøet omkring feltet som behandles.
- d) Rimelige kostnader ved behandlingen.

Dosen av et ugrasmiddel kan være fra 20g til 200 kg pr. hektar. Det stilles derfor store krav til fordeling og avsetning av sprøytevæska. Siden det som skal bekjempes kan veksle fra for eksempel 2 til 4 cm høyt ugras i kornåker til skadedyr og soppsjukdommer på trær og busker, blir kravene til utstyret og sprøyting svært forskjellig. Dette gjelder både dråpestørrelse, arbeidstrykk og væskemengde.

Ved sprøyting brukes væske som bærer for plantevernmidlene. For åkersprøyter brukes oftest et arbeidstrykk fra 2,0 til 10 bar (1 bar = $1,02 \text{ kp/cm}^2 = 0,1 \text{ megapascal (MPa)}$). Forat væska skal bli avsatt på og trenge inn i en plantebestand kan det ikke være for stor avstand fra dysen til nærmeste bladverk. Ved åkersprøyting er avstanden 40-60 cm.

Mannskapet som bruker og betjener utstyret kan ha følgende arbeidssituasjon:

1. Bære utstyret på ryggen
Slike sprøyter kan ha motor, f.eks. ryggståkesprøyter. For ryggsprøyter uten motor må den som bærer sprøyta som regel også pumpe under sprøyting.
2. Sprøyte montert på traktor
Den som betjener utstyret er samtidig traktorfører. Dette gjelder både for sprøyter som er montert på traktor og for sprøyter som er bygd opp på tilhenger.
3. Sprøyting med sprøyterifle eller sprøytelang
Den som bruker sprøyterifla eller sprøytelanga må også trekke med seg en 10-20 m lang sprøyteslange. Væsketilførselen kan komme fra stasjonæranlegg eller fra kjøresprøyter.

Støy, vibrasjon og varme kan være sjenerende for mennesket ved bruk av plantevernutstyr. Når det gjelder menneskets arbeidssituasjon ved spredning av plantevernmidler tenker en mest på håndtering av plantevernmidler og sprøytevæske. Det vil si å motvirke avsetning av væske på kroppen og innånding av væske. Bruk av rett verneutstyr, samt god og sikker planlegging og gjennomføring av arbeidet er meget viktig.

Med utstyr som passer for formålet, rett innstilling og bruk, samt gunstige værforhold under sprøytinga er risikoen for sjenanse eller skade på områdene (miljøet) omkring feltet som behandles, liten.

I Norge blir det ved sprøyting mot ugras tilråddet å bruke dysehøyde 40 cm og arbeidstrykk 2,0 bar. Til vanlig bør en ikke sprøyte når vindstyrken er over 4-5 m/s.

Under gunstige forhold og riktig innstilt og brukt sprøyte kan avdriften være mindre enn 1,4 %. På den annen side kan avdriften være 37 % når forholdene er ugunstig og sprøyta er feil innstilt og brukt. Det er derfor viktig at den

som sprøyter kan bedømme forholdene, innstille og bruke utstyret.

I spesielle kulturer der en bruker bladherbicider, f.eks. i jordbær og i planteskoler, sprøyter en under skjerm. Det vil si at en skjerner av dysene eller plantene under sprøyting.

Avdrift ved sprøyting i praksis byr fortsatt på problemer. Her er det behov for fortsatt forskning. På den annen side vil en nå langt om de kunnskaper som finnes omsettes i praksis.

Støy fra f.eks. traktordrevne tåkesprøyter kan være sjenerende både for traktorføreren og for personer som er på områder som ligger tett inntil feltet som behandles.

Forskjellige planteslag og kulturer har ikke den samme betydning og omfang i de nordiske land. Dette kan virke inn på kravene som stilles til plantevernutstyr og bruken av det. Her skal en ikke gå i detaljer, men kort gjøre rede for noen av de viktigste krav som stilles.

18.1. Korn, oljevekster og erter

I kornåker brukes vesentlig ugrasmidler og soppmidler. I enkelte år brukes også midler mot skadedyr. Omlag tre fjerdeparter av ugrasmidlene som omsettes i Norden brukes i kornåker.

Ved ugrasssprøyting i kornåker stilles det ikke store krav til væskas gjennomtrengningsevne. Ved sein sprøyting, når kornplantene er høye, stilles det imidlertid visse krav til gjennomtrengelighet. I Norden brukes vesentlig arbeidstrykk fra 2,0 til 3 bar. I Norge tilrås 2 bar og væskemengder fra 10-20 l/daa ved sprøyting i korn.

Som ved all sprøyting mot ugras stilles det imidlertid svært store krav til fordeling og avsetning av væska. Det er derfor viktig at spredebommene har tilfredsstillende væskefordeling ved dysehøyder fra 30 til 50 cm. Under sprøyting bør derfor dysene hele tiden holdes 30 til 50 cm over plantene. Det er også viktig at bommen ikke beveger seg fram og tilbake i horisontalplanet.

De samme krav som er nevnt ved sprøyting i kornåker gjelder også ved sprøyting mot ugras i oljevekster.

Ved bekjempelse av skadedyr i korn og oljevekster stilles det noe større krav til gjennomtrengelighet av væska enn ved ugrasssprøyting. Men det arbeidstrykket en kan oppnå ved vanlige åkersprøyter, ca. 10 bar, er fullt tilstrekkelig. Ved sprøyting mot trips i vårraps i Danmark tilrås ca. 350 l/ha og arbeidstrykk 7-8 bar. Ved sprøyting mot skadedyr i havre i Norge brukes 300-400 l/da og arbeidstrykk på 5 bar.

18.2. Potet, kålrot, sukkerbeter og fôrbeter

Sprøyting mot ugras foregår like før eller like etter at potetene er kommet opp av jorda. Her stilles det noenlunde de samme krav som ved sprøyting mot ugras i kornåker.

Ved bekjempelse av skadedyr og spesielt soppsjukdommer i potet, stilles det meget store krav både til fordeling av væska og til gjennomtrengelighet

nedover i bladmassen. Ved sprøyting kan plantene være fra 40 til 100 cm høye. For åkersprøytene er det vanlig å bruke arbeidstrykk på 7-10 bar og væskemengde fra 400 l/ha. Noenlunde de samme væskemengder og arbeidstrykk brukes ved risdreping (nedvisning) i potet.

Ved dyrking av beter er det helt nødvendig å sprøyte mot ugras. Her brukes både bandsprøyting og sprøyting av hele feltet. I Danmark tilrås 100 l/daa og presis plassering langs med planteradene.

Ved sprøyting av de vanligste feltkulturer er det derfor ved sprøyting mot tørrråtesopp i potet det stilles størst krav til åkersprøytene. Dette gjelder ikke minst til pumpene ved det aktuelle arbeidstrykk. Kravene til pumpas yteevne øker både med bredden på spredebommen og med størrelsen på væsketanken. Med hydraulisk omrøring kreves 5-8 l returvæske pr. min for hver 100 l tanken rommer.

18.3. Gras, kløver, luserne og beiter

I frøkulturer, f.eks. av kløver, brukes risdreping for å lette innhøstingen.

Sprøyting mot ugras utføres både på eng og beiter. Det stilles her meget store krav til fordeling og avsetning av midlene. På beitemark kan det være så ulendt og bratt at en ikke kommer fram med åkersprøyte og traktor over hele feltet. Her kan en feste en 20-30 m lang slange til åkersprøyta. En person kan da utføre sprøytinga med 1-2 m lang spredebom.

Langs med beitekanter kan det være aktuelt å bekjempe lauvkratt. Her kan en bruke sprøytetang eller sprøyterifle istedenfor spredebom. Tar en hensyn til risiko for avdrift og har øvet mannskap kan en også bruke ryggståkesprøyter.

18.4. Grønnsaker og rotvekster

De viktigste grønnsakslag som dyrkes i Norden tilhører forskjellige familier. Ved bekjempelse av ugras, sopp og skadedyr virker dette inn både på valg av plantevernmidler og utstyr.

Ved sprøyting mot ugras i grønnsakkulturer stilles det, som ved sprøyting mot ugras i andre kulturer, meget store krav til fordeling. Flere grønnsakslag er ømfintlige overfor hormonpreparat. Sprøyter som er brukt til hormonpreparat må derfor gjøres ekstra godt reine før de brukes i grønnsakkulturer. Dette problemet blir diskutert nærmere under reingjøring av sprøytene.

18.5. Kålvekster

Sprøyting mot ugras brukes mer enn tidligere. Bl.a. brukes sprøyting med TCA svært mye.

Sprøyting mot angrep av forskjellige skadedyr er ofte vanskelig og stiller helt ulike og spesielle krav. I enkelte tilfeller er det derfor nødvendig med spesialutstyr. Angrep av fluelarver krever store væskemengder (fra 150 l/daa) og presis plassering av væska langs med planteradene. Bekjempelse av skadedyr som angriper vekstpunkt, hoder og blad, stiller store krav både til arbeidstrykk, fordeling og avsetning av væske. Her brukes væskemengder fra 40 l/daa og arbeidstrykk 5-10 bar. Det er ofte et problem for praktikerne å bestemme rett tidspunkt for sprøyting.

Sprøyting mot sopp har hittil hatt liten betydning.

18.6. Gulrot

Sprøyting mot ugras er vanlig og byr ikke på spesielle problemer. Siden det enkelte ganger brukes mineralolje ved ugrasssprøyting må en være varsom og omhyggelig ved reingjøring av væsketanken. Gummipakninger tar skade av mineralolje.

Ved sprøyting mot skadedyr har en omtrent de samme problemer som i kålvekster.

Ved sprøyting mot sopp som angriper bladene, stilles det større krav til fordeling enn til gjennomtrengelighet for væska. Plantene kan da være fra 20 til 50 cm høye.

18.7. Løkvekster

Ved bekjempelse av skadedyr har en noenlunde de samme problemer som for kålvekster og gulrot. Ved sprøyting mot sopp stilles det også her større krav til fordeling av væska enn til gjennomtrengelighet for sprøytevæska. Fordi bladene er svært vanskelige å fukte, stilles det også spesielle krav både til sprøytevæske og dråpestørrelse.

Svovelsyre ble tidligere brukt ved sprøyting mot ugras i løk. Det bød på spesielle problemer. Svovelsyre er nå erstattet med andre midler.

18.8. Konserveserter og bønner

Ved sprøyting mot ugras stilles det store krav til fordeling og avsetning av væska. Her brukes ofte større væskemengder (nitropreparat), ca. 600 l/ha, og større dråper enn ved ugrasssprøyting i andre kulturer. Siden vekstsesongen er svært kort, sprøytes det sjelden mot skadedyr.

Ved sprøyting mot soppangrep i bønner stilles det, som ved sprøyting mot tørråtesopp i potet, meget store krav både til fordeling og væskas gjennomtrengningsevne.

18.9. Bær

De mest dyrka bærslag i Norden er jordbær (*Fragaria*), bringebær (*Rubus*) og solbær (*Ribes*). I jordbær og solbær er avlingenes størrelse og kvalitet helt avhengig av effektivt plantevern og ikke minst av at plantevernutstyret er tilpasset kulturrene. Dyrkingsteknikk, bl.a. radavstand og plantebestand, bestemmer for en stor del hva slags plantevernutstyr en kan bruke. Radavstanden må være slik at en kommer fram med traktor og det aktuelle utstyret på den tiden en skal sprøyte.

18.9.1. Jordbær

Sprøyting mot ugras med selektive midler kan stille meget store krav til væskefordeling. For bladherbicer må en sprøyte under skjerm eller skjerm av plantene. Sprøyting mot skadedyr og sopp krever spesielt tilleggsutstyr til åkersprøytene. Her stilles det svært store krav til både væskefordeling

og gjennomtrengelighet. Planteradene kan være 25-30 cm høye og 30-50 cm breie ved sprøyting. Blomster og små kart som skal dekkes med væska, er delvis skjult av blad ved sprøyting. Skadedyrene angriper ofte basis av planten. Sprøytinga blir derfor vanskelig. Sjøl med spesialutstyr kreves et arbeidstrykk på inntil 10 bar og væskemengder fra 100 l/daa. Innenfor de radavstander som brukes ved salgsdyrking blir ^{planteradene} radbredden noenlunde den samme. I Norge angis derfor væskemengden pr. 1000 m rad.

18.9.2. Solbær

Hvis det skal sprøytes mot ugras under buskene og mellom planteradene i vekstsesongen kreves spesielt utstyr.

Sprøyting mot sopp stiller meget store krav til både gjennomtrengelighet og fordeling av væska. Arbeidstrykk fra 10 til 20 bar og væskemengder fra 100 l/daa er vanlig. Ofte brukes tåkesprøyter og luft som bærer også ved spredning av så store væskemengder. Siden de viktigste sprøytinger er mot mjøldogg kan ikke væskemengden reduseres. Sprøyting mot skadedyr er ikke så vanlig. Her stilles omtrent de samme krav som ved sprøyting mot sopp.

18.9.3. Bringebær

Plantenes vekst med smale planterader og mesteparten av bladmassen over en halv meter over bakken gjør sprøytinga betydelig lettere enn i solbær- og jordbærplantinger. Forutsatt at radavstanden tillater bruk av traktor, blir sprøytinga forholdsvis enkel både mot ugras, sopp og skadedyr.

18.10. Frukt

I dag produseres frukt på lavere, smalere og mer åpne trær enn tidligere. Trærne kan f.eks. være 3 - 3,5 m høye og trekronene ca 2 m breie. I forhold til de store trær en hadde før, letter dette sprøytinga vesentlig både mot skadedyr og sopp.

Ved bekjempelse av sopp og skadedyr må hele treet dekkes med væske. Her stilles det derfor meget store krav både til gjennomtrengelighet og fordeling av væska. Ved sprøyting brukes arbeidstrykk på omlag 30 bar og væskemengder fra 2000 l/ha. For å lette arbeidet og redusere vannforbruket er tåkesprøyting mer brukt enn sprøyting. Det vil si en bruker luft og vann som bærer av plantevernmiddel istedenfor bare vann. Sterke angrep av mjøldogg gjør at en også her må bruke større væskemengder enn tidligere, f.eks. 50 l/daa.

Sprøyting mot ugras under trea krever spesielt utstyr.

18.11. Skogbruk

Ved flatehugster i skogen får en ofte problemer med lauvkrattet. Etter utplanting av gran og furu må lauvkrattet som regel enten ryddes eller sprøytes. Siden arealet og terrenget veksler sterkt, bestemmer disse faktorene for en stor del valg og bruk av sprøyteutstyr. I Norge brukes delvis sprøyting fra helikopter. I 1985 er dette arealet 60 000 - 70 000 dekar. Ellers brukes både ryggåkesprøyter og tåkesprøyter montert på spesielle "stammelunnere" og firehjulsdrevne traktorer. Ryggåkesprøyter og

sprøytetenger med spesielle flatdyser brukes også. Ved sprøyting mot lågt kratt har en tatt i bruk utstyr med roterende skive (spinning disc). Her brukes ned til 3 l pr. daa.

Planter som skal plantes ut i skogen sprøytes eller dyppes i planteskolene mot angrep av biller.

Tømmer som blir liggende i skogen eller på lagerplasser utover sommeren sprøytes også mot angrep av biller. Utover det som er nevnt her, sprøytes det lite i skogbruket i Norden.

18.12. Planteskoler

I Norden er det skogplanteskolene som tar seg av oppaling (formering) av planter (bartre og lauvtre) for utplanting i skogen. Denne produksjon foregår både på friland og i veksthus.

Det sprøytes mest mot ugras. Alt etter herbicidenes virkemåte og tidspunktet for sprøyting brukes både vanlige spredebommer og sprøyting under skjerm. Siden det er store verdier plassert pr. daa stilles det meget store krav til dose, væskefordeling og avsetning av væska. Også her brukes roterende fordeler litt i praksis. I veksthus brukes spesielt utstyr.

I vanlige planteskoler produseres stauder, prydbusker, prydtre, roser, hekk og leplanter, bærbusker, frukttrær m.m. Bruk av plantevernmidler veksler med planteslag og omløpstid. Men det sprøytes både mot ugras, sopp og skadedyr.

I dag foregår en hel del av produksjonen i kar. Dyrkingsteknikken bestemmer for en stor del hva slags utstyr en kan bruke. Det stilles meget store krav både til dose, fordeling og avsetning av væske. I planteskolene brukes ofte spesialutstyr.

18.13. Veier, jernbane, offentlige parkanlegg m.m.

Uønsket vegetasjon kan ødelegge vei- og banelegemet. Dessuten vokser vegetasjonen innover i vei og bane og hindrer sikten for trafikkanter. Langs med veier og jernbaner dyrkes det mange ulike planteslag både i privathager og i salgsproduksjon på felt. Ved sprøyting mot uønsket vegetasjon langs med veier og jernbaner er derfor risikoen for skade på grunn av avdrift meget stor. Med spesielt utstyr "off center"-dyser, arbeidstrykk 1 - 1,5 bar og store væskemengder, ca. 80 l/daa, er risikoen for avdrift og skade svært liten. Dette skyldes lavt trykk og store dråper.

I offentlige parker og plantinger sprøytes det av og til både mot skadedyr, sopp og ugras. Her kreves det svært presis plassering og avsetning av væska. Det er heller ikke tillatt å bruke de giftigste midler. Såvidt en kjenner til er det ikke satt opp bestemte krav til utstyr og bruken av det i de nordiske land.

Ved all sprøyting, ikke minst i skogbruket, i parker og langs med jernbaner og veier må en legge stor vekt på å unngå avdrift. Rett valg og bruk av utstyr samt gode værforhold er her svært viktig.

19. INNSTILLING, BRUK OG VEDLIKEHOLD AV PLANTEVERNUTSTYR

19.1. Klargjøring av ny sprøyte

Det lønner seg å bruke litt tid på å klargjøre en ny sprøyte.

- Ta ut tappeplugg og skyll væsketanken godt.
- Skyll resten av sprøyta grundig. Sett tappepluggen på plass. Fyll på vann, skru av dysene og pump vann igjennom bommen.
- Kontroll av dysene. Skru på dysene etter hvert fra midten av bommen. Kontroller at de fungerer. Legg merke til spredebildet.
- Innstill på det høyeste arbeidstrykket. Tett eventuelle lekkasjer.

19.2. Klargjøring og innstilling av sprøyte før sesongen

Instruksjonsbok - småskrift

Det kan være nyttig å ta en titt i disse heftene før ny sesong. Det kan kanskje være noe vi har glemt og noe vi vil gjøre bedre enn forrige sesong.

R e i n g j ø r i n g er meget viktig og helt avgjørende både for resultatet av sprøytinga og arbeidssituasjon.

Det er sikrest å følge den samme prosedyre som nevnt for nye sprøyter. I tillegg må vi være omhyggelige med at alle dyser og siler er reine. Pass på at dysene står i rett posisjon.

Er vi i tvil om dysene er i orden kan vi veie (måle) væskemengden pr. min. for hver dyse. Ved å tre slangestusser utenpå dysene kan vi samle opp vannet i bøtter, direkte i plastposer eller i målekanner. Hvis væskemengden avviker mer enn 5 % fra gjennomsnittet, bør dysespissene skiftes ut. De som synes metoden er for tungvint, får heller kjøpe ett nytt dysesett.

Yteevnen til pumpa bør kontrolleres ved det aktuelle turtall og arbeidstrykk

Vi stiller inn det arbeidstrykket vi skal bruke ved sprøyting ved det aktuelle turtall. Vi åpner for spredebommen, stenger eventuell trykkomrører og lar returvæske fra overløpsslangen renne ut på bakken. ved å kontrollere hvor lang tid det tar å tømme en del av eller hele væsketanken, kan vi finne ytelsen i liter pr. min og sammenlikne dette med den oppgitte yteevne. Er yteevne for liten, må vi se etter om det er luftinntak på sugesida av pumpa. Hjelper ikke dette, må vi se etter om pumpa trenger nye deler. Det kan også hende at vi må skifte ut hele pumpa.

Manometeret bør også kontrolleres

Dette er ikke så lett ute i praksis. En kan prøve følgende:

Mål først væskemengden for to-tre dyser ved et bestemt trykk. Sett deretter opp trykket to-tre bar og reduser deretter trykket til det opprinnelige og mål væskemengden igjen. Får vi den samme mengde som ved første måling vet vi at manometeret reagerer på trykkøkning.

En måte å kontrollere om manometeret viser rett trykk kan være:

En ny dysespiss av anerkjent kvalitet gir en viss væskemengde ved f.eks. 5 bar. Plasser en slik dyse på bommen og kontroller kapasiteten (l/min) ved arbeidstrykk på for eks. 5 bar. Stemmer dette med oppgitt væskemengde er manometeret brukbart.

19.3. Væskemengder (l/daa)

Første betingelse for å få et godt resultat av sprøytinga er at vi får ut rett dose og væskemengde.

Væskemengden pr. dekar er avhengig av:

- Dysetype og størrelse (kapasitet)
- Arbeidstrykk
- Kjørehastighet

Dysekapasiteten vil vi finne i instruksjonsboka.

Arbeidstrykket må rette seg etter de forskjellige sprøytinger.

For de fleste åkersprøyter følger det med tabeller som viser hvilke væskemengder vi får ut ved ulike kjørehastigheter, dysestørrelser og arbeidstrykk. I tabell 37 finner vi slike data.

Det er enkelt å finne ut hvor mye plantevernmiddel vi skal ha på væsketanken

Med 30 l/daa vil f.eks. en tank på 600 l rekke til 20 dekar. Er det f.eks. oppgitt 0,2 l handelspreparat pr. dekar av et plantevernmiddel må vi fylle 4 l på væsketanken.

Skal vi ha ut en væskemengde på 20 l/daa ved ugrassprøyting og ønsker å kjøre med ca. 7 km pr. time må dysene levere 1,16 l/min ved et arbeidstrykk 2 bar. Den nærmeste kapasitet i tabell 37 er 1,28 l/min. Dette gir 7,7 km pr. time og passer med dysene Hardi 4110-20 og Spraying Systems Co 11004.

Enkelte liker å gjøre egne beregninger. Med de tre eksempler som er vist skulle vi ha grunnlag for å beregne det vi trenger.

Regneeksempler - åkersprøyting

$$I. \quad l/\text{dekar} = \frac{l/\text{min/dyse} \times 60}{\text{dyseavst. i m} \times \text{km/h}} = \frac{l/\text{min/dyse} \times 120}{\text{km/h}}$$

II. Hvilken kjørehastighet km pr. time skal vi velge når vi kjenner dysekapasiteten, l/min pr. dyse og væskemengde l pr. dekar?

$$\text{Kjørehastighet i km/h: } \frac{l/\text{min/dyse} \times 120}{l/\text{daa}}$$

III. Hvilken dysekapasitet skal vi velge når kjørehastighet km pr. time og væskemengde i l/daa er bestemt?

$$\text{Kapasitet i l/min: } \frac{l/\text{dekar} \times \text{km/h}}{120}$$

De fleste vil antagelig nøye seg med å ta de aktuelle data ut fra tabell, og så ta til å sprøyte. Ved første sprøyting i sesongen bør vi likevel virkelig kontrollere væskemengden pr. daa.

SPRØYT OG KONTROLLER VÆSKEMENGDEN PR. DEKAR

Tanken fylles med vann. Arbeidstrykket innstilles. Vi åpner for dysene og kjører en bestemt strekning, f.eks. 500 meter, med den aktuelle kjørehastigheten. Er arbeidsbredden 8 meter, har vi sprøytet 4 daa. Er tanken gradert kan vi lese av væskeforbruket. For tank uten gradering må vi måle hvor mye væske som går på væsketanken, og finne væskemengden pr. dekar. Stemmer dette med væskemengden vi skal bruke, er alt i orden. Stemmer det ikke, må vi finne årsaken. Det kan da være grunn til å sjekke manometeret på sprøyta eller hastighetsmåleren på traktoren ved f.eks. kjøring på en bestemt veistrekning (lengde) for å se hvor lang tid det tar. Dersom sprøyta ikke er reingjort og i orden, kan det være mange årsaker til at væskemengden ikke stemmer.

19.4. Tillaging av væske

Tøm aldri plantevernmiddel i tom væsketank. Det kan gi tette siler, dårlig blanding og mye skum i tanken. Fyll alltid vann på tanken først.

Midler i pulverform røres ut i litt vann (gjerne varmt) før de fylles på tanken. det er en fordel at midlene får stå litt etter utrøring før de fylles på tanken. Det greieste er å veie til poser som passer for en tankfylling. Sprøytevæska bør sprøytes ut straks den er ferdig.

Det kan av og til være aktuelt å blande et plantevernmiddel med andre midler,

f.eks. et ugrasmiddel med et annet ugrasmiddel, eller med et skadedyrmiddel, soppmiddel, vekstregulerende middel eller med makro- og mikronæringsstoffer. I enkelte tilfelle kan blanding av ulike typer midler tilrås, men generelt advares det mot dette. For det første må vi være sikre på at de enkelte komponenter i blandingen ikke påvirker hverandre på en slik måte at virkningen på skadegjørerne blir nedsatt eller at risikoen for sprøyteskade på kulturplantene øker. En blanding kan skape problemer under sjølve sprøytearbeidet med skumdannelse, fnokking m.m. Bland aldri midler som ikke er angitt - kan blandes - på etiketten uten først å søke råd hos fagfolk. Det optimale tidspunkt for behandling vil ofte være forskjellig for de enkelte midler. Ved blanding må vi da velge et behandlingstidspunkt som ofte er mindre gunstig for et eller flere av de midlene vi bruker.

Vannet må være reint. Det greieste er å fylle fra ledningsnettet. Er dette upraktisk, kan vi pumpe vann fra bekk eller brønn ved hjelp av pumpa på sprøyta. Dette vannet må vi aldri ta fra drikkevannskilder.

Vi må stille bestemte krav til utstyret for fylling. Enden av slangen som senkes ned i vannkilden, må ha sil og tilbakeslagsventil. Slangen som brukes til fylling av væska i tanken må munne ut over væskeoverflaten når tanken er full. Ligger enden av slangen under væskeoverflata, kan sprøytevæska bli ført gjennom slangen tilbake til vannkilden. Husk at konsentrasjonen av et plantevernmiddel på bare noen milliondeler, kan drepe fisk og ha andre uheldige virkninger.

19.5. Sprøyting på feltet

Før sprøyting må vi vurdere været. Særlig må vi ta hensyn til vindstyrken, vindretning og risikoen for avdrift og fordamping. Er vi i tvil, stanser vi sprøytearbeidet i betryggende avstand fra nabofelt, og sprøyter det som står igjen når været blir bedre eller med spesielle dyser der risikoen for avdrift er svært liten.

Ved hver sprøyting skal dysehøyden (bomhøyden) kontrolleres og innstilles. Bruk helst ikke mer enn 40 cm, målt fra underkant av dysen til toppen av plantene som skal sprøytes. Se fig. 58 og 59.

Væskemengde l/daa. Vi skal ha valgt dysekapasitet, arbeidstrykk og kjørehastighet slik at dette er i orden.

KJØREMØNSTER

I radkulturer må vi kjøre langs med radene. I eng og kornåker kan vi først ta to drag ved "vendeteigene". Dette letter arbeidet og vi unngår at bommen tar bort i gjerder, kratt o.l. Husk på at væska skal stenges av ved snuing og snu helst mot vindretning. Se fig. 55.

I kornåker bør vi prøve å kjøre parallelt med sådragene. Unngå glipper mellom sprøytedragene og overlapping. Å tilpasse arbeidsbreddene på såmaskin og åkersprøyte kan være en fordel. På felt med lange drag kan vi sette opp siktestokker i senter som vi kan kjøre etter for hvert drag. Dette tar litt tid og mange synes det er tungvint. Se fig. 56.

Skummarkering er kostbart.

Er det vind, bør vi prøve å kjøre på tvers av vindretningen. Ved snuing

stenger vi væsketilførselen til spredebommen, så unngår vi overlapping.

Under sprøytingen må vi se etter at alle dysene på spredebommen virker. Blir en dyseåpning helt eller delvis tett, må dysespissen eller dyseplata skiftes ut med en gang. Vi bør alltid ha med oss en eske med reine dyser.

I slike tilfelle er det store fordeler med holder og flere vridbare dyser.

Væsketanken skal alltid kjøres tom. Vi må ikke la væska stå i tanken under en spisepause. Det kan være meget farlig for barn. Dessuten kan bunnfall føre til flere problemer ved sprøyting.

FEILSØKNING

Har du satt deg inn i hvordan sprøyta arbeider, kan du som regel finne feilen uten særlige problemer. Hvis pumpa ikke virker eller yteevnen er for dårlig, skyldes det oftest:

- Utette slanger eller koplinger på sugesida
- Sugelangens suges (klapper) sammen
- Tette eller delvis tette siler og filtre
- Rusk i ventiler
- Slitte ventiler og fjærer
- Ventiler snudd feil vei
- Sprukken, utslitt membran
- Dårlig tildratt deksel i membranpumpa
- Pumpa slitt, kapasiteten for dårlig

19.6. Stell av utstyret etter bruk i sesongen

Sprøyta må gjøres grundig rein. Fyll reint vann på tanken og pump det gjennom spredebommen. Sprøyta skal også spyles utvendig. Dette må gjøres på en plass der spylevannet ikke kan komme ut i vassdrag eller andre steder hvor det kan gjøre skade.

Dagens sprøytearbeid er ikke fullført før vi har skylt sprøyta med vann.

Ved bortsetting av sprøyta eller dersom vi skifter over til kulturer som ikke tåler de midlene vi har brukt, må vi gå grundigere til verks.

Er sprøyta f.eks. brukt til fenoksyser og den seinere skal brukes til sprøyting av kulturer som er ømfintlige for slike preparater, må den gjøres rein med soda eller salmiakkspiritus straks etter bruk. Skyll først tanken med reint vann. Fyll så på lunkent vann og sett til 1 kg soda eller salmiakkspiritus til hver 100 liter vann. Rør godt ut og pump en del av væska gjennom slanger og dyser. La resten stå i tanken i ett døgn og tøm det deretter ut et sted hvor det ikke kan gjøre skade. Skyll så tanken med reint vann flere ganger.

19.7. Stell av utstyret etter sesongen - klargjøring for vinterlagring

Etter siste sprøyting i sesongen skal sprøyta vaskes grundig både innvendig og utvendig. Dysene skrur av, tas fra hverandre og reingjøres. Bruk ikke spiker eller metalltråd til rensing av åpningene. Bruk heller en spiss treflis og

liten børste, og spyl dysa rein. Dyser og dysespisser legges i esker. Da er de lette å finne igjen neste år. Det er en god regel å skifte ut dysespissene minst annen hver sesong.

Rens siler og filtre. Silen i fyllåpningen på tanken skal dekke hele åpningen. Skift ut gammel og dårlig silduk.

Se over slanger og koplinger og bytt ut slitte og tvilsomme deler.

Manometeret bør oppbevares frostfritt.

Gi pumpa et ekstra oversyn.

Skrap vekk rust - mal med grunning og dekkfarge.

Smør alle punkter.

Frostfare. Hvis ikke sprøyta kan oppbevares frostfritt, må den (også pumpa) tømmes helt for vann eller påfylles frostvæske. Fyll på ca. 10 l 50 % frostvæske og la pumpa arbeide i noen minutter.

Det er alltid nyttig å ha et lite reservedelslager sjøl.

Sørg alltid for å ha noen slangeklemmer, koplinger, pakninger, dysespisser, dysekapper og andre smådeler på lager.

20. VALG AV PLANTEVERNUTSTYR

20.1. Egen sprøyte

I Norge har de aller fleste gårdbrukere egen åkersprøyte. Dette er små og mellomstore sprøyter med arbeidsbredder fra 6-8 m. Med slike arbeidsbredder kan vi på kuperte felt med varierende arrondering få gjort godt arbeid. Det er også flere årsaker til at dette er den beste løsning under norske forhold. Det er ofte korte perioder med gunstig vær på de mest aktuelle sprøytetidspunkt. Det betyr at alle med den samme kultur i et distrikt skal ha sprøytet på samme tid. For å få best mulig resultat må en nemlig sprøyte på dette tidspunktet.

Under forutsetning av at sprøytet alltid blir gjort omhyggelig rein etter sprøyting kan vi bruke åkersprøytet både i kornåker og grønnsak-kulturer. Etter bruk av fenoksyser og før sprøyting i kulturer som er ømfindtlige for slike og eventuelt andre midler må vi bruke soda eller salmiakk ved reingjøring.

20.2. Nabosamarbeid

I de tilfeller der naboer er vant til å samarbeide godt om maskiner kan det være aktuelt å kjøpe/bruke sprøyte(r) sammen.

Om dette skal fungere tilfredsstillende er avhengig både av personene, bruk og stell av utstyret, totalt areal som skal sprøytes, kulturer, arealfordeling på disse. Dessuten må vi ha fullstendige notater som viser hvilke plantevernmidler som er brukt.

Samarbeid om åkersprøyter vil ofte ha begrenset aktualitet. Det vil fungere best om en person (kanskje to) utfører sprøytinga.

20.3. Flere sprøyter på samme gård

Gården kan ha så store arealer at det er behov for flere sprøyter. I både grønnsaker og bær brukes åkersprøytet med tilleggsutstyr. Dette kan det være greitt å ha påmontert i perioder. Da kan det også være behov for åkersprøyte med vanlig bom samtidig. I slike tilfeller kan det være aktuelt med to størrelser av åkersprøyter.

20.4. Størrelse og kapasitet

Som regel blir både væskefordeling og avsetning dårligere etter hvert som arbeidsbredden øker utover 8-10 m. Dette skyldes vesentlig at dysehøgden må settes opp for at bommen ikke skal slå ned i bakken under sprøyting. Om slike bommer ikke har spesielt utstyr for å holdes i innstilt høgde blir bombeveggene store.

Kjøreskader ved ugrassprøyting i korn med 6 m bom er som regel små; avlingstap inntil 5 kg/daa av korn.

Sjøl ved sein sprøyting like før skyting er skadene under 10 kg/daa.

Størrelsen på væsketanken avhenger av flere faktorer, bl.a. traktorstørrelse, væskemengde pr. daa. avstanden fra felt til sted for væskefylling. De minste

åkersprøytene har 300 l væsketank og de største traktormonterte ca. 1000 l. Væsketanker som rommer 500-600 l er mest brukt.

Kapasiteten er avhengig av flere faktorer:

- Avstand fra felt til sted for fylling av vann
- Kapasitet ved fylling
- L/daa
- Felte lengde - arrondering
- Kjørehastighet
- Tankstørrelse
- Arbeidsbredde

Eksempel

Transport fra felt til sted for å fylle væske er 1 km.

Væskemengde 20 l/daa
 Felte lengde 200 m
 Kjørehastighet 8 km/h
 Fyllekapasitet 50 l/min
 600 l væsketank
 8 m arbeidsbredde

Kapasitet ca. 15-16 daa pr. time. Etter forholdene kan kapasiteten med slike sprøyter variere fra 10 til 30 daa pr. time.

20.5. Spesielle krav - tilleggsutstyr

Siden tendensen går mot mindre væskemengder pr daa ved sprøyting i korn vil en 600 l væsketank være stor nok på en gård med 200-250 daa korn. Ved sprøyting mot ugras kan en da klare seg med 5-6 sprøyter.

I praksis er det ofte fylling av væske som begrenser kapasiteten. Ofte tar det lengre tid å fylle væske enn å sprøyte ut væsketanken. Dette må en forsøke å rette på.

På en gard er det også ofte bruk for mindre utstyr til supplerende sprøyting og til mindre oppgaver, for eks. ryggsprøyter og ryggståkesprøyter. Her som ved valg av større utstyr bør en forvise seg om at utstyret har rimelig kapasitet og gode bruksegenskaper.

Ved dyrking av grønnsaker og bær skal en være merksam på de muligheter åkersprøyte med tilleggsutstyr har. En kan få kjøpt tilleggsutstyr til viktige sprøytinger i jordbær, solbær, kålvekster m.m. Se tabell 38.

Tab. 38. Plantevernutstyr utviklet ved landbruksteknisk institutt

SPRØYTETUNNEL	PRODUSENTER
Sprøyte dekkrotplanter i plastbrett 20 anlegg i bruk i Norge 60-70 mill. planter behandles årlig Se fig. 19.	KVINGE & FAGERTHUN A/S, MEK. VERKSTED, 5200 OS
DYSER TIL RYGGTAKESPRØYTE Ulik lysåpning i utblåsingstut Regulere lufthastighet og dråpestørrelse	AKRES MEK. VERKSTAD, 5776 NÅ, HARDANGER
SPRØYTING UNDER FRUKTTRE Arbeidsbredde, 1-2 dyser fra 75 cm - 140 cm TK refleksdyser Arbeidstrykk 1-2 bar	BERGFLØDT VERNEHJEM, 3400 LIER
SPRØYTING/VATNING MOT KÅLFLUE Flatdyser på fritt opphengte slepesko Dyser 40° spredevinkel Arbeidstrykk ca. 2 bar	MYRAUNE MEK. VERKSTED, 7633 FROSTA
SPRØYTEUTSTYR FOR JORDBÆR Bekjempe sopp og skadedyr Stillbare bøylor, fire dyser på rad	AGDER PRODUKTER, 4800 ARENDAL

Tåkesprøyter for montering på firehjulstraktor er det mindre utvalg av i Norge enn i land lenger sør. Her er det kapasiteten til vifta og fordelingen av lufta som er spesielt viktig.

Skal tåkesprøyta også brukes til vanlig sprøyting av for eks. frukttre, må pumpa ha den nødvendige kapasitet ved det aktuelle arbeidstrykk.

Det er viktig å vurdere alle sider av bruk og innsats ved valg og kjøp av plantevernutstyr. Husk for eks. at kravet til pumpas yteevne er helt avhengig av bruken. Ved bruk av endedyse fordobles for eks. arbeidsbredden.

Reservedeler og service er helt avgjørende ved valg av utstyr. Det hjelper lite å ha ei god sprøyte hvis en ikke kan få de aktuelle deler i rett tid.

21. AVDRIFT

Avdrift er dråper eller faste partikler som føres vekk fra feltet som behandles. Avdrift er et problem ved all spredning av plantevernmidler. Spesielt ved dusting, men også ved tåkesprøyting og sprøyting. Dette gjelder både ved spredning fra bakken og fra lufta.

Det er først etter 1950 avdriften er blitt viet spesiell oppmerksomhet og da som oftest i forbindelse med sprøyting fra lufta. Det er lettere å finne

hundre referanser i litteraturen ved sprøyting fra lufta enn det er å finne ti om avdrift ved åkersprøyting. I 1983 utga Britisk crop protection council: "The drift of herbicides". Her tar en for seg både vær og hvilke faktorer som innfluerer på avsetning væske på objekt. Problemene med avdrift er ikke like store i alle land. Dette skyldes både utstyret, bruken av det, værforhold, plantevernmidler, hvor ofte det sprøytes, m.m. Problemene finnes overalt og må tas alvorlig. Både PERMIN (1969), NEURURER (1973) og HARTLEY (1959) beretter om skader ved avdrift i henholdsvis Danmark og Østerrike og om behov for undersøkelser.

FRYER, I.D., (1980) streker under behovet for å redusere tap av plantevernmidler ved avdrift. Han sier også at problemet kan bli verre. Det er absolutt om å gjøre å få mer presisjon inn i sprøytingen.

Den syvende rapport fra "U.K. Royal Commission on Environmental Pollution (Anon, 1979) har akseptert at plantevernmidlene er viktige for å holde oppe matproduksjon. Men kommisjonen var bekymret over det store forbruket av plantevernmidler. Kommisjonen ønsker også å få redusert den store prosenten av væska som ikke treffer målet ved behandling. HISLOP (1983) kommenterer uttalelsene fra kommisjonen. Han streker under at det er svært sjelden nye metoder (utstyr) gir bedre biologisk effekt for en gitt dose. Og enda sjeldnere har det blitt mulig å øke effektiviteten av nedsatt dose.

BODE & BUTLER (1983) ønsker seg mere presist plantevernutstyr i framtida som kan plassere mere av midlene på målet, objektene, med mindre avdrift.

Regler om bruk av utstyr og om værforhold ved sprøyting er sjeldne i de europeiske land. Norge har f.eks. "Forskrifter om spredning av plantevernmidler fra luftfartøy" av 22.02.1974. Her er det tatt inn bestemmelser

om væskemengde pr. daa, arbeidstrykk og om at vindstyrken ikke skal være over 5 m/s i 2 m høyde over bakken under sprøyting. Utstyret for spredning av plantevernmidler skal være godkjent av Luftfartsdirektoratet og Landbruksteknisk institutt. Fra USA er det flere eksempler på slike regler som setter bestemte grenser for hvor stor vindstyrken kan være ved bruk av forskjellig utstyr og bestemte innstillinger.

Skader, risiko for skader og uheldige virkninger ved avdrift kan inndeles slik:

1. Skade på kulturer i nærheten av feltet som sprøytes. Det er slik skade som til vanlig registreres i praksis og som kan føre til erstatningsansvar.
2. Risiko for skade på planter, ville dyr og husdyr på arealer i nærheten av feltet som behandles.
3. Risiko for rester av plantevernmidler på produkt som snart skal markedsføres. Behandlingen behøver ikke å gi synlige skader på plantene.
4. Avdriften kan føre til nedsatt virkning av sprøytingen på feltet.
5. Risiko for avdrift kan bli brukt som argument mot spredning av plantevernmidler generelt.
6. Belastet arbeidsmiljø.

I forsøk og praksis er det prøvd flere tiltak for å redusere eller unngå

avdrift:

1. Skjerm over hele spredebommen (COURSHEE 1959)), EDWARDS & RIPPER (1953))
2. Sprøyting under skjerm, det vil f.eks. si avskjerming av enkeltdyser.
3. Bruke utstyr og dyser som gir forholdsvis store dråper (raindrop), dyser som krever lavt arbeidstrykk, flatdyser. (LP dyser), spinning disc, vibrerende dyser, "microfoil" på helikopter.
4. Tilsetning av stoff for å gi sprøytevæsken egenskaper (regulere overflatespenning, viskositet, fordampning, m.m.) som reduserer antall små dråper.
5. Redusere arbeidstrykket ved sprøyting.

Av det som er nevnt her, har sprøyting under skjerm (punkt 2) fått noe betydning i Norden. Dette gjelder spesielt ved sprøyting i radkulturer. Tilsetningsstoffer er brukt ved ugrassprøyting under frukttrær, blant annet i Danmark. Ved å redusere arbeidstrykket øker dråpestørrelsen. Dette tar en konsekvensen av blant annet ved åkersprøyting, for eks. ved å redusere arbeidstrykket fra 3 bar til 2 bar.

21.1. Måling av avdrift - metoder - utstyr

Det er flere måter å angi avdriften på:

- a. Avsatt mengde på måleobjekter i prosent av mengden som skal avsettes eller blir avsatt pr. arealenhet ved spredning av plantevernmidler, f.eks. på lakken under en spredebom.
- b. Total avdrift fra et sprøytedrag, f.eks. en kjøring med åkersprøyte viser hvor mye væske (f.eks. i prosent) som driver vekk fra det arealet der den skulle avsettes.
- c. Total avdrift ved sprøyting av et felt med en viss bredde. Væske kan drive vekk fra feltet som behandles, ikke bare fra sprøytedraget nærmest nabofeltet, men fra flere sprøytedrag. Avdriften vil derfor øke inntil det sprøyta feltet har samme bredde som den maksimale rekkevidden for avdriften.

Avdrift kan samles opp og måles på flere måter:

- a. Sette ut objekter som væsken (dråpene) avsettes på. (Passiv oppsamling)
- b. Suge, pumpe, et visst luftvolum inn i beholder. Dråpene kan da følge med luften inn i beholderen og f.eks. angis som μg pr. enhet luftvolum. Aktiv oppsamling.
- c. Sette ut planter som er ømfintlige ovenfor den sprøytevæske som brukes og registrere skadene.

Det enkleste er å samle opp væskedråper på objekter i bestemte posisjoner og avstander i forhold til plantevernutstyret.

Uansett hvilken metode som brukes må en være merksom på at måleteknikken og måleutstyret har stor innvirkning på resultatet. Oppsamlingsteknikk og oppsamlingseffektivitet er utførlig og grundig diskutert fra sist i førti-årene (BROOKS (1947), LANDAHL & HERRMAN (1949), EGNER & CAMPBELL (1960), SPILLMAN (1979)). Det foreligger solide kunnskaper på dette feltet.

Oppsamlingseffektivitet er prosent avsetning pr. tidsenhet av dråper på objektet i forhold til dråper som beveger seg uforstyrret vinkelrett mot vedkommende objekt.

Tabell 39. Oppsamlingseffektivitet i % for ulike objekt- og dråpestørrelser. (Vind- og dråpehastighet 4,5 m/s).
Etter EGNER & CAMPBELL (1960)

Sylinderforma objekt Diameter i mm	Dråpediameter i μm		
	20	50	80
25,0	10	54	78
20,0	18	64	82
13,5	28	76	88
2,5	74	94	96

Tabell 39 viser at avsetningen av dråper med diameter 50 μm blir bortimot fordoblet ved å velge objekt med 2,5 mm diameter istedenfor 25 mm diameter. Hastigheten til dråpene og dråpediameteren har også innvirkning på oppsamlingseffektiviteten. I en del undersøkelser er det ikke tatt hensyn til dette. Det er brukt så store objekter at oppsamlingseffektiviteten reduseres atskillig. De små dråpene, som utgjør en stor del av avdriften, blir da ikke registrert i det hele tatt.

GØERING et al. (1976) undersøkte oppsamlingseffektiviteten til flate objekt av ulike størrelser. Når objektene blir plassert nede i en plantebestand har ikke størrelsen så mye å si som når de står fritt.

I det nordiske prosjektet sammenlignet en avsetning av væske på 3 mm tykke plastpinner og på 45 x 25 cm plastposer. Se fig. 60. Ved det høyeste arbeidstrykket (8 bar) var avsetningen på plastposene bare 35 - 40 % av avsetningen på plastpinnene. Dette gjelder avsetning pr. cm^2 . Ved arbeidstrykk 2,5 bar var avsetningen på posene ca. halvparten av avsetningen på plastpinnene. Her var dråpene større slik at virkningen av objektstørrelsen ikke blir så stor.

NORDBY har utviklet en metode for måling av avdrift (NORDBY & SKUTERUD (1975)). Objekter med stor oppsamlingseffektivitet kan lett settes ut og samles inn. Objektene (plastpinner) med 3,0 mm diameter stikkes inn i isoporbiter. Ved oppsamling av pinnene i glass brykkes isoporbitene der plastpinnene er stukket inn. Objektene faller da ned i glasset uten at de berøres med hendene.

I de undersøkelsene som blir referert (NORDBY & SKUTERUD (1975)), og resultatene fra nordisk prosjekt, ble objektene utsatt på følgende måte: I en rad vinkelrett på kjøreretningen og parallelt med vindretningen i 1-2,5-5-10-25-50-100-150-200 m avstand fra enden av spredebommen.

Sprøytevæsken ble tilsatt Fluoresin. Etter sprøyting ble objektene samlet i glass. Destillert vann ble tilsatt og konsentrasjon av Fluoresin bestemt i et Turner fluorimeter.

21.2. Avdrift fra spredebommer med hvirveldyser (hul og fylt væskekon) og flatdyser

For å kunne vurdere de resultater som legges fram og risikoen for avdrift kan det være nyttig å få en oversikt over hvordan væska finfordelles ved ulike metoder og utstyr. En slik oversikt er gitt i tabell 40.

Tabell 40. Data for endel dyser - brukt ved viktige sprøytinger

Dysetype	Trykk (bar)	l/min	Sprede- vinkel ⁰	Dråpe- størrelse MMD i μm
<u>Sprøyting fra helikopter</u>				
Spraying Systems Co flatdyser 6506	2	1,9	65	600
<u>Ryggståkesprøyte (Hardanger)</u>				
Vanlig dyse horisontal tut		0,67		103
" " 45 ⁰ oppover		0,5		110
"Skogdyse" horisontal tut		0,5		238
" " 45 ⁰ oppover		0,39		302
<u>Åkersprøyter (eksempler)</u>				
Hardi flatdyse 4110-20	2,5	1,41	112	270
" " "	8,0	2,45	121	230
Spraying Systems Co. flatdyse 11003	2,5	1,08	110	239
" " "	10,0	2,16	120	186
<u>Sprøyting langs veikanter</u>				
"Off-center dyse" Spraying Systems Co. OC 80	2,5	28,6	x)	Som regn
<u>Sprøyting langs jernbanelinjer</u>				
"Off-center dyse" Spraying Systems Co. OC 150	2,0	48	x)	" "
"Off-center dyse" Spraying Systems Co. OC 300	2,0	96	x)	" "

x) Med dysen montert i 90 cm høyde er arbeidsbredden for OC 80, OC 150 og OC 300 henholdsvis 9,0, 9,4 og 10,1 m.

I norske undersøkelser (NORDBY & SKUTERUD (1975)) undersøkte en avdrifte ved:

Dysehøgder: 40 og 80 cm
Arbeidstrykk: 2,5 og 10 bar
Vindhastigheter: Ca. 1,5 og 4,0 m/s.

Ved undersøkelsene brukte en Erlands åkersprøyte med 6,9 m arbeidsbredde. Dråpestørrelsen (MMD) for flatdysene EM 2 x ved arbeidstrykk 2,5 og 10 bar var henholdsvis 306 og 196 μm . Dette er noenlunde representativt for flatdysene

som brukes på spredebommer i dag (se tabell 40. Temperaturen ved sprøyting var $14,3 \pm 3,6$ °C og den relative luftfuktighet 68 ± 17 %. Væskemengdene var fra 200 l/ha - 300 l/ha.

Væskemengden som ble avsatt på objektene avtok sterkt ettersom avstanden fra enden av bommen økte. 50 m fra enden av bommen var avsetningen i % svært liten (0,1 %). Likevel ble det registrert avdrift opptil 150 m og 200 m fra enden av bommene.

Avsetning av væske i prosent på objektene, gjennomsnitt for de ulike målepunkter, økte med dysehøgde, arbeidstrykk og vindhastighet fra henholdsvis 1 % til 3,2 %, 1,4 % til 2,9 % og fra 1,4 % til 2,9 %. Virkningen av de tre faktorene avtok ettersom avstanden fra enden av spredebommen økte fra 2,5 m til 25 m. Se fig. 61, 62, 63.

Virkingen av vindhastigheten økte med trykket. Det var også tendens til at forskjellen i avdrift for de to dysehøgder økte med arbeidstrykket. Resultatene går ellers klart fram av figurene fra 64 til med 65.

Informasjon om hvor mye væske som driver vekk fra stedet hvor den skal avsettes ved ett sprøytedrag kan også være nyttig. Avhengig av værforhold, innstilling og bruk, drev fra 1,4 % til 37 % av væska vekk. Ved moderat vind, 40 cm dysehøgde og arbeidstrykk opp til 10 bar kan inntil 6 % av væska drive vekk. Ca. halvparten av dette blir imidlertid avsatt på en 10 m brei stripe fra enden av spredebommen og utover. Se fig. 66.

Ved sprøyting av et felt er det risiko for avdrift fra flere sprøytedrag. Ved vindhastighet på 4 m/s kan avdriften som kommer i tillegg til avdriften fra ett sprøytedrag utgjøre omtrent like mye.

I "Det nordiske prosjektet" NORDBY (1979) målte en blant annet avdrift for de dyser som er oppgitt i tabell 41 montert på Hardi spredebom.

En undersøkte avdriften ved:

Dysehøgder: 40 og 80 cm
 Arbeidstrykk: 2,5 og 8 bar.
 Ulike vindhastigheter
 Væskemengde: Ca 420 l/ha
 Temperatur fra $16,5^0$ til 18^0 C.
 Relativ luftfuktighet: 80 % til 90 %.

Tabell 41. Karakteristikk av noen Hardi dyser

Dysetyper fra Hardi	Trykk i bar	l/min	Sprede- vinkel	Dråpestørrelse MMD i μm
Flatdyse 4110-20	2,5	1,41	112 ⁰	270
	8,0	2,45	121 ⁰	230
Hvirveldyse, hul dusj 1553-18				
Hvirvelstykke 1554	2,5	1,27	71 ⁰	292
	8,0	2,18	83 ⁰	183
Hvirveldyse, fylt dusj 1553-14				
Hvirvelstykke 1554-1,3	2,5	1,39	44 ⁰	458
	8,0	2,42	57 ⁰	351

Det er vanskelig å sammenligne avdriften fra dysetyper direkte. I dette tilfelle ble hvirveldysene favorisert fordi de hadde mindre spredevinkel enn flatdysen. Dette gjør at væskedusjen blir mer konsentrert og mindre utsatt for avdrift.

Ved 40 cm dysehøgde og arbeidstrykk 2,5 bar var avdriften liten for alle dysetypene. Det var ingen forskjell på avdriften for de tre typene. Vindhastigheten var i gjennomsnitt 6 m/s. Ved 80 cm dysehøgde og arbeidstrykk 8 bar var det klar tendens til mest avdrift for flatdysen og minst for dysen med fylt væskekon. Fig. 67.

Ved vindhastighetene ca. 9,5 m/s og 3,5 m/s (stor og liten vindhastighet), dysehøgde 80 cm og trykk 8 bar var avsetningen i % ved 10 m avstand henholdsvis 28 % og 12 % samt 5 % og 2 % for flatdysen og hvirveldysen med hul dusj. Ved denne store dysehøgden og arbeidstrykk 8 bar var det klar forskjell mellom dysetypene også ved liten vindhastighet. Fig. 67. For flatdysen var avdriften ellers under de samme værforhold og innstillinger i godt samsvar med de refererte norske undersøkelser. (NORDBY & SKUTERUD (1975)).

ARVIDSSON (1985) har undersøkt avdrift for spredebom med flatdyse 11003 ved to væskemengder, 180 og 305 l/ha, arbeidstrykk 2,5 bar og dysehøgde 40-60 og 80 cm. De foreløbige resultater stemmer godt overens med NORDBY & SKUTERUD (1975).

I laboratorieforsøk har ERIKSSON (1975) tildels fått andre resultater. Årsakene til dette kan være flere. ERIKSSON brukte høyere arbeidstrykk for hvirveldysene enn for flatdysene. Det høyeste arbeidstrykket for henholdsvis hvirveldysen og flatdysen var 7 og 5 bar. Ved de tilrådde arbeidstrykk ga de to hvirveldysene henholdsvis bare 64 % og 77 % av væskemengden pr. min i forhold til flatdysene.

Siden hvirveldysene ikke er aktuelle ved ugrassprøyting med åkersprøyter, får heller ikke avdriften fra slike dyser så stor betydning i praksis. Nye åkersprøyter som skal brukes til ugrassprøyting, bør ikke utstyres med hvirveldysen.

21.3. Avdrift fra spredebommer utrustet med dyser laget spesielt for å gi liten avdrift.

Både tokammerdyser, L.P. dyser (low pressure) og refleksdyser er beskrevet og vurdert under kapittel 9.5.3. Alle dysene gir større dråper og færre små dråper enn vanlige flatdyser. Væskefordelingen fra tokammerdyser og refleksdyser gjør at dysene ikke er i bruk i praksis.

BODE et al. (1976) sammenlignet avdriften for de dyser som det er gitt opplysninger om i tabell 42.

Tabell 42. Data for dyser brukt i avdriftsforsøk av BODE et al. (1976) etter kataloger fra DELAVAN og Spraying Systems Co.

Dysetype Betegnelse Fabrikat	Trykk bar	Kapasitet i l/min ved det oppgitte trykk	Dråpestørrelse MMD i μm
Flatdyse 8002 Spraying System Co.	2,8	0,75	360
Flatdyse LP 8002 Spraying Systems Co.	1,0	0,75	465
Refleksdyse TK 2 Spraying Systems Co.	0,7	0,7	650
Rain drop 33974 - 2 DELAVAN	2,8	1,1	410 [*])

*) 0,8 % av væskevolumet i dråper med diameter under 100 μm .

Tabell 43. Avdrift ved sprøyting med forskjellige dysetyper
(Etter BODE et al. (1976)).

Dysetype Betegnelse	Arbeids- trykk i bar	\bar{x} vind- hastighet m/s	Total avdrift % av avsatt væske under bommen	Avdrift utenfor 2,4 m fra enden av sprede- bommen. % av utsprøy- ta væskemengde
Flatdyse 8002	2,0	4,3	16,5	3,0
Flatdyse L.P. 8002	1,0	3,3	4,0	0,7
Refleksdyse TK 2	0,7	3,0	2,6	0,2
Rain drop- dyse 33974-2	2,8	5,3	4,4	0,7

Avdriften utenfor 2,4 m fra enden av bommen var i alle tilfeller liten. Avdriften for 8002 Spraying Systems Co. flatdyse er noenlunde i samsvar med nordiske resultater. Dråpestørrelsen er noenlunde den samme som for flatdyser som brukes på spredebommer i Norden.

Avdriften for LP flatdyser og tokammerdyser (rain drop) dyser var omtrent den samme og omlag fjerdeparten av avdriften for vanlige flatdyser. Refleksdysen ga minst avdrift av samtlige dyser. Endel av forskjellen kan forklares ved vindhastigheten og dysehøgden 33 cm for refleksdyser. For de andre dysene varierte dysehøgden fra 43 cm til 58 cm.

BOUSE et al. (1975) sammenlignet avsetningen av væske i området fra dysen og utover til 35 m for vanlige flatdyser, lågtrykksflatdyser (L.P. dyser) og DELAVAN rain drop dyser. Så langt en kan se av de data som legges fram hadde endel av dysene den samme karakteristikk som oppgitt av BODE et al. (1976).

BODE et al.'s (1976) resultater bekrefter det som BOUSE et al. kom fram til. Både L.P. dyser og DELAVAN rain drop dyser gir atskilling mindre avdrift enn vanlige flatdyser ved disse arbeidstrykk.

YATES et al. (1978) sammenlignet avdriften for vanlige Spraying Systems Co. flatdyser 8003 og refleksdyser på spredebom med avdriften ved sprøyting fra fly og helikopter. Også her ga refleksdysene klart minst avdrift. Siden dysehøgden var 1 m for åkersprøyte og 2 m for helikopter og fly, gir ikke resultatene noen grunnlag for å sammenligne avdrift ved sprøyting fra lufta med sprøyting fra bakken. Helikopter med "microfoil" sprøyteutstyr ga også svært liten avdrift. Her ledes væska ut gjennom rør med 0,71 mm indre diameter. Rørene er festa i bakkant av et "airfoil".

PERMIN (1979) har sammenlignet avdriften for skumdyser, tokammerdyser og flatdyse 1104. Både skumdyse og tokammer dyse ga klart mindre avdrift enn flatdysen 11004. For rain drop dyse RD 4 og trykk 4 bar var total avdrift fra et sprøytedrag ca. 2,5 %. Utenfor 3 m fra enden av spredebommen var den totale avdriften ca. 1,5 %. Vindhastigheten var ca. 3,5 m/s og dysehøgden 50 cm. Avdriften er noe større enn det BODE et al. (1976) kom fram til 0,7 %. Avdriften som her er registrert fra DELAVAN rain drop dyser er noenlunde den samme som NORDBY & SKUTERUD (1975) målte for vanlige flatdyser, arbeidstrykk

2,5 bar, dysehøgde 40 cm og vindhastighet 1,5 m/s. For den samme DELAVAN rain drop dyse og arbeidstrykk 2 bar registrerte PERMIN (1979) ingen avdrift utenfor 3 m fra enden av spredebommen i det hele tatt.

Skumdysen, LEFOMAG 04, reduserte ikke avdriften så mye at det er noe særlig grunn til å bruke den framfor bom med flatdyser riktig innstilt.

PERMIN (1979) undersøkte også virkningen av ugrassprøyting med skumdyse, tokammerdyse og vanlig flatdyse. Skumdysen overbeviste ikke. Tokammerdysen ga litt dårligere resultat ved tidlig sprøyting enn flatdysen. Ved sein sprøyting var det også tendens til forskjell. Dette gjelder tre forsøk med Dinoseb og Dichlorprop ugrasmidler i 1976-1978.

PERMIN (1983) har fortsatt undersøkelsene med ugrassprøyting - bladsprøyting, ulike hydrauliske dyser, dråpestørrelsen og avdrift. Av dysetyper inngikk Hardi hvirveldyser, hul og fyllt kon, Hardi flatdyser, Spraying Systems refleksdyse, Hardi skumdyse samt Hardi og Delavan tokammerdyse. Undersøkelsene omfattet fire arbeidstrykk, 200-400 l/haa og kjørehastighet 6,6 km/h. Det ble brukt et systemisk og et kontaktmiddel.

Resultatene kan sammenfattes slik:

400 l/ha ga mindre avdrift enn 200 l/ha. Vindstyrke 6 m/s ga større avdrift enn 2 m/s. Flatdyse og arbeidstrykk 0,7-3,0 bar passer bedre til ugrassprøyting enn hvirveldyser (full og hollow cone) og refleksdyser. Spesielle dyser, for å unngå drift, kan brukes ved 3 bar arbeidstrykk. Tokammerdyser bør brukes framfor skumdyser.

Tokammerdyser og skumdyser var de beste dyser for å unngå avdrift. Men en kunne oppnå omtrent den samme reduksjon i avdrift for flatdyser eller hvirveldyse ved arbeidstrykk 0,7 - 1,0 bar.

PERMIN (1983) sier at i de fleste tilfelle kan avdrift bli effektivt kontrollert når mindre enn 1 % av sprøytevæska er tilført i dråper under 150 µm og vindhastigheten er under 6 m/s.

PERMINS resultater klarlegger litt av problemene - virkning mot ugras - avdrift og dysetyper. Men det er også endel uklarheter og problemer. For flatdyser bør en nok ikke bruke arbeidstrykk under 1,5 bar. For det første er det vanskelig å kontrollere og for det andre reduseres spredevinkelen og væskefordelingen blir dårligere enn ved 40 cm dysehøgde.

Væskemengdene som PERMIN har brukt er svært store. I praksis vil en helst redusere væskemengdene til 100 l/ha. Kjørehastigheten 6,6 km/h er også for liten til at resultatene kan overføres direkte til praksis.

Resultatene til BODE et al. (1976) og PERMIN (1979) tyder på at refleksdyser og tokammerdyser (rain drop) er aktuelle der riskikoen for avdrift ved ugrassprøyting av en eller annen grunn er stor.

Det er nødvendig med flere undersøkelser for å klarlegge væskefordeling, avdrift og virkning ved sprøyting mot ugras. Hverken tokammerdyser eller refleksdyser kan generelt erstatte flatdyser ved åkersprøyting.

Ved sprøyting fra lufta vil en som regel ha større risiko for avdrift enn ved sprøyting fra bakken. Ved sprøyting fra lufta frigjøres dråpene i større høgde og væskemengdene l/ha er mindre enn ved sprøyting fra bakken. Under gunstige forhold, kan avdriften ved sprøyting fra helikopter være mindre enn

for bakkegående utstyr (GØHLICH 1983). Hvis det bakkegående utstyret har en langtrekkende "stråle" kan dette gi vesentlig større avdrift enn ved sprøyting fra helikopter.

AKESSON & Yates (1974) diskuterer skadene ved avdrift for forskjellig utstyr, både bakkegående og fly. De drøfter både omfanget og hva en kan gjøre for å redusere avdriften. Resultatene som legges fram viser avdrift inntil 1000 m fra flystripen for både fly og helikopter.

COUTTS & YATES (1968) målte hvordan de opprinnelige dråper (420 μm) avtok i størrelse til 50 μm 365 m fra flystripen. Slike dråper er det liten hensikt å bruke.

I Norge er det også undersøkt avdrift ved sprøyting fra helikopter. Ved 5 m/s vindhastighet og 10 m flyhøgde ble det registrert avdrift 400-500 m fra enden av spredebommen. Avsetningen var her under 1 % av utsprøyta væskemengde pr. ha.

I praksis, for eks. ved sprøyting mot lauvkratt på plantefelt i barskog, regner en sprøyting fra helikopter for å gi mindre avdrift enn sprøyting fra fly. Dette er en av årsakene til at en bruker sprøyting fra helikopter i skogen i Norge.

KEPNER, BAINER & BARGER (1972) sier også at åkersprøyter på grunn av at dråpene produseres i såvidt liten høyde og med liten turbulens har store fordeler framfor tåkesprøyter og sprøyting fra lufta.

Fra tåkesprøyter er det hittil få resultater ved undersøkelser over avdrift. Avdriften fra både ryggåkersprøyter og tåkesprøyter for traktor ser ut til å være større enn for eks. fra åkersprøyter.

21.4. Tilsetting av visse stoffer til sprøytevæska for å redusere avdrift

Ved å øke viskositeten til sprøytevæska kan en redusere antallet små dråper ved sprøyting vesentlig. Dette skulle gi muligheter for å redusere avdriften ved sprøyting. I Norden har det vært prøvd flere slike midler. Så langt en kjenner til, har ingen av disse fått noe særlig betydning i praksis. I USA er det utført flere undersøkelser med tilsetningsmidler, blant annet polyvinylstoffet "Nalco-Trol". BODE et al. (1976) viste at "Nalco-Trol" reduserte avdriften ved åkersprøyting. Avdriften avtok også med konsentrasjon av midlet. Hvis ikke konsentrasjonen av sprøytevæska økte i takt med tilsetningsmiddelet, kunne spredbildet til dysen forstyrres, slik at væskefordelingen blir ujevn ved sterkere konsentrasjon enn 0,0625 %.

YATES et al. (1978) undersøkte også virkningen av "Nalco-Trol". Ved åkersprøyting ble avdriften redusert ved tilsetting av "Nalco-Trol", men svært lite ved sprøyting fra fly. Det er flere årsaker til at en bør være meget forsiktig med å ta i bruk slike midler.

- a. En kan overvurdere midlets evne til å redusere avdrift.
- b. Evnen til redusere avdrift kan være avhengig av konsentrasjonen.
- c. Væskefordelingen fra dysene kan forandres.
- d. Sprøytingen blir atskillig dyrere.

I stedet for bruk av tilsetningsmidler bør en derfor velge utstyr og bruke det slik at risikoen for avdrift blir minst mulig.

21.5. Værforhold og avdrift

Hvordan dråpene kan transporteres over store avstander er det ikke alltid lett å forklare. Avdriften påvirkes av vindretning og vindstyrke, lufttemperatur, luftfuktighet, utstråling og faktorer som påvirker atmosfærens stabilitet. Ved direkte avdrift føres dråpene (væska) vesentlig horisontalt. Desto høyere over bakken dråpene frigjøres (sprøyting fra bakken kontra sprøyting fra lufta), jo lettere fører vinden dråpene avsted. I stille, varmt vær kan dråpene transporteres med oppstigende luftstrømmer. Dette kan føre til liten avdrift i nærheten av feltet som behandles. Dråper som er kommet opp i 10-30 m høyde, kan transporteres horisontalt og gi avdrift lengre vekk.

AKESSON et al. (1972) sier at det kan være en fordel å sprøyte i lett bris, vindhastighet 4-5 m/s istedenfor i stille, varmt vær med oppstigende luftstrømmer.

BYASS et al. (1969) sier at avdriften blir liten ved vindhastighet på 2 m/s eller mindre. Men de legger til at dette ikke kan tas som bevis på at sprøyting under slike forhold alltid er sikkert.

I følge de norske undersøkelser burde en ikke sprøyte når vindhastigheten var over 3 m/s.

FROST & WARE (1970) sier også at vindhastigheter under 2 m/s har liten innvirkning på avdriften. Dessuten hevder de at oppstigende luftstrømmer har liten betydning for avdriften ved åkersprøyting. Årsaken til dette er at dråpene frigjøres i så lav høyde over bakken.

Stort sett kan en si at det er mindre vertikale luftstrømmer i mai enn i juni, juli. Dette skulle derfor ikke gjøre seg så sterkt gjeldende f.eks. ved ugrassprøyting i korn, som ved seinere sprøytinger.

Ved sprøyting ifra lufta i lier og skråninger må en ta hensyn til luftstrømmene. De kan føre væske oppover liene om formiddagen og nedover om ettermiddagen og kvelden. Det blåser som regel mer om dagen enn om natten. Ellers vil det være lokale variasjoner i vindstyrke og vindretning. Dette bør en forsøke å utnytte i praksis.

Hittil er det såvidt en kjenner til ingen europeiske regler for hvordan værforholdene skal være ved åkersprøyting. Om en skulle ha regler så burde antagelig den største tillatte vindstyrke, avhengig av forholdene, være fra 3 m/s til 5 m/s. Skal slike regler ha noen mening, må værforholdene sees sammen med kravene til dysehøgde, dysetype, arbeidstrykk m.m.

21.6. Avdrift i praksis

Avdrift er et problem i praksis overalt der en sprer plantevernmidler. Altfor få praktikere er merksam på dette. Dette må en ta konsekvensen av og informere om årsakene til avdrift og hvordan den kan reduseres mest mulig.

I radkulturer brukes skjermer til å skjerme av væskedusjen eller kulturplantene. Å skjerme av spredebommen på ei åkersprøyte er ikke brukbart i praksis.

Ved åkersprøyting er det vesentlig tre faktorer som virker inn på avdriften:

1. I hvilken høgde dråpene produseres (dysehøgde)
2. Dråpestørrelse (trykk - dysetype - l/min)
3. Vindhastighet

For å få minst mulig avdrift kan en:

1. Bruke rett dysehøgde, 40 cm.
2. Ikke høgere arbeidstrykk enn nødvendig, det vil si 2,0 bar for vanlige flatdyser ved åkersprøyting.
3. Ikke bruke for små væskemengder, helst ikke under 100 l/ha.
4. Mest mulig vindstille vær. Helst ikke vindhastighet over 3 m/s. Sjøl om risikoen for avdrift og skade er svært liten burde en ikke sprøyte ved vindhastigheter over 5 m/s.

Det er de betingelser som gir liten avdrift som også gir god avsetning av væske på plantene og best resultat av sprøytinga. De samme betingelser gir også de tryggeste arbeidsforhold for sprøytemannskapet.

I hele Norden, men spesielt i Danmark, brukes for store dysehøgder ved sprøyting mot ugras i korn. (Se kapittel 18) Det er dessverre en hel del praktikere som ikke veit hvilken dysehøgde de har brukt. Da er kunnskapene om sprøyting og om risikoen for avdrift for dårlige.

Den mest effektive måte å redusere avdriften på er å bruke dysehøgde 40 cm og 2,0 bar arbeidstrykk ved ugrassprøyting. Arbeidstrykk er trykket ved dysene. En av årsakene til at det brukes såvidt store dysehøgder i Sverige og Danmark er spredebommer med hvirveldyser og store arbeidsbredder. Med det store utvalget en nå har av flatdyser med ulike spredevinkler, f.eks. Hardi, Lechler og Spraying Systems Co., skulle det ikke være noe problem å få god væskefordeling ved dysehøgde 40 cm for dyseavstander fra 30 til 50 cm.

Under ideelle forhold og ved rett innstilling og bruk av åkersprøyte med flatdyser kan fra 1 % til 2 % av væska drive vekk fra bommen. 5 m fra enden

av bommen er avsetningen ca. 0,5 % av utsprøyta væskemengde.

Øker vindhastigheten til 4,5 m/s, dysehøgden fortsatt er 40 cm, arbeidstrykket 2,5 bar, kan 7 % av væska drive vekk. 5 m fra enden av bommen kan det være ca. 2 % avsetning. I begge tilfelle ble det ikke registrert væske utover 25 m fra enden av spredebommen. Etterhvert som dysehøgden og arbeidstrykket øker til henholdsvis 80 cm og 10 bar, kan avdriften bli opptil 7 ganger så stor i det siste tilfellet. Er en i praksis i tvil om det er risiko for avdrift, bør en utsette sprøytingen til gunstigere vær.

Der en må sprøyte under noe tvilsomme forhold eller der det er liten avstand, f.eks. 10-15 m til planter som er ømfintlige overfor midlet som brukes, må en bruke dyser som gir liten risiko for avdrift.

Siden avdriften påvirkes sterkt av innstilling og bruk av utstyret, må en ha god sikkerhetsmargin. Dette gjelder spesielt når det er kulturer (spiselig produkt) i nærheten av feltet som sprøytes.

Ved ugrasssprøyting kan en bruke arbeidstrykk 1 bar for enkelte flatdyser og for enkelte L.P. flatdyser og tokammerdyser. Her kan en trolig unngå avdrift utover 10 m fra enden av bommen når dysehøgden ikke er over 40 cm og vindstyrken ikke over 4,5 m/s. Tokammerdysene kan fåes med 120° spredevinkel slik at de kan brukes ved 50 cm dyseavstand. L.P. flatdyser leveres med 110° spredevinkel.

Helst burde vindhastigheten ikke være over 3 m/s ved sprøyting med flatdyser. Ikke i noe tilfelle, uansett hvor liten risikoen for skade på grunn av avdrift er, burde en sprøyte når vindhastigheten er over 5 m/s to meter over bakken.

LITTERATUR

- AKESSON, N.B., YATES, W.E., & WILCE, E., 1972: Needed: Better drift control. Agrochemical Age/Dec. p. 9-11-12.
- AKESSON, N.B., & YATES, W.E., 1974: The use of Aircraft in Agriculture. FAO agricultural Series No. 2. - FAO agricultural Development Paper No 94. Rome. 217 p.
- ANON, 1958: Spray drift damage to crops. Leaflet. Agric. Fish. FD., U.K., 2 p.
- ANON, (1979): Seventh Report of the Royal Commission on Environmental Pollution. Agriculture and Pollution Command. 7644, London, H.M.S.U.
- ARVIDSSON, T., 1985: Phytotoxic damage and residues of MCPA in spring rape caused by wind drift. 26. Swedish Weed Conference. Vol 1. Reports. p. 302-310.
- BODE, E.J., & BUTLER, B.J., 1983: New Techniques and equipment for ground application of herbicides in the U.S.A. The international plant protection Congress. 3 A - S 2 p 478-485.
- BODE, L.E., BUTLER, B.J., and GØERING, C.E., 1976: Spray Drift and Recovery as Affected by Spray Thickener, Nozzle Type, and Nozzle Pressure. Transactions of the ASAE, vol. 19, p. 213-218.

- BOUSE, L. F., CARLTON, J.B., & MERKLE, M.G., 1975: Spray recovery from nozzles designed to reduce drift. Paper 75-1066. 10 p. ASAE, Michigan.
- BROOKS, F.A., 1947: The drifting poisonous dust applied by airplanes and land rigs. Agr. Eng., 28, p. 233-239.
- BYASS et al., 1969: Drifts Deposits from a Field Sprayer - Physical and Biological Assessments. Dep. Note S/17/69 NIAE, England.
- COURSHEE, R.J., 1959: Reducing drift from ground sprayers. Span, N.v. 4 (Jan.)
- COUTTS, H.H. & YATES, W.E., 1968: Analysis of spray droplet distribution from agricultural aircraft. Trans. Am. Soc. agric. Engrs 11(1)1 p 25-27.
- EDWARDS, C.J., & RIPPER, W.E., 1953: Droplet size, rates of application and the avoidance of spray drift. Proc. Br. Weed Control Conf., p. 348-367.
- EGNER, D.O., & CAMPBELL, D., 1960: Aerosol impaction on small diameter collectors. U.S. Army Chemical Warfare Laboratories. Technical Report. (2352), 24 p.
- ELLIOTT, J.G., & WILSON, B.J., 1983: The drift of herbicide. BCPG publications 144-150. London Road, Croydon CR0. 135 p.
- ERIKSSON, T., 1975: Jämnhet och vindkänslighet hos några spridartyper för växtskydds-sprutor. Rapport 26. 19 p. ill. Institutionen för arbetsmetodik och teknik.
- FROST, K.R., & WARE, C. W., 1970: Pesticide drift from aerial and ground equipment. Agr. Eng. August, p. 460-464.
- FRYER, J.D., 1980: Objectives and constraints in the development of spraying systems for arable farming in the U.K. Spraying Systems for the 1980. p. 3-14.
- GØERING, C. E., HUMAN, M.L., SMITH, D.B., & STORM, M.W., 1976: Targets for Spray Drift Measurements. Paper 76-1064, 12 p., ASAE.
- GØHLICH, H., 1983: Eine Stellungnahme zum Problem der Abdrift. Gesunde Pflanzen 12. p 345-347.
- HARTLEY, G.S., 1959: The physics of spray drift. Proc. Int. agr. Aviation Conference, p. 142-147.
- HISLOP, E.C., 1983: Crop Spraying: The Need For Scientific Data. Span 26,2 p 53-55.
- KEPNER, R.A., BAINER, R., & BARGER, E.L., 1972: Principles of Farm Machinery. Westport, Connecticut, USA. 486 p.
- LANDAHL, H. J., & HERMANN, R.G. 1949: Sampling of liquid aerosols by wires, cylinders and slides, and the efficiency of impaction of the droplets. J. Colloid Sci., 4, p. 103.

- NEURURER, H., 1973: Massnahmen zur Vermeidung der Abtrift von Pflanzenschutzmitteln bei Verwendung von Feldspritzgeräten. 39. Deutsche Pflanzenschutz-Tagung der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Stuttgart, p. 236.
- NORDBY, A., 1979: Nordisk Prosjekt, utredning og undersøkelser med plantevernutstyr. Del 3. Åkersprøyter. 200 p.
- NORDBY, A., & SKUTERUD, R., 1975: The effect of boom height, working pressure and wind speed on spray drift. Weed Research, Vol. 15, p. 385-395.
- PERMIN, O., 1969: Vinddriftproblemer i forbindelse med sprøjtning- og pudringsteknik. Ugeskrift for Agronomer, 114, p. 308-314 & 339-347.
- PERMIN, O., 1979: Vinddriftens omfang og virkning på ukrudt ved fordeling af ukrudtsmidler med skumdyser eller regndråpedysere. Ogräs- och växtskyddskonferenserna. Gemensam del p. C32 - C39.
- PERMIN, O., 1983: Fordeling af bladherbicider med hydrauliske dysetyper. Tidsskrift for planteavl 87. p 69-96.
- SPELLMAN, J.J., 1979: The Aerodynamics of Droplet Capture. Application of Pesticides from Ground Based Sources. Short Course, Cranfield 16.-27. June. 8 p. ill.
- YATES, W. E., ÅKESSON, N.B., & BAYER, D.E., 1978: Drift of Glyphosate Sprays Applied with Aerial and Ground Equipment. Weed Science. Vol. 26, p. 597-604.

22. ARBEIDSSITUASJON FOR SPRØYTE- MANNSKAP.

22.1. Plantevernutstyr, innsats og utnyttelse

Plantevernutstyr kan være alt fra en håndsprøyte til sprøyteutstyr på helikopter. I Norge har vi følgende plantevernutstyr:

Tab. 44. Plantevernutstyr i Norge 1986

Type	Antall
Åkersprøyter	ca 32 000
Ryggståkesprøyter	" 18 000
Tåkesprøyter for traktor	" 800

I tillegg kommer mange ryggsprøyter, utstyr for spesielle oppgaver m.m. I Finland er forholdene noenlunde som i Norge. I Sverige og Danmark har de atskillig større sprøyter, blant annet åkersprøyter med arbeidsbredder opp til 24 m.

For arbeidsmiljø og belastningen på sprøytemannskapet er det ikke bare utstyret, men plantevernmidlene, tidspunkt for behandlingen, kulturene, klimatiske forhold, arrondering og antall ganger det sprøytes pr. sesong som har betydning.

Antall sprøytinger pr. sesong i en kultur varierer fra land til land.

Tabell 45. Eksempler på antall sprøytinger pr. sesong.

Kultur	Antall sprøytinger pr. sesong
Kjernefrukt	4 - 8
Jordbær	2 - 4
Korn	1 - 3
Potet	2 - 4
Kål	1 - 3
Gulrot	1 - 3

Dette sier litt om belastning på sprøytemannskap, men ikke alt. Antall timer sprøytetid pr. arealenhet pr. sesong og arealet vil gi et mer fullstendig bilde.

22.2. Plantevernmidler - forbruk

Forbruk av plantevernmidler og fareklassene har stor betydning for belastningen til sprøytemannskapet. Se tab. 1. Skal vi la forbruket foregå fritt innen de godkjente midler? Landbruket i Norden har problemer med overproduksjon. I Sverige har jordbruksorganisasjoner diskutert bruk av stråforkortningsmidler i korn. Forbyr en slike midler kan en samtidig få produksjon mer i takt med muligheter for avsetning.

På den nordiske plantevernkonferansen på Sundvolden i oktober 1986, ble det presentert planer for Danmark og Sverige med formål å redusere forbruket av plantevernmidler og minske helse og miljørisikoen. Målet var å redusere forbruket av plantevernmidler med ca 20% i løpet av en 3-4 års periode.

22.3. Spredning av plantevernmidler - ulike faser

- I. Blande og lage til væske
- II. Fulle væsketank
- III. Sprøyte
- IV. Gjøre reint utstyr, reparere

På etikettene til plantevernmidlene gis det råd om bruk av verneutstyr for de ulike midler. Dette er ikke lett når en i praksis bruker forskjellig utstyr, tankblandinger m.m.

Ved blanding og fylling av væsketank med plantevernmidler i væskeform må en beskytte seg mot stenk og av og til mot dråper og gass. Blander en pulver må en også beskytte seg mot støv ved bruk av åndedrettsvern.

Det er først når en kommer ut på feltet og får væske i dråper at de egentlige problemene oppstår for sprøytemannskapet.

Ved reingjøring av utstyret er en til vanlig kun utsatt for svake konsentrasjoner.

22.4. Mål for kvaliteten av arbeidssituasjonen

Det er ikke lett å uttrykke eksakt kvaliteten av arbeidssituasjonen.

22.4.1. Måle væskeskonsentrasjon i nærheten av sprøytemannskapet under sprøyting.

22.4.1.1. Aktiv oppsamling. En pumper luft gjennom filter i en bestemt periode. Her kan en få et mål for mengde sprøytevæske/plantevernmiddel pr. m³ luft og hva som kan tas opp via åndedrettet.

22.4.2. Passiv oppsamling av væske. Objekter av ulike slag kan blottlegges for sprøytevæske i en bestemt periode. Objektene samles inn og avsatt mengde bestemmes. Dette illustrerer godt hva som kan avsettes på bar hud.

Siden oppsamlet mengde ofte er meget små, stilles det store krav til "tracer", analysemetoder, utstyr og personale.

22.4.2. Medisinske undersøkelser

For sprøytemannskap i arbeide og i tiden etterpå kan en for enkelte midler bestemme for eks. rester i urin og blod.

22.5. Faktorer som påvirker ^{mengde plantevernmiddel} konsentrasjon av sprøytevæske omkring sprøytemannskapet

22.5.1. Dråpestørrelse - partikkelstørrelse

Generelt kan en si at arbeidsmiljøet blir dårligere etterhvert som dråpe-størrelsen avtar. 5-12 % av væskevolumet er ofte i dråper med diameter under 100 µm ved åkersprøyting. Det er derfor en fordel med lågt arbeidstrykk, f.eks. 2 bar ved ugrassprøyting i korn og 7-8 bar ved sprøyting mot tørråte-sopp i potet. Siden dråper med diameter på inntil 200 µm kan innåndes, er det derfor alltid en viss risiko for sprøytemannskapet ved spredning av plantevernmidler.

22.5.2. Dose - konsentrasjon - væskemengde - hyppighet av sprøyting

Ved konstant dose forandrer konsentrasjonen av væske seg med væskemengden pr. arealenhet. Det kan være vanskeligere å fordele og avsette små væskemengder enn store. Ved bruk av små væskemengder stilles det meget store krav til både innstilling og bruk av utstyret. Hvis dette ikke er i orden kan en få for lite væske avsatt på målet og øket risiko for avdrift og for dårlig arbeidsmiljø. Risikoen ved blanding, fylling kan også bli større etterhvert som væskeskonsentrasjonen øker.

22.5.3. Høyde over bakken, avstand fra kulturene til der dråpene frigis. Posisjon og plassering av dyser i forhold til sprøytemannskapet.

Etterhvert som spredebommen heves, øker risikoen for avdrift og for dårligere arbeidsmiljø. En kan for eks. få fem ganger så stor konsentrasjon av sprøytevæske omkring hodet til traktorføreren ved 80 cm i forhold til 40 cm dysehøgde.

Væske - dråpene - må føres direkte mot målet i en gunstig retning. Da blir avsetningen størst - tapet minst - og risikoen for avdrift og dårlig arbeidsmiljø mindre. All innstilling og bruk av plantevernutstyr må ha som mål å få avsatt mest mulig væske på plantene.

Plassering og posisjon til dysene er oftest utført med tanke på å få væska fordelt og avsatt best mulig på plantene.

Prinsippet for produksjon og transport av væsker med f.eks. væsketrykk, luft, kombinasjon - væsketrykk - luft m.m. har stor betydning for arbeidsmiljøet. Væskefordelernes plassering i forhold til mannskapet har også stor betydning. Jamfør arbeidsmiljø med ryggtalesprøyte - traktortalesprøyte og ryggsprøyte - åkersprøyte.

22.5.4. Bladmengde til kulturene (L.A.I.)

L.A.I. står for Leaf area index. Dette betegner vi med bladarealindeks. Dette er arealet til den ene sida av bladene i forhold til grunnflaten de vokser på. I potet kan den for eks. bli 4-5 utpå sommeren.

Vegetasjonen har stor betydning for avsetning av væske, avdrift og arbeidsmiljø. Sprøyting på bar mark gir større avdrift og øket risiko for dårlig arbeidsmiljø i forhold til sprøyting av planter med bladmasse. Dette skyldes vesentlig at væska ikke har noe bladverk å innfiltreres i, men slås opp fra bakken. Det er også svært viktig å utføre færrest mulig sprøytinger når plantene har lite bladverk, for eks. i frukthager. Det gir liten avsetning på plantene og risiko for stor avdrift og for dårlig arbeidsmiljø.

22.5.5. Klima under sprøyting

En hører ofte at en ikke skal sprøyte når det er for kaldt og heller ikke når det er for varmt. Grensene er avhengig av plantevernmiddel, hva det sprøytes mot, tidspunkt for sprøyting og utstyr. For noen midler vil virkningen ved sprøyting når temperaturen er under 15°C bli dårligere enn ved høyere temperatur. Blir det varmere enn 23 - 24°C, vil en stor del av væska fordampe før den når målet, spesielt ved talesprøyting. Det er eksempel på at avsetningen av væske i frukthager halveres når temperaturen stiger fra 13,6 til 23,6°C. Her må en utnytte temperaturvariasjonen i døgnet, slik at en sprøyter ved gunstig temperatur og luftfuktighet.

Enkelte land har grenser for den vindstyrke det er tillatt å sprøyte. I Norge har en for eks. en grense på 5 m/s vindstyrke 2 m over bakken ved sprøyting fra helikopter.

Vindretningen må en ta hensyn til ved sprøyting. Helst bør den være vinkelrett på kjøreretningen. I radkulturer kan en være nødt til å kjøre en veg for å unngå å få væske innover traktor og mannskap.

22.5.6. Arbeidsplassen, utforming - fjernbetjening

Tidligere la ikke produsentene av plantevernutstyr stor nok vekt på arbeidssituasjon. I dag satses det mer på dette området. Dette har blant annet ført til:

- Reintvannstank
- Gode filter - gunstig plassert
- Hendel for uttapping oppå væsketanken
- Fylleutstyr for plantevernmidler
- Liketrykksventiler
- Flere dyser på en holder
- Bajonettfeste for dyser
- Fjernbetjening

22.5.7. Kjørehastighet - ganghastighet - spredemønster

Kjøre- eller ganghastigheten vi bruker ved spredning av plantevernmidler er avhengig av flere faktorer:

1. Fordeling og avsetning av væske
2. Rett væskemengde pr. daa
3. Planteslag og plantestørrelse
4. Hvor væska skal avsettes
5. Feltets beskaffenhet - arrondering
6. Plantevernutstyret
7. Kjøretøyet plantevernutstyret er montert på

Risikoen for avdrift og for dårlig arbeidsmiljø øker som regel med kjørehastigheten. For åkersprøytingene kan bombevegelsene bli større og avsetningen av væske på målet dårligere ved økende kjørehastighet.

22.5.8. Avsetning av væske på plantene

Avsetningen av væske på plantene er ikke god nok i dagens kjemiske plantevern. En for liten del av den utsprøyta væska avsettes på plantene. Etterhvert som avsetningen på plantene (målet) øker, avtar risikoen både for avdrift og for et dårlig arbeidsmiljø. Ved spredning av plantevernmidler kan fra 10 til 80 % av den utsprøyta væskemengde bli avsatt på plantene. Resten fordampes, driver vekk, avsettes på bakken m.m.

Ved rett innstilling og bruk kan avsetning i mange tilfelle forbedres. En må alltid ha klart for seg hvor målet er. Ved åkersprøyting kan en bruke arbeidstrykk fra 2 bar (ugrasssprøyting) til 8 bar (tørråtesopp i potet). Å øke arbeidstrykket utover disse grensene bedrer ikke resultatet. Dråpen blir mindre etterhvert som trykket øker og avsetningen kan avta.

22.5.9. Avdrift av sprøytevæske

Avdrift er alltid et problem ved spredning av plantevernmidler. For både ryggståkesprøyter og ståkesprøyter trukket av traktor er avdriften større enn for åkersprøyter. For ståkesprøyter er det heller ikke så lett å redusere avdriften ved innstilling og bruk. Her må en være ekstra merksam på vindstyrke og retning. Med økende avdrift er det også risiko for dårligere arbeidsmiljø.

22.6. Tiltak for å bedre arbeidssituasjonen

1. Forskning
2. Forskrifter og bestemmelser
3. Godkjenning av utstyr (type) og verneutstyr
4. Prøving av plantevernutstyr
5. Mere og bedre informasjon. Småskrift. Litteratur m.m.
6. Opplæring av sprøytemannskap.

Ad. 22.6.1. Økt innsats i forskning, både innen biologi, teknikk og arbeidsmiljø er en forutsetning for å redusere forbruket av plantevernmidler, utvikle bedre utstyr samt innstille og bruke det rett i praksis. Alt dette kan bidra til bedre arbeidssituasjon og redusere belastningen av sprøytemannskapet.

Ad. 22.6.2. Forskrifter og bestemmelser trenger en, men ikke fler enn nødvendig. Å kontrollere f.eks. bruk og innsats av 30.000 - 35.000 åkersprøyter i Norge er ikke lett. I andre nordiske land blir det enda flere.

Ad. 22.6.3. Godkjenning av utstyr krever omfattende innsats. I Sverige har en i forbindelse med en utredning forslag om typegodkjenning av utstyr. Dette skal Statens Maskinprovningar eventuelt gjøre. Dette kan forbedre utstyret slik at arbeidssituasjon kan bli bedre.

Ad. 22.6.4. I de seinere år er det lagt mer vekt på arbeidssituasjon og betjening av utstyret ved offentlig prøving av plantevernutstyr. Dette kan også bidra til å forbedre utstyret.

Ad. 22.6.5. Det er gjort enkelte tiltak i de nordiske land. Informasjonen er likevel for tilfeldig og spredt. En mer målrettet innsats med publikasjoner i passende størrelse og innhold vil gi mye igjen.

Ad. 22.6.6. Kurs, demonstrasjoner og annen informasjon er nyttig. Om dette skal være obligatorisk kan diskuteres.

22.7. Resultater

I de norske undersøkelsene er eksponering av mannskap målt under sprøytefasen. Eksponering er den mengde plantevernmiddel sprøytemannskapet utsettes for. Mengde sprøytevæske er mindre interessant. Likeså er det ikke brukt mengde aktivt stoff da flere tilsetningsstoffer kan ha like stor eller større helserisiko for sprøytemannskapet enn den aktive komponenten.

For å kunne registrere eksponering ved sprøyting i praksis er det viktig at gjentakstida er lang. I disse undersøkelsene var gjentakstida ofte lik den tida det tok å sprøyte ut en tank. Ved ugrassprøyting i korn ville dette tilsi ca. 30 min og ved bærende utstyr 5-15 min.

Eksponering kan uttrykkes på flere måter. Her er det brukt:

- Eksponering i mengde plantevernmiddel pr. kg utsprøytet plantevernmiddel.

Uttrykket er uavhengig av dosering. Dobles dosen dobles både eksponering og utsprøytet mengde.

Det tas også hensyn til utstyrets kapasitet.

Basert på disse undersøkelsene (NORDBY og BJUGSTAD 1986) er det i tabell 46-50 beregnet hva sprøytemannskapene i de ulike kulturene årlig kan regne med å bli eksponert for ved et middels stort bruk.

Tabell 46. Eksponering under sprøyting. Korn - ugrassprøyting.

UTSTYR A=Akersprøyte	DOSE kg pr. daa	ANT. SPR. pr. år	ÅRLIG AREAL daa	FOR- BRUK kg pr. år	EKSPONERING I MG/AR		
					HODE OG HENDER	ANDE- DRETT	TOTAL
MICROMAX	0,244	1	200	48,8	23,5	1,8	25,3
A-110 04, 2 bar	0,235	1	200	47,0	15,2	1,6	16,8
A-110 04, 1 bar	0,215	1	200	43,0	14,0	3,4	17,4
A-110 03LP, 1 bar	0,225	1	200	45,0	20,0	2,8	23,3

Tabell 47. Eksponering under sprøyting. Jordbær - gråskimmel

UTSTYR	DOSE kg pr. daa	ANT. SPR. pr. år	ÅRLIG AREAL daa	FOR- BRUK kg pr. år	EKSPONERING I MG/ÅR		
					HODE OG HENDER	ANDE- DRETT	TOTAL
A=Akersprøyte							
LTI-bom, 10 bar	0,41	3	20	24,6	28,0	0,17	28,2
LTI-bom, 5 bar	0,43	3	20	25,8	28,6	1,2	29,8
Akersprøyte, 10bar	0,48	3	20	28,8	17,6	0,74	18,3
Hardi Mini V.10bar	0,41	3	20	24,6	62,8	2,2	65,0

Tabell 48. Eksponering under sprøyting. Potet - tørråte

UTSTYR	DOSE kg pr. daa	ANT. SPR. pr. år	ÅRLIG AREAL daa	FOR- BRUK kg pr. år	EKSPONERING I MG/ÅR		
					HODE OG HENDER	ANDE- DRETT	TOTAL
A=Akersprøyte							
5 bar, 40 cm	0,165	3	50	25,0	16,6	1,4	18,0
10 bar, 40 cm	0,175	3	50	26,0	14,4	1,9	16,3
5 bar, 80 cm	0,165	3	50	25,0	6,4	0,4	6,8
10 bar, 80 cm	0,177	3	50	27,0	25,1	1,7	26,8

Tabell 49. Eksponering under sprøyting. Frukthager - epler.

UTSTYR	DOSE kg pr. daa	ANT. SPR. pr. år	ÅRLIG AREAL daa	FOR- BRUK kg pr. år	EKSPONERING I MG/ÅR		
					HODE OG HENDER	ANDE- DRETT	TOTAL
A=Akersprøyte							
NOBILI 3-pkt mont.	0,57	6	20	68,0	901	38,1	939
SCHAUMANN sleper	0,64	6	20	77,0	839	9,5	848
RYGGTÅKESPRØYTE	0,39	6	20	47,0	2448	92,3	2540

Tabell 50. Eksponering under sprøyting. Veksthus - slangeagurk.

UTSTYR OG GANGMØNSTER	DOSE kg pr. daa	ANT. SPR. pr. år	ÅRLIG AREAL daa	FOR- BRUK kg pr. år	EKSPONERING I MG/ÅR		
					HODE OG HENDER	ANDE- DRETT	TOTAL
B=BAKOVER							
F=FRAMOVER							
Ryggståkesprøyte F	0,086	3	2	0,52	1108	18,5	1126,5
Ryggståkesprøyte B	0,137	3	2	0,82	29,0	5,6	34,6
Ryggsprøyte F	0,092	3	2	0,55	354,0	0,7	354,7
Ryggsprøyte B	0,110	3	2	0,66	75,0	0,5	76,5
Høytrykksanlegg B	0,125	3	2	0,75	5,0	1,5	6,5

22.8. Diskusjon

Eksponeringen av mannskapet er målt under sprøyting. Målet er å redusere den til et minimum. Hvilken skade eksponering kan påføre mannskapet er videre avhengig av opptaksgrad i kroppen, utskillelse og nedbrytning av midlet og

ikke minst hvilke plantevernmiddel som nyttes. Der eksponeringen ikke er til å unngå må det brukes egnet verneutstyr for å forhindre opptak i kroppen. Ofte kan imidlertid eksponering reduseres sterkt ved nøye planlegging av arbeidet på forhånd. Riktig valg, innstilling og bruk av plantevernutstyret er også viktig.

Det foreligger få sikre terskelverdier for akseptabelt opptak eller eksponering av plantevernmidler. Langsiktige virkninger er av naturlige årsaker lite belyst. Undersøkelsene har vist at eksponering av sprøytemannskap er enormt stort i forhold til avsatt mengde plantevernmiddel på planter og skadedyr. Dette skyldes at mannskapet alltid beveger seg i et mer eller mindre sterkt belastet område, mens plantene bare utsettes for en øyeblikkelig og krafing belastning. For å være på den sikre siden ønsker en derfor at sprøytemannskapet på best mulig praktisk måte sikrer seg et godt arbeidsmiljø.

Ut fra egne og tidligere undersøkelser oppsummeres følgende:

Ved sprøyting mot ugras i kornåker er eksponering av sprøytemannskap liten under gode værforhold og ved riktig innstilling og bruk.

Bruk av ryggssprøyte med vanlig spredebom gir ikke tilnærmet den samme gode arbeidssituasjon som rett brukt åkersprøyte. Spesielt må en være påpasselig med bukser, slik at en ikke blir våt på legger og lår.

Ved tørråtesprøyting i potetkulturer er en bundet til kjøremønster, bomhøde og relativt høyt arbeidstrykk. Dette kan gi dårlig arbeidsmiljø. Arbeidstrykket må ikke overstige 7-8 bar og bomhøyden bør være i underkant av 40 cm når potetriset er høyt.

Både de norske og tyske undersøkelser viser (BATEL 1984) at om en fulgte retningslinjene for bruk, type sprøyte, arbeidsbetingelser og klær er det ingen risiko for brukeren. Det er bare ved ekstreme tilfelle at en ikke kan utelukke en viss risiko ved åkersprøyting.

Ved tåkesprøyting mot lauvkratt på plantefelt i barskog produseres små dråper. Det bør være minimalt med vind om en skal oppnå tilfredsstillende sprøyte-kvalitet og et godt arbeidsmiljø. En skal huske på at mannskapet ved bruk av rygg-tåkesprøyte hele tiden går inn i en plantebestand som allerede er behandlet. Her er det nødvendig med åndedrettsvern.

For tåkesprøyte montert på stammelunner var situasjonen atskillig bedre.

Ved sprøyting mot gråskimmel i jordbærkultur i 1983 ga vanlig traktor-montert tåkesprøyte for frukthager svært dårlig arbeidsmiljø. Selv om de øverste dysene var blendet kan ikke utstyret tilrås til slik sprøyting. Det sløses også med plantevernmidler når området mellom radene sprøytes når radavstanden er 1,0 - 1,2 m.

Ved bruk av frontmontert utstyr må en være klar over at en kjører inn i væskedusjen. Dørene på sidene i hytta bør være lukket og arbeidstrykket ikke over 10 bar. Her konsentreres imidlertid væsken om radene og sprøyte-kvaliteten blir meget god.

Ved tåkesprøyting i frukthager blir sprøytemannskapet lett eksponert for dråper. Det bør være gunstige værforhold når arbeidet utføres. En må alltid bruke åndedrettsvern.

Ved sprøyting i veksthus var det en fordel å gå bakover istedet for framover

ved bruk av ryggståkesprøyte. I lukkede veksthus blir lufta raskt fylt med små dråper. Det tilrås å sprøyte om morgenen, om kvelden eller i overskyet vær for å redusere eksponeringen av sprøytevæske. Det er alltid nødvendig med åndedrettsvern.

Øket avsetning på plantene gir mindre avdrift og gode muligheter for et bedre arbeidsmiljø. Et av de viktigste mål ved all spredning av plantevernmidler er å øke avsetningen av væske på målet. Dette må vi ta konsekvensen av både i undersøkelser, produktutvikling og innstilling og bruk av utstyret.

LITTERATUR

- ANON, 1984: Spray operator study. Britisk Agrochemicals association limited, London. 25 p.
- BATEL, W., 1984: Zur Anwenderexposition beim Ausbringen von Pflanzenbehandlungsmitteln durch Spritzen und Spruhen - Eine Zusammenfassung der seitherigen Ergebnisse. Grundlagen der Landtechnik Nr. 2, p 33 - 53.
- BJUGSTAD, N., NORDBY, A. & TORGRIMSEN, T., 1985: Arbeidsmiljø ved spredning av plantevernmidler. Informasjonsmøte Plantevern 1985, Ås.
- MOSER, E., 1984: Ermittlung von Expositionszeiten beim Ausbringen von Pflanzenbehandslungsmitteln in Obst- und Weinbau. Grundlagen der Landtechnik. Band 34. No 2 p. 104-106.
- NORDBY, A., 1983: Arbeidssituasjon for sprøytemannskap. Informasjonsmøte Plantevern 1983, p. 21-33.
- NORDBY, A., 1985: Arbeidssituasjonen ved spredning av plantevernmidler. 2. Danske Planteværnkongferance Ukrudt. p 118-131.
- NORDBY, A. & BJUGSTAD, N., 1986: Arbeidssituasjon ved spredning av plantevernmidler. 16 p. Konferanse, Røros 23.-26.11.1986. Helse, trivsel og trygghet i landbruket.
- NORDBY, A. & SKUTERUD, R., 1975: The effect of boom height, working pressure and wind speed on spray drift. Weed Reasearch, Vol. 14 p. 385-395.
- SOURELL, H., 1984: Ermittlung von Expositionszeiten beim Ausbringen von Pflanzenbehandlungsmitteln in der Landwirtschaft. Grundlagen der Landtechnik. Band 34, No 2 p. 94-100.

23. FORSIKTIGHETSREGLER

"Mange døden fant ved Gift
det bør du stadig mindes.
Vær forsiktig du med Gift
som udi Skabet findes."

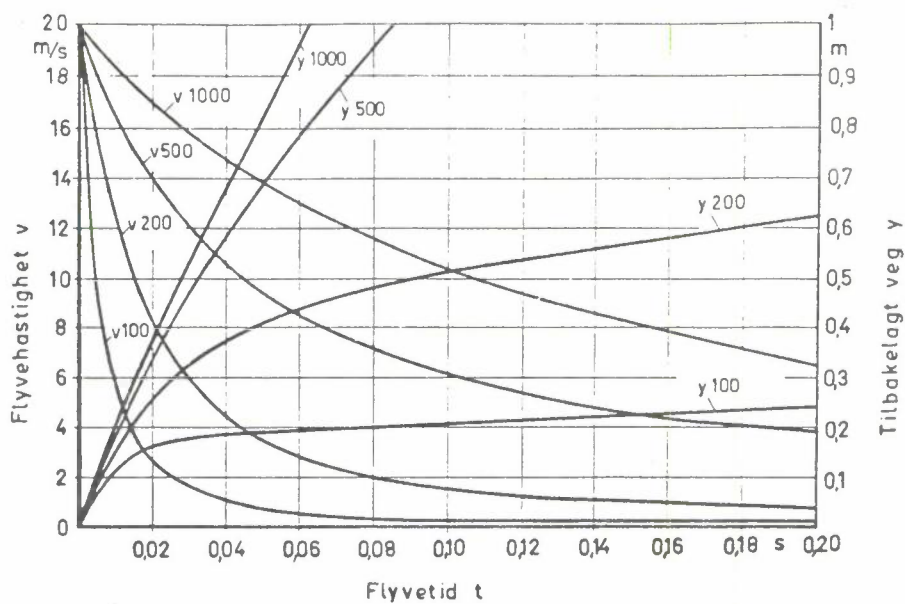
- * Forgiftninger og ulykker oppstår som regel etter brudd på elementære forsiktighetsregler.
- * Følg alltid etiketten for plantevernmidlene og bruksanvisningen for utstyret. Husk sprøytefristene. Glem ikke hvor farlige plantevernmidlene er, særlig i konsentrert form.
- * Følg oppgitt dosering nøyaktig. Skjer dette på slump, øker forgiftningsfaren for den som utfører sprøytingen, og plantevernmiddelrestene i produktene kan bli for høye.
- * Plasser preparatene på et trygt sted mellom hver blanding under bruk - og alltid utilgjengelig for barn.
- * Sprøyt ikke i sterk sol eller når vindhastigheten er over 4-5 m/s. Ta hensyn til vindretningen. Unngå avdrift.
- * Midler som er giftige for bier (bimerke), må ikke brukes på eller over blomstrende vegetasjon. Enkelte middel kan brukes utenom den tid av døgnet som biene flyr, kl 0500-2100 normalt (bimerke + solmerke).
- * Når vi arbeider med giftige plantevernmidler, må vi beskytte oss godt.
- * Når vi lager til sprøytevæske skal vi bruke gummihandsker og ansiktskjerm.
- * Verneutstyr, maske med spesielt filter brukes dersom det er tilrådd. Vask utstyret, ofte og grundig. Skift filterpatron når det er nødvendig.
- * Oppbevar verneutstyr atskilt fra plantevernmidlene.
- * Vask alltid hendene før du spiser eller røyker og straks arbeidet er slutt.
- * Skyll munn og svelg med reint vann, vask kroppen med såpe og rikelig vann etter endt eller avbrutt arbeid.
- * Blir arbeidstøyet inntil kroppen vått av sprøytevæske, må vi skifte tøy med en gang. Får vi væske på huden, må vi straks vask oss.
- * Unngå opptak gjennom huden ved å skifte daqlig.
- * Rens aldri en dyse/spiss ved å suge eller blåse på den.
- * Plantevernmidlene skal oppbevares i originalemballasje og innelåst på betryggende måte. Tomemballasjen for plantevernmidler i fareklasse X, A og B skal være innelåst sammen med midlene, inntil den kan bli gravd ned, brent eller tilintetgjort på annen betryggende måte.
- * Bøtter og måleglass som brukes ved tillaging av sprøytevæske skal merkes og holdes innelåst.

OVERSIKT - FIGURER

- Fig. 1. Flyvehastighet, tilbakelagt veg for vanddråper.
- Fig. 2. Strømningsmønster for luft.
- Fig. 3. Avsetning av dråper. Sylinderformede objekter.
- Fig. 4. Skjematisk framstilling - hva skjer ved sprøyting?
- Fig. 5. Prosent sprøytevæske avsatt i kunstig plantebestand. Ulikt trykk.
- Fig. 6. Prosent sprøytevæske avsatt i kunstig plantebestand. Ulik kjørehastighet.
- Fig. 7. Randvinkel.
- Fig. 8. Retensjon. Ulike dråpestørrelser avsatt på erteblad.
- Fig. 9. Schwingfog aerosolutstyr.
- Fig. 10. Granulatutmatere.
- Fig. 11. Roterende fordeler.
- Fig. 12. Oscillerende dyse.
- Fig. 13. Flatdyse.
- Fig. 14. Flatdyse. Skjev væskefordeling.
- Fig. 15. Refleksdyse.
- Fig. 16. Hvirveldyse. Hul kon.
- Fig. 17. Tokammerdyse.
- Fig. 18. Elektrostatisk sprøyting. Avsetning.
- Fig. 19. LTI Sprøytetunnel.
- Fig. 20. Utstyr for å måle væskefordeling.
- Fig. 21. Væskefordeling for hvirveldyse og flatdyse.
- Fig. 22. Væskefordeling. Hardi 4110-20 flatdyse.
- Fig. 23. Væskefordeling. Lechler 11,2-120⁰ flatdyse.
- Fig. 24. Væskefordeling. Lurmark F 110-04 flatdyse.
- Fig. 25. Væskefordeling Spraying Systems 11003 flatdyse.
- Fig. 26. Ulike dråpestørrelser. Flatdyse 2,5 og 10 bar.
- Fig. 27. Slangepumpe.

- Fig. 28. Tannhjulspumpe og rullepumpe.
- Fig. 29. Membranpumpe.
- Fig. 30. Hardi membranpumpe.
- Fig. 31. Membran og ventiler. Hardi.
- Fig. 32. Enkel overløpsventil.
- Fig. 33. Avlastende overløpsventil.
- Fig. 34. Uttapping av væsketank ovenfra.
- Fig. 35 Akersprøyte - prinsippskisse.
- Fig. 36. Væskefordeling fra spredebom med flatdyser. Dyseavstand 50 cm, arbeidstrykk 2,5 bar, dysehøgde 40 cm og dyseposisjon 0°, 5° og 10°.
- Fig. 37. Væskefordeling fra spredebom med ulike flatdyser. Dyseavstand 50 cm, arbeidstrykk 10 bar, dysehøgde 40 cm og dyseposisjon 0°, 5° og 10°.
- Fig. 38. Spredebom med støttehjul.
- Fig. 39. Enkelt pendelopp heng.
- Fig. 40. Pendelopp heng med dreieledd.
- Fig. 41. Spredebom med pendelopp heng og uavhengig innstilling av sideseksjonene.
- Fig. 42. Dobbeltleddet opp heng med festestag i A-form.
- Fig. 43. Dobbeltleddet opp heng med festestag i V-form.
- Fig. 44. Fireledds opp heng av Demaret-type.
- Fig. 45. Dyseholder med tre dyser.
- Fig. 46. Akersprøyte med enkel overløpsventil.
- Fig. 47. Akersprøyte med utstyr for å gi den samme væskemengde pr. arealenhet ved varierende kjørehastighet.
- Fig. 48. Armatur (Variable pressure sprayer)
- Fig. 49. Fordeling av lufthastighet fra en symmetrisk utblåsingstut.
- Fig. 50. LTI dyse for ryggståkesprøyte.
- Fig. 51. Ryggståkesprøyte.
- Fig. 52. Sigvardt (R.S.M.) ensidig ståkesprøyte.

- Fig. 53. Viftehus med propellvifte.
- Fig. 54. En må bestemme hvordan en vil fordele væska på de enkelte dysene. Tre eksempler.
- Fig. 55. Sprøyting i kornåker. Sprøyte vendeteigene først.
- Fig. 56. Unødvendig kjøring bør inngås. Tilpassing av såing, gjødsling og sprøyting.
- Fig. 57. Ikke kjør for fort. Væska skal avsettes.
- Fig. 58. Velg og innstill rett dysehøgde.
- Fig. 59. Sprøyting til ulik tid i den samme kultur krever forskjellig innstilling av dysehøgden.
- Fig. 60 - fig. 68. Kurver som viser avdrift for ulike dyser, arbeidstrykk, dysehøgder, vindhastighet m.m.
- Fig. 69. Fordeling og avsetning av væske ved sprøyting fra helikopter.



Oppløst enkelt-dråpet

Fig. 1. Flyvehastighet og tilbaketilgang for vanddråper. Utgangshastighet 20 m/s. Dråpene beveger seg loddrett. (Etter ZASKE 1973.)

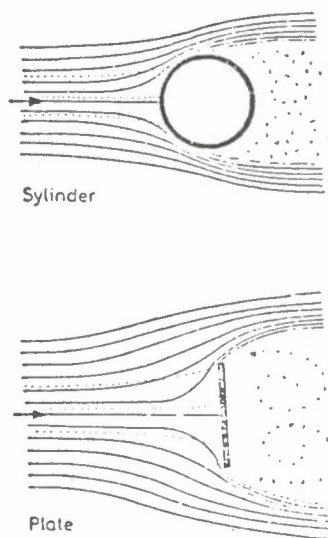


Fig. 2. Strømningsmønster for luft når den møter objektene kule og plate. De stiplede linjer angir dråpenes bane.

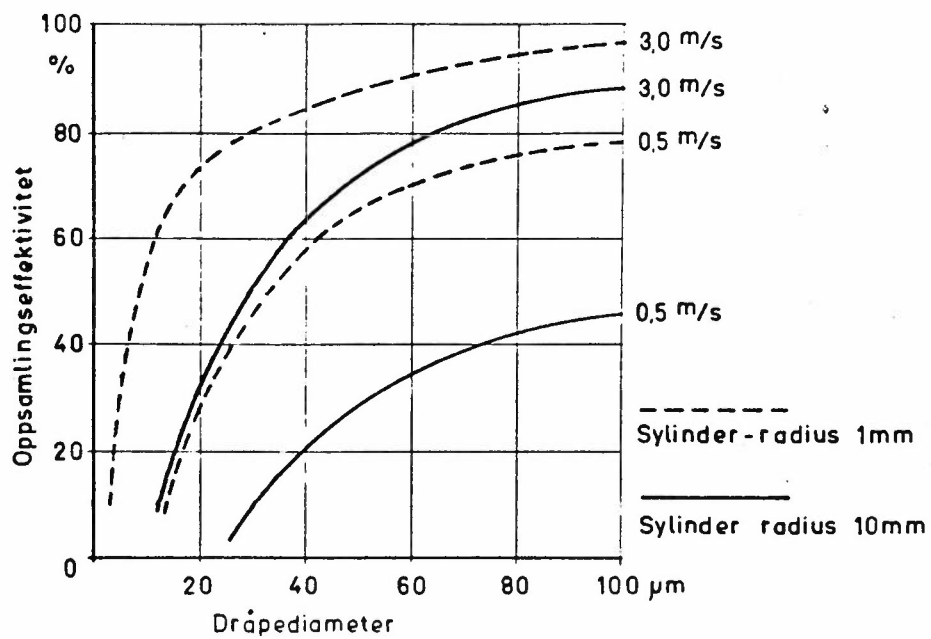


Fig. 3. Avsetning av dråper på sylindereformede objekter ved ulike dråpehastigheter. (Etter YEO 1959.)

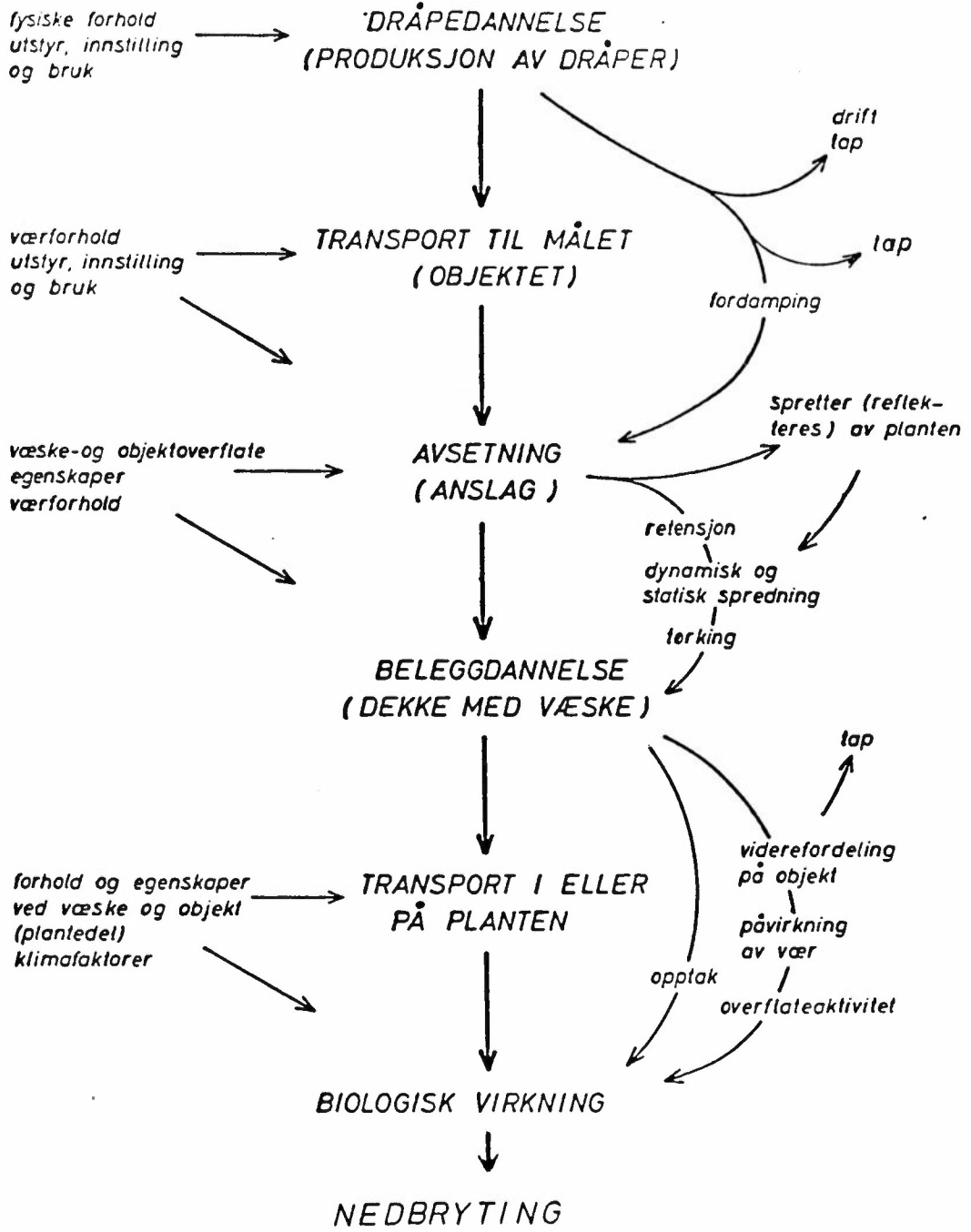


Fig. 4. Skjematisk framstilling av hva som skjer ved sprøyting.

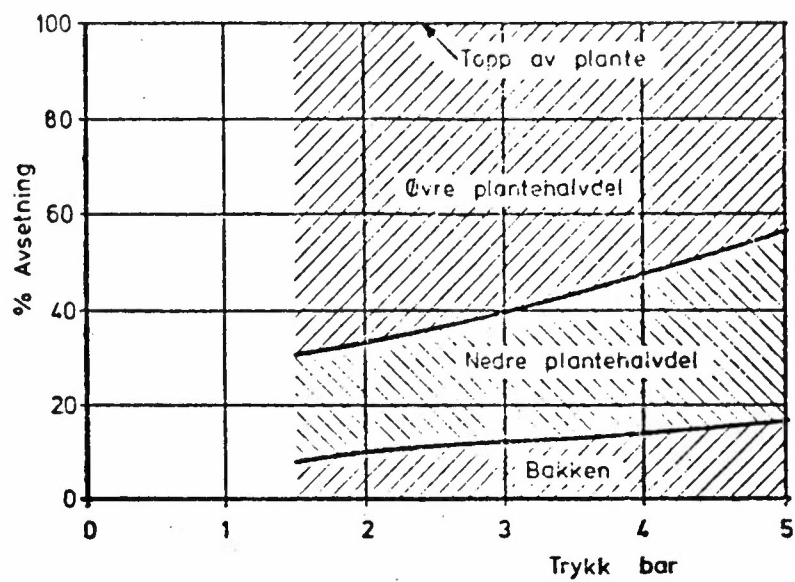


Fig. 5. Prosent sprøytevæske avsatt i kunstig plantebestand.
(Etter GÖHLICH 1979.)

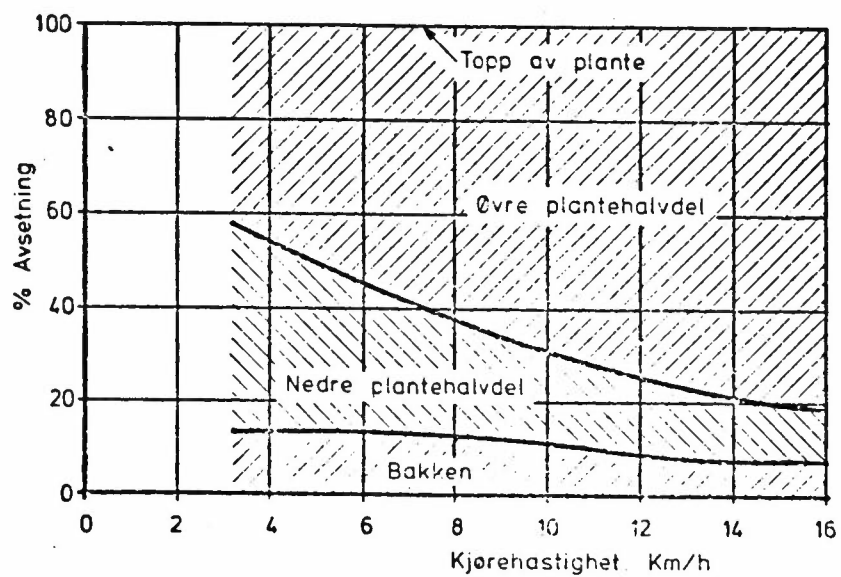


Fig. 6. Prosent sprøytevæske avsatt i kunstig plantebestand.
(Etter GÖHLICH 1979.)

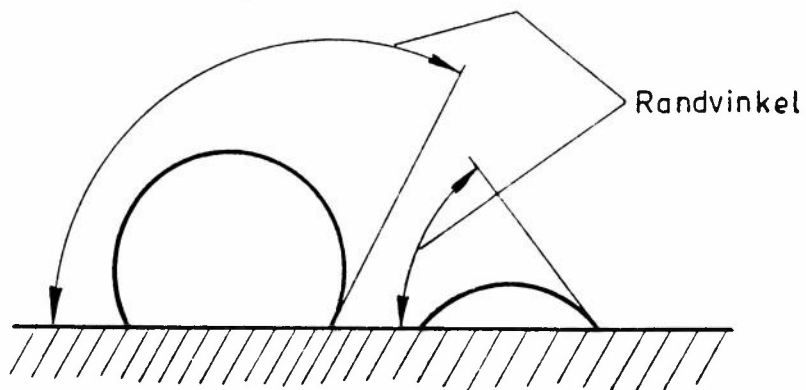


Fig. 7. Skjematisk framstilling av randvinkel.

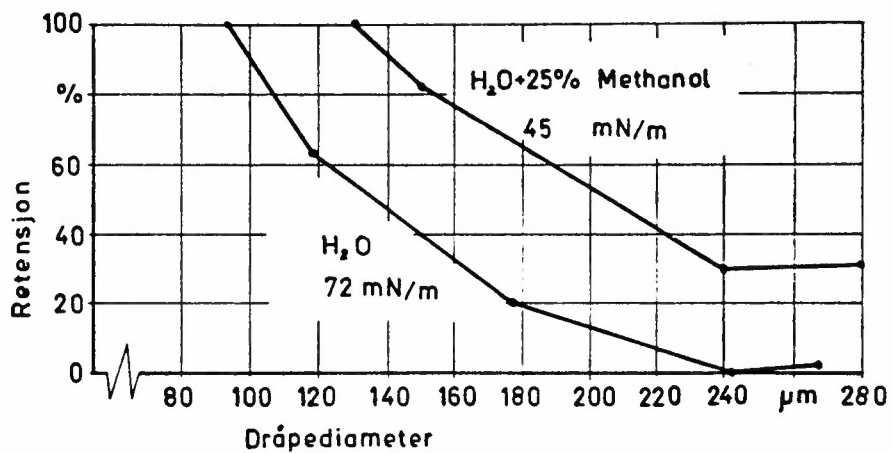


Fig. 8. Retensjon. Ulike dråpestørrelser avsatt på erteblad.
(Etter BRUNSKILL 1956.)

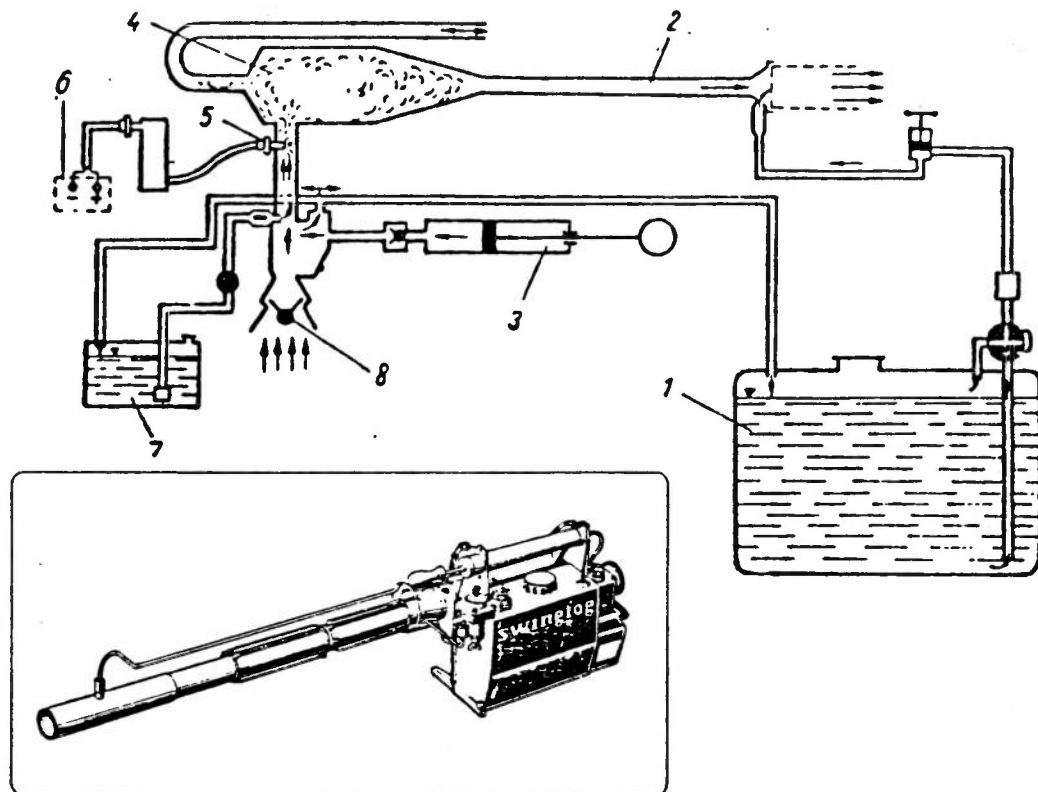


Fig. 9. Swingfog aerosolutstyr. 1. Plantevernmiddel. 2. Utpuffingsrør. 3. Luftpumpe. 4. Forbrenningskammer. 5. Tennplugg. 6. Batteri. 7. Brenseltek. 8. Sugeventil. Nederst til venstre Swingfog utstyr.

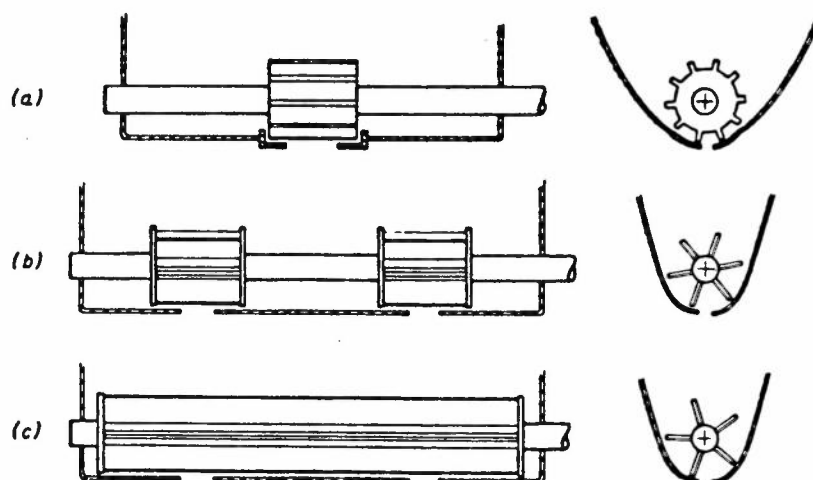


Fig. 10. Granulatmatere. a. Riflet valse. b. Kort, svinget valse over hver åpning. c. Vinget valse tvers over bunnen av beholderen. Spjeld for regulering av utmating er ikke vist.

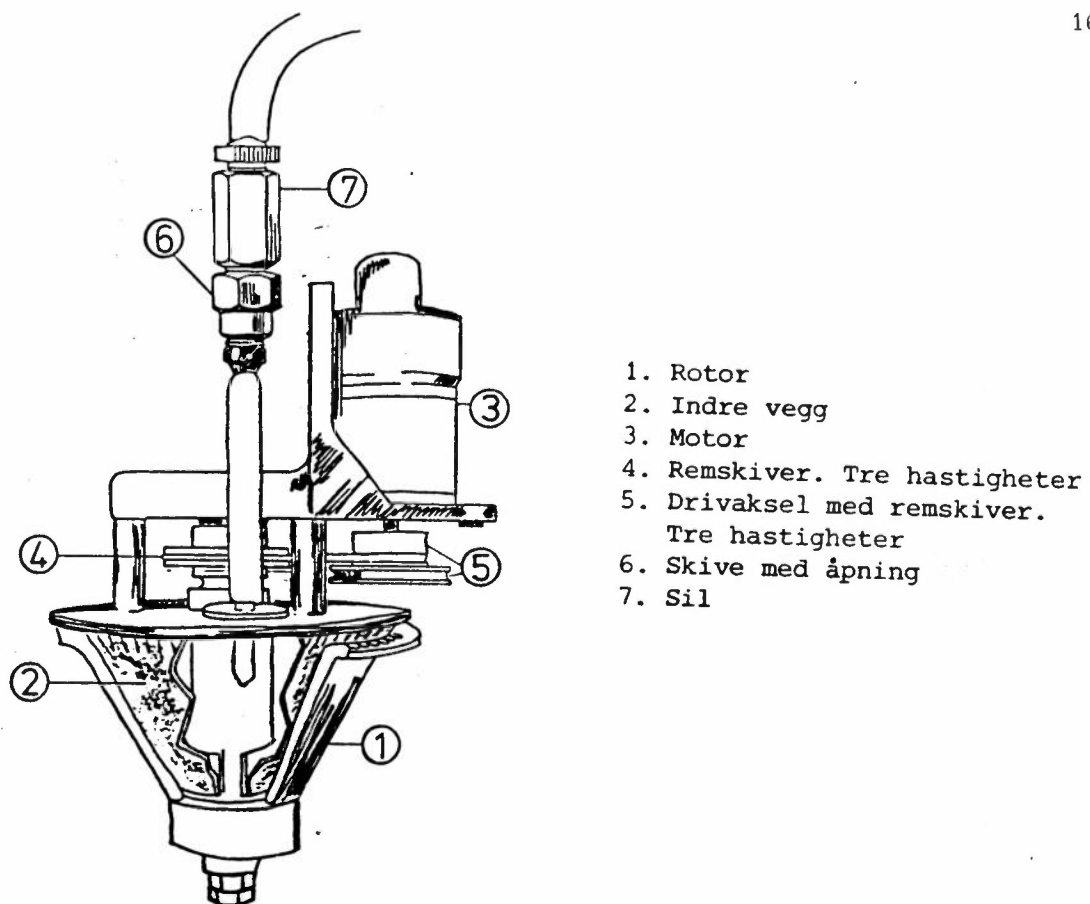


Fig. 11. Roterende væskefordeler

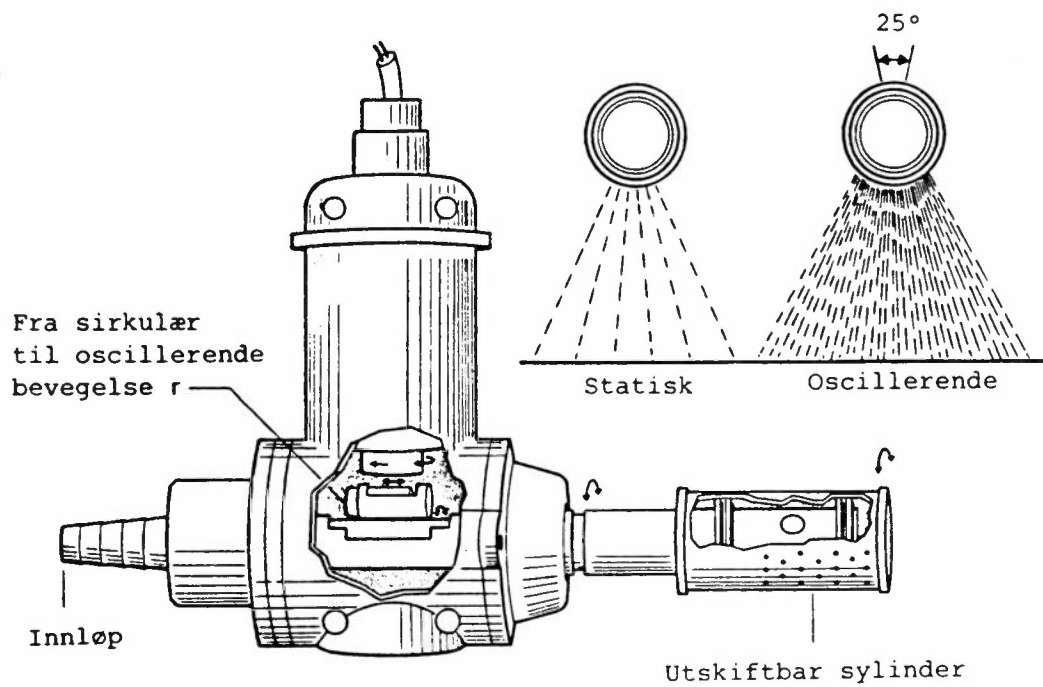


Fig. 12. Oscillerende dyse ("Vibrajet")

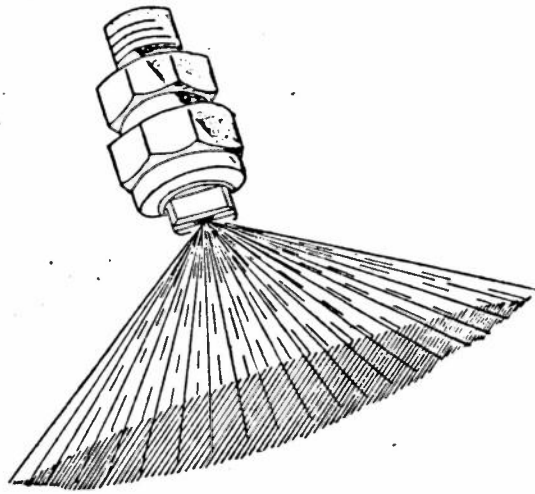


Fig. 13. Flatdyse

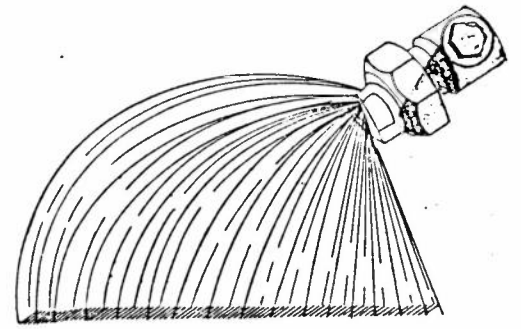
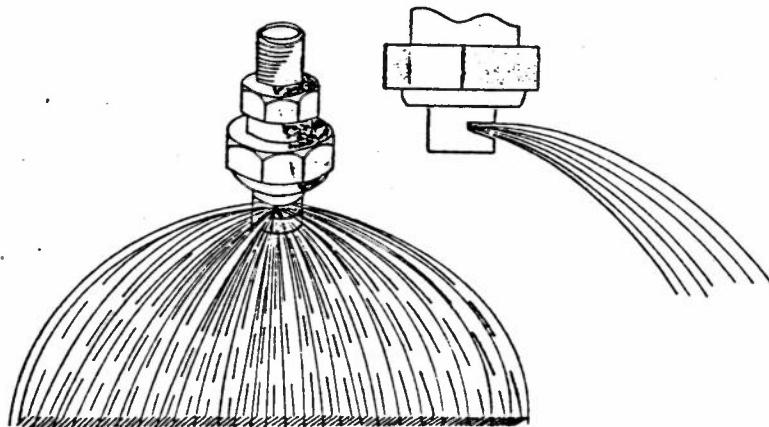
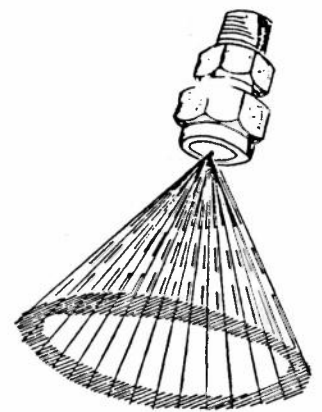
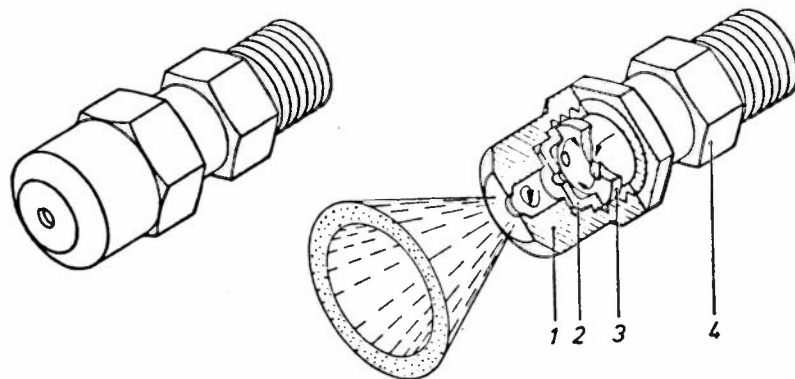
Fig. 14. Flatdyse,
skjev væskefordeling

Fig. 15. Refleksdyse

Fig. 16. Hvirveldyse.
Hul væskekonFig. 17. Tokammerdyse. 1. Kappe. 2. Dyseåbninger. 3. Hvirvelstykke.
4. Dysekropp

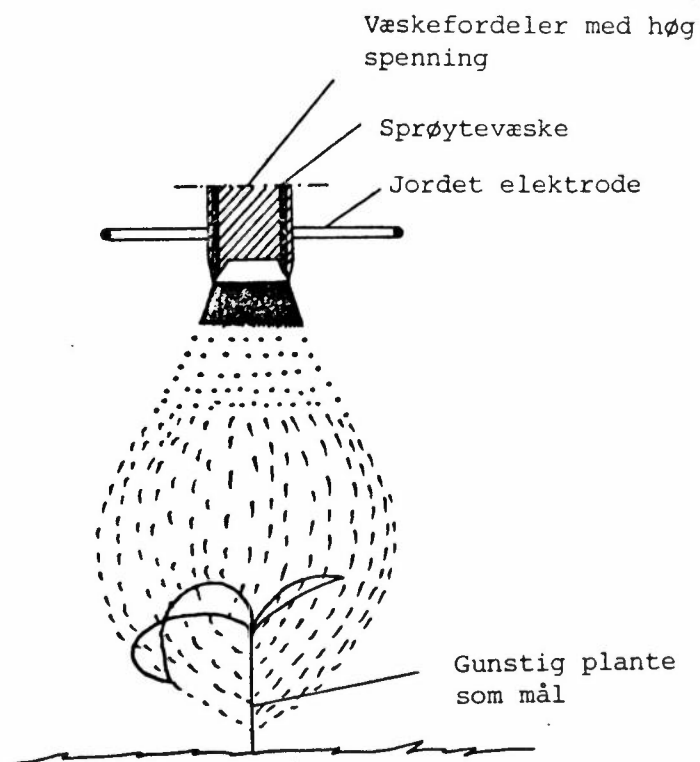


Fig. 18. Avsetning av væske ved elektrostatiske sprøyting. Situasjonen er idealisert.

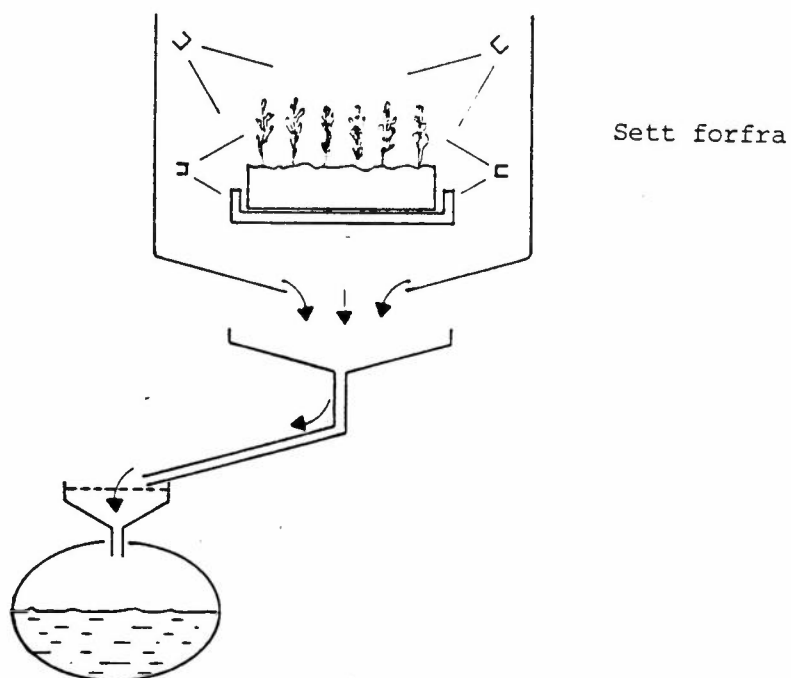


Fig. 19. LTI sprøytetunnel. Overflødig væske samles opp, siles, føres tilbake på væsketanken og brukes om igjen.

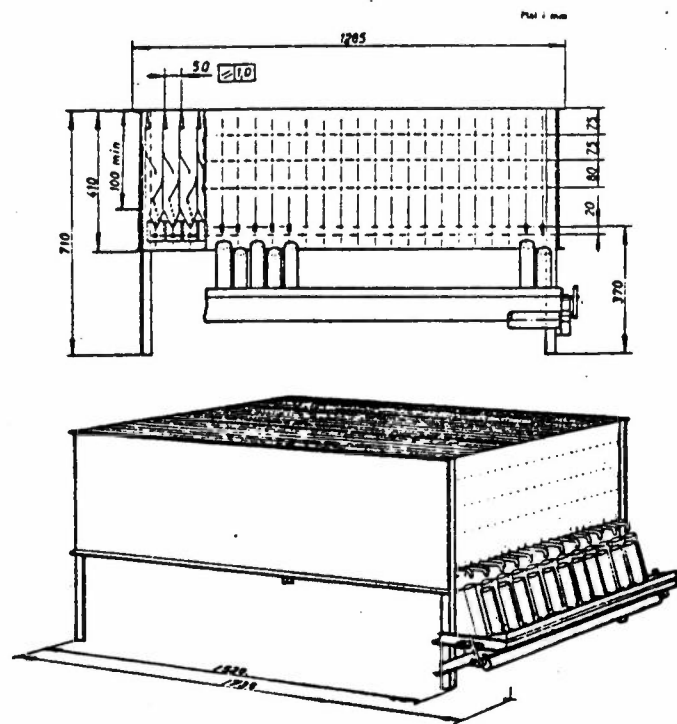


Fig. 20. Utstyr for å måle væskefordeling fra enkeltdyser og spredebommer.

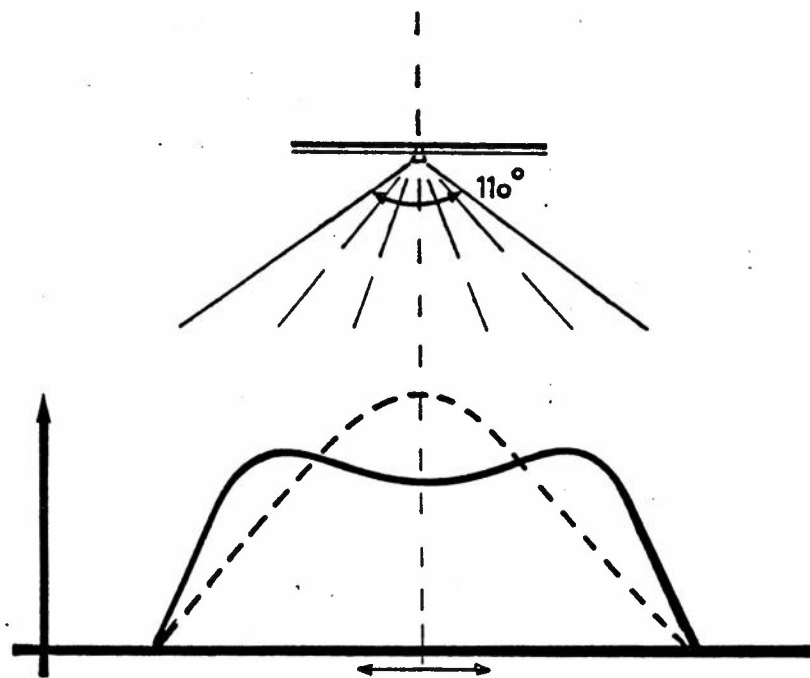


Fig. 21. Væskefordelingen for en spredebom bestemmes blant annet av væskefordelingen fra den enkelte dyse. Væskefordelingen er svært forskjellig for de to dysetypene. Stiplet er flatdyse og hel strek er hvirveldyse.

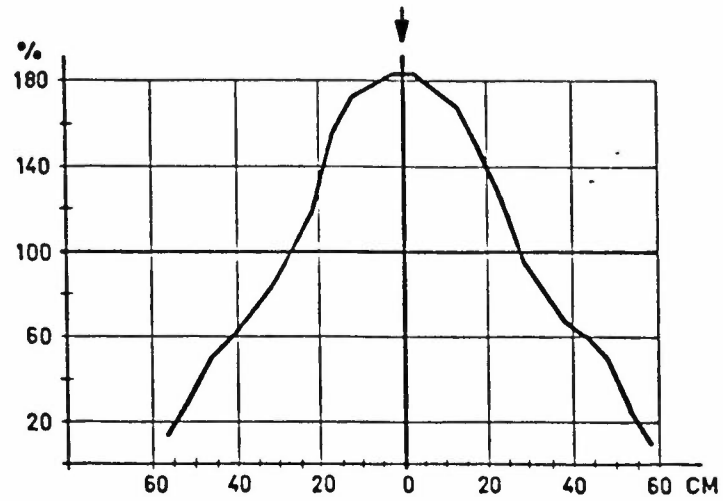


Fig. 22. Væskefordeling fra Hardi 4110-20 flatdyse. Dysehøgde 40 cm, arbeidstrykk 2,5 bar.

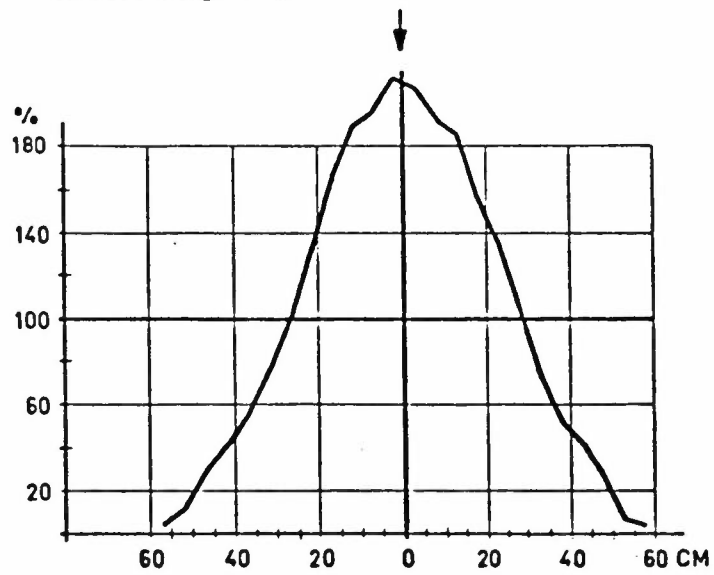


Fig. 23. Væskefordeling fra Lechler 11,2-120° flatdyse. Dysehøgde 40 cm, arbeidstrykk 2,5 bar.

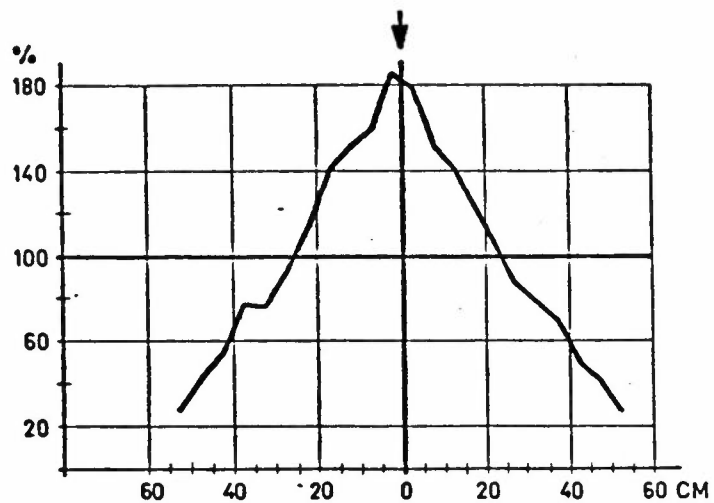


Fig. 24. Væskefordeling fra Lurmark F110-04 flatdyse. Dysehøgde 40 cm, arbeidstrykk 2,5 bar.

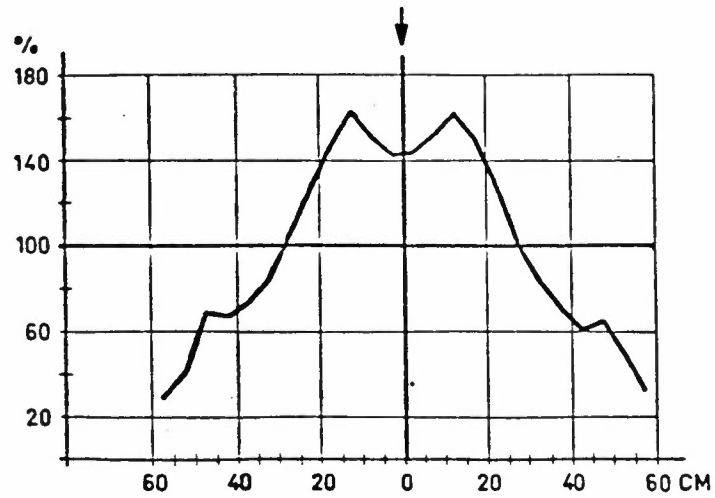


Fig. 25. Væskefordeling fra Spraying Systems Co. 11003 flatdyse.
Dysehøgde 40 cm, arbeidstrykk 2,5 bar.

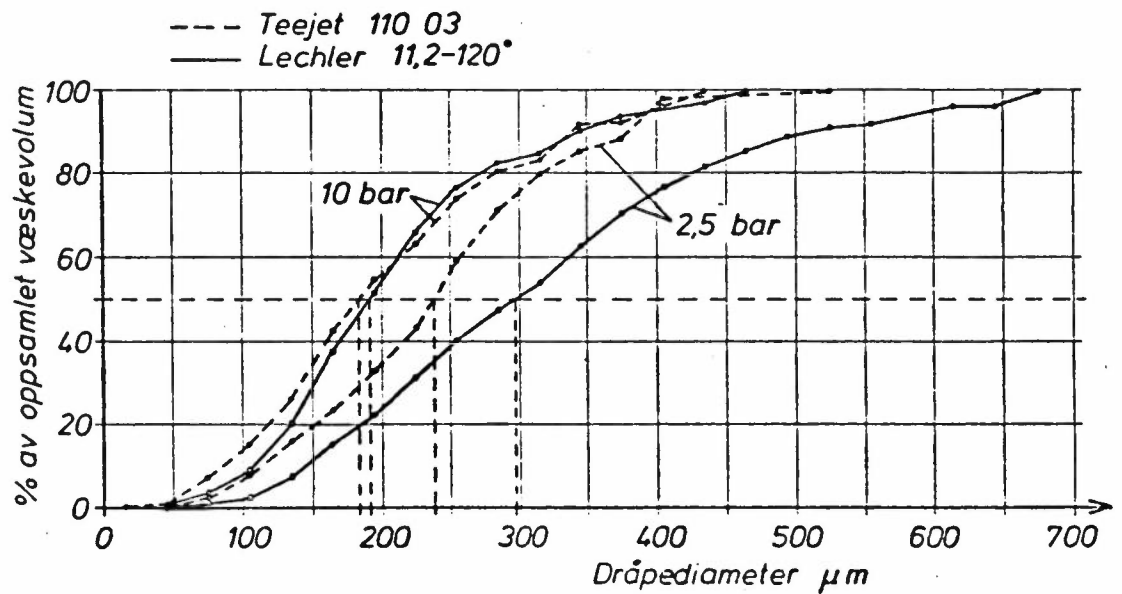


Fig. 26. Fordeling av væskevolumet i ulike dråpestørrelser.
De minste volumdiametrene (M.M.D.) er stiplet.

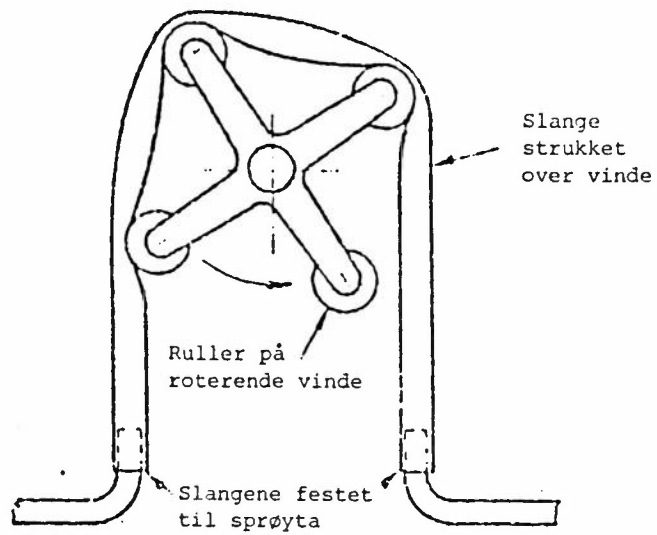


Fig. 27. "Slangepumpe"

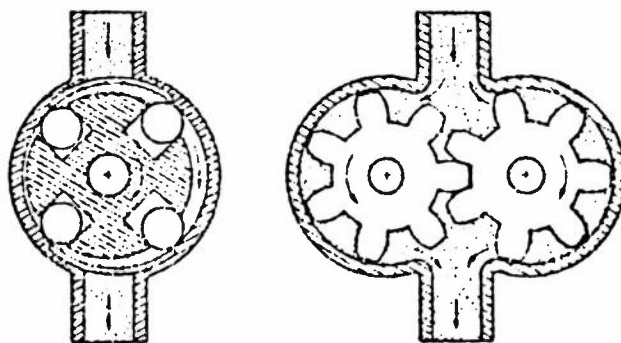


Fig. 28. Tannhjulspumpe og rullepumpe

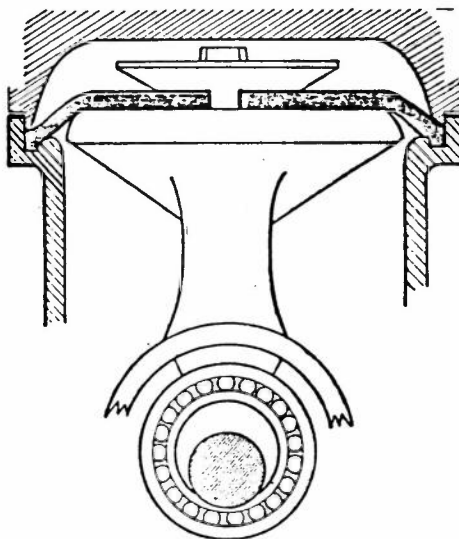


Fig. 29. Membranpumpe

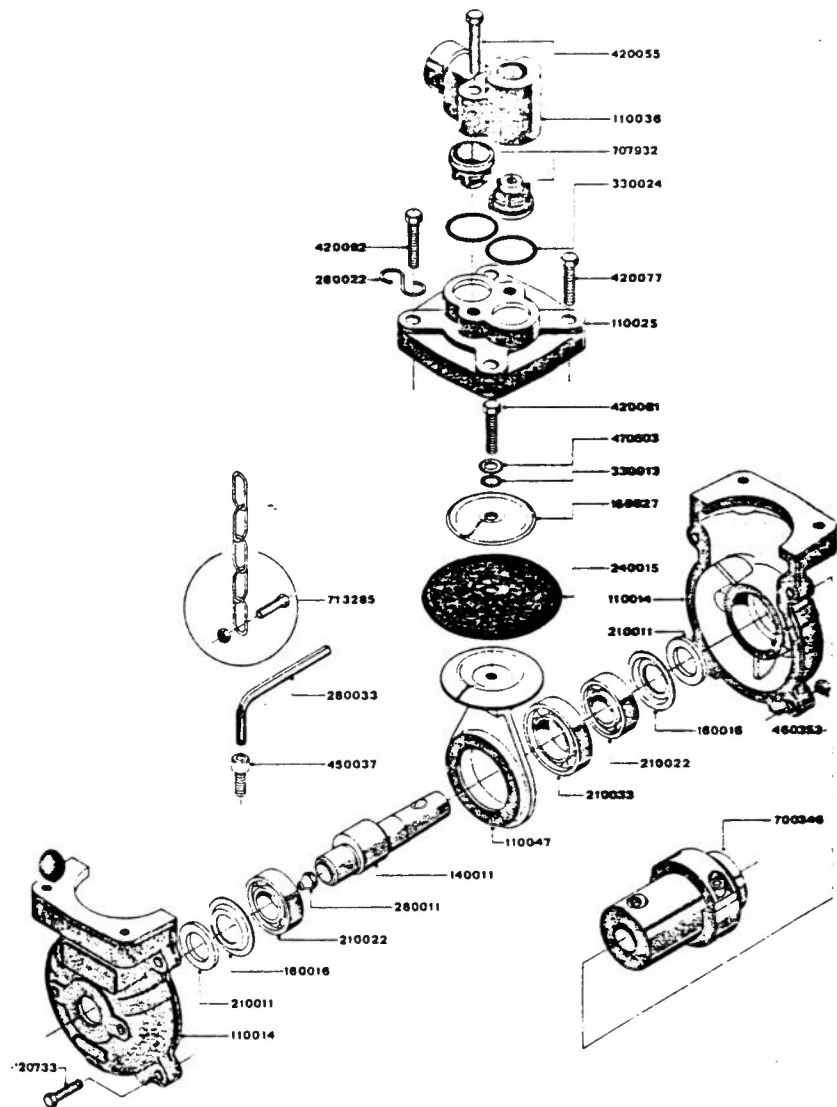


Fig. 30. Hardi membranpumpe

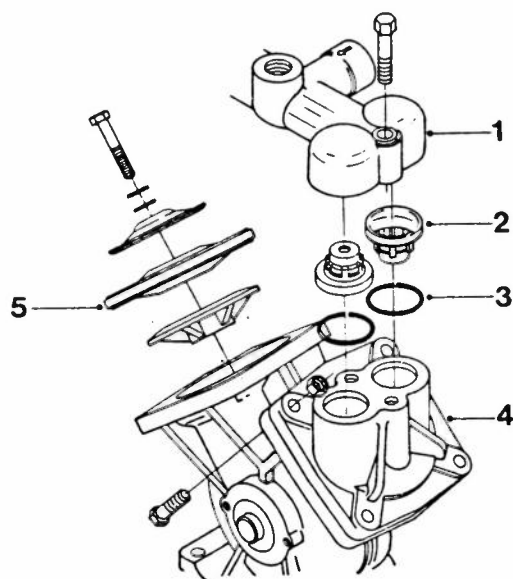


Fig. 31. Membran og ventiler. Hardi

1. Ventilkammer. 2. Ventil
3. Ventilpakninger. 4. Membrandeksel.
5. Membran.

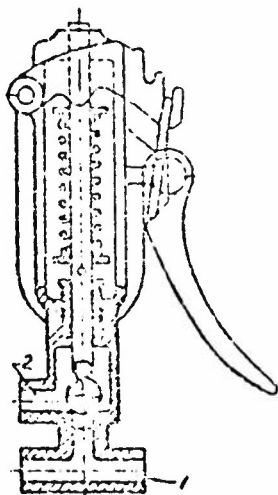


Fig. 32. Enkel overløpsventil

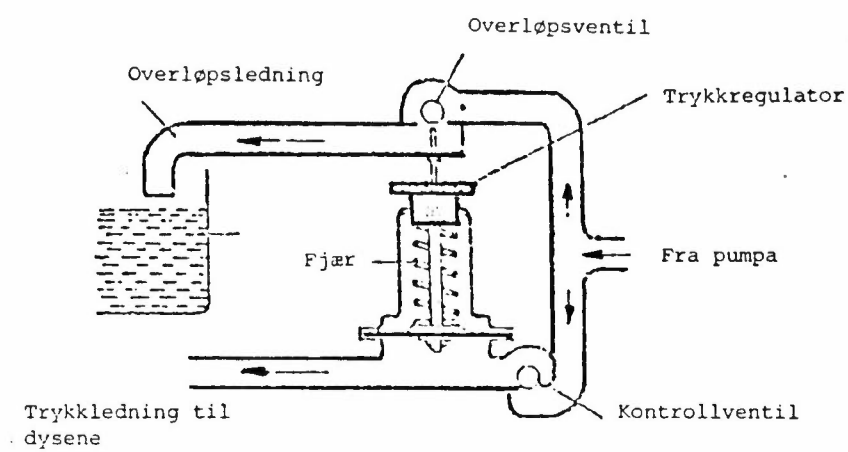


Fig. 33. Avlastende overløpsventil

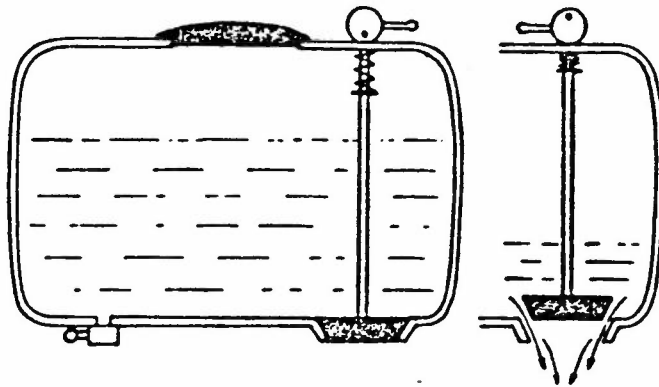


Fig. 34. Uttapping av væsketanken ovenfra.

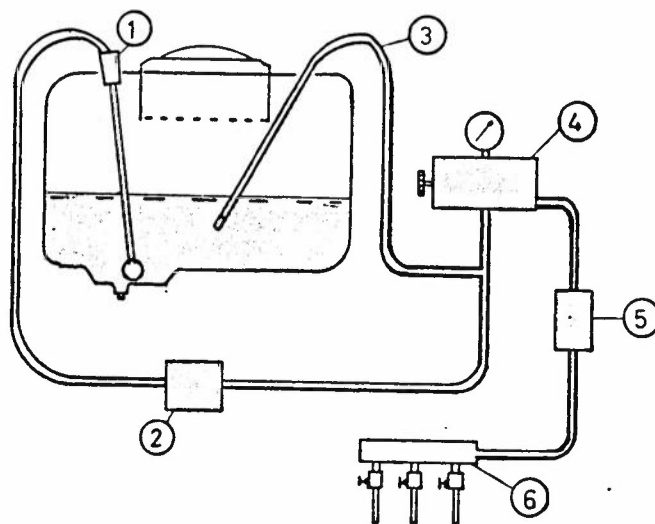


Fig. 35. Åkersprøyte - prinsippskisse

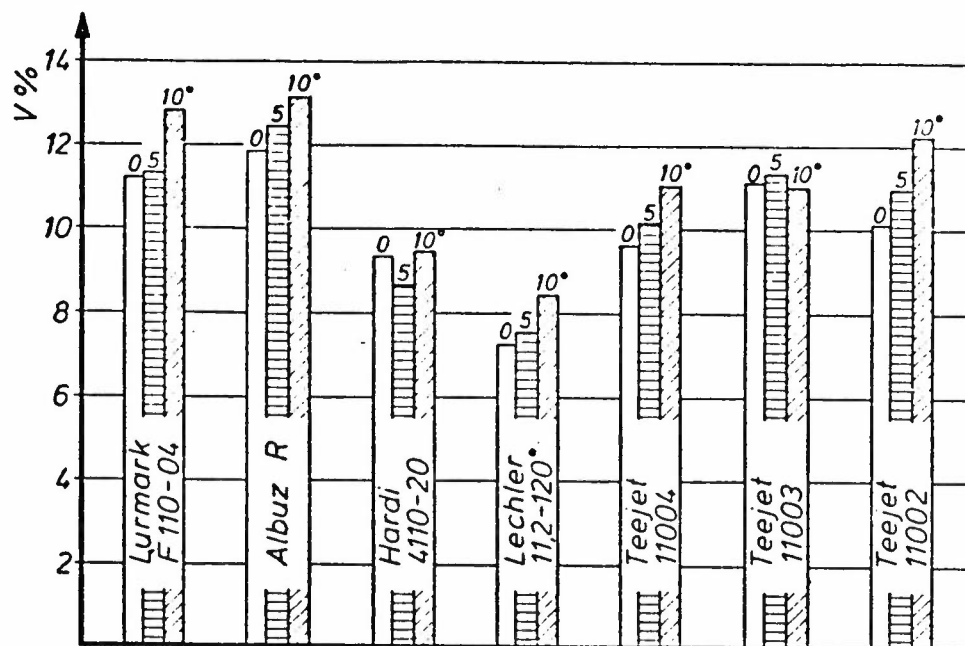


Fig. 36. Væskefordeling fra spredebom med ulike flatdyser.
 Dyseavstand 50 cm, arbeidstrykk 2,5 bar, dysehøgde 40 cm
 og dyseposisjon 0°, 5° og 10°.

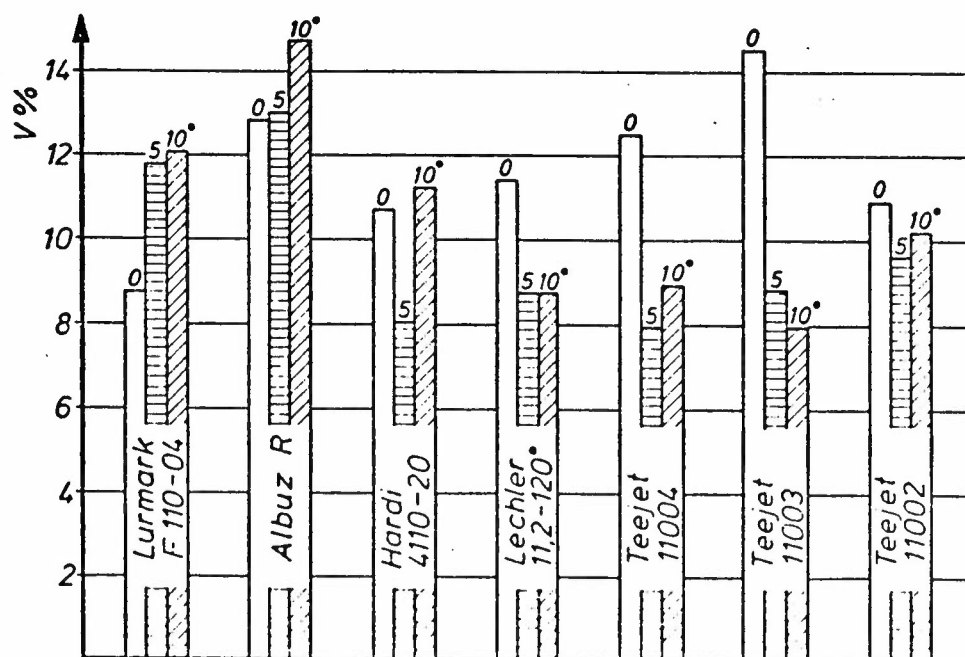


Fig. 37. Væskefordeling fra spredebom med ulike flatdyser.
 Dyseavstand 50 cm, arbeidstrykk 10 bar, dysehøgde 40 cm
 og dyseposisjon 0°, 5° og 10°.

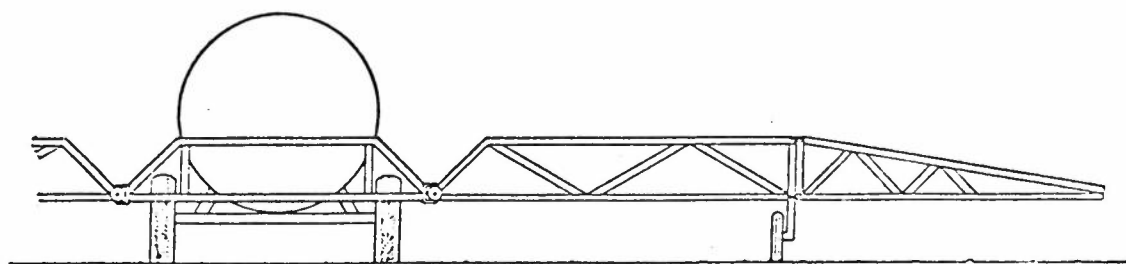


Fig. 38. Spredebom med støttehjul.

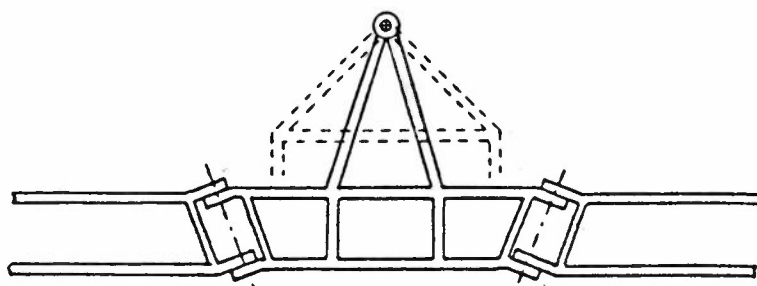


Fig. 39. Enkelt pendeloppheng.

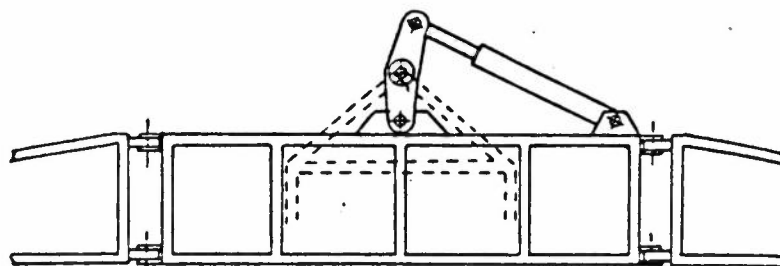


Fig. 40. Pendeloppheng med dreieledd.

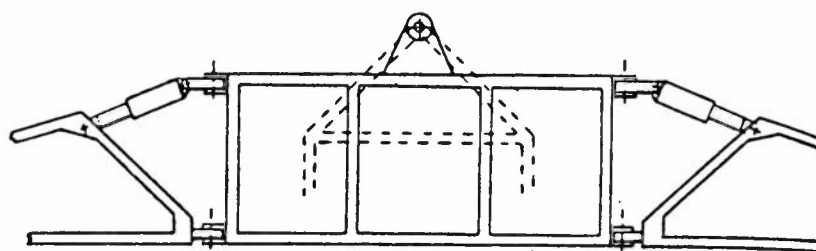


Fig. 41. Spredebom med pendeloppheng og uavhengig innstilling av sideseksjonene

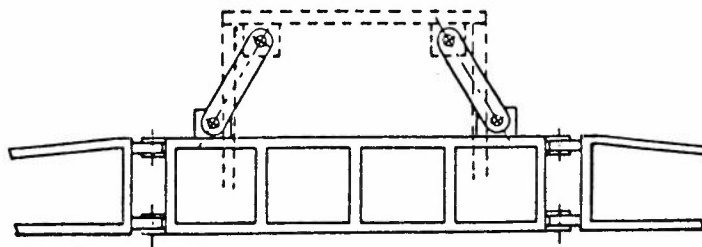


Fig. 42. Dobbeltleddet oppheng med festestag i A-form

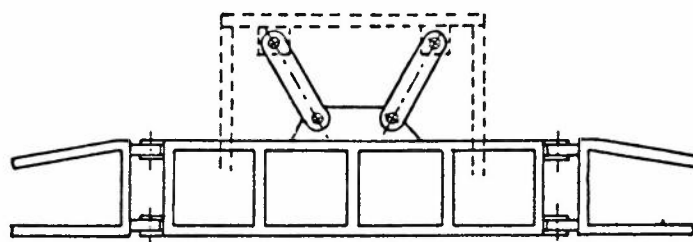


Fig. 43. Dobbeltleddet oppheng med festestag i V-form.

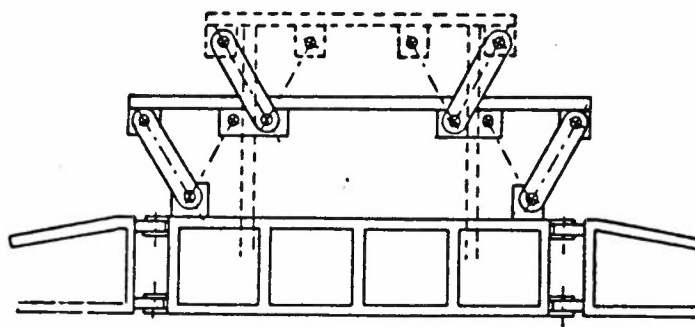


Fig. 44. Fireledds oppheng av Demaret-type

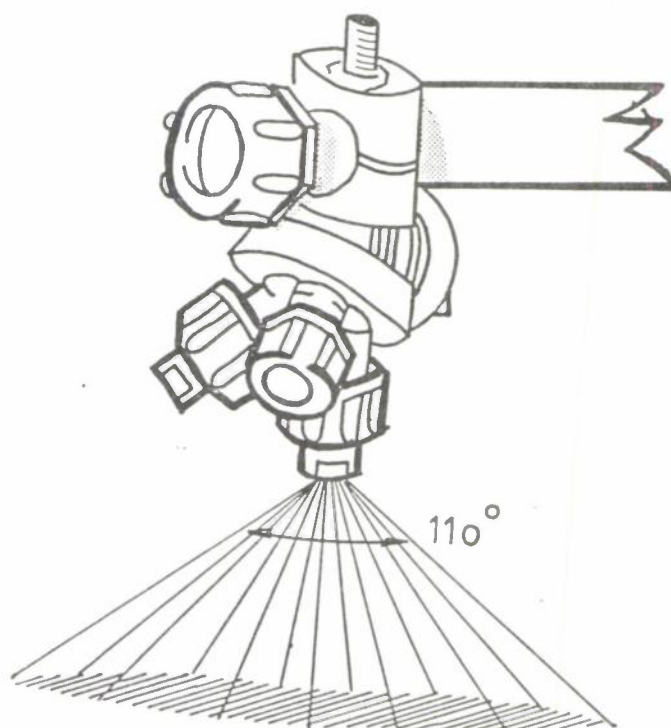


Fig. 45. Dyseholder med tre dyser

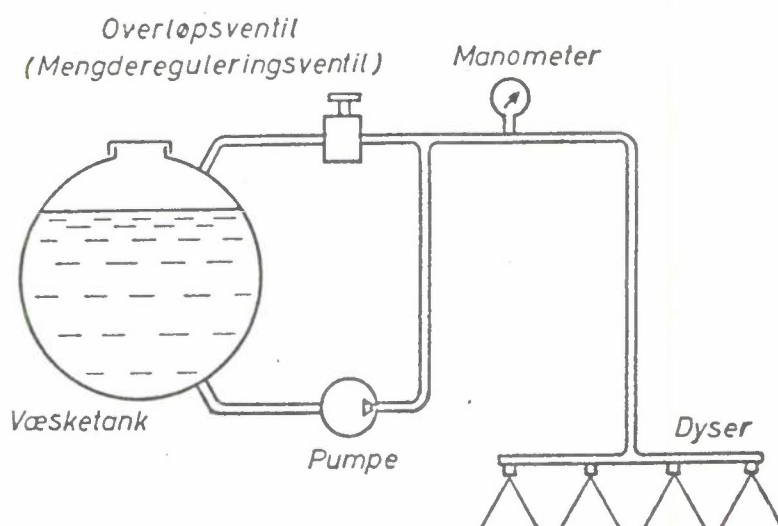


Fig. 46. Åkersprøyte med enkel overløpsventil
("Constant pressure sprayer")

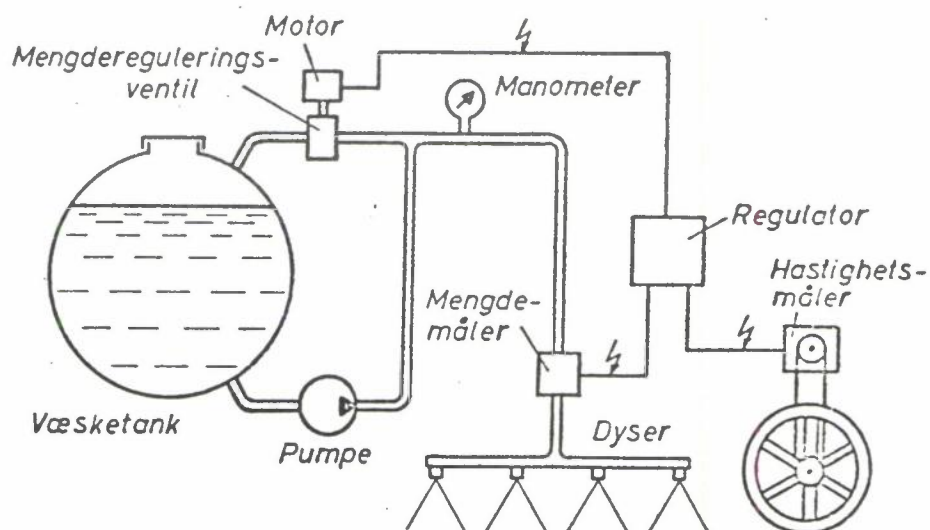


Fig. 47. Åkersprøyte med utstyr for å gi den samme væskemengde pr.
arealenhet ved varierende kjørehastighet ("Variable pressure
sprayer")

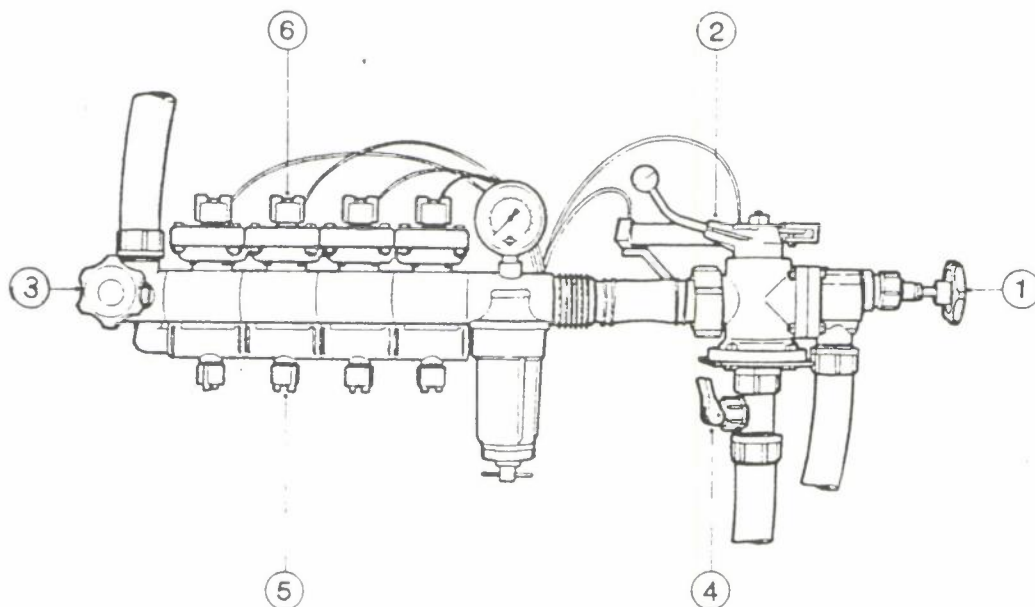


Fig. 48. Armatur (Variable pressure sprayer)
1. Regulering av trykk (sikkerhetsventil)
2. Hovedventil
3. Hardi Matic - kalibrering
4. Handtak - trykkomrøring
5. Justering av trykk
6. Skruer for nødbetjening

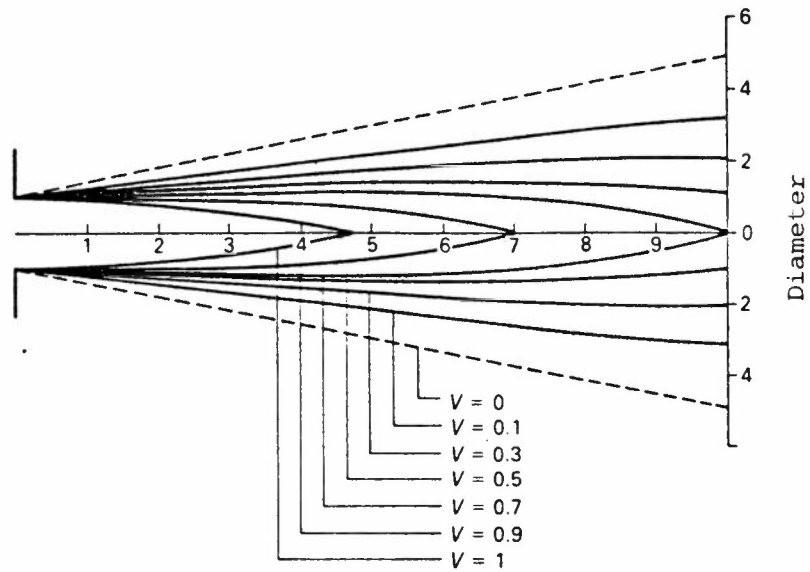


Fig. 49. Fordeling av lufthastigheter fra en symmetrisk utblåsingstut.
(Etter R. P. FRASER, 1958.)

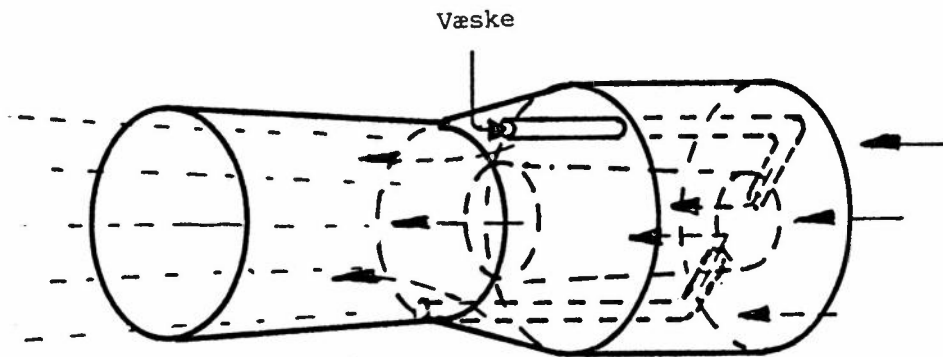


Fig. 50. LTI dyse for ryggtakesprøyter.

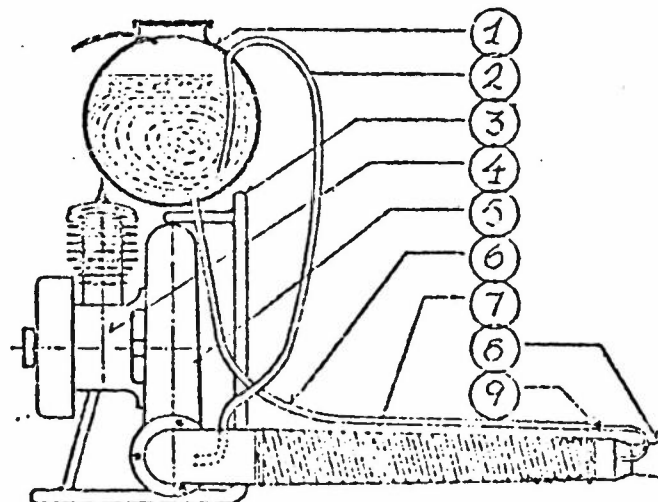


Fig. 51. Ryggtakesprøyte. 1. Væsketank. 2. Luft for omrøring.
3. Meis. 4. Motor. 5. Vifte. 6. Væske til dyse.
7. Utblåsingsslange. 8. Dyse. 9. Regulering av væskemengde

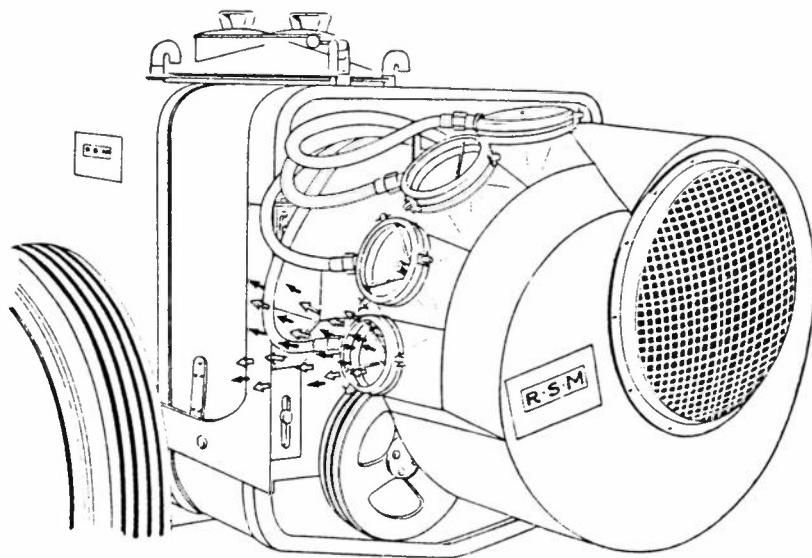


Fig. 52. Sigvardt (R. S. M.) ensidig tåkesprøyte.

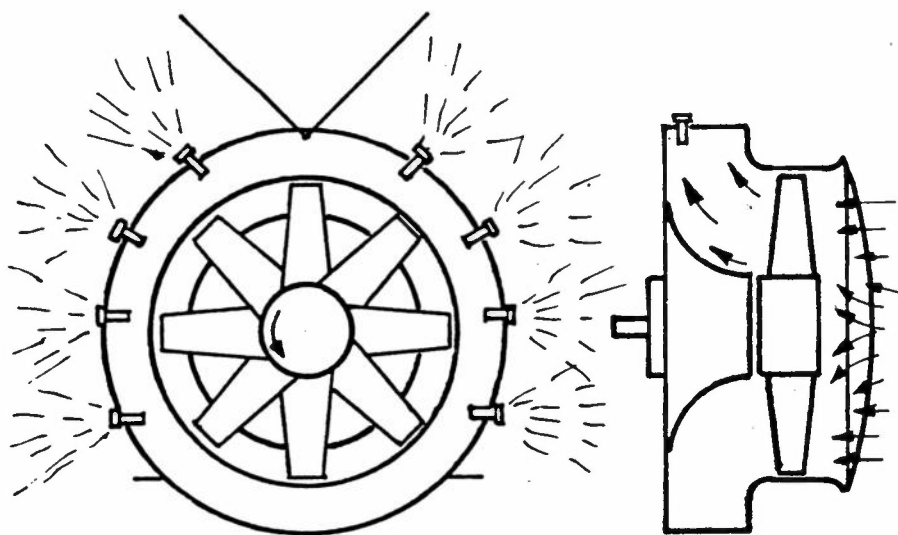


Fig. 53. Viftehus med propellvifte.

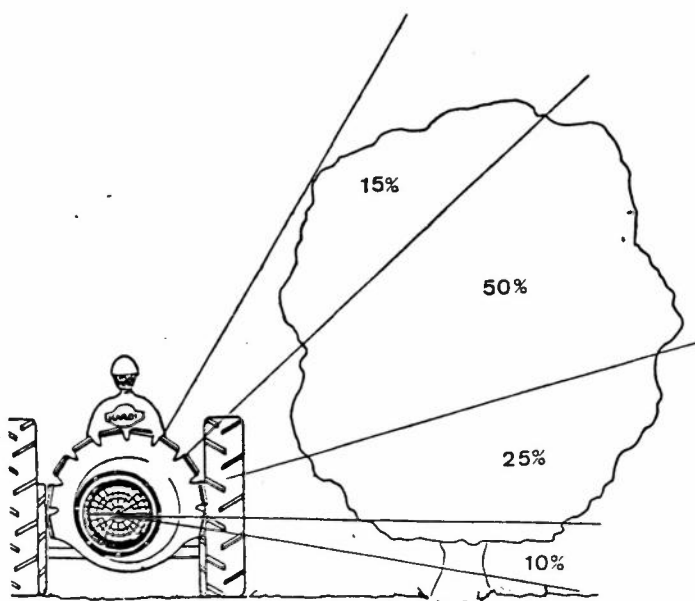
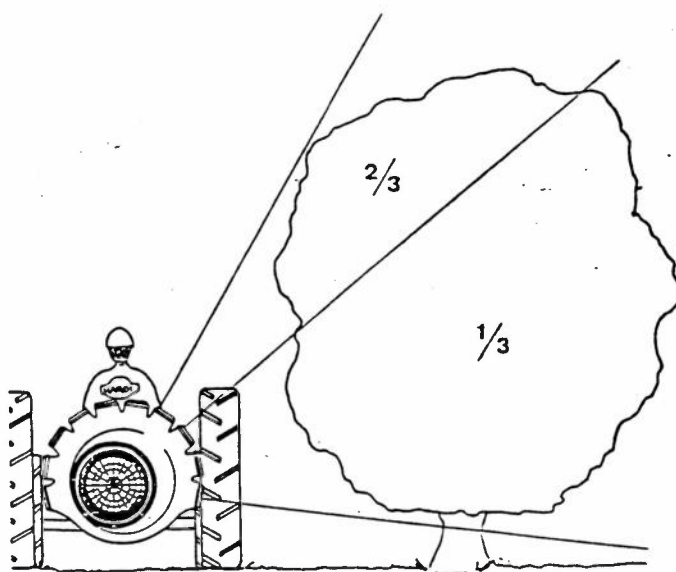
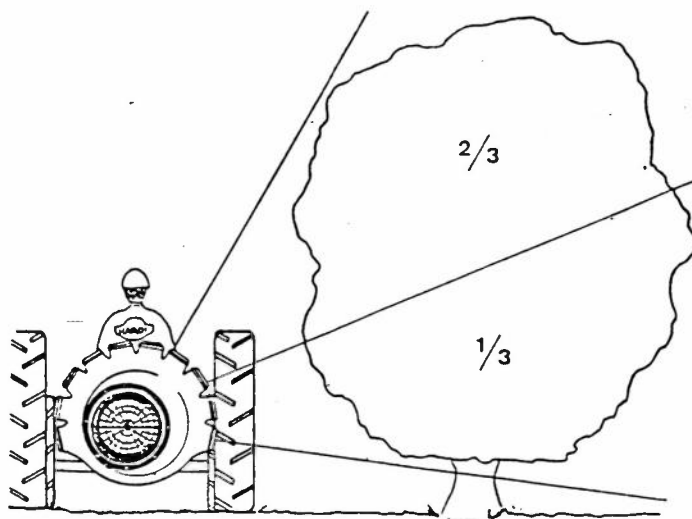


Fig. 54. En må bestemme hvordan en vil fordele væska på de enkelte dysene. Deretter setter en inn åpninger som passer for dette og for væskemengden pr. da.

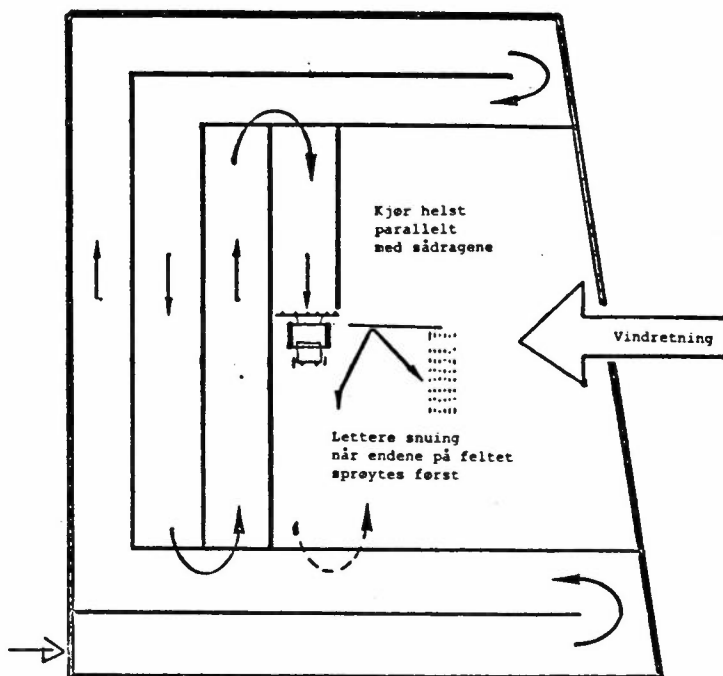


Fig. 55. Sprøyting i kornåker. Sprøyte vendeteigene først.

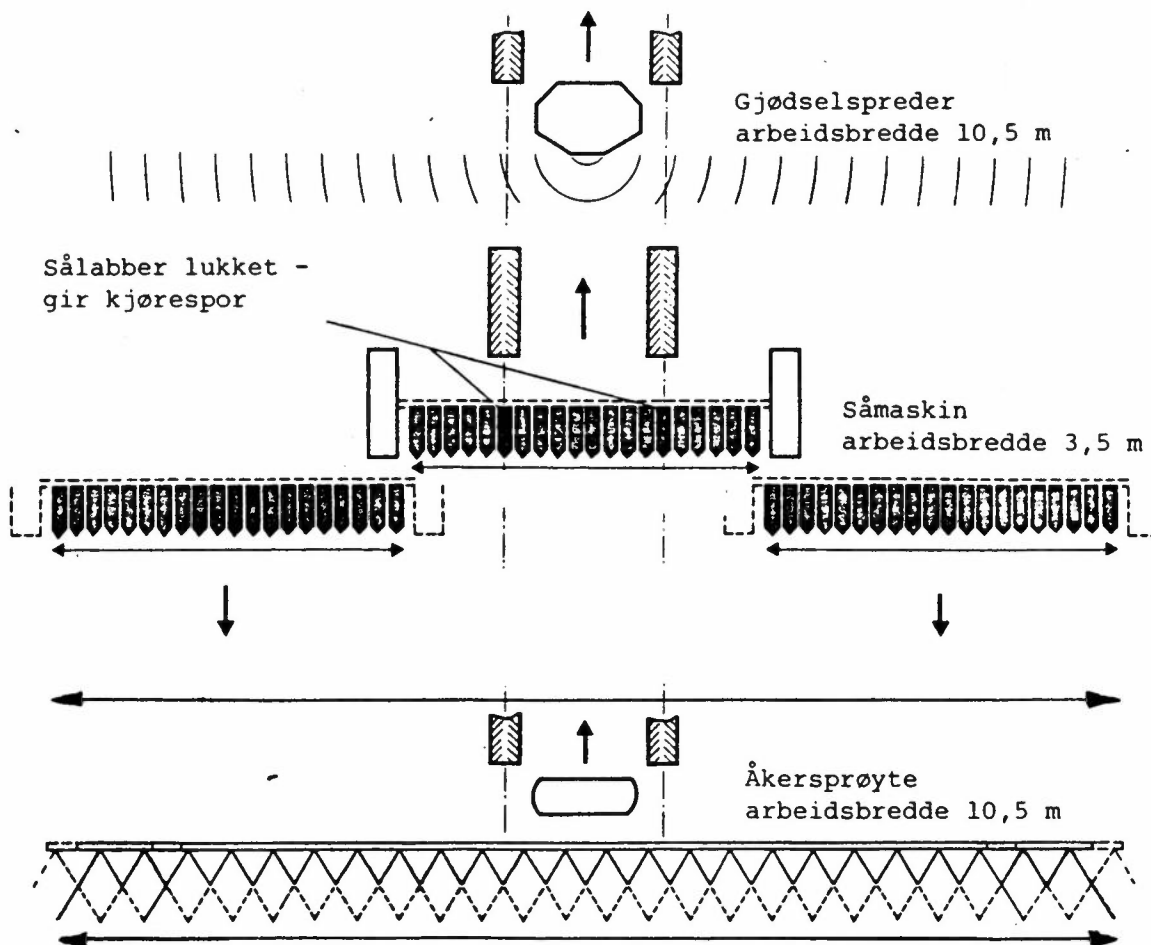


Fig. 56. Unødvendig kjøring bør unngås. Tilpassing av såing, gjødsling og sprøyting.



Fig. 57. Ikke kjør for fort. Væska skal avsettes.



Fig. 58. Velg og innstill rett dysehøgde

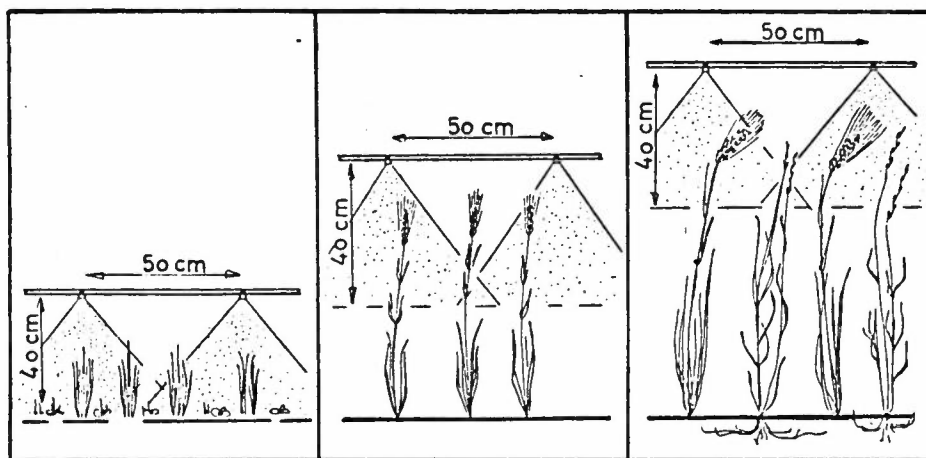


Fig. 59. Sprøytinger til ulik tid i den samme kultur krever forskjellig innstilling av dysehøgden.

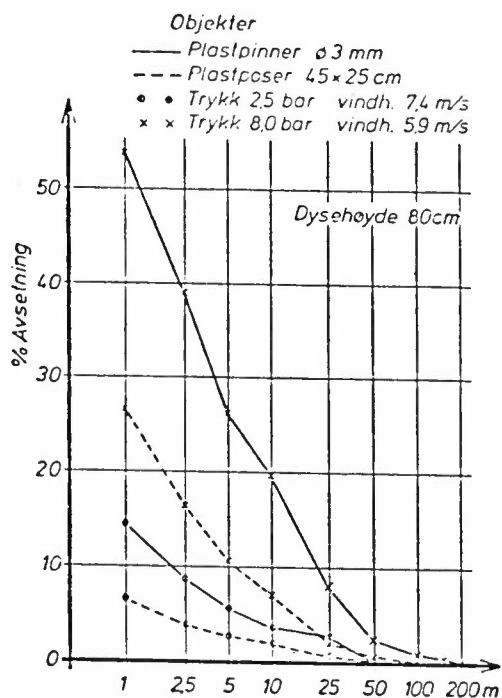


Fig. 60. % avsatt væske på 3 mm plastpinne og 25 x 45 cm plastposer. Sprøyting med flatdyser

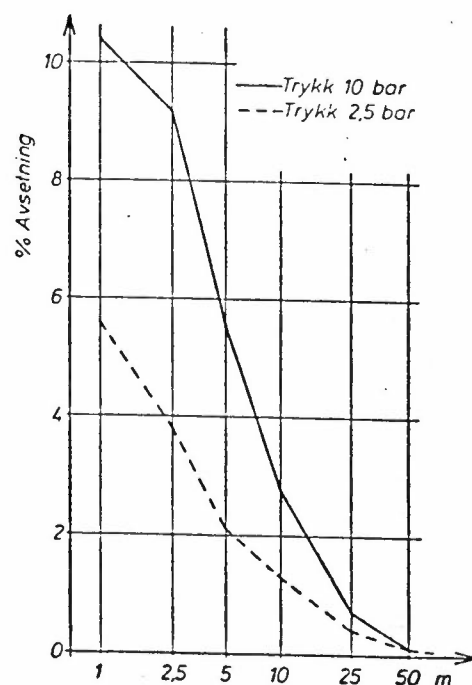


Fig. 61. Avdrift ved sprøyting med vanlige flatdyser. Arbeidstrykk 2,5 og 10 bar. Middell av 40 og 80 cm dysehøgde og 1,5 og 4,0 m/s vindhastighet

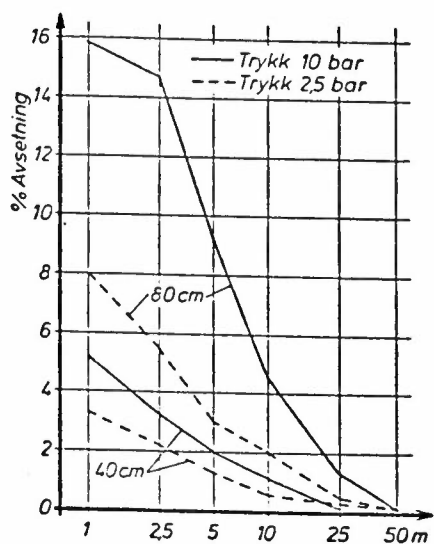


Fig. 62. Avdrift ved sprøyting med vanlige flatdyser ved ulike arbeidstrykk og dysehøgder. Middell av 1,5 og 4,0 m/s vindhastighet

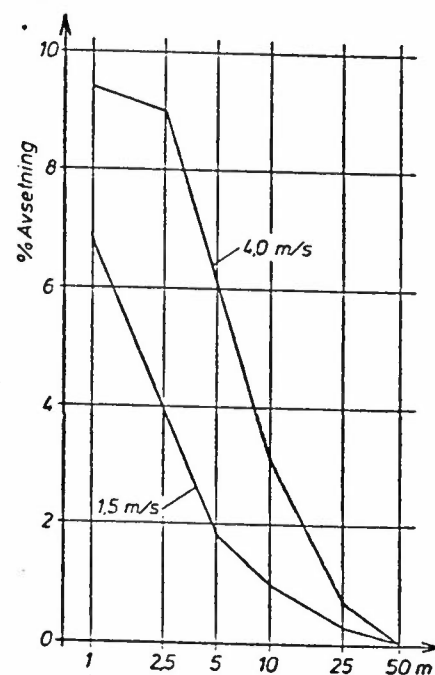


Fig. 63. Avdrift ved sprøyting med vanlige flatdyser ved vindhastighet 1,5 og 4,0 m/s. Middell av dysehøgder og arbeidstrykk

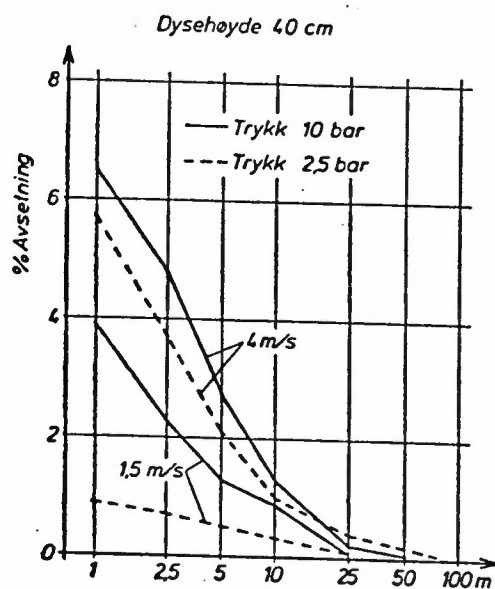


Fig. 64. Ved sprøyting med vanlige flatdyser, rett innstilling og gunstige værforhold er avdriften liten

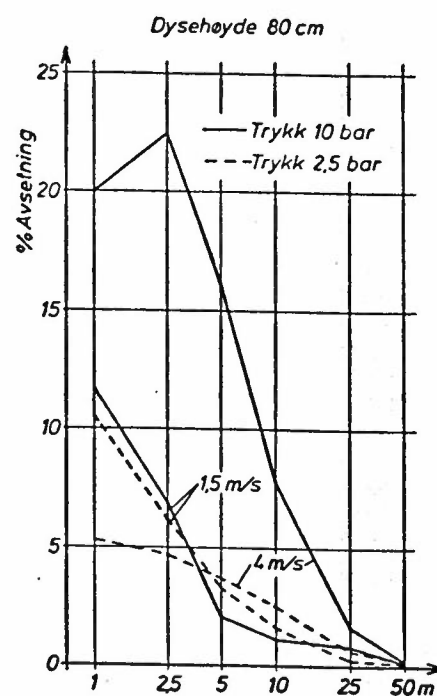


Fig. 65. Sprøyting med vanlige flatdyser. Ved feil innstilling av dysehøyde, arbeidstrykk og ved 4 m/s vindhastighet, blir avdriften stor, jfr. fig. 64.

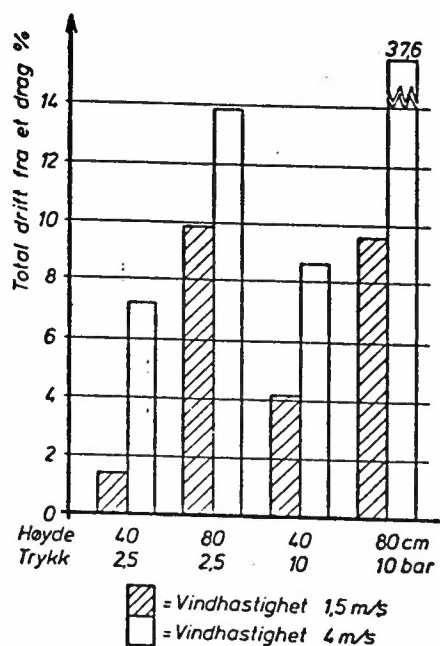


Fig. 66. Total avdrift fra et sprøyte-drag. Alt etter innstilling og vindstyrke kan den her være fra 1,5 til ca. 37 % for vanlige flatdyser.

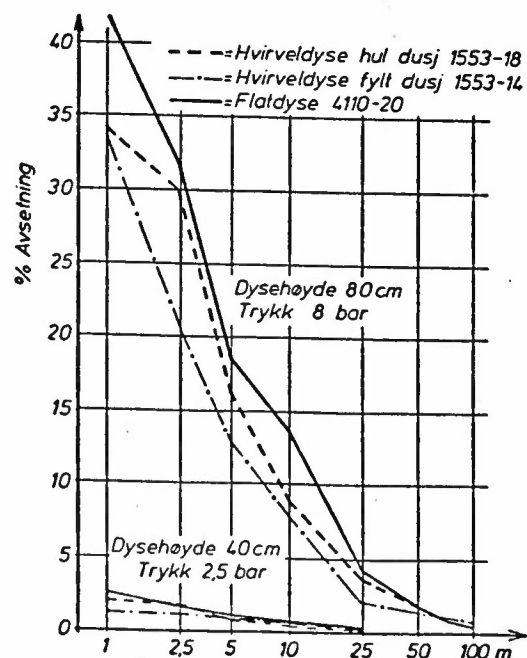


Fig. 67. Avdrift ved sprøyting med ulike dysetyper. Resultatene gjelder midlere vindstyrke ca. 6 m/s.

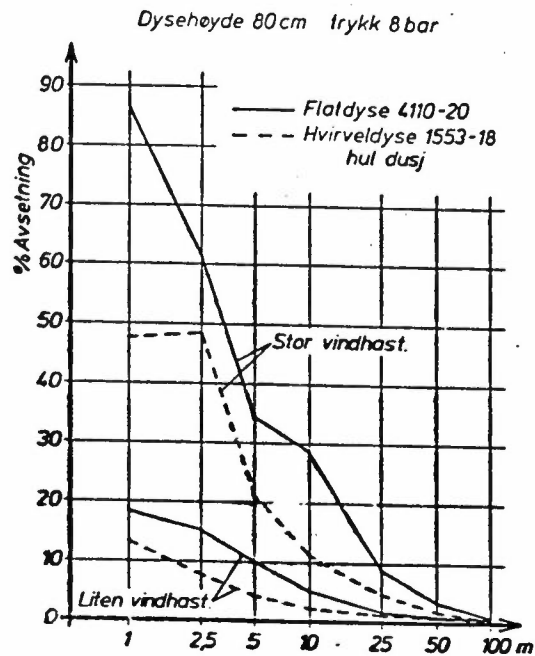


Fig. 68. Avdrift ved sprøyting med vanlig flatdyse og hvirveldyse med hul væskedusj. Vindstyrke 3,5 og 9 m/s

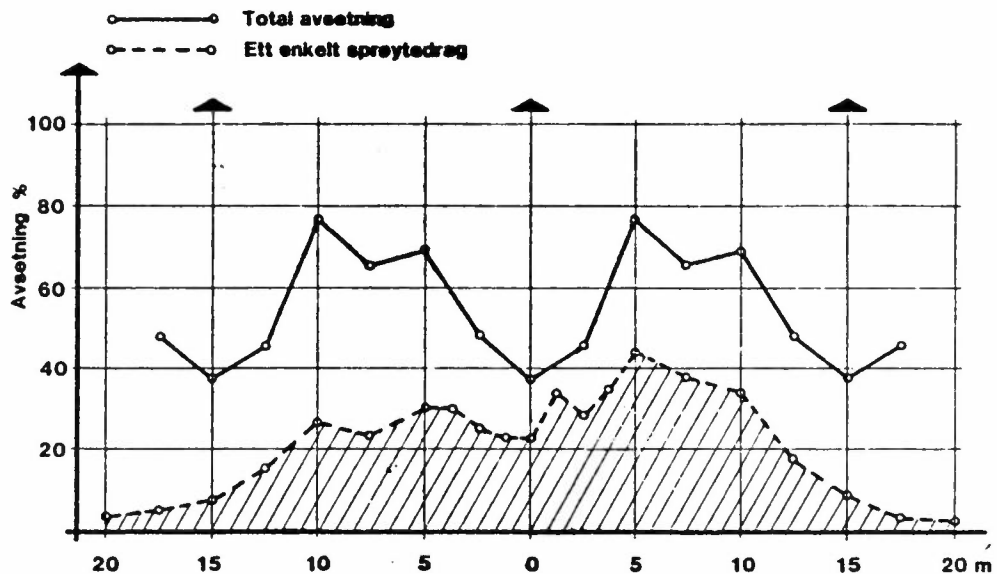


Fig. 69. Fordeling og avsetning av væske ved sprøyting fra helikopter. Flyhøyde 10 m. Målehøgder for objekt 0,6-2,3 og 4 m. Væskemengde 6 l/daa. Dyse 6508. Trykk 2 bar. % avsetning på objekt er i forhold til om hele den utsprøyta væskemengde var avsatt innen 15 m arbeidsbredde.

