

## Forskellige metoder til at undgå afdrift ved marksprøjtning og virkningen på ukrudt ved sprøjtning med herbicider

*Different methods to avoid spray drift from field sprayers and the effect on weeds, when herbicides are applied*

Ole Permin

### Resumé

Ved Institut for Ukrudtsbekæmpelse er der i en årrække udført sprøjtetekniske undersøgelser over, hvorledes afdrift bedst mulig kan undgås, og hvilken indflydelse det har på virkningen over for ukrudtet ved fordeling af herbicider. Beretningen omfatter undersøgelser over afdriftens omfang ved ændring af dysestørrelse, tryk og kørehastighed samt ved anvendelse af skumdyser eller regndråbedyser. Undersøgelserne over virkningen på ukrudtet omfatter fordeling af herbicider med skumdyser eller regndråbedyser.

Afdriftundersøgelserne viste, at når dysetrykket nedsættes fra 6 bar til 1 bar blev afstanden, hvor der blev genfundet 10 promille og derover af det udsprøjtede, reduceret fra ca. 70 m til 9 m ved en vindhastighed på 4–5 m pr. sek. Kørehastigheden blev samtidig nedsat fra 7 km pr. time til 3 km pr. time, så sprøjten i begge tilfælde gav ca. 380 liter væske pr. ha.

Ved sprøjtningerne blev der anvendt en 110° fladsprededyse og en bomhøjde på 40 cm. På grund af den lave kørehastighed er denne fremgangsmåde kun egnet ved sprøjtning af mindre arealer.

Omtrent samme resultat blev opnået under lignende forhold ved at nedsætte dysetrykket fra 6 bar til 1 bar, når der samtidig blev anvendt en større dyse, så sprøjten i begge tilfælde gav en væskemængde på ca. 280 liter væske pr. ha ved en kørehastighed på ca. 7 km pr. time.

Til støtte for vurdering af de fundne resultater over afdriftens omfang henvises der under diskussionen til andre arbejder, som omfatter undersøgelser over virkningen af MCPA på en så følsom kultur som salat, samt angivelser af tolerancegrænser for indhold af herbicidrester i grønsager. På baggrund af de nævnte arbejder anføres følgende:

For at undgå varige deformiteter på en så følsom kultur som salat må den målte afdrift være på ca. 10 promille eller derunder, når tilgrænsende arealer bliver sprøjtet med hormonmidler. For at undgå sprøjterester, der muligvis vil overskride de f.eks. tyske tolerancegrænser, må den målte afdrift være på ca. 2 promille eller endnu mindre.

Ved sprøjtning med fladsprededyse blev den mindste mængde afdrift målt, når dysetrykket blev sat til 1 bar i forbindelse med ændring af kørehastighed og dysestørrelse. Ved denne fremgangsmåde blev der fundet en afdrift på 10 promille og 2 promille i en afstand af henholdsvis 9 m og ca. 40 m fra det sprøjtede areal. Disse afstande blev betydeligt større, når der blev anvendt et højere dysetryk, eller når der blæste blot lidt mere end en svag vind (2–3 m pr. sek.).

Ved anvendelse af skumdyser eller regndråbedyser af de undersøgte fabrikater kunne afstanden til en kultur, der skulle skånes, yderligere nedsættes og i nogle tilfælde helt elimineres.

Undersøgelser over virkningen på ukrudtet ved fordeling af et systemisk herbicid (dichlorprop 2 kg virksomt stof pr. ha) eller et kontaktherbicid (dinoseb 0,8 kg virksomt stof pr. ha) ved hjælp af skumdysere eller regndråbedysere viser, at virkningen gennemsnitlig har været lidt mindre på ukrudtet sammenlignet med virkningen ved fordeling med fladsprededyse.

Forskellen viste sig at være størst ved sprøjtning på et tidligt tidspunkt, medens ukrudtsplanterne var små. Ved sprøjtning på dette tidspunkt blev virkningen på ukrudtet forøget ved at forhøje væskemængden fra 250 til 380 liter væske pr. ha.

Ved sprøjtning med skumdyse og kontaktmidlet dinoseb blev en forholdsvis stor del af sprøjtevæsken afsat i den øverste del af bestanden af kornplanter. Dette medførte svidninger af kornplanterne, og ved sprøjtning på et sent tidspunkt forårsagede svidningerne en mindre, men sikker udbyttedgang. Der blev ikke konstateret statistisk sikre ændringer i udbyttets størrelse ved de øvrige udførte sprøjtninger.

Det konkluderes, at afdriftens omfang kan reduceres væsentligt ved ændring af dysestørrelse, tryk og kørehastighed. Disse ændringer kan foretages ved en hensigtsmæssig indstilling af det materiel, der er til rådighed på enhver marksprøjte. Når det er påkrævet at undgå skade som følge af afdrift, kan de prøvede skumdysere eller regndråbedysere anvendes med fordel ved fordeling af et systemisk herbicid. Ved fordeling af et kontaktherbicid som dinoseb må regndråbedysere foretrækkes. Da virkningen på ukrudtet kan være noget mindre end ved anvendelse af fladsprededyser, vil det være en fordel at skifte til denne dysetype, hvor det ikke er påkrævet at undgå afdrift.

**Nøgleord:** Afdrift, sprøjteteknik, herbicider.

### Summary

Spray drift is a serious problem when herbicides are applied, and it is mainly high wind velocity, which causes spray drift, but besides the wind velocity the spraying technique used is quite often the reason for the extent to which spray drift may occur.

At the Institute of Weedcontrol series of experiments have been carried out to investigate the amount of spray drift when using low pressure in connection with less driving speed, or using bigger nozzles. Spray drift from foam and raindrop nozzles, and the effect on weeds, when herbicides are applied by means of these two types of nozzles, have been investigated.

The investigations on spray drift were carried out by means of a tracer, Na-fluoresceine, 0,5 kg pr. 100 liter of water. Furthermore a surfacant was added to the spray, which gave a surface tension of 0,031 N/m. A distance of 50 m was sprayed across the wind direction, and the spray drift was collected on plastic straw, 5 cm long and 2 mm in diameter, according to a method, which is described by A. Nordby *et al.* (1975). The spray drift was collected at distances from the sprayed area, which is a sum of the swath, and the amount of spray drift is measured quantitatively on a spectrofluorometer, after the sampling objects have been passed once. By ordinary spraying of a field the sampling objects will be passed by each swath, and the total amount of spray drift are given as the accumulated sum of the measured spray drift, and it is expressed as promille of the output from the sprayer. The effect on weed is investigated in field experiments with 3-4 replications. The herbicides were applied from a tractor-mounted experimental sprayer driven at a speed of 6-8 km pr. hour. The nozzles chosen were 110° flat spray nozzles Hardi 4110 - Spraying System 11004, foam nozzles Lechler, Lefo 04, and raindrop nozzles, Delavan RD-4. Applying herbicides with Lefo 04 a foam agent Lefomag 0,5 per cent was added to the spray.

As a result of spray drift investigations the distance, in which 10 promille of the spray was measured, was reduced from 70 m to 9 m from the sprayed area, when the pressure was lowered from 6 bars to 1 bar at a wind velocity of 4-5 m pr. sec., and a boom height of 40 cm. When the pressure was reduced

from 6 bars to 1 bar, the travelling speed was reduced from 7 km to 3 km pr. hour, so the spray volume in both cases was 380 l pr. ha.

Approximately the same result was gained in similar conditions, when the pressure was reduced from 6 bars to 1 bar, and a bigger nozzle was used. In both cases a quantity of 280 l pr. ha was applied at a travelling speed of 7 km pr. hour.

From investigations of the effect of MCPA on lettuce, described in the literatur (Way, 1962), and theoretical calculations of residues on lettuce by a certain amount of spray drift, compared to the limitation of residues on vegetable crops it is estimated, that a spray drift of 2 promille and less in most cases would not cause residues on vegetable crops, and that a spray drift of 10 promille or less, when spraying hormone herbicides, would not cause lasting damages to vegetable crops as sensitive as lettuce.

When the pressure in a flat spray nozzle was lowered to 1 bar in connection with change in the travelling speed or size of the nozzle, a spray drift of 10 promille and 2 promille was found at a distance of respectively 9 m and 40 m from the sprayed area. Those distances necessary to spare a crop were considerably enlarged, when the wind velocity was more than 2-3 m pr. sec. and the pressure in the nozzle more than 1 bar.

Using a foam nozzle Lefo 04 or raindrop nozzle RD-4 it was possible to reduce spray drift furthermore and in some cases to eliminate it. The spray drift measured was so small, that it should be possible to finish a spraying with hormone herbicides next to a sensitive crop without causing lasting damages to the crop, even at a wind velocity of 2-3 m pr. sec. towards the crop. The nozzle pressure was 2 bars and the height of the boom 40 cm. To spare the crop from residues, a distance of 9 m was necessary, when spraying under the same conditions because in this distance a spray drift of 2 promille was measured.

The effect on weeds was investigated by application of a translocated herbicide dichlorprop 2 kg a.i. pr. ha, or a contact herbicide dinoseb 0,8 kg a.i. pr. ha, with foam nozzles Lefo 04 or raindrop nozzles RD-4. In relation to the effect on weeds when the flat spray nozzles 11004 were used, the effect on weeds turned out to be slightly less, when foam nozzles or raindrop nozzles were used. This difference was more visible when spraying early on seedlings of weeds. Spraying at this early stage with a translocated herbicide and foam or raindrop nozzles, the effect on weeds was enlarged, when the spray volume was raised from 250 to 380 l pr. ha.

There was no difference in the effect on weeds, when spraying later on a well established stand of weeds with the types of nozzles tried.

When dinoseb was applied with foam nozzles to control weeds in spring barley, some of it was caught in the upper parts of the plants, which was burned to such an extent, that yield depression occurred. Except this occasion there was no depression of the yield.

The conclusion is, that it is possible to reduce spray drift by changing the size of the nozzles, pressure and travelling speed. These matters could be changed by correct adjustment of every field sprayer. If it is necessary to avoid spray drift, foam nozzles as well as raindrop nozzles could be used to advantage, when applying a translocated herbicide as dichlorprop. Raindrop nozzles are preferable, when applying a contact herbicide as dinoseb. As the effect on weeds is not quite as good as application with flat spray nozzles, it is advisable to change nozzles to this type, where it is not necessary to avoid spray drift.

**Key words:** Spray drift, application technique, herbicides.

## Indledning

Til Institutet for Ukrudtsbekæmpelse indgår der årlig rapporter om skader på kulturplanter forårsaget af afdrift. Ved bedømmelse af skader på kulturplanter har det vist sig, at ikke alene vindretning og vindhastighed, men også en uhenigtsmæssig anvendelse af sprøjteudstyret har været årsag til skadernes omfang. Stærk afdrift kan bl.a. skyldes anvendelse af dyser med for små huller, for højt tryk samt for stor bomhøjde. Afdriftens omfang kan nedsættes væsentligt ved en hensigtsmæssig anvendelse af sprøjteudstyret. Nordby og Skuterud (1975) fandt, at afdriften blev reduceret fra 3,2 pct. til 1 pct. ved at sænke bomhøjden fra 80 cm til 40 cm, og at afdriften blev reduceret fra 2,9 til 1,4 pct. ved at ændre trykket fra 10 bar til 2,5 bar, eller når der blev sprøjtet ved en vindhastighed på henholdsvis 4,0 og 1,5 m pr. sek. Ved forkert anvendelse af sprøjteudstyret blev der målt en afdrift på 37 pct.

Andre undersøgelser af Maybank *et al.* (1974) har vist, at 3–8 pct. af den samlede væskemængde kan blive ført uden for det sprøjtede areal med vinden.

Tilsvarende har Bode *et al.* (1976) målt en afdrift på fra 5 til 20 pct. ved vindhastigheder fra ca. 3 til 7 m pr. sek., men ved en afstand på 2,4 m er afdriften maksimalt 7 pct. af den udsprøjtede mængde.

Ved Institutet for Ukrudtsbekæmpelse blev der i årene 1970–72 udført undersøgelser, der viste, at afdriftens omfang kunne nedsættes forholdsvis meget ved ændring af dysestørrelse, tryk og kørehastighed (Permin, 1972). Den anvendte målemetode viste sig ikke at være tilstrækkelig nøjagtig til at kunne måle den totale afdrift. På bevilling fra Landbrugets Samråd for Forskning og Forsøg er der anskaffet mere nøjagtigt måleudstyr. Nærværende undersøgelse skal belyse afdriftens omfang ved ændring af dysestørrelse, tryk og kørehastighed samt ved anvendelse af skumdysere og regndråbedysere. Endvidere er der udført undersøgelser over virkningen på ukrudt ved fordeling af herbicider med skumdysere og regndråbedysere.

## Metode

Ved afdriftundersøgelserne er der kørt på tværs af vindretningen. Sporingstoffet Na-fluoresceine blev tilsat sprøjtevæsken med 0,5 kg pr. 100 liter, endvidere blev spredemidlet Citowett tilsat med 25 ml pr. 100 liter væske, hvilket nedsatte væskens overfladespænding til 0,031 N/m (31 dyn/cm). Der blev sprøjtet over en strækning på 50 m, og i forskellig afstand fra det sprøjtede areal, fig. 1., blev afdriften opfanget på plastrør efter samme metode som beskrevet af Nordby og Skuterud (1975). De anvendte plastrør var 5 cm lange og havde en diameter på 2 mm. Der er anvendt 2 gentagelser på hvert opsamlingssted.

Den afsatte mængde sporingstof på plastrørene er målt med Farrand ratio fluorometer – 2 og angivet i promille af den udsprøjtede væskemængde. Spredébommens bredde er 9 m, og afstanden til opsamlingsstederne ud over 9 m er et multiplum af spredébommens bredde.

Målingerne er foretaget efter at opsamlingsobjekterne er passeret en gang. Ved sprøjtning af en mark vil objekterne blive passeret for hver spredebredde, og den totale afdrift er derfor en akkumuleret sum af det målte.

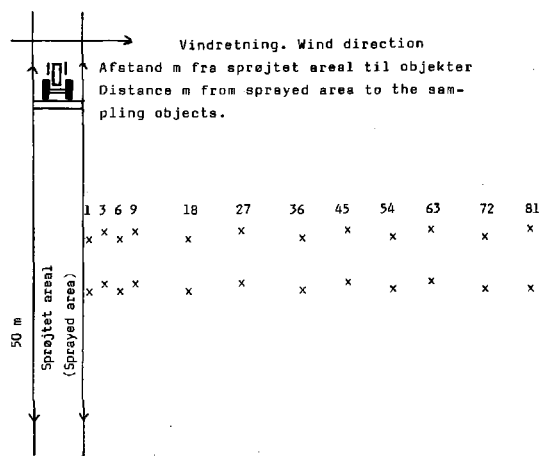


Fig. 1. Forsøgsopstilling for afdriftsundersøgelser  
Experimental set up for spray drift investigations

Resultaterne i beretningen er en akkumuleret sum af det målte, og de angiver den totale afdrift fundet ved denne målemetode.

Ved undersøgelserne over afdriftens omfang ved ændring af dysestørrelse, tryk og kørehastighed er anvendt 110° fladsprededyser af Hardi fabrikat monteret således, at spredebilledet er parallelt med sprederbommen.

På sprederbommen var monteret 3 sæt spredorør med hver sin dysestørrelse eller type, så der hurtigt kunne skiftes fra 1 dysetype til en anden. For enden af hvert spredorør var monteret et manometer til kontrol ved indstilling af trykket.

Vindhastigheden blev målt i en højde af 1,80 m på et anemometer, hvor vindhastigheden direkte kunne aflæses. Vindretningen blev til stadighed kontrolleret med et flag.

Den anvendte skumdysse betegnet Lefo 04 er af Lechler fabrikat. Den blev monteret på sprederbommen efter skabelon, og der blev tilsat et skummende middel »Lefomag« 0,5 pct. til sprøjtevæsken. Regndråbedysen RD-4 er af Delavan fabrikat. Den blev monteret på sprederbommen i en vinkel på 30° i forhold til lodret og mod køreretningen. Regndråbedysen og skumdysen er specielt konstrueret med det formål at reducere afdriftens omfang. Afdriftens omfang er foruden vindhastigheden også afhængig af dråbestørrelse og dråbernes faldhøjde. Det er især de små dråber på omkring 100  $\mu$ , der giver anledning til afdrift. Dannelsen af små dråber er søgt undgået ved forskellige principper i skumdysen og regndråbedysen. Ved fordeling af herbicider med skumdysse tilsættes sprøjtevæsken et skumdannende middel. I dysen blandes luft og vand til skum, som fordeles i en vifteformet sprededouche. I regndråbedysen, der er en hvirvelkammerdysse med et primært og sekundært hvirvelkammer, opsamles de små dråber i det sekundære hvirvelkammer, hvorfra væsken fordeles i form af større dråber.

For skumdysens og regndråbedysens vedkommende er virkningen på ukrudtet og afdriftens omfang sammenlignet med en fladsprededyse 11004, af Spraying System fabrikat. Fladsprededyserne giver samme væskemængde ved omtrent samme tryk som specialdyserne. Ved undersøgelserne over afdriftens omfang er anvendt samme væskemængde og tryk som ved undersøgelserne over virkningen på ukrudtet.

Virkningen på ukrudt er undersøgt i blokforsøg i vårsæd med en parcelstørrelse på 25 m<sup>2</sup> og med 3 eller 4 gentagelser. Der er benyttet en forsøgs-sprøjte monteret på traktor, og kørehastigheden har været 6 eller 8 km pr. time.

Herbiciderne er anvendt i den normalt anbefalede dose. Der er dels anvendt et kontaktherbicid, dinoseb 0,8 kg virksomt stof pr. ha, og dels et systemisk herbicid, dichlorprop 2 kg virksomt stof pr. ha.

## Resultat af afdriftsundersøgelserne

### *Dysestørrelse, tryk og kørehastighed*

Som grundlag for afdriftsundersøgelserne er der udarbejdet et skema for væskemængde i l pr. ha ved forskellig dysestørrelse, tryk og kørehastighed. Ud fra skemaet er valgt trykkene 1, 3 og 6 bar, hvor sprøjten ved henholdsvis 3, 5 og 7 km pr. time giver omtrent ens væskemængde, ca. 383 l væske pr. ha. Ved valg af dysestørrelse er en væskemængde på 260 l pr. ha tilstræbt ved 1, 3 og 6 bar med en kørehastighed på 6,6 km pr. time. De øvrige forsøgsdata vedrørende vindhastighed, bomhøjde, temperatur og luftfugtighed ved udførelsen af afdriftsundersøgelserne fremgår af tabel 1.

Vindhastigheden er angivet i m pr. sek., og det understregede tal er vindhastigheden, idet sprøjten passerede forbi objekterne. De øvrige tal angiver højeste og laveste vindhastighed under hele prøvens udførelse. Afdriftsundersøgelserne blev udført i november 1978, hvilket kan forklare den lave temperatur og den høje luftfugtighed.

Resultatet af undersøgelsen over afdriftens omfang ved ændring af tryk og kørehastighed er vist i fig. 2. Afdriftens omfang kan nedsættes væsentligt ved at nedsætte trykket. Afstanden, hvori der er fundet 10 promille af den udsprøjtede væskemængde, er således reduceret fra ca. 70 m til ca. 55 m ved at nedsætte trykket fra 6 bar til 3 bar, men den væsentligste reduktion af afdriftens omfang er fremkommet ved at nedsætte dysestrykket til 1 bar, hvorved afstanden er reduceret til mindre end 9 m.

En nedsættelse af trykket er her forbundet med en nedsættelse af kørehastigheden, og denne fremgangsmåde til at begrænse afdriftens omfang

**Tabel 1.** Forsøgsdata til afdriftsundersøgelser ved ændring af dysestørrelse, tryk og kørehastighed  
*Experimental data from spray drift investigations when changing size of nozzle, pressure and travelling speed*

Dyse nr. Nozzle No.	Dysetryk Pressure bar	Dyseydelse Capacity l/min. l/min.	Kørehast.	Væske l/ha Spray vol. l/ha	Vind-	Bomhøjde Height of boom cm	Temperatur Temperature C°	Rel. luft- fugtighed Rel. air humidity
			km/time Travelling speed km/hour		hastighed m/sek. Wind vel. m/sec.			

**I. Ændring af tryk og kørehastighed**

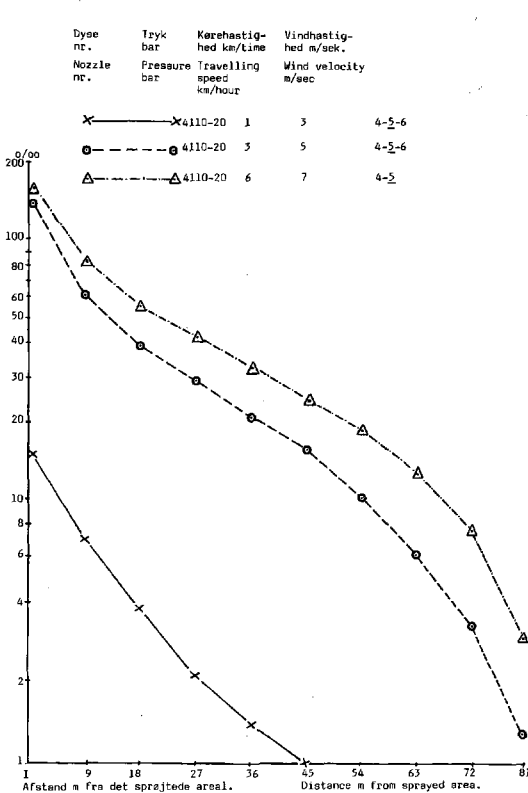
*I. Changing pressure and travelling speed*

4110-20	1	0,95	3	380	4-5-6	40	10	98
4110-20	3	1,59	5	382	4-5-6	40	10	98
4110-20	6	2,25	7	386	4-5	40	10	98

**II. Ændring af dysestørrelse og tryk**

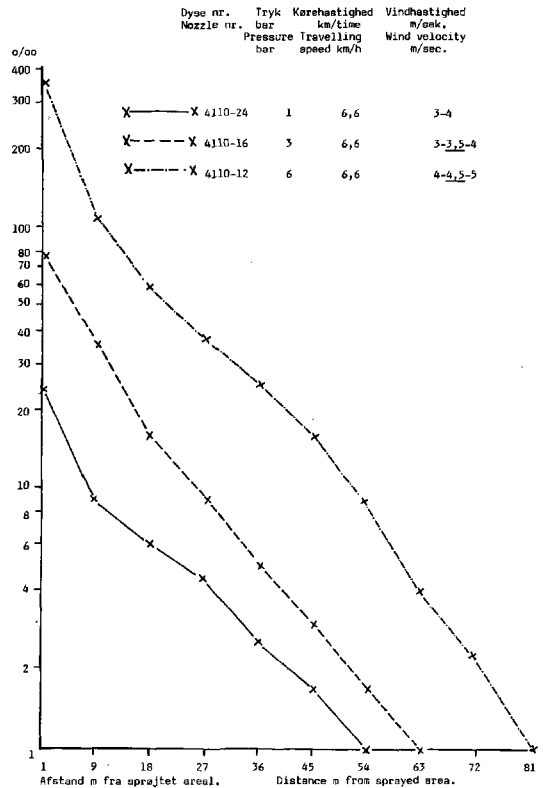
*II. Changing size of nozzle and pressure*

4110-24	1	1,1	6,6	200	3-4	40	10	97
4110-16	3	1,1	6,6	200	3-3,5-5	40	10	97
4110-12	6	1,1	6,6	200	4-4,5-5	40	10	97



**Fig. 2.** Afdriftens omfang ved ændring af dysetryk og kørehastighed

*Spray drift occurrence by changing nozzle pressure and travelling speed*



**Fig. 3.** Afdriftens omfang ved ændring af dysestørrelse og tryk

*Spray drift occurrence by changing size of nozzle and pressure*

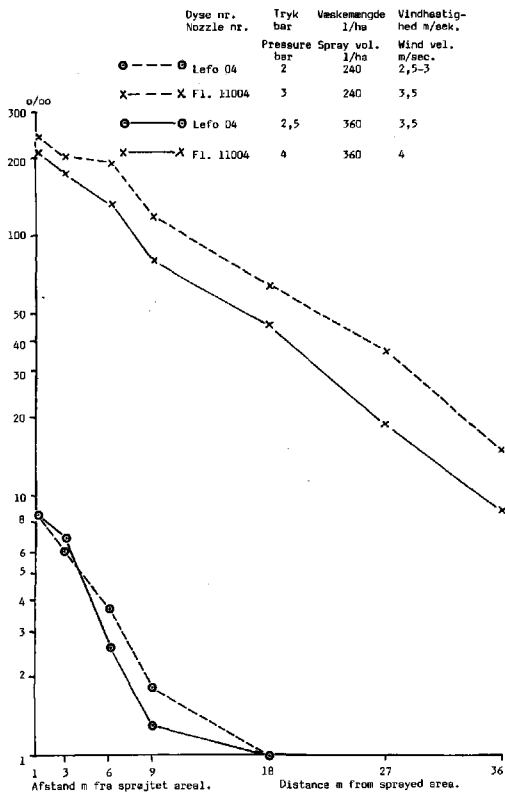


Fig. 4. Afdriftens omfang fra skumdysse og fladsprededyse ved lav vindhastighed  
 Spray drift occurrence when foam nozzle or flat spray nozzle are used during low wind velocity

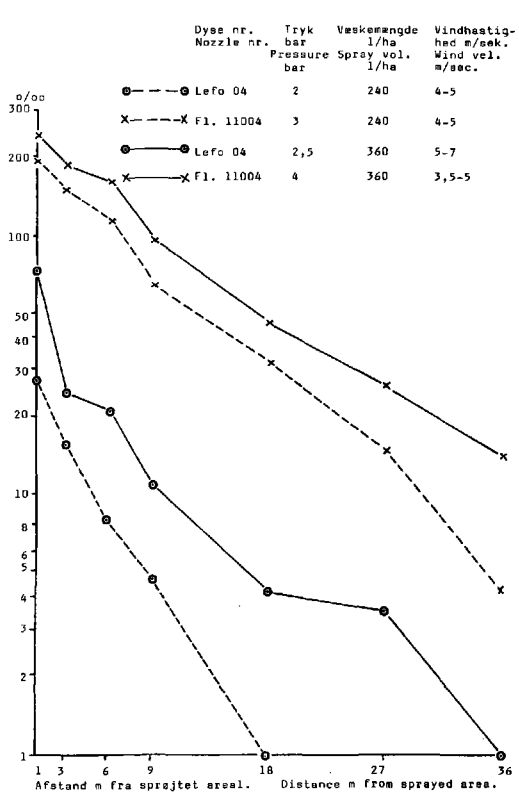


Fig. 5. Afdriftens omfang fra skumdysse og fladsprededyse ved høj vindhastighed  
 Spray drift occurrence when foam nozzle or flat spray nozzle are used during high wind velocity

er derfor kun egnet til mindre arealer. Skal afdriften begrænses ved sprøjtning af større arealer, kan kørehastigheden opretholdes ved at ændre dysestørrelse og tryk.

Afdriftens omfang ved ændring af dysestørrelse og tryk er vist i fig. 3. Afstanden, hvor der er fundet 10 promille af den udsprøjtede mængde, er reduceret fra 50 m til 25 m ved at nedsætte trykket fra 6 til 3 bar og anvende en større dyse. Der var lidt mindre blæst ved 3 bar end ved 6 bar, så forskellen er tilsyneladende lidt større, end ændringen af dysestørrelse og tryk alene vil give. Afstanden er reduceret til mindre end 9 m ved at nedsætte trykket til 1 bar og bruge en stor dyse til trods for, at vindhastigheden har været lidt højere end i det forsøgsled, hvor et tryk på 3 bar er

anvendt. Afdriftens omfang er dog ikke helt elimineret, idet der er fundet 2 promille af den udsprøjtede væskemængde i en afstand af 40, 50 og 72 m fra det sprøjtede areal ved et tryk på henholdsvis 1, 3 og 6 bar (fig. 3).

#### Skumdysse og regndråbedyse

Både skumdysen og regndråbedysen er anvendt ved et forholdsvis lavt tryk, hvor disse specialdyser ifølge brugsanvisningerne vil være velegnede til at reducere afdriftens omfang. De nærmere forsøgsdata fremgår af tabel 2.

Resultaterne af afdriftsundersøgelserne med skumdysse og fladsprededyse ved lav og høj vindhastighed er vist henholdsvis i fig. 4 og 5.

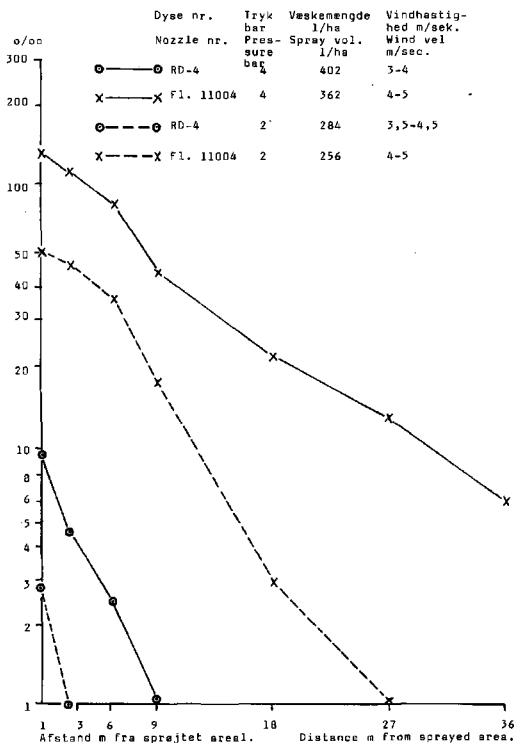


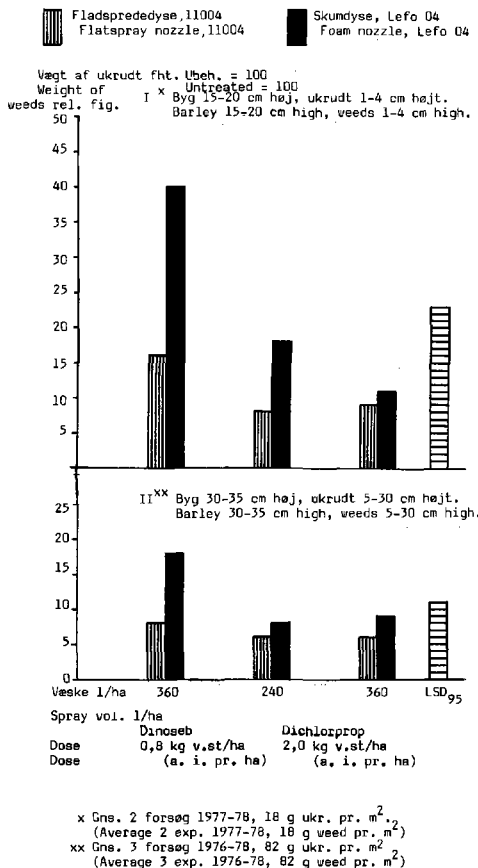
Fig. 6. Afdriftens omfang fra regndråbedyse og fladsprededyse  
*Spray drift occurrence when raindrop nozzle or flat-spray nozzle are used*

Afdriftens omfang fra fladsprededyse ved lav vindhastighed (fig. 4) er af omtrent samme omfang som ved høj vindhastighed (fig. 5). Den lave temperatur og høje luftfugtighed ved lav vindhastighed (tabel 2 I) kan være årsag hertil. De små ændringer i tryk og væskemængde har kun påvirket resultatet i mindre grad.

Skumdysen har ved samme væskemængde og ved omtrent samme tryk som fladsprededyse reduceret afdriftens omfang betydeligt både ved høj og lav vindhastighed. Ved lav vindhastighed 2,5-3 m/sek. (fig. 4) er der genfundet en samlet mængde på mindre end 2 promille af det udsprøjtede i en afstand af ca. 9 m fra det sprøjtede areal. Ved høj vindhastighed 4-5 m/sek. (fig. 5) er denne afstand øget til ca. 15 m. I de tilsvarende afstande er der efter fladsprededyse målt en afdrift på henholdsvis ca. 100 promille og 50 promille. Også

ved en vindhastighed på 5-7 m pr. sek. har skumdysen kunnet begrænse afdriften væsentligt i forhold til fladsprededyse, men der er dog fundet en mængde på 2 promille mellem 27 og 36 m fra det sprøjtede areal.

Regndråbedysen har ved tryk på 2 og 4 bar (fig. 6) reduceret afdriften, så der er afsat mindre end 2 promille af det udsprøjtede inden for ca. 7 m fra enden af spredebommen. En nedsættelse af trykket fra 4 bar til 2 bar har tydeligt reduceret afdriften. Tilsvarende er der for fladsprededyse fundet mindre afdrift ved 2 bar end ved 4 bar. Afdriften fra sprøjtning med fladsprededyse ved 2 og 4 bar er målt til 10 promille af det udsprøjtede i en afstand af henholdsvis 11 m og 30 m fra det sprøjtede areal.



x Gns. 2 forsøg 1977-78, 18 g ukr. pr. m<sup>2</sup>.  
 (Average 2 exp. 1977-78, 18 g weed pr. m<sup>2</sup>)  
 xx Gns. 3 forsøg 1976-78, 82 g ukr. pr. m<sup>2</sup>.  
 (Average 3 exp. 1976-78, 82 g weed pr. m<sup>2</sup>)

Fig. 7. Virkning på ukrudt. Forholdstal  
*Effect on weeds, relative figures*



**Tabel 2.** Forsøgsdata til afdriftsundersøgelser ved sprøjtning med skumdyse, regndråbedyse og fladsprededyse  
*Experimental data from spray drift investigations when foam nozzle, raindrop nozzle and flat spray nozzle are used*

Dyse nr. Nozzle No.	Dysetryk Pressure bar	Dyseydelse Capacity l/min.	Kørehast.	Væske l/ha Spray vol. l/ha	Vind-	Bomhøjde Height of boom cm	Temperatur Temperature C°	Rel. luft- fugtighed Rel. air humidity
			km/time Travelling speed km/hour		hastighed m/sek. Wind vel. m/sec.			
<b>I. Skumdyse og fladsprededyse ved lav vindhastighed</b>								
<i>I. Foam nozzle and flat spray nozzle, low wind velocity</i>								
Lefo. 04	2	1,6	8	240	2,5-3	50	7	80
Fl. 11004	3	1,6	8	240	3,5	50	7	80
Lefo. 04	2,5	1,8	6	360	3,5	50	7	80
Fl. 11004	4	1,8	6	360	4	50	7	80
<b>II. Skumdyse og fladsprededyse ved høj vindhastighed</b>								
<i>II. Foam nozzle and flat spray nozzle, high wind velocity</i>								
Lefo. 04	2	1,6	8	240	4-5	50	15	65
Fl. 11004	3	1,6	8	240	4-5	50	15	60
Lefo. 04	2,5	1,8	6	360	5-7	50	15	65
Fl. 11004	4	1,8	6	360	3,5-5	50	15	60
<b>III. Regndråbedyse og fladsprededyse</b>								
<i>III. Raindrop nozzle and flat spray nozzle</i>								
Rd-4	4	2,0	6	400	3-4	50	16	50
Fl. 11004	4	1,8	6	360	4-5	50	16	50
RD-4	2	1,4	6	280	3,5-4,5	50	16	50
Fl. 11004	2	1,3	6	260	4-5	50	16,5	50

### Virkning på ukrudt

I årene 1976-1978 er virkningen på frøkrudtet undersøgt ved sprøjtning med skumdyse eller regndråbedyse på 2 tidspunkter i byg med en jævn ukrudtsbestand. Der er sprøjtet på et tidligt tidspunkt I i maj, når byggen havde 2-3 blade og var ca. 15-20 cm høj, og medens frøkrudtet var i kimbladstadiet og ca. 1-4 cm højt. I andre forsøg er der sprøjtet på et senere tidspunkt II ca. 1. juni, når byggen havde 5-6 blade og var ca. 30-35 cm høj, frøkrudtet var på dette tidspunkt 5-30 cm højt.


Ved sprøjtning af forsøgene i byg er anvendt samme tryk og kørehastighed som ved afdriftsundersøgelserne, hvilket fremgår af tabel 2. Der er anvendt et herbicid med kontaktvirkning, dinoseb 0,8 kg v.st. pr. ha, og et herbicid med systemisk virkning, dichlorprop 2 kg v.st. pr. ha. Resultatet for virkning på ukrudt i alt er vist i fig. 7 og 8.

Ved sprøjtning på det tidlige tidspunkt med dinoseb er der statistisk sikkerhed for, at virknin-

gen på ukrudtet er bedre ved anvendelse af fladsprededyse end ved anvendelse af regndråbedyse (fig. 8 I). For skumdysens vedkommende (fig. 7 I) er der kun en udpræget tendens i samme retning. Ved sprøjtning på et tidligt tidspunkt medens ukrudtsplanterne er små, kræves der en stor dækningsgrad, for at alle ukrudtsplanterne kan blive ramt af sprøjtevæsken. Fordelingen i form af store dråber fra regndråbedysen og i form af skumklatter fra skumdysen giver en mindre dækningsgrad, hvilket kan være årsag til mindre virkning over for ukrudtet.

Ved sprøjtning med det systemiske herbicid dichlorprop er virkningen ikke lige så afhængig af en stor dækningsgrad, idet midlet bliver transporteret i ukrudtsplanterne. Der er generelt fundet lidt bedre virkning på ukrudtet ved anvendelse af fladsprededyse end ved anvendelse af skumdyse eller regndråbedyse. Der er statistisk sikkerhed for, at fladsprededysen giver bedre virkning over for ukrudtet end regndråbedysen ved sprøjtning på et tidligt tidspunkt med ca. 260 l

 Fladsprededyse, 11004  
 Flatspray nozzle, 11004

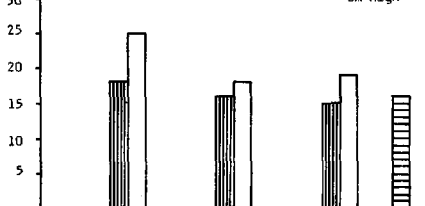
 Regndråbedyse, RD 4  
 Raindrop nozzle, RD 4

Vægt af ukrudt, fht., ubeh. = 100  
 (Weight of weeds rel. fig.) Untreated = 100

I \*Byg 15-20 cm høj, ukr. 1-4 cm højt  
 Barley 15-20 cm high, weeds 1-4 cm high



II \*\*Byg 30-35 høj, ukr. 5-30 cm højt  
 Barley 30-35 cm high, weeds 5-30 cm high



Væske l/ha 360-400 260-280 360-400 LSD<sub>95</sub>  
 Spray vol. l/ha  
 Dose Dose  
 Dinoseb 0,8 kg v.st/ha  
 (s. i. pr. ha) Dichlorprop 2,0 kg v.st/ha  
 (s. i. pr. ha)

x gns. 3 forsøg 1976-78, 86 g ukr. pr. m<sup>2</sup>  
 xx gns. 3 forsøg 1976-78, 52 g ukr. pr. m<sup>2</sup>

Average 3 exp., 86 g weeds pr. m<sup>2</sup>  
 Average 3 exp., 52 g weeds pr. m<sup>2</sup>

Fig. 8. Virkning på ukrudt. Forholdstal  
 Effect on weeds, relative figures

væske pr. ha, og der er tendens til, at virkningen ved fordeling med skumdysse og regndråbedyse forbedres ved at forøge væskemængden fra ca. 260 l/ha til 360-400 l væske pr. ha. Ved sprøjtning på et senere tidspunkt (fig. 7 II og 8 II) har virkningen været omtrent lige så god ved anvendelse af ca. 260 l/ha som ved anvendelse af 360-400 l væske pr. ha.

Virkningen på enkelte ukrudtsarter fremgår af fig. 9 og 10.


Agersennep (*Sinapis arvensis*) må betegnes som meget følsom for de anvendte midler, og plantens blade lader sig let væde af sprøjtevæsken. Virkningen har været god med alle tre dysetyper, og gennemsnitlig har virkningen været

lidt bedre ved fordeling af dinoseb med fladsprededyse end med regndråbedyse eller skumdysse.

Spildplanter af raps er nok følsomme over for de anvendte midler, men planterne har et tykt vokslag på bladene, som derfor vanskeligt lader sig væde af sprøjtevæsken. Virkningen har dog været ret god af dichlorprop uden større forskel ved fordeling med fladsprededyse, skumdysse eller regndråbedyse. Ved fordeling af dinoseb er der en tydelig tendens til bedre virkning med fladsprededyse end regndråbedyse og skumdysse.

Snerlepileurt (*Polygonum convolvulus*) er mere modstandsdygtig over for de anvendte midler, og planternes blade lader sig forholdsvis let væde af sprøjtevæsken. Ved sprøjtning med dichlorprop er der tydelig tendens til bedre virkning med

 Fladsprededyse, 11004  
 Flatspray nozzle, 11004

 Skumdysse, Lefo 04  
 Foam nozzle, Lefo 04

Vægt af ukrudt fht. Ubeh. = 100  
 Weight of weeds rel. fig. Untreated = 100

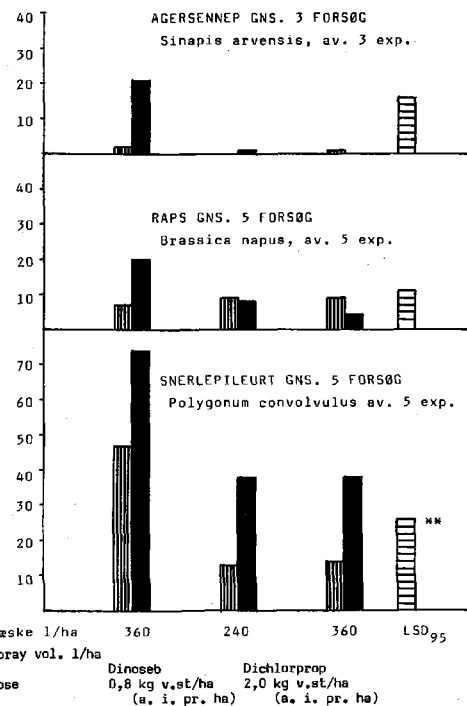


Fig. 9. Virkning på enkelte ukrudtsarter  
 Effect on species of weeds

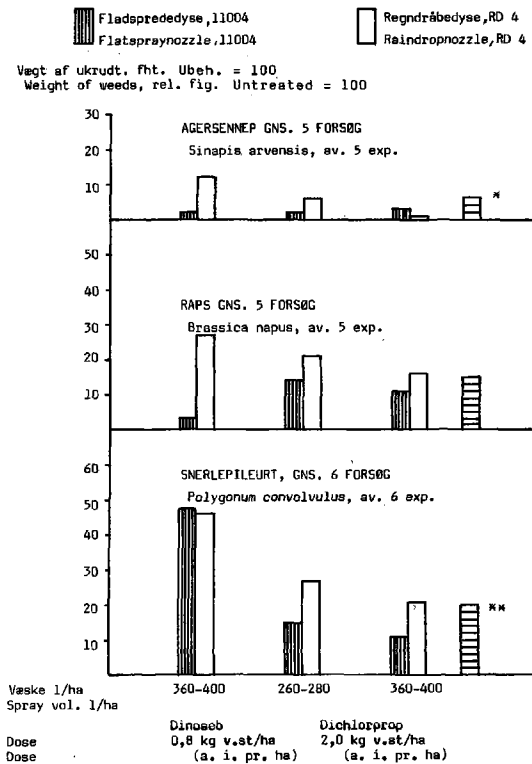


Fig. 10. Virkning på enkelte ukrudtsarter  
Effect on species of weeds

fladsprededyse end regndråbedyse eller skumdyse, og ved sprøjtning med dinoseb er der statistisk sikkerhed for en bedre virkning ved fordeling med fladsprededyse end med skumdyse.

### Virkning på byg

Ved sprøjtning med dinoseb fremkom der synlige svidninger af bygplanterne, hvilket fremgår af karaktererne for skade på byg i tabel 3. Ved fordeling med skumdyse blev en forholdsvis stor del af sprøjtevæsken opfanget i den øverste del af plantebestanden, hvilket forårsagede mere omfattende svidninger på bygplanterne end ved fordeling med fladsprededyse eller regndråbedyse.

Ved sprøjtning på et sent tidspunkt med skumdyse, medførte svidningerne en mindre, men statistisk sikker udbyttenedgang.

Af udbyttetallene i tabel 3 fremgår, at sprøjtningen såvel med dinoseb som med dichlorprop i nogle tilfælde viser tendens til udbyttenedgang. Denne tendens kan være forårsaget af to forhold. Dels er ukrudtsbestanden svag i forsøgene, og dels er der forekommet tørkeperioder ved sprøjtningen i 1977 og 78, som i forbindelse med behandlingen yderligere har trykket kornets udvikling. Ved sprøjtning med dichlorprop er der ikke fundet forskelle i virkningen på byg ved fordeling med fladsprededyse, skumdyse eller regndråbedyse.

### Diskussion

I tabel 4 er vist en oversigt over væskemængde i 1 pr. ha ved ændring af kørehastighed og tryk (I) samt ved ændring af dysestørrelse og tryk (II). De understregede væskemængder er grundlaget for de udførte afdriftsundersøgelser. På tilsvarende måde kan der for enhver marksprøjtning udarbejdes et skema, hvoraf det fremgår, ved hvilke tryk, kørehastigheder og dysestørrelser sprøjten giver meget nær samme væskemængde.

Ud fra skemaerne vil det være muligt på en ret enkel måde at reducere afdriftens omfang. Den enkleste fremgangsmåde er ved ændring af kørehastighed og tryk, men denne fremgangsmåde egner sig kun ved sprøjtning af mindre arealer f.eks. de første spredbredder af en mark, der grænser op til en følsom kultur. Er det større arealer, der skal undgås afdrift fra, kan kørehastigheden opretholdes ved at bruge større dyser, samtidig med at trykket nedsættes. I praksis vil det være en fordel med to sæt spredør og dyser, så der hurtigt kan skiftes fra det ene sæt dyser til det andet.

Ved ændring af tryk og dysestørrelse ændres dysernes spredvinkel, og en fuldstændig dækning af det sprøjtede areal må sikres ved justering af spredbommens højde.

Vindhastigheden er afgørende for afdriftens omfang. Det må frarådes at sprøjte, når det blæser mere end 4-6 m/sek. Bærer vinden sprøjtetågen mod en følsom afgrøde, må sprøjtetågen standses i sikker afstand til den følsomme afgrøde, og det resterende stykke må så sprøjtes, når vinden bærer den anden vej.

**Tabel 3. Virkning på byg (sort Zita)**

*Effect on barley (variety Zita)*

Behandling <i>Treatment</i>	Dyse <i>Nozzle</i>	Væske <i>Spray vol.</i> l/ha.	Udb./merudb. <i>Yield</i> hkg/ha	Karakter f. skade 10=helt vissen <i>Scores f. damage</i> 10=dead	I	II
			I*			
			II**			
Skumdyse. <i>Foam nozzle.</i>						
Antal forsøg. <i>Number of exp.</i>			2	3	2	3
Ubeh.			60,8	55,3	0	0
<i>Untreated</i>						
Dinoseb	Fladspr.	360	-0,9	-0,6	1,5	1,5
0,8 kg v. st./ha	<i>Flat spray</i>					
Dinoseb	Skum	360	-3,0	-4,5	4,6	3,2
0,8 kg a. i./ha	<i>Foam</i>					
	Fladspr.	240	-1,6	-0,6	-	-
	<i>Flat spray</i>					
Dichlorprop	Skum	240	-1,7	0,3	-	-
2,0 kg v. st./ha	<i>Foam</i>					
Dichlorprop	Fladspr.	360	-2,2	0,6	-	-
2,0 kg a. i./ha	<i>Flat spray</i>					
	Skum	360	-1,4	-0,7	-	-
	<i>Foam</i>					
LSD <sub>95</sub>			-	2,3**		
Regndråbedyse. <i>Raindrop nozzle.</i>						
Antal forsøg. <i>Number of exp.</i>			3	3	3	3
Ubeh.			60,6	61,9	0	0
<i>Untreated.</i>						
Dinoseb	Fladspr.	360	-0,1	-2,7	1,9	1,8
0,8 kg v. st./ha	<i>Flat spray</i>					
Dinoseb	Regndr.	400	1,1	-4,0	1,2	1,3
0,8 kg a. i./ha	<i>Raindrop</i>					
	Fladspr.	260	1,1	-2,7	-	-
	<i>Flats pray</i>					
Dichlorprop	Regndr.	280	0,9	-1,0	-	-
2,0 kg v. st./ha	<i>Raindrop</i>					
Dichlorprop	Fladspr.	360	1,2	-1,1	-	-
2,0 kg a. i./ha	<i>Flat spray</i>					
	Regndr.	400	1,0	-2,3	-	-
	<i>Raindrop</i>					
LSD <sub>95</sub>			-	-		

\*Byg 15-20 cm, ukrudt 1-4 cm højt  
*Barley 15-20 cm, weeds 1-4 cm high*

\*\*Byg 30-35 cm, ukrudt 5-30 cm højt  
*Barley 30-35 cm, weeds 5-30 cm high.*

Afstanden til den følsomme kultur kan ned-sættes ved ændring af dysestørrelse, tryk og kø-rehastighed. Ved anvendelse af specialdyser som regndråbedyser og skumdyser, vil den sikre af-stand yderligere kunne reduceres, og i nogle til-fælde vil der være mulighed for at sprøjte marken

færdig, selv om en svag vind bærer over mod en følsom kultur.

Da fordelingen fra regndråbedyser er ret ujævn (*Stecko, 1977*), bør dyserne fortrinsvis anvendes til fordeling af midler med et bredt, gunstigt virk-ningsområde.

Tabel 4. Væskemængde 1 pr. ha.  
 Spray volume 1 pr. ha.

I. Kørehastighed og tryk.

*Travelling speed and pressure*

Dyse nr.	Tryk bar	Ydelse l/min	Kørehastighed km/time						
Nozzle No.	Pressure bar	Capacity l/min	<i>Travelling speed km/hour</i>						
			3	4	5	6	7	8	9
4110-20	1	0,95	<u>380</u>	285	228	190	163	143	127
4110-20	3	1,59	636	477	<u>382</u>	318	273	239	212
4110-20	6	2,25	900	675	540	450	<u>386</u>	338	300

II. Dysestørrelse og tryk

*Size of nozzle and pressure*

4110-24	1	1,1	440	330	264	220	<u>189</u>	165	147
4110-16	3	1,1	440	330	264	220	<u>189</u>	165	147
4110-12	6	1,1	440	330	264	220	<u>189</u>	165	147

Afdrift er et problem for dem, som skal udføre mange sprøjtninger i vækstsæsonen med pesticider. Ofte grænser de arealer, der skal sprøjtes, op til følsomme kulturer af landbrugsafgrøder, af grønsagskulturer eller prydblplanter i frilandsgartnerier og haver. Endvidere er der hensynet til sprøjtemandskabet, som kan blive udsat for påvirkning af sprøjetåge ved ugunstige vindforhold under sprøjtningen, og når sprøjtevæsken bliver stærkt forstøvet. Den gunstige virkning af et ukrudtsmiddel er ofte afgrænset af et snævert tidsinterval. Bliver ukrudtet for stort, kan virkningen af et herbicid blive utilfredsstillende, og i nogle tilfælde kan sen sprøjtning skade kornet, så der bliver udbyttenedgang. Der er derfor mange praktikere, der ser sig nødsaget til at sprøjte, selv om vinden er i ugunstig retning med risiko for skade ved afdrift.

Skaden på kulturplanterne kan ved sprøjtning med ukrudtsmidler, der indeholder hormonmidler, vise sig ved deformation af planterne, men der kan også opstå skade på kulturplanterne ved, at sprøjtemidlet afsættes på kulturplanten, som derved ikke deformeres, men muligvis kommer til at indeholde en sprøjterest.

Som eksempel på, hvor små mængder sprøjtemiddel, der skal til for at forårsage skade på kulturplanter, kan nævnes en undersøgelse af Way (1962), der fandt, at 2 g MCPA pr. ha er den mindste mængde, der har forårsaget synlige forandringer på salat. 10 g MCPA pr. ha gav mere

varige deformiteter, og 25-30 g pr. ha reducerede salgarbarheden af salathoveder.

Antages et salathoved at have form som en kugle med en diameter på 20 cm, kan der teoretisk afsættes 25  $\mu$ g på kuglens overflade, når afdriften er 2 g pr. ha. Et salathoved vejer gennemsnitlig ca. 250 g, og de 25  $\mu$ g, der er den teoretiske sprøjterest på et givet salathoved, udgør 0,1 ppm af salathovedets vægt.

Tolerancegrænserne, der er angivet i litteraturen, for skadedyrsmidler og en del ukrudtsmidler varierer stærkt, men ofte er en tolerancegrænse på 0,05-0,1 til 1,0 ppm anført. For MCPA angives f.eks. en tolerancegrænse på 0,1 ppm. Det vurderes derfor, at en målt afdrift på mindre end 2 til 20 g pr. ha, alt efter midlets giftighed og tolerancegrænsen for midlet, ofte ikke vil forårsage skade på omgivelserne. Ved sprøjtning med MCPA eller blandinger af MCPA og andre typer hormonmidler anvendes almindeligvis 1 kg virksomt stof pr. ha i vårsæd. 2 g og 20 g pr. ha vil i disse tilfælde svare til 2 promille og 20 promille af det udsprøjtede.

Er det grønsagskulturer som f.eks. salathoveder i haver eller frilandsgartnerier, som muligvis bliver konsumeret umiddelbart efter sprøjtning af et tilgrænsende areal, må den målte afdrift således være på ca. 2 promille eller mindre for at undgå sprøjterester, der muligvis vil overskride de fastsatte tolerancegrænser. For at undgå varige deformiteter på en så følsom kultur som salat må

den målte afdrift være på 10 promille eller derunder, når tilgrænsende arealer bliver sprøjtet med et hormonmiddel som MCPA.

### Konklusion

Ved ændring af dysestørrelse, tryk og kørehastighed kan afdriftens omfang reduceres væsentligt. Det er således muligt at formindske risikoen for afdrift ved en hensigtsmæssig indstilling af det materiel, der er til rådighed på enhver marksprøjte.

Ved anvendelse af skumdyser eller regndråbedyser kan risikoen for skader som følge af afdrift yderligere nedsættes, og i nogle tilfælde kan den helt elimineres. I de udførte undersøgelser er de fundne mængder afdrift af sprøjtevæske så små, at det skønnes muligt at sprøjte med et systemisk herbicid helt op til en følsom kultur, uden at det vil forårsage varige deformiteter på kulturen, selv om en svag vind på ca. 3 m/sek. bærer over imod kulturen.

Når det er påkrævet at undgå skader ved afdrift, kan skumdyser eller regndråbedyser anvendes med fordel ved fordeling af systemiske herbicider. Ved fordeling af et kontaktherbicid som dinoseb må regndråbedyser foretrækkes.

Virkingen på ukrudtet kan være noget mindre ved fordeling med skumdyse eller regndråbedyse end ved fordeling med fladsprededyse, især ved sprøjtning på et tidligt tidspunkt, medens ukrudtsplanterne endnu er små. Det vil derfor være en fordel at skifte dyserne til fladsprededyser, når det ikke er påkrævet at undgå afdrift.

### Litteratur

- Nordby, A. & Skuterud, R.* (1975): The effects of boom height, working pressure and wind speed on spray drift. *Weed Research* 14, 385-395.
- Maybank, J., Yoshida, K & Grover, R.* (1974): Droplet size spectra, drift potential and ground deposition pattern of herbicide sprays. *Canadian Journal of Plant Science* 54, 541-546.
- Bode, L.E., Butler, B.J. & Goering, C.E.* (1976): Spray drift recovery as affected by spray thickener, nozzle type and nozzle pressure. (1976). *Transactions of the ASAE* 19, 213-218.
- Permin, O.* (1972): Vinddrift ved marksprøjtning. Ogräs och ogräsbekämpning. 13:e svenske ogräskonferensen G 1-5.
- Stecko, Vilmos* (1977): Spridningsegenskaber hos regndroppsspridare. Ogräs och ogräsbekämpning. 18:e svenska ogräskonferensen. 1 Rapport E 7-13.
- Way, J.M.* (1962): The effects of sublethal doses of MCPA on the morphology and yield of vegetable crops. I *Lettuce Weed Research*, Vol. 2, 233-246.

Manuskript modtaget den 21. august 1979