

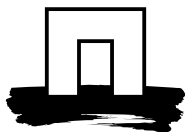


Drift bij een experimentele mastspuit in de hoge laanbomenteelt

Effect van sensoren voor detectie van boomkroon en gaten tussen bomen

H.Stallinga, A.T. Nieuwenhuizen, A.M. van der Lans, P. van Velde & J.C. van de Zande





Drift bij een experimentele mastspuit in de hoge laanbomenteelt

Effect van sensoren voor detectie van boomkroon en gaten tussen bomen

H. Stallinga, A.T. Nieuwenhuizen, A.M. van der Lans (PPO-BBF), P. van Velde & J.C. van de Zande

© 2013 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Plant Research International. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Plant Research International, Agrosysteemkunde.

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Exemplaren van dit rapport kunnen bij de (eerste) auteur worden besteld. Bij toezending wordt een factuur toegevoegd; de kosten (incl. verzend- en administratiekosten) bedragen € 50 per exemplaar.

Plant Research International, onderdeel van Wageningen UR Business Unit Agrosysteemkunde

Adres : Postbus616, 6700 AP Wageningen
: Wageningen Campus, Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
Tel. : 0317 – 48 14 71
Fax : 0317 – 41 80 94
E-mail : info.pri@wur.nl
Internet : www.wageningenUR/nl/pri

Inhoudsopgave

	pagina
Abstract	1
Voorwoord	3
Samenvatting	5
1. Inleiding	7
2. Materiaal en Methode	9
2.1 Afstelling en beschrijving mastspuit	9
2.2 Beschrijving driftmetingen	12
2.3 Weersomstandigheden	15
3. Resultaten	17
3.1 Drift naar de grond naast het perceel	17
3.2 Drift naar de lucht	19
4. Discussie	21
5. Conclusies	27
Literatuur	29
Summary	31
Bijlage I. Voorbeeld uitwerking van een logfile van een bespuiting met gebruik van sensoren	1 p.
Bijlage II. Meteodata	1 p.
Bijlage III. Driftdepositie (% van afgifte) naar de grond naast het perceel	5 pp.
Bijlage IV. Driftdepositie(% van afgifte) naar de lucht op 10 m afstand vanaf de buitenste bomenrij	3 pp.
Bijlage V. Berekening driftdepostie (% van afgifte) XR 80.015 en ID 90.015 in combinatie met sensoren (geschaald naar 2006-2008)	2 p.

Abstract

Stallinga, H., A.T. Nieuwenhuizen, A.M. van der Lans, P. van Velde & J.C. van de Zande, 2012. *Spray drift of an experimental mast sprayer spraying high nursery trees. Effect of sensors for detecting tree crown areas and gaps between the trees*. Wageningen UR, Plant Research International, WUR-PPO/PRI Report 505, Wageningen, The Netherlands, February 2013. 52 pp (in Dutch with English summary)

To reduce spray drift and minimise plant protection product use an experimental mast sprayer for spraying high (>5 m) nursery tree crops was equipped with sensors. The sensors used detect tree crown areas and gaps between trees to switch on/off nozzles. In a series of field experiments (2011) the spray drift was assessed and a comparison was made between the mastsprayer spraying conventionally and spraying with the tree crown detection sensors operational. In the standard field layout situation (5 m crop-free buffer zone at the edge of the field between the last tree row and the top of the ditch) the mast sprayer equipped with standard flat fan nozzles (XR 80.015) and sensors sensors operational reduced spray drift deposition at 6½-7½m from the last tree row with 69%. Equipped with drift reducing flat fan nozzles (ID 90.015) and sensors the spray drift was reduced with 85%. In spraying during the spray drift trials pesticide savings of 40% were found with the mastsprayer with sensors operational.

Voorwoord

Het in deze rapportage beschreven onderzoek is uitgevoerd in het EL&I (nu EZ) onderzoeksprogramma 'Verduurzaming plantaardige productie (BO 12.03), onderdeel Milieu en gewasbeschermingsmiddelen (019) 'Driftreductie laanbomenteelt'(BO-12.03-019-012). Het is een samenwerking tussen PPO BBF, Field Technology Innovations van Plant Research International en machinefabrikant Damcon te Opheusden, voor de ontwikkeling van een nieuwe spuit voor de hoge laanbomenteelt. Vanuit Damcon werd het onderzoek begeleid door G. Massink. In dit rapport worden de resultaten van de driftmetingen met de mastspruit en het gebruik van sensoren voor de detectie van boomkroon en gaten tussen de bomen zoals uitgevoerd in 2011 beschreven. De metingen werden uitgevoerd op een perceel laanbomen van Combinatie Mauritz te Opheusden.

Wageningen, februari 2013

Samenvatting

Bij de mastspuit, een toren dwarsstroomspuit voor bomen tot 6 m hoogte, komt een gedeelte van de spuitvloeistof over de bomen heen. Vooral bij een doptype als de XR 80.015 met een fijner druppelgroottespectrum wordt daardoor vooral op grotere afstanden meer drift gevonden dan bij een standaard axiaal puit. Daarnaast worden ook bomen gerooid waardoor gaten in percelen ontstaan. Gaten aan de buitenkant van een perceel hebben een groot effect op de drift naar wateroppervlak. Gebruik van sensoren zou kunnen leiden tot een betere afstelling van de mastspuit. Daarbij gaat het om de afstelling in relatie tot de bladkroon (volgen van de bladkroon) en gatdetectie tussen de bomen. Naast een verminderde drift zou het gebruik van sensoren, in analogie met gebruik van sensoren in de fruitteelt, ook kunnen leiden tot besparing van middelgebruik.

In 2011 werden driftmetingen uitgevoerd met de mastspuit voorzien van sensoren. Hierbij werd een vergelijking gemaakt tussen de mastspuit zonder gebruik van sensoren en de mastspuit met gebruik van sensoren. Tijdens de metingen was de mastspuit voorzien van standaard spleetdoppen (XR 80.015; TeeJet) en venturi spleetdoppen (ID 90.015; Lechler). Bij de driftmetingen werd in 7 gangen een breedte van 21,6 m (12 boomrijen) bespoten, hierbij werd om de rij gereden. De buitenste rij werd eenzijdig naar binnen toe gespoten.

Gebruik van sensoren op de mastspuit in combinatie met XR 80.015 doppen gaf ten opzichte van de XR 80.015 doppen zonder gebruik van sensoren op de strook 6½-7½m (wateroppervlak bij 5 m teeltvrije zone) een driftreductie van 69%. Bij de ID 90.015 met gebruik van sensoren ten opzichte van de ID 90.015 zonder gebruik van sensoren gaf een driftreductie van 85% op de strook 6½-7½ m.

Ten opzichte van de bespuitingen met de XR 80.015 gaf gebruik van ID 90.015 doppen op de stroken 6½-7½m en 5-9 m een driftreducties van respectievelijk 57% en 59%. De XR 80.015 met sensoren gaf op deze stroken driftreducties van respectievelijk 69% en 72%. De combinatie ID 90.015 en sensoren gaf op de dezelfde stroken driftreducties van respectievelijk 95% en 96%.

Gebruik van sensoren beperkt ook het gedeelte van de spuitvloeistof dat bij gebruik van de mastspuit nog over de bomen heen komt. Op de strook 25-26 m werd bij de XR 80.015 door gebruik van sensoren ten opzichte van de XR 80.015 zonder sensoren een driftreductie gevonden van 67%. Bij de ID 90.015 in combinatie met sensoren werd ten opzichte van de XR 80.015 een driftreductie gevonden van 84%.

Bij gebruik van sensoren op de mastspuit wordt zowel bij de XR 80.015 doppen als de ID 90.015 doppen op de stroken behorende bij 2 m teeltvrije zone een lagere drift berekend (geschaald naar 2006-2008) dan bij de standaardbespuitingen (axiaal met TXB 80.03 doppen; 2006-2008) op de stroken behorende bij een 5 m teeltvrije zone zoals gemeten in 2006-2008. De mastspuit in combinatie met sensoren zou daarmee in aanmerking kunnen komen voor een kleinere teeltvrije zone.

Tijdens de bespuitingen van de driftmetingen gaf het gebruik van sensoren op de mastspuit een besparing van 40% in middelgebruik.

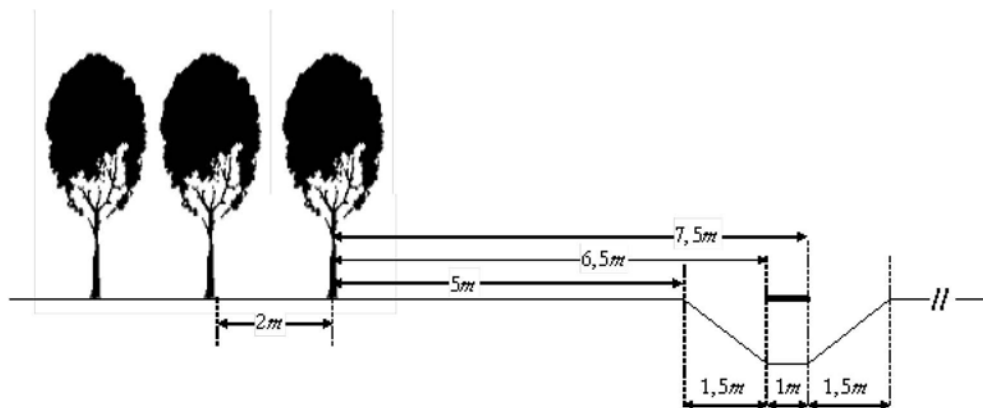
1. Inleiding

Bij bespuitingen van laanbomen met gewasbeschermingsmiddelen is het vaak moeilijk om de top van de bomen te bereiken. Vooral wanneer de bomen geplant zijn met weinig ruimte in en tussen de rijen. Vaak worden axiaalspuiten gebruikt met een hoge capaciteit luchtondersteuning om zo hoog mogelijk een mist van middel de bomen in te blazen en daarmee de top van de bomen te bereiken. Om de depositie in de top van de bomen te verbeteren, een betere verdeling van de vloeistof op de bladmassa te verkrijgen en tot een verminderd risico op drift te komen wordt in analogie met de fruitteelt een dwarsstroomspuit ontwikkeld voor toepassing in hoge laanbomen. De mastspuit, een toren dwarsstroomspuit voor bomen tot 6 m hoogte, wordt systematisch stap voor stap ontwikkeld. Nieuwe stappen worden geëvalueerd door het meten van de verdeling van middel, zowel in statische als dynamische omstandigheden.

In 2003-2005 werden metingen aan de verticale spuitvloeistofverdeling verricht (Michielsen *et al.*, 2006 a) en metingen aan de spuitvloeistofdepositie in bomen werden in 2003, 2004 en 2005 (Stallinga *et al.*, 2006 a, 2006 b) verricht. Conclusie was dat het dwarsstroomprincipe van de mastspuit een betere (homogenere) verdeling van de spuitvloeistof geeft vergeleken met een standaard axiaalspuit. De volgende stap was het uitvoeren van driftmetingen (Stallinga *et al.*, 2011). De resultaten van deze driftmetingen geven aan dat de mastspuit vooral gecombineerd met een driftbeperkend doptype perspectiefvol is. Bij de mastspuit komt echter nog een gedeelte van de spuitvloeistof over de bomen heen. Vooral bij een doptype als de XR 80.015 met een fijner druppelgroottespectrum wordt daarvoor vooral op grotere afstanden meer drift gevonden dan bij de standaard axiaalspuit. Daarnaast worden ook bomen gerooid waardoor gaten in het perceel ontstaan. Gaten aan de buitenkant van het perceel hebben een groot effect op de drift naar wateroppervlak. Een volgende stap in de ontwikkeling van de mastspuit is optimalisatie van de afstelling van de spuit met behulp van sensoren. Daarbij gaat het om de afstelling van de spuitende doppen in relatie tot de bladkroon (volgen van de bladkroon) en gatdetectie. In de fruitteelt (Wenneker *et al.*, 2003) werd bij gebruik van bladdetectie sensoren besparingen op middelgebruik van meer dan 25% gevonden en een driftreductie van 55%. In analogie hiervan zou dat ook hier gevonden kunnen worden. Om dat te verifiëren is in 2011 de mastspuit voorzien van sensoren. In 2011 is het effect van het gebruik van sensoren op de drift gemeten. In 2012 is de spuitvloeistofverdeling in bomen gemeten (Stallinga *et al.*, 2013).

Dit rapport beschrijft de in 2011 uitgevoerde driftmetingen. Hierbij werd een vergelijking gemaakt tussen de mastspuit zonder gebruik van sensoren en de mastspuit met gebruik van sensoren. Tijdens de metingen was de mastspuit voorzien van standaard spleetdoppen (XR 80.015; TeeJet) en venturi spleetdoppen (ID 90.015; Lechler). Voor de bepaling van de driftdepositie op het wateroppervlak wordt uitgegaan van de slootdimensies zoals weergegeven in Figuur 1.1 bij een 5 m teeltvrije zone. Een teeltvrije zone wordt in het Lozingenbesluit (LOTV) gedefinieerd als de zone gemeten vanaf de buitenste bomenrij tot de insteek van de sloot (VW *et al.*, 2000, 2007).

In hoofdstuk 2 wordt de proefopzet beschreven. Daarna volgen in hoofdstuk 3, 4 en 5 respectievelijk de resultaten, discussie en conclusies.



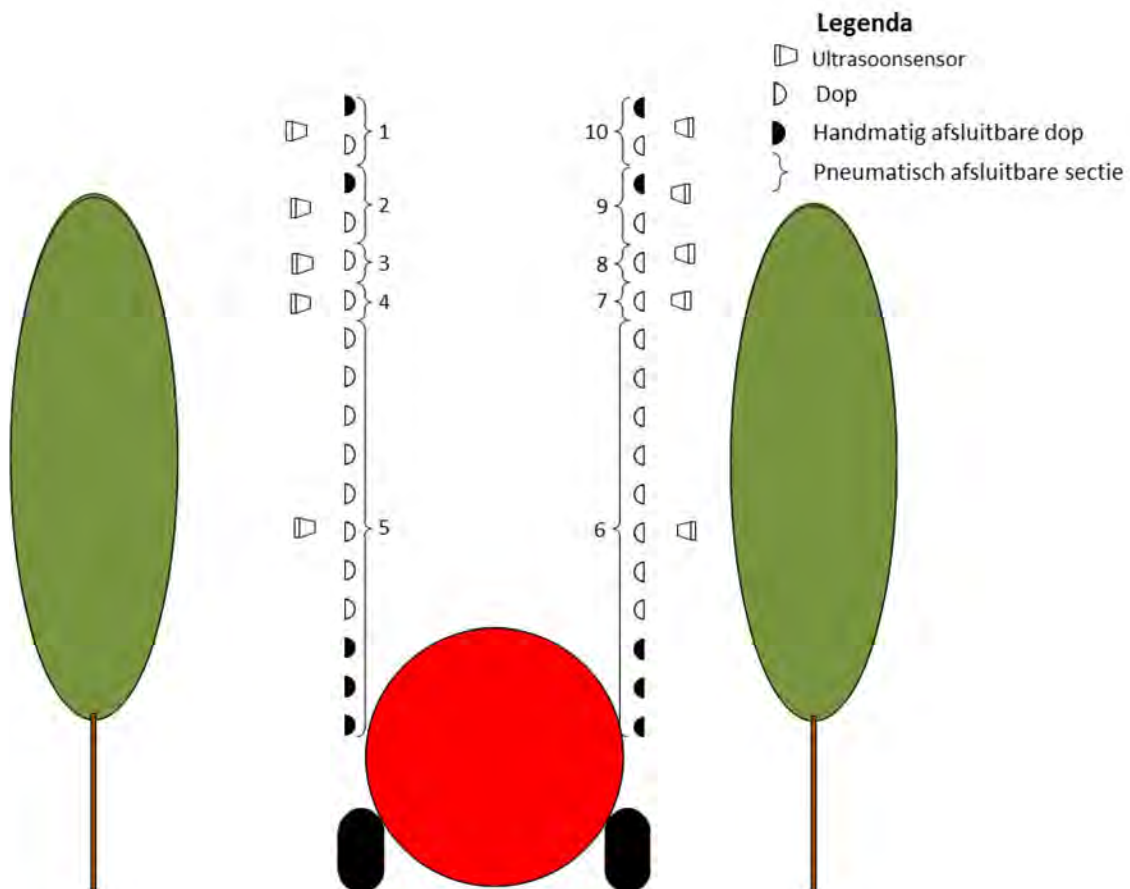
Figuur 1.1. Schets situatie met een 5 m teeltvrije zone, insteek sloot op 5 m vanaf de buitenste bomenrij.

2. Materiaal en Methode

2.1 Afstelling en beschrijving mastspuit

In een veldonderzoek in 2011 (20, 21, 23 en 26 september) werd in een perceel hoge laanbomen (> 5 m) het effect op de drift van een experimentele mastspuit (toren dwarsstroomspuit) met en zonder gebruik van sensoren gekwantificeerd. De driftmetingen werden uitgevoerd in overeenstemming met het driftmeetprotocol voor certificering van drift reducerende spuittechnieken (CIW, 2003) en ISO22866 (ISO22866, 2006).

De gebruikte mastspuit was het prototype II (Michielsen *et al.*, 2006b). De mastspuit was voorzien van kunststof spuitmonden die om de 25cm boven elkaar geplaatst waren met een enkele dop per spuitmond. Dit prototype werd in 2011 voorzien van sensoren. In Figuur 2.1 staat een schematische weergave van de mastspuit met sensoren. De mastspuit werd aan weerskanten ingedeeld in 5 secties. Elke sectie werd aangestuurd door een ultrasoonsonder. De top van de mastspuit bestond uit 4 secties voor het volgen van de boomkroon. De bovenste 2 topsecties hadden elk 2 doppen, de onderste 2 topsecties hadden elk 1 dop. De onderste sectie bestond uit 11 doppen en werd aangestuurd door 1 ultrasoonsonder voor gatdetectie. Voor het aan- en uitzetten waren de 5 secties voorzien van pneumatische afsluiters (Arag Flowstop, Kramp). In de bovenste 2 topsecties en in de onderste sectie konden ook een aantal doppen handmatig afgesloten worden.



Figuur 2.1. Schematische weergave indeling mastspuit.

Het aantal spuitende doppen werd ingesteld afhankelijk van de boomvorm (hoogte onderkant bladkroon en top).

In de 2011 stonden de onderste twee secties (4 doppen) steeds uit. De onderste spuitende dop zat net boven de onderkant van de bladkroon op 2,1 m hoogte. In de top werd bij de eerste twee herhalingen (20 september) de bovenste dop van de topsectie uitgezet. Bij de overige herhalingen werd de hele topsectie (2 doppen) uitgezet.

Tijdens de bespuitingen werd gelogd wanneer en hoe lang de secties open stonden. Met behulp van de logfiles en de dopafgifte van de doppen kan dan uitgerekend worden hoeveel liter er tijdens een meting verspoten is. In Bijlage I is in figuurvorm een voorbeeld van een bespuiting weergegeven.

Er werd gespoten met XR 80.015 spleetdoppen (TeeJet) en ID 90.015 venturi spleetdoppen (Lechler) bij 3 bar spuitdruk. De XR 80.015 doppen hadden een afgifte van 0,59 l/min en de ID 90.015 een afgifte van 0,54 l/min. Met een rijsnelheid van 4 km/h was het spuitvolume van de mastspuit zonder sensoren bij de XR 80.015 569-612 l/ha en bij de ID 90.015 529-570 l/ha.

In Tabel 2.1 staan de uitgebrachte spuitvolumes bepaald uit de logfiles van de bespuitingen en de daaruit berekende verhouding tussen wel en geen gebruik van sensoren.

Tabel 2.1. Uitgebrachte hoeveelheid spuitmiddel (liters) tijdens de bespuitingen.

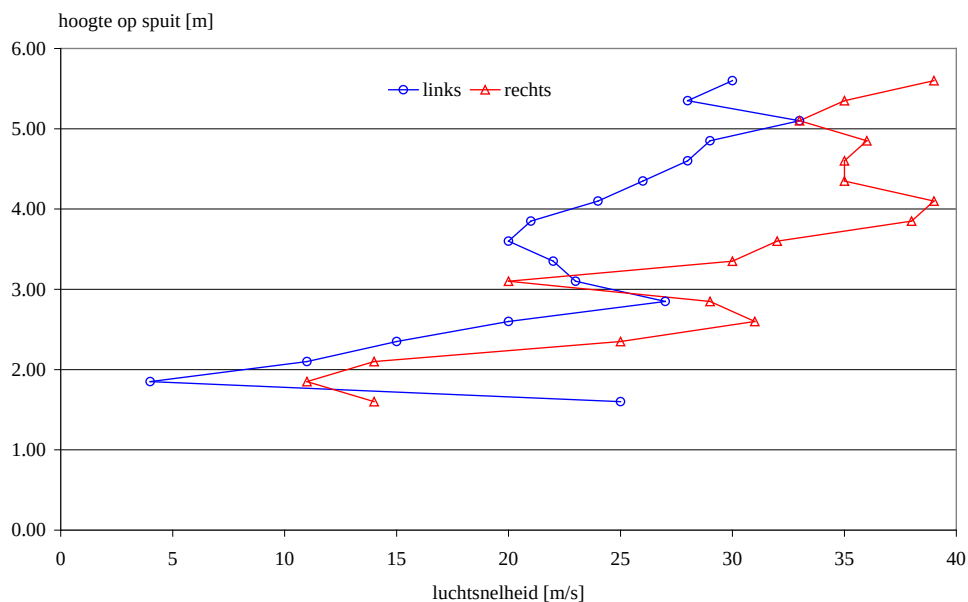
Herhaling	XR 80.015			ID 90.015		
	Zonder sensor	Met sensor	Met/zonder	Zonder sensor	Met sensor	Met/zonder
1+2	95	53	0,56	95	79	*
3+4	88	54	0,62	88	42	#
5+6	88	58	0,66	88	53	0,61
7+8	88	56	0,64	88	48	0,55
9+10	88	54	0,62	88	51	0,58
Gemiddelde verhouding met/zonder over alle bespuitingen						0,60

* = Mastspuit spoot ook op kopakker: herhalingen zijn niet meegenomen in de verwerking driftmetingen.

= Loggen stopte halverwege de meting; herhalingen zijn wel meegenomen in de verwerking.

De gemiddelde verhouding tussen met en zonder gebruik van sensoren is 0,60. Dit betekent dat er gemiddeld 40% minder middel is gebruikt bij de bespuitingen met gebruik van sensoren. Op grond van Tabel 2.1 is het spuitvolume voor de metingen met de bij de mastspuit voorzien van sensoren berekend door de verhouding (met/zonder) te vermenigvuldigen met het spuitvolume van de doppen zonder gebruik van sensoren. De spuitvolumes bij gebruik van sensoren was bij de XR 80.015 347-374 l/ha en bij de ID 90.015 317-342 l/ha.

De luchtondersteuning van de mastspuit stond op de hoge stand; de luchtsnelheid bij de spuitmonden was 5-40 m/s. In Figuur 2.2 staat de verdeling van de luchtsnelheid over de hoogte van de mastspuit.



Figuur 2.2. Luchtsnelheid op de verschillende hoogtes aan de linker- en de rechterzijde op de mastspuit.

In Tabel 2.2 staat een samenvatting van de instellingen van de mastspuit tijdens de driftmetingen.

Tabel 2.2. Afstellingen mastspuit tijdens de driftmetingen op 20, 21, 23 en 26 september 2011.

	XR 80.015		ID 90.015	
	Zonder sensor	Met sensor	Zonder sensor	Met sensor
Luchtstand	hoog	hoog	hoog	hoog
Luchtsnelheid (m/s)	5-40	5-40	5-40	5-40
Aantal doppen	26-28	26-28	26-28	26-28
Dopafgifte (l/min)	0,59	0,59	0,54	0,54
Druk (bar)	3	3	3	3
Rijsnelheid (km/h)	4,0	4,0	4,0	4,0
Afgifte (l/ha) *	643-692	347-374	588-634	317-342

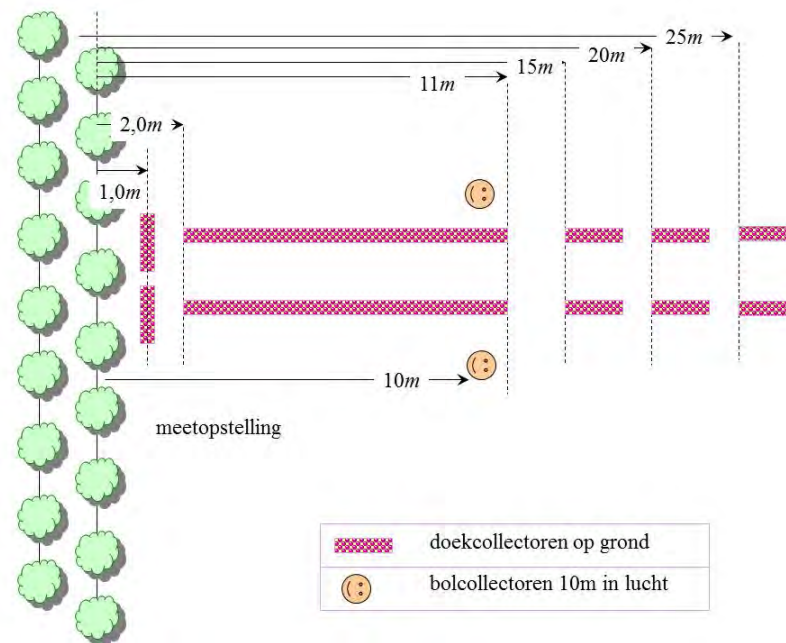
* Eerste getal is de afgifte op 20 september (28 doppen), tweede getal is de afgifte op 21-26 september (26 doppen).

Op de volgende posities werden collectoren (Technofil TF-290; 0,50x0,10 m en 1,00x0,10 m) haaks op de bomenrij gelegd (Figuur 2.5) om de driftdepositie naar de grond te meten:

- Op pad buitenlangs twee collectoren van 0,5 meter lengte.
- Op 2-11 m aaneengesloten collectoren van 0,5 meter lengte.
- Op 15, 20 en 25 meter een collector van 1 meter lengte.

De afstanden werden gemeten vanaf het midden (hart) van de buitenste bomenrij.

De emissie naar de lucht werd op 10 meter vanaf de buitenste bomenrij met behulp van een mast tot 10 meter hoogte gemeten, met op elke meter hoogte een driftbolcollector (*Siebauer Abtrifftkollektoren art. nr. 00140*).



Figuur 2.5. Posities collectoren.

Analyses

De bespuitingen werden uitgevoerd met water waaraan Brilliant Sulfo Flavine (BSF, Chroma 1F 561, CI 56205, 2-5 g/l) en een niet-ionische uitvloeier (Agral®, 0,075 ml/l) was toegevoegd.

Na de bespuiting werden de collectoren verzameld en gecodeerd voor verdere analyse op de hoeveelheid BSF. Elke meetdag werden ook monsters genomen uit de tank om de BSF-concentratie van de verspoten spuitvloeistof te meten. In het laboratorium werden de collectoren met gedemineraliseerd water gespoeld, zodanig dat de BSF in oplossing kwam. Van deze oplossing werd de concentratie aan BSF gemeten met behulp van een fluorimeter (Perkin Elmer LS 45; $\lambda_{ex}=450$; $\lambda_{em}=500$). Voor het bepalen van de achtergrondfluorescentie werden blanco collectoren geanalyseerd. De concentratie BSF in de tankmonsters werd ook fluorimetrisch bepaald.

Berekeningen

De concentratie werd omgerekend naar volume spuitvloeistof per oppervlakte-eenheid. Het percentage drift is berekend door de driftdepositie per oppervlakte-eenheid uit te drukken in procenten van de door de spuitdoppen in het perceel verspoten hoeveelheid vloeistof per oppervlakte-eenheid.

De gemeten fluorescentiewaarde werd omgerekend naar de driftdepositie ($\mu\text{l}/\text{cm}^2$) volgens:

$$D_{\text{monster}} = \frac{(F_{\text{monster}} - F_{\text{demi}} - F_{\text{blanco}}) \times f_{\text{ijk}} \times V_{\text{spoel}}}{C_{\text{tm}} \times A_{\text{monster}}}$$

D = Depositie in $\mu\text{l}/\text{cm}^2$;

F = Fluorescentiewaarde; F_{monster} = fluorescentiewaarde van het monster; F_{demi} = fluorescentiewaarde van demiwater; F_{blanco} = bijdrage van de achtergrond door collector;

f_{ijk} = Ijkfactor; V_{spoel} = extractievolume in liter;

C_{tm} = Spuitvloeistofconcentratie in tank in g.l^{-1} ; A_{monster} = monsteroppervlak in cm^2 .

Vervolgens werd per monster de driftdepositie uitgedrukt als percentage van het uitgebracht spuitvolume volgens:

$$P = \frac{D_m}{Q/100} \times 100\%$$

P = Percentage drift van spuitvolume; D_m = driftdepositie in $\mu\text{l}/\text{cm}^2$; Q = spuitvolume in l/ha .

Statistische analyse

Voor de vergelijking van de driftdepositie van de verschillende spuittechnieken zijn de driftwaarden (% van afgifte) over de stroken $6\frac{1}{2}$ - $7\frac{1}{2}$ m en 5-9 m vanaf de buitenste bomenrij berekend (Figuur 1.1).

De stroken komen overeen met het wateroppervlak in de sloot en het slootoppervlak (insteek – insteek) bij een 5 m teeltvrije zone volgens het LOTV (VW *et al.*, 2000, 2007).

De verschillen in driftwaarden tussen de verschillende spuittechnieken werden getoetst bij een onbetrouwbaarheidsdrempel van 5%. Statistische analyse vond plaats met behulp van het statistische programma Genstat (Genstat Release 9.2, Payne *et al.*, 2006). Bij de statistische analyse werd gebruik gemaakt van de Genstat procedure IRREML (Keen en Engel, 1998).

De driftreductie door gebruik van sensoren op de mastspuit werd berekend ten opzichte van de instellingen zonder gebruik van sensoren volgens:

$$\% \text{reductie} = \frac{(P_{\text{driftzonder}} - P_{\text{driftmet}})}{P_{\text{driftzonder}}} \times 100\%$$

$P_{\text{driftzonder}}$ = Percentage driftdepositie referentiedop zonder gebruik van sensoren.

P_{driftmet} = Percentage driftdepositie bij gebruik van sensoren.



Figuur 2.6. Mastspuit tijdens driftmetingen (september 2011).

2.3 Weersomstandigheden

Tijdens de bespuitingen werden de weersomstandigheden vastgelegd door meting van de temperatuur (Pt100 op 0,5 m en 4 m hoogte), de luchtvochtigheid (% RV met een Rhotronic op 1,5 m hoogte), de windrichting (0^0 = haaks t.o.v. de bomenrijen) op 10 m hoogte en de windsnelheid (cupanemometers op 0,5, 2, 4 en 10 m) met een tijdsinterval van 5 seconden. Daarnaast werd ook nog handmatig de temperatuur en luchtvochtigheid gemeten op 1,5 m hoogte. De meteomast stond op 10 m afstand vanaf de buitenste bomenrij. Bij elke passage van de spuit ter hoogte van het midden van de twee meetopstellingen werd de tijd van de datalogger genoteerd. Later werd uit de verzamelde data vanuit dit passagetijdstip over 15 seconden vóór en 15 seconden ná de meetwaarde gemiddeld.

In Bijlage II staan de resultaten van de metingen van de weersomstandigheden vermeld. In Tabel 2.3 staan de gemiddelde weersomstandigheden.

Tabel 2.3. Weersomstandigheden tijdens de driftmetingen.

Object	n-herh	Temperatuur op [0 C]		RV [%]	Windhoek tov haaks Haaks= 0^0	Windsnelheid op [m/s]				
		0,5 m	4 m			0,5 m	2 m	3 m	4 m	10 m
XR	10	18,8	18,1	63	17	0,9	1,1	1,6	1,9	3,5
XR+S	10	19,9	18,8	55	21	1,0	1,2	1,7	1,9	3,5
ID	10	20,3	19,5	58	13	1,1	1,4	2,1	2,5	4,6
ID+S *	8	22,2	21,0	53	16	1,3	1,6	2,2	2,6	4,6
Gem		20,3	19,3	57	17	1,1	1,3	1,9	2,3	4,0

* 2 herhalingen werden niet meegenomen vanwege niet goed functioneren sensorsysteem tijdens bespuitingen.

De gemiddelde windsnelheid op 0,5 m, 2 m, 4 m en 10 m hoogte was gedurende de driftmetingen respectievelijk 1,1 (0,9-1,3), 1,3 (1,1-1,6), 1,9 (1,6-2,2), 2,3 (1,9-2,6) en 4,0 (3,5-4,6) m/s. De windhoek was tijdens de driftmetingen gemiddeld 17^0 ten opzichte van de rijrichting. De gemiddelde temperatuur was 20^0 en de luchtvochtigheid 57%.

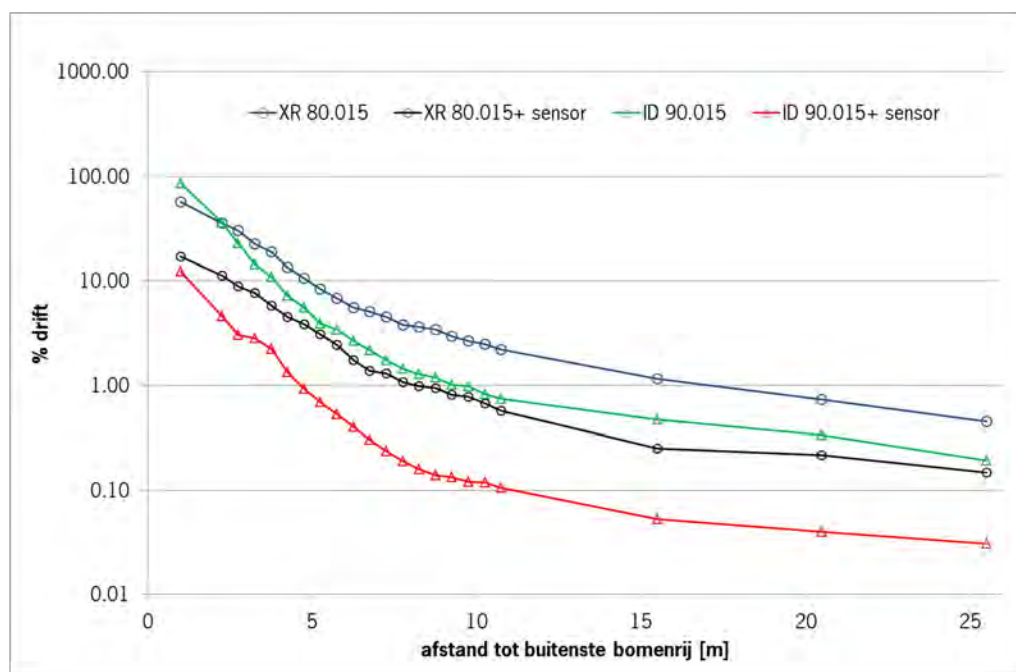
3. Resultaten

De resultaten van de van de driftdepositie op de grond naast het bespoten perceel zijn voor de verschillende herhalingen weergegeven in Bijlage III. De resultaten van de driftmetingen naar de lucht staan per herhaling in Bijlage IV.

3.1 Drift naar de grond naast het perceel

De gemiddelde driftdepositie op de grond naast het bespoten perceel staat per techniek weergegeven in Figuur 3.1 en in Tabel 3.1.

Zowel bij de XR 80.015 doppen als bij de ID 90.015 doppen geven bij gebruik van sensoren een lagere drift dan zonder gebruik van sensoren. De meeste drift wordt gevonden bij de mastspuit voorzien van XR 80.015 doppen. De drift bij gebruik van driftarme ID 90.015 venturidoppen is aanzienlijk lager. De drift bij de XR 80.015 doppen in combinatie met het gebruik van sensoren geeft weer een iets lagere drift dan de ID 90.015 zonder sensoren. De laagste drift wordt gevonden bij de ID 90.015 doppen in combinatie met sensoren. In Tabel 3.1 is ook te zien dat op grotere afstanden (15 m, 20 m en 25 m) gebruik van sensoren minder drift geeft.



Figuur 3.1. Gemiddelde drift (% van verspoten hoeveelheid spuitvloeistof per oppervlakte-eenheid) op verschillende afstanden vanaf het hart van de buitenste bomenrij bij bespuiting van een perceel laanbomen met een experimentele mastspuit voorzien van XR 80.015 standaard spleetdoppen en ID 90.015 venturi spleetdoppen met en zonder gebruik van sensoren.

Tabel 3.1. Gemiddelde drift (% van verspoten hoeveelheid spuitvloeistof per oppervlakte-eenheid) op verschillende afstanden vanaf het hart van de buitenste bomenrij bij bespuiting van een perceel laanbomen met een experimentele mastspuit voorzien van XR 80.015 standaard spleetdoppen en ID 90.015 venturi spleetdoppen met (+S) en zonder gebruik van sensoren.

Techniek	Afstand tot laatste bomenrij [m]																					
	1,0	2-2½	2½-3	3-3½	3½-4	4-4½	4½-5	5-5½	5½-6	6-6½	6½-7	7-7½	7½-8	8-8½	8½-9	9-9½	9½-10	10-10½	10½-11	15-16	20-21	25-26
XR 80.015	57	35	30	23	19	13	11	8,4	6,9	5,6	5,1	4,5	3,8	3,7	3,4	3,0	2,7	2,5	2,2	1,2	0,74	0,45
XR 80.015+S	17	11	8,9	7,8	5,8	4,6	3,9	3,1	2,5	1,8	1,4	1,3	1,1	0,99	0,94	0,81	0,78	0,67	0,57	0,25	0,22	0,15
ID 90.015	87	36	23	15	11	7,3	5,6	4,0	3,4	2,7	2,2	1,7	1,5	1,3	1,2	1,0	0,98	0,83	0,75	0,47	0,34	0,19
ID 90.015+S	12	4,6	3,1	2,8	2,3	1,3	0,93	0,69	0,53	0,40	0,31	0,24	0,19	0,16	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,05	0,04	0,03

In Tabel 3.2 staat de gemiddelde drift op de toetsstroken overeenkomend met water- en slootoppervlak bij een 5 m teeltvrije zone

Tabel 3.2. Gemiddelde drift (% van verspoten hoeveelheid spuitvloeistof per oppervlakte-eenheid) op de stroken 6½-7½m en 5-9 m vanaf de buitenste bomenrij bij een bespuiting van laanbomen met een mastspuit uitgerust XR 80.015 en ID 90.015 doppen en wel (+S) en geen gebruik van sensoren.

Object	Wateroppervlak		Slootoppervlak	
	6½-7½ m		5-9 m	
XR 80.015	4,8	a	5,2	a
XR 80.015+S	1,4	b	1,6	c
ID 90.015	2,0	b	2,2	b
ID 90.015+S	0,27	c	0,33	d

Verschillende letters geven significante verschillen aan tussen de technieken ($\alpha < 0,05$).

Bij de bespuiting met de mastspuit gecombineerd met XR 80.015 doppen wordt op de strook 6½-7½m een driftpercentage gevonden van 4,8%. Gecombineerd met sensoren geeft de XR 80.015 met 1,4% een significant lagere drift. De mastspuit gecombineerd met ID 90.015 doppen geeft op de strook 6½-7½m 2,0% drift. De drift bij gebruik van sensoren is bij de ID 90.015 met 0,27% significant lager. Hoewel de drift bij de XR 80.015 gecombineerd met sensoren lager is dan de ID 90.015 zonder sensoren is het verschil niet significant. Op de strook 5-9 m zijn de resultaten vergelijkbaar en is het driftdepositie percentage voor de mastspuit met XR 80.015 spleetdoppen 5,2%, voor de XR 80.015 met sensoren 1,6%, voor de mastspuit met ID 90.015 venturispleetdoppen 2,2% en voor de ID 90.015 doppen met sensoren 0,33%. Op deze strook is het verschil tussen de XR 80.015 gecombineerd met sensoren (1,6%) ten opzichte van de ID 90.015 zonder sensoren (2,2%) wel significant.

3.2 Drift naar de lucht

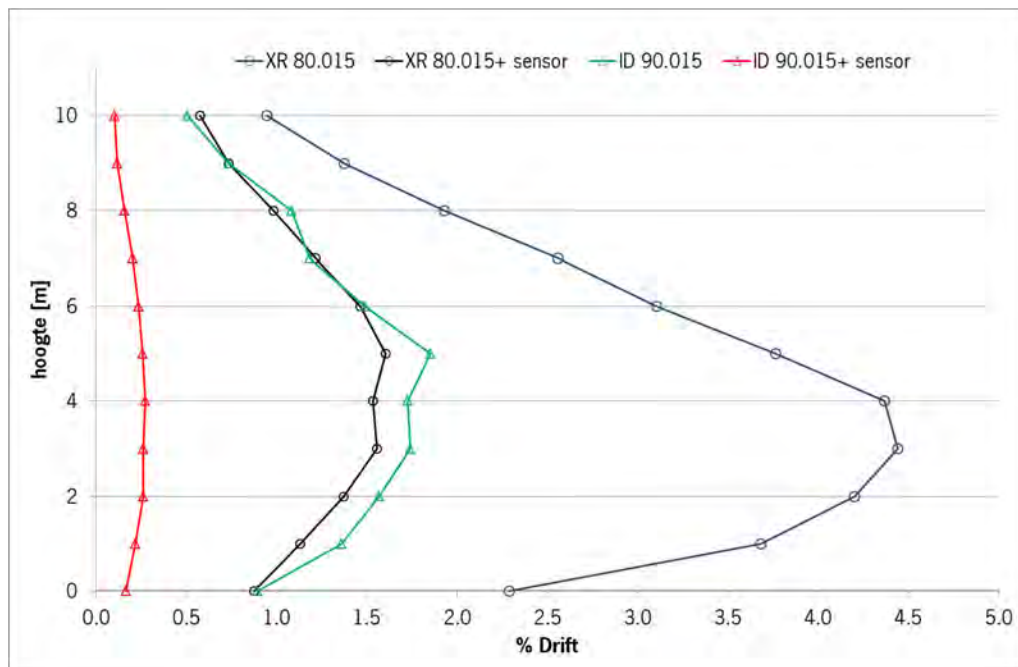
In Figuur 3.2 staan de curves van de drift naar de lucht van de 4 technieken. De gemiddelde drift op de verschillende hoogtes en het gemiddelde over de hele mast (0-10 m) is weergegeven in Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Gemiddelde drift (% van de verspoten hoeveelheid spuitvloeistof per oppervlakte-eenheid) op verschillende hoogtes (0-10 m) op 10 m vanaf de buitenste bomenrij bij een bespuiting van laanbomen met een mastspuit uitgerust XR 80.015 en ID 90.015 doppen en wel (+S) en geen gebruik van sensoren.

Techniek	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	gem	
XR	2,3	3,7	4,2	4,4	4,4	3,8	3,1	2,6	1,9	1,4	0,94	3,0	a
XR+S	0,87	1,1	1,4	1,6	1,5	1,6	1,5	1,2	0,98	0,74	0,58	1,2	b
ID	0,89	1,4	1,6	1,7	1,7	1,9	1,5	1,2	1,1	0,73	0,51	1,3	b
ID+S	0,17	0,22	0,26	0,26	0,27	0,26	0,24	0,20	0,16	0,12	0,10	0,20	c

Verschillende letters geven significante verschillen aan tussen de technieken ($\alpha < 0,05$).

Zowel bij de XR 80.015 als bij de ID 90.015 geeft gebruik van sensoren een significant lagere drift. Bij de XR 80.015 wordt de drift significant verlaagd van 3,0% naar 1,2%, Bij de ID 90.015 wordt de drift significant verlaagd van 1,3% naar 0,20%. Het verschil tussen de XR 80.015 met sensor (1,2%) en de ID 90.015 zonder sensor (1,3%) is niet significant.

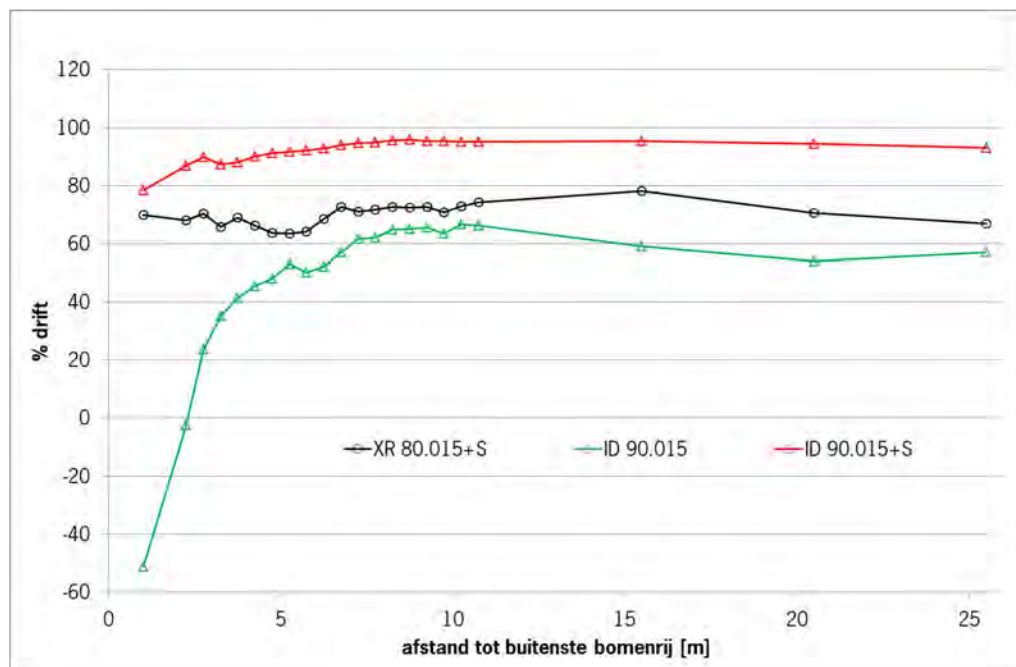


Figuur 3.2. Gemiddelde drift (% van verspoten hoeveelheid spuitvloeistof per oppervlakte-eenheid) op verschillende hoogtes (0-10 m) op 10 m afstand vanaf het hart van de buitenste bomenrij bij bespuiting van een perceel laanbomen met een experimentele mastspuit voorzien van XR 80.015 standaard spleetdoppen en ID 90.015 venturi spleetdoppen met en zonder gebruik van sensoren.

4. Discussie

Driftreductie door gebruik van sensoren

In Figuur 4.1 en Tabel 4.1 is de driftreductie ten opzichte van de XR 80.015 per afstand weergegeven. In Tabel 4.2 staan de driftreducties weergegeven voor de evaluatiestroken.



Figuur 4.1. Driftreductie ten opzichte van de XR 80.015 op verschillende afstanden vanaf het hart van de buitenste bomenrij.

Tabel 4.2. Driftreductie door gebruik van sensoren (+S) bij een mastspuit met XR 80.015 spleetdoppen en ID 90.015 venturi spleetdoppen bij een bespuiting van een perceel laanbomen.

Object	Wateroppervlak	Slootoppervlak
	6½-7½ m	5-9 m
XR 80.015	*	*
XR 80.015+S	69	72
ID 90.015	*	*
ID 90.015+S	85	86

Gebruik van sensoren bij bespuitingen met XR 80.015 spleetdoppen op de mastspuit geeft op de stroken 6½-7½m en 5-9 m van de buitenste bomenrij driftreducties van respectievelijk 69% en 72%. Bij gebruik van de ID 90.015 spuitdoppen op de mastspuit worden door gebruik van sensoren op deze stroken driftreducties gevonden van respectievelijk 85% en 86% ten opzichte van bespuitingen met de mastspuit met dezelfde spuitdoppen zonder gebruik van sensoren. Opvallend is dat de driftreductie door sensorgebruik bij de ID 90.015 hoger is dan bij de XR 80.015. Dit zou er op kunnen wijzen dat het effect van sensorgebruik dopafhankelijk is.

Tabel 4.1. Driftreductie bij een bespuiting van een perceel laanbomen met een mastspuit met verschillende doptypen (XR80015, ID90015) en sensoren (+S) ten opzichte van de bespuiting met de XR 80.015 spuitdop (referentie) op verschillende afstanden vanaf het hart van de buitenste bomenrij.

	Afstand tot laatste bomenrij [m]																					
Techniek	1,0	2-2½	2½-3	3-3½	3½-4	4-4½	4½-5	5-5½	5½-6	6-6½	6½-7	7-7½	7½-8	8-8½	8½-9	9-9½	9½-10	10-10½	10½-11	15-16	20-21	25-26
XR 80.015	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
XR 80.015+S	70	68	71	66	69	66	64	63	64	68	73	71	72	73	73	73	71	73	74	78	71	67
ID 90.015	-51	-2	24	35	41	46	48	53	50	52	57	62	62	65	65	66	64	67	66	59	54	57
ID 90.015+S	79	87	90	88	88	90	91	92	92	93	94	95	95	96	96	96	96	95	95	95	95	93

Driftreductie door dootype en gebruik van sensoren

In Tabel 4.3 staat de driftreductie ten opzichte van de bespuitingen met de mastspuit uitgerust met XR 80.015 doppen.

Tabel 4.3. Driftreductie door gebruik van sensoren (+S) en in combinatie met driftarme ID 90.015 venturi spleetdoppen bij een bespuiting van een perceel laanbomen met een mastspuit (referentie=mastspuit met XR 80.015 spleetdoppen).

Object	Wateroppervlak	Slootoppervlak
	6½-7½ m	5-9 m
XR	*	*
XR+S	69	72
ID	57	59
ID+S	95	96

In Tabel 4.3 is te zien dat ten opzichte van de bespuitingen met de mastspuit uitgerust met XR 80.015 spuitdoppen gebruik van ID 90.015 doppen op de stroken 6½-7½m en 5-9 m van de buitenste bomenrij een driftreductie geeft van respectievelijk 57% en 59%. De mastspuit uitgerust met XR 80.015 spuitdoppen en met sensoren geeft op deze stroken driftreducties van respectievelijk 69% en 72%. De combinatie mastspuit uitgerust met ID 90.015 spuitdoppen en sensoren geeft op dezelfde stroken vanaf de buitenste bomenrij een driftreductie van respectievelijk 95% en 96%.

Driftreductie op grotere afstanden

Bij de veldmetingen uit 2006-2008 (Stallinga *et al.*, 2011) werd geconstateerd dat met bespuitingen met de mastspuit nog een gedeelte van de spuitvloeistof over de bomen heen komt. Vooral in combinatie met de standaard XR 80.015 spleetdoppen (fijnere druppelgroottespectrum) werden op grotere afstanden nog aanzienlijke driftpercentages gevonden. In Tabel 4.4 staan de gevonden driftreducties op 15-16 m, 20-21 m en 25-26 m.

Tabel 4.4. Driftreductie op grotere afstanden door gebruik van sensoren (+S) bij een mastspuit met XR 80.015 spleetdoppen en ID 90.015 venturi spleetdoppen bij een bespuiting van een perceel laanbomen.

Object	Driftreductie [%]		
	15-16 m	20-21 m	25-26 m
XR	*	*	*
XR+S	78	71	67
ID	59	54	57
ID+S	89	88	84

Op de stroken 15-16 m, 20-21 m en 25-26 m worden bij de XR 80.015 doppen driftpercentages gevonden van respectievelijk 1,2%, 0,74% en 0,45% (Tabel 3.1). De drift bij de ID 90.015 is op deze stroken respectievelijk 0,47%, 0,34% en 0,19%. Dit is een driftreductie van 54-59%. De XR 80.015 in combinatie met sensoren gaf met

0,25%, 0,22% en 0,15% weer een lagere drift dan de ID 90.015 zonder sensoren. Ten opzichte van de XR 80.015 gaf dat driftreducties van 67-78%. ID 90.015 doppen in combinatie met sensoren gaven de laagste drift met respectievelijk 0,05%, 0,04% en 0,03% op de stroken 15-16 m, 20-21 m en 25-26 m. Ten opzichte van de XR 80.015 zijn dat driftreducties van 84%-89%.

Drift mastspuit ten opzichte van de bespuitingen in 2006-2008

In Tabel 4.5 staan de driftpercentages van de metingen in 2006-2008 en van de metingen in 2011 van de mastspuit gecombineerd met XR 80.015 en ID 90.015 spuitdoppen.

Tabel 4.5. Gemiddelde drift (% van verspoten hoeveelheid spuitvloeistof per oppervlakte-eenheid) op de stroken 6½-7½m en 5-9 m vanaf de buitenste bomenrij en de windsnelheid op 10 m hoogte.

Object	Jaar	% drift		
		5 m teeltvrij		Windsnelheid [m/s] op
		6½-7½ m	5-9 m	10 m
XR 80.015	2006-2008	5,3	5,9	4,5
	2011	4,8	5,2	3,5
ID 90.015	2006-2008	1,8	2,2	4,7
	2011	2,0	2,2	4,6

In Tabel 4.5 is te zien dat bij de mastspuit met ID 90.015 spuitdoppen het percentage drift van 2006-2008 overeen komt met wat in 2011 gevonden is. Op de strook 6½-7½m van de buitenste bomenrij is de driftdepositie voor de jaren 2006-2008 en 2011 respectievelijk 1,8% en 2,0%. Op de strook 5-9 m van de buitenste bomenrij wordt zowel in de jaren 2006-2008 als in 2011 2,2% drift gevonden. De gevonden driftpercentages bij de mastspuit met XR 80.015 spuitdoppen zijn in 2011 op de strook 6½-7½m en op de strook 5-9 m respectievelijk 0,5% en 0,7% lager dan in 2006-2008. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat de windsnelheid op 10 m hoogte in 2011 met 3,5 m/s lager was dan in 2006-2008 met 4,5 m/s. Geconcludeerd kan worden dat de mastspuit zich bij de driftmetingen in 2011 hetzelfde heeft gedragen als in de jaren 2006-2008.

Bij de veldmetingen (2011) is alleen gekeken naar het effect van sensoren op de drift bij bespuitingen met een mastspuit in een perceel hoge laanbomen. Om het effect van de mastspuit met gebruik van sensoren te vergelijken met de standaard bespuiting met de axiaalspuit met TXB 80.03 spuitdoppen (Stallinga *et al.*, 2011) is de relatieve driftdepositie van de driftmetingen van de mastspuit met sensoren en XR 80.015 of ID 90.015 spuitdoppen (2011) uitgerekend relatief ten opzichte van de driftdepositie van de mastspuit met XR 80.015 of ID 90.015 spuitdoppen (2006-2008) en daarmee relatief ten opzichte van de standaard spuit volgens onderstaande formule:

$$P_{2011} = P_{2006-2008} - \frac{R_{2011}}{100} * P_{2006-2008}$$

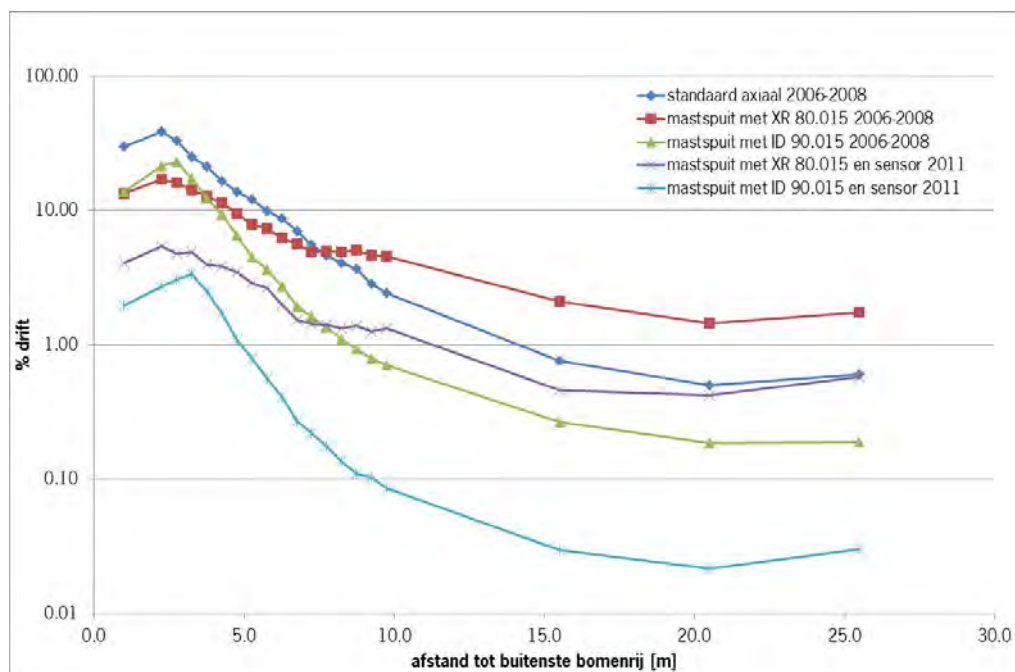
P_{2011} = relatieve drift depositie mastspuit met sensorbespuitingen 2011 (XR 80.015+S/ ID 90.015+S).

$P_{2006-2008}$ = drift depositie mastspuit 2006-2008 (XR 80.015/ ID 90.015).

R_{2011} = drift reductie bespuitingen met sensor tov zonder sensor (Tabel 4.1).

De resultaten van de berekeningen staan in Bijlage V.

In Figuur 4.2 staat de gemiddelde driftdepositie op de grond benedenwinds van het bespoten perceel per techniek met de geschaalde driftdepositie van de mastspuit met gebruik van sensoren weergegeven.



Figuur 4.2. Gemiddelde drift (% verspoten hoeveelheid spuitvloeistof per oppervlakte-eenheid) op verschillende afstanden vanaf het hart van de buitenste bomenrij; inpassing driftdepositie van de mastspuit bespuitingen met sensoren (2011) in de resultaten van de driftmetingen van 2006-2008 met de referentiebespuiting (axiaalspuit met TXB8003 spuitdoppen) en de mastspuit met verschillende dooptypen XR80015 en ID90015).

In Tabel 4.6 staan de driftpercentages op de evaluatiestroken van de standaardbespuiting (axiaalspuit voorzien van TXB 80.03 doppen) uit 2006-2008 (Stallinga *et al.*, 2011) en de geschaalde bespuitingen met de mastspuit bij gebruik van sensoren. In Tabel 4.7 staat de driftreductie van de mastspuit met XR 80.015 en ID 90.015 spuitdoppen beide in combinatie met gebruik van sensoren ten opzichte van de standaardaxiaalspuit met TXB 80.013 spuitdoppen (2006-2008).

Tabel 4.6. Vergelijking driftdeposities mastspuit met XR 80.015 en ID 90.015 spuitdoppen in combinatie met sensoren geschaald naar driftmetingen met de standaardbespuitingen (axiaalspuit met TXB 80.03 doppen) uit 2006-2008.

Object	Drift op [%]			
	2 m teeltvrij		5 m teeltvrij	
	3½-4½ m	2-6 m	6½-7½ m	5-9 m
<i>TXB 2006-2008</i>	19	21	6,3	7,0
XR+S 2011	3,9	4,0	1,5	1,8
ID+S 2011	2,1	2,0	0,25	0,33

Tabel 4.7. Driftreductie door gebruik van sensoren (+S) en in combinatie met XR 80.015 spleetdoppen en driftarme ID 90.015 venturi spleetdoppen (2011) ten opzichte van de standaardaxiaalspuit met TXB 80.013 spuitdoppen (2006-2008).

Object	Drift op [%]			
	2 m teeltvrij		5 m teeltvrij	
	3½-4½ m	2-6 m	6½-7½ m	5-9 m
<i>TXB 2006-2008</i>	*	*	*	*
XR80.015+S 2011	79	81	77	74
ID90.015+S 2011	89	91	96	95

In 2006-2008 werd bij de axiaalspuit op de strook 6½-7½m een driftpercentage gevonden van 6,3% (Tabel 4.6). Gebruik van sensoren (+S) op de mastspuit geeft in combinatie met XR 80.015 spuitdoppen (geschaald naar 2006-2008) op deze strook 1,5% drift, een driftreductie van 77% (Tabel 4.7). Bij gebruik van ID 90.015 spuitdoppen in combinatie met sensoren (+S) geeft op 6½-7½m 0,25% drift, een driftreductie van 96%.

In Tabel 4.6 is te zien dat bij bespuitingen met sensoren (+S) de berekende drift op de stroken behorende bij een 2 m teeltvrije zone lager is dan de drift van de standaardbespuiting (metingen 2006-2008) op de zones behorende bij een 5 m teeltvrije zone. Op de strook 6½-7½m (wateroppervlak bij 5 m teeltvrij) werd in 2006-2008 bij de standaardbespuiting 6,3% drift gevonden. Bij bespuitingen met de mastspuit en XR 80.015 spuitdoppen in combinatie met sensoren werd op de strook 3½-4½m (wateroppervlak bij 2 m teeltvrije zone) in 2011 3,9% drift depositie berekend, een driftreductie van 38% ten opzichte van de driftdepositie op wateroppervlak van een standaardspuit en een 5 m teeltvrije zone. Op dezelfde strook gaf de mastspuit met ID 90.015 spuitdoppen in combinatie met sensoren een berekende driftdepositie van 1,2%, een reductie van 81% ten opzichte van de driftdepositie op wateroppervlak van een standaardspuit en een 5 m teeltvrije zone. Op de strook overeenkomend met slootoppervlak bij een 2 m teeltvrije zone (2-6 m van de buitenste bomenrij) zijn de geschaalde driftdeposities voor de mastspuit met XR 80.015 en de ID 90.015 spuitdoppen en beide met gebruik van sensoren respectievelijk 4,0% en 1,4%. Ten opzichte van de 7,0% van de standaardbespuiting in combinatie met een teeltvrije zone van 5 m in 2006-2008 op de strook 5-9 m van de buitenste bomenrij geven de mastspuit met sensoren en XR 80.015 en ID 90.015 spuitdoppen driftreducties van respectievelijk 43% en 80%. Op grond van deze berekeningen zou de mastspuit in combinatie met sensoren in aanmerking kunnen komen voor een kleinere teeltvrije zone.

5. Conclusies

Gebruik van sensoren op de mastspuit in combinatie met XR 80.015 doppen gaf ten opzichte van de XR 80.015 doppen zonder gebruik van sensoren op de strook 6½-7½m (wateroppervlak bij 5 m teeltvrije zone) een driftreductie van 69%. Bij de ID 90.015 met gebruik van sensoren ten opzichte van de ID 90.015 zonder gebruik van sensoren gaf een driftreductie van 85% op de strook 6½-7½ m.

Ten opzichte van de bespuitingen met de XR 80.015 gaf gebruik van ID 90.015 doppen op de stroken 6½-7½m en 5-9 m een driftreducties van respectievelijk 57% en 59%. De XR 80.015 met sensoren gaf op deze stroken driftreducties van respectievelijk 69% en 72%. De combinatie ID 90.015 en sensoren gaf op de dezelfde stroken een driftreducties van respectievelijk 95% en 96%.

Gebruik van sensoren beperkt ook het gedeelte van de spuitvloeistof dat bij gebruik van de mastspuit nog over de bomen heen komt. Op de strook 25-26 m werd bij de XR 80.015 door gebruik van sensoren ten opzichte van de XR 80.015 zonder sensoren een driftreductie gevonden van 67%. Bij de ID 90.015 in combinatie met sensoren werd ten opzichte van de XR 80.015 een driftreductie gevonden van 84%.

In 2006-2008 werd bij de axiaalspuit op de strook 6½-7½m in 2006-2008 een driftpercentage gevonden van 6,3%. Gebruik van sensoren (+S) op de mastspuit geeft in combinatie met XR 80.015 spuitdoppen (geschaald naar 2006-2008) op deze strook 1,5% drift, een driftreductie van 77%. Bij gebruik van ID 90.015 spuitdoppen in combinatie met sensoren (+S) geeft op 6½-7½m 0,25% drift, een driftreductie van 96%.

Bij gebruik van sensoren op de mastspuit wordt zowel bij de XR 80.015 doppen als de ID 90.015 spuitdoppen op de stroken behorende bij een 2 m teeltvrije zone een lagere drift berekend (geschaald naar drift bij standaard bespuiting in 2006-2008) dan bij de standaardbespuitingen (axiaal met TXB 80.03 doppen; 2006-2008) op de stroken behorende bij een 5 m teeltvrije zone zoals gemeten in 2006-2008. De mastspuit in combinatie met sensoren zou daarmee in aanmerking kunnen komen voor een kleinere teeltvrije zone.

Tijdens de bespuitingen van de driftmetingen gaf het gebruik van sensoren op de mastspuit een besparing van 40% in middelgebruik.

Literatuur

CIW, 2003.

Beoordelingsmethodiek emissiereducerende maatregelen Lozingenbesluit open teelt en veehouderij.
Commissie Integraal Waterbeheer, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Werkgroep 4 Water en Milieu,
Den Haag. 82pp.

CIW/CUWVO, 1998.

Protocol opwaarts spuiten (laan)bomen. Commissie Integraal Waterbeheer, Den Haag. 1998. 16p.

ISO 22866, 2006.

Equipment for crop protection – Methods for the field measurement of spray drift. International Standardisation
Organization, Geneva. 2006.

ISO-22369, 2006.

Crop protection equipment – Drift classification of spraying equipment. Part 1. Classes. International
Organization for Standardization, Geneva.

Keen, A. & B. Engel, 1998.

Procedure IRREML. CBW Genstat Procedure Library Manual Release 4 [1].

Michielsen, J.M.G.P., J.C. van de Zande, A.M. van der Lans, P. van Velde & H.Stallinga, 2006a.

Onderzoek aan experimentele mastspuit laanbomenteelt. Deel 1: Afstellingsmetingen 2003 & 2004.
Wageningen UR, Plant Research International, WUR-PRI Nota 398, Wageningen, 2006. 40 pp.

Payne (eds), 2006.

Genstat Release 9.2, 2006. Lawes Agricultural Trust (Rothamsted Experimental Station). VSN International,
Hemel Hempstead, UK.

Porskamp, H., J.M.G.P. Michielsen, H. Stallinga, J.C. van de Zande & A.P.C. van den Boom, 1999.

Spuittechniek voor de laanbomenteelt. Onderzoek naar drift en depositie. Instituut voor Milieu- en Agritechniek,
IMAG rapport 99-01, Wageningen, 1999.

Stallinga, H., J.M.G.P. Michielsen, J.C. van de Zande, A.M. van der Lans & P. van Velde, 2006a.

Onderzoek aan experimentele mastspuit laanbomenteelt. Deel 2: Depositietingen 2003 & 2004.
Wageningen UR, Plant Research International, WUR-PRI Nota 399. Wageningen, 2006. 25 pp.

Stallinga, H., J.M.G.P. Michielsen, J.C. van de Zande, A.M. van der Lans & P. van Velde, 2006b.

Onderzoek aan experimentele mastspuit laanbomenteelt. Deel 3: Depositietingen 2005. Wageningen UR,
Plant Research International, WUR-PRI Nota 400, Wageningen, 2006. 22 pp.

Stallinga, H., J.C. van de Zande, A.M. van der Lans, J.M.G.P. Michielsen, P. van Velde & A.T. Nieuwenhuizen, 2011.

Drift bij een experimentele mastspuit in de hoge laanbomenteelt. Veldmetingen 2006-2008.
Wageningen UR, Plant Research International, WUR-PRI Rapport 426, Wageningen, 2011. 37 pp.

Stallinga, H., A.T. Nieuwenhuizen, A.M. van der Lans (PPO-BBF), P. van Velde & J.C. van de Zande, 2013.

Spuitvloeistofverdeling bij gebruik van sensoren op een experimentele mastspuit voor de boomteelt.
Depositietingen met axiaal-, minimast- en mastspuit.
Wageningen UR, Plant Research International, WUR-PRI Rapport 506, Wageningen, 2013. 22 pp.

VW, VROM, LNV, VWS & SZW, 2000.

Lozingenbesluit open teelt en veehouderij. Staatsblad 2000 43, 117pp.

VW, VROM, LNV, 2007.

Wijziging van het Lozingenbesluit open teelt en veehouderij en enige andere besluiten (actualisering lozingenvoorschriften). Staatsblad 2007 143, 35p.

Wenneker, M., B. Heijne, J.C. van de Zande, 2003.

Drift reduction in orchard spraying with a sensor-equipped cross-flow sprayer. In: Balsari P, Durochowski G & Cross JV (eds), Proceedings of the VII Workshop on spray application techniques in fruit growing, June 25-27, Cuneo Italy . University of Turin, DEIAFA, Turin. 2003. 247-256.

Summary

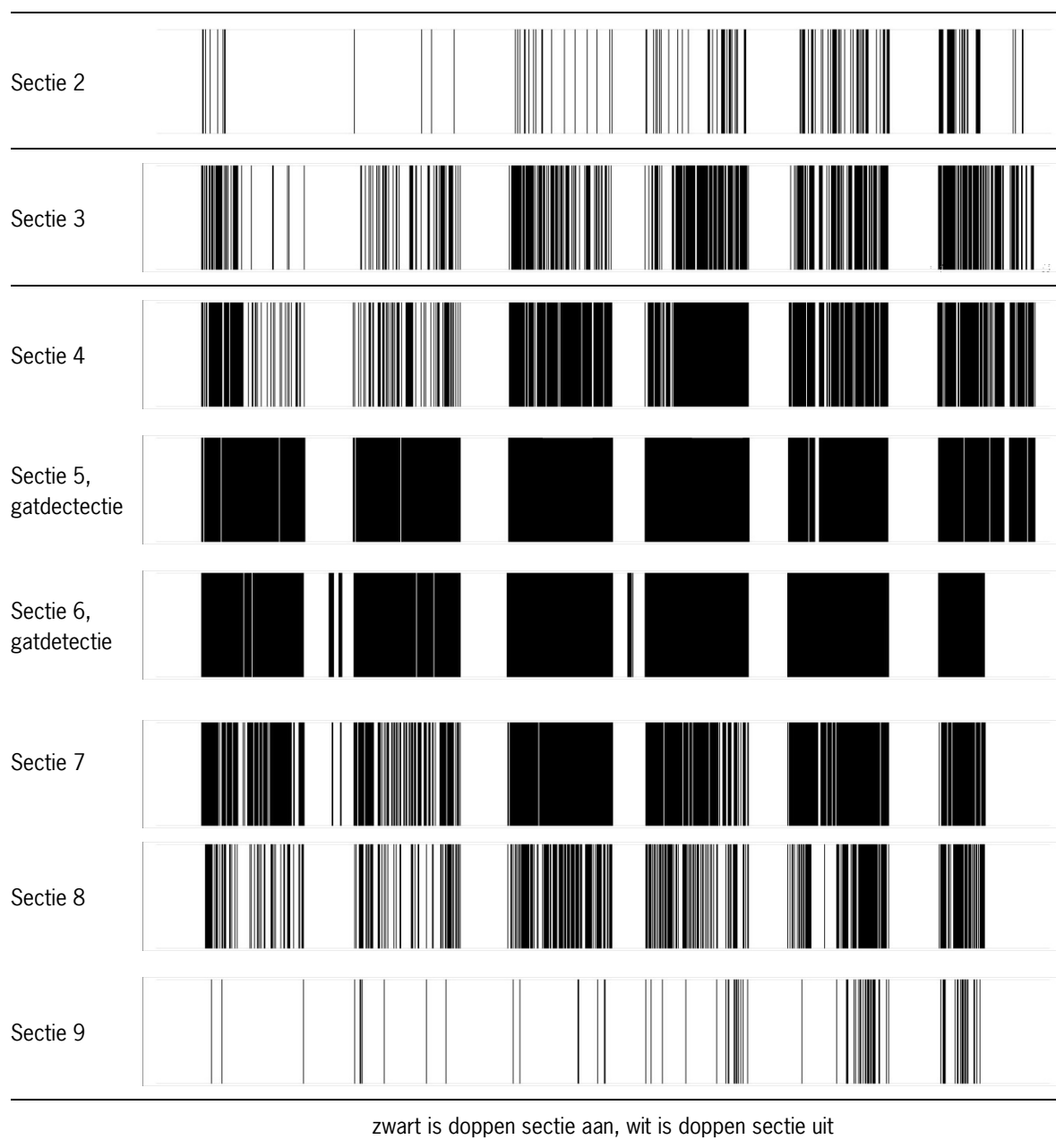
To reduce spray drift and minimise plant protection product use an experimental mast sprayer for spraying high (>5 m) nursery tree crops was equipped with sensors. The sensors used detect tree crown areas and gaps between trees to switch on/off nozzles. In a series of field experiments (2011) the spray drift was assessed and a comparison was made between the mastsprayer spraying conventionally (all nozzles) and spraying with the sensors operational.

The mast sprayer was equipped with standard flat fan nozzles (TeeJet XR80015) and drift reducing venturi flat fan nozzles (Lechler ID90015) of which 26-28 nozzles were used depending on the canopy height of the trees. Both nozzle types were operated at 3 bar spray pressure. The driving speed of the mast sprayer during the drift experiments was around 4.0 km/h, applying around 317-374 l/ha when using sensors and 588-692 l/ha without the use of sensors. Measurements were performed in a nursery tree crop (prunus) with a row spacing of 1.8 m. Tree size was around 6 m high with leaf canopy starting at around 2.0 m and tree spacing in the row of around 1 m. The downwind rows of the field were sprayed over a width of 21.6 m, by alternating the paths in between the rows and spraying the outside row only from the outside of the field inward. Spray drift measurements were done by spraying the fluorescent tracer Brilliant Sulpho Flavine (BSF) and measuring spray drift deposit on a bare soil surface strip next to the field to a distance up to 25 m from the last tree row. Collectors used were filter material cloths (Technofil TF-290) of 0.50x0.10 m in a continues line up to 11 m from the last tree row and of 1.0x0.10 m at points 15 m, 20 m and 25 m. Drift measurements were repeated 10 times during the full leaf period of the nursery trees.

In the standard field layout situation (5 m crop-free buffer zone) the mast sprayer equipped with standard flat fan nozzles (XR 80.015) and sensors reduced spray drift deposition at surface water area (6½-7½ m from the last tree row) with 69%. Equipped with low-drift flat fan nozzles (ID 90.015) and sensors the spray drift at surface water area was reduced with 85%. During these spray drift trials pesticide savings of 40% were found.

Bijlage I.

Voorbeeld uitwerking van een logfile van een bespuiting met gebruik van sensoren



Bijlage II.

Meteodata

Datum	Object	Herhaling	Temperatuur [°C] op			Windsnelheid [m/s] op					Windhoek tov haaks
			0,5 m	4 m	%RV	0,5 m	2 m	3 m	4 m	10 m	Haaks=0°
20-9-2012	XR	1	18,3	18,0	66	0,9	1,3	1,8	2,2	4,3	19
		2	18,3	18,0	66	1,0	1,3	2,0	2,4	4,4	20
21-9-2012		3	16,3	16,0	69	1,0	1,1	1,6	1,8	3,1	33
		4	16,3	16,0	69	1,1	1,1	1,7	2,0	3,2	31
23-9-2012		5	19,2	18,0	54	0,9	1,2	1,9	2,3	3,6	14
		6	19,1	18,0	54	0,9	1,2	1,6	2,0	3,6	14
		7	19,0	18,2	57	0,7	0,8	1,2	1,5	3,0	11
26-9-2012		8	19,1	18,2	57	0,7	0,7	1,3	1,6	3,1	10
		9	21,4	20,1	68	0,9	1,1	1,6	1,8	3,5	12
		10	21,4	20,1	67	1,0	1,2	1,6	1,8	3,4	10
20-9-2012	XR+S	1	19,3	18,7	58	1,3	1,6	2,1	2,4	4,4	33
		2	19,3	18,7	58	1,3	1,7	2,2	2,5	4,4	30
21-9-2012		3	15,8	15,5	72	1,0	1,3	1,8	2,2	4,4	23
		4	15,8	15,5	72	1,0	1,4	1,9	2,3	4,3	25
23-9-2012		5	20,6	19,0	52	0,9	0,9	1,3	1,7	2,9	13
		6	20,7	19,0	52	0,8	0,9	1,2	1,4	2,6	15
		7	19,5	18,5	56	0,9	1,0	1,5	1,6	2,7	17
26-9-2012		8	19,5	18,5	56	0,8	0,9	1,4	1,6	2,8	21
		9	24,3	22,4	55	0,8	1,0	1,5	1,8	3,0	17
		10	24,2	22,4	55	0,8	1,0	1,6	1,8	3,2	15
20-9-2012	ID	1	19,5	18,6	67	1,0	1,2	1,9	2,2	4,7	12
		2	19,5	18,5	67	1,1	1,3	2,2	2,6	5,0	13
21-9-2012		3	18,7	18,1	58	1,2	1,7	2,4	2,9	4,9	10
		4	18,7	18,1	58	1,2	1,7	2,4	3,0	4,6	12
		5	19,1	18,5	58	1,2	1,5	2,1	2,6	4,5	13
26-9-2012		6	19,1	18,5	58	1,1	1,5	2,2	2,7	4,6	16
		7	18,3	17,9	62	1,0	1,1	1,6	2,2	4,3	13
		8	18,3	17,9	62	1,1	1,3	1,9	2,5	4,6	14
26-9-2012		9	25,9	24,3	47	1,0	1,2	1,9	2,1	4,3	13
		10	25,9	24,3	47	1,2	1,6	2,2	2,5	4,5	16
20-9-2012	ID+S	1	17,9	17,4	77	1,1	1,2	1,9	2,2	4,1	16
		2	17,9	17,4	77	1,1	1,3	2,1	2,4	4,4	14
21-9-2012		3	20,0	19,0	54	1,6	2,0	2,6	3,0	5,3	14
		4	20,0	19,0	54	1,5	2,0	2,4	3,0	5,2	19
23-9-2012		5	19,6	18,3	60	1,3	1,4	2,2	2,6	3,5	18
		6	19,6	18,3	60	1,2	1,4	2,0	2,5	3,6	18
26-9-2012		7	25,3	23,6	47	1,2	1,6	2,5	2,9	5,4	13
		8	25,2	23,6	47	1,4	1,6	2,6	3,0	5,5	14
		9	23,8	23,1	51	1,1	1,3	1,8	2,2	4,3	14
		10	23,7	23,1	51	1,0	1,1	1,6	1,9	4,1	16

Bijlage III.

**Driftdepositie (% van afgifte) naar de grond
naast het perceel**

XR 80.015 zonder sensor

		Afstand tot buitenste bomenrij [m]																					
hh	Rij	1	2-2½	2½-3	3-3½	3½-4	4-4½	4½-5	5-5½	5½-6	6-6½	6½-7	7-7½	7½-8	8-8½	8½-9	9-9½	9½-10	10-10½	10½-11	15-16	20-21	25-26
1	1	40,19	21,74	18,80	23,64	19,37	12,11	10,83	6,79	5,92	5,78	3,82	3,66	3,02	2,64	2,40	2,95	2,52	2,07	1,97	1,85	1,85	0,86
1	2	28,78	19,96	14,58	17,88	11,87	8,39	8,05	5,30	5,17	5,10	5,45	4,69	4,55	3,32	2,21	2,21	2,74	2,53	2,12	1,88	1,80	0,70
2	1	59,51	64,93	63,37	38,45	57,35	35,03	25,31	18,26	11,76	8,43	6,51	5,77	5,42	5,16	5,53	3,72	3,65	3,22	3,38	1,42	0,71	0,65
2	2	63,88	37,39	41,15	34,32	29,25	20,93	16,61	15,91	11,19	9,19	8,10	8,32	5,48	5,48	4,56	3,96	3,40	3,53	3,50	1,66	0,94	0,67
3	1	32,69	20,24	21,05	19,63	12,46	9,58	5,21	4,61	4,59	5,03	4,57	3,17	2,58	2,65	2,91	2,77	1,96	1,49	1,66	0,95	0,48	0,22
3	2	21,14	26,84	30,39	22,77	12,34	9,31	7,31	4,86	3,61	3,21	3,46	3,11	2,12	2,14	2,34	2,66	2,46	1,97	1,45	0,73	0,38	0,30
4	1	39,91	30,81	28,12	19,69	13,34	9,29	7,95	5,31	6,89	4,78	4,11	4,26	4,58	4,32	4,86	4,98	4,53	4,21	3,82	1,26	0,43	0,29
4	2	93,69	48,83	41,18	26,23	21,34	16,58	13,18	10,48	10,64	5,83	5,63	5,27	4,95	6,19	6,80	5,80	5,97	5,62	4,41	2,89	0,64	0,31
5	1	50,84	40,18	36,08	32,21	23,04	15,36	12,17	8,43	7,21	4,47	3,21	2,21	1,70	1,41	1,88	1,85	1,33	0,99	0,86	0,64	0,32	0,16
5	2	47,12	31,81	26,91	26,60	27,64	19,16	15,00	10,25	4,62	3,26	3,14	3,01	2,63	2,64	2,16	1,74	1,77	1,69	1,31	0,49	0,39	0,15
6	1	84,27	22,76	12,45	8,81	8,73	6,64	6,27	6,50	7,04	4,02	3,33	3,22	3,01	3,33	3,61	3,07	3,38	3,23	3,17	1,43	0,65	0,34
6	2	99,73	62,60	56,83	34,58	21,19	13,90	14,33	9,43	6,22	5,47	4,51	3,84	3,31	2,77	2,65	2,36	1,92	1,62	1,37	0,88	0,82	0,45
7	1	56,49	27,59	17,07	10,07	10,73	8,92	6,02	4,36	4,37	2,90	2,38	1,92	1,70	1,40	1,07	0,95	1,06	1,08	1,01	0,57	0,72	0,42
7	2	49,07	37,02	18,80	14,16	11,55	9,64	5,48	5,48	5,42	4,14	3,71	3,14	2,69	2,40	2,33	1,85	1,79	2,10	1,90	0,96	0,59	0,58
8	1	106,98	49,53	35,88	24,79	19,73	16,39	13,28	10,32	9,11	9,50	10,14	5,63	5,82	5,77	5,22	4,15	2,99	3,07	2,42	1,21	1,37	0,79
8	2	84,11	48,64	38,70	28,88	23,83	20,52	15,82	12,63	10,87	10,71	11,09	12,71	7,16	6,05	4,30	2,86	2,18	2,07	2,14	0,81	0,72	0,44
9	1	52,03	38,44	32,61	22,38	15,33	11,95	10,20	8,26	4,90	3,97	3,81	3,40	3,11	3,23	3,29	2,97	2,50	2,24	1,98	0,84	0,54	0,55
9	2	29,53	30,59	27,02	16,17	13,18	5,93	5,67	4,36	3,77	3,70	3,54	3,38	3,47	3,37	2,97	2,36	2,03	2,19	2,23	0,92	0,59	0,47
10	1	58,64	24,70	21,80	15,74	14,27	11,84	8,86	8,71	9,14	6,49	5,47	3,98	3,33	2,93	2,28	2,01	1,94	1,85	1,56	1,08	0,44	0,32
10	2	46,52	23,57	20,98	15,75	9,97	8,02	7,25	8,46	5,28	5,56	6,09	5,93	6,07	5,81	5,36	4,22	3,75	2,81	2,13	0,64	0,39	0,34

XR 80.015 met sensor

hh	Rij	Afstand tot buitenste bomenrij [m]																					
		1	2-2½	2½-3	3-3½	3½-4	4-4½	4½-5	5-5½	5½-6	6-6½	6½-7	7-7½	7½-8	8-8½	8½-9	9-9½	9½-10	10-10½	10½-11	15-16	20-21	25-26
1	1	31,12	21,11	16,94	13,19	10,01	8,31	6,57	3,23	1,71	1,09	0,89	0,94	1,05	0,73	0,56	0,48	0,37	0,31	0,34	0,24	0,16	0,08
1	2	34,66	21,95	19,01	15,55	10,76	7,45	6,11	5,42	2,70	1,91	1,40	1,15	0,91	0,88	0,80	0,64	0,57	0,47	0,37	0,29	0,15	0,10
2	1	5,25	4,08	2,91	2,70	2,05	1,63	1,44	1,09	0,92	0,75	0,64	0,82	0,92	1,05	1,51	1,11	0,78	0,73	0,68	0,52	0,28	0,33
2	2	2,77	2,60	2,19	2,24	2,17	1,82	1,58	1,19	0,96	0,68	0,54	0,57	0,72	0,71	0,89	0,99	0,68	0,64	0,66	0,34	0,34	0,25
3	1	21,95	20,28	14,75	11,30	11,12	8,57	7,72	5,41	3,59	3,11	3,14	2,66	1,75	1,98	2,14	2,17	1,35	0,91	0,62	0,29	0,28	0,38
3	2	38,67	21,09	17,08	15,02	13,29	10,97	9,17	9,82	12,85	6,70	4,03	2,59	1,80	1,51	1,45	1,70	3,47	3,06	2,34	0,35	0,28	0,35
4	1	12,94	8,38	8,31	9,49	14,24	11,96	12,95	10,60	7,28	4,92	2,59	1,66	1,35	1,36	1,20	1,10	0,97	0,84	0,73	0,30	0,30	0,24
4	2	4,60	4,71	5,47	4,24	3,95	3,75	4,14	4,03	4,37	5,18	6,11	8,03	6,17	5,43	4,11	2,52	2,58	1,84	1,45	0,68	0,47	0,20
5	1	25,15	10,17	6,38	4,51	2,64	2,38	2,37	2,10	1,66	0,93	0,48	0,41	0,36	0,32	0,37	0,45	0,45	0,45	0,34	0,08	0,07	0,05
5	2	35,41	13,93	4,03	2,48	3,04	3,27	2,61	1,20	0,79	0,68	0,73	0,82	0,86	0,74	0,76	0,65	0,66	0,58	0,35	0,13	0,04	0,04
6	1	0,73	0,55	0,52	0,32	0,17	0,16	0,14	0,17	0,18	0,22	0,28	0,37	0,23	0,22	0,24	0,19	0,16	0,14	0,16	0,12	0,06	0,03
6	2	1,27	1,00	1,04	0,75	0,50	0,43	0,40	0,40	0,67	0,34	0,37	0,31	0,29	0,25	0,24	0,19	0,16	0,17	0,16	0,10	0,04	0,03
7	1	18,80	21,25	19,40	21,96	12,53	8,89	4,47	2,17	1,25	1,35	1,17	0,94	0,59	0,66	0,77	0,61	0,45	0,43	0,38	0,22	0,34	0,08
7	2	32,49	32,66	29,66	26,34	11,71	9,40	8,86	4,25	1,87	1,35	1,17	1,11	1,02	0,88	0,93	0,82	0,62	0,51	0,53	0,14	0,20	0,11
8	1	15,92	4,46	4,47	4,81	4,13	3,62	2,29	2,09	2,05	1,44	0,57	0,40	0,36	0,31	0,23	0,24	0,27	0,27	0,27	0,22	0,13	0,10
8	2	16,87	8,80	6,63	5,69	4,10	1,39	1,18	1,16	0,74	0,79	0,81	0,71	0,66	0,60	0,60	0,53	0,33	0,30	0,38	0,12	0,12	0,07
9	1	16,27	11,09	8,21	4,84	2,97	1,74	1,26	1,12	1,08	0,86	0,74	0,68	0,72	0,67	0,65	0,57	0,54	0,55	0,52	0,26	0,13	0,13
9	2	13,72	3,42	2,73	2,65	1,73	1,20	0,96	1,01	0,84	0,61	0,51	0,42	0,42	0,49	0,45	0,44	0,45	0,42	0,43	0,25	0,13	0,11
10	1	8,98	11,90	6,42	5,10	3,59	2,48	2,19	2,27	1,50	1,15	0,80	0,69	0,62	0,44	0,44	0,36	0,34	0,35	0,30	0,17	0,41	0,14
10	2	6,03	2,56	1,85	2,05	1,75	1,71	1,47	3,00	2,30	1,10	0,88	0,89	0,75	0,64	0,54	0,46	0,50	0,44	0,40	0,23	0,41	0,14

ID 90.015 zonder sensor

		Afstand tot buitenste bomenrij [m]																					
hh	Rij	1	2-2½	2½-3	3-3½	3½-4	4-4½	4½-5	5-5½	5½-6	6-6½	6½-7	7-7½	7½-8	8-8½	8½-9	9-9½	9½-10	10-10½	10½-11	15-16	20-21	25-26
1	1	40,00	34,98	33,19	27,09	18,02	12,76	9,81	8,32	8,06	5,28	4,22	2,30	1,79	1,54	1,35	0,97	0,88	0,95	0,86	0,37	0,18	0,13
1	2	41,76	32,05	24,00	22,51	14,27	9,06	4,75	3,37	3,68	3,41	2,65	1,68	1,40	1,03	0,79	0,64	0,63	0,60	0,54	0,34	0,19	0,12
2	1	129,11	33,68	20,26	13,98	10,12	6,05	3,09	1,86	1,36	1,21	0,92	0,83	0,77	0,63	0,65	0,69	0,56	0,59	0,58	0,39	0,21	0,15
2	2	146,88	60,53	26,41	13,84	7,77	5,68	5,32	3,41	2,74	1,68	1,17	1,00	0,98	0,81	0,72	0,69	0,60	0,61	0,56	0,38	0,24	0,17
3	1	151,16	67,35	42,99	25,53	18,78	9,90	8,36	6,42	6,73	5,52	4,40	3,89	3,73	3,48	3,09	2,97	2,29	2,19	1,53	1,39	0,60	0,30
3	2	58,40	30,59	23,44	15,46	10,27	6,13	5,11	3,86	4,41	4,12	4,94	3,84	3,46	3,48	3,06	2,70	2,39	1,63	1,30	0,75	0,62	0,38
4	1	70,59	28,48	13,63	9,14	9,37	5,77	5,97	5,66	4,71	4,22	3,53	2,57	1,93	1,70	1,41	1,40	1,56	1,42	1,69	1,05	0,73	0,48
4	2	198,59	23,92	20,71	13,54	14,36	9,29	9,89	10,54	7,26	5,39	4,82	5,26	4,28	3,97	4,52	3,01	4,33	2,53	2,33	1,11	0,89	0,41
5	1	41,04	43,14	39,72	30,06	26,10	11,91	6,23	2,83	2,23	1,73	1,63	1,23	1,50	1,36	1,28	0,97	0,91	0,99	0,79	0,36	0,26	0,15
5	2	28,02	31,06	19,31	18,01	17,23	16,42	15,13	7,79	7,60	4,75	2,87	1,36	1,00	0,99	1,21	1,34	1,10	1,05	0,96	0,45	0,20	0,14
6	1	89,82	24,79	16,19	8,29	6,91	3,57	2,78	2,38	2,10	1,90	1,66	1,96	1,36	1,25	1,02	0,92	0,83	0,85	0,98	0,71	0,65	0,30
6	2	167,87	38,36	19,62	10,19	6,91	6,16	5,05	3,38	2,81	2,33	1,88	1,64	1,58	1,29	1,12	0,97	0,82	0,72	0,70	0,72	0,83	0,44
7	1	57,42	41,95	22,39	19,66	16,48	12,39	8,68	3,59	2,47	1,59	1,18	0,80	0,69	0,62	0,50	0,40	0,32	0,27	0,24	0,11	0,06	0,05
7	2	58,89	34,55	17,27	10,08	7,82	5,47	4,22	2,68	2,14	1,59	1,91	1,51	1,12	0,86	0,72	0,48	0,36	0,31	0,22	0,16	0,07	0,04
8	1	101,81	42,89	11,56	3,57	3,15	3,81	1,76	1,02	0,67	0,51	0,38	0,32	0,27	0,23	0,20	0,19	0,18	0,19	0,21	0,24	0,22	0,12
8	2	122,46	46,72	27,49	1,36	1,04	4,07	2,85	2,73	2,14	1,82	0,97	0,67	0,39	0,27	0,26	0,28	0,23	0,20	0,20	0,19	0,21	0,15
9	1	46,68	22,99	15,80	11,86	11,34	5,14	3,79	2,38	2,34	1,76	1,21	0,91	0,56	0,37	0,40	0,37	0,26	0,19	0,19	0,14	0,09	0,07
9	2	31,32	15,82	10,14	4,03	3,02	2,61	1,84	1,51	1,26	1,22	0,99	0,77	0,58	0,44	0,40	0,37	0,32	0,28	0,19	0,17	0,13	0,09
10	1	87,55	49,64	41,35	24,73	9,20	5,74	4,17	3,08	2,49	2,00	1,42	1,24	0,86	0,65	0,55	0,47	0,44	0,32	0,25	0,23	0,22	0,08
10	2	62,45	21,77	14,66	9,79	8,15	4,70	2,80	2,28	1,55	1,34	1,08	0,98	0,83	0,71	0,63	0,66	0,62	0,63	0,63	0,22	0,18	0,09

ID 90.015 met sensor

		Afstand tot buitenste bomenrij [m]																					
hh	Rij	1	2-2½	2½-3	3-3½	3½-4	4-4½	4½-5	5-5½	5½-6	6-6½	6½-7	7-7½	7½-8	8-8½	8½-9	9-9½	9½-10	10-10½	10½-11	15-16	20-21	25-26
1	1	20,82	28,95	21,62	12,85	9,13	5,02	4,83	4,15	1,19	1,02	0,94	0,70	0,57	0,52	0,40	0,39	0,38	0,34	0,30	0,11	0,14	0,11
1	2	34,60	26,13	19,99	10,05	3,27	1,65	0,69	0,44	0,34	0,28	0,31	0,21	0,27	0,23	0,29	0,28	0,25	0,19	0,13	0,16	0,17	0,08
2	1	5,58	5,27	1,73	0,85	0,75	0,62	0,50	0,38	0,34	0,33	0,30	0,22	0,18	0,17	0,13	0,11	0,13	0,14	0,10	0,07	0,05	0,04
2	2	2,77	1,79	1,60	1,55	1,42	1,16	0,84	0,50	0,57	0,44	0,35	0,30	0,25	0,16	0,15	0,17	0,14	0,13	0,14	0,09	0,06	0,06
3	1	31,71	4,86	2,84	4,42	1,81	1,95	1,80	1,10	0,74	0,64	0,44	0,23	0,22	0,14	0,10	0,11	0,12	0,13	0,10	0,06	0,04	0,06
3	2	35,92	10,14	8,62	12,81	12,23	6,27	3,51	2,43	1,52	1,02	0,88	0,64	0,34	0,21	0,16	0,19	0,17	0,15	0,17	0,08	0,04	0,04
4	1	11,18	3,76	2,38	2,04	2,40	2,05	1,85	1,79	1,38	0,86	0,62	0,50	0,39	0,34	0,35	0,38	0,33	0,28	0,25	0,16	0,08	0,05
4	2	6,72	5,23	2,77	1,73	0,82	0,55	0,47	0,52	0,50	0,46	0,39	0,35	0,38	0,43	0,47	0,33	0,28	0,31	0,28	0,15	0,10	0,06
5	1	9,69	4,45	1,72	1,01	0,54	0,33	0,22	0,19	0,12	0,09	0,09	0,08	0,11	0,09	0,06	0,07	0,05	0,04	0,04	0,02	0,02	0,02
5	2	16,77	7,11	3,55	2,28	1,80	1,15	0,40	0,25	0,16	0,08	0,07	0,06	0,05	0,11	0,05	0,04	0,03	0,07	0,04	0,03	0,02	0,02
6	1	0,73	0,17	0,15	0,14	0,16	0,25	0,22	0,19	0,26	0,19	0,14	0,14	0,15	0,13	0,10	0,09	0,09	0,20	0,07	0,03	0,03	0,03
6	2	0,32	0,26	0,37	0,44	0,38	0,15	0,17	0,19	0,25	0,18	0,11	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,08	0,09	0,03	0,03	0,01
7	1	4,41	9,48	4,50	5,00	5,80	2,05	1,46	0,64	0,37	0,28	0,24	0,21	0,17	0,12	0,08	0,09	0,10	0,09	0,09	0,05	0,05	0,04
7	2	0,96	0,90	0,64	0,57	0,43	0,44	0,38	0,51	0,68	0,66	0,49	0,27	0,15	0,09	0,06	0,06	0,07	0,06	0,07	0,04	0,04	0,02
8	1	5,44	1,03	0,43	0,30	0,20	0,20	0,18	0,14	0,22	0,10	0,09	0,08	0,06	0,06	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02
8	2	7,82	1,33	1,03	0,53	0,24	0,23	0,19	0,15	0,16	0,13	0,09	0,07	0,07	0,06	0,06	0,08	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02
9	1	19,78	14,71	8,76	6,42	5,38	3,19	1,72	1,03	0,53	0,40	0,26	0,30	0,27	0,16	0,15	0,13	0,12	0,08	0,07	0,02	0,02	0,02
9	2	31,83	6,66	8,05	5,47	2,33	1,26	0,91	0,66	0,48	0,33	0,19	0,19	0,17	0,14	0,11	0,11	0,10	0,08	0,07	0,03	0,02	0,02
10	1	10,66	2,06	1,59	1,02	0,68	0,59	0,54	0,52	0,58	0,52	0,43	0,31	0,22	0,17	0,13	0,11	0,11	0,10	0,11	0,07	0,06	0,05
10	2	2,66	1,91	1,39	1,01	0,76	0,74	0,76	0,73	0,58	0,45	0,37	0,31	0,26	0,24	0,24	0,24	0,21	0,18	0,21	0,04	0,03	0,03

Bijlage IV.

**Driftdepositie(% van afgifte) naar de lucht
op 10 m afstand vanaf de buitenste
bomenrij**

XR 80.015 zonder sensor

hh	Rij	Hoogte [m]										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	2,40	3,08	3,97	5,30	5,61	5,56	3,65	3,02	1,85	1,87	1,16
1	2	3,19	3,44	4,82	5,69	6,29	4,79	4,65	3,41	2,54	1,24	0,76
2	1	3,12	5,46	6,78	7,60	7,46	5,88	5,72	4,63	3,29	1,65	1,03
2	2	3,83	4,89	6,25	5,02	7,40	6,76	6,14	5,66	3,83	3,20	1,59
3	1	1,78	3,05	3,03	3,27	3,27	3,44	2,90	1,71	2,44	1,32	0,82
3	2	1,35	2,01	1,56	2,16	2,82	3,05	2,35	3,23	1,47	1,17	0,64
4	1	1,66	5,45	6,41	5,88	4,51	5,64	3,38	3,36	2,59	2,92	2,50
4	2	3,34	9,81	11,05	12,77	8,29	7,17	5,04	3,23	2,66	2,78	3,11
5	1	0,87	1,54	1,49	1,65	2,38	2,11	1,54	1,38	0,76	0,47	0,33
5	2	1,99	4,03	4,61	4,88	4,14	1,59	1,34	1,19	0,63	0,60	0,41
6	1	2,19	4,21	4,89	5,74	4,93	3,54	1,93	1,58	1,35	0,85	0,57
6	2	1,80	4,54	4,92	3,46	3,21	3,43	2,21	1,48	1,49	1,12	0,62
7	1	1,41	1,28	1,73	1,87	2,31	2,39	2,02	2,61	1,80	1,41	0,77
7	2	2,42	2,42	2,25	2,52	3,76	2,65	3,16	2,25	1,40	0,73	0,61
8	1	1,54	2,29	3,10	2,96	3,83	2,53	2,99	1,34	0,82	0,56	0,30
8	2	2,61	4,38	4,24	5,06	5,39	4,31	5,07	2,39	1,62	0,57	0,28
9	1	1,82	3,12	3,68	3,53	1,87	2,67	1,65	2,02	2,46	1,51	0,71
9	2	2,60	3,40	4,31	2,82	2,87	2,09	2,29	2,90	2,87	1,64	0,77
10	1	2,21	1,78	2,68	3,89	5,46	3,89	2,55	2,00	1,57	1,02	1,06
10	2	3,64	3,50	2,23	2,78	1,56	1,82	1,51	1,76	1,14	0,85	0,85

XR 80.015 met sensor

hh	Rij	Hoogte [m]										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	0,70	1,44	1,65	1,77	1,84	2,37	2,29	1,71	1,46	0,54	0,54
1	2	1,51	1,74	1,99	2,24	2,23	2,22	1,48	1,79	1,30	0,85	0,74
2	1	1,36	1,09	1,23	1,36	1,82	1,90	1,71	1,77	1,54	1,56	1,34
2	2	0,87	1,30	1,47	1,81	1,64	1,12	1,27	1,86	1,73	1,62	1,33
3	1	1,18	1,72	3,34	2,49	1,78	2,08	1,53	1,27	1,07	0,80	0,67
3	2	1,56	1,86	2,46	4,08	3,60	4,35	2,61	1,61	1,32	1,04	0,67
4	1	0,94	1,47	1,46	1,49	2,85	1,29	1,57	1,33	1,56	0,87	0,60
4	2	1,98	2,75	3,15	3,09	2,31	2,88	2,04	1,56	1,19	0,89	0,47
5	1	0,78	0,99	0,98	1,07	0,92	0,84	0,89	0,60	0,50	0,45	0,32
5	2	0,41	0,44	1,03	1,73	1,71	1,12	1,10	0,81	0,51	0,42	0,43
6	1	0,28	0,58	0,64	0,63	0,68	0,80	0,77	0,41	0,40	0,42	0,29
6	2	0,38	0,48	0,71	0,53	0,52	0,60	0,68	0,59	0,53	0,41	0,24
7	1	1,38	0,91	1,17	0,97	1,20	1,54	1,05	0,99	0,47	0,71	0,58
7	2	0,56	0,87	0,97	0,97	0,56	1,03	1,53	1,10	0,81	0,53	0,31
8	1	0,67	0,79	0,87	1,09	1,61	1,95	3,03	2,09	1,01	0,57	0,36
8	2	0,51	0,83	1,08	1,04	1,09	1,61	1,39	1,34	0,53	*	*
9	1	0,56	1,22	0,93	1,56	1,50	1,27	1,28	0,91	1,35	0,78	0,53
9	2	0,65	0,56	0,72	1,40	1,31	1,46	1,17	1,00	0,99	0,62	*
10	1	0,67	0,93	0,86	0,66	0,77	0,92	1,17	0,85	0,93	0,48	0,51
10	2	0,55	0,62	0,66	1,12	0,77	0,76	0,75	0,72	0,49	0,41	0,45

* geen gegevens

ID 90.015 zonder sensor

hh	Rij	Hoogte [m]										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	0,66	0,88	0,89	1,23	0,99	0,71	0,54	0,43	0,43	0,32	0,23
1	2	0,27	0,50	0,69	1,00	0,91	0,80	0,96	0,40	0,54	0,36	0,19
2	1	0,44	0,49	0,79	1,15	1,15	1,02	0,84	0,75	0,56	0,35	0,19
2	2	0,70	0,74	0,93	1,52	1,46	1,28	0,78	0,69	0,45	0,37	0,15
3	1	1,69	2,45	3,21	2,96	2,66	3,71	2,03	1,54	1,39	0,90	0,79
3	2	2,69	3,00	3,04	3,21	3,74	6,71	3,43	1,84	1,43	1,06	0,85
4	1	2,03	6,32	5,20	4,52	4,21	3,83	4,11	2,90	2,47	1,17	0,95
4	2	2,28	2,05	2,78	2,23	2,09	2,01	1,55	1,71	1,72	0,95	0,65
5	1	0,96	1,42	1,96	1,67	2,51	2,25	2,79	2,29	2,58	1,40	0,93
5	2	1,34	2,00	2,09	3,55	4,33	4,82	4,22	3,80	3,77	2,83	1,29
6	1	1,03	1,68	2,27	3,23	1,72	2,63	1,86	1,82	1,08	1,28	1,16
6	2	0,67	1,54	2,15	1,95	2,63	1,85	1,87	1,58	1,61	1,35	0,98
7	1	0,21	0,42	0,64	0,94	0,71	0,46	0,50	0,45	0,36	0,26	0,17
7	2	1,00	0,52	0,92	1,27	1,02	0,79	0,53	0,50	0,34	0,23	0,23
8	1	0,21	0,40	0,47	0,79	0,72	0,79	0,94	0,72	0,77	0,51	0,31
8	2	0,17	0,37	0,37	0,62	0,61	1,16	1,01	0,66	0,59	0,42	0,22
9	1	0,19	0,29	0,39	0,49	0,59	0,53	0,43	0,44	0,38	0,30	0,20
9	2	0,38	0,55	0,65	0,66	0,76	0,47	0,45	0,52	0,50	0,22	0,30
10	1	0,34	0,69	1,08	0,72	0,76	0,59	0,58	0,29	0,35	0,17	0,15
10	2	0,59	0,91	0,79	1,13	0,91	0,66	0,35	0,34	0,28	0,23	0,18

ID 90.015 met sensor

hh	Rij	Hoogte [m]										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	0,27	0,15	0,21	0,20	0,28	0,33	0,23	0,22	0,12	0,11	0,05
1	2	0,10	0,17	0,20	0,20	0,22	0,30	0,16	0,16	0,12	0,08	0,06
2	1	0,12	0,21	0,32	0,32	0,36	0,31	0,26	0,24	0,20	0,11	0,10
2	2	0,26	0,31	0,33	0,27	0,30	0,18	0,13	0,13	0,15	0,11	0,09
3	1	0,21	0,22	0,26	0,38	0,43	0,32	0,32	0,26	0,13	0,10	0,07
3	2	0,19	0,30	0,32	0,31	0,40	0,43	0,42	0,34	0,21	0,14	0,12
4	1	0,23	0,39	0,67	0,37	0,51	0,43	0,46	0,54	0,42	0,32	0,26
4	2	0,44	0,63	0,68	0,63	0,64	0,53	0,38	0,31	0,42	0,21	0,24
5	1	0,10	0,07	0,12	0,12	0,10	0,08	0,07	0,04	0,07	0,04	0,03
5	2	0,06	0,10	0,10	0,11	0,16	0,08	0,07	0,05	0,04	0,04	0,03
6	1	0,09	0,14	0,19	0,16	0,11	0,06	0,14	0,11	0,13	0,11	0,07
6	2	0,09	0,09	0,11	0,12	0,18	0,12	0,12	0,09	0,08	0,08	0,05
7	1	0,08	0,11	0,11	0,18	0,16	0,20	0,15	0,17	0,14	0,08	0,07
7	2	0,17	0,21	0,21	0,17	0,22	0,19	0,12	0,11	0,10	0,11	0,06
8	1	0,19	0,18	0,25	0,21	0,19	0,24	0,17	0,10	0,05	0,07	0,04
8	2	0,07	0,15	0,20	0,26	0,23	0,29	0,21	0,13	0,11	0,10	0,08
9	1	0,34	0,20	0,21	0,23	0,22	0,37	0,34	0,22	0,12	0,12	0,13
9	2	0,10	0,22	0,30	0,29	0,25	0,22	0,28	0,22	0,17	0,15	0,16
10	1	0,10	0,21	0,25	0,23	0,26	0,27	0,19	0,20	0,11	0,06	0,00
10	2	0,20	0,23	0,23	0,43	0,31	0,34	0,31	0,36	0,25	0,16	0,21

Bijlage V.

**Berekening driftdepostie (% van afgifte) XR
80.015 en ID 90.015 in combinatie met
sensoren (geschaald naar 2006-2008)**

	Afstand tot buitenste bomenrij [m]																			
	1	2-2½	2½-3	3-3½	3½-4	4-4½	4½-5	5-5½	5½-6	6-6½	6½-7	7-7½	7½-8	8-8½	8½-9	9-9½	9½-10	15-16	20-21	25-26
Drift TXB 2006-2008	29.85	38.71	32.82	25.01	21.07	16.64	13.84	12.09	9.95	8.65	7.01	5.56	4.63	4.04	3.66	2.84	2.41	0.76	0.50	0.60
Drift XR-S 2006-2008	13.44	17.05	16.03	14.23	12.81	11.36	9.52	7.84	7.35	6.24	5.61	4.90	4.99	4.91	5.01	4.60	4.55	2.09	1.44	1.74
Reductie XR+S 2011	69.99	68.09	70.52	65.71	69.07	66.18	63.74	63.40	64.19	68.50	72.70	71.12	71.90	72.79	72.56	72.68	70.86	78.19	70.68	67.02
<i>Drift XR+S berekend</i>	<i>4.03</i>	<i>5.44</i>	<i>4.73</i>	<i>4.88</i>	<i>3.96</i>	<i>3.84</i>	<i>3.45</i>	<i>2.87</i>	<i>2.63</i>	<i>1.97</i>	<i>1.53</i>	<i>1.41</i>	<i>1.40</i>	<i>1.33</i>	<i>1.38</i>	<i>1.26</i>	<i>1.33</i>	<i>0.46</i>	<i>0.42</i>	<i>0.57</i>
Drift ID-S 2006-2008	13.67	21.40	22.91	17.37	12.17	9.36	6.55	4.52	3.63	2.73	1.94	1.62	1.34	1.10	0.93	0.79	0.70	0.26	0.18	0.19
Reductie ID+S 2011	85.81	87.23	86.75	80.70	79.57	81.76	83.42	82.54	84.47	85.02	86.04	86.34	86.86	87.62	88.29	86.95	87.71	88.83	88.24	84.13
<i>Drift ID+S berekend</i>	<i>1.94</i>	<i>2.73</i>	<i>3.04</i>	<i>3.35</i>	<i>2.49</i>	<i>1.71</i>	<i>1.09</i>	<i>0.79</i>	<i>0.56</i>	<i>0.41</i>	<i>0.27</i>	<i>0.22</i>	<i>0.18</i>	<i>0.14</i>	<i>0.11</i>	<i>0.10</i>	<i>0.09</i>	<i>0.03</i>	<i>0.02</i>	<i>0.03</i>