

De invloed van een windhaag op emissies bij fruitteeltspuiten

*The reduction of the drift of pesticides in
fruit growing by a wind-break*

Ing H.A.J. Porskamp
J.M.P.G. Michielsen
Ir. J.F.M. Huijsmans

imag-dlo



CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG

Porskamp, H.A.J.

De invloed van een windhaag op emissies bij fruitteeltsproeiingen / H.A.J. Porskamp, J.M.P.G. Michielsen, J.F.M. Huijsmans – Wageningen : IMAG-DLO. – Ill. – (Rapport / Dienst Landbouwkundig Onderzoek, Instituut voor Milieu- en Agritechniek ; 94-29)

Met lit. opg. – Met samenvatting in het Engels.

ISBN 90-5406-098-0

NUGI 849

Trefw.: fruitteelt.

© 1994

IMAG-DLO

Postbus 43 – 6700 AA Wageningen

Telefoon 08370-76300

Telefax 08370-25670

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeleenvoudig, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enig andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of the publisher.

Abstract

Porskamp, H.A.J., J.M.G.P. Michielsen and J.F.M. Huijsmans, 1994. The reduction of the drift of pesticides in fruit growing by a wind-break. IMAG-DLO report 94-29, IMAG-DLO, Wageningen, 27 pp.

The spraying of crop protection chemicals should result in a more direct application to the trees providing better spray coverage and prevention of drift to soil and air. When spraying an apple orchard with a conventional cross-flow sprayer, drift to places outside the orchard might be reduced by a wind-break around the orchard. In a series of experiments the effect of a wind-break was evaluated on the emission to the ground and drift into the air outside the orchard. The experiments showed a largely reduced emission by the wind-break compared to no wind-break around the orchard.

Keywords: crop protection, pesticides application, emission, orchards, wind-break

Voorwoord

In 1991 heeft het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij het Meerjarenplan Gewasbescherming (MJP-G, 1991) opgesteld. In het kader van dit plan is een additioneel onderzoekprogramma gestart naar emissiebeperkende toedieningstechnieken, dat uitgevoerd wordt door DLO-onderzoekinstellingen en proefstations. Hiervoor heeft het Ministerie van LNV ook additionele middelen beschikbaar gesteld.

De bijdrage van IMAG-DLO binnen dit programma is het uitvoeren van onderzoek naar bepalingmethoden en het vaststellen van de depositie en emissie bij de verschillende toedieningstechnieken voor gewasbeschermingsmiddelen. Tevens is het uitvoeren van onderzoek naar nieuwe technologieën ter hand genomen.

Het voorliggende rapport is een weergave van het uitgevoerde onderzoek in 1993 naar het effect van een windhaag op de beperking van emissie bij bespuitingen in de fruitteelt. Dit onderzoek sluit aan bij het onderzoek naar emissiebeperkende toedieningstechnieken voor de fruitteelt, uitgevoerd in de jaren 1992 en 1993. Het onderzoek is in goede samenwerking met het Proefstation voor de Fruitteelt (PFW) uitgevoerd en gerealiseerd bij de fruittelers Gebr. den Boer te Numansdorp met medewerkers van de Proeftuin 'Naar Beter Fruit' eveneens te Numansdorp. Een woord van dank aan de medewerkers van de proeftuin, met name aan mevr. E.A. Hermon en de heer H. de Putter (PFW), is hier op zijn plaats.

Ir. A.A. Jongebreur
directeur

Inhoud

Samenvatting	6
1 Inleiding	7
2 Materiaal en methode	8
2.1 Experimenten	8
2.2 Meetmethode	9
2.3 Verwerking metingen	11
3 Resultaten	12
3.1 Emissie naar de grond	12
3.2 Emissie naar de lucht (druppeldrift)	12
3.3 Emissiereductie	13
4 Discussie	15
5 Conclusie	17
Summary	18
Literatuur	19
Bijlage A: Oppervlakte tak, blad en stam en het aantal bladeren per m² windhaag	20
Bijlage B: Meteo-gegevens tijdens de emissiemetingen	21
Bijlage C: Emissie naar de grond bij wel en geen windhaag uitgedrukt in $\mu\text{l}/\text{cm}^2$, gemeten op 8 april	22
Bijlage D: Emissie naar de grond bij wel en geen windhaag uitgedrukt in $\mu\text{l}/\text{cm}^2$, gemeten op 18 juni	23
Bijlage E: Emissie naar de grond bij wel en geen windhaag uitgedrukt in $\mu\text{l}/\text{cm}^2$, gemeten op 20 oktober	24
Bijlage F: Emissie naar de lucht (druppeldrift) bij wel en geen windhaag uitgedrukt in $\mu\text{l}/\text{cm}^2$, gemeten op 28 april	25
Bijlage G: Emissie naar de lucht (druppeldrift) bij wel en geen windhaag uitgedrukt in $\mu\text{l}/\text{cm}^2$, gemeten op 18 juni	26
Bijlage H: Emissie naar de lucht (druppeldrift) bij wel en geen windhaag uitgedrukt in $\mu\text{l}/\text{cm}^2$, gemeten op 20 oktober	27

Samenvatting

Bij de chemische gewasbescherming in de fruitteelt speelt een emissie-arme toediening een belangrijke rol. Naast nieuwe emissiebeperkende toedieningstechnieken, zoals de tunnelspuit, is afscherming door middel van een windhaag rondom een boomgaard ook een mogelijkheid om emissie van gewasbeschermingsmiddel naar buiten het perceel te beperken.

In een onderzoek is het effect van een windhaag op de beperking van de emissie direct buiten het perceel onderzocht. Het onderzoek is uitgevoerd bij een bespuiting met een dwarsstrooms spuit. Bepaald werd de emissie naar de grond en de lucht voor en achter de windhaag in vergelijking tot een open deel zonder haag. De resultaten van de emissiemetingen zijn uitgedrukt als percentage van de door de doppen verspoten hoeveelheid vloeistof per oppervlakte-eenheid boomgaard.

Bij een bespuiting van de buitenste rij van een boomgaard wordt de emissie op de grond direct buiten het perceel sterk gereduceerd door een windhaag. Over een strook van 0-3 m er achter zijn, afhankelijk van de dichtheid van de haag en de windsnelheid, reducties van 68 tot meer dan 90% bereikt.

Ook in de lucht direct achter de haag zijn de reducties aanzienlijk. Over een hoogte van 0-4 m is de reductie 84 tot meer dan 90%. Hier spelen de dichtheid van de haag en de windsnelheid eveneens een rol.

1 Inleiding

Het Nederlandse beleid heeft in het vergaderjaar van de Tweede Kamer 1990-1991 het Meerjarenplan Gewasbescherming (MJP-G, 1991) opgesteld. Dit plan heeft tot doelstelling een halvering van het verbruik aan gewasbeschermingsmiddelen in de agrarische productie- en afzetsectoren en in het beheer van de groene ruimten in het jaar 2000. In 1995 moet een vermindering van 35% zijn bereikt ten opzichte van het gemiddelde verbruik in de periode 1984-1988. Daarnaast moet de uitstoot van gewasbeschermingsmiddelen naar het milieu met ten minste de volgende percentages worden teruggebracht:

	1995	2000
lucht	30%	50%
bodem/grondwater	40%	75%
oppervlaktewater	70%	90%

De vermindering van de te gebruiken hoeveelheid actieve stof en een emissie-arme toepassing daarvan, vereist een verantwoord omgaan met gewasbeschermingsmiddelen. De kennis over de optimale depositie (dosis en verdeling) moet worden verbreed, om te komen tot lagere doseringen en om verliezen naar grond, water en lucht te beperken. Nieuwe toedieningstechnieken is een belangrijke rol toebedeeld om de geschetste doelstellingen van het MJP-G te kunnen bereiken. Zo is voor de fruitteelt de tunnelspuit ontwikkeld, waarbij de vloeistof die niet op de bomen wordt afgezet, gedeeltelijk wordt opgevangen, zodat de emissie naar de omgeving wordt beperkt. Bij het bespuiten van een boomgaard gaven tunnelspuiten, over een strook van 2,5-7,5 m vanaf de laatste bomenrij, emissiereducties van 80 tot 90% ten opzichte van een dwarsstroomspuit (Porskamp e.a., 1994a en 1994b).

Naast de toedieningstechniek kan ook de teelttechniek een bijdrage leveren aan de beperking van emissie buiten het perceel. Te denken valt hierbij aan een windhaag rondom een boomgaard en aan de afstand van de laatste rij bomen tot de rand van het perceel. Veel boomgaarden zijn geheel of gedeeltelijk voorzien van een windhaag. Deze bestaat uit een rij dicht tegen elkaar geplaatste bomen rondom het perceel, die de fruitbomen beschermen tegen sterke wind, zodat beschadiging van bloesem en vruchten en een voortijdige val van vruchten wordt voorkomen. Hij kan echter ook als filter werken voor de emissie van gewasbeschermingsmiddelen naar buiten het perceel. Het doel van het in dit rapport beschreven onderzoek is aan te geven wat bij een bespuiting van een boomgaard de invloed is van een windhaag op de emissie op de grond direct buiten het perceel en op de emissie in de lucht direct er achter.

In dit rapport worden in hoofdstuk 2 de experimenten en de meetmethode beschreven en in hoofdstuk 3 de resultaten. Hoofdstuk 4 bevat de discussie en hoofdstuk 5 de conclusies.

2 Materiaal en methode

2.1 Experimenten

In het groeiseizoen 1993 is op drie tijdstippen (april, juni en oktober) de invloed van een windhaag bepaald op de emissie bij een bespuiting van een boomgaard met een dwarsstroomspuit. De emissie werd gemeten op de grond direct buiten het perceel en in de lucht direct achter de windhaag. Per meetdag werden de metingen in drie- of viervoud herhaald. In totaal zijn 11 metingen uitgevoerd.

Om het effect op de emissie buiten het perceel vast te stellen, is een vergelijking gemaakt tussen een bespuiting met en zonder windhaag rondom het perceel. Hiertoe is een proef uitgevoerd in een boomgaard waarvan de windhaag op twee plaatsen over een lengte van 15 m was verwijderd. De afstand van de haag tot de buitenste rij bomen bedroeg 4 m. Voor en achter de windhaag en bij het ontstane open deel werd de emissie gemeten naar de grond en naar de lucht.

Boomgaard en windhaag

De experimenten werden in een boomgaard nabij de proeftuin 'Naar Beter Fruit' te Numansdorp uitgevoerd in een perceel met aan de ene kant van de haag een jonge beddenaanplant (3 rijen) en aan de andere kant een volgroeide Cox's OP, geplant in een enkelrij-systeem.

De metingen in april werden tengevolge van de heersende windrichting uitgevoerd vanuit het perceel met de jonge beddenaanplant. Deze appelbomen waren klein, hadden weinig blad en stonden in bloei. In juni en oktober werd de bespuiting uitgevoerd in het perceel met de volgroeide Cox's OP (15 jaar). Deze appelbomen stonden volledig in het blad en hadden een hoogte tot 3 m in juni en in oktober na het snoeien tot 2,5 m.

De windhaag bestond uit elzen en werd gekarakteriseerd door de dichtheid per m² scherm te bepalen. Hiertoe werd op drie plaatsen 1 m² windscherm weggeknipt. Het oppervlak van de bladeren werd gemeten met een oppervlaktemeter (Bias); van de takken werd de dikte en de lengte bepaald om het oppervlak te kunnen berekenen. Aangenomen werd dat de stammen van de haag 20% van het oppervlak innamen. In bijlage A staan de meetgegevens van de karakterisering gegeven. Het gemiddeld oppervlak was in de periode april, juni en oktober respectievelijk 2, 8 en 4 m² per m² windscherm.

Spuittechniek

De bespuiting werd uitgevoerd met een Munckhof dwarsstroomspuit. Over de hoogte van de dwarsstroomkap van de spuitmachine waren werveldoppen aangebracht. De onderste werveldop bevond zich 0,5 m boven de grond; het aantal doppen werd aangepast aan de hoogte van de te bespuiten bomen. Tijdens de proeven bedroeg het aftakastorental 670 omw./min, de ventilator stond op de lage stand.

De afstellingen van de machine tijdens de experimenten zijn weergegeven in tabel 1. Bij de bespuiting van de jonge beddenaanplant op 28 april was de machine uitgerust met 2 * 5 doppen en in de uitgegroeide Cox's OP op 18 juni en 20 oktober met 2 * 8 doppen.

Tabel 1 Afstelling van de spuitmachine.
Table 1 Settings of the sprayer.

Tijdstip	28 april	18 juni	20 oktober
aantal doppen	2 * 5	2 * 8	2 * 8
type	Albuz lila	Albuz lila	Albuz lila
druk (bar)	7	7	7
rij snelheid (km/h)	6,0	6,0	4,8
afgifte (l/ha)	120	190	240

2.2 Meetmethode

Emissie

Voorafgaand aan de bepalingen van de emissie werd de spuitmachine gevuld met water, waaraan Brilliant Sulfo Flavine (BSF 3 g/l) en een uitvloeier (Agral 1 g/l) was toegevoegd. Vervolgens werd de tank geruime tijd geroerd en werd enige tijd gespoten om alle leidingen goed te vullen alvorens het meetobject te bespuiten. Voor en na afloop van een bespuiting werd een tankmonster genomen voor de bepaling van de gemiddelde BSF-concentratie in de spuitvloeistof tijdens de uitgevoerde meting.

Tijdens de proef werd de buitenste rij bomen van het perceel over een lengte van 50 m aan beide kanten bespoten; hierbij waren de doppen aan één kant van de machine afgesloten. In april werd deze buitenste rij aan weerskanten driemaal bespoten en in juni en oktober vijfmaal. In figuur 1 is een schematisch overzicht van één kant van de proef gegeven, met de positie van de bespoten rij bomen, de windhaag en de meetpunten.

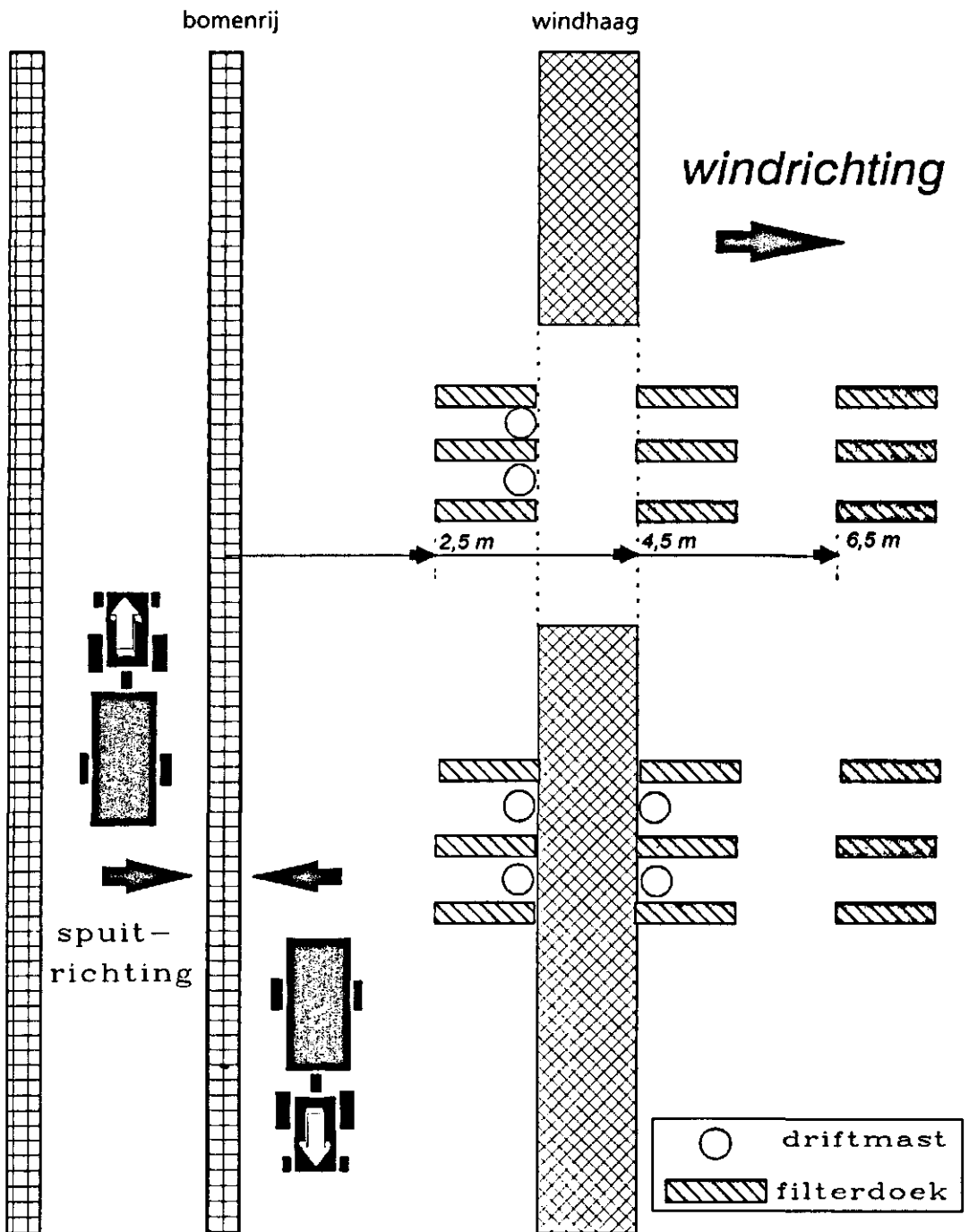
De emissie naar de grond werd gemeten door voor en achter de windhaag (op 2,5-3,5 en 4,5-5,5 m van de laatste bomenrij) en buiten het perceel (op 6,5-7,5 m van de laatste bomenrij) drie rijen latten bespannen met filterdoek (100 * 8 cm) neer te leggen. Ook bij het open stuk lagen op deze afstanden filterdoeken.

Voor de bepaling van de emissie naar de lucht (druppeldrift) werd voor en achter de windhaag een driftmast opgesteld met aan twee lijnen driftcollectoren op 0, 1, 2, 3 en 4 m hoogte. Bij het open stuk stond een driftmast op gelijke hoogte als die vóór de windhaag. De driftcollectoren bestonden uit bolvormige sponsjes.

Na de bespuitingen werden de doeken en de collectoren verzameld en gecodeerd. Op 28 april werden de metingen driemaal herhaald, en op 18 juni en 20 oktober elk viermaal.

Weersomstandigheden

Tijdens een bespuiting werd de windsnelheid, de windrichting, de temperatuur en de luchtvochtigheid gemeten op 15 m afstand van de bomenrij die werd bespoten. De windsnelheid werd op 2 m hoogte gemeten en de temperatuur en de luchtvochtigheid op 1 m hoogte. De windrichting was tijdens de metingen steeds vrijwel haaks op de rijrichting. In bijlage B staan de meteo-gegevens vermeld. De windsnelheid varieerde in april van 3,1 tot 4,7 m/s. In juni en oktober was de windsnelheid duidelijk lager en varieerde van 0,3 tot 1,9 m/s.



Figuur 1 Situatieschets van één kant van de proef met de positie van de bomenrij (boomgaard), windhaag en de meetpunten tijdens de emissiemetingen.

Figure 1 Schematic overview of one side of the experimental site with the position of the last row of the orchard, the wind-break and the sample positions.

2.3 Verwerking metingen

Analyse monsters

Alle monsters (filterdoeken en driftcollectoren) werden geanalyseerd op de fluorescentiewaarde om de hoeveelheid spuitmiddel (BSF) te bepalen (volgens Michielsen en Porskamp, 1993). De tankmonsters werden daartoe eerst verwarmd en vervolgens 500 maal verdund. De filterdoeken werden gespoeld in 750 ml water en gedurende 15 minuten geschud. De driftcollectoren werden gespoeld in 250 ml water en ook gedurende 15 minuten geschud. Van het spoelwater werd de fluorescentie gemeten.

De emissie op de doeken en driftcollectoren werd berekend volgens:

$$\frac{(\text{Fluor}_{\text{monster}} - \text{Fluor}_{\text{blanco}}) * \text{ijkfactor} * \text{hoeveelheid spoelwater}}{\text{oppervlak}_{\text{monster}} * \text{tankconcentratie}_{\text{gem. voor+na}}} = \mu\text{l}/\text{cm}^2 \quad (1)$$

Fluor _{monster}	fluorescentiewaarde van het monster
Fluor _{blanco}	fluorescentiewaarde van het blanco monster
ijkfactor	($\mu\text{g BSF/l}$)/fluorescentiewaarde
hoeveelheid spoelwater	l
oppervlak _{monster}	cm^2
tankconcentratie	g BSF/l

Het percentage emissie naar de grond werd berekend door de emissie naar de grond per oppervlakte-eenheid uit te drukken in procenten van de door de doppen verspoten hoeveelheid per oppervlakte-eenheid boomgaard.

De luchtemissie op de driftcollectoren werd op dezelfde manier berekend. Al deze waarden worden dus uitgedrukt in procenten van de toegepaste dosering per oppervlakte-eenheid boomgaard. De emissie uitgedrukt in procenten van de dosering werd berekend volgens:

$$\frac{\text{emissie in } \mu\text{l}/\text{cm}^2}{\text{verspoten hoeveelheid in } \mu\text{l}/\text{cm}^2_{\text{grondopp.}}} * 100\% \quad (2)$$

De statistische analyse van de resultaten vond plaats met behulp van Genstat (Payne, 1993). Voor de analyse zijn de emissiepercentages logaritmisch getransformeerd, omdat de effecten eerder multiplicatief dan additief zijn en omdat op logschaal de restvariantie vrijwel constant blijkt te zijn. Verschillen tussen effecten zijn getoetst bij een onbetrouwbaarheidsdrempel van 5%.

3 Resultaten

3.1 Emissie naar de grond

De resultaten van de monsteranalyses van de emissie naar de grond van april, juni en oktober staan in bijlage C, D en E uitgedrukt in $\mu\text{l}/\text{cm}^2$. Deze data zijn omgerekend naar procenten van de toegepaste dosering. In tabel 2 zijn de gemiddelde emissiewaarden per meetdag weergegeven, op drie afstanden van de laatste bomenrij in de situatie zonder en met windhaag.

Tabel 2 Emissie op de grond op verschillende afstanden van de laatste bomenrij in de situatie met en zonder windhaag, uitgedrukt in procenten van de toegepaste dosering per oppervlakte eenheid boomgaard.

Table 2 Emission to the ground, leeward side of the orchard at different distances to the last row, with and without a wind-break, as a percentage of application rate per surface area orchard.

Afstand m	Zonder windhaag			Met windhaag		
	2,5-3,5	4,5-5,5	6,5-7,5	2,5-3,5*	4,5-5,5**	6,5-7,5
28 april	15,8	11,1	9,0	13,1	3,6	1,9
18 juni	2,4	0,9	0,4	1,3	<0,1	<0,1
20 oktober	2,3	0,7	0,4	1,1	0,1	<0,1

* meetpunt voor windhaag

** meetpunt achter windhaag

Uit tabel 2 volgt dat in april een veel hogere emissie naar de grond werd gemeten dan in juni en oktober. De windsnelheid was in april aanzienlijk hoger dan in juni en oktober. Bovendien werd in april een jonge aanplant bespoten, met een klein bladoppervlak en daardoor een geringe vangcapaciteit, en in juni en oktober volgroeide Cox's OP, met een veel grotere vangcapaciteit.

Op de grond voor de haag (2,5-3,5 m vanaf laatste bomenrij) was in juni en oktober de emissie iets lager dan in het open stuk waar de windhaag was weggehaald; in april was er geen duidelijk verschil.

Achter de windhaag was in alle gevallen de emissie naar de grond duidelijk lager dan op dezelfde plaatsen in het open deel. In veel gevallen lag de emissie op de grond achter de windhaag beneden de detectiegrens van 0,1% van de dosering.

3.2 Emissie naar de lucht (druppeldrift)

De resultaten van de monsteranalyses van de emissiemetingen naar de lucht (druppeldrift) staan, uitgedrukt in $\mu\text{l}/\text{cm}^2$, in bijlage F, G en H. Deze data zijn omgerekend naar procenten van de dosering; 100% is de waarde van de door de doppen verspoten hoeveelheid vloeistof per oppervlakte-eenheid boomgaard.

In tabel 3 staan de emissies naar de lucht op verschillende hoogtes voor de situaties

zonder haag, voor de haag en achter de haag. In april was met de hogere windsnelheid de emissie op de meetmast zowel voor als achter de windhaag als in het open stuk duidelijk hoger dan in juni en oktober. Achter de haag was de gemeten druppeldrift in alle gevallen duidelijk lager dan voor de haag en in de open situatie zonder haag. Voor de haag was in juni en oktober de gemeten druppeldrift lager dan op dezelfde plaats in de open situatie. In april was er geen verschil; tijdens deze metingen was de haag minder dicht en de windsnelheid tijdens de bespuiting hoger dan in juni en oktober.

Tabel 3 Gemiddelde emissie naar de lucht (druppeldrift) op verschillende hoogtes in de situatie met en zonder windhaag, uitgedrukt in procenten van de toegepaste dosering per oppervlakte-eenheid boomgaard.

Table 3 Mean spray drift into the air, leeward side of the orchard at different distances heights above the soil surface and distances to the last row, with and without a windbreak, as a percentage of application rate per surface area orchard.

Hoogte [m]	Zonder windhaag			Met windhaag					
				voor de haag			achter de haag		
	28-4	18-6	20-10	28-4	18-6	20-10	28-4	18-6	20-10
0	77,5	19,3	21,6	56,2	10,1	9,5	15,3	0,4	1,4
1	63,2	14,7	14,8	60,2	7,2	6,7	8,3	0,1	0,1
2	38,2	7,2	8,9	42,9	5,8	4,5	5,4	<0,1	0,1
3	18,8	4,3	4,9	22,7	3,0	1,6	1,9	0,7	<0,1
4	5,8	1,1	1,6	8,7	1,7	0,5	1,7	0,1	<0,1
Gem.	40,7	9,3	10,4	38,1	5,6	4,5	6,6	0,1	0,3

3.3 Emissiereductie

De emissiereductie door een windhaag kan worden berekend door vergelijking van de situatie met en zonder windhaag. In tabel 4 zijn de berekend emissiereducties weergegeven. De reductie op de grond is bepaald op 0-1 en 2-3 m achter de windhaag, die naar de lucht direct achter de haag over 0-4 m hoogte.

Tabel 4 Emissiereductie op de grond door een windhaag op verschillende afstanden achter de haag en in de lucht direct achter de haag.

Table 4 Reduction of emissions to the ground and into the air leeward side of the orchard behind the wind-break, compared to without hedge, as a percentage of application rate per surface area orchard.

Afstand achter windhaag	Grond		Lucht (0-4 m hoogte)
	0-1 m	2-3 m	0 m
april	68	79	84
juni	>90	>90	>90
oktober	90	>90	>90

Uit tabel 4 volgt dat in de meetperiode in april, met een nog niet dichtgegroeide haag, de emissiereductie op de grond op 2-3 m achter de haag 79% bedroeg; direct achter de haag was dit 68%. In de meetperiodes juni en oktober, met een dichtere windhaag en

een lagere windsnelheid, bedroeg de reductie zowel op 0-1 m als op 2-3 m van de haag 90% en meer.

De reductie van de druppeldrift over een hoogte van 0-4 m direct achter de windhaag bedroeg in april gemiddeld 84% en in juni en oktober meer dan 90%.

4 Discussie

Emissie

In 1992 en 1993 is onderzoek verricht naar de emissie bij verschillende spuittechnieken (Porskamp e.a., 1994a en 1994b). In dit onderzoek werd ook de emissie gemeten van een dwarsstroomspuit. Bij deze proeven werden de buitenste vijf rijen van het perceel bespoten; bij het onderzoek naar het effect van een windhaag werd één bomenrij drie tot vijf keer bespoten. De meetpunten voor de emissie op de grond bevonden zich in deze onderzoeken op dezelfde afstanden van de laatste bomenrij.

In tabel 5 zijn de resultaten van de emissiemetingen van het spuittechniekonderzoek in 1992 en 1993 weergegeven samen met die bij het open stuk in de windhaag. De gegevens zijn niet geheel vergelijkbaar. De onderzoeken verschillen in de afstellingen van de spuitmachine (aantal geopende spuitdoppen), de bespoten bomen en de windsnelheid tijdens de metingen.

Tabel 5 Emissie naar de grond buiten het perceel uitgedrukt in procenten van de toegepaste dosering per oppervlakte-eenheid boomgaard bij onderzoek aan spuittechnieken (Porskamp et al., 1994a and 1994b) en de meting bij het open stuk in de windhaag in 1993.

Table 5 Emission to the ground, leeward side of the orchard at different distances to the last row, in research on application techniques (Porskamp et al., 1994a and 1994b) and the research on the open part of the wind-break, as a percentage of application rate per surface area orchard.

Onderzoek	Windsnelheid m/s	Afstand tot laatste bomenrij [m]		
		2,5-3,5	4,5-5,5	6,5-7,5
sputtechniek 1992	1,0-3,5	15,5	5,7	2,8
sputtechniek 1993	1,5-4,0	14,0	7,7	4,1
windhaag* 1993	3,0-5,0	15,8	11,1	9,0
windhaag** 1993	0,5-2,0	2,4	0,8	0,4

* Jonge beddenaanplant

** Volgroeide Cox's OP bomen

De gemeten emissies buiten het perceel bij het spuittechniekonderzoek lagen in 1992 en 1993 op hetzelfde niveau. De resultaten van de emissiemetingen bij het onderzoek aan de windhaag (open stuk in de windhaag) wijken hier van af. Bij een windsnelheid van 3-5 m/s lijken de emissies hoger te zijn op grotere afstand van de windhaag. Bij de lage windsnelheid en de volgroeide bomen was het totale niveau duidelijk lager dan bij de emissiemetingen in het spuittechniekonderzoek. De afname van de emissie met de afstand had in de onderzoeken wel dezelfde trend. Verschillen in hoogten van de emissie zijn mogelijk het gevolg van de verschillende proefomstandigheden.

Emissie naar de grond en naar de lucht net voor en achter de windhaag

Door Crum en De Heer (1991) zijn emissiemetingen voor en achter een windhaag uitgevoerd bij een bespuiting met een dwarsstroomspuit. Bij de metingen op de grond net voor de windhaag werd een emissie gemeten van 7,9% en net achter de windhaag van 1,2%. De emissie achter de haag was 85% lager dan net voor de haag. In het voor-

liggende onderzoek werd 1,1-13,1% voor de haag gemeten en <0,1-3,6% net achter de haag (tabel 2). De emissie achter de haag was 70 tot meer dan 90% lager dan voor de haag. Ondanks de verschillende omstandigheden ten opzichte van het onderzoek van Crum en De Heer ligt het effect van de windhaag op de emissie op de grond direct achter de windhaag in dezelfde orde van grootte.

Door Crum en De Heer (1991) is tevens de emissie in de lucht op 1,5 m hoogte gemeten direct achter de windhaag. De emissie bedroeg gemiddeld 3,5% van de dosering en boven de haag 9%. De huidige metingen gaven op een hoogte van 2 m direct achter de windhaag een emissie van 0,1-8,3% en op 4 m hoogte net voor de haag van 0,5-8,7%.

Emissie voor de windhaag in vergelijking tot geen windhaag

In tabel 2 is de emissie naar de grond vermeld op 2,5-3,5 m afstand van de laatste bomenrij in de situatie zonder windhaag en met windhaag (monsterplaats voor de windhaag). Bij de metingen op 28 april was er geen verschil tussen de emissie net voor de haag en die in het open stuk. Bij de metingen op 18 juni en 20 oktober was de emissie als geheel veel lager en was in het open stuk bijna tweemaal zo hoog als voor de haag. Ook de emissie in de lucht, gemeten op de meetmast, was op 20 oktober in het open stuk hoger dan net voor de windhaag. Een mogelijke verklaring voor deze verschillen is, dat bij de lage windsnelheid en de grote dichtheid van de haag op 18 juni en 20 oktober de windhaag als buffer optrad en de spuitnevel er overheen ging.

5 Conclusie

Bij een bespuiting van de buitenste rij van een boomgaard door een dwarsstroomspuit wordt de emissie op de grond direct buiten het perceel sterk gereduceerd door een windhaag. Over een strook van 0-3 m achter de windhaag zijn afhankelijk van de dichtheid van de haag en de windsnelheid reducties van 68 tot meer dan 90% bereikt. Ook in de lucht direct achter de haag zijn de reducties aanzienlijk, over een hoogte van 0-4 m zelfs 84 tot meer dan 90%. De dichtheid van de haag en de windsnelheid spelen hier eveneens een rol.

Summary

A general reduction in the use of pesticides and a reduction in spray drift to surface water next to an orchard can be achieved by improvements in spraying application techniques. In apple growing, orchards are usually sprayed with air-assisted sprayers. The forced air flow conveys the droplets to the trees and allows for an increase in droplet penetration into the crown of the tree possible, though this system can also increase drift or deposition to the soil. In recent years the tunnel sprayer concept has been developed to improve deposition and to reduce emissions (Porskamp et al., 1994a and 1994b). Spray drift to the soil and air next to the orchard might also be reduced by a wind-break of trees around the orchard. In a series of experiments the effect of a wind-break on the emission outside the orchard was evaluated. In the experiments drift to the soil and air next to the orchard were measured. Spraying was carried out with a conventional cross flow fan sprayer. The recovery was measured by means of adding a fluorescent dye to the spray liquid. The recovery is presented as a percentage of the spray dose (nozzle output per ha) on a certain orchard area.

The wind-break around the orchard resulted in significantly lower drift to the soil and air at the places behind the wind-break. The reduction in emission to the soil and air can be calculated and compared with a situation without a wind-break. On the soil next to the orchard the wind-break gave an emission reduction in the range of 68 to more than 90% at a distance of 0-3 m behind the wind-break. The emission to the air next to the orchard was reduced by 84 to more than 90%, in the height range of 0-4 m above the soil surface. Results depended on the leaf density of the wind-break and the windspeed during the experiments.

Literatuur

- Crum, S.J.H. en H. de Heer, 1991. Het effect van twee verschillende spuitmachines op de depositie en luchtconcentratie van deltametrin in een appelboomgaard. SC-DLO rapport 153, SC-DLO, Wageningen, 49 pp.
- Michielsen, J.M.P.G. en H.A.J. Porskamp, 1993. Meetmethodiek voor depositie en emissie bij de toediening van gewasbeschermingsmiddelen. IMAG-DLO nota 93-75, IMAG-DLO, Wageningen, 21 pp.
- MJP-G, 1991. Meerjarenplan Gewasbescherming, Tweede Kamer, vergaderjaar 1990-1991, 21677, nrs 3-4, Sdu Uitgeverij, 's Gravenhage, 298 pp.
- Payne, R.W., 1993. Genstat 5 Release 3 Reference Manual. Oxford University Press Harpenden, UK. 796 pp.
- Porskamp, H.A.J., J.M.G.P. Michielsen en J.F.M. Huijsmans, 1994a. Emissie beperkende spuittechnieken voor de fruitteelt (1992). Onderzoek depositie en emissie van gewasbeschermingsmiddelen. IMAG-DLO rapport 94-19, IMAG-DLO, Wageningen, 43 pp.
- Porskamp, H.A.J., J.M.G.P. Michielsen en J.F.M. Huijsmans, 1994b. Emissie beperkende spuittechnieken voor de fruitteelt (1993). Onderzoek emissie van gewasbeschermingsmiddelen. IMAG-DLO rapport 94-23, IMAG-DLO, Wageningen, 33 pp.

Bijlagen

Bijlage A: Oppervlakte tak, blad en stam en het aantal bladeren per m² windhaag.

Meetvak	1	2	3	Gemiddeld
28 april				
tak opp. [m ²]	0,33	0,43	0,43	
blad opp. [m ²]	2,25	0,52	1,75	
stam opp. [m ²]	0,20	0,20	0,20	
totaal opp. [m ²]	2,78	1,15	2,38	2,10
aantal bladeren	1950	790	1430	1390
18 juni				
tak opp. [m ²]	0,44	0,36		
blad opp. [m ²]	8,30	6,50		
stam opp. [m ²]	0,20	0,20		
totaal opp. [m ²]	8,94	7,06		8,00
aantal bladeren	2734	2050		2392
20 oktober				
tak opp. [m ²]	0,23	0,31	0,33	
blad opp. [m ²]	2,45	3,26	4,48	
stam opp. [m ²]	0,20	0,20	0,20	
totaal opp. [m ²]	2,88	3,77	5,01	3,89
aantal bladeren	1796	1488	1853	1712

De windhaag bestond uit elzen met een onderlinge afstand van 1 m. In april bedroeg de hoogte 3,5 m en de dikte 0,9 m.

In de tabel zijn de resultaten van de metingen aan de windhaag weergegeven. Naast het gemeten tak-, stam- en bladoppervlak is het aantal getelde bladeren weergegeven voor het meetvak van 1 m². Voor de stam is uitgegaan van 20% oppervlak van de gemeten m². Uit de tabel blijkt dat er een groot verschil in dichtheid was gedurende het groeiseizoen. Dit werd voornamelijk veroorzaakt door de hoeveelheid blad. Het takoppervlak veranderde gedurende het seizoen nauwelijks. Tussen 19 juni en 20 oktober werd de haag gesnoeid waardoor vooral het blad- en takoppervlak kleiner werd.

De metingen op de verschillende plaatsen in de haag toonden grote onderlinge verschillen. Dit bleek vooral door het bladoppervlak veroorzaakt te worden.

Bijlage B: Meteo-gegevens tijdens de emissiemetingen.

Datum	Herhaling	Windsnelheid m/s	Temp. ⁰ C	RV %
28 april	1	3,1	22	45
	2	4,2	25	34
	3	4,7	22	28

18 juni	1	0,3	21	69
	2	0,7	20	80
	3	1,9	19	85
	4	1,4	19	83

20 oktober	1	1,0	10	81
	2	1,3	11	69
	3	0,8	10	77
	4	1,3	9	78

Bijlage C: Emissie naar de grond op 2,5-3,5, 4,5-5,5 en 6,5-7,5 m afstand van de laatste bomerrij, zonder windhaag (open stuk) en met windhaag, uitgedrukt in $\mu\text{l}/\text{cm}^2$, per herhaling in drievoud gemeten op 8 april.

Herhaling	Haag	Afstand [m]	Meting		
			1	2	3
1	open stuk	2,5	0,888	0,741	0,606
		4,5	0,548	0,431	0,443
		6,5	0,463	0,398	0,368
	haag	2,5	0,589	0,540	0,586
		4,5	0,192	0,178	0,060
		6,5	0,101	0,085	0,045
2	open stuk	2,5	0,634	0,740	0,945
		4,5	0,399	0,628	0,724
		6,5	0,361	0,413	0,416
	haag	2,5	0,697	0,649	0,432
		4,5	0,275	0,222	0,084
		6,5	0,133	0,098	0,060
3	open stuk	2,5	0,563	0,817	0,908
		4,5	0,488	0,630	0,502
		6,5	0,481	0,591	0,406
	haag	2,5	0,666	0,802	0,680
		4,5	0,235	0,169	0,161
		6,5	0,126	0,088	0,091

Bijlage D: Emissie naar de grond op 2,5-3,5, 4,5-5,5 en 6,5-7,5 m afstand van de laatste bomenrij, zonder windhaag (open stuk) en met windhaag, uitgedrukt in $\mu\text{l}/\text{cm}^2$, per herhaling in drievoud gemeten op 18 juni.

Herhaling	Haag	Afstand [m]	Meting		
			1	2	3
1	open stuk	2,5	0,206	0,158	0,099
		4,5	0,043	0,024	0,013
		6,5	0,012	0,011	0,003
	haag	2,5	0,086	0,126	0,117
		4,5	0,002	0,003	0,004
		6,5	0,001	0,001	0,002
2	open stuk	2,5	0,277	0,199	0,215
		4,5	0,072	0,076	0,079
		6,5	0,038	0,032	0,030
	haag	2,5	0,072	0,081	0,100
		4,5	0,002	0,002	0,003
		6,5	0,001	0,001	0,000
3	open stuk	2,5	0,265	0,219	0,323
		4,5	0,157	0,124	0,110
		6,5	0,099	0,074	0,051
	haag	2,5	0,261	0,127	0,142
		4,5	0,005	0,005	0,005
		6,5	0,005	0,006	0,004
4	open stuk	2,5	0,290	0,251	0,282
		4,5	0,078	0,101	0,097
		6,5	0,061	0,039	0,035
	haag	2,5	0,135	0,122	0,159
		4,5	0,002	0,002	0,003
		6,5	0,002	0,003	0,002

Bijlage E: Emissie naar de grond op 2,5-3,5, 4,5-5,5 en 6,5-7,5 m afstand van de laatste bomenrij, zonder windhaag (open stuk) en met windhaag, uitgedrukt in $\mu\text{l}/\text{cm}^2$, per herhaling in drievoud gemeten op 20 oktober.

Herhaling	Haag	Afstand [m]	Meting		
			1	2	3
1	open stuk	2,5	0,116	0,183	0,207
		4,5	0,035	0,059	0,059
		6,5	0,011	0,020	0,037
	haag	2,5	0,074	0,082	0,093
		4,5	0,004	0,006	0,007
		6,5	0,004	0,002	0,003
2	open stuk	2,5	0,105	0,148	0,141
		4,5	0,037	0,054	0,043
		6,5	0,025	0,020	0,031
	haag	2,5	0,105	0,069	0,087
		4,5	0,007	0,009	0,012
		6,5	0,005	0,004	0,002
3	open stuk	2,5	0,156	0,165	0,190
		4,5	0,040	0,039	0,051
		6,5	0,017	0,028	0,026
	haag	2,5	0,090	0,091	0,059
		4,5	0,003	0,005	0,002
		6,5	0,002	0,002	0,003
4	open stuk	2,5	0,202	0,126	0,249
		4,5	0,063	0,051	0,104
		6,5	0,042	0,040	0,072
	haag	2,5	0,100	0,065	0,060
		4,5	0,004	0,004	0,003
		6,5	0,004	0,003	0,002

Bijlage F: Emissie naar de lucht (druppeldrift) gemeten op verschillende hoogtes zonder windhaag (open stuk) en voor en achter de windhaag, uitgedrukt in $\mu\text{l}/\text{cm}^2$, per herhaling in duplo gemeten op 28 april.

Herh.	Plaats bij haag	Rij	Hoogte [m]				
			0	1	2	3	4
1	open stuk	1	3,203	2,884	1,343	0,622	0,472
		2	2,344	2,433	1,634	1,118	0,248
	voor haag	1	2,293	2,488	1,729	0,781	0,448
		2	1,790	2,327	1,577	1,057	0,338
	achter haag	1	0,606	0,218	0,134	0,062	0,116
		2	0,570	0,541	0,415	0,051	0,106
2	open stuk	1	3,492	2,817	1,989	1,022	0,338
		2	4,436	3,718	2,133	0,985	0,174
	voor haag	1	3,822	3,728	2,353	0,634	0,163
		2	2,787	2,604	2,025	1,179	0,371
	achter haag	1	0,760	0,602	0,403	0,088	0,070
		2	0,742	0,220	0,147	0,045	0,069
3	open stuk	1	4,420	3,374	1,962	0,659	0,178
		2	4,412	2,985	1,930	1,002	0,238
	voor haag	1	2,613	2,704	2,231	1,067	0,539
		2	2,891	3,493	2,439	1,817	0,636
	achter haag	1	0,546	0,406	0,302	0,145	0,079
		2	1,195	0,401	0,162	0,168	0,061

Bijlage G: Emissie naar de lucht (druppeldrift) gemeten op verschillende hoogtes zonder windhaag (open stuk) en voor en achter de windhaag, uitgedrukt in $\mu\text{l}/\text{cm}^2$, per herhaling in duplo gemeten op 18 juni.

Herh.	Plaats bij haag	Rij	Hoogte [m]				
			0	1	2	3	4
1	open stuk	1	1,425	0,561	0,204	0,109	0,004
		2	0,943	0,285	0,069	0,029	0,015
	voor haag	1	1,226	0,327	0,240	0,084	0,030
		2	0,877	0,399	0,143	0,053	0,033
	achter haag	1	0,073	0,009	0,006	0,000	0,002
		2	0,023	0,000	0,000	0,009	0,000
2	open stuk	1	1,583	1,608	0,628	0,337	0,049
		2	1,236	1,051	0,693	0,273	0,047
	voor haag	1	0,727	0,268	0,176	0,039	0,002
		2	0,773	0,256	0,104	0,028	0,000
	achter haag	1	0,019	0,004	0,000	0,000	0,000
		2	0,025	0,001	0,000	0,010	0,006
3	open stuk	1	2,879	1,906	1,155	1,055	0,324
		2	1,477	2,022	0,365	0,892	0,254
	voor haag	1	0,690	0,773	0,790	0,566	0,303
		2	1,508	1,324	1,230	0,620	0,411
	achter haag	1	0,082	0,004	0,000	0,006	0,022
		2	0,047	0,006	0,000	0,000	0,015
4	open stuk	1	2,415	1,452	1,514	0,315	0,060
		2	2,674	2,251	0,862	0,278	0,077
	voor haag	1	0,800	0,958	0,749	0,405	0,259
		2	1,063	1,181	0,950	0,497	0,298
	achter haag	1	0,012	0,006	0,000	*	0,031
		2	0,014	0,010	0,000	0,008	0,013

Bijlage H: Emissie naar de lucht (druppeldrift) gemeten op verschillende hoogtes zonder windhaag (open stuk) en voor en achter de windhaag, uitgedrukt in $\mu\text{l}/\text{cm}^2$, per herhaling in duplo gemeten op 20 oktober.

Herh.	Plaats bij haag	Rij	Hoogte [m]				
			0	1	2	3	4
1	open stuk	1	1,336	1,180	0,701	0,433	0,073
		2	1,281	1,407	0,725	0,320	0,092
	voor haag	1	1,030	0,352	0,513	0,235	0,042
		2	0,875	0,877	0,402	0,016	0,000
	achter haag	1	0,201	0,037	0,007	0,000	0,000
		2	0,031	0,004	0,004	0,000	0,000
2	open stuk	1	1,613	0,974	0,687	0,666	0,259
		2	1,472	0,808	0,248	0,234	0,243
	voor haag	1	0,864	0,684	0,425	0,170	0,034
		2	0,673	0,398	0,228	0,070	0,016
	achter haag	1	0,112	0,002	0,004	0,006	0,000
		2	0,128	0,023	0,027	0,000	0,000
3	open stuk	1	1,097	0,459	1,006	0,207	0,102
		2	1,345	0,677	0,402	0,267	0,037
	voor haag	1	0,304	0,262	0,167	0,075	0,035
		2	0,600	0,486	0,287	0,137	0,026
	achter haag	1	0,082	0,002	0,000	0,000	0,000
		2	0,039	0,000	0,016	0,000	0,000
4	open stuk	1	1,943	1,253	0,655	0,425	0,066
		2	2,335	1,745	0,678	0,286	0,074
	voor haag	1	0,700	0,300	0,325	0,076	0,019
		2	0,394	0,516	0,227	0,149	0,096
	achter haag	1	0,068	0,000	0,000	0,004	0,000
		2	0,160	0,009	0,000	0,000	0,000

Rapportenoverzicht 1994

- 94-1 Bleijenberg, R. en J.P.M. Ploegaert, 1994 – Handleiding voor de IMAG-DLO meetmethode ter bepaling van ammoniakemissies uit mechanisch geventileerde stallen.
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 77 pp. f 40,00
- 94-2 Hendriks, J.G.L. en J.F.M. Huijsmans 1994 – Trekkkrachtbehoefte van sleepvoeten- en zodebemestertechnieken op grasland.
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 44 pp. f 35,00
- 94-3 Elderen, E. van en G.H. Kroeze, 1994 – Operational decision making for arable and grassland farms.
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 74 pp f 35,00
- 94-4 Huis in 't Veld, J.W.H., Kroodsma, W. en W.J. de Boer 1994 – Vermindering ammoniakemissie uit een ligboxenstal door spoelen van een hellende betonvloer.
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 24 pp f 30,00
- 94-5 Arts, W.B.M., Verwijs, B.R. en J. van Maanen, 1994 – De invloed van berijding op de fysische bodemconditie van zandgrond en de gevolgen daarvan voor de grasproductie.
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 69 pp. f 35,00
- 94-6 Boer, W.J. de, Keen, A. en G.J. Monteny, 1994 – Het effect van spoelen op de ammoniakemissie uit melkveestallen. Het schatten van behandelingseffecten en nauwkeurigheden door tijdreeksanalyse.
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 32 pp. f 30
- 94-7 Huis in 't Veld, J.W.H., Boer, W.J. de en W. Kroodsma, 1994 – Ammoniakemissiereductie door spoelen van een hellende, gecoate betonvloer in een rundveestal.
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 25 pp. f 30,00
- 94-8 Breemhaar, H.G. en A. Bouman, 1994 – Mechanische oogst en schoning van nieuwe oliehoudende gewassen.
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 34 pp. f 30,00
- 94-9 Breuer, J.J.G. en N.J. van de Braak, 1994 – Een statisch en dynamisch simulatiemodel voor klimaatprocessen en energiestromen in kassen.
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 60 pp. f 40,00
- 94-10 Breuer, J.J.G. en N.J. van de Braak, 1994 – Effect van grondbuiskoeling en indirecte verdampingskoeling op de ventilatie in kassen.
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 29 pp. f 30,00
- 94-11 Lokhorst, C. Smits, A.C., Niekerk, Th. van en A.M. van de Weerdhof, 1994 – Programma van eisen voor de inrichting van volièrestallen voor leghennen.
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 51 pp. f 30,00
- 94-12 Straelen, B.C.P.M. van, 1994 – Remsystemen voor landbouwwagens.
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 65 pp. f 30,00
- 94-13 Swierstra, D., Huis in 't Veld, J.W.H., Kroodsma, W. en M.C.J. Smits, 1994 – Ammoniakemissie en stroefheid van roostervloeren en dichte vloeren in ligboxenstallen voor rundvee.
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 24 pp. f 30,00

- 94-15 Boer, W.J de en N.W.M. Ogink, 1994. – Het effect van ventilatie en temperatuur op de ammoniakemissie uit een rundveestal : het schatten van behandelings-effecten en nauwkeurigheden door tijdreeksanalyse.
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 31 pp. f 30,00
- 94-16 Ketelaar-de Lauwere, C.C. en E. Benders, 1994. – De invloed van het additioneel verstrekken van krachtvoer in de selectiebox en het melken op de bezoeken van koeien aan het automatisch melksysteem.
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 24 pp. f 30,00
- 94-17 Top, M. van den, Akkermans, R. en H.H.E. Oude Vrielink, 1994. – Ergonomische knelpunten van volière- en legbatterijhuisvestingssystemen voor leghennen.
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 42 pp. f 40,00
- 94-18 Burgers, B.C.H. , Dieën, J.H. van en H.M. Toussaint, 1994 – Arbeidsongeschiktheid in de agrarische sector in Nederland.
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 72 pp. f 45,00
- 94-19 Porskamp, H.A.J., Michielsen, J.M.G.P. en J.F.M. Huijsmans, 1994 – Emissie-beperkende spuittechnieken voor de fruitteelt (1992) : onderzoek depositie en emissie van gewasbeschermingsmiddelen.
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 43 pp. f 40,00
- 94-20 Braak, N.J. van de en P. Knies, 1994 – Onderzoek naar de invloed van schermtoe-passing op energieverbruik en relatieve vochtigheid in kassen.
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 42 pp. f 35,00
- 94-21 Uenk, G.H., Monteny, G.J., Demmers, T.G.M. en M.G. Hissink, 1994. – Praktijk-onderzoek naar het drogen van leghennenmest in een droogtunnel en het effect op de ammoniak-, geur- en stofemissie.
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 31 pp. f 30,00
- 94-22 Bruins, M.A., Kroodsmma, W. en R. Scholtens, 1994 – Ammoniak- en geuremissie uit een gesloten opslag voor voorgedroogde leghennenmest: een oriënterend onder-zoek.
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 31 pp. f 30,00
- 94-23 Porskamp, H.A.J., Michielsen, J.M.G.P. en J.F.M. Huijsmans, 1994 – Emissie-beperkende spuittechnieken voor de fruitteelt (1993) : onderzoek emissie van gewasbeschermingsmiddelen.
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 31 pp. f 40,00
- 94-24 Zwart, H.F. de en J.P.G. Huijs, 1994 – Optimale bufferafmeting bij assimilatie-belichting met WKK in eilandbedrijf.
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 46 pp. f 40,00
- 94-25 Frénay, J.W., Straman, J.P. and C.R. Braam, 1994 – Circular prefabricated concrete tanks.
Wageningen, IMAG-DLO rapport, 60 pp. f 45,00

De rapporten kunt u schriftelijk bestellen door overmaking van het genoemde bedrag op Postbanknummer 3514771 ten name van IMAG-DLO te Wageningen, onder vermelding van het rapportnummer.

Reports must be ordered by transferring the appropriate amount (in Dutch Guilders) to the IMAG-DLO account, no. 3514771, at the Postbank, Wageningen, quoting the relevant report number(s)