



Emissiebeperking in de fruitteelt door sensorgestuurde gewasbespuiting

M. Wenneker, B. Heijne (PPO-sector Fruit)
J.C. van de Zande (IMAG)

© 2001 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

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 Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving

Sector Fruit

Adres : Lingewal 1, Randwijk
: Postbus 200, 6670 AE Zetten
Tel. : 0488 - 47 37 00
Fax : 0488 – 47 37 17
E-mail : infofruit@ppo.dlo.nl
Internet : <http://www.ppo.dlo.nl>

Voorwoord

In het voor u liggende rapport is onderzoek beschreven naar de emissiebeperking die gemeten werd wanneer sensoren de aanwezigheid van blad en takken van fruitbomen detecteren. De bovenste vier spuitdoppen en de onderste spuitdop hebben elk hun eigen, individueel werkende, sensor. Op het moment dat een sensor blad of takken detecteert, wordt een elektromagnetische klep geopend en wordt er gespoten. Bij afwezigheid van bladeren of takken sluit de klep en wordt er niet gespoten. Daarmee wordt middel gespaard. Dat komt dan ook niet in het milieu en spaart kosten voor de fruitteeler. Naast de emissievermindering door niet verspoten middel lijkt het logisch dat er extra emissievermindering optreedt. Immers de sensoren sluiten de bovenste doppen, die de meeste emissie veroorzaken.

Op initiatief van GLTO is een groot project opgezet "Boeren en tuinders gaan voor SCHOON WATER". Het doel van dit project is de emissie van gewasbeschermingsmiddelen naar het oppervlaktewater in het Gelderse rivierengebied te reduceren. Het beperken van de emissie moet worden bereikt door het bevorderen van nieuwe technieken en het stimuleren van vernieuwingen op bedrijven in de boomkwekerij, glastuinbouw, fruitteelt, akkerbouw en snijmaïs. Het huidige onderzoek is onderdeel van het project "Boeren en tuinders gaan voor SCHOON WATER". Het werd gefinancierd door de Provincie Gelderland, het Zuiveringschap Rivierenland en het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.

Het onderzoek is uitgevoerd door het Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO) in samenwerking met het Instituut voor Milieu- en Agrotechniek (IMAG), beide onderdeel van Wageningen Universiteit en Reseachcentrum.

Wij zijn bijzonder dank verschuldigd aan de heer Breunisse, eigenaar van de boomgaard waar de proef werd uitgevoerd, mede voor zijn behulpzaamheid tijdens de uitvoering van de experimenten. Daarnaast danken wij de firma John Deere voor het beschikbaar stellen van de fruitteeltspuit met het TargetSpray principe en voor de technische ondersteuning.

Bart Heijne
Praktijkonderzoek Plant en Omgeving

Inhoudsopgave

SAMENVATTING	5
SUMMARY	6
1 INLEIDING	7
2 MATERIAAL EN METHODEN	9
2.1 EMISSIEREDUCTIE	9
2.2 VOLUMEREDUCTIE.....	15
3 RESULTATEN	17
3.1 EMISSIEMETINGEN.....	17
3.2 EMISSIEREDUCTIE	19
3.3 VOLUMEREDUCTIE.....	20
4 DISCUSSIE	22
4.1 EMISSIE.....	22
4.2 EMISSIEPERCENTAGES	23
4.3 EMISSIEREDUCTIE	24
4.4 VERGELIJKING MET EMISSIEREDUCTIE LOZINGENBESLUIT	24
4.5 VERGELIJKING MET EERDER EMISSIEONDERZOEK	25
4.6 VOLUMEREDUCTIE.....	26
4.7 VERGELIJKING SENSORSPUITTECHNIEK MET ANDERE SPUITTECHNIEKEN	27
5 CONCLUSIES	28
6 AANBEVELINGEN	29
7 LITERATUUR	30
BIJLAGE I volledige dataset emissiemetingen.....	32
BIJLAGE II statistische analyse.....	34
BIJLAGE III volledige dataset volumereductie-metingen.....	38
BIJLAGE IV middelen en spuitomstandigheden volumereductie.....	41
BIJLAGE V windrichting.....	44
BIJLAGE VI windsnelheid.....	45
BIJLAGE VII perceeloverzicht volumereductie (jonge boomgaard).....	47

Samenvatting

Om het milieu en in het bijzonder het oppervlaktewater zo min mogelijk te belasten met gewasbeschermingsmiddelen, dient de emissie van deze middelen naar de omgeving zoveel mogelijk beperkt te worden. Via onder andere het Lozingenbesluit open teelt en veehouderij (een Algemene Maatregel van Bestuur; AMvB) wordt getracht de emissie naar het oppervlaktewater te reduceren. Eén van de maatregelen is het instellen van een teeltvrije zone om de emissie van middelen naar het oppervlaktewater te beperken. Voor het jaar 2003 wordt een teeltvrije zone van 6 meter voorgesteld, tenzij gewerkt wordt met wettelijk geaccepteerde methoden om de emissie te beperken. Wanneer met een emissiebeperkende methode gewerkt wordt, zoals een tunnelspuit, een dwarsstroomspuit met reflectieschermen of wanneer een windhaag aanwezig is, kan de teeltvrije zone tot 1,5 meter beperkt blijven. Een aantal van de bovenstaande maatregelen kent ook nadelen als hoge investeringen (tunnelspuit), of vereist teeltruimte (windhaag). Daarom wordt gezocht naar goedkope en praktische alternatieven met voldoende emissiereducerende werking.

In dit onderzoek is het effect van een sensorgestuurde bespuiting gemeten op de beperking van de emissie buiten het perceel. Het onderzoek werd uitgevoerd in een commerciële boomgaard die representatief was voor een Nederlandse appelboomgaard. De bespuitingen werden uitgevoerd met een dwarsstroomspuit met holle kegeldoppen. Bij een druk van 7-8 bar en een rijsnelheid van ca. 6 km/h, was het spuitvolume ongeveer 200 liter per hectare, indien alle doppen geopend zijn. Dit is een standaardinstelling die karakteristiek is voor de Nederlandse fruitteelt. Met behulp van een fluorescerende stof werd de emissie bepaald naar het maaiveldniveau op verschillende afstanden van de laatste bomenrij. De gemeten emissie werd uitgedrukt als percentage van de hoeveelheid spuitvloeistof die verspoten werd per oppervlakte-eenheid van de boomgaard. De metingen werden in een volblad gewas, een halfblad en in kaal gewas uitgevoerd. In de proefopzet is geprobeerd om uit te gaan van een "worst case" benadering: een windrichting zoveel mogelijk haaks op de sloot, naar de sloot toegericht en bij voldoende wind.

Tevens werd de spuitvolumereductie bepaald die met de sensorgestuurde bespuiting behaald kan worden. Dit werd gedaan door zowel in een jongere als oudere appelboomgaard standaardmiddelenbespuitingen uit te voeren met het sensorsysteem in- en uitgeschakeld. Na elke bespuiting werd de verbruikte hoeveelheid spuitvloeistof bepaald, waaruit de reductie in middelengebruik werd berekend.

In deze studie werd bij het bespuiten van de buitenste drie bomenrijen een emissie bepaald, op 5 m van de laatste bomenrij (=midden standaardvloot), van 11,5-20,0%; 8,2% en 6,0% voor respectievelijk een kale, halfblad en volblad gewassituatie, bij het uitvoeren van een standaardgewasbespuiting (sensorsysteem uitgeschakeld).

Bij het uitvoeren van bespuitingen met sensorgestuurde spuitdoppen werd de emissie, op 5 m van de laatste bomenrij, bepaald op 11,8-12,2%; 4,0% en 3,1% voor respectievelijk een kale, halfblad en volblad gewassituatie.

Het uitvoeren van gewasbespuitingen middels sensorgestuurde spuitdoppen gaf in een kale, een halfblad en volblad situatie een gemiddelde emissiereductie boven het midden van de sloot (5 m achter de laatste bomenrij) van respectievelijk 22%, 52% en 49%.

Over een geheel seizoen gemeten leverde de sensorgestuurde bespuiting een volumereductie van meer dan 25%. Dit gold zowel voor een jongere als een oudere appelboomgaard.

Summary

It is important to reduce drift of pesticides to minimise environmental pollution and especially pollution of surface water during spray application. A special law, called "Lozingenbesluit" has been set into force recently (March 2000) with the aim to reduce drift of pesticides into surface water. One of the measurements to reduce drift described in the "Lozingenbesluit" is a crop free zone. A crop free zone of 6 m is proposed for the year 2003 in fruit growing, unless a drift reduction measurement is applied. The drift reduction method should be officially accepted. The crop free zone can be reduced to 1,5 m if a drift reduction method is applied, such as the presence of a windbreak, the use of a tunnel sprayer or a cross-flow sprayer with reflection shields. However, some of these drift reduction methods have marked disadvantages for the fruit grower, such as high investments (tunnel sprayer) or the loss of space (windbreak). Therefore, effective but also cheap and easy to use methods of drift reduction is searched for.

In this experiment the effect on drift reduction of sensor equipped orchard spraying was measured. The experiment was conducted in a commercial orchard which was considered representative for a standard Dutch orchard. Applications were done with a cross-flow sprayer with hollow cone nozzles at a pressure of 7-8 bar with a spray volume around 200 l/ha and a travel speed of around 6 km/hour, if all nozzles are opened. This is a standard setting, characteristic for a Dutch situation. A fluorescent dye was used to measure deposits at different distances from the last tree row. The measured drift was expressed as the percentage of the total quantity sprayed per surface unit orchard. The measurements were done during a half-full, a full-developed canopy and in the situation of nearly bare trees. Applications were made during worst-case weather conditions, i.e. a wind direction perpendicular to and in the direction of the ditch and at sufficient wind speed. Also the spray volume savings of the sensor equipped orchard sprayer were determined. These experiments were carried out in a younger and older apple orchard. After every spray application the amount used was determined, from which the volume savings were calculated.

When spraying the outward 3 rows of trees for the standard sprayer on average 11,5-20,0%; 8,2% and 6,0% drift was measured at a distance of 5 m from the last tree row (the middle of the ditch) in the nearly bare, half-full and full-developed canopy situations, respectively.

With the sensor equipped orchard sprayer the drift was determined at 11,8-12,2%; 4,0% and 3,1% for the nearly bare, half-full and full-developed canopy situations, respectively.

The drift reduction achieved with the sensor equipped orchard spraying was therefore on average 22%, 52% and 49% for the nearly bare, half-full and full-developed canopy situations, respectively.

The spray volume savings were on average at least 25% in both the younger and older apple orchard.

1 Inleiding

De belangrijkste doelstellingen van het Meerjarenplan Gewasbescherming (MJPG) (Anonymus, 1991) zijn een vermindering van het gebruik, de afhankelijkheid en de uitstoot van gewasbeschermingsmiddelen. In het MJPG zijn afspraken gemaakt over de reductie van uitstoot van gewasbeschermingsmiddelen. Deze uitstoot zou in het jaar 2000 met tenminste de volgende percentages teruggebracht moeten worden:

<i>Lucht</i>	50%
<i>Bodem/grondwater</i>	75%
<i>Oppervlaktewater</i>	90%

Uit metingen van waterkwaliteitsbeheerders blijkt dat de concentraties aan gewasbeschermingsmiddelen de normen regelmatig overschrijden (Anonymus, 2001). Om emissie naar het oppervlaktewater tegen te gaan, en 90% emissiereductie te realiseren, is het Lozingenbesluit open teelt en veehouderij (een algemene maatregel van bestuur (=AMvB)) opgesteld. Dit besluit is 1 maart 2000 van kracht geworden. Deze AMvB is onderdeel van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewater (Anonymus, 2000).

Ook bij de toelating en het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen is het driftpercentage van belang. Het College voor de Toelating van Bestrijdingsmiddelen (CTB) neemt beslissingen onder andere op basis van milieucriteria:

- Afbreekbaarheid in de bodem,
- Uitspoeling naar het grondwater,
- Giftigheid voor waterorganismen zoals vissen, algen en watervlooien.

Het criterium “giftigheid voor waterorganismen” houdt in dat de concentratie werkzame stof van een middel, lager moet zijn dan een tiende van de dodelijke concentratie voor waterorganismen. Door het verminderen van druppeldrift, zullen ook de piekconcentraties in het oppervlaktewater verminderen. Deze vermindering van de piekconcentratie kan minder zijn dan verwacht omdat ook andere emissies voor de aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater zorgen. In het toelatingsbeleid werkt het CTB (voor grootfruit) met 7% driftdepositie op het oppervlaktewater voor bomen in blad (situatie na 1 mei), en 17% driftdepositie op het oppervlaktewater voor kale bomen (situatie voor 1 mei) (Anonymus, 1998).

In het Lozingenbesluit worden een aantal maatregelen genoemd om de emissie te reduceren; waaronder teeltvrije zones. De teeltvrije zones mogen kleiner zijn als er emissiebeperkende maatregelen worden genomen. Voor de fruitteelt worden in de AMvB een windscherm of emissiescherm of het gebruik van een tunnelspuit als emissiebeperkende maatregelen genoemd. Voor het jaar 2003 houdt het voorstel (Anonymus, 2000) een teeltvrije zone in van 6 meter óf:

- 1,5 meter teeltvrije zone en toepassing van biologische teelt óf
- 1,5 meter teeltvrije zone met plaatsing van een windsingel of emissiescherm óf
- 1,5 meter teeltvrije zone met gebruik van een tunnelspuit óf
- 1,5 meter teeltvrije zone met gebruik van een dwarsstroomspuit voorzien van reflectieschermen.

Vooralsnog zijn de hierboven genoemde maatregelen de enige waarbij mag worden afgeweken van de teeltvrije zone van zes meter. Er zijn echter nog meer emissiebeperkende maatregelen mogelijk; de wet biedt hier expliciet ruimte voor. Een mogelijkheid is bijvoorbeeld het gebruik van een rietkraag (Gildemacher *et al.*, 2000; Wenneker *et al.*, 2001a). Een windscherm van elzenbomen in volblad kan de emissie achter de haag met meer dan 90% verminderen (Porskamp *et al.*, 1994a). Traditioneel heeft een windscherm (haag) een functie bij het voorkomen van windschade en verbeteren van het microklimaat in de boomgaard.

Naast voordelen hebben emissiebeperkende maatregelen ook nadelen. Windschermen bemoeilijken het onderhoud van de sloot, nemen teeltruimte in, vergen onderhoud en hebben nadelige effecten op de kwaliteit

van het slootwater door beschaduwning en door in het water vallend blad (Heijne, 2000). Een emissiescherm van kunststof is niet fraai uit landschappelijk oogpunt. Bij een meerjarige rietkraag in de sloot en op het talud kunnen problemen met de doorstroming en waterberging ontstaan.

Bij het éézijdig bespuiten van de laatste bomerij bij een vol blad gewas, werd de emissie midden boven de sloot met gemiddeld 48% verminderd ten opzichte van tweezijdig bespuiten. In een kaal gewas werd de emissie boven de sloot met gemiddeld 41% verminderd bij het éézijdig bespuiten van de laatste bomerij (Wenneker *et al.*, 2001b).

Een andere emissiebeperkende maatregel is het gebruik van tunnelspuiten (Porskamp *et al.*, 1994b,c), welke naast minder emissie, ook efficiënter met de spuitvloeistof omgaan dan een conventionele dwarsstroomspuit. Een andere (nog experimentele) spuit heeft spuitdoppen die voorzien zijn van afsluiters die alleen geopend worden als door een sensor objecten als blad en takken worden waargenomen. De zogenaamde optische ogen zenden twee verschillende monochrome lichtsignalen uit (rood- en nabij infrarood licht) en bepalen de reflectie van het licht dat door hout en bladeren wordt teruggekaatst. Indien er groen blad of hout voor de sensor aanwezig is, zal de afsluiter geopend worden. Is er geen hout of blad aanwezig dan blijft de spuitdop gesloten.

Doel

In dit onderzoek wordt nagegaan in hoeverre de emissie gereduceerd kan worden door het gebruik van de sensortechniek. Daarnaast wordt onderzocht welke volumereductie van spuitvloeistof met deze techniek mogelijk is.

2 Materiaal en methoden

2.1 Emissiereductie

In 2000 en 2001 werd op drie tijdstippen in het groeiseizoen een gedeelte van een boomgaard bespoten met een dwarsstroomspuit, welke was uitgerust met sensoren om de aanwezigheid van het gewas te detecteren. De emissie naar de grond werd gemeten met het sensorsysteem in- en uitgeschakeld (in 4 of 6 herhalingen). Met het sensorsysteem uitgeschakeld fungeerde de spuit als een normale dwarsstroomspuit. Het meten van de emissie werd uitgevoerd door filterdoeken op houten plankjes uit te leggen op verschillende afstand van de laatste bomenrij. Er werd gespoten met een fluorescerende kleurstof, Briljant Sulfo Flavine (BSF). De hoeveelheid BSF op de filterdoeken werd in het laboratorium gemeten. Hieruit kon berekend worden hoeveel emissiereductie optrad bij bespuitingen met het sensorsysteem.

2.1.1 Onderzoekslocatie

Het emissie-onderzoek werd uitgevoerd in de boomgaard van maatschap M.A. en J. Breunisse in Wageningen. Het geteelde ras was een volgroeide aanplant van Elstar (onderstam M.9) in een enkelrij plantsysteem, met een 3 x 1,25 m plantverband. De boomhoogte bedroeg ca. 2,5 m. Het plantjaar was 1988 en als bestuiverras diende Gloster. De boomgaard was representatief voor een normale commerciële boomgaard, zij het dat de bomen ongesnoeid waren tijdens de meting van april 2001. Door een zware aantasting van vruchtboomkanker (*Nectria galligena*) waren veel takken afgestorven, waardoor de kroon relatief open was. Tussen de laatste bomenrij en de sloot was een rijpad van drie meter en geen windhaag.

2.1.2 Proefopzet

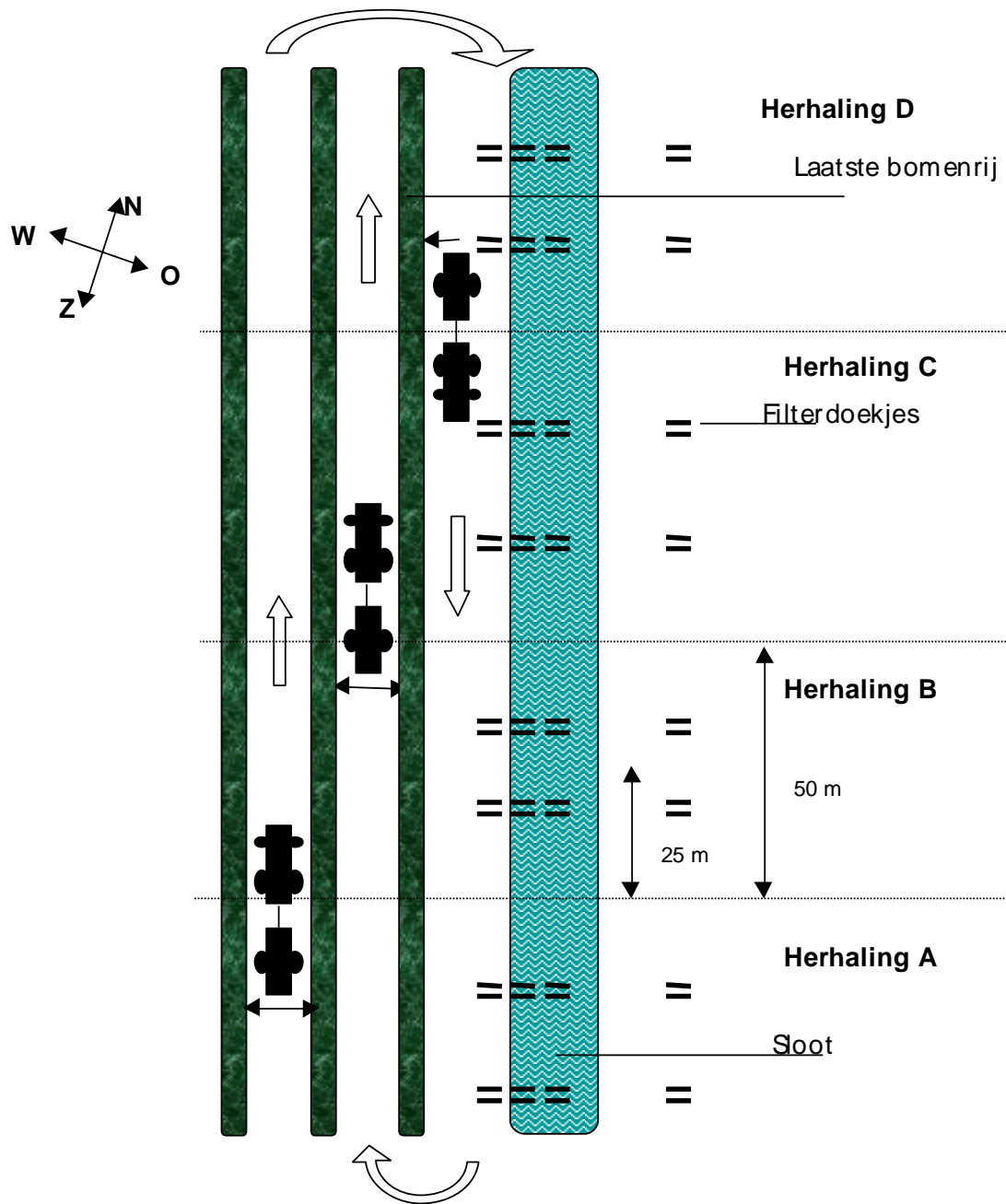
De emissie-metingen werden op drie verschillende momenten in het groeiseizoen uitgevoerd; 22 mei 2000, 3 oktober 2000 en 26 april 2001. Op 22 mei en 3 oktober werd het experiment één keer uitgevoerd (respectievelijk sessie 1 en 2), op 26 april werd het experiment tweemaal uitgevoerd (sessie 3 en 4). De tijdstippen van uitvoering werden bepaald door de weersituatie. De metingen werden uitgevoerd tijdens een voor emissie meest slechte situatie ("worst case"). Daarbij staat de wind loodrecht op de slootrichting en wordt de emissie benedenwinds gemeten. In de proef werden de buitenste drie rijpaden en de buitenste drie bomenrijen gebruikt. De bomenrijen werden volgens de praktijk-standaardmethode van twee kanten bespoten, met de onderstaande toegepaste proefbehandelingen

- Behandeling 1: sensorsysteem ingeschakeld,
- Behandeling 2: sensorsysteem uitgeschakeld.

Om de variatie in windsnelheid enigzins te elimineren en om de te meten concentraties kleurstof (Briljant Sulfo Flavine; BSF) te verhogen werd het te rijden traject iedere sessie (meting) driemaal achteréén gespoten. Bij de laatste metingen (26 april 2001) werd het traject tweemaal achteréén gespoten, omdat de rijbaan nat was en daardoor de kans op slippen van de wielen groot werd. Bij slippen vindt geen gelijkmatige bespuiting van het gewas meer plaats.

De proef was opgezet als een split-plot proef in vier herhalingen (sessie 2-4) in het veld (figuur 1). Sessie 1 werd uitgevoerd met 6 herhalingen in het veld. Een herhaling bestond uit twee veldjes waarover de behandelingen verloot waren, en enige bufferruimte. De lengte van iedere herhaling bedroeg ca. 50 m. In totaal waren er acht veldjes (4 herhalingen x 2 behandelingen) aanwezig.

De behandelingen werden elke meetdatum opnieuw over de veldjes (per herhaling) verloot. Per veldje werd op vier afstanden (sessie 1 en 2), of vijf afstanden (sessie 3 en 4) achter de laatste bomenrij de emissie gemeten. De meetpunten bevonden zich op 2,5-3,5; 3,5-4,5; 4,5-5,5 en 9,5-10,5 m van de laatste bomenrij. Bij sessie 3 en 4 werd tevens op de afstand 5,5-6,5 m de emissie bepaald.



Figuur 1: Schematische weergave van het proefveld.
Figure 1: Schematic field lay-out.

2.1.3 Smitapparaat en instellingen

De bespuitingen werden uitgevoerd met een Douven Delta Selectspray dwarsstroomspuit met optische sensortechniek. Deze machine is nu bekend onder de naam John Deere 310 Targetspray, aangezien John Deere de Nederlandse fabrikant Douven heeft overgenomen. De spuit heeft in totaal 16 spuitdoppen (2 x 8). Aan beide zijden van de spuitinstallatie bevinden zich 5 sensoren (optische ogen). De sensoren zijn verbonden met de bovenste 2 x 4 spuitdoppen en met de onderste 2 x 1 spuitdoppen.

Op 22 mei en 3 oktober 2000 werd met 2 x 7 doppen gespoten. Op 26 april 2001 werd met één dop extra open gespoten (2 x 8), omdat de boomgaard niet gesnoeid was. In de uitgevoerde proef werd namelijk de spuihoogte gebruikt die passend was voor de gewashoogte. Tijdens de proef werd de rijnsnelheid gemeten, en na afloop van de proef werd de dopafgifte gemeten.

Het spuitvolume werd berekend met behulp van de gemiddelde dopafgifte, rijnsnelheid, en rijenafstand van de bomen; volgens de formule: spuitvolume = (600 x aantal doppen x dopafgifte)/(rijnsnelheid x rijenafstand). De afstellingen van de machine tijdens de experimenten en de individuele dopafgiften zijn samengevat in tabel 1.

Tabel 1: Afstelling van de spuitmachine (emissiereductie proef).

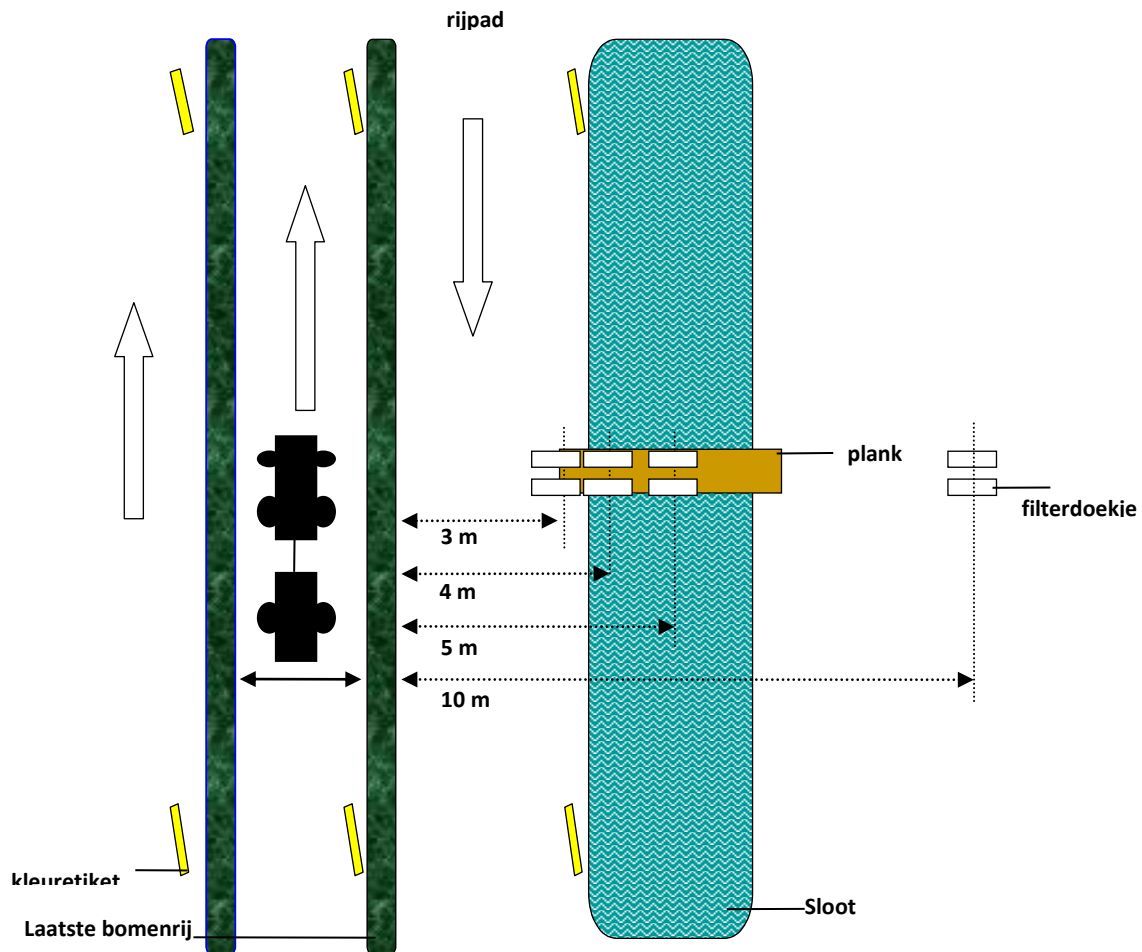
Table 1: Spraying equipment settings (drift reduction experiment).

	Emissie reductiemetingen	
Datum	22 mei (sessie 1) en 3 oktober (sessie 2)	26 april 2001 (sessie 3&4)
Spuittipe	John Deere Targetspray (Douven Delta)	John Deere Targetspray (Douven Delta)
Doptype	Albuz bruin (sessie 1); Teejet Conejet TXA800067VK olijfgroen (sessie 2)	Teejet Conejet TXA800067VK olijfgroen (sessie 3&4)
Aantal doppen	2 x 7 doppen	2 x 8 doppen
Dophoogten (cm)	48, 75, 105, 138, 173, 208, 243,	48, 75, 105, 138, 173, 208, 243, 278
Druk (bar)	8	7
Rijsnelheid (km/uur)	6,5	6,2 (sessie 3) en 6,0 (sessie 4)
Dopafgifte (l/min/dop)	0,52 (sessie 1) en 0,41 (sessie 2)	0,40 (sessie 3 en 4)
Sputvolume (l/ha)	222 (sessie 1) en 175 (sessie 2)	205 (sessie 3) en 210 (sessie 4)
Ventilatortoerental	Hoog	Hoog

2.1.4 Uitleggen en verzamelen van de collectoren bij emissiemetingen

Om de spuitvloeistof te kunnen opvangen werden filterdoeken (collectoren) in elkaars verlengde gelegd, op een afstand van 2,5 - 3,5; 3,5 - 4,5 ; 4,5 - 5,5 en 9,5 - 10,5 m vanaf de laatste bomenrij (figuur 2). Op 26 april 2001 werd tevens op 5,5 – 6,5 m afstand een meting verricht. Het filterdoek (10 x 100 cm) werd op houten latten (10 x 100 x 2 cm) aan twee spijkerpunten gespannen. Op ieder meetpunt werden de collectoren in duplo geplaatst met 10 cm tussen ruimte. Twee collectoren werden als blanco buiten het proefveld gelegd, op een plaats waar geen spuitvloeistof terecht kon komen. Voor de meting over het sloot-oppervlak was een lange, brede plank (35 cm x 4 m) neergelegd waarop de collectoren werden neergelegd. Het filterdoek was van het type CM 360 (geleverd door de firma Camfil BV te Ede).

Na de bespuiting en drogen aan de lucht werden de collectoren met de bovenzijde naar binnen toe opgerold en in een (gecodeerd) plastic zakje bewaard. Hierna werden (eventueel) nieuwe collectoren uitgelegd voor een volgende sessie. De doeken werden gedurende de meetdag in het donker bewaard. Dezelfde dag werden de collectoren naar het laboratorium vervoerd en tot het moment van de analyse in een donkere koelcel bij 3°C geplaatst.



Figuur 2: Posities van de collectoren.

Figure 2: Positions of the collectors.

2.1.5 Bereiding spuitvloeistof en spuitgangen

Bij de emissiemeting werd gespoten met water, waaraan een fluorescerende wateroplosbare kleurstof ofwel tracer, Briljant Sulfo Flavine (BSF 1F 561; Boom laboratorium leverancier) en een uitvloeier (Agral) was toegevoegd. De kleurstof is stabiel in licht, goed te detecteren met een hoge meetnauwkeurigheid, en heeft geen negatieve bijwerkingen (fytotoxiciteit) op het gewas. Uit eerdere proeven is gebleken dat een BSF-oplossing zich vergelijkbaar gedraagt als een standaard-spuetvloeistof (Smelt *et al.*, 1993).

Na het vullen van de tank met water en BSF werd eerst geruime tijd gemengd en kort gespoten om alle leidingen te vullen met dezelfde concentratie van het middel. Vlak voor en direct na het spuiten werd een vloeistofmonster (in duplo) uit de tank genomen om de gespoten BSF-concentratie te meten. In tabel 2 zijn de gemeten BSF-concentratie in de tank per sessie weergegeven.

Tabel 2: De concentratie BSF en uitvloeier per sessie.

Table 2: BSF-concentration and surfactant per session.

<i>Datum</i>	<i>Sessie</i>	<i>Concentratie BSF in de tank (g/l)</i>	<i>Uitvloeier</i>
22 mei 2000	1	3,3	0,1% Agral
3 oktober 2000	2	5,6	0,1% Agral
26 april 2001	3	2,4	0,1% Agral
26 april 2001	4	2,6	0,1% Agral

2.1.6 Meetmethode en verwerking meetgegevens

In het laboratorium werden de collectoren (filterdoeken) gespoeld en het spoelwater geanalyseerd met een fluorimeter (Perkin Elmer LS-2B fluorimeter). Hiervoor werd elke filterdoek in een Weckpot gedaan met 300 ml millipore water. De pot werd afgesloten en gedurende 30–50 minuten geschud. Daarna werd de collector uitgewrongen en een deel van het spoelwater overgegoten in een monsterpotje. Van het spoelwater werd tweemaal de fluorescentie gemeten. De absolute hoeveelheid BSF kon vervolgens berekend worden met behulp van een ijklijn.

De hoeveelheid BSF in μg per cm^2 filterdoek werd berekend volgens:

$$\frac{\text{het gemiddelde aantal } \mu\text{g BSF per filterdoek}}{\text{de oppervlakte-eenheid van een filterdoek}} = \mu\text{g}/\text{cm}^2$$

De verspoten hoeveelheid BSF per oppervlakte-eenheid boomgaard (in $\mu\text{g BSF}/\text{cm}^2$) is berekend volgens:

$$\frac{\text{Tankconcentratie BSF } (\mu\text{g}/\text{l}) * \text{het spuitvolume } (\text{l}/\text{ha})}{10^8} = \mu\text{g}/\text{cm}^2$$

Het gemiddeld aantal $\mu\text{g BSF}$ per collector werd gecorrigeerd voor de gemiddelde fluorescentie van de blanco collectoren, en voor het aantal spuitgangen dat per sessie verreden werd. De emissie naar de grond werd berekend door de emissie uit te drukken in procenten van de door de doppen verspoten hoeveelheid per oppervlakte-éénheid van de boomgaard:

$$\frac{(\text{BSF}_{\text{monster}} - \text{BSF}_{\text{blanco}})}{(\text{BSF}_{\text{gespoten}})} \times 100\% = \text{emissie}$$

BSF_{monster} Hoeveelheid BSF op de monster collector ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)
BSF_{blanco} Hoeveelheid BSF op het blanco collector ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)
BSF_{gespoten} Hoeveelheid BSF gespoten in de boomgaard ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)

Bij het berekenen van de emissie werd voor beide behandelingen (sensor ingeschakeld en uitgeschakeld) uitgegaan van de standaard situatie (= sensor uitgeschakeld) voor de hoeveelheid gespoten BSF in de boomgaard. Vervolgens werd het percentage emissiereductie van de behandeling 'sensoren ingeschakeld' ten opzichte van de behandeling 'sensoren uitgeschakeld' berekend volgens:

$$\text{Percentage emissiereductie} = ((D0-D1)/D0) \times 100$$

D0 Percentage emissie op een bepaalde afstand op een bepaald tijdstip in het seizoen met sensoren uitgeschakeld.
D1 Percentage emissie op dezelfde afstand en hetzelfde tijdstip in het seizoen met sensoren ingeschakeld.

2.1.7 Overige metingen

Tijdens de bespuitingen werd de windsnelheid, de windrichting en de temperatuur in het perceel gemeten. De windsnelheid werd met behulp van een roterende cupanemometer (Thies clima) op 3 m hoogte (iets boven de appelbomen) circa elke 5 seconden gemeten. De temperatuur werd voor en na de bespuiting bepaald onder een houten kistje op de grond. De sloot lag 10 graden uit het noorden (NNW-ZZO), ofwel van 170° – 350° (bijlage V). De proef werd uitgevoerd bij lichte tot matige wind zo veel mogelijk haaks op de sloot. Dit komt neer op een westzuidwestenwind. De geregistreerde weersgegevens staan in tabel 3 samengevat en gedetailleerd in bijlage VI.

Tabel 3: Gemiddelde windrichting, windsnelheid (m/s) en temperatuur (°C) tijdens de meetsessies.

Table 3: Average wind direction, wind speed (m/s) and temperature (°C) during the measurements.

Datum	Sessie	Windrichting		Gemiddelde windsnelheid (m/s) ^b	Gemiddelde temperatuur (°C)
		Feitelijk ^a (in °)	°t.o.v. haaks op de sloot		
22 mei	1	268	8	1,7 (0,5 - 3,7)	14,5
3 oktober	2	259	1	0,9 (0,3 - 3,5)	16,1
26 april	3	238	22	3,7 (1,1 - 8,7)	12,3
26 april	4	266	6	5,5 (1,4 - 11,8)	16,3

^aBij 260° waait de wind haaks over de sloot vanaf de te spuiten rijen.

^bTussen haakjes staan de uiterste gemeten waarden.

2.1.8 Statistische uitwerking

De statistische analyse van de resultaten vond plaats met behulp van Genstat versie 5 release 4.1. Vanwege heterogeniteit van de variantie is de analyse uitgevoerd na boog-sinus-wortel transformatie op het percentage emissie. Hiervoor is de Genstatfunctie ANGULAR gebruikt, die de getallen volgens $(180/\pi) \times \text{ARCSIN}(\sqrt{\%/100})$ transformeert. De getransformeerde waarden zijn met behulp van een variantie analyse geanalyseerd. Het effect van sessie, behandeling en plaats van het filterdoek zijn getoetst met alle interacties. Betrouwbare F-toetsen werden gevolgd door een LSD-toets ($\alpha=0,05$) voor paarsgewijze vergelijking van gemiddelden (zie bijlage II). In het hoofdstuk 'Resultaten' zijn de teruggetransformeerde Genstat-waarden weergegeven.

2.2 Volumereductie

Besputtingen werden uitgevoerd in een jonge en een iets oudere boomgaard. De betreffende percelen werden in tweeën gedeeld, waarbij het ene deel werd bespoten met het sensorsysteem ingeschakeld, en het andere deel met het sensorsysteem uitgeschakeld. In het laatste geval kon de spuit als een gewone dwarsstroomspruit beschouwd worden. Na elke besputting werd de verbruikte hoeveelheid spuitvloeistof bepaald, waaruit de reductie in middelengebruik werd berekend.

2.2.1 Onderzoekslocatie

De volumereductie werd bepaald op de proeftuin van het Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO) te Randwijk, op perceel 2 van het Oostblok (jonge aanplant, 1999) en perceel 6 van het Noordblok (oudere aanplant, 1997). Op perceel 2 Oostblok waren de geteelde rassen Jonagold (M.27 onderstam), Schone van Boskoop (M.27 onderstam), en Santana (P.22 onderstam), en Discovery & Alkmene (M.9 onderstam) als bestuiverras. De plantafstand was 3 x 1,15 m (enkelrij plantsysteem), met een hoogte van maximaal 1,8 m. Op perceel 6 werden eveneens verschillende rassen geteeld: Del-Blush, Jonagold, Golden Delicious en Cox Orange Pippin (M.9 onderstammen). Als bestuiverrassen dienden Elise en Braeburn. De plantafstand was 3 x 1,25 m (enkelrij plantsysteem), met een hoogte van 2,25 – 2,5 m.

2.2.2 Proefopzet

De volumereductie werd bepaald door voorafgaand aan de besputting de tank te vullen met een bekende hoeveelheid spuitvloeistof. Na het uitvoeren van een besputting (met of zonder sensortechniek), werd de resterende spuitvloeistof gemeten door de spuittank af te tappen. De gewasbesputtingen voor de volumereductie-metingen werden in perceel 2 (jonge aanplant: 8 ha) uitgevoerd van 23 maart tot 23 oktober 2000, en in perceel 6 (oudere aanplant: 1 ha) van 29 maart tot 14 september 2000. Op 5 en 23 oktober werden op perceel 2 nog najaarsbesputtingen met ureum uitgevoerd om de bladvertering te bevorderen, en ter versterking van de bloemknoppen. Deze besputtingen werden op perceel 6 achterwege gelaten. In 2001 werden alleen op het jongere perceel (Oost 2) volumereductie-metingen uitgevoerd.

2.2.3 Spuitapparatuur en instellingen

In beide boomgaarden werd met een snelheid van 6,5 km/uur gereden. In de jongere boomgaard werden in 2000 aan beide zijden de bovenste twee spuitdoppen gesloten. Er werd dus met 2 x 6 doppen gespoten. In 2001 werden de besputtingen in de jonge boomgaard uitgevoerd met alleen de bovenste doppen gesloten (2 x 7 doppen geopend). Bij de besputtingen in de oudere boomgaard werd met 2 x 8 doppen gespoten. Het spuitvolume in de jongere boomgaard werd vastgesteld op 150 en 175 l/ha, en 200 l/ha in de oudere boomgaard. De afstellingen van de machines tijdens de experimenten en de individuele dopafgiften zijn samengevat in tabel 4.

Tabel 4: Afstelling van de spuitmachine (volume-reductie).

Table 4: Spraying equipment settings (spray volume measurements).

	<i>Volume reductiemetingen</i>
Datum	Van 23 maart - 23 oktober
Spuittype	John Deere Targetspray (Douven Delta)
Doptype	Teejet Conejet TXA800067VK olijfgroen (200l/ha), TXA8003VK blauw (1000l/ha)
Aantal doppen	2 x 6: jongere boomgaard (2000), 2 x7: jongere boomgaard (2001) 2 x 8: oudere boomgaard (2000)
Dophoogten (cm)	48, 75, 105, 138, 173, 208, 243, 278
Druk (bar)	8 (2000); 7 (2001)
Rijsnelheid (km/uur)	6,5 (2000); 6,2 (2001)
Dopafgifte (l/min/dop)	0,41
Spuitvolume (l/ha)	150: jongere boomgaard (2000), 175: jongere boomgaard (2001) 200: oudere boomgaard (2000)

Bij de volumereductie-metingen werden praktijk-standaardmiddelen gespoten. In 2000 werden 23 en 19 bespuitingen uitgevoerd in respectievelijk de jongere en oudere boomgaard. In 2001 werden 11 bespuitingen in de jongere boomgaard uitgevoerd. In bijlage IV staan de gebruikte middelen vermeld.

3 Resultaten

De gemeten emissie (driftdepositie ofwel druppeldrift) per oppervlakte-eenheid op de collectoren werd uitgedrukt als percentage van de dosering per oppervlakte-eenheid boomgaard (↷ 3.1). Hieruit werd het percentage emissiereductie berekend (↷ 3.2).

3.1 Emissiemetingen

De gemiddeld gemeten percentages emissie staan in tabel 5 samengevat. Uit de tabel blijkt dat de emissie bij de sessies 1 – 3 bij bespuitingen met de sensor ingeschakeld altijd lager was dan bij de sensor uitgeschakeld. Bij sessie 4 werd echter geen effect van sensor in- of uitgeschakeld aangetoond, met uitzondering van de meting op grootste afstand van de laatste bomenrij.

Tabel 5: Emissie percentages op 3, 4, 5, 6 en 10 meter van de laatste bomenrij met en zonder sensorgestuurde bespuiting (buitenste drie bomenrijen bespoten).

Table 5: Drift percentage at 3, 4, 5, 6 and 10 meters from the last tree line, with or without sensor guided spraying (the outward 3 rows of trees sprayed).

<i>Sessie</i>	<i>Afstand tot de laatste bomenrij (m)</i>		<i>Emissiepercentage</i>	
	<i>N=</i>		<i>Sensor uitgeschakeld</i>	<i>Sensor ingeschakeld</i>
<i>Sessie 1</i>	3 m	6	12,9 a	7,4 b
<i>22 mei 2000</i>	4 m	6	10,3 a	5,2 b
<i>Half blad</i>	5 m	6	8,2 a	4,0 b
	10 m	6	3,1 a	1,5 b
<i>Sessie 2</i>	3 m	4	10,5 a	6,0 b
<i>3 oktober 2000</i>	4 m	4	8,6 a	3,8 b
<i>Volblad</i>	5 m	4	6,0 a	3,1 b
	10 m	4	2,2 a	0,9 b
<i>Sessie 3</i>	3 m	4	19,3 a	16,3 a
<i>26 april 2001</i>	4 m	4	20,3 a	15,5 b
<i>Kaal</i>	5 m	4	20,0 a	12,2 b
	6 m	4	17,1 a	11,4 b
	10 m	4	10,1 a	5,9 b
<i>Sessie 4</i>	3 m	4	14,3 a	14,2 a
<i>26 april 2001</i>	4 m	4	14,9 a	13,4 a
<i>Kaal</i>	5 m	4	11,5 a	11,8 a
	6 m	4	12,5 a	10,2 a
	10 m	4	6,7 a	4,5 b

Getallen van dezelfde datum en dezelfde stand tot de stam gevolgd door verschillende letters verschillen significant ($\alpha = 0,05$).

3.1.1 Halfblad en volblad situatie

Uit de statistische analyse bleek dat het gemiddeld percentage emissie bij sessie 1 (halfblad) hoger was dan bij sessie 2 (volblad). De sessies vertoonden geen interactie met behandeling of meetafstand. De percentages emissies zijn vervolgens gemiddeld voor beide sessies, en staan weergegeven in tabel 6.

Op alle meetafstanden bleek de emissie aantoonbaar lager bij de sensoren ingeschakeld.

Tabel 6: Emissie gemiddeld over sessie 1 en 2 op verschillende afstanden van de laatste bomenrij (halfblad en volblad, buitenste drie bomenrijen bespoten).

Table 6: Mean drift (session 1 and 2) at different distances from the last tree row (at half and full developed canopy, the outward 3 rows of trees sprayed).

Afstand tot de laatste bomenrij (m)	Percentage emissie	
	Sensor uitgeschakeld	Sensor ingeschakeld
3 m	11,9 a	6,8 b
4 m	9,6 a	4,6 b
5 m	7,3 a	3,6 b
10 m	2,7 a	1,2 b

Getallen van dezelfde afstand gevolgd door verschillende letters verschillen significant ($\alpha=0,05$)

3.1.2 Kale situatie

Bij de statistische analyse werd een interactie van sessie met behandeling waargenomen, waardoor de resultaten voor beide sessies niet zijn gemiddeld.

Sessie 3

In de kale situatie gaf een ingeschakelde sensor, tijdens sessie 3, minder emissie dan een uitgeschakelde sensor (= standaard bespuiting). Dit gold voor alle vergelijkbare meetafstanden ten opzichte van de laatste bomenrij; alleen op 3 m van de laatste bomenrij was er geen aantoonbaar verschil in de hoeveelheid emissie met de sensoren in- of uitgeschakeld (tabel 5).

Met de sensor uitgeschakeld werd er over de eerste meters achter de laatste bomenrij vrijwel geen afname in de emissie gemeten. Bij de sensor ingeschakeld nam de emissie wel af naarmate de afstand tot de laatste bomenrij groter werd.

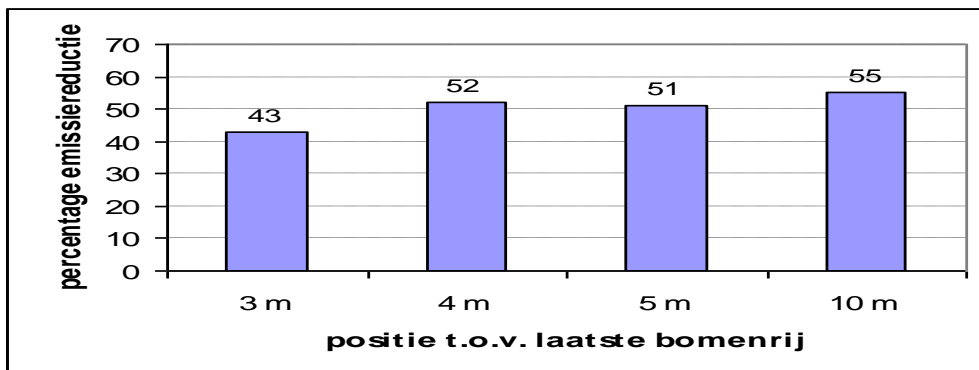
Sessie 4

In de tweede meting in de kale gewassituatie werd geen verschil gevonden in de hoeveelheid emissie bij de sensor in- of uitgeschakeld. Alleen op 10 m achter de laatste bomenrij was de emissie aantoonbaar lager met de sensor ingeschakeld. Evenals bij de vorige sessie was de afname in de emissie over de eerste meters achter de laatste bomenrij gering bij uitgeschakelde sensoren.

3.2 Emissiereductie

3.2.1 Halfblad en volblad situatie (na 1 mei)

De gemiddelde emissiereducties op de verschillende afstanden van de laatste bomenrij zijn weergegeven in figuur 3. Hieruit blijkt dat gemiddeld over de halfblad en volblad situatie een emissiereductie van 50% werd bereikt met de sensoren ingeschakeld. Op 5 m van de laatste bomenrij (=midden van de sloot) werd een gemiddelde emissiereductie van 51% gevonden.

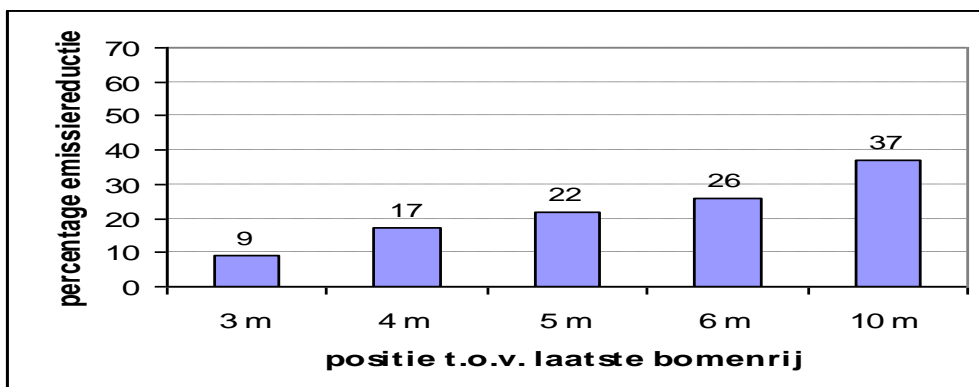


Figuur 3: Gemiddelde emissiereductie (sessie 1 en 2) op verschillende afstanden van de laatste bomenrij (halfblad en volblad, buitenste drie bomenrijen bespoten).

Figure 3: Mean drift reduction (session 1 and 2) at different distances from the last tree row (half and full developed canopy, the outward 3 rows of trees sprayed).

3.2.2 Kale situatie (voor 1 mei)

In de kale situatie werd over de totale meetafstand (3-10 m van de laatste bomenrij) gemiddeld 22% emissiereductie verkregen door het uitvoeren van een sensorgeleide bespuiting. De emissiereductie was het laagst op korte afstand (3 m) van de laatste bomenrij (9%), en het hoogst op grotere afstand (10 m) van de laatste bomenrij (37%). Midden boven de sloot (5 m van de laatste bomenrij) werd een emissiereductie van 22% gevonden (figuur 4).



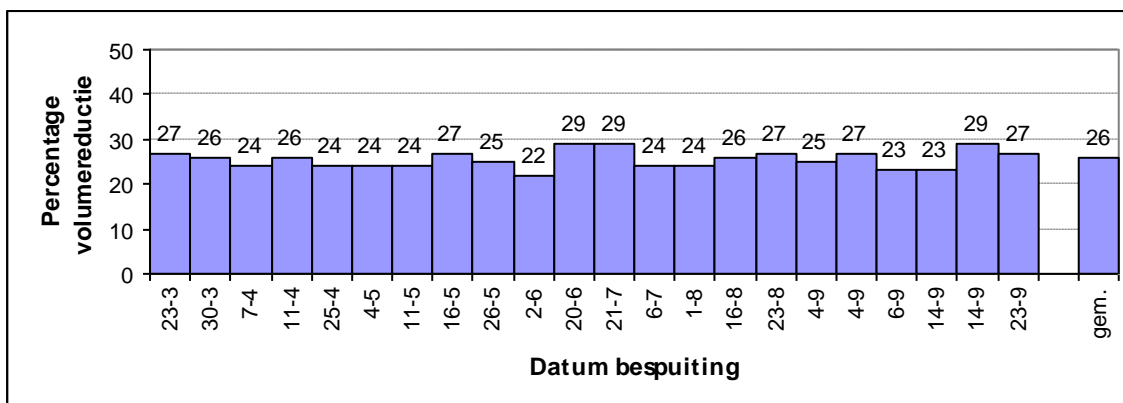
Figuur 4: Gemiddelde emissiereductie (sessie 3 en 4) op verschillende afstanden van de laatste bomenrij (kale bomen, buitenste drie bomenrijen bespoten).

Figure 4: Mean drift reduction (session 3 and 4) at different distances from the last tree row (nearly bare trees, the outward 3 rows of trees sprayed).

3.3 Volumereductie

3.3.1 Jongere boomgaard

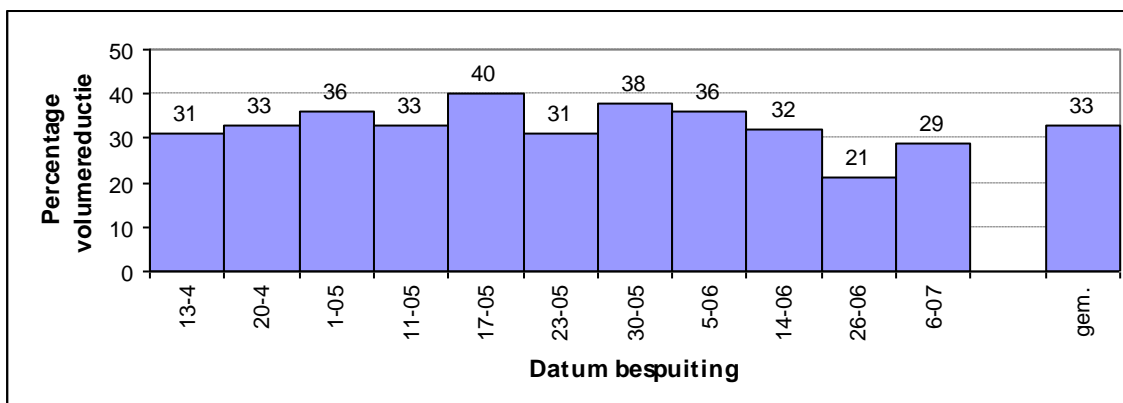
In de jongere boomgaard werden in 2000 in totaal 22 bespuitingen uitgevoerd. Gemiddeld werd een volumereductie van 26% behaald. Er werden geen grote verschillen tussen de afzonderlijke bespuitingen waargenomen (figuur 5a).



Figuur 5a: Spuitvolume-reductie (in 2000) in een jonge boomgaard; standaardbespuiting met 12 geopende doppen.

Figure 5a: Spray volume reduction (in 2000) in a young orchard; standard spraying with 12 nozzles opened.

In 2001 werden 11 proefbespuitingen uitgevoerd. De gemiddelde volumereductie was met 33% iets groter dan in 2000. In 2001 werden grotere verschillen tussen de afzonderlijke bespuitingen waargenomen dan in 2000 (figuur 5b).



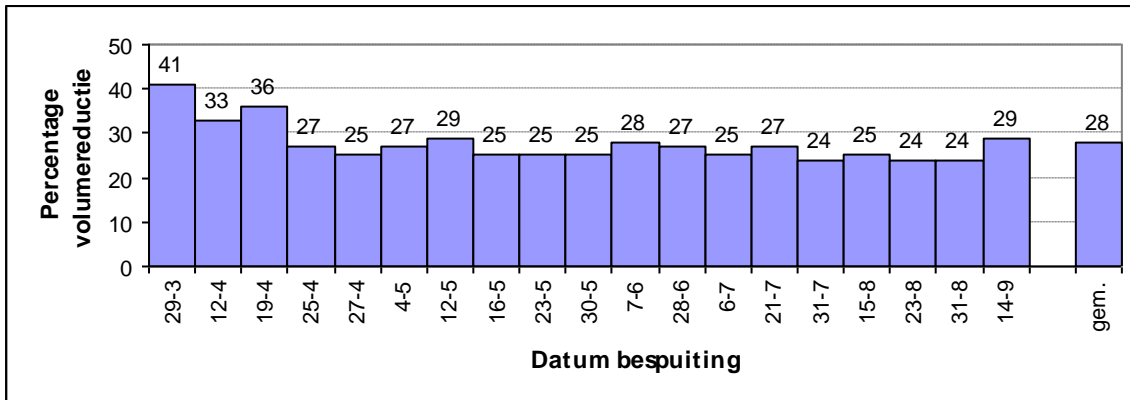
Figuur 5b: Spuitvolume reductie (in 2001) in een jonge boomgaard; standaardbespuiting met 14 geopende doppen.

Figure 5b: Spray volume reduction (in 2001) in a young orchard; standard spraying with 14 nozzles opened.

3.3.2 Oudere boomgaard

In de oudere boomgaard werden in 2000 in totaal 19 bespuitingen uitgevoerd. Gemiddeld werd het volumegebruik met 28% verminderd. Tussen de afzonderlijke bespuitingen werden grotere verschillen

gevonden. De eerste uitgevoerde bespuitingen in het jaar leverden de grootste volumereducties (figuur 6).



Figuur 6: Spuitvolume reductie (in 2000) in een oude boomgaard; standaardbespuiting met 16 geopende doppen.

Figure 6: Spray volume reduction (in 2000) in an old orchard; standard spraying with 16 nozzles opened

4 Discussie

4.1 Emissie

4.1.1 Proefopzet en uitvoering

In 2000 en 2001 werd in een appelboomgaard op drie tijdstippen in het groeiseizoen de emissiereductie van gewasbeschermingsmiddelen door middel van sensorgestuurde bespuitingen onderzocht. Bij de sensorgestuurde bespuiting zijn de spuitdoppen verbonden met een zogenaamd optisch oog dat met twee monochrome lichtsignalen (rood en nabij-infrarood licht) bladmassa detecteert. Zolang dit signaal door bladeren of takken wordt teruggekaatst, staat de spuitdop open. Bij gaten in het bladerdek wordt het signaal niet teruggekaatst en wordt de spuitdop gesloten.

Aantal herhalingen

Voor het meten van een “worst case” situatie moet de wind ongeveer haaks op de sloot staan. Op de onderzoekslocatie kwam deze situatie niet vaak voor, zodat het moeilijk was om veel herhalingen binnen een tijdsbestek van een jaar uit te voeren. Daarnaast werd de berijdbaarheid van het perceel bemoeilijkt door het natte najaar en voorjaar, waardoor het niet altijd mogelijk was om metingen uit te voeren. In de experimenten zijn steeds vier (of zes) herhalingen in plaats uitgevoerd.

Voor het vergelijken van emissie-reducerende methoden en technieken dienen de metingen per sessie juist zoveel mogelijk onder gelijke omstandigheden (windsnelheid en windrichting) onderzocht te worden. Dit was het geval in het onderhavige onderzoek. Om de invloed van windvlagen uit te middelen werd het te bespuiten traject twee- of driemaal spuitend afgelegd.

Windsnelheid

Bij het verrichten van onderzoek naar emissie en emissiebeperkende methoden is de windsnelheid een covariabele. Het is echter vaak moeilijk om de windsnelheid als covariabele in de analyses op te nemen omdat het aantal metingen (en tevens de combinatie windsnelheid – windhoek) gering is. Daarnaast geldt dat:

- de windsnelheid meestal als gemiddelde wordt genomen (de gemiddelde windsnelheid is echter geen optimale grootte);
- de verschillen in windsnelheid groot genoeg moeten zijn;
- er vaak verstrengeling van windsnelheid met andere effecten (bv. windhoek) optreedt.

Uit modelberekeningen (vrije veld) (Huijsmans *et al.*, 1997) blijkt dat de maximale emissie naar de grond bij hogere windsnelheden verder van de bron af komt te liggen, en dat de emissie naar de grond bij een lagere windsnelheid aanzienlijk sneller afneemt dan bij een hogere windsnelheid. In een boomgaard is echter bij een volblad gewas vaak sprake van een lagere windsnelheid direct achter de laatste bomenrij. In een kale situatie zal het vrije veld meer benaderd worden.

In deze proef werden grote verschillen waargenomen in de windsnelheden (in het proefperceel gemeten) bij de metingen in een halfblad en volblad gewas, en een kaal gewas. De omstandigheden voor het optreden van hoge emissie waren dus gunstig in het laatste geval: hoge windsnelheid en weinig blad.

Hoek windrichting ten opzichte van loodrecht op de sloot

Als de windrichting niet loodrecht is ten opzichte van de sloot moet men met de volgende effecten rekening houden:

1. De veldjes moeten lang genoeg zijn om beïnvloeding door het voorgaande of volgende veldje te voorkomen;

2. De afgelegde weg van de druppels is groter dan de afstand loodrecht gemeten. Het percentage emissie dat men meet wordt daardoor lager, bovendien worden de spuitdruppels in het perceel bij een grotere windhoek meer door bomen weggevangen.

Als de windrichting niet loodrecht is, volgt dat men niet meer volledig een “worst case” situatie bepaalt. Internationaal wordt voorgesteld om afwijkingen van meer dan 30° niet meer als loodrecht te beschouwen (van de Zande, pers. com.). In deze proef bleef de windhoek bij alle sessies gemiddeld binnen de 30° ten opzichte van loodrecht op de sloot.

Aantal bespoten rijen

In het eerdere emissie-onderzoek in Nederland (Porskamp *et al.*, 1994 b,c), waar de emissietabel van het CTB ten dele op gebaseerd is, zijn 5 banen al spuitend gereden. In het huidige onderzoek zijn slechts drie banen al spuitend gereden. Voor het bepalen van de emissiereductie heeft dat geen effect omdat er een vergelijking gemaakt wordt, waarbij alleen de behandeling varieert: bomenrijen met of zonder sensortechniek bespuiten. Voor het percentage emissie kan men zeggen deze hoger is bij 5 banen bespuiten dan bij 3 banen bespuiten. Daarbij zal ook het gewasstadium van invloed zijn. In een volblad situatie zullen bomenrijen richting sloot meer emissie opvangen van eerder gespoten bomenrijen dan in een kale situatie het geval zal zijn. Met de nodige onbetrouwbaarheid en met de nodige aannames zou men uit het eerdere emissieonderzoek van Porskamp *et al.* (1994 b,c) af kunnen leiden dat de bijdrage van de vierde en vijfde rij aan de emissie gering is. Om het percentage emissie van deze proef bij standaard (tweezijdig) spuiten (= zonder sensor ingeschakeld) eerlijk te vergelijken met metingen van Porskamp *et al.* (1994 b,c) zou men een vergelijkende meting uit moeten voeren door verschillende aantallen bomenrijen te bespuiten (voor een volblad en kale situatie). Met andere woorden: er is meer inzicht nodig in de bijdragen van opéénvolgende bespoten bomenrijen aan de totale emissie.

Spuittyte

In het beschreven onderzoek zijn de bespuitingen uitgevoerd met één type spuit: John Deere Targetspray (fabrikant John Deere Fabriek Horst). Deze spuit werkt volgens het dwarsstroomprincipe. Voor wat betreft de emissiebeperking is er geen principieel verschil met andere in de fruitteelt gebruikte dwarsstroomspuiten.

4.2 Emissiepercentages

Door het CTB wordt in het toelatingsbeleid gewerkt met emissiecijfers (Anonymus, 1998) die in eerder onderzoek zijn gemeten in standaardsituaties (Huijsmans *et al.*, 1997). Voor de fruitteelt (groot fruit) rekent het CTB met 7% emissie voor bomen in blad (na 1 mei) en 17% emissie voor kale bomen (voor 1 mei). Het CTB gaat bij berekeningen verder uit van een situatie met een rijpad tussen de laatste bomenrij en de sloot. De sloot bevindt zich aansluitend aan het rijpad (van 3 m). De sloot bestaat uit (horizontaal gemeten): 1,5 m talud, 1 m slootoppervlak een 1,5 m talud. Het midden van deze standaardsloot bevindt zich daarmee op 5 m van de laatste bomenrij.

Halfblad en volblad situatie (meting na 1 mei)

De emissie op 5 m van de laatste bomenrij bij het standaard bespuiten (sensoren uitgeschakeld) van de laatste drie gewasrijen bedroeg in het halfblad stadium 8,2% en in het volblad stadium 6,0%. Gemiddeld bedroeg de emissie 7,3%, en is daarmee vergelijkbaar met de door Huijsmans gehanteerde waarde. Het spuiten met ingeschakelde sensoren gaf 4,0% en 3,1% op 5 m afstand van de laatste bomenrij, voor respectievelijk een half blad en volblad gewas. Gemiddeld was de emissie 3,6%, en daarmee 50% lager dan de door het CTB gehanteerde waarde.

Kale situatie (voor 1 mei)

In de kale situatie werd boven de sloot (5 m van de laatste bomenrij) gemiddeld 11,5% en 20% emissie bepaald met een standaardbespuiting (sensor uitgeschakeld) in respectievelijk sessie 3 en 4. De gemiddelde waarde is daarmee vergelijkbaar met de door Huijsmans gehanteerde waarde van 17% voor een kale situatie. Bij het ontbreken van emissiecijfers in Nederland voor kale bomen, bepaalde Huijsmans *et al.* (1997) dat in analogie met Duitse emissiecijfers (Ganzelmeier *et al.*, 1995) de driftdepositie op het wateroppervlak 2 – 3 maal hoger

kon zijn dan voor bomen in blad. De in deze proef bepaalde emissie van gemiddeld 16% blijkt dus overéén te komen met meetgegevens uit Duitsland dat kale bomen een driemaal zo hoge emissie hebben dan bomen in blad (7,3%).

Een oorzaak voor de wat hogere emissie tijdens sessie 3 in deze proef zou de hogere windsnelheid, in vergelijking met het door Huijsmans aangehaalde onderzoek kunnen zijn (respectievelijke windsnelheden van 3,7 m/s en 2,3 m/s). Daarnaast was in de gebruikte boomgaard de aanplant extra open door een hoge aantasting van vruchtboomkanker (*Nectria galligena*). Hierdoor werd relatief veel middel door de bomen heen geblazen. Daarentegen was de boomgaard niet gesnoeid waardoor er meer hout aanwezig was, en daarmee werd mogelijk de emissie verminderd. De lagere gemeten emissie (11,5%) in sessie 4 werd wellicht veroorzaakt door windvlagen, waardoor een deel van de spuitvloeistof over de collectoren waaide en daarmee een onderschatting van de emissie gaf.

Opvallend was het uitblijven van een daling van de emissie over de eerste (meet-)meters van de laatste bomenrij bij de standaardbespuitingen in beide sessies in de kale situatie. De verwachting is dat de emissie een “exponentiële” afname vertoont met toenemende afstand van de laatste bomenrij. In deze proef werd geen afname waargenomen over het traject 3 – 6 m van de laatste bomenrij. Waarschijnlijk is een deel van de spuitvloeistof door de relatief hoge windsnelheid over de eerste collectoren heengewaaid. Doordat de bespuiting op de laatste drie bomenrijen werd uitgevoerd, was er geen bijdrage aan de emissie van verder gelegen bomenrijen. De emissie op korte afstand van de laatste bomenrij werd daardoor mogelijk onderschat.

4.3 Emissiereductie

Halfblad en volblad situatie

In de halfblad en volblad situatie bedroeg de emissiereductie door het bespuiten met de sensortechniek 51%, op 5 m van de laatste bomenrij. In een situatie waarbij de bomen bladeren hebben, levert het sensorgestuurd bespuiten van de bomen een aanzienlijke emissiereductie. In een halfblad en volblad situatie bevinden zich vooral tussen de kronen van de bomen gaten in het bladerdek. Een groot deel van de emissie wordt veroorzaakt doordat spuitvloeistof door deze gaten wordt gespoten. Bij een sensorgestuurde bespuiting sluiten de spuitdoppen bij gaten in het bladerdek, waardoor de emissie wordt verminderd.

Kale situatie

In de kale situatie bedroeg de emissiereductie door het sensorgeleid bespuiten gemiddeld 22% midden boven de sloot (op 5 m van de laatste bomenrij). Op kortere afstand van de laatste bomenrij werd een lagere emissiereductie gevonden. Waarschijnlijk is een deel van de spuitvloeistof bij het standaardbespuiten over de collector gewaaid, waardoor de emissiereductie onderschat werd.

De emissiereducties in de kale situatie waren lager dan de reducties die in de volblad situatie behaald werden. De verwachting was de in een kale situatie juist hogere reducties behaald zouden worden. Immers, de hoeveelheid blad is minder in het voorjaar, en de spuitdoppen worden pas geopend wanneer het infrarode signaal door bladeren of takken wordt teruggemaakt. Uitgaande van de geringe hoeveelheid aanwezig blad zou dus verwacht mogen worden dat de spuitdoppen veelal gesloten zouden zijn.

Mogelijk trad er bij de sensorgestuurde bespuiting meer emissie op omdat slechts een deel van de spuitdoppen met sensoren was uitgerust. De middelste doppen waren niet van sensoren voorzien en gaven een continue afgifte van spuitvloeistof. Het voorzien van deze doppen met sensoren zou de emissie tijdens voorjaarsbespuitingen verder kunnen beperken.

4.4 Vergelijking met emissiereductie Lozingenbesluit

Vanaf het jaar 2003 wordt in het Lozingenbesluit mogelijk een teeltvrije zone van 6 meter voorgesteld, om 90%

emissiereductie te behalen voor de gangbare situatie. Een minder brede teeltvrije zone wordt toegestaan wanneer met een tunnelspuit, reflectiescherm, emissiescherm of vanggewas (windscherm) als emissiebeperkende maatregel wordt gewerkt. De wet laat echter ruimte voor alternatieve methoden om de drift te beperken. Deze methoden dienen wel voldoende onderzocht en effectief te zijn.

De, in het Lozingenbesluit, nagestreefde emissiereductie van 90% valt niet helemaal te vergelijken met de in deze proef behaalde emissiereducties. Bij de nagestreefde emissiereductie van 90% wordt uitgegaan van een situatie die beschreven kan worden als een realistische 'worst case' situatie. In deze situatie wordt er gespoten met een axiaalspuit en staan de bomen tot op de slootkant, waarbij de laatste bomenrij vanaf één kant in de richting van de sloot bespoten wordt (Bouwman *et al.*, 1997).

Volgens Bouwman levert een rijpad van 3 m tussen de sloot en de laatste bomenrij en niet spuiten bij een windsnelheid van meer dan 5 m/s een geschatte emissiereductie van 38% ten opzichte van de referentiesituatie. De gemiddelde emissiereductie door het sensorgestuurd uitvoeren van bespuitingen kan bij deze referentiesituatie worden opgeteld. De gecombineerde emissiereductie ten opzichte van de referentiesituatie wordt dan $100 - (100 * (1 - 0,38) * (1 - x))$, waarbij x = gemiddelde emissiereductie op 5 m van de laatste bomenrij/100.

Voor de positie boven het midden van de sloot (5 m van de laatste bomenrij) in een halfblad/volblad ($x=0,51$) en een kaal gewas ($x=0,22$), betekent dit een gecombineerde emissiereductie van respectievelijk 70% en 52%. Deze waarden blijven echter schattingen en zouden gemeten moeten worden.

4.5 Vergelijking met eerder emissieonderzoek

4.5.1 Emissie

Door Huijsmans *et al.* (1997) wordt op basis van onderzoek uitgevoerd door onder andere Ganzelmeier in Duitsland, gesteld dat de emissie bij een bespuiting van kale bomen 2 tot 3 maal zo hoog kan zijn dan bij een situatie met de bomen in blad. Vooralsnog hanteert het CTB (op basis van Porskamp *et al.*, 1994 a,b,c) de aanname van 7% emissie bij bomen in volblad (situatie na 1 mei) en 17% emissie bij kale bomen (situatie voor 1 mei) op 5 m afstand van de laatste bomenrij.

In tabel 8 is een vergelijkend overzicht gemaakt van emissies in verschillende proeven. De resultaten van het gepresenteerde onderzoek blijken van vergelijkbare orde van grootte als eerder uitgevoerd onderzoek. Er bestaan verder verschillen binnen gewasstadia die mogelijk kunnen worden toegeschreven aan eerder aangehaalde factoren als windsnelheid, windhoek, spuittechniek of aantal bespoten gewasrijen.

Tabel 8: Gemeten emissies in verschillend onderzoeken.

Table 8: Drift measurements in different experiments.

Referentie	Gewasstadium	Wind m/s	Afstand tot laatste bomenrij			
			3 m	4m	5 m	7 m

Porskamp <i>et al.</i> (1994a)	Jonge bedden aanplant (April)	3,0-5,0	15,8	-	11,1	9,0
Porskamp <i>et al.</i> (1994a)	Volblad (Juni-Oktober)	0,5-2,0	2,4	-	0,8	0,4
Porskamp <i>et al.</i> (1994b)	Volblad, 1992	1,0-3,5	15,5	8,0	5,7	2,8
Porskamp <i>et al.</i> (1994c)	Volblad, 1993	1,5-4,0	14,0	10,6	7,7	4,1
Gildemacher <i>et al.</i> (2000)	Volblad, 1999 (Oktober)	2,8-5,7	7,9	-	4,7	3,9
Gildemacher <i>et al.</i> (2000)	Halfblad, 2000 (Mei)	1,6-2,2	7,1	-	3,0	1,0
Gildemacher <i>et al.</i> (2000)	Kaal gewas, 2000 (Januari)	0,9	13,6	-	8,7	5,9
Wenneker <i>et al.</i> (2001b)	Volblad, 2000 (Juli-Oktober)	1,4-2,9	9,0	5,9	4,7	-
Wenneker <i>et al.</i> (2001b)	Kaal gewas, 2001 (April)	3,5-5,0	17,7	18,8	16,9	-
Dit onderzoek	Halfblad, 2000 (Mei)	1,7	12,9	10,3	8,2	-
Dit onderzoek	Volblad, 2000 (Oktober)	0,9	10,5	8,6	6,0	-
Dit onderzoek	Kaal gewas, 2001 (April)	3,7-5,5	14,3-19,3	14,9-20,3	11,5-20,0	-

4.5.2 Emissiereductie

Meerdere onderzoekers hebben maatregelen en methoden om emissie te beperken beschreven (tabel 9). Als de uitkomsten van deze maatregelen vergeleken worden met het hier beschreven onderzoek valt op dat de emissiereductie minder is dan die bij een tunnelspuit en een windhaag (vanggewas). De gevonden emissiereductie is vergelijkbaar met maatregelen als een dwarsstroomspuit met reflectieschermen, kunststof gazenscherm en een rietkraag. De dwarsstroomspuit met reflectieschermen (met aanname van 55% emissiereductie op 4,5-5,5 van de laatste bomenrij; Anonymus 2001) is erkend als een emissiebeperkende maatregel, die de teler in de toekomst vrijwaart van een teeltvrije zone van 6 meter.

Tabel 9: Percentage emissiereductie door verschillende maatregelen in verschillende experimenten (Volblad situaties).

Table 9: Percentage drift reduction due to different methods in several experiments (full developed canopies).

Maatregel	Referentie	Afstand tot laatste bomenrij			
		3 m	4m	5 m	7 m
Tunnelspuit	Huijsmans <i>et al.</i> , 1997	77	85	85	83
Dwarsstroomspuit + reflectiescherm	Huijsmans <i>et al.</i> , 1997	57	65	52	51
Windhaag	Porskamp <i>et al.</i> , 1994 a	-	-	84 ^a	90 ^a
Kunststof gaas	Heijne <i>et al.</i> , 1999	88 ^b	74 ^b	50 ^b	-
Rietkraag	Gildemacher <i>et al.</i> , 2000	-	-	58	43
Eénzijdig bespuiten laatste bomenrij	Wenneker <i>et al.</i> , 2001 b	60	47	48	-
Sensorgestuurde bespuiting	Dit onderzoek	43	52	51	-

^a Bij benadering, gemiddelde van drie metingen waar bij 1 (5m) respectievelijk 2 (7m) metingen de hoeveelheid BSF onder de detectiedrempel kwam. Hiervoor is 95% reductie aangenomen.

^b Gemeten op respectievelijk 2,7; 3,5 en 4,5 meter van de laatste bomenrij.

4.6 Volumereductie

In zowel de jongere als de oudere boomgaard werd een volumereductie van meer dan 25% behaald. Dit is vergelijkbaar met de volumevermindering die behaald wordt met een tunnelspuit.

In de oudere boomgaard werden bij de eerste bespuitingen, met weinig blad aan de bomen, grotere volumereducties behaald dan bij latere bespuitingen. De bespuitingen werden uitgevoerd met alle spuitdoppen geopend. Omdat dan de omstandigheden voor het optreden voor emissie gunstig zijn: weinig blad en de bovenste doppen veel aan de emissie bijdragen, is de sensortechniek in het voorjaar efficiënter.

In de jonge boomgaard waren de volumereducties in 2000 voor de afzonderlijke bespuitingen van eenzelfde orde van grootte. In 2001 werden grotere verschillen tussen de afzonderlijke bespuitingen waargenomen. De volumereductie was in 2001 groter dan in 2000. In 2001 werd echter met één dop meer gespoten. Dat betekent dat sensorgestuurde bespuiting efficiënter wordt omdat in de kroon het aantal gaten in het bladerdek groter is. Zonder gebruik van de sensortechniek wordt dan meer middel in de richting van de sloot gespoten.

De besparing in het middelengebruik betekent dat er minder middel in het milieu terecht komt. Bij emissie-reducerende maatregelen als een windhaag of rietkraag, wordt wel een vermindering van de emissie naar het oppervlaktewater verkregen, maar vindt geen vermindering in het middelengebruik plaats.

4.7 Vergelijking sensorspuittechniek met andere spuittechnieken

Een van de grote voordelen van de sensortechniek is de toepasbaarheid voor verschillende typen boomgaarden en opstanden. De sensoren kunnen in principe op alle soorten spuiten gemonteerd worden. Waarbij wel de opmerking geldt dat voor het toepassen van de sensortechniek een parallelle en gesegmenteerde luchtstroom voorhanden is. Er moet immers precies vastgesteld kunnen worden welke dop gesloten met kunnen worden om een bepaald segment niet te spuiten. Dit is alleen goed mogelijk met dwarsstroomspuiten met een centrifugaal of tangentiaal ventilator.

De tunnelspuit is niet in alle boomgaarden even makkelijk te gebruiken. Perenbomen kunnen al snel te hoog zijn, en ook meerrijige plantsystemen leveren problemen voor bespuitingen met een tunnelspuit.

Bij het uitvoeren van een bespuiting met sensorgestuurde spuitdoppen kan de depositie van middel op het gewas beïnvloed worden, en daarmee mogelijk de biologische effectiviteit. Het effect van de sensorgestuurde bespuiting op ziekten en plaagorganismen wordt in 2001 onderzocht.

5 Conclusies

In deze studie werd bij het bespuiten van de buitenste drie bomenrijen een emissie bepaald, op 5 m van de laatste bomenrij (=midden standaardsloot), van 11,5-20,0%; 8,2% en 6,0% voor respectievelijk een kale, halfblad en volblad gewassituatie, bij het uitvoeren van een standaardgewasbespuiting.

Bij het uitvoeren van bespuitingen met sensorgestuurde spuitdoppen werd de emissie, op 5 m van de laatste bomenrij, bepaald op 11,8-12,2%; 4,0% en 3,1% voor respectievelijk een kale, halfblad en volblad gewassituatie.

Het uitvoeren van gewasbespuitingen middels een sensorgestuurde spuitdoppen gaf in een kale, een halfblad en volblad situatie een gemiddelde emissiereductie boven het midden van de sloot (5 m achter de laatste bomenrij) van respectievelijk 22%, 52% en 49%.

Over een geheel seizoen gemeten leverde de sensorgestuurde bespuiting een volumereductie van meer dan 25%. Dit gold zowel voor een jongere als een oudere appelboomgaard.

6 Aanbevelingen

De mogelijkheden van de sensorspuittechniek als emissiebeperkende maatregel moet verder onderzocht worden in combinatie met andere methoden en technieken als een windhaag of het éézijdig bespuiten van de laatste bomenrij, om de emissie tijdens gewasbespuitingen nog verder te verlagen.

Om een hogere emissiereductie in de kale gewassituatie te krijgen moeten alle spuitdoppen van sensoren worden voorzien.

Om de effectiviteit van de sensorspuittechniek beter in te kunnen schatten zou de depositie van middelen op het blad gemeten moeten worden.

Om inzicht te krijgen in de bijdragen van opéénvolgende (bespoten) bomenrijen aan de totale emissie moeten vergelijkende meting uitgevoerd worden door verschillende aantallen bomenrijen te bespuiten (voor een volblad en kale situatie).

7 Literatuur

Anonymus, 1991. Regeringsbeslissing Meerjarenplan Gewasbescherming 21667, nrs 3-4, 298 pp.

Anonymus, 1998. Wijziging Regeling uitvoering milieutoelatingseisen bestrijdingsmiddelen. Staatcourant 153, 1998.

Anonymus, 2000. Besluit 43, 27 januari 2000 (Lozingen besluit open teelt en veehouderij). Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden, besluit 43, artikel 13-15. (p. 10-12).
<http://www.overheid.nl/op>

Anonymus, 2001. Driftbeperking van gewasbeschermingsmiddelen in de fruitteelt. Brochure LTO-Nederland, Kerngroep MJP-G, Ede.

Bouwman, G.M., Boland, D., Pak, G.A., 1997. Schoner slootwater; minder emissie van bestrijdingsmiddelen door teeltmaatregelen en middelenkeuze. Centrum voor Landbouw en Milieu, Utrecht. CLM rapport 344-1997, 72 pp.

Ganzelmeier, H., Rautmann, D., Spangenberg, R., Strelake, M., Herrmann, M., Wenzelburger, H.J., Walter, H.F., 1995. Studies on the drift of plant protection products. Results of a test program carried out throughout the Federal Republic of Germany. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, Heft 305, Blackwell WissenschaftsVerlag GmbH Berlin-Wien, 111 pp.

Gildemacher, P.G., Heijne, B., van de Zande, J.C., 2000. Een rietkraag als emissiebeperkende maatregel in de fruitteelt. FPO rapport nr. 2000/18.

Heijne, B., Meijer, A.C., Anbergen, A.N., van Rooijen, H.J.M., 1999. Emissiebeperking in de fruitteelt door een gazen scherm. Intern rapport Fruitteeltpraktijkonderzoek 99/15 (25pp).

Heijne, B., 2000. Doppen en schermen mogelijk alternatief voor brede teeltvrije zone. Fruitteelt 90 (2000) 10: 17-19.

Huijsmans, J.F.M., Porskamp, H.A.J., van de Zande, J.C., 1997. Drift(beperking) bij de toediening van gewasbeschermingsmiddelen. Evaluatie van de drift van spuitvloeistof bij bespuitingen in de fruitteelt, de volveldsteelten en de boomteelt (stand van zaken december 1996). IMAG rapport 97-04, DLO-instituut voor Milieu- en Agritechniek, Wageningen, 41 pp.

Porskamp, H.A.J., Michielsen, J.M.P.G., Huijsmans, J.F.M., 1994a. De invloed van een windhaag op emissies bij fruitteeltspuiten. IMAG rapport 94-29, DLO-instituut voor Milieu- en Agritechniek, Wageningen, 29 pp.

Porskamp, H.A.J., Michielsen, J.M.P.G., Huijsmans, J.F.M., 1994b. Emissiebeperkende spuittechnieken voor de fruitteelt (1992). Onderzoek depositie en emissie van gewasbeschermingsmiddelen. Rapport 94-19, DLO-instituut voor Milieu- en Agritechniek, Wageningen, 45 pp.

Porskamp, H.A.J., Michielsen, J.M.P.G., Huijsmans, J.F.M., 1994c. Emissiebeperkende spuittechnieken voor de fruitteelt (1993). Onderzoek emissie van gewasbeschermingsmiddelen. Rapport 94-23, DLO-Instituut voor Milieu- en Agritechniek, Wageningen, 33 pp.

Smelt, J.H., Smidt, R.A., Huijsmans, J.F.M., 1993. Comparison of spray deposition on apple leaves of captan and the dye briljant sulfoflavine. Proceedings: A.N.P.P. – B.C.P. second international symposium on pesticides application techniques, Vol. 1: 191-197.

Wenneker, M., Heijne, B., van de Zande, J.C., 2001a. Emissiebeperking door een rietkraag; metingen op maaiveldniveau en wateroppervlak. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO) - sector fruit, rapport 2001-10.

Wenneker, M., Heijne, B., van de Zande, J.C., 2001b. Emissiebeperking door éézijdig spuiten van de laatste bomenrij. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO) - sector fruit; rapport 2001-11.

BIJLAGE I volledige dataset emissiemetingen

Sessie: 1 = 22 mei 2000 Behandeling 1: oog aan
 2 = 3 oktober 2000 Behandeling 2: oog uit

Plaats: A = 9,5-10,5 m vanaf de laatste bomenrij.
 M = 4,5-5,5 m vanaf de laatste bomenrij.
 T = 3,5-4,5 m vanaf de laatste bomenrij.
 P = 2,5-3,5 m vanaf de laatste bomenrij.

Percentage emissie is gemiddelde van duplo-bepaling (twee collectoren).

Sessie	Herhaling	Behandeling	Plaats	% emissie	Sessie	Herhaling	Behandeling	Plaats	% emissie
1	A	1	A	2,0	2	A	1	A	1,3
1	A	2	A	3,7	2	A	2	A	3,2
1	A	1	M	6,4	2	A	1	M	*
1	A	2	M	6,2	2	A	2	M	*
1	A	1	P	9,5	2	A	1	P	8,7
1	A	2	P	11,0	2	A	2	P	9,1
1	A	1	T	8,3	2	A	1	T	*
1	A	2	T	7,0	2	A	2	T	10,1
1	B	1	A	1,8	2	B	1	A	0,8
1	B	2	A	2,3	2	B	2	A	2,4
1	B	1	M	4,6	2	B	1	M	3,6
1	B	2	M	9,1	2	B	2	M	5,5
1	B	1	P	9,2	2	B	1	P	6,3
1	B	2	P	16,3	2	B	2	P	9,2
1	B	1	T	5,6	2	B	1	T	4,9
1	B	2	T	12,5	2	B	2	T	8,5
1	C	1	A	1,2	2	C	1	A	0,6
1	C	2	A	2,8	2	C	2	A	2,0
1	C	1	M	2,9	2	C	1	M	1,4
1	C	2	M	7,8	2	C	2	M	5,3
1	C	1	P	6,0	2	C	1	P	3,9
1	C	2	P	13,0	2	C	2	P	11,7
1	C	1	T	3,9	2	C	1	T	1,9
1	C	2	T	10,7	2	C	2	T	7,3
1	D	1	A	1,5	2	D	1	A	0,9
1	D	2	A	2,0	2	D	2	A	1,4
1	D	1	M	4,1	2	D	1	M	3,3
1	D	2	M	6,3	2	D	2	M	6,9
1	D	1	P	6,5	2	D	1	P	5,8
1	D	2	P	9,4	2	D	2	P	12,2
1	D	1	T	4,5	2	D	1	T	3,7
1	D	2	T	8,3	2	D	2	T	8,6
1	E	1	A	1,4	*	*	*	*	*
1	E	2	A	3,1	*	*	*	*	*
1	E	1	M	3,1	*	*	*	*	*
1	E	2	M	8,3	*	*	*	*	*
1	E	1	P	5,1	*	*	*	*	*
1	E	2	P	11,5	*	*	*	*	*
1	E	1	T	4,2	*	*	*	*	*
1	E	2	T	9,4	*	*	*	*	*
1	F	1	A	1,1	*	*	*	*	*
1	F	2	A	5,0	*	*	*	*	*
1	F	1	M	3,1	*	*	*	*	*
1	F	2	M	12,0	*	*	*	*	*
1	F	1	P	8,7	*	*	*	*	*
1	F	2	P	16,9	*	*	*	*	*
1	F	1	T	5,3	*	*	*	*	*
1	F	2	T	15,2	*	*	*	*	*

sessie: **3 = 26 april 2001** Behandeling 1: oog aan
 4 = 26 april 2001 Behandeling 2: oog uit

doek: A = 9,5-10,5 m vanaf de laatste bomenrij
 E = 5,5-6,5 m vanaf de laatste bomenrij
 M = 4,5-5,5 m vanaf de laatste bomenrij
 T = 3,5-4,5 m vanaf de laatste bomenrij
 P = 2,5-3,5 m vanaf de laatste bomenrij

Percentage emissie is gemiddelde van duplo-bepaling (twee collectoren).

Sessie	Herhaling	Behandeling	Plaats	% depositie	Sessie	Herhaling	Behandeling	Plaats	% depositie
3	A	1	P	15,8	4	A	1	P	14,6
3	A	2	P	16,5	4	A	2	P	17,4
3	A	1	T	17,0	4	A	1	T	12,4
3	A	2	T	20,0	4	A	2	T	17,2
3	A	1	M	13,4	4	A	1	M	9,9
3	A	2	M	18,2	4	A	2	M	11,0
3	A	1	E	10,3	4	A	1	E	8,5
3	A	2	E	16,1	4	A	2	E	13,8
3	A	1	A	6,7	4	A	1	A	5,1
3	A	2	A	8,0	4	A	2	A	7,7
3	B	1	P	14,8	4	B	1	P	14,2
3	B	2	P	15,2	4	B	2	P	11,9
3	B	1	T	15,4	4	B	1	T	16,1
3	B	2	T	21,3	4	B	2	T	10,9
3	B	1	M	12,6	4	B	1	M	14,9
3	B	2	M	19,8	4	B	2	M	10,2
3	B	1	E	13,1	4	B	1	E	12,2
3	B	2	E	17,7	4	B	2	E	11,4
3	B	1	A	5,2	4	B	1	A	4,8
3	B	2	A	11,8	4	B	2	A	6,3
3	C	1	P	15,2	4	C	1	P	14,6
3	C	2	P	22,3	4	C	2	P	15,4
3	C	1	T	13,9	4	C	1	T	14,8
3	C	2	T	21,0	4	C	2	T	19,3
3	C	1	M	12,9	4	C	1	M	14,2
3	C	2	M	24,8	4	C	2	M	15,7
3	C	1	E	13,6	4	C	1	E	13,7
3	C	2	E	20,4	4	C	2	E	12,9
3	C	1	A	7,0	4	C	1	A	5,0
3	C	2	A	9,9	4	C	2	A	7,7
3	D	1	P	19,7	4	D	1	P	13,4
3	D	2	P	23,6	4	D	2	P	12,7
3	D	1	T	15,9	4	D	1	T	10,6
3	D	2	T	18,8	4	D	2	T	12,9
3	D	1	M	10,1	4	D	1	M	8,8
3	D	2	M	17,5	4	D	2	M	9,4
3	D	1	E	8,7	4	D	1	E	7,1
3	D	2	E	14,3	4	D	2	E	11,7
3	D	1	A	4,9	4	D	1	A	3,4
3	D	2	A	10,8	4	D	2	A	5,5

BIJLAGE II statistische analyse

Sessie 1 en 2 (halfblad en volblad situatie)

BLOCK sessie/herh/beh/doek TREATMENTS sessie*beh*doek

Behandeling 1: sensor uitgeschakeld; Behandeling 2; sensor ingeschakeld.
Doek (A, M, T, P): plaats collectoren t.o.v de laatste bomenrij.
A=9,5-10,5m; M=4,5-5,5m; T=3,5-4,5m; P=2,5-3,5m.

***** Analysis of variance *****

Variate: ANGULAR(emissie)

Source of variation	d.f. (m.v.)	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
sessie.herh stratum					
sessie	1	60.573	60.573	5.34	0.050
Residual	8	90.670	11.334	1.02	
sessie.herh.oog stratum					
oog	1	429.376	429.376	38.72	<.001
sessie.oog	1	0.733	0.733	0.07	0.804
Residual	8	88.709	11.089	7.98	
sessie.herh.oog.doek stratum					
doek	3	1033.419	344.473	247.81	<.001
sessie.doek	3	0.250	0.083	0.06	0.981
oog.doek	3	17.214	5.738	4.13	0.011
sessie.oog.doek	3	1.024	0.341	0.25	0.864
Residual	45 (3)	62.554	1.390		
Total	76 (3)	1780.821			

* MESSAGE: the following units have large residuals.

sessie 2.00	herh 1	oog 1	doek A	2.52	s.e. 0.88
sessie 2.00	herh 2	oog 1	doek A	-2.46	s.e. 0.88

***** Tables of means *****

Variate: ANGULAR(emissie) Grand mean 13.54

sessie	1	2
	14.25	12.47
rep.	48	32

oog	1	2
	15.85	11.22

doek	A	M	P	T
	7.91	13.30	17.66	15.26

sessie	oog	1	2
1		16.64	11.85
	rep.	24	24
2		14.67	10.27
	rep.	16	16

sessie	doek	A	M	P	T
1		8.55	14.05	18.39	15.99
	rep.	12	12	12	12
2		6.96	12.17	16.57	14.18
	rep.	8	8	8	8

oog	doek	A	M	P	T
1		9.48	15.66	20.18	18.09
2		6.35	10.94	15.15	12.44

sessie	oog	doek	A	M	P	T
1	1		10.14	16.62	21.03	18.78
		rep.	6	6	6	6
	2		6.96	11.49	15.76	13.20
		rep.	6	6	6	6

2	1	8.50	14.22	18.91	17.05
	rep.	4	4	4	4
	2	5.43	10.12	14.23	11.30
	rep.	4	4	4	4

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	sessie	oog	doek	sessie	
				oog	
rep.	unequal	40	20	unequal	
l.s.d.				2.510	min.rep
d.f.				16	
l.s.d.	1.772	1.717	0.751	2.291	max-min
d.f.	8	8	45	16	
l.s.d.				2.049	max.rep
d.f.				16	

Except when comparing means with the same level(s) of

sessie		2.715	min.rep
d.f.		8	
		2.478	max-min
d.f.		8	
		2.217	max.rep
d.f.		8	

Table	sessie	oog	sessie	
	doek	doek	oog	
			doek	
rep.	unequal	10	unequal	
l.s.d.	2.103		2.837	min.rep
d.f.	14.62		28.70	
l.s.d.	1.920	1.864	2.590	max-min
d.f.	14.62	14.78	28.70	
l.s.d.	1.717		2.317	max.rep
d.f.	14.62		28.70	

Except when comparing means with the same level(s) of

sessie	1.187		2.948	min.rep
d.f.	45		14.78	
	1.084		2.691	max-min
d.f.	45		14.78	
	0.969		2.407	max.rep
d.f.	45		14.78	
oog		1.062		
d.f.		45		
sessie.oog			1.679	min.rep
d.f.			45	
			1.533	max-min
d.f.			45	
			1.371	max.rep
d.f.			45	
sessie.doek			2.948	min.rep
d.f.			14.78	
			2.691	max-min
d.f.			14.78	
			2.407	max.rep
d.f.			14.78	

(Not adjusted for missing values)

***** Missing values *****

Variate: ANGULAR(emissie)

Unit estimate

51 14.85

52 12.14

56 13.32

Max. no. iterations 5

Temissie

	oog	1	2
sessie	doek		
1	A	3.097	1.468
	M	8.180	3.966
	P	12.874	7.374
	T	10.366	5.214
2	A	2.185	0.895
	M	6.033	3.088
	P	10.500	6.042
	T	8.597	3.837

Sessie 3 en 4 (kale situatie)

BLOCK sessie/herh/beh/plaats TREATMENTS sessie*beh*plaats

Behandeling 1: sensor ingeschakeld; Behandeling 2; sensor uitgeschakeld.

Plaats (A, E, M, T, P): plaats collectoren t.o.v de laatste bomenrij.

A=9,5-10,5m; E=5,5-6,5; M=4,5-5,5m; T=3,5-4,5m; P=2,5-3,5m.

***** Analysis of variance *****

Variate: ANGULAR(%DEP)

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
SESSIE.HERH stratum					
SESSIE	1	161.304	161.304	13.16	0.011
Residual	6	73.527	12.255	1.66	
SESSIE.HERH.BEH stratum					
BEH	1	142.691	142.691	19.34	0.005
SESSIE.BEH	1	46.259	46.259	6.27	0.046
Residual	6	44.260	7.377	3.11	
SESSIE.HERH.BEH.PLAATS stratum					
PLAATS	4	794.982	198.745	83.88	<.001
SESSIE.PLAATS	4	3.081	0.770	0.33	0.860
BEH.PLAATS	4	14.974	3.743	1.58	0.195
SESSIE.BEH.PLAATS	4	14.906	3.726	1.57	0.197
Residual	48	113.732	2.369		
Total	79	1409.715			

* MESSAGE: the following units have large residuals.

SESSIE V	HERH X	BEH 1	1.50	s.e. 0.74
SESSIE V	HERH X	BEH 2	-1.50	s.e. 0.74
SESSIE IV	HERH X	BEH 2	PLAATS P	-3.00 s.e. 1.19
SESSIE IV	HERH Z	BEH 1	PLAATS P	3.10 s.e. 1.19
SESSIE IV	HERH Z	BEH 2	PLAATS P	3.26 s.e. 1.19

***** Tables of means *****

Variate: ANGULAR(%DEP)

Grand mean 20.93

SESSIE	IV	V				
	22.35	19.51				
BEH	1	2				
	19.59	22.27				
PLAATS	A	E	M	P	T	
	14.98	20.85	21.72	23.55	23.54	
SESSIE	BEH	1	2			
IV		20.25	24.45			
V		18.93	20.09			
SESSIE	PLAATS	A	E	M	P	T
IV		16.29	22.05	23.50	24.94	24.98
V		13.67	19.66	19.95	22.17	22.10
BEH	PLAATS	A	E	M	P	T
1		13.20	19.18	20.27	22.98	22.35
2		16.77	22.53	23.17	24.13	24.73

SESSIE	BEH	PLAATS	A	E	M	P	T
IV	1		14.08	19.70	20.44	23.84	23.21
	2		18.50	24.39	26.56	26.03	26.75
V	1		12.31	18.66	20.10	22.12	21.49
	2		15.04	20.66	19.79	22.22	22.71

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	SESSIE	BEH	PLAATS	SESSIE BEH
rep.	40	40	16	20
l.s.d.	1.915	1.486	1.094	2.174
d.f.	6	6	48	11.30
Except when comparing means with the same level(s) of SESSIE				2.102
d.f.				6

Table	SESSIE PLAATS	BEH PLAATS	SESSIE BEH PLAATS
rep.	8	8	4
l.s.d.	2.194	1.887	2.818
d.f.	17.56	25.96	35.81
Except when comparing means with the same level(s) of SESSIE			2.669
d.f.	48		25.96
BEH		1.547	
d.f.		48	
SESSIE.BEH			2.188
d.f.			48
SESSIE.PLAATS			2.669
d.f.			25.96

SESSIE	PLAATS BEH	T%DEP			
		A	E	M	P
IV	1	5.92	11.36	12.19	16.34
	2	10.07	17.06	19.99	19.26
V	1	4.54	10.24	11.81	14.17
	2	6.74	12.45	11.46	14.30

SESSIE	PLAATS BEH	T
IV	1	15.53
	2	20.25
V	1	13.42
	2	14.91

BIJLAGE III volledige dataset volumereductie-metingen

Volumereductie 2000

<i>Jonge boomgaard (perceel oost 2)</i>							
<i>Datum</i>	<i>Sensoren aan/uit</i>	<i>Aantal doppen</i>	<i>Druk</i>	<i>Aantal liters voor</i>	<i>Aantal liters na</i>	<i>Gebruikt</i>	<i>% volume- reductie</i>
23-mrt	Aan	12	7	600	300	300	26,8
	Uit	12	7	450	40	410	
30-mrt	Aan	12	8	400	48	350	25,5
	Uit	12	8	550	80	470	
7-apr	Aan	12	8	400	90	310	24,4
	Uit	12	8	500	90	410	
11-apr	Aan	12	8	400	50	350	25,5
	Uit	12	8	500	30	470	
25-apr	Aan	12	8	500	190	310	24,4
	Uit	12	8	500	90	410	
4-mei	Aan	12	8	500	180	320	23,8
	Uit	12	8	500	80	420	
11-mei	Aan	12	8	500	175	325	24,4
	Uit	12	8	475	45	430	
16-mei	Aan	12	9	1950	525	1425	26,9
	Uit	12	9	2000	50	1950	
26-mei	Aan	12	8	400	75	325	25,3
	Uit	12	8	475	40	435	
2-jun	Aan	12	8	500	150	350	22,2
	Uit	12	8	500	50	450	
20-jun	Aan	12	8	400	80	320	28,9
21-jun	Uit	12	8	500	50	450	
6-jul	Aan	12	8	400	60	340	24,4
7-jul	Uit	12	8	500	50	450	
21-jul	Aan	12	8	400	80	320	28,9
	Uit	12	8	475	25	450	
1-aug	Aan	12	8	400	75	325	23,5
	Uit	12	8	500	75	425	
16-aug	Aan	12	8	400	50	350	26,3
	Uit	12	8	500	25	475	
23-aug	Aan	12	8	400	55	345	27,4
	Uit	12	8	500	25	475	
4-sep	Aan	12	8	350	200	150	25,0
	Uit	12	8	200	0	200	
4-sep	Aan	12	8	400	240	160	27,3
	Uit	12	8	240	20	220	
6-sep	aan	12	9	775	525	250	23,1
	Uit	12	9	525	200	325	
14-sep	aan	12	9	600	350	250	23,1
	Uit	12	9	350	25	325	
	Aan	12	8	350	225	125	28,6
	Uit	12	8	225	50	175	
23-okt	Aan	12	8	400	95	305	27,4
	Uit	12	8	500	80	420	

Volumereductie 2000

oude boomgaard (perceel noord 6)							
<i>Datum</i>	<i>Sensoren aan/uit</i>	<i>Aantal doppen</i>	<i>Druk</i>	<i>Aantal liters voor</i>	<i>Aantal liters na</i>	<i>Gebruikt</i>	<i>% Volume- reductie</i>
29-mrt	Aan	16	8	110	45	65	40,9
	Uit	16	8	150	40	110	
12-apr	Aan	16	8	150	70	80	33,3
	Uit	16	8	150	30	120	
19-apr	Aan	16	8	150	80	70	36,4
	Uit	16	8	150	40	110	
25-apr	Aan	16	8	150	70	80	27,3
	Uit	16	8	150	40	110	
27-apr	Aan	16	8	120	60	60	25,0
	Uit	16	8	150	70	80	
4-mei	Aan	16	8	200	120	80	27,3
	Uit	16	8	150	40,0	110	
12-mei	Aan	16	8	175	100	75	28,6
	Uit	16	8	150	45	105	
16-mei	Aan	16	9	950	575	375	25,0
	Uit	16	9	575	75	500	
23-mei	Aan	16	8	175	100	75	25,0
	Uit	16	8	100	0	100	
30-mei	Aan	16	8	150	60	90	25,0
	Uit	16	8	150	30	120	
7-jun	Aan	16	8	150	60	90	28,0
	Uit	16	8	150	25	125	
28-jun	Aan	16	8	150	70	80	27,3
	Uit	16	8	150	40	110	
6-jul	Aan	16	8	150	60	90	25,0
	Uit	16	8	150	30	120	
21-jul	Aan	16	8	150	70	80	27,3
	Uit	16	8	150	40	110	
31-jul	Aan	16	8	150	70	80	23,8
	Uit	16	8	150	45	105	
15-aug	Aan	16	8	150	60	90	25,0
	Uit	16	8	150	30	120	
23-aug	Aan	16	8	150	55	95	24,0
	Uit	16	8	150	25	125	
31-aug	Aan	16	8	150	55	95	24,0
	Uit	16	8	150	25	125	
14-sep	Aan	16	8	150	100	50	28,6
	Uit	16	8	100	30	70	

Volumereductie 2001

Jonge boomgaard (perceel oost 2)							
<i>Datum</i>	<i>Sensoren aan/uit</i>	<i>Aantal doppen</i>	<i>Druk</i>	<i>Aantal liters voor</i>	<i>Aantal liters na</i>	<i>Gebruikt</i>	<i>% Volume- reductie</i>
13-apr	Aan	14	7	500	300	200	31,0
	Uit	14	7	300	10	290	
20-apr	Aan	14	7	500	300	200	33,3
	Uit	14	7	400	100	300	
1-mei	Aan	14	7	600	230	370	36,2
	Uit	14	7	630	50	580	
11-mei	Aan	14	7	1000	600	400	33,3
	Uit	14	7	600	0	600	
17-mei	Aan	14	7	1000	650	350	39,7
	Uit	14	7	650	70	580	
23-mei	Aan	14	7	1000	550	450	30,8
	Uit	14	7	650	0	650	
30-mei	Aan	14	7	600	230	370	38,3
	Uit	14	7	650	50	600	
5-jun	Aan	14	7	600	230	370	36,2
	Uit	14	7	630	50	580	
14-jun	Aan	14	7	1000	600	400	32,2
	Uit	14	7	600	10	590	
26-jun	Aan	14	7	800	375	425	20,6
	Uit	14	7	575	40	535	
6-jul	Aan	14	7	600	190	410	28,7
	Uit	14	7	600	25	575	

BIJLAGE IV middelen en spuitomstandigheden

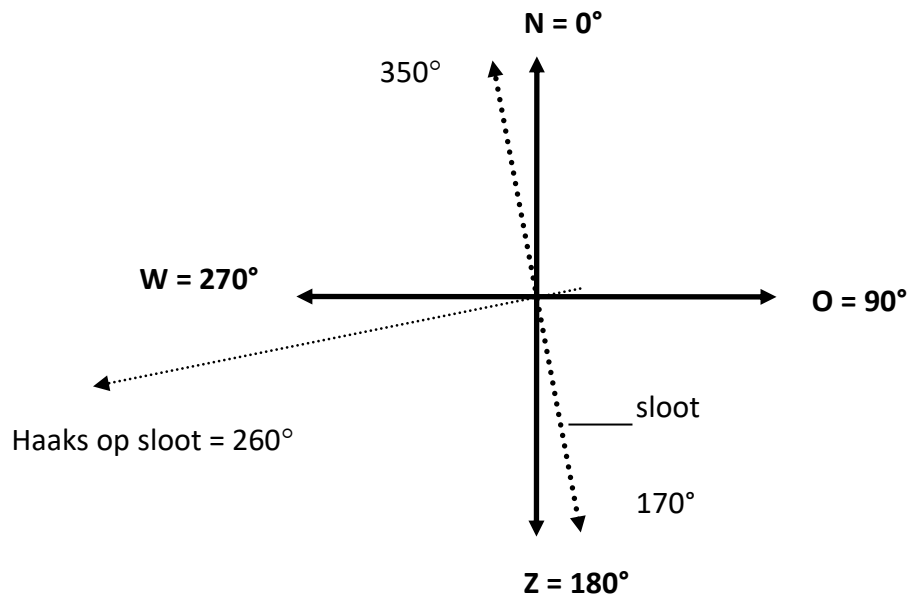
<i>Jonge boomgaard (perceel oost 2) 2000</i>								
<i>Datum</i>	<i>Middelen</i>	<i>Dosering per ha</i>	<i>Tijdstip</i>	<i>Temp.</i>	<i>RV</i>	<i>Wind snelheid</i>	<i>Wind richting</i>	<i>Bewolking</i>
23-mrt	Delan	0,25 l	10.00-16.00	8,0-14,1	95-56	Matig	OZO	Lichte sluier
30-mrt	Delan	0,25 l	08.30-14.30	6,0-7,3	97-83	Matig	NO	Zwaar bewolkt
	Kalispeter	4 kg						
7-apr	Insegar	0,4 kg	10.00-16.00	9,5-12,8	89-52	Matig	N	Overwegend zonnig
11-apr	Delan	0,25 l	11.00-17.00	8,9-13,5	72-49	Zwak,	var N-->Z	Helder, later bewolkt
	Pirimor	0,5 kg				Later matig		Tot ong. 50%
25-apr	Score	0,4 kg	10.00-16.00	10,8-20,2	92-37	Krachtig	ZZO	Helder
	Exact	0,5 l						
	Bortrac	0,5 l						
	Ureum	3 kg						
4-mei	Exact	0,5 l	09.00-15.00	10,8-21,0	99-63	Matig	NO	Helder
	Captan	1,1 kg						
	Ureum	2 kg						
11-mei	Exact	0,5 l	06.30-12.00	14,3-24,5	83-43	Matig	O	Helder
	Captan	1,1 kg						
	Ureum	2 kg						
	Bortrac	1 l						
16-mei	Exact	0,5 l	06.15-12.00	11,5-29,4	99-51	Matig	ZW	Helder
	Insegar	0,3 kg						
	Admire	0,1 kg						
26-mei	Eupareen	1,5 kg	08.15-14.30	9,7-19,0	87-53	Matig,	Z	Half bewolkt
	Nimrod	0,5 l				Later		
	Ureum	1 kg				Krachtig		
2-jun	Captan	1,1 kg	08.30-14.30	15,7-22,9	98-64	Matig	Z	Helder
	Nimrod	0,5 l						
	Ureum	1 kg						
	Bitterzout	5 kg						
20-jun	Delan	0,25 l	06.00-09.00	17,0-27,0	94-71	Zwak	Z	Helder
21-jun	Ureum	1 kg	07.00-10.00	21,3-24,2	75-82	Matig	ZZW	Helder
	Nimrod	0,5 l						
6-jul	Delan	0,25 l	10.30-15.00	18,5-20,9	84-69	Matig	W	Half bewolkt
7-jul	Nimrod	0,5 l	08.00-12.00	13,2-17,1	97-74	Matig tot		
	Ureum	1 kg				Krachtig	WNW	Half bewolkt
	Bitterzout	5 kg						
21-jul	Eupareen	1,5 kg	08.00-14.30	13,5-22,4	99-60	Zwak	WNW	Helder
	Nimrod	0,5 l						
	Ureum	1 kg						
	Bitterzout	5 kg						
1-aug	Captan	1,1 kg	07.30-13.00	16,1-27,5	99-64	Zwak	ZW	Helder
	Ureum	1 kg						
	Bitterzout	5 kg						
16-aug	Eupareen	1,5 kg	08.00-14.30	15,4-23,7	96-64			
	Kalksalpeter	5 kg						
23-aug	Captan	0,6 kg	08.00-14.30	11,2-22,0	99-63			
	Kalksalpeter	5 kg						
	Mantrac	0,25 l						
4-sep	Eupareen	1,5 kg	10.15-13.30			Matig	Z	Half bewolkt
	Kalksalpeter	5 kg						
	Mantrac	0,25 l						
4-sep	Captan	1,1 kg	13.45-17.00			Matig	Z	Half bewolkt
6-sep	Late val	0,1 l	10.15-12.00			Krachtig	ZW	Zwaar bewolkt
14-sep	Late val	0,1 l	10.00-16.30					
	Eupareen	1,5 kg						
	Ureum	1 kg						
	Kalksalpeter	5 kg						
23-okt	Captan	2,5 kg	09.00-15.30			Matig	ZZO	Half tot zwaar bewolkt
	Ureum	10 kg						

Oude boomgaard (perceel noord 6)

<i>Datum</i>	<i>Middelen</i>	<i>dosering per ha</i>	<i>Tijdstip</i>	<i>temp</i>	<i>RV</i>	<i>Wind snelheid</i>	<i>Wind richting</i>	<i>Bewolking</i>
29-mrt	Scala	0,75 l	14.30-16.00	8,0-14,1	95-56	Matig	OZO	Zwaar
	Kalsalpeter	4 kg						
12-apr	Delan	0,4 l	10.45-12.00	5,8-7,3	96-81	Stevig	WZW	Half tot zwaar
19-apr	Delan	0,4 l	10.45-12.00	15,1-16,5	70-65	Stevig	ZW	Half
	Pirimor	0,4 kg						
	Insegar	0,4 kg						
	Mantrac	0,5 l						
25-apr	Score	0,5 kg	16.00-17.00	21,3-21,7	52-50	Krachtig	ZZO	Helder
	Exact	0,5 l						
	Ureum	3 kg						
	Bortrac	0,5 l						
27-apr	Stroby	0,2 kg	14.45-16.00	22,1-22,4	64-63	Matig	OZO	Half tot zwaar
	Ureum	3 kg						
4-mei	Captan	1,1 kg	15.00-16.00	23,0-23,7	57-56	Matig	NO	Helder
	Stroby	0,2 kg						
	Ureum	2 kg						
	Pirimor	0,5 kg						
12-mei	Captan	1,1 kg	08.30-09.45	13,9-19,8	87-60	Matig	O	Helder
	Stroby	0,2 kg						
	Ureum	2 kg						
	Bortrac	1 l						
16-mei	Stroby	0,2 kg	12.30-13.45	29,4-31,1	51-47	Matig	ZW	Lichte sluierbewolking
	Insegar	0,3 kg						
	Admire	0,1 kg						
23-mei	Polyram	1,5 kg	12.30-14.00	18,1-20,0	76-70	Krachtig	ZW	Half tot zwaar
	Ureum	1 kg						
30-mei	Score	0,5 kg	13.00-14.45	15,8-17,8	73-63	Matig	ZW	Helder
	Captan	1,1 kg						
	Ureum	1 kg						
	Bitterzout	5 kg						
7-jun	Eupareen	1,5 kg	13.00-14.45	15,2-16,0	84-79	Matig	W	Half bewolkt
	Nimrod	0,5 l						
	Ureum	1 kg						
	Mantrac	0,5 l						
29-jun	Eupareen	1,5 kg	08.30-10.00	12,0-14,5	86-70	Matig	ZW	Helder
	Mantrac	0,5 l						
	Carpovirus	1,5 l						
	Ureum	1 kg						
6-jul	Eupareen	1,5 kg	08.30-10.00	15,9-18,5	97-84	Matig	W	Half bewolkt
	Ureum	1 kg						
	Nimrod	0,5 l						
	Bitterzout	5 kg						
21-jul	Eupareen	1,5 kg	14.45-16.00	22,4-23,0	60-59	Zwak	WNW	Helder
	Ureum	1 kg						
	Nimrod	0,5 l						
	Bitterzout	5 kg						
31-jul	Eupareen	1,5 kg	12.45-14.00	21,5-22,3	75-75	Zwak	W	Helder
	Ureum	1 kg						
	Bitterzout	5 kg						
15-aug	Eupareen	1,5 kg	15.00-16.15	22,1-21,9	80-81			
	Kalsalpeter	5 kg						
23-aug	Captan	1,5 kg	15.00-16.15	22,2-22,1	63-61			
	Carbendazim	0,6 kg						
	Mantrac	0,25 l						
	Kalsalpeter	5 kg						
31-aug	Eupareen	1,5 kg	10.30-12.00	16,4-18,7	91-78	Matig	ZW	Helder
	Kalsalpeter	5 kg						
	Mantrac	0,25 l						

Jonge boomgaard (perceel oost 2) 2001								
<i>Datum</i>	<i>Middelen</i>	<i>Dosering per ha</i>	<i>Tijdstip</i>	<i>Temp</i>	<i>RV</i>	<i>Wind snelheid</i>	<i>Wind richting</i>	<i>Bewolking</i>
13-apr	Delan Ureum Zinflow	0,25 l 3 kg 0,5 l	13.00-17.00	4,6-6,2	67-54	krachtig 4 tot 5	N	50%
20-apr	Delan Ureum	0,25 l 0,3 kg	10.00-15.00	2,6-8,0	98-64	matig 2 tot 3	WZW	50%
1-mei	Delan Score Ureum	0,25 l 0,5 kg 3 kg	10.00-17.00	12,6-16,0	91-71	krachtig 4 tot 5	ONO	60%
11-mei	Exact Delphin Ureum	0,5 l 0,5 kg 3 kg	6.00-12.00	9,1-24,4	97-50	zeer zwak	OZO	0%
17-mei	Captan Ureum	1,1 kg 3 kg	8.00-16.00	12,9-15,2	96-62	hard	Z-ZZW	80%
23-mei	Captan Insegar Exact Bortrac Ureum	1,1 kg 0,4 kg 0,5 l 1 l 3 kg	7.00-14.00	9,1-12,7	99-43			10%
30-mei	Eupareen Ureum Mantrac	1,5 kg 3 kg 0,5 l	10.00-16.00	19,1-21,7	69-54	zwak kracht 1	W	30%
5-jun	Delan Bitterzout Ureum Bortrac	0,25 l 7 kg 3 kg 1 l	9.00-16.00	13,0-21,0	87-53	zwak kracht 1	WZW	40%
14-jun	Eupareen Ureum Nimrod Mantrac	1,5 kg 3 kg 0,5 l 0,5 l	8.00-14.00	11,7-20,5	88-51	zwak	var	40%
26-jun	Captan Ureum Mantrac	1,1 kg 3 kg 0,75 l	10.00-16.00	18,8-27,5	72-47			
6-jul	Captan Score Ureum Kalksalpeter Mantrac Carpovirus	1,1 kg 0,5 kg 3 kg 5 kg 0,5 l 1,5 l	06.00-11.00	19,6-26,7	86-62	zwak	OZO	40%

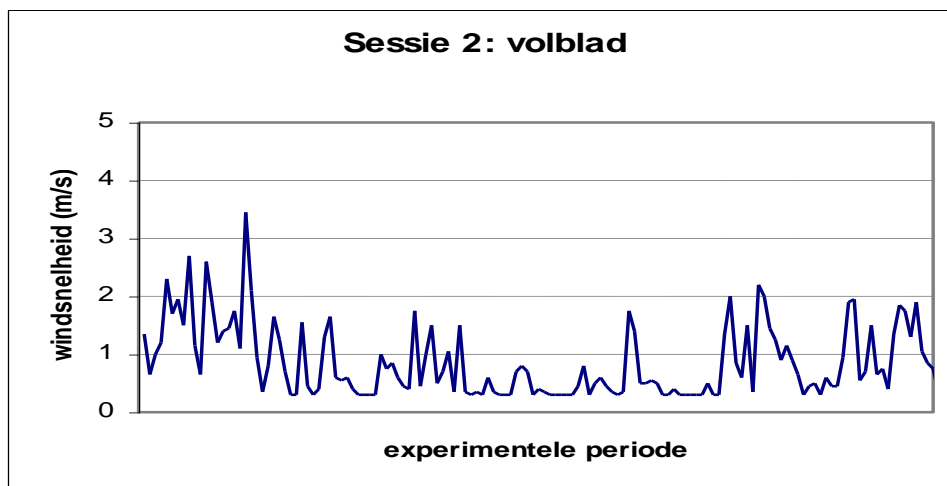
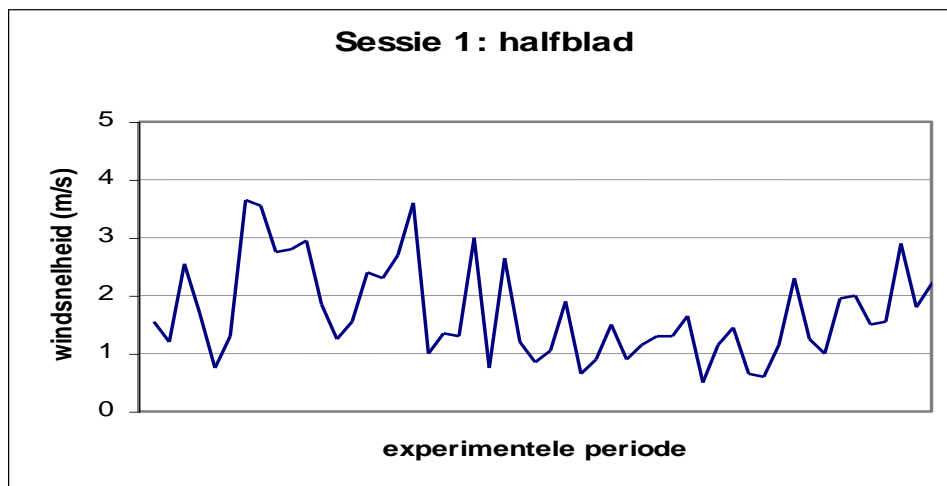
BIJLAGE V windrichting



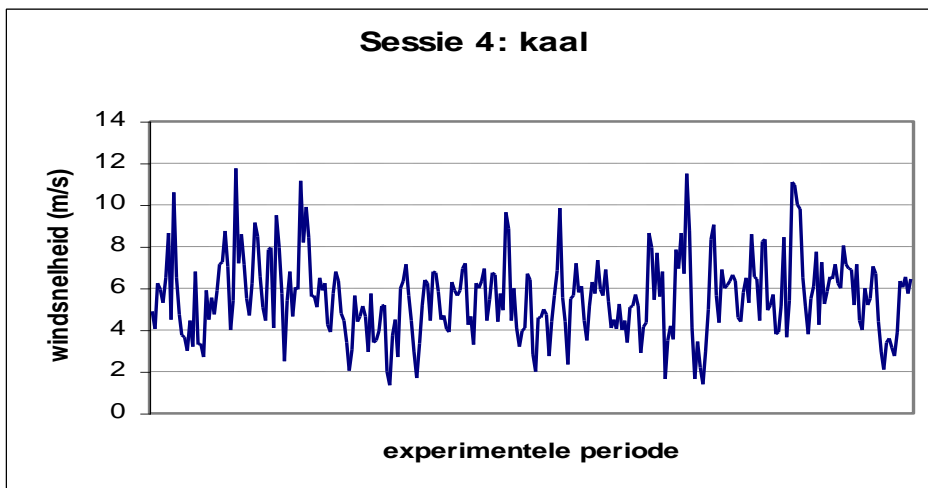
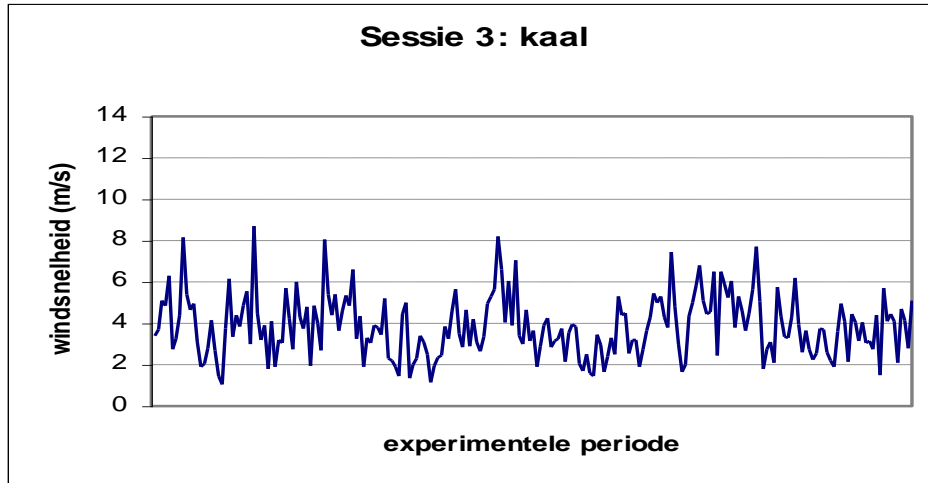
Windrichting ten opzichte van de sloot (260° is haaks op de sloot).

BIJLAGE VI windsnelheid

Sessie 1 en 2



Sessie 3 en 4



BIJLAGE VII perceelsoverzicht volumereductie (jonge boomgaard)

Behandeling 1: bespuiting met sensoren ingeschakeld.

Behandeling 2: bespuitingen met sensoren uitgeschakeld (standaard bespuiting)

2000

Het jonge perceel werd verdeeld in acht veldjes volgens het hierna volgend schema. Eerst werd heel object 1J gespoten (in totaal 4 ha). De hoeveelheid verspoten spuitvloeistof werd vervolgens gemeten. Daarna werd heel object 2J gespoten.

1J	2J	1J	2J	2J	1J	1J	2J
Tussenpad							
1J	2J	1J	2J	2J	1J	1J	2J
Linge (rivier)							

2001

In 2001 werd het perceel verdeeld in 4 blokken, waarover de behandelingen werden verloot. Naast volumereductie werd ook onderzoek verricht naar de effectiviteit van de sensorspuittechniek in vergelijking met de standaard spuitmethode. De bespuitingen werden bloksgewijs uitgevoerd.

Blok I		II		III		IV	
2J	1J	2J	1J	1J	2J	1J	2J
Tussenpad							
2J	1J	2J	1J	1J	2J	1J	2J
Linge (rivier)							