



Gewasafhankelijk spuiten KWH-CDS in peer

Depositiemetingen 2011-2012

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

Gewasafhankelijk spuiten KWH-CDS in peer

Depositiemetingen 2011-2012

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

Dit onderzoek is uitgevoerd door de Stichting Wageningen Research (WR), business unit Agrosysteemkunde, in het kader van de KRW-pilot 'Innovaties in 't kwadraat' (KRW09085) en de PPS Innovatieve Efficiënte Toedieningstechnieken (PPS-IET, KV 1406-044).

WR is een onderdeel van Wageningen University & Research, samenwerkingsverband tussen Wageningen University en de Stichting Wageningen Research.

Wageningen, juni 2024

Rapport WPR-492

J.C. van de Zande, J.M.G.P. Michielsen, A.T. Nieuwenhuizen, H. Stallinga, P. van Velde & M. Wenneker, 2024.
Gewasafhankelijk spuiten KWH-CDS in peer; Depositietmetingen 2011-2012. Wageningen Research,
Rapport WPR-492. 78 blz.; 31 fig.; 29 tab.; 34 ref.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/660368>

Within the project Innovaties in het Kwadraat (Innovations Squared) Canopy Density Spraying (CDS) of pear was brought in to show - under practical conditions - that crop adapted spraying is possible and has its advantages. The benefits for the environment are shown by means of reduced use of plant protection products (PPP) in order to maintain comparable spray distributions as with standard application techniques and maintain good biological efficacy. To show where differences exist between a CDS-sprayer and a standard cross-flow fan application technique in orchard spraying, spray deposition measurements were done in different crop growth stages of a pear crop. As crop canopy develops during the growing season spray volume is adapted accordingly for the CDS-sprayer and is therefore variable depending on growth stage and pruning system of the trees. As gaps in between trees are not sprayed applied spray volume is accordingly lower for the CDS-sprayer compared to of a standard crossflow fan sprayer.

Keywords: pear, apple, canopy density spraying, variable rate application, air-assistance, cross-flow fan sprayer, nozzle type, spray deposition, spray distribution

© 2024 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Agrosysteemkunde, Postbus 16, 6700 AA Wageningen; T 0317 48 07 00; www.wur.nl/plant-research

KvK: 09098104 te Arnhem
VAT NL no. 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. 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 Stichting Wageningen Research.

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

Rapport WPR-492

Foto omslag: WUR-CDSorchardsprayer-IMG_1155

Inhoud

| | |
|--|-----------|
| Woord vooraf | 5 |
| Samenvatting | 7 |
| Summary | 9 |
| 1 Inleiding | 11 |
| 2 Beschrijving CDS machine | 15 |
| 2.1 Hardware | 15 |
| 2.1.1 Rekenregel 2011 | 17 |
| 2.1.2 Rekenregel 2012 | 18 |
| 2.2 Software | 19 |
| 2.3 Log file | 20 |
| 2.4 Instelling van de machine | 20 |
| 2.4.1 Machines 2011 | 20 |
| 3 Metingen 2011 | 22 |
| 3.1 Materiaal en Methoden | 22 |
| 3.1.1 Boomgaarden/boomvorm | 22 |
| 3.1.2 Beschrijving spuitproef | 24 |
| 3.1.3 Analyse | 26 |
| 3.2 Resultaten 2011 | 28 |
| 3.2.1 Potentiële volume reductie | 28 |
| 3.2.2 Verticale spuitvloeistofverdeling | 29 |
| 3.2.3 Spuitvloeistof depositie op blad in boom | 29 |
| 3.2.4 Verlies naar de grond | 34 |
| 3.3 Discussie 2011 | 35 |
| 3.4 Conclusies 2011 | 37 |
| 4 Metingen 2012 | 38 |
| 4.1 Materiaal en Methoden | 38 |
| 4.1.1 Machines 2012 | 38 |
| 4.1.2 Boomgaarden/boomvorm | 39 |
| 4.1.3 Beschrijving spuitproef | 41 |
| 4.1.4 Analyse | 42 |
| 4.2 Resultaten 2012 | 43 |
| 4.2.1 Potentiële volumereductie 2012 | 43 |
| 4.2.2 Spuitvloeistof depositie op blad | 46 |
| 4.2.3 Verlies naar de grond | 49 |
| 4.2.4 Besparing | 50 |
| 4.3 Discussie 2012 | 51 |
| 4.4 Conclusies 2012 | 55 |
| 5 Conclusies | 56 |
| Literatuur | 58 |
| Bijlage 1 Voorbeeld Logfile | 60 |
| Bijlage 2 Spuitdata en logdata 2012 | 61 |
| Bijlage 3 Emissie naar de grond 2011 | 62 |
| Bijlage 4 Emissie naar de grond 2012 | 64 |

| | | |
|------------------|---------------------------------------|-----------|
| Bijlage 5 | Depositie op blad in boom 2011 | 65 |
| Bijlage 6 | Depositie op blad in boom 2012 | 75 |

Woord vooraf

In de KRW-pilot 'Innovaties in 't kwadraat' (KRW09058; 2010-2012) brengen bedrijven en telers hun innovaties samen in een duurzamer teeltsysteem voor prei, peren en aardbeien. CLM en DLV Plant begeleiden het project met ondersteuning van de waterschappen Rivierenland, Brabantse Delta en De Dommel, het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, de provincies Noord-Brabant en Utrecht, de ZLTO, de NFO en Agentschap NL. Het project wordt financieel ondersteund vanuit het kader van het Innovatieprogramma Kaderrichtlijn Water door NL Innovatie in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Milieu.

WUR-PRI heeft als innovatie Canopy Density Spraying in het project ingebracht om door middel van gewasafhankelijk spuiten alleen op het gewas te spuiten en afhankelijk van de grootte van het gewas de dosering van gewasbeschermingsmiddelen aan te passen. In peren is in samenwerking met KWH te Buren (nu onderdeel van Munckhof Fruit Tech Innovators te Horst) hiervoor de KWH-CDS ontwikkeld welke ingezet is bij de perentelers Verhoeven te Rossum en Van Wijk te 't Goy. De firma Homburg en de heren Verhoeven en Van Wijk worden bedankt voor hun constructieve inzet in de ontwikkeling van de CDS-spuit in peer. In deze rapportage worden de spuitvloeistofdepositiemetingen beschreven zoals in 2011 in de gewassen appel en peer uitgevoerd bij PPO-Fruit te Randwijk en in 2012 in het gewas peer uitgevoerd op het bedrijf van Verhoeven.

Deze rapportage is aangevuld, verder uitgewerkt en definitief gemaakt binnen de PPS Innovatieve Efficiënte Toedieningstechnieken (PPS-IET, KV 1406-044; 2015-2020).

Wageningen, december 2020

Samenvatting

De doelstelling van de inbreng van de Canopy Density Spraying spuit in peren binnen het project Innovaties in het Kwadraat waren om te laten zien dat - onder praktijkomstandigheden - gewasafhankelijk spuiten voordelen heeft. Deze voordelen voor de teler en het milieu zijn aangetoond door vast te stellen dat minder spuitvloeistof nodig is om een vergelijkbare bedekkingsgraad en biologische effectiviteit van de gebruikte gewasbeschermingsmiddelen in de praktijk te halen.

Om aan te kunnen geven waar de CDS-spuut in peren verschilt van de gangbare dwarsstroomspuit in de fruitteelt zijn spuitvloeistof depositiemetingen uitgevoerd. Als CDS-spuut in de peren is een KWH D-1000 dwarsstroomspuit gebruikt die uitgerust is met een Variabel Luchtondersteunings Systeem (VLOS), een laserscanner (Hokuyo URG-04LX-UG01 LIDAR) die de omvang van de bomen meet en een variabel doseringssysteem gebaseerd op Lechler VarioSelect dophouders met vier verschillende spuitdoppen, twee standaard werveldoppen (Albuz ATR wit, ATR lila) en twee driftreducerende werveldoppen (TVI80-0050, TVI80-0075). Hiermee kan afhankelijk van de bladontwikkeling in de boom op drie hoogtes het spuitvolume in vier stappen aangepast worden. Een vergelijking werd gemaakt met de KWH dwarsstroomspuit zonder CDS en een Munckhof dwarsstroomspuit. De depositiemeting werd uitgevoerd door één rij perenbomen van beide zijden te bespuiten met de fluorescerende tracer Brilliant Sulpho Flavine (BSF). Door de depositiemetingen wordt vastgesteld wat de spuitvloeistof depositie is in de verschillende segmenten van de pereboom: top, middenstuk, onderste stuk, en op de grond onder de bomenrij en in het pad tussen de bomenrijen. De depositie op het blad in de bomen werd gemeten door van drie bomen van ieder segment alle blaadjes te tellen en steeds het tiende blad mee te nemen voor bemonstering met BSF. In het laboratorium werden de blaadjes afgespoeld met een vaste hoeveelheid water, de bladoppervlakte van de blaadjes gemeten en de spuitvloeistofdepositie per cm² bladoppervlak bepaald. De spuitvloeistofdepositie op de grond werd gemeten op filter collectoren, die op vergelijkbare wijze als de blaadjes in het laboratorium verwerkt werden.

Tijdens de bespuiting van de perenbomen (BBCH 71) was het spuitvolume van de standaardspuit 240 l/ha en van de KWH-CDS 125 l/ha met de standaard werveldoppen en 130 l/ha met de 90% driftreducerende venturi werveldoppen. Deze besparing aan spuitvolume van 46% wordt vooral gerealiseerd doordat de KWH-CDS de gaten tussen de bomen niet spuit. De hoogte van de depositie in de verschillende vakken in de perenboom was voor de KWH-CDS vergelijkbaar (0,4 µl/cm²) als van de Munckhof dwarsstroom (referentie) maar lager dan van de KWH dwarsstroom (0,8 µl/cm²). De spuitvloeistofverdeling over de vakken in de boom was voor de KWH-CDS homogener dan van de KWH dwarsstroomspuit en de Munckhof dwarsstroomspuit. Verrekend met het bladvolume van de perenboom wordt er bij de KWH-CDS 35 l/ha van de uitgebrachte 130 l/ha in de boom op het blad teruggevonden (27%) en bij de KWH dwarsstroom 60 l/ha van de uitgebrachte 240 l/ha (25%). Alhoewel de KWH-CDS 46% minder spuitvolume uitbrengt wordt er een vergelijkbare hoeveelheid op blad in de boom terug gevonden als bij de standaard dwarsstroomspuit.

Op de grond tussen en onder de bomen ligt gemiddeld bij de CDS-KWH en de standaard KWH dwarsstroom spuit 45 l/ha bij gebruik van de standaard werveldop (respectievelijk 36% en 19% van het uitgebrachte spuitvolume). Bij gebruik van een 90% driftreducerende werveldop werd bij de KWH dwarsstroomspuit 210 l/ha op de grond teruggevonden (77% van het spuitvolume) en bij de CDS-KWH 128 l/ha (71% van het spuitvolume). Duidelijk is dat er door toepassing van de 90% driftreducerende venturi doppen meer op de grond onder de bomen terecht komt dan bij gebruik van standaard werveldoppen.

Afhankelijk van de plek in de boomgaard, de boomsoort en de snoeivorm en het tijdstip gedurende het groeiseizoen en dus de fenologische ontwikkeling en de bladmassa zijn bij bespuitingen in de praktijk reducties in spuitvolume van 49%-65% gehaald door gat detectie en Canopy Density Spraying.

Summary

Within the project Innovaties in het Kwadraat (Innovations Squared) Canopy Density Spraying (CDS) of a pear orchard was brought in to show - under practical conditions - that crop adapted spraying is possible and has its advantages. The benefits for the environment are shown by means of reduced use of plant protection products (PPP) in order to maintain comparable spray distributions as with standard application techniques and maintain good biological efficacy.

To show where differences exist between a CDS-sprayer and a standard application technique, spray deposition measurements were done in spindle apple trees, spindle and V-shaped pear trees in 2011 and in one crop growth stage of spindle pear trees in 2012. The CDS-sprayer used in pear was a KWH D-1000 cross-flow fan orchard sprayer equipped with a variable air support system (Variabel Lucht Ondersteunings Systeem - VLOS) and a laserscanner (Hokuyo URG-04LX-UG01 LIDAR) measuring the size and density of the pear tree canopy and a variable dosing system based on Lechler VarioSelect nozzle bodies containing pneumatically switchable sets of two standard hollow cone nozzles (Albuz ATR white, ATR lilac) and two spray drift reducing venturi hollow cone nozzles (TVI80-0050, TVI80-0075). The KWH-CDS sprayer can at three height levels in the tree adapt spray volume in four steps to the leaf development of the fruit crop. A comparison was made between the KWH-CDS sprayer, the KWH sprayer without CDS operational and a Munckhof standard cross-flow fan orchard sprayer (reference). The spray deposition measurements were done spraying one row of trees in the orchard from both sides with the fluorescent tracer Brilliant Sulpho Flavine (BSF). With the spray deposition measurements the distribution of the spray in different segments in the tree; top, middle, bottom, and on the soil surface underneath the tree row and in the paths between the tree rows is quantified. Spray deposition on the tree leaves was measured by sampling three trees in a row and picking every tenth leaf from a tree segment to analyse on amount of BSF. In the laboratory the leaves were washed, leaf area measured and the spray deposition per cm² leaf area determined. Spray deposition on soil surface was measured using filter collectors and were analysed in a similar way in the laboratory.

Spraying the pear trees (BBCH 71) the spray volume of the standard spray technique was 240 l/ha and of the KWH-CDS sprayer 125 l/ha using the standard hollow cone nozzle types and 130 l/ha using the drift reducing venturi hollow cone nozzle types. This indicates a reduction in spray volume of 46% which is predominantly realised by not spraying the gaps in between the trees. The level of spray deposition in the different segments of the pear trees was for the KWH-CDS comparable to that of the Munckhof standard cross-flow fan sprayer (0.4 µl/cm²) but lower as of the KWH cross-flow fan sprayer (0.8 µl/cm²). Spray distribution over the segments in the tree was for the KWH-CDS more homogeneous than of the KWH cross-flow fan sprayer and the Munckhof standard cross-flow fan sprayer. Taking into account the leaf volume in the pear orchard 35 l/ha (27%) of the applied 130 l/ha is found in leaf canopy for the KWH-CDS sprayer. For the KWH cross-flow fan sprayer 60 l/ha (25%) of the applied 240 l/ha was found back in tree canopy. Although the KWH-CDS sprayer applies 46% less spray volume a similar amount as of the standard Munckhof cross-flow fan sprayer (reference) is found in tree canopy. On soil surface underneath the row of trees and in the paths between the tree rows spray deposition is on average for the KWH-CDS sprayer and the KWH cross-flow fan sprayer 45 l/ha using standard hollow cone nozzle types (respectively 36% and 19% of applied spray volume). Using drift reducing venturi hollow cone nozzle types spray deposition on soil surface is 210 l/ha for the KWH cross-flow fan sprayer (77% of applied spray volume) and 128 l/ha for the KWH-CDS sprayer (71% of applied spray volume). The use of drift reducing venturi type nozzles results in higher spray deposits on soil surface in the orchard than of the standard hollow cone nozzle types and is therefore of higher risk to leaching to soil water and drainage to the surface water.

Depending on the place in the orchard and tree shapes and time during the season spray volume reductions were obtained in commercial fields of 49–65% because of gap detection and Canopy Density Spraying. On average for the whole growing season the CDS variable rate spray technologies in practice resulted in an overall spray volume reduction of 30%.

1 Inleiding

De Kaderrichtlijn Water (KRW; EU/2000/60) is gericht op de verbetering van de ecologische en chemische waterkwaliteit. Eén van de knelpunten die het halen van de KRW-doelen in de weg staat is de belasting van het water met nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen uit intensieve plantaardige 'probleem- of aandachtsteelten'. Er zijn verschillende methoden die emissie naar het water beperken en die in combinatie veel effectiever kunnen worden gebruikt. Daarover gaat het project Innovaties in het Kwadraat. Innovaties in het Kwadraat is een initiatief van bedrijven die innovatieve oplossingen hebben ontwikkeld voor gewasbescherming en bemesting. Bijvoorbeeld celsapmeting, inzet van de schimmel Trianum, Uv-licht tegen schimmels en CDS-precisiespuiten. Alle deelnemende bedrijven hebben hun teeltinnovaties aangemeld voor de Innovatieprijs Duurzame Gewasbescherming 2008. Daarmee zijn de vindingen van deze bedrijven door een onafhankelijke jury beoordeeld als innovatief, effectief voor het milieu en kostenefficiënt. Naast vermindering van emissie van gewasbeschermingsmiddelen dragen de innovaties bij aan minder nutriëntenemissies. En, voor de teler cruciaal in verband met de afzet naar de markt: de innovaties verminderen het risico op residuen van gewasbeschermingsmiddelen op de producten. Door besparing op dure gewasbeschermingsmiddelen en kunstmest en door het leveren van een beter product, vormen de innovatieve maatregelen - na een korte aanlooperperiode (projectduur) - voor de telers echte win-winmaatregelen. Normaliter werken bedrijven zelfstandig -op eigen houtje- verder aan hun innovaties. In Innovaties in het Kwadraat is de aanpak echter anders: de bedrijven hebben hun innovaties op praktijkbedrijven aan elkaar gekoppeld om zo KRW-Innovaties 'in het kwadraat' te realiseren! Hierbij werken ze intensief samen, niet alleen met de telers, maar ook met de beheerders van de waterkwaliteit: waterschappen en provincies. Het project is dus innovatief door vernieuwend met innovaties om te gaan.

Het voorliggende rapport gaat over de kwadraat-innovatie gewasafhankelijk spuiten in peren. Met Canopy Density Spraying (CDS) sturen sensoren de juiste hoeveelheid gewasbeschermingsmiddel naar de juiste plek op het gewas, afhankelijk van de hoeveelheid blad. De verwachting is dat Canopy Density Spraying een besparing oplevert van 30-50% in fungiciden gebruik. Het concept Canopy Density Spraying of gewasafhankelijke gewasbescherming gaat uit van twee basisideeën: 1. Gewasbeschermingsmiddel alleen op het doelobject toedienen; 2. Middeldosering aanpassen aan het groeistadium van de plant.

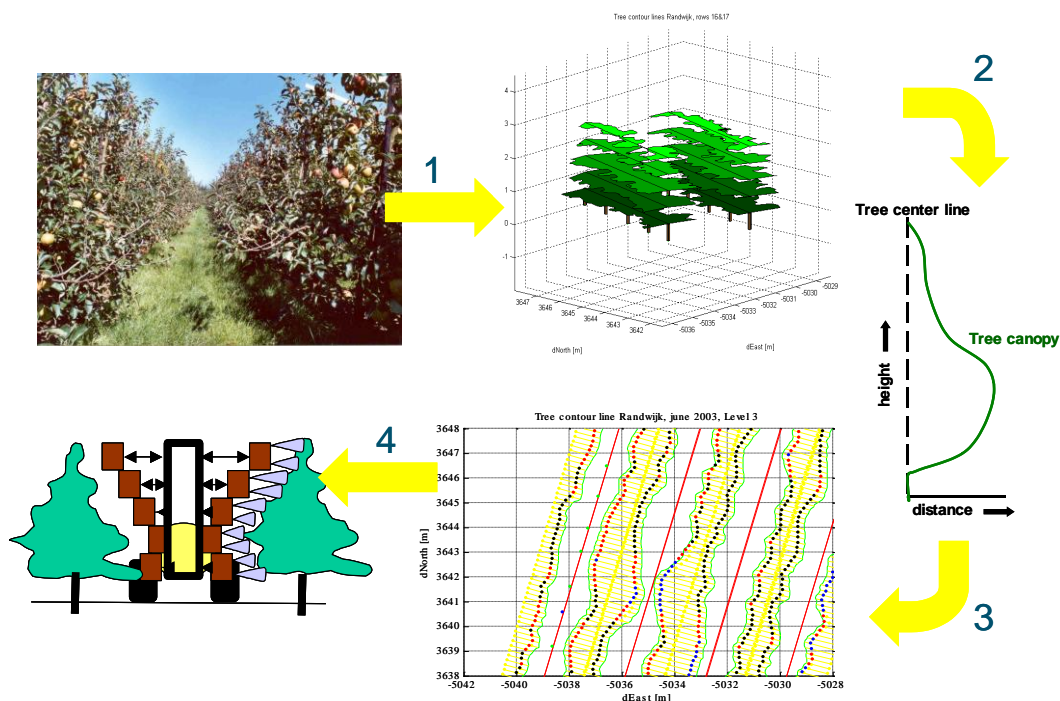
Het plantspecifiek en bladmassa-afhankelijk toedienen van fungiciden is nieuw (Zande *et al.*, 2010). Plantspecifieke onkruidbestrijding komt in het stedelijk gebied wel voor maar in de Nederlandse landbouw nog beperkt. De detectie van individuele planten en de grootte van de bladmassa worden door sensoren bepaald. De sensoren sturen spuitdoppen aan die snel open en dicht gaan (cm precies) als een plant gedetecteerd wordt en kunnen een variabel spuitvolume geven om afhankelijk van de bladmassahoeveelheid een gelijke bedekking met middel te realiseren. CDS biedt een waardevolle aanvulling aan de geïntegreerde gewasbescherming door alleen daar te spuiten waar het nodig is met een dosering die afgestemd is op de grootte van de plant. Eerste vormen van bladmassa afhankelijk spuiten in de fruitteelt richtten zich vooral op gatdetectie en automatisch aan-uit schakelen van de spuit bij het begin en eind van de bomenrijen (Koch & Weisser, 2000; Molto *et al.*, 2001; Solanelles *et al.*, 2002; Wenneker *et al.*, 2003). Aanpassing van de dosering aan de grootte van de fruitbomen werd voorgesteld door systemen als Tree Row Volume (Sutton & Unrath, 1984, 1988), Leaf Wall Area (Koch & Weisser, 2002; Toews & Friessleben, 2012) of het Pesticide dose Adjustment to the Crop Environment (PACE; Cross & Walklate, 2008).

De ontwikkeling van Canopy Density Spraying in de fruitteelt begon in Nederland met het EU-project PreciSpray (1999-2003; Achten *et al.*, 2003; Meron *et al.*, 2003; Zande *et al.*, 2003; Zande *et al.*, 2005) waarin door middel van stereo-foto opnamen van de boomgaard de bladmassa op verschillende hoogten in de bomen bepaald werd (Figuur 1). Er konden contourlijnen gemaakt worden van het bladerdek op de verschillende hoogten in de boom die gebruikt werden voor de aansturing van een prototype dwarsstroom boomgaardspuit met variabele dosering. De vijf bewegende spuitelementen (secties) van de PreciSpray boomgaardspuit (Figuur 3) volgden op de verschillende hoogten de contourlijnen van de boom en gaven afhankelijk van de breedte van het bladerdek op die hoogte in de boom meer of minder spuitvolume. Door

het spuitvolume af te stemmen op de hoeveelheid bladmassa werd 20-36% minder middel gespoten met behoud van de biologische effectiviteit (Heijne *et al.* 2004) en meer spuitvloeistofdepositie in de boom gemeten (Zande *et al.*, 2006).

Een vervolgstap in de ontwikkeling van precisie bespuitingen in de fruitteelt werd gemaakt in het EU-project IsaFruit (2006-2010). In IsaFruit (Wenneker *et al.*, 2009) was een van de doelen het ontwikkelen van een boomgaardspuit die inhoud kon geven aan het duurzaam telen van veilig en gezond fruit door het residu op fruit en de emissie naar het milieu te minimaliseren. Hiervoor werd een spuit ontwikkeld die rekening hield met de grootte van het gewas, de behoefte van het gewas, de ziekteontwikkeling in het gewas en de emissie naar het milieu minimaliseert. De spuit moest dus alleen het doel, de bomen, bespuiten, plaatsspecifiek zijn spuitvolume aan de grootte van het bladerdek kunnen aanpassen, langs de rand van de boomgaard emissie-arm kunnen spuiten en alleen als het nodig was gezien de gewasgezondheidstoestand van de fruitboom. De volgende elementen werden daarvoor in het project onderscheiden (Figuur 2):

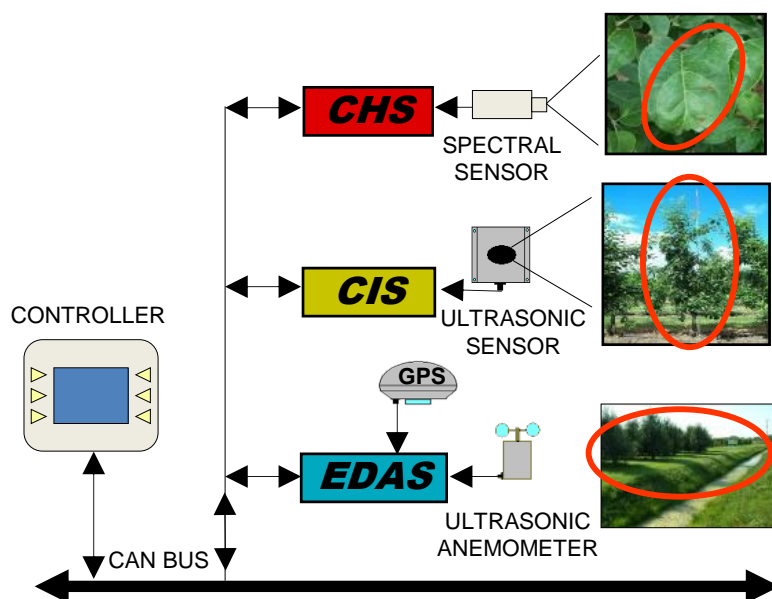
- Identificatie van de gewaskarakteristieken en de variatie daarvan gedurende het groeiseizoen;
- Identificatie van de ziekte en plaag ontwikkeling in het gewas;
- Identificatie van de omgevingsomstandigheden gedurende de toediening (weersomstandigheden, aanwezigheid oppervlaktewater of ander gevoelig gewas bij randbespuiting, vereiste buffer zone).



Figuur 1 Schematische weergave van de stappen die gemaakt worden van doel definitie naar precisie bespuiting in de boomgaard (PeciSpray): 1. boompositie en bladvolume kaart, 2. spuitvolume en dopkeuze definitie afhankelijk van gewas contour afstand, 3. spuit kaart (aantal spuitdoppen open) voor vijf spuitelement hoogten 4. een werkende gesegmenteerde dwarsstroomspuit met gewasafhankelijk spuitvolume per spuitelement.

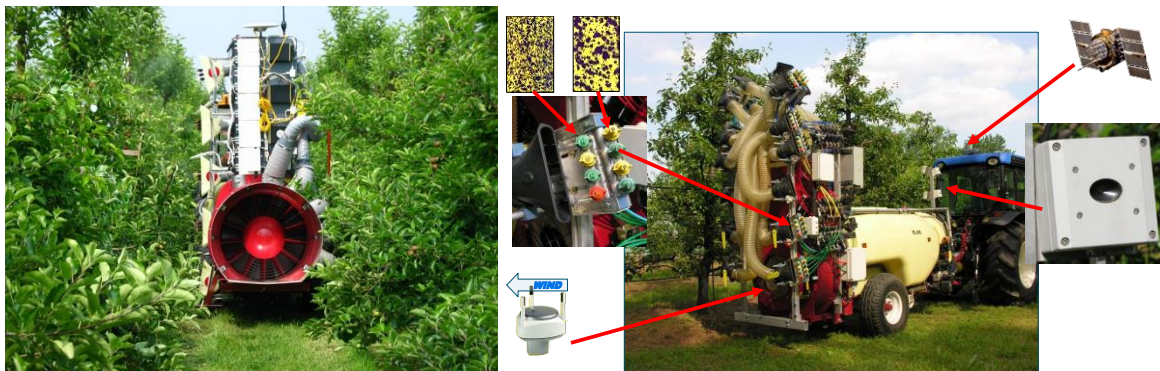
In the EU-project IsaFruit is een prototype dwarsstroomspuit (Crop Adapted Spray Application, CASA-spuit) ontwikkeld. De CASA-spuit was gebaseerd op drie deelsystemen om de dosering van gewasbeschermingsmiddelen te bepalen: 1. Gewaspositionering en bladmassa bepaling - Crop Identification System (Balsari *et al.*, 2008; CIS), 2. weersomstandigheden en positie in de boomgaard - Environmentally Dependent Application System (Doruchowski *et al.*, 2009; EDAS), en 3. Gewasgezondheidstoestand - Crop Health Sensor (Zande *et al.*, 2009a; Wenneker *et al.*, 2010; CHS). De CASA-spuit (Figuur 3) kon het spuitvolume en de luchtondersteuning automatisch aanpassen aan de gewaskarakteristieken en de weersomstandigheden (Doruchowski *et al.*, 2009; Doruchowski *et al.*, 2012). Kwam de CASA-spuit in de boomgaard in een zone bij gevoelige objecten zoals oppervlaktewater dan schakelden op basis van de GPS-positie van de spuit de spuitdoppen automatisch over van standaard spuitdoppen naar driftreducerende

sputdoppen. Afhankelijk van de windrichting en windsnelheid werd automatisch de hoeveelheid luchtondersteuning aangepast; meer luchtondersteuning tegen de wind in en minder met de wind mee.



Figuur 2 Schematische weergave van de deelsystemen van de IsaFruit CASA-spruit: Crop Identification System (CIS), Environmentally Dependent Application System (EDAS) en Crop Health Sensor (CHS).

Deze ontwikkelingen hebben aan de basis gelegen voor de ontwikkeling van de CDS boomgaard spuit in samenwerking met KWH (Buren). Bij de KWH-CDS wordt een laserscanner gebruikt voor het bepalen van de positie van de bladroon, de contouren van het bladerdek en het kwantificeren van de bladmassa van de fruitbomen (Nieuwenhuizen & Zande, 2012; Sijbrandij *et al.*, 2012; Wenneker *et al.*, 2012).



Figuur 3 Precspray Canopy Density Spraying (CDS) spuit (links) en IsaFruit Crop Adapted Spray Application (CASA) spuit (rechts) met GPS plaatsbepaling, ultrasoon gewassensoren, windsnelheidsmeter voor variabele luchtondersteuning en schakelende spuitdoppen voor een fijne en een grove spuitnevel.

Achtergrond van het CDS concept is dat vooral bij de eerste bespuitingen middel bespaard kan worden door alleen op de planten fungiciden toe te passen; gaten tussen de takken en bomen worden niet bespoten. Als het gewas groeit, wordt het aandeel kale boom kleiner en zal de besparing door alleen op het bladerdek te spuiten afnemen. Naar verwachting kan gemiddeld over het groeiseizoen 30-50% middelbesparing gerealiseerd worden. Naast de middelbesparing is vooral ook belangrijk dat door het plaatsspecifiek en aangepast doseren de emissie van gewasbeschermingsmiddelen ook aanzienlijk beperkt kan worden. Door meer doelgericht op het bladerdek van de bomen en minder op de grond onder de bomen te spuiten is het risico voor uitspoeling van middelen naar grond- en oppervlaktewater ook minder.

De doelstelling van de inzet van de KWH-CDS in de fruitteelt was om vast te stellen met hoeveel minder spuitvolume dezelfde effectiviteit van bespuitingen in het veld onder praktijkomstandigheden kan worden gerealiseerd. Hierbij is met sensoren vastgesteld wat de gewastoeestand is. Daarop is het spuitvolume bijgestuurd. Gemeten is de spuitvloeistofdepositie en ook de reductie in spuitvolume. De spuitvloeistofdepositie verdeling in het gewas is vastgesteld bij een standaard en sensorgestuurde spuit om vast te kunnen stellen wat verbeteringen en besparingen zijn ten opzichte van de huidige gebruikte technieken in de perenteelt.

In 2011 is een eerste versie van de CDS-spuut voor gebruik in de fruitteelt gebouwd (KWH te Buren), gebaseerd op het concept van de CASA-spuut (Doruchowski *et al.*, 2012) en aangepast voor de Nederlandse omstandigheden. De machine is zo goed mogelijk afgesteld en eerst ingezet op het perenbedrijf van Verhoeven (Rossum) en later ook op het bedrijf van Van Wijk ('t Goy). Spuitvloeistofdepositiemetingen zijn in 2011 in twee peren boomgaarden (spillen en V-haag boomvormen) en een appelboomgaard (spil boomvorm) en in 2012 in een peren boomgaard (spil boomvorm) uitgevoerd (hoofdstuk 2).

In 2012 is op basis van de resultaten van 2011 de KWH-CDS machine aangepast. De doseringsregels (relatie bladmassa en spuitvolume) zijn veranderd en andere spuitdoppen zijn gemonteerd waardoor de dosering beter afgestemd is op de huidige praktijk in de fruitteelt. Ook met deze aangepaste KWH-CDS zijn in 2012 spuitvloeistofdepositiemetingen uitgevoerd (hoofdstuk 3). De ervaringen van de teler, de in de praktijk gerealiseerde middelreductie en de gemeten spuitvloeistofdepositie en spuitvolumereductie worden naast elkaar gezet en geëvalueerd (hoofdstuk 4) waarna in hoofdstuk 5 conclusies geformuleerd worden over de toepassing van CDS door middel van de KWH-CDS in de perenteelt.

2 Beschrijving CDS machine

2.1 Hardware

De Canopy Density Spraying (CDS) spuitmachine is opgebouwd op een KWH D-1000 boomgaardspuit (Figuur 4). Hierop is een Hokuyo URG-04LX-UG01 LIDAR laser scanner gemonteerd (hierna te noemen laser scanner) op 1,5 m hoogte. De laser scanner maakt over een hoek van 270° een scan met iedere 0,35° een waarneming en een maximum bereik van 4m, met een meetfrequentie van 10Hz. Uit het signaal van de laserscanner kan een beeld gemaakt worden van de positie van de boom en de afstand tot het bladerdek van de fruitbomen. In de automatische stand wordt de vloeistofafgifte van de spuit gebaseerd op de waarnemingen van de laser. De vloeistofafgifte wordt gevarieerd door het aan- en uitzetten van één of meerdere spuitdoppen.

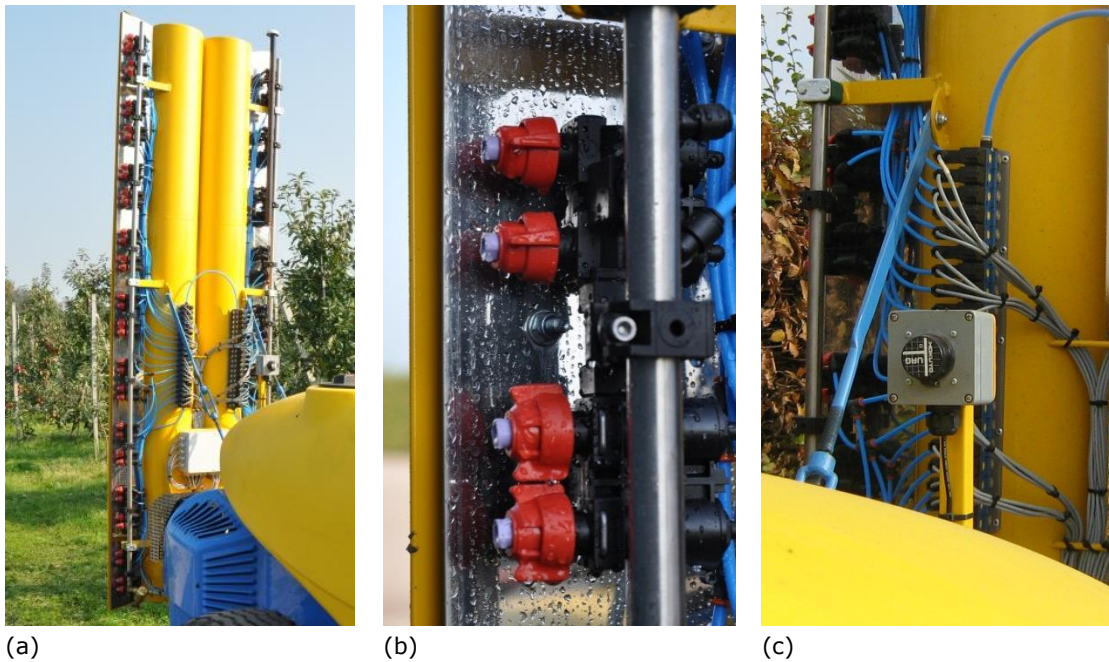


Figuur 4 De KWH-CDS spuit met de verschillende sensoren; laser scanner, VLOS windsnelheidsmeter, GPS en schakelbare VarioSelect dophouders.

Op de KWH-CDS boomgaardspuit zijn in totaal 72 spuitdoppen gemonteerd, verdeeld over de linker- en rechterkant. De spuitdoppen zaten per 4 gegroepeerd in een Lechler VarioSelect dophouder welke pneumatisch wordt geschakeld (Figuur 5). Hierdoor kan in de VarioSelect dophouder elke dop afzonderlijk aan- of uitgeschakeld worden. Per kant van de spuit zijn 9 dophouders geplaatst verdeeld over 5 secties. Hierbij heeft de bovenste sectie één dophouder en de andere 4 secties elk 2 dophouders. De meting van het bladerdek met de laser scanner wordt opgedeeld in 10 secties in overeenstemming met de zijde van de spuit (links en rechts) en de hoogte (5 secties). Afhankelijk van de ingestelde rekenregel volgt daaruit de beslissing met hoeveel spuitdoppen er per sectie gespoten moet worden.

De spuitvolume aanpassingen vinden plaats met een frequentie van 3,33 Hz. Bij het wisselen van de dop moet rekening gehouden worden met de opbouw van de spuitkegel (na het aanzetten) wat enige tijd kost, daardoor is een frequentie hoger dan 3,33 Hz niet gewenst.

Bij de onderste drie secties is de berekening van de spuitvloeistof afgifte gebaseerd op de laatste drie laser waarnemingen. Bij de bovenste twee secties is de berekening van de afgifte gebaseerd op de laatste laser waarneming. De reden hiervoor is dat juist bovenin er meer ruimte tussen de bomen is en door de laatste waarneming te gebruiken de kans op het missen van een tak in de top wordt verkleind.

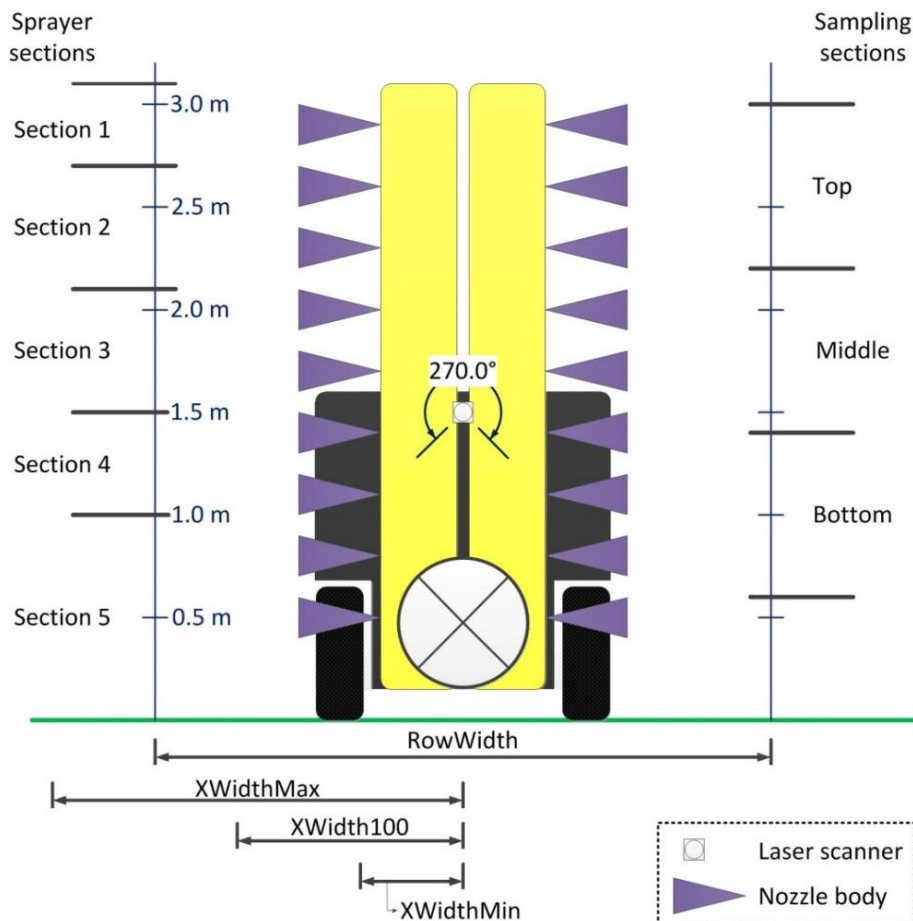


Figuur 5 (a) CDS systeem op de KWH spuit (b) Lechler VarioSelect dophouder met 4 spuitdoppen (c) de laser scanner.

Om de werking van de spuit te monitoren is op de spuit verder een GPS voor de plaatsbepaling, een spuitdruk sensor, een rijsnelheidsmeter en een flowmeter voor het totaal uitgebrachte spuitvolume geplaatst.

In Figuur 6 staat schematisch aangegeven wat op de KWH-CDS spuit de positie van de laser scanner is, de hoogte van de Lechler VarioSelect dophouders, de verdeling van de secties over de hoogte en de rekenkundige termen XWidthMax, XWidthMin, XWidth100 en RowWidth. De XWidth parameter wordt gebruikt om de dosering te berekenen. De XWidthMax parameter is de maximale breedte die in de berekening wordt meegenomen, elke waarneming buiten de boomrij wordt niet meegenomen in de berekening. XWidth100 is de minimale breedte, gerekend vanaf de laser scanner, bij welke waarneming een dosering van 100% wordt gegeven. Bij afstandmetingen kleiner dan XWidth100 is de dosering 100%. XWidthMin is de minimum afstand waar rekening mee wordt gehouden, dit is de breedte van de spuit. RowWidth is de rijbreedte tussen twee boomrijen in de boomgaard. De XWidthMax en XWidth100 worden afhankelijk van de rijbreedte geschaald, als de rijbreedte breder wordt worden XWidthMax en XWidth100 aan de nieuwe breedte aangepast. De XwidthMax is 50cm groter dan de helft van de rijbreedte. De reden hiervoor is dat de machine niet altijd in het midden van de rij rijdt en er ook kleine bomen moeten worden waargenomen.

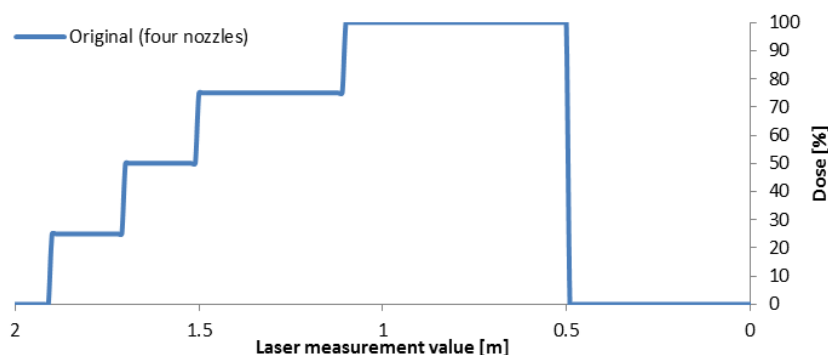
De laser staat 70 cm vóór de spuitdoppen. Met een meetfrequentie van 3,33 Hz betekent dit dat een voorwaartse snelheid van 2,33 m/s gereden kan worden om de spuitdoppen nog te kunnen laten schakelen afhankelijk van de verandering van het laser signaal.



Figuur 6 Schematische weergave van de achterzijde van de KWH-CDS spuit met verdeling van de meethoogte in de boom en de secties op de spuit en begrippen uit de rekenregel.

2.1.1 Rekenregel 2011

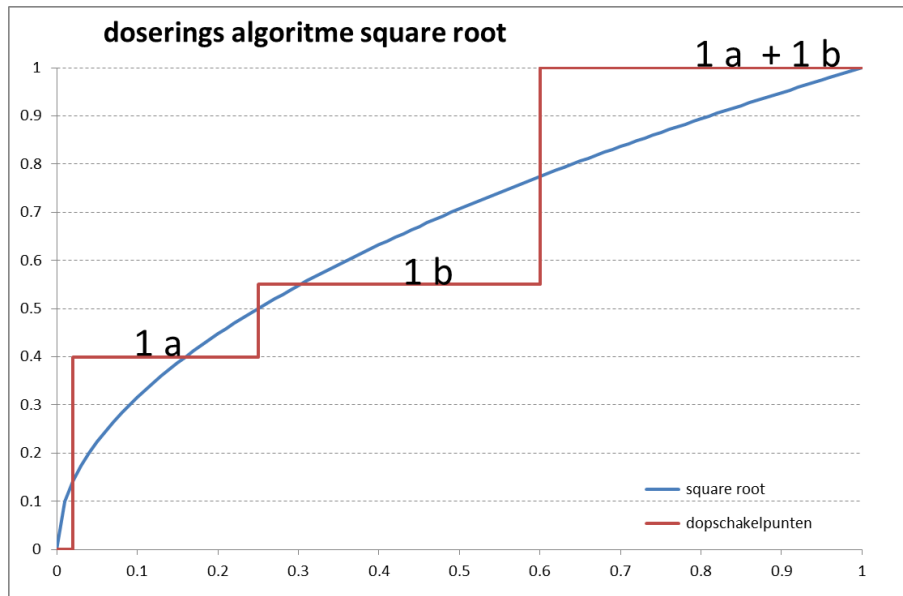
De rekenregel is gemaakt met het programma LabView en overgezet op de computer van de KWH-CDS-spuit. De Lechler VarioSelect dophouders zijn elk uitgerust met 4 Albuz ATR lila holle kegel werveldoppen. Om de doppen te schakelen werden 5 grenswaarden vastgesteld. De schakeling van de doppen wordt gebaseerd op de gemiddelde afstand die door de laserscanner voor die bepaalde sectie is gemeten. De eerste dop werd ingeschakeld als een afstand kleiner dan 1,9 m werd gemeten. Werd de afstand kleiner dan 1,7 m dan werd dop 2 bijgeschakeld. De derde dop werd bij een afstand kleiner dan 1,5 m bijgeschakeld. Bij een afstand kleiner dan 1,1 m werden alle 4 de doppen ingeschakeld. Deze rekenregel is schematisch weergegeven in Figuur 7. Deze rekenregel was ontworpen voor het gebruik van vier identieke doppen per dophouder. In deze rekenregel wordt geen rekening gehouden met de rijnsnelheid en de boomvorm (spil of V-haag).



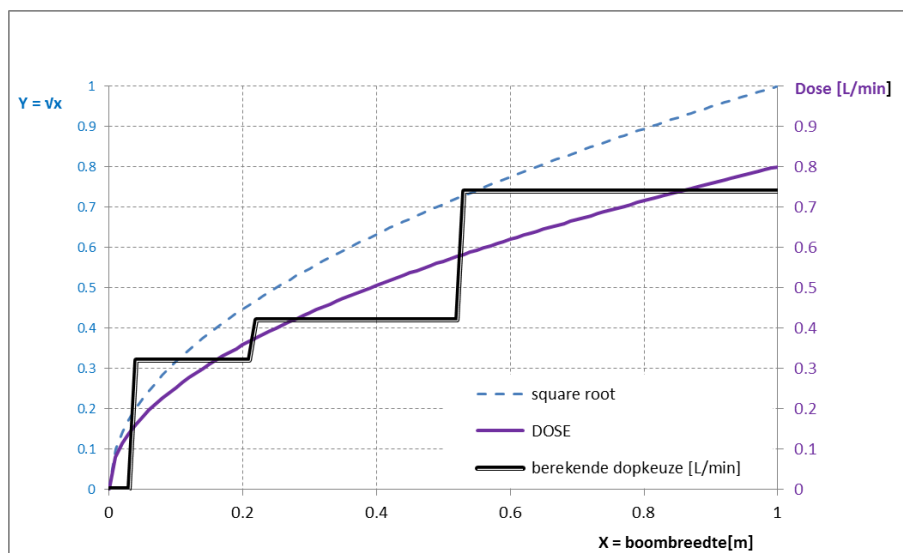
Figuur 7 Schematische weergave van de rekenregel voor het bepalen van het spuitvolume (% dosering) afhankelijk van de gemeten afstand tussen laser en bladerdek van de bomen zoals gebruikt in 2011.

2.1.2 Rekenregel 2012

Doordat in 2012 de spuitdoppen in de Lechler VarioSelect dophouders aangepast zijn is de rekenregel voor het schakelen van de spuitdoppen ook aangepast. In plaats van vier identieke spuitdoppen in de dophouder zijn er in 2012 twee standaard werveldoppen en twee driftreducerende venturi werveldoppen geplaatst. Afhankelijk van de keuze met standaard spuitdoppen spuiten of met driftreducerende spuitdoppen spuiten kan er dan in vier stappen geschakeld worden (niet, dop 1, dop 2 en dop1 + dop2). Wanneer overgegaan wordt tussen deze stappen is in Figuur 8 schematisch aangegeven en in Figuur 9 zoals op de spuit in de spuitcomputer geïmplementeerd.



Figuur 8 Schematische weergave van de rekenregel voor het bepalen van het spuitvolume afhankelijk van de gemeten afstand tussen laser en bladerdek zoals gebruik in 2012.



Figuur 9 Rekenregel voor het bepalen van het spuitvolume afhankelijk van de gemeten afstand tussen laser en boom ($X = \text{boombreedte [m]}$). Op de linker Y-as staat het verband: $Y = \sqrt{X}$, met op de rechter Y-as de omrekening naar dosering ($\times 0,8 \text{ [L/min]}$) en de werkelijke doseringsstappen afhankelijk van de dopschakeling.

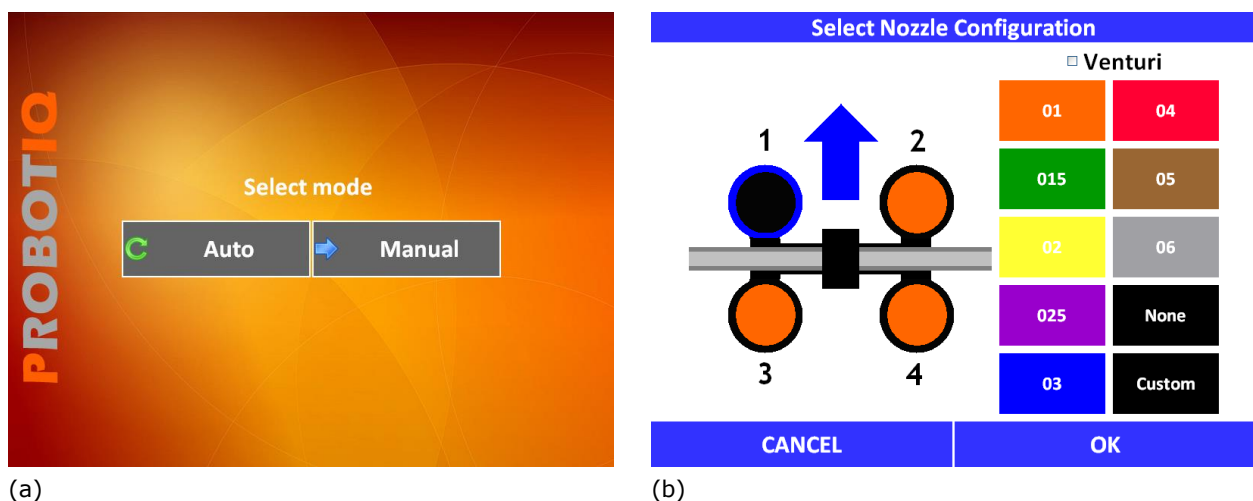
Daarnaast is er in 2012 een correctie op boomvorm (spil of V-haag) in de spuitcomputer ingevoerd waarbij als de bomen worden herkend als V-haag de dosering per sectie wordt aangepast volgens onderstaande Tabel 1. In de top lijkt het door de V-vorm alsof de boom heel breed is, daar vindt dan naar verhouding de grootste correctie plaats.

Tabel 1 Correctie dosering per sectie bij V-haag boomvorm ten opzichte van standaard spil boomvorm.

| Sectie | 1 (=top) | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------|----------|----|----|-----|-----|
| % van dosering | 55 | 65 | 80 | 100 | 100 |

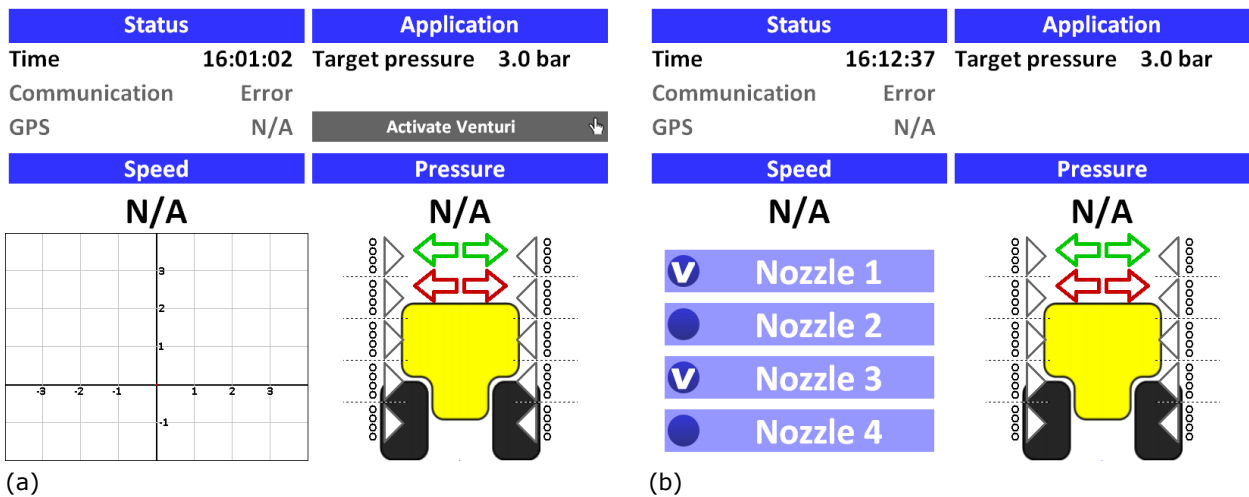
2.2 Software

De spuitmachine wordt bestuurd vanuit een SensiSpray computer (Zande *et al.*, 2009b; Kempenaar *et al.*, 2010), die samenwerkt met de hardware op de spuit en dit verwerkt in de software om de spuit te besturen. Na het opstarten van de computer kan de gebruiker kiezen tussen de automatische en de handmatige bediening (Figuur 10-a). Vervolgens kan de gebruiker de in de dophouders gemonteerde doptypen in het programma opgeven zodat de juiste spuitvloeistof afgifte wordt berekend (Figuur 10-b). Hierbij kan een keuze worden gemaakt aan de hand van de ISO kleurcodering (ISO 10625, 2005) of handmatig een specifieke dopgrootte ingevoerd worden (dopafgifte (l/min) bij specifieke spuitdruk). Daarnaast kan aangegeven worden of er sprake is van een driftreducerend doptype of een standaard doptype, aangegeven met een V (venturi-dop).



Figuur 10 (a) Het start-up menu op de SensiSpray computer. (b) Het menu op de SensiSpray computer, waar de gebruiker de in de VarioSelect dophouder gemonteerde doptypen kan selecteren.

Bij zowel de handmatige als de automatische bediening is het mogelijk secties uit of aan te zetten, zoals ook het uit- en aanzetten van een hele linker- of rechterkant kan worden gedaan (Figuur 11). Bij de handmatige bediening kiest de gebruiker welke spuitdoppen worden gebruikt, de keuze geldt dan voor elke (actieve) sectie. Bij de automatische bediening regelt de software de keuze van de spuitdoppen en dit wordt dan ook per sectie gekozen. Als er driftreducerende spuitdoppen zijn gemonteerd wordt dit in het bedieningsscherm bij die dop weergegeven met een V (Venturi, Figuur 11-b).



Figuur 11 De SensiSpray computer met weergave scherm bij: (a) de automatische bediening (b) de handmatige bediening.

2.3 Log file

Zodra de machine gaat spuiten, zowel automatisch als handbediend, wordt er een log file aangemaakt waarin informatie over de bespuiting wordt verzameld en weggeschreven. Als eerste wordt een milliseconde-teller gestart, elke keer als een regel wordt weggeschreven wordt die tellerwaarde opgeslagen. Daarnaast wordt informatie van verschillende sensoren opgeslagen zoals de tijd, de (GPS-) positie, de rijnsnelheid en de spuitdruk. Dan volgt informatie over de werkingsmodus van de spuit, welke secties en doppen ingeschakeld zijn. Dan volgt informatie over de lasermeting van waaruit met behulp van de rekenregel volgt welke spuitdop geschakeld moet zijn, wat ook in de logfile wordt weggeschreven. De logfile wordt 10 maal per seconde ge-update. Als het programma wordt afgesloten wordt de log-file afgesloten. Als er daarna weer een bespuiting wordt uitgevoerd (programma gestart) wordt een nieuwe log-file gemaakt.

Daarnaast wordt ook een zogenaamde overview-file aangemaakt. Deze file geeft een overzicht van de verzamelde data van de bespuiting. Hierin staan de doppen die op de spuit zitten gemonteerd, of ze driftreducerend zijn, en voor die bespuiting de totale afgelegde weg, de hoeveelheid verspoten vloeistof en het spuitvolume per hectare. Een voorbeeld van de logfile en de overview-file staan in Bijlage 1.

2.4 Instelling van de machine

2.4.1 Machines 2011

In 2011 zijn de spuitvloeistof depositiemetingen met de CDS-spuit vergeleken met die van een standaard spuitmachine. De metingen zijn uitgevoerd overeenkomstig het protocol beschreven in ISO-22522 (2007) in en appelboomgaard (spil boomvorm) en peren boomgaarden (spil en V-haag boomvormen).

Deze experimenten werden uitgevoerd met een Munckhof dwarsstroomspuit, de standaardspuit, en de KWH D-1000 dwarsstroomspuit (Tabel 2). Op de KWH is zoals beschreven in § 2.1 het CDS-systeem opgebouwd en kan zowel handmatig als automatisch spuiten. In de handmatige stand is deze KWH spuit een standaard dwarsstroom spuit, in de verdere tekst wordt dit de **KWH** genoemd. In de automatische stand wordt op de KWH spuit het CDS principe geactiveerd, dit wordt verder de **CDS** genoemd.

Tabel 2 *Instellingen van de gebruikte spuitmachines tijdens de spuitvloeistofdepositiemetingen in 2011*

| Machine | Standaard | KWH | CDS |
|--------------------------------|----------------------|---------------------|--------------------------------------|
| Fabrikant | Munckhof dwarsstroom | KWH dwarsstroom | KWH dwarsstroom |
| dop type | Albuz ATR lila | Albuz ATR lila | Albuz ATR lila |
| Aantal doppen | 2 x 8 | 2 x 8 ¹⁾ | 2 x (4 x 8) schakelend ¹⁾ |
| Spuitdruk [bar] | 7 | 7 | 7 |
| rij snelheid [km/h] | 6,7 | 6,7 | 5 |
| Luchtondersteuning | vol | vol | vol |
| spuitvolume peer-spil [l/ha] | 174 | 185 | 436 (max = 922) |
| Spuitvolume peer-V-haag [l/ha] | 174 | 182 | 676 (max = 922) |
| Spuitvolume appel [l/ha] | 203 | 212 | 534 (max = 1075) |

1) Bovenste sectie/dop uit.

Tractor = Fendt, versnelling 2M, aftakas 540 rpm bij standaard en 450 rpm bij KWH.

3 Metingen 2011

De spuitvloeistof depositiemetingen zijn in 2011 uitgevoerd op 28-9 in peer –spil boomvorm (BBCH 91), op 5-10 in peer V-haag boomvorm (BBCH 92) en op 2-11 in appel spil boomvorm (BBCH 92), in de verschillende boomgaarden van PPO-Fruit te Randwijk.

3.1 Materiaal en Methodes

3.1.1 Boomgaarden/boomvorm

De spuitvloeistof depositie experimenten werden uitgevoerd in drie boomvormen; peer spil, en peer V-haag bomen en appel spil boomvorm. De algemene gegevens van de boomgaarden staan weergegeven in Tabel 3 en in detail van de bomen zoals gemeten tijdens de spuitvloeistof depositiemetingen in Tabel 4.

Tabel 4 is meer gedetailleerd, hier zijn de verschillende monstervakken in de boom waar de blaadjes na bespuiting zijn geplukt beschreven. De monstervakken in de boom zijn schematisch weergegeven in Figuur 12 en de positie van de monstervakken in de boom ten opzichte van de secties met spuitdoppen op de spuit is weergegeven in Figuur 13.

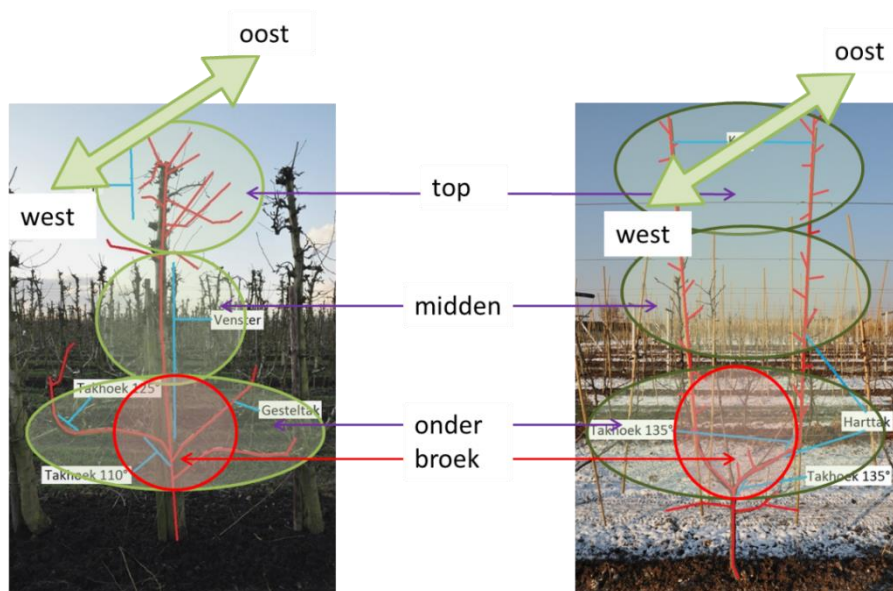
Tabel 3 Algemene beschrijving van de boomgaarden van de spuitvloeistof depositiemetingen in peren (spil en V-haag boomvorm) en appel (spil boomvorm) en de aan de boomvormen bepaalde Leaf Wall Area (LWA) en Tree Row Volume (TRV).

| Gewas | BB CH | Dag | Plantverband Rijbreedte x plantafstand | Aantal bomen/ ha | Breedte bladerdek w | Hoogte bladkroon h | Rij breedte b | LWA | TRV |
|-------------|-------|-------------|--|------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------|-------|-------|
| peer Spil | 91 | 28 sep 2011 | 3,5 x 1 | 2857 | 1.5 | 3 - 0.5 | 3.5 | 14286 | 10714 |
| peer V-haag | 92 | 5 okt 2011 | 3,5 x 1 | 5714 | 1 | 3 - 0.5 | 3.5 | 14286 | 7143 |
| appel | 92 | 2 nov 2011 | 3 x 1 | 3333 | 1 | 3 - 0.5 | 3 | 16667 | 8333 |

Van de boomgaarden is de Tree Row Volume (TRV; Sutton & Unrath, 1984, 1988) bepaald door de breedte van het gemiddelde bladerdek te vermenigvuldigen met de kroonhoogte en de rijafstand van de bomenrijen.

Formule $TRV = H \times W \times 10.000m^2 / R [m^3]$, H = boomhoogte, W = kroonbreedte, R =rijafstand
 $LWA = 2 \times H \times 10.000m^2 / R [m^2]$

Het spuit doel, het bladerdek van de fruitbomen in de boomgaard, wordt ook wel met de Leaf Wall Area (LWA) aangegeven; de voor en achterkant van de kroonhoogte vermenigvuldigt met de rijlengte (of grondoppervlak / rijafstand) per ha (Koch & Weisser, 2002; Toews & Friesleben, 2012).

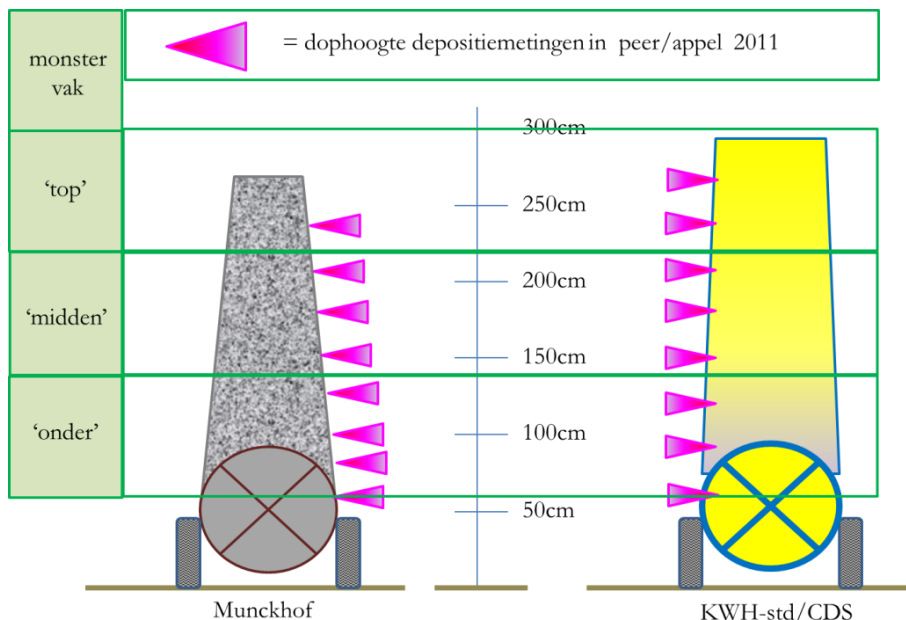


Figuur 12 Monstervakken in de boom in spil-boomvorm (links) en V-haag boomvorm (rechts) voor de bepaling van de verdeling van de spuitvloeistof depositie in de kroon van de boom (top, midden, onder, broek = +/- 20 cm van boomstam).

Tabel 4 Beschrijving van de boomvormen spil (peer en appel) en V-haag (peer) naar bladoppervlakte (cm^2), aantal bladeren en Leaf Area Index (LAI).

| Gewas | | b o o m v a k | | | | | | | |
|-------------|----------------|---------------|--------|------|-------|------|-------|------|-------|
| | | midden | | | onder | | broek | | |
| | | top | Oost | West | Oost | West | Oost | West | SOM |
| peer Spil | blad opp [cm²] | 6131 | 5752 | 6024 | 6002 | 7077 | 7064 | 8424 | 46474 |
| | n blad | 207 | 194 | 211 | 204 | 276 | 251 | 293 | 1637 |
| | A-relatief | 13% | 12% | 13% | 13% | 15% | 15% | 18% | 100% |
| | LAI | 0.18 | 0.16 | 0.17 | 0.17 | 0.20 | 0.20 | 0.24 | 1.33 |
| | | top | midden | | onder | | broek | | |
| | | Oost | West | Oost | West | Oost | West | SOM | |
| peer V-haag | blad opp [cm²] | 5153 | 4439 | 5892 | 3994 | 5417 | 5294 | 6479 | 36670 |
| | n blad | 191 | 166 | 187 | 139 | 173 | 176 | 226 | 1257 |
| | A-relatief | 14% | 12% | 16% | 11% | 15% | 14% | 18% | 100% |
| | LAI | 0.29 | 0.25 | 0.34 | 0.23 | 0.31 | 0.30 | 0.37 | 2.10 |
| | | top | midden | | onder | | broek | | |
| | | Oost | West | Oost | West | Oost | West | SOM | |
| appel | blad opp [cm²] | 3461 | 5913 | 4093 | 2796 | 2793 | 5055 | 3939 | 28049 |
| | n blad | 158 | 260 | 194 | 103 | 98 | 174 | 142 | 1130 |
| | A-relatief | 12% | 21% | 15% | 10% | 10% | 18% | 14% | 100% |
| | LAI | 0.12 | 0.20 | 0.14 | 0.09 | 0.09 | 0.17 | 0.13 | 0.93 |

Bij de peer V-haag zijn per zijde 3 takken (die door laserscanner als eenheden worden beschouwd) gemonsterd. Maar elke perenboom heeft per zijde 2 takken. Hierdoor zie je dat de peer spil 46474 cm^2 bladoppervlakte heeft met een LAI van 1,33 en de peer V-haag 36670 cm^2 bladoppervlak met een LAI van 2,10.



Figuur 13 Spuitdophoogte van de standaard dwarsstroom spuit (links) en de hoogte van de VarioSelect dophouders (met 4 spuitdoppen) van de KWH-CDS spuit en de monstervakken in de fruitboom.

3.1.2 Beschrijving spuitproef

Bespuiting

De bomenrij werd tweezijdig bespoten. Elke techniek spoot 20 m van de bomenrij door eerst met de rechterzijde van de spuit de linkerkant van de boomrij te bespuiten en daarna na om te rijden en met de linkerzijde van de spuit de rechterkant van de boomrij te spuiten.

De eerste stukken van de boomrij werden met de Munckhof bespoten, en verderop in de rij die met de CDS zodat eerst een check op goed spuiten in het reeds bemonsterde Munckhof vak uitgevoerd kon worden en daarna het betreffende aansluitende CDS vak gespoten werd.

Spuitvloeistof

Er werd gespoten met een oplossing van de tracer Brilliant Sulfo Flavine (BSF) met daaraan toegevoegd de uitvloeier Agral-Gold, zie Tabel 5. Voor én na de bespuiting werd uit een spuitende dop een monster van de spuitvloeistof genomen om in het laboratorium de werkelijke concentratie van de spuitvloeistof vast te stellen. In Tabel 5 staan de gemiddelde waarden weergegeven.

Tabel 5 Aanmaak en concentratie spuitvloeistof tijdens de spuitvloeistofdepositiemetingen.

| Aanmaak | Machine | Peer- spil | Peer – V-haag | Appel |
|-----------------------------|-----------|------------|---------------|-------------------------|
| L water | | 200 | 100 | Rest vorige proeven |
| g BSF (batch) | | 100 (2010) | 100 (2010) | |
| Agral Gold [ml] | | 15 | 7,5 | |
| Gemiddelde | standaard | 0,63 | 1,00 | 2,26 (rest emissie-exp) |
| Spuitconcentratie [g BSF/l] | KWH | 0,62 | 0,76 | 0,68 (rest V-haag exp) |

Monstervakken in boom (zie ook Figuur 12)

In de 3 bomen werden 7 monstervakken aangebracht.

2011: onder: 60-140 cm, midden: 140-220 cm, boven 220-300 cm

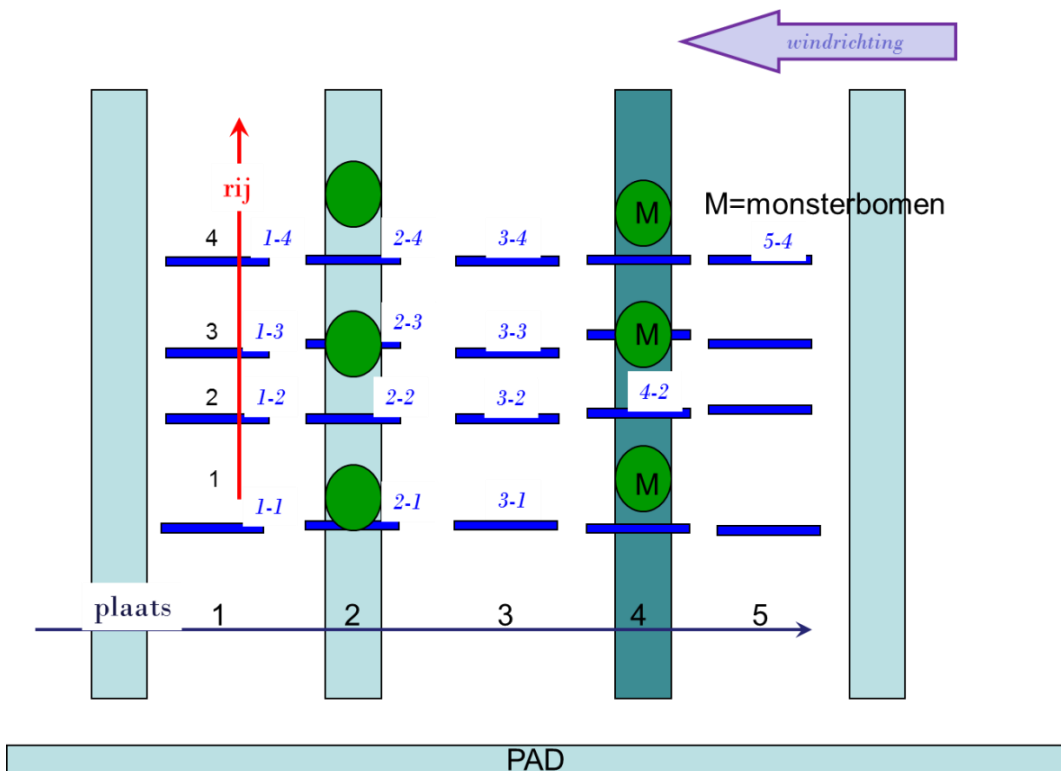
2012: onder 80-130 cm, midden 130-210 cm, boven 210-320 cm

Bemonstering bomen

Na de bespuiting (en max 30min drogen) werden van elk monstervak in de boom de blaadjes geteld en elk 10^{de} blaadje geplukt en in een verzamelzak gestopt. Van elke behandeling werden zo 3 opeenvolgende bomen in de bomenrij bemonsterd. De zakken met blaadjes werden in het donker bewaard.

Emissie naar de grond

Voor de bepaling van het verlies naar de grond werd onder de bomenrij en in de beide rijpaden naast de bespoten bomenrij en onder de eerste benedenwindse bomenrij en het daaropvolgende rijpad een collector neergelegd (Figuur 14 en Figuur 15). De collector is een filterdoek van 10-100cm (*Technofil TF290*) gespannen op een lat/PVC plaat. Na de bespuiting werden de collectoren van de platen genomen, opgerold en in een zakje gestopt. Ook deze monsters werden in het donker bewaard.



Figuur 14 Schema meetstrook spuitvloeistofdepositie op de grond met positie van 4 rijen collectoren bij 3 monsterbomen.

Verticale verdeling

Ter hoogte van de monsterbomen werden 3 verticale staanders geplaatst, latten van 2cm dik. Op deze latten werd chromatografiepapier (*Whatman nr 1*) van 2cm breed gespeld. Het papier werd aangebracht van ongeveer 50cm tot 2m hoogte. Op exact 1 m hoogte werd met potlood een markering + codering aangebracht. Na de bespuiting werd het papier opgerold en in een plastic zak bewaard.



Figuur 15 Foto collectoren op grond bij monsterbomen.

Weersomstandigheden

De gegevens van de weersomstandigheden tijdens de bespuiting (Tabel 6) zijn afkomstig van het weerstation in Wageningen, Noord = 0°, bomen in Randwijk zijn ongeveer N-Z aangeplant.

Tabel 6 Gemiddelde weersomstandigheden tijdens de bespuiting.

| Dag | | T 1,5 m [°C] | %RV | Windsnelheid [m/s] | | Windrichting [°] |
|---------------|-----|-----------------|-----|--------------------|------|---------------------|
| | | | | 2m | 10 m | |
| 28 sep | gem | 22.6 | 62 | 2.48 | 3.08 | 118 |
| peer - spil | std | 1.1 | 5 | 0.40 | 0.53 | 5 |
| 5 okt | gem | 17.6 | 87 | 5.05 | 6.73 | 238 |
| peer - V haag | std | 0.3 | 4 | 0.37 | 0.56 | 5 |
| 2 nov | gem | 14.1 | 87 | 2.88 | 3.63 | 124 |
| appel | std | 0.5 | 5 | 0.15 | 0.22 | 3 |

Bij een plantrichting van de bomenrijen van ongeveer N-Z is bij een windrichting van 90° en 270 ° deze ongeveer dwars op de richting van de bomenrijen en dwars op de rijrichting van de spuit.

3.1.3 Analyse

Doek: De filtercollectoren werden individueel in 1L demiwater geëxtraheerd.

Blad: Van elk monstervak werden de blaadjes geteld en werden (willekeurig) 10 blaadjes genomen die elk in een pot met 50mL demi werden gedaan. Deze potten werden waterdicht afgesloten en gedurende 15 minuten op een transportband rondgedraaid. Van elk afzonderlijk blad werd op een LiCor bladoppervlaktemeter het bladoppervlak bepaald.

Chromatografiepapier: Elke strook papier werd eerst vanuit de markering op 1 m hoogte opgedeeld in stukken van 10cm lengte. Elk stuk van 10cm werd afzonderlijk in een pot met 50mL demiwater gedaan. Deze potten werden waterdicht afgesloten en gedurende 15 minuten op een transportband rondgedraaid.

Van het extract werd een monster fluorimetrisch geanalyseerd met een fluorimeter Perkin Elmer (PE-LS-45 bij excitatie en emissie golflengten van $\lambda_{\text{ex}}=450\text{nm}$ en $\lambda_{\text{em}}=500\text{nm}$).

Verwerking gegevens

De gemeten fluorescentiewaarde werd omgerekend naar $\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ volgens onderstaande formule.

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

D_{monster} = depositie op monster in $\mu\text{L}/\text{cm}^2$

F_{monster} = fluorescentiewaarde van het monster

F_{demi} = achtergrondfluorescentie demiwater

F_{blanco} = achtergrondfluorescentie onbehandeld

f_{ijk} = ijkfactor, omrekening van fluorwaarde naar concentratie $\mu\text{g}/\text{L}$

V_{spoel} = spoelvolumen in L

C_{tank} = concentratie spuitvloeistof in g/L

A_{monster} = monsteroppervlak in cm^2

Vervolgens werd per monster de spuitvloeistof depositie uitgedrukt als percentage van het uitgebrachte spuitvolume volgens:

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

P = percentage van het uitgebrachte spuitvolume

D_m = depositie in $\mu\text{L}/\text{cm}^2$

Q = spuitvolume in l/ha

3.2 Resultaten 2011

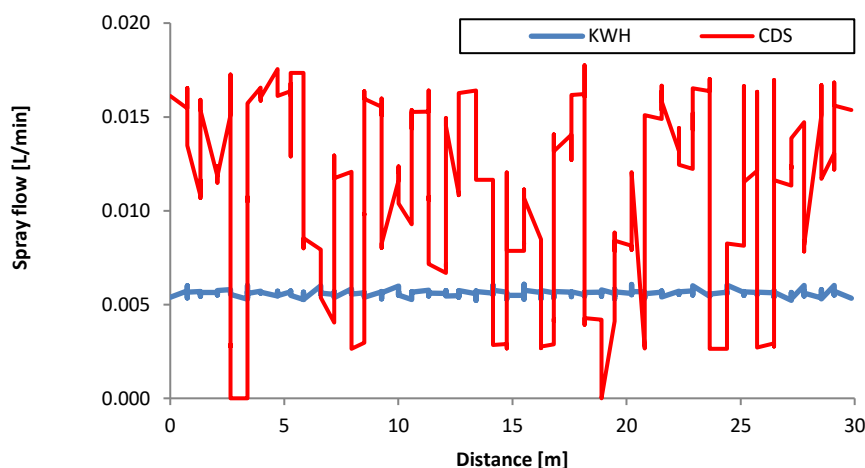
3.2.1 Potentiële volume reductie

De standaard Munckhof dwarsstroom boomgaardspuit en de KWH spuit als dwarsstroomspruit gaven een dosering rond de 200 L/ha (Tabel 7), wat in de Nederlandse praktijk gebruikelijk is. De CDS had doordat er maximaal 4 keer zoveel doppen spoten een veel hoger spuitvolume. In Tabel 7 staat het maximum spuitvolume wat de CDS zou kunnen spuiten weergegeven en de werkelijk uitgebrachte hoeveelheid door de schakelende spuitdoppen als gevolg van de lasermeting, afgeleid uit de log-file. Het verschil tussen het maximum en het werkelijk toegediende spuitvolume is in feite de potentiële volume reductie. De potentiële reductie is voor de bespuitingen van de spil bomen 50% en voor de V-haag 27%. Dit verschil tussen de twee boomtypen kan niet verklaard worden uit de verschillen in bladmassa (Tabel 4). Waarschijnlijker is dat de boomvorm V-haag met de wijder uitstaande takken een andere rekenregel behoeft.

Tabel 7 *Spuitvolume van de sproeien tijdens de spuitvloei-stof depositiemetingen in appel en peren boomgaarden in 2011 [L/ha].*

| Spruitmachine | Peer spil | Peer V-haag | Appel spil |
|-------------------------|-----------|-------------|------------|
| Munckhof | 174 | 174 | 203 |
| KWH | 185 | 182 | 212 |
| CDS – maximum | 922 | 922 | 1075 |
| CDS – gemeten | 436 | 676 | 534 |
| CDS – % volume reductie | 53% | 27% | 50% |

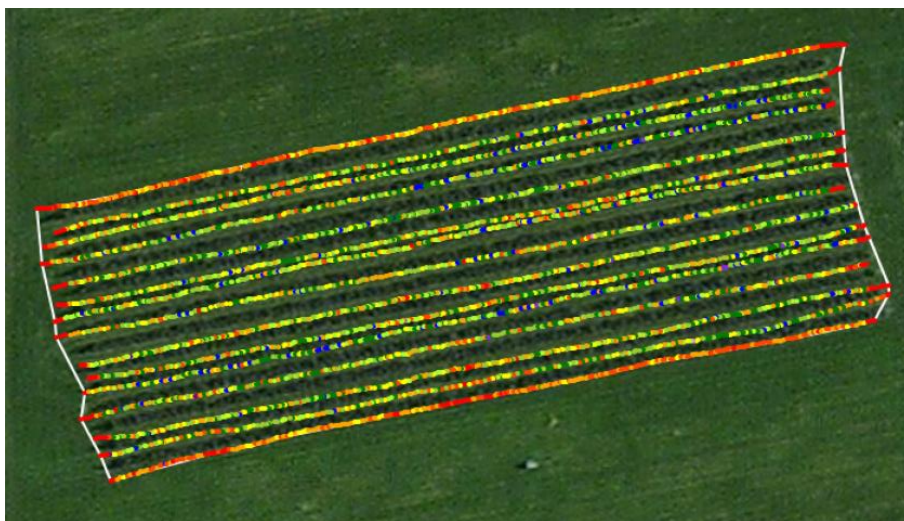
In Figuur 16 en Figuur 17 staan twee voorbeelden van de werking van het CDS systeem. Figuur 16 geeft de vloei-stofafgifte (flow l/min) over een afstand van 30 m in de appelboomgaard weer van de CDS en de KWH, afkomstig uit een logfile. De vloei-stofafgifte van de KWH is vrijwel constant, de variatie is ontstaan door fluctuaties van de spuitdruk. De vloei-stofafgifte van de CDS is veel onregelmatiger, wat veroorzaakt werd door het regelen vanuit de rekenregel op de wisselende waarnemingen van de laser scanner. Daarbij is ook te zien dat de vloei-stofafgifte van de CDS 3-maal hoger is dan de flowrate van de KWH, wat ook overeenkomt met een hogere dosering.



Figuur 16 *De vloei-stofafgifte [L/min] van de KWH en de CDS uit de logfile tegen de afgelegde weg in een appel boomgaard.*

In Figuur 17 is de data van de flowmeter geprojecteerd op een kaart van de appelboomgaard (met behulp van <http://demo.geonema.nl>). Deze bespuiting werd uitgevoerd op 15 november 2011. Elke kleur staat voor

een hoogte van de flow, hierbij is een gele kleur een hoge flow en rood een lage flow. In deze figuur is weergegeven dat de flow tijdens het spuiten van de boomgaard varieert.



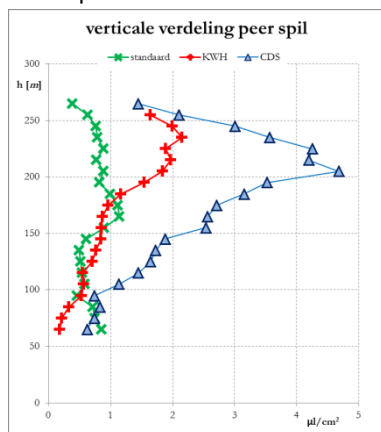
Figuur 17 De variatie in vloeistofafgifte van de CDS spuit geprojecteerd op een appel boomgaard, elke kleur staat voor een hoogte van de flow (geel = hoge; rood = lage vloeistofafgifte).

3.2.2 Verticale spuitvloeistofverdeling

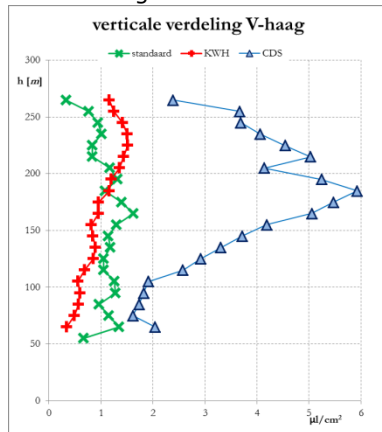
In Tabel 8 staan de resultaten van de verticale verdeling met behulp van de staanders met chromatografiepapier weergegeven als een grafiek per boomtype. De standaard dwarsstroom spuit (Munckhof) geeft een vrijwel vlak spuitbeeld met de hoogte. De KWH is tot 2m ook vrijwel vlak, maar daarboven loopt de dosering tot het dubbele op. (Mogelijk heeft dit te maken met de afstelling van de luchtondersteuning). De verdeling van de CDS is duidelijk afwijkend, met allereerst een veel hogere dosering die het hoogst is op een hoogte van 2 m (5x hoger dan de standaard en de KWH).

Tabel 8 Gemiddelde verticale spuitvloeistofverdeling van de 3 spuittechnieken per boomtype.

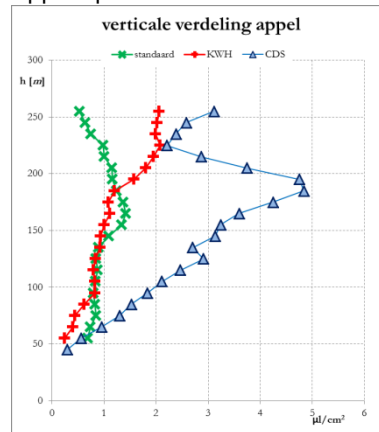
Peer spil 28-9



Peer V-haag 5-10



Appel spil 2-11



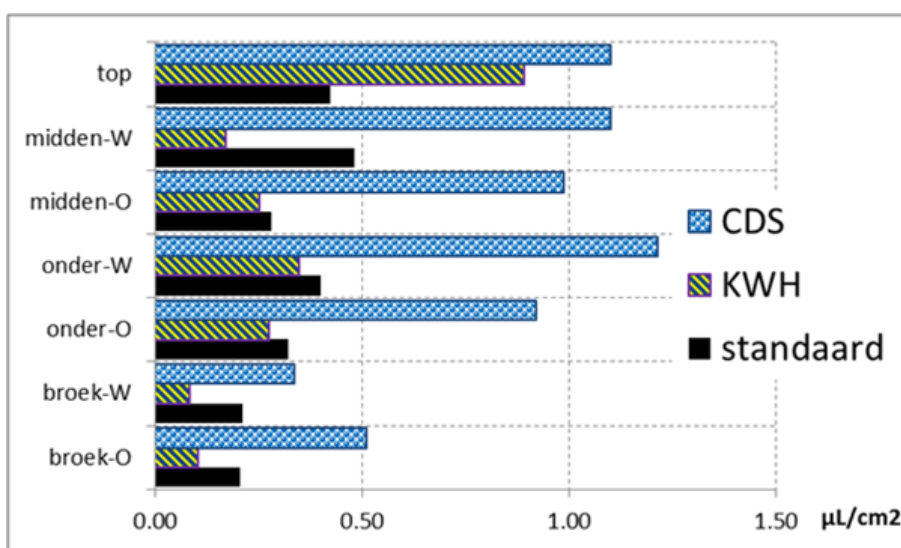
3.2.3 Spuitvloeistof depositie op blad in boom

Spuitvloeistofdepositie in peer - spil

De meetwaarden van de depositie meting op 28-9-2011 in **peer – spil** staan in Bijlage 5 en Tabel 9, de gemiddelde waarden staan in Figuur 18.

Tabel 9 Spuitvloeistof depositie op blad peer spil per techniek per boomvak [$\mu\text{L}/\text{cm}^2$] voor de 3 bemonsterde bomen en gemiddeld.

| Techniek | Boom | Top | Midden | | Onder | | Broek | |
|-----------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | | Oost | West | Oost | West | Oost | West |
| Standaard | 1 | 0.60 | 0.21 | 0.41 | 0.29 | 0.34 | 0.26 | 0.18 |
| | 2 | 0.38 | 0.38 | 0.55 | 0.37 | 0.44 | 0.18 | 0.24 |
| | 3 | 0.28 | 0.24 | 0.47 | 0.30 | 0.42 | 0.18 | 0.21 |
| | Gem | 0.42 | 0.28 | 0.48 | 0.32 | 0.40 | 0.21 | 0.21 |
| KWH | 1 | 1.05 | 0.29 | 0.23 | 0.42 | 0.39 | 0.05 | 0.11 |
| | 2 | 0.92 | 0.21 | 0.12 | 0.13 | 0.33 | 0.15 | 0.06 |
| | 3 | 0.71 | 0.26 | 0.16 | 0.28 | 0.32 | 0.12 | 0.09 |
| | Gem | 0.89 | 0.25 | 0.17 | 0.28 | 0.35 | 0.11 | 0.08 |
| CDS | 1 | 1.48 | 0.81 | 0.67 | 1.09 | 1.24 | 0.46 | 0.35 |
| | 2 | 1.04 | 1.47 | 1.35 | 1.13 | 1.03 | 0.72 | 0.43 |
| | 3 | 0.79 | 0.68 | 1.29 | 0.55 | 1.38 | 0.35 | 0.23 |
| | Gem | 1.10 | 0.99 | 1.10 | 0.92 | 1.22 | 0.51 | 0.34 |



Figuur 18 Gemiddelde spuitvloeistof depositie op blad [$\mu\text{L}/\text{cm}^2$] van de 3 technieken per boomvak bij peer spil.

De spuitvloeistofdepositie van de standaard dwarsstroomspruit in de spilvormige perenbomen liep in de verschillende boomvakken uiteen van 0,21 tot 0,48 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ en was gemiddeld over alle boomvakken 0,33 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ met een variatiecoëfficiënt van 37%. Van de KWH dwarsstroomspruit was de gemiddelde depositie in de spilvormige perenboom 0,30 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ (0,08 – 0,89 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$) met een variatiecoëfficiënt van 90%. De KWH-CDS gaf een gemiddelde spuitvloeistofdepositie van 0,88 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ met een spreiding over de boomvakken van 0,34 tot 1,22 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ en een variatiecoëfficiënt van 45%.

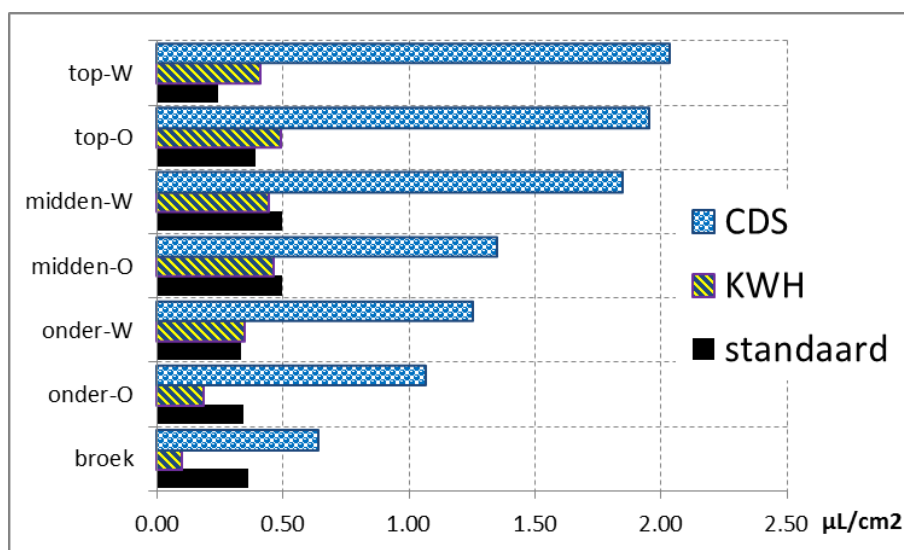
De standaard spuittechniek gaf onderin en middenin de spilvormige perenboom een hogere spuitvloeistof depositie dan de KWH. In de top van de perenboom gaf de KWH een hogere depositie dan de standaard. De CDS gaf op alle plaatsen in de spilvormige perenbomen een hogere depositie dan beide andere machines.

Spuitvloeistofdepositie in peer – V-haag

De meetwaarden van de spuitvloeistofdepositie meting op 5-10-2011 in **peer – V-haag** staan in Bijlage 5 en Tabel 10, de gemiddelde waarden staan in Figuur 19 weergegeven.

Tabel 10 *Spuitvloeistof depositie op blad peer V-haag per techniek per boomvak [$\mu\text{L}/\text{cm}^2$] voor de 3 bemonsterde bomen en gemiddeld.*

| Techniek | Boom | Top | | Midden | | Onder | | Broek |
|-----------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | Oost | West | Oost | West | Oost | West | |
| Standaard | 1 | 0.43 | 0.19 | 0.42 | 0.60 | 0.31 | 0.37 | 0.41 |
| | 2 | 0.35 | 0.33 | 0.44 | 0.45 | 0.31 | 0.38 | 0.30 |
| | 3 | 0.38 | 0.21 | 0.62 | 0.44 | 0.40 | 0.24 | 0.37 |
| | Gem | 0.39 | 0.24 | 0.49 | 0.50 | 0.34 | 0.33 | 0.36 |
| KWH | 1 | 0.46 | 0.40 | 0.48 | 0.45 | 0.21 | 0.41 | 0.06 |
| | 2 | 0.43 | 0.42 | 0.48 | 0.41 | 0.16 | 0.30 | 0.08 |
| | 3 | 0.58 | 0.41 | 0.44 | 0.48 | 0.19 | 0.34 | 0.16 |
| | Gem | 0.49 | 0.41 | 0.46 | 0.45 | 0.19 | 0.35 | 0.10 |
| CDS | 1 | 1.78 | 2.40 | 1.40 | 2.12 | 0.82 | 1.43 | 0.83 |
| | 2 | 1.65 | 1.86 | 1.35 | 1.93 | 0.98 | 1.32 | 0.71 |
| | 3 | 2.44 | 1.85 | 1.30 | 1.50 | 1.40 | 1.01 | 0.38 |
| | Gem | 1.95 | 2.04 | 1.35 | 1.85 | 1.07 | 1.26 | 0.64 |



Figuur 19 *Gemiddelde spuitvloeistof depositie op blad [$\mu\text{L}/\text{cm}^2$] van de 3 technieken per boomvak bij peer V-haag.*

De spuitvloeistofdepositie van de standaard dwarsstroomspruit in de V-haag perenbomen liep in de verschillende boomvakken uiteen van 0,24 tot 0,50 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ en was gemiddeld over alle boomvakken 0,38 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ met een variatiecoëfficiënt van 28%. Van de KWH dwarsstroomspruit was de gemiddelde depositie in de spilvormige perenboom 0,35 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ (0,10 – 0,49 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$) met een variatiecoëfficiënt van 42%. De KWH-CDS gaf een gemiddelde spuitvloeistofdepositie van 1,45 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ met een spreiding over de boomvakken van 0,64 tot 2,04 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ en een variatiecoëfficiënt van 38%.

De standaard spuittechniek gaf onderin de V-haag vormige perenbomen een hogere spuitvloeistofdepositie dan de KWH. In de top van de V-haag perenboom gaf de KWH een hogere depositie dan de standaard. In het middenstuk van de perenbomen was de depositie van de standaard gelijk aan de KWH. De CDS gaf op alle plaatsen in de V-haag vormige perenbomen een hogere depositie dan beide andere machines, vooral in de top (4x hogere depositie).

Spuitvloeistofdepositie in appel - spil

De meetwaarden van de spuitvloeistofdepositie meting op 2-11-2011 in **appel** staan in Bijlage 5 en Tabel 11, de gemiddelde waarden staan in Figuur 20 weergegeven.

Tabel 11 *Spuitsloeistof depositie op blad in appelboom per techniek per boomvak [$\mu\text{L}/\text{cm}^2$] voor de 3 bemonsterde bomen en gemiddeld.*

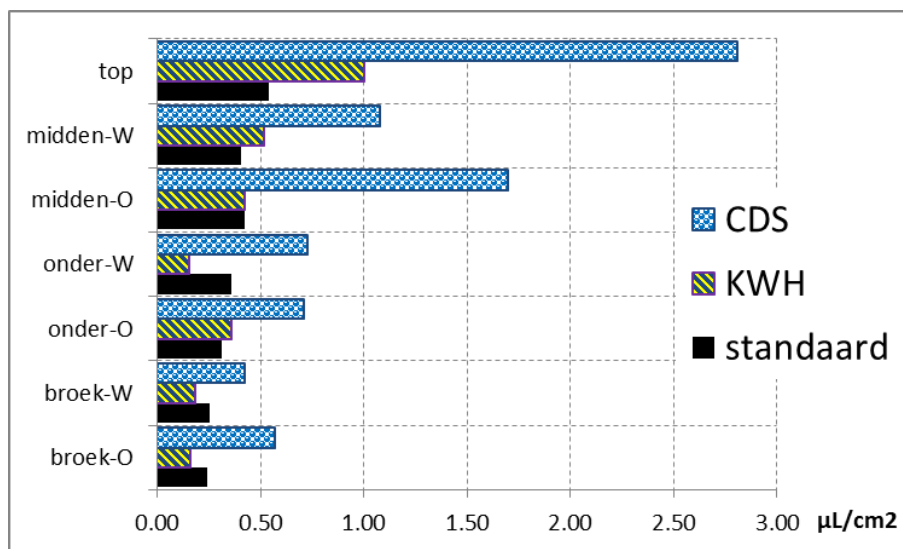
| Techniek | Boom | Top | Midden | | Onder | | Broek | |
|-----------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | | Oost | West | Oost | West | Oost | West |
| Standaard | 1 | 0.42 | 0.50 | 0.30 | 0.24 | 0.23 | 0.24 | 0.25 |
| | 2 | 0.60 | 0.40 | 0.51 | 0.26 | 0.41 | 0.17 | 0.23 |
| | 3 | 0.61 | 0.37 | 0.42 | 0.43 | 0.43 | 0.32 | 0.28 |
| | Gem | 0.54 | 0.42 | 0.41 | 0.31 | 0.36 | 0.24 | 0.26 |
| KWH | 1 | 0.89 | 0.33 | 0.35 | 0.25 | 0.18 | 0.16 | 0.11 |
| | 2 | 1.17 | 0.40 | 0.56 | 0.45 | 0.15 | 0.16 | 0.29 |
| | 3 | 0.94 | 0.55 | 0.66 | 0.39 | 0.13 | 0.18 | 0.16 |
| | Gem | 1.00 | 0.43 | 0.52 | 0.37 | 0.16 | 0.17 | 0.19 |
| CDS | 1 | 3.07 | 1.07 | 0.74 | 1.06 | 0.57 | 0.66 | 0.49 |
| | 2 | 2.93 | 1.46 | 1.01 | 0.46 | 0.93 | 0.32 | 0.34 |
| | 3 | 2.43 | 2.58 | 1.48 | 0.61 | 0.70 | 0.73 | 0.45 |
| | Gem | 2.81 | 1.70 | 1.08 | 0.71 | 0.73 | 0.57 | 0.43 |

De spuitvloeistofdepositie van de standaard dwarsstroomspuit in de spilvormige appelbomen liep in de verschillende boomvakken uiteen van 0,24 tot 0,54 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ en was gemiddeld over alle boomvakken 0,36 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ met een variatiecoëfficiënt van 34%. Van de KWH dwarsstroomspuit was de gemiddelde depositie in de spilvormige perenboom 0,40 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ (0,16 – 1,0 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$) met een variatiecoëfficiënt van 74%. De KWH-CDS gaf een gemiddelde spuitvloeistofdepositie van 1,15 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ met een spreiding over de boomvakken van 0,43 tot 2,81 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ en een variatiecoëfficiënt van 75%.

De standaard spuittechniek gaf onderin de appelboom een hogere depositie dan de KWH. In de top van de boom gaf de KWH een hogere depositie dan de standaard. In het middenstuk van de boom was de depositie van de standaard spuittechniek gelijk aan die van de KWH. De CDS spuit gaf op alle plaatsen in de appelboom een hogere depositie dan beide andere machines.

Totale depositie

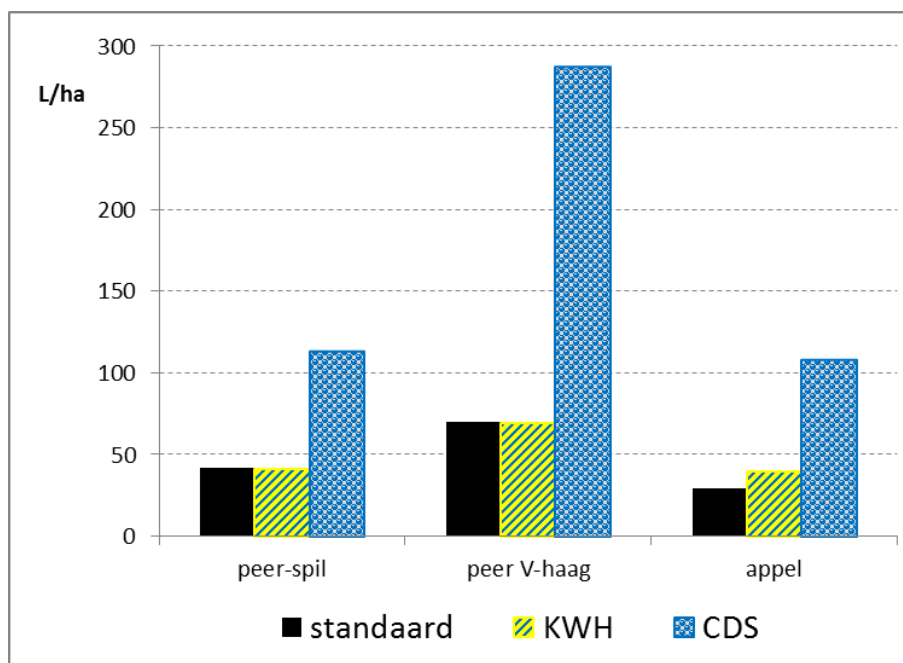
Door de spuitvloeistofdepositie op blad (in $\mu\text{L}/\text{cm}^2$) te vermenigvuldigen met het bladoppervlak is uitgerekend wat de spuitvloeistofhoeveelheid per boomvak was (in mL). Dit is weergegeven in Tabel 12. Daarnaast is de gemiddelde spuitvloeistofhoeveelheid per boomvak vermenigvuldigd met het aantal bomen per ha en omgerekend naar de hoeveelheid in spuitvloeistof in het bladerdek per oppervlakte eenheid (L/ha). De hoeveelheid gemeten spuitvloeistof depositie op blad uitgedrukt in L/ha is in Figuur 21 in een grafiek weergegeven.



Figuur 20 *Gemiddelde spuitvloeistof depositie op blad [$\mu\text{L}/\text{cm}^2$] van de 3 technieken per boomvak bij appel.*

Tabel 12 Totale spuitvloeistof depositie op blad per gewas per techniek per boomvak [ml] en per oppervlakte eenheid in de boomgaard [L/ha].

| Gewas | Techniek | Dosering | Top | Midden | | Onder | | Broek | | SOM |
|-----------|-----------|----------|------|--------|------|-------|------|-------|------|--------------|
| | | | | Oost | West | Oost | West | Oost | West | |
| peer spil | Standaard | mL | 2.1 | 1.6 | 2.7 | 2.0 | 3.1 | 1.0 | 2.2 | 14.7 |
| | | L/ha | 5.9 | 4.6 | 7.9 | 5.6 | 8.9 | 2.9 | 6.4 | 42.1 |
| | KWH | mL | 6.4 | 1.4 | 1.2 | 2.0 | 2.1 | 0.9 | 0.6 | 14.6 |
| | | L/ha | 18.2 | 3.9 | 3.5 | 5.6 | 6.0 | 2.6 | 1.8 | 41.7 |
| | CDS | mL | 6.9 | 6.5 | 6.3 | 5.0 | 8.9 | 3.7 | 2.5 | 39.8 |
| | | L/ha | 19.8 | 18.6 | 18.0 | 14.3 | 25.5 | 10.6 | 7.1 | 113.8 |
| Gewas | Techniek | Dosering | Top | Midden | | Onder | | Broek | | SOM |
| | | | | Oost | West | Oost | West | Oost | West | |
| V-haag | Standaard | mL | 1.8 | 1.1 | 2.3 | 2.2 | 1.9 | 1.9 | 2.1 | 13.3 |
| | | L/ha | 10.0 | 6.0 | 13.4 | 12.8 | 10.9 | 10.6 | 6.1 | 69.8 |
| | KWH | mL | 2.8 | 1.8 | 2.9 | 1.5 | 1.0 | 1.8 | 0.6 | 12.5 |
| | | L/ha | 16.2 | 10.5 | 16.7 | 8.5 | 6.0 | 10.2 | 1.6 | 69.6 |
| | CDS | mL | 10.3 | 9.0 | 8.7 | 8.0 | 5.5 | 6.7 | 4.3 | 52.5 |
| | | L/ha | 58.8 | 51.2 | 49.7 | 45.8 | 31.4 | 38.3 | 12.3 | 287.5 |
| Gewas | Techniek | Dosering | Top | Midden | | Onder | | Broek | | SOM |
| | | | | Oost | West | Oost | West | Oost | West | |
| appel | Standaard | mL | 1.4 | 2.5 | 1.1 | 0.9 | 0.7 | 1.2 | 0.9 | 8.8 |
| | | L/ha | 4.7 | 8.4 | 3.8 | 3.0 | 2.3 | 4.1 | 2.9 | 29.3 |
| | KWH | mL | 3.9 | 2.3 | 2.3 | 1.0 | 0.7 | 0.8 | 1.0 | 12.1 |
| | | L/ha | 13.0 | 7.8 | 7.7 | 3.4 | 2.2 | 2.8 | 3.4 | 40.5 |
| | CDS | mL | 10.9 | 9.5 | 4.9 | 1.8 | 1.6 | 2.6 | 1.3 | 32.6 |
| | | L/ha | 36.3 | 31.5 | 16.4 | 6.0 | 5.4 | 8.6 | 4.4 | 108.7 |



Figuur 21 Totale hoeveelheid spuitvloeistof depositie op blad in de gehele bomen per oppervlakte eenheid (L/ha) per techniek en per boomtype.

Ook in Figuur 21 is weer te zien dat de standaard spuittechniek en de KWH een vergelijkbare spuitvloeistof depositie in de verschillende boomvormen hebben, en de CDS een 2-4 maal hogere depositie.

3.2.4 Verlies naar de grond

De meetwaarden van de depositie op de grond onder de bomen en op de grasstroken tussen de bomenrijen staan in Bijlage 3. In Tabel 13 staat de gemiddeld gemeten emissie naar de grond in $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ weergegeven. Positie '0' was het meetpunt onder de bespoten bomenrij. De meetpunten rechts van deze rij lagen wind afwaarts.

De hoogste spuitvloeistofdepositie op grondoppervlak werd gemeten onder de bespoten rij, wind afwaarts nam de depositie op de grond af. De CDS gaf de hoogste emissie naar de grond, wat ook o.a. veroorzaakt werd doordat de CDS de hoogste afgifte had (Tabel 7).

Tabel 13 Spuitvloeistofdepositie op de grond in $\mu\text{L}/\text{cm}^2$.

| Boomvorm | Machine | Plaats ten opzichte van bespoten rij | | | | |
|-------------|-----------|--------------------------------------|------------------|-------|---------|-------|
| | | -1,5 | 0 | 1,5 | 3 | 4,5 |
| | | Pad | Bespoten boomrij | Pad | Boomrij | Pad |
| Peer spil | Standaard | 0.151 | 0.193 | 0.206 | 0.059 | 0.057 |
| | KWH | 0.060 | 0.149 | 0.211 | 0.037 | 0.076 |
| | CDS | 0.311 | 0.389 | 0.338 | 0.060 | 0.204 |
| Peer V-haag | Standaard | 0.154 | 0.188 | 0.103 | 0.083 | 0.063 |
| | KWH | 0.152 | 0.256 | 0.067 | 0.025 | 0.025 |
| | CDS | 0.252 | 1.233 | 0.327 | 0.163 | 0.190 |
| Appel | Standaard | 0.129 | 0.219 | 0.200 | 0.113 | 0.082 |
| | KWH | 0.012 | 0.306 | 0.120 | 0.024 | 0.096 |
| | CDS | 0.025 | 1.152 | 0.537 | 0.247 | 0.210 |

Wat opvalt is dat op pad -1,5 en pad 4,5 soms nog 20% tot wel 75% depositie op de grond terecht komt van de hoeveelheid onder de boom. Dit wil zeggen dat de totale depositiehoeveelheid op de grond in het perceel dan eigenlijk niet goed te bepalen is omdat onvoldoende ver op de grond gemeten is. Om toch een idee te krijgen over de verhouding van de emissie naar de grond gerelateerd aan de uitgebrachte hoeveelheid is een berekening gemaakt over uitgebrachte dosering per strekkende meter en de som van de gemeten emissie naar de grond per strekkende meter (Tabel 14).

Tabel 14 Totale emissie naar de grond 2011.

| Machine | Peer spil | | Pear V-haag | | Appel spil | |
|-----------|-----------|-----|-------------|-----|------------|-----|
| | mL | % | mL | % | mL | % |
| Standaard | 10.0 | 16% | 8.9 | 15% | 11.1 | 18% |
| KWH | 8.0 | 12% | 7.9 | 12% | 8.4 | 13% |
| CDS | 19.5 | 13% | 32.5 | 14% | 32.6 | 20% |

Uit Tabel 14 volgt dat, alhoewel niet volledig gemeten, de standaard machine van de drie technieken in peren de hoogste emissie naar de grond gaf (16 en 15%). De emissie naar de grond van de KWH was in alle drie boomgaarden het laagst (12-13%). De emissie naar de grond van de CDS was in beide peer percelen vergelijkbaar met dat van de KWH (13-14%), maar in appel had van de drie technieken de CDS juist de hoogste emissie naar de grond (20%).

3.3 Discussie 2011

CDS machine

Het CDS systeem is getest met een Munckhof dwarsstoomspuit als referentie. Daarnaast is de meerwaarde van het CDS systeem vergeleken met de handmatige instelling, waarbij de machine als een gewone KWH dwarsstroom boomgaardspuit werkt. De rekenregel die de spuitvloeistofhoeveelheid bepaald was gebaseerd op de meting van de breedte van het bladerdek van de fruitboom. Afhankelijk van de breedte van het bladerdek werd per sectiehoogte met één of meer spuitdoppen gespoten. In dit experiment zaten in de dophouders vier identieke spuitdoppen (Albuz lila) die als ze allemaal open staan een spuitvolume van 1000 L/ha gaven.

Meetmethodiek

In deze experimenten werd maar één boomrij bespoten om zo een goed beeld van de werking van het CDS-systeem te krijgen. Dit geeft geen goed beeld van de depositie in de bomen als een hele boomgaard wordt bespoten, daar treedt ook depositie op van spuitvloeistof uit de naastliggende bespoten rijen. Na de bespuiting werden uit de monstervakken blaadjes geplukt en in het laboratorium werden van de geplukte blaadjes per monstervak 10 blaadjes geanalyseerd. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat dit een voldoende groot aantal is om representatief te zijn voor de depositie in het boomvak.

Op 1,5 m bovenwinds en 4,5 m benedenwinds van de bespoten bomenrij werd op de grond soms nog 20% tot wel 75% depositie gemeten van de hoeveelheid die op de grond onder de boom terecht komt. Dit betekent dat de totale depositiehoeveelheid op de grond in het perceel eigenlijk niet goed te bepalen is omdat onvoldoende ver op de grond gemeten is en een totaal grondemissie profiel niet te maken is.

Resultaten

Potentiële spuitvolume reductie

De spuitvolume reductie van de CDS is berekend uit de berekende spuitvloeistof afgifte ten opzichte van de maximale afgifte van de machine. Dit gaf in peer bomen met een spil boomvorm een spuitvolume reductie van 53%, in peer met een V-haag boomvorm van 27% en in appel met een spil boomvorm van 50%. De machine had bij de spil-vormige bomen een hogere reductie in spuitvolume dan in de V-haag boomvorm. Dit lijkt niet te kunnen worden verklaard uit het gemeten bladoppervlak (LAI) of de berekende Tree Row Volume (TRV). Mogelijk dat de rekenregel beter moet worden afgestemd op de boomvorm van de V-haag.

Verticale verdeling

Uit de metingen van de verticale spuitvloeistofverdeling volgt dat de KWH (en de CDS) een andere verdeling had dan de Munckhof dwarsstroom. De KWH gaf een hogere afgifte in het bovenste deel van de spuit.

Depositie

In het algemeen geldt dat de standaard dwarsstroom machine een hogere depositie gaf dan de KWH, in het midden gedeelte van de bomen was de spuitvloeistof depositie van de standaard dwarsstroom en de KWH gelijk en bovenin de boom was de depositie van de KWH hoger dan de depositie van de standaard. Dit kan worden verklaard vanuit de verticale verdeling waar soortgelijke verschillen werden geconstateerd. De depositie van de CDS spuit was hoger dan van de KWH, wat verklaard wordt door de hogere afgifte van de CDS.

Totale depositie

Door de gemeten spuitvloeistof depositie-waarden op het blad te vermenigvuldigen met het bladoppervlak per boomvak en te sommeren voor alle boomvakken per boom wordt de totale depositie op de boom berekend. Door dit te vermenigvuldigen met het aantal bomen per hectare kan de totaal teruggevonden hoeveelheid spuitvloeistof op het bladerdek van de bomen in de boomgaard worden berekend. In alle drie de boomtypen was de totale depositie op bladerdek van de bomen in de boomgaard van de KWH gelijk aan de totale depositie van de standaard dwarsstroom. De totale spuitvloeistofdepositie van de CDS in het bladerdek van de bomen in de boomgaard was twee tot vier maal hoger dan van beide andere machines.

Massabalans

Door alle meetwaarden van de spuitvloeistof depositiemetingen naar de grond (emissie) en op bladerdek in de bomen (depositie op blad) te sommeren en te vergelijken met het uitgebrachte spuitvolume (afgifte) wordt een massabalans van de bespuiting verkregen, dit is weergegeven in Tabel 15, waarbij de waarnemingen zijn uitgedrukt in milliliter (mL) per strekkende meter boomrij.

Tabel 15 Massabalans van de in 2011 gemeten spuitvloeistof depositie in de verschillende boomvormen en voor verschillende technieken.

| | Machine | Afgifte | | Emissie | | Depositie op blad | | Totaal |
|--------|-----------|---------|-------|---------|-----|-------------------|-----|--------|
| | | L/ha | mL/m | mL/m | % | mL/m | % | % |
| Peer | Standaard | 174 | 60.9 | 10.0 | 16% | 14.7 | 24% | 41% |
| Spil | KWH | 185 | 64.8 | 8.0 | 12% | 14.6 | 23% | 35% |
| | CDS | 436 | 152.6 | 19.5 | 13% | 39.8 | 26% | 39% |
| Peer | Standaard | 174 | 60.9 | 8.9 | 15% | 13.3 | 22% | 36% |
| V-haag | KWH | 182 | 63.7 | 7.9 | 12% | 12.5 | 20% | 32% |
| | CDS | 676 | 236.6 | 32.5 | 14% | 52.5 | 22% | 36% |
| Appel | Standaard | 203 | 71.1 | 11.1 | 16% | 8.8 | 12% | 28% |
| | KWH | 212 | 74.2 | 8.4 | 11% | 12.1 | 16% | 28% |
| | CDS | 534 | 186.9 | 32.6 | 17% | 32.6 | 17% | 35% |

Uit Tabel 15 valt af te leiden dat 30-40% van het uitgebracht spuitvolume is teruggevonden als depositie op blad en emissie naar de grond. Dat betekent dat 60-70% van het spuitvolume niet is terug gemeten. Het kan zijn dat de depositie op grondoppervlak in bepaalde gevallen onderschat is omdat op de buitenste collectoren nog hoge depositiewaarden gevonden werden. In enkele gevallen werd op de buitenste collector nog 75% van de depositie onder de bespoten boom gevonden. Dit wijst erop dat op de grond niet ver genoeg van de bespoten bomenrij gemeten is om het gehele depositiepatroon van een enkelrijbespuiting op grondoppervlak te omvatten. Aanbevolen wordt hier in het vervolg uit te gaan van ISO22522 met eventueel een extra collector op grote afstand benedenwinds. Zoals al eerder aangegeven zal bij bespuiting van een boomgaard een deel van de vloeistof die nu de bomen mist op bomen in naastliggende rijen worden afgezet. Maar aan de rand van de boomgaard treedt dit niet op en is er sprake van drift, zodat in dat geval het gebruik van driftreducerende spuitdoppen in overweging genomen kan worden. Zo geeft de emissie naar de grond ook een idee wat het potentiële risico voor uitspoelen van bestrijdingsmiddelen naar het grondwater of door drainage naar het oppervlaktewater is.

De totale gemeten depositie op peren was hoger dan de totale depositie op appels. In peren was de totale depositie van de drie machines nagenoeg gelijk. De totale depositie in appels van de CDS was hoger dan die van de standaard en de KWH en vergelijkbaar met die in peren.

3.4 Conclusies 2011

Het principe van de CDS werkt in alle drie de boomtypes, in ieder boomtype werd het spuitvolume aan de boomvorm aangepast. De CDS bespuitingen gaven in peer met een spil boomvorm een reductie van 53%, in peer met een V-haag boomvorm 27% en in appel met een spil boomvorm 50% spuitvolume reductie. De CDS spuit gaf dus voornamelijk in de bomen met een spil boomvorm een aanzienlijke spuitvolume reductie.

De als dwarsstroom gebruikte KWH had een andere verticale verdeling dan de standaard Munckhof dwarsstroomspuit. De standaard Munckhof had een gelijkmatig verdelingspatroon met de hoogte, het patroon van de KWH vertoonde een toename in afgifte vanaf 2 m hoogte. Daardoor was de variatiecoëfficiënt van de spuitvloeistofverdeling over de boomvakken voor de KWH hoger dan voor de standaard dwarsstroomspuit, respectievelijk 90% en 37% in de spilvormige perenbomen, 42% en 28% in de V-haag perenbomen en 74% en 36% in de spilvormige appelbomen. Gemiddeld over de boomvakken was de spuitvloeistofdepositie voor de standaard dwarsstroomspuit en de KWH gelijk en in de spilvormige perenbomen 0,32 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$, in de V-haag perenbomen 0,36 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ en in de spilvormige appelbomen 0,38 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$.

De spuitvloeistof depositie van de CDS spuit in bladerdek van de bomen was door een hogere spuitvloeistof afgifte ook hoger dan van de standaard Munckhof dwarsstroomspuit en van de KWH, gemiddeld drie keer hoger. De spuitvloeistofdepositie van de standaard dwarsstroomspuit en van de KWH waren gelijk. Maar in overeenstemming met de verticale verdeling hadden de KWH en de CDS een hogere depositie bovenin de boom.

De KWH had een lagere relatieve emissie naar de grond dan de standaard Munckhof dwarsstroomspuit. De emissie naar de grond van de CDS was in peren vergelijkbaar met dat van de KWH, maar in appel was de emissie naar de grond van de CDS het hoogst.

In dit experiment is 30-40% van de uitgebrachte hoeveelheid spuitvloeistof teruggevonden op bladerdek in de bomen en op de grond onder de bomen. Dit betekent dat 60-70% van de spuitvloeistof tussen de bomen door waait. Bij een boomgaardbespuiting wordt hiervan nog een deel uitgefilterd door aanliggende boomrijen, aan de rand van het perceel is dit potentiële drift.

4 Metingen 2012

4.1 Materiaal en Methoden

4.1.1 Machines 2012

Deze spuitvloeistofdepositie metingen werden uitgevoerd met een KWH D-1000 dwarsstroomspuit. Op de KWH is zoals beschreven in § 2.1 het CDS-systeem opgebouwd en kan zowel handmatig als automatisch spuiten. In de handmatige stand is deze KWH spuit een standaard dwarsstroom spuit, in de verdere tekst wordt dit de **KWH** genoemd. In de automatische stand wordt op de KWH spuit het CDS principe geactiveerd, dit wordt verder de **CDS** genoemd.

In Tabel 16 staan de instellingen van de spuitmachines beschreven tijdens de spuitvloeistofdepositiemetingen in 2012 in een perenboomgaard (spil boomvorm).

Tabel 16 Instellingen van de KWH dwarsstroomspuit gebruikt als standaard dwarsstroom en als CDS spuitmachine tijdens de spuitvloeistof depositiemetingen in peer (spil boomvorm) in 2012.

| Naam | Standaard dwarsstrrom | | CDS | |
|---------------------|-----------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| | fijn | grof | fijn | grof |
| Dop | Albuz | Albuz | Albuz | Albuz |
| Merk | ATR lila | TVI 80-0075 | ATR wit en ATR- lila | TVI 80-0050 en TVI 80-0075 |
| Type | | | | |
| Dopafgifte L/min | 0,42 | 0,46 | 0,32 / 0,42 en 0,74 | 0,31 / 0,46 en 0,77 |
| spuitdruk | 7 bar | | | |
| aantal doppen | 2 x 9 | | | |
| rijksnelheid [km/h] | 6,6 | 6,7 | 6,5 | 6,7 |
| spuitvolume [l/ha] | 242 | 203 | 126 max = 325 | 129 max = 340 |
| luchtondersteuning | vol | = 10 m/s ¹⁾ | | |

¹⁾ op 1,5 m afstand van hart machine (= stam van de boom).

Trekker = Fendt, versnelling 2M, 450 rpm aftakas.

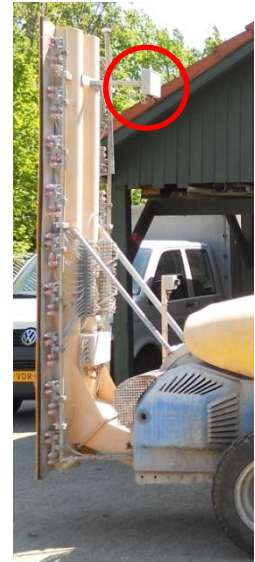
In 2012 is naar aanleiding van de ervaringen in 2011 de KWH-CDS aangepast. In plaats van vier dezelfde spuitdoppen (Albuz ATR lila) per VarioSelect dophouder is er gekozen voor twee standaard werveldoppen (Albuz ATR lila en ATR wit) en twee driftreducerende spuitdoppen (Albuz TVI800050 en TVI800075) per VarioSelect dophouder. De keuzestappen in spuitvloeistof afgifte per doptype is daarmee beperkt van vijf naar vier (uit, dop1, dop2, dop1+dop2). De rekenregel die bepaald bij welk laser scanner signaal welke spuitdop moet spuiten is daarmee ook aangepast. Met GPS is de mogelijkheid ingebouwd tot het automatische schakelen van standaard naar driftreducerende spuitdoppen als de spuit in de boomgaard binnen 20 m van het oppervlaktewater komt. Bovendien is er een automatische aanpassing van de rekenregel gemaakt als de laser scanner een typische V-haag of spil boomvorm detecteert door bij een v-haag de dosering per sectie / hoogte te corrigeren. Ook is er een automatische rijafstand detectie door de laser scanner waardoor ook de rekenregel automatisch aangepast wordt maar de rijafstand kan ook door de programmeur worden ingevoerd.

Variabele Lucht OnderSteuning - VLOS

Om de luchtstroom te sturen zijn in het luchtondersteuningssysteem van de machine elektrisch beweegbare kleppen gemonteerd waarmee de uitstroomrichting (links/rechts) van de lucht kan worden beïnvloed. Dit is door KWH VLOS (VariabeleLuchtOnderSteuning) genoemd. Op de machine is hiervoor een drukmeter gemonteerd met twee luchtslangen die aan beide zijden van de behuizing uitmonden (zie fot hiernaast).

De machine registreert alleen de winddruk haaks op de machine, dit is iets anders dan de heersende winddruk!

De sensorwaarde gaat per Pascal drukverschil ~ 8 'tikken' omhoog/omlaag. Per Pa drukverschil schuift de LINAK dan 8 tikken in (of uit). Bij 64 Pa winddruk zijn de actuators volledig in (of uit) om de luchtondersteuning maximaal tegen de wind in te sturen.



In de data file staan de volgende kolommen:

| Meting | InputVLOSMODE | InputVLOSSensorValue | InputVLOSLinakPosition |
|--------|---------------|----------------------|------------------------|
| 1 | 0 | 521 | 504 |
| 2 | 0 | 521 | 504 |
| 3 | 0 | 521 | 504 |
| 4 | 0 | 521 | 504 |
| 5 | 0 | 521 | 504 |
| 6 | 0 | 521 | 504 |
| 7 | 0 | 521 | 504 |
| 8 | 0 | 521 | 504 |
| 9 | 0 | 521 | 504 |
| 10 | 0 | 512 | 511 |
| 11 | 0 | 512 | 511 |
| Enz. | Enz. | Enz. | Enz. |

InputVLOSMODE = 0 = automatisch, 1 = handmatig / vast.

InputVLOSSensorValue = meetwaarde van de drukverschilmeter (0-1024 tikken, 512 = midden).

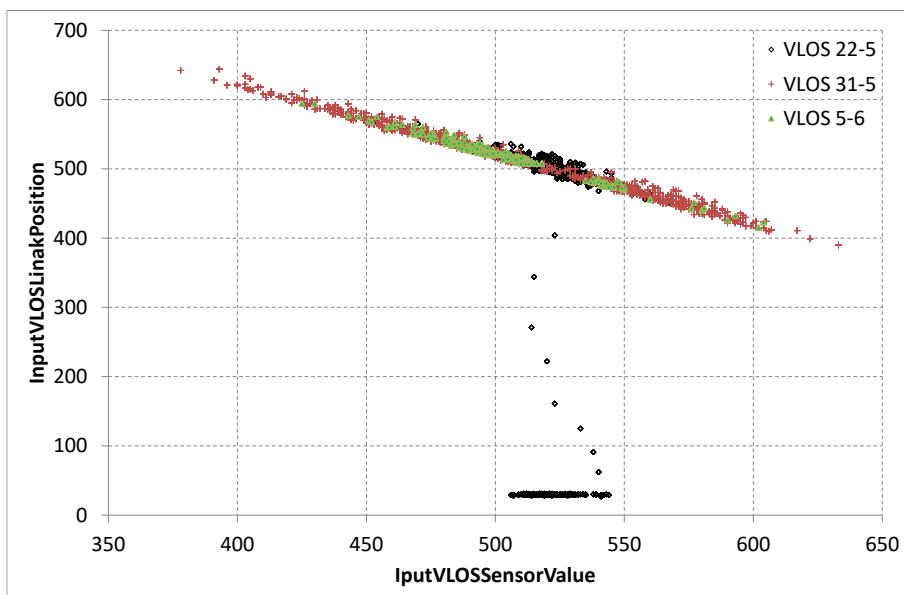
InputVLOSLinakPosition = positie van de LINAK = actuator van de klep (0-1024 tikken).

In Figuur 22 zijn de waarden van drie bespuiting (22-5-2012, 31-5-2012, 5-6-2012) gezet, op de X-as de sensorwaarden van de drukverschilmeter en op de Y-as de sturing van de LINAK-actuators.

4.1.2 Boomgaarden/boomvorm

In een praktijkperceel van perenteler Verhoeven is op 5 juni 2012 een depositiemeting uitgevoerd in een spilvormige perenboomgaard (Conference), geplant in 2009. De rijafstand tussen de bomenrijen was 3,25 m met een gemiddelde hoogte van de bomen van 3,20 m en een onderlinge afstand van de bomen in de rij van 1 m. De breedte van het bladerdek was maximaal 1,0 m (weerszijden van de stam 0,50 m).

Voor de spuitvloeistof depositiemetingen werden de bomen opgedeeld in 4 boomvakken: top = 210-320 cm, midden = 130-210 cm, onder = 80-130 cm; (Figuur 23). Het onderste vak van de boom werd ook nog verdeeld in twee zijden ten opzichte van de stam die we West en Oost hebben genoemd. In Tabel 17 staan de gemiddelde waarden van de bladhoeveelheid per boomvak van de drie gemonsterde bomen per spuittechniek. In totaal was de Leaf Area Index (LAI) van de bladmassa 0,84 (m^2 blad / m^2 grondoppervlak) en de Tree Row Volume is geschat op 7400 (m^2 blad / m^3 boomvolume uit rijlengte * bladerdekhogte * diepte bladerdek). Opvallend is de geringe bladhoeveelheid in het vak midden en géén blad onder 0,8 m hoogte. Ook was er relatief veel 'open' ruimte tussen de bomen in de rij, die geschat werd op 50% (Figuur 24). De spuitvloeistof depositiemeting vond plaats op 5 juni 2012 net na de bloei waarbij er kleine vruchtjes zichtbaar waren (BBCH 71).



Figuur 22 Relatie tussen de input waarde van de VLOS drukverschil sensor en de positie van de LINAK actuator voor de klepbesturing voor het regelen van de lucht in het KWH-VLOS systeem.

Tabel 17 Bladbedekking Peer – spil boomvorm op 5 juni 2012 (BBCH 71).

| | boomvak | | | | Totaal |
|--------------------------|---------|--------|------------|------------|-------------|
| | top | midden | onder West | onder Oost | |
| m ² blad/boom | 0,64 | 0,43 | 0,83 | 0,84 | 2,74 |
| relatief | 23% | 16% | 30% | 31% | 100% |
| LAI | 0,20 | 0,13 | 0,25 | 0,26 | 0,84 |
| TRV | | | | | 7384 |



Figuur 23 Monstervakken bomen 2012, lijnen geven scheiding tussen top, midden en onderste deel van de monstervakken aan.



Figuur 24 Voorbeeld *boomvorm* (groene cirkels) en *open ruimte* (gele cirkels) tussen de bomen.

4.1.3 Beschrijving spuitproef

De tank van de spuit werd gevuld met 120 L water waarin 100 g Briljant Sulfo Flavine (BSF, batch 2010) werd opgelost en waaraan 7,5 mL Agral Gold werd toegevoegd. Vóór en na de bespuiting werden verschillende monsters van de spuitvloeistof genomen er bepaling van de tankconcentratie BSF. Vóór de bespuitingen werd ervoor gezorgd dat de spuitleidingen voldoende met de spuitvloeistof waren gevuld, door de leidingen spuitend door te spoelen (minimaal 1 minuut) en werd een volledige bomenrij gespoten voordat met de depositiemeting begonnen werd.

In een bomenrij werden 4 vakken van elk 30 m lengte uitgezet. Met elke techniek werd één zo'n vak bespoten. Eerst werd de linkerzijde van de bomen bespoten, met alleen de spuitdoppen aan de rechterzijde van de spuit spuitend en daarna de rechterzijde van de bomen met alleen de doppen aan de linkerzijde spuitend.

Bemonstering bomen

Voor aanvang van de depositiemetingen zijn ten behoeve van de correctie-waarde in de latere analyse 3 x 20 onbehandelde blaadjes geplukt.

Na de bespuiting werden drie representatieve bomen bemonsterd door van iedere boom van elk boomvak alle blaadjes per tak te tellen en elk 10^e blaadje te plukken. De blaadjes werden per vak in een gelabelde plastic zak verzameld en donker bewaard. Door elk 10^e blaadje te plukken kan het aantal blaadjes per boomvak geschat worden door het aantal geplukte blaadjes te vermenigvuldigen met tien.

Verlies naar de grond

Om de depositie op de grond onder de bomenrij en in de rijpaden tussen de bomenrijen te meten werden filtercollectoren (Technofil TF-290, 10 x 100 cm) op platen op de grond in het rijpad en onder de boom gelegd, zie Figuur 14 en Figuur 15. De collectoren in de rijpaden werden tijdens de passage schuin gelegd om te voorkomen dat trekker en spuit hierover zouden rijden. Na de bespuiting werd elke collector in een zak met unieke code bewaard.

Weersomstandigheden

Tijdens de bespuiting is met een mobiel weerstation (Metpak op 2 m hoogte) de weersomstandigheden in de boomgaard vastgelegd. De weersomstandigheden tijdens de verschillende bespuitingen staan weergegeven in Tabel 18. Gemiddeld was de temperatuur tijdens de bespuitingen 14,4°C, de windsnelheid op 2 m hoogte 1,1 m/s onder een hoek van 3-9 graden (80 graden voor KWH-CDS met venturi dop) ten opzichte van de bomenrij.

Tabel 18 Weersomstandigheden tijdens de bespuiting.

| Spuit | Tijd | Temperatuur | Windsnelheid | Windrichting | Tov dwars | %RV |
|------------------|-------|-------------|----------------------|--------------|-----------|-----|
| | | [°C] | [m.s ⁻¹] | [°] | | |
| standaard – fijn | 11:09 | 12,9 | 1,7 | 279 | 9 | 59 |
| standaard – grof | 12:55 | 14,3 | 0,6 | 187 | 83 | 54 |
| CDS – fijn | 13:40 | 15,2 | 1,5 | 266 | 4 | 50 |
| CDS – grof | 14:17 | 15,1 | 0,7 | 190 | 80 | 51 |

4.1.4 Analyse

De filtercollectoren werden individueel in 1L demiwater geëxtraheerd en de blaadjes in 50 mL. Van elk bemonsterd boomvak werden overigens 'slechts' 10 blaadjes van het totaal aantal geplukte blaadjes per vak geanalyseerd.

Van het extract werd een monster fluorimetrisch geanalyseerd met een fluorimeter (Perkin Elmer LS45 bij $\lambda_{ex}=450nm$ en $\lambda_{em}=500nm$).

Na drogen werd van elke afgespoeld blaadje het bladoppervlak gemeten met een LiCor oppervlaktemeter.

Ook werd van de niet fluorimetrisch geanalyseerde blaadjes uit elk boomvak het oppervlak gemeten.

Zodoende werd per vak het aantal blaadjes en het totaal bladoppervlak van de geplukte bladeren bepaald.

Verwerking gegevens

De gemeten fluorescentiewaarde werd omgerekend naar $\mu l \cdot cm^{-2}$ zoals beschreven in paragraaf 3.1.3.

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

Statistiek

De verschillen tussen technieken zijn met behulp van variantieanalyse (Genstat) bij een betrouwbaarheid van 95% getoetst.

4.2 Resultaten 2012

4.2.1 Potentiële volumereductie 2012

Tijdens het spuiten wordt alle data van de spuitmachine gelogd. Een overzicht van de dit jaar uitgevoerde bespuitingen staat in Bijlage 2. Met de teler was afgesproken dat een deel van het proefperceel met de machine op handbediening werd gespoten en ander deel met de machine in de CDS stand met automatische spuitvolume aanpassing afhankelijk van de bladmassa ontwikkeling aan de perenbomen. Dit is niet altijd zo uitgevoerd, althans dat is niet uit de data te herleiden. De machine werkte in de handmatige stand probleemloos, die bespuitingen zijn dan ook uitgevoerd. Het beviel de teler zelfs zo goed dat hij ook andere percelen met deze spuit heeft behandeld. In de automatische stand vertoonde de machine nogal eens wat kuren, als dit niet na wat proberen was op te lossen ging de teler gewoon verder met de bespuiting maar dan in de handmatige stand (er moest gespoten worden). Daarom is het overzicht wat beperkt, de hiervoor relevante informatie staat in Tabel 19.

Tabel 19 *Spuitdata en logdata 2012.*

| Dag met logdata | Behandeling | Totaal uitgebracht [L] | Oppervlak [ha] | Dosering [l/ha] | Handmatig / automatisch |
|-----------------|------------------------|------------------------|----------------|-----------------|-------------------------|
| 2-5 | captan + score | 91 | 1.22 | 75 | |
| 5-5 | | 1045 | 4.20 | 248 | |
| 11-5 | captan | 347 | 1.38 | 251 | |
| | | 113 | 0.96 | 117 | |
| | | 1074 | 3.89 | 276 | |
| 19-5 | | 621 | 2.46 | 253 | |
| | | 624 | 2.12 | 295 | |
| 21-5 | captan | 0 | 0 | 0 | |
| 22-5 | | 88 | 1.25 | 71 | auto |
| 31-5 | | 81 | 0.78 | 104 | auto |
| 1-6 | mancozeb | - | 7.11 | - | |
| 7-6 | | 155 | 1.04 | 149 | hand |
| 12-6 | savona +addit | - | 3.09 | - | |
| 13-6 | | 2143 | 5.35 | 401 | - |
| 19-6 | captan | 968 | 4.63 | 209 | - |
| | | 250 | 0.77 | 326 | hand |
| 20-6 | | 180 | 1.55 | 116 | hand |
| 28-6 | | 109 | 0.61 | 179 | hand |
| | | 158 | 0.44 | 360 | hand |
| 30-6 | savona + addit | 131 | 0.74 | 177 | hand |
| 12-7 | captan | 5 | 0.06 | 79 | |
| 31-7 | captan | | | | |
| 18-8 | captan | | | | |
| 23-8 | late-val | - | 1.17 | - | |
| 1-9 | | 131 | 0.66 | 198 | |
| 2-9 | captan + late-val | | | | |
| 5-9 | | 699 | 3.27 | 214 | |
| 6-9 | boniprotect (gedeelte) | - | 1.15 | - | |
| 16-9 | boniprotect (gedeelte) | - | 0.76 | - | |
| 1-10 | captan (na oogst) | 262 | 1.56 | 167 | |
| 15-11 | captan (na oogst) | - | - | - | |

Tijdens de depositiemeting is ook de data gelogd. In Tabel 20 staat uit deze data de voor dit verslag relevante opgeslagen gegevens uit de spuitcomputer van de spuitmachine uitgewerkt. Hieruit is afgeleid

hoeveel er over het proefvak is uitgebracht en dit is omgerekend naar L/ha. (bij de bespuiting standaard grof zijn geen data verzameld).

Tabel 20 Opgeslagen gegevens uit de spuitcomputer van de KWH-CDS spuit tijdens de bespuiting van de depositiemeting.

| Parameter / kolom | Techniek Dop | | | | | |
|-----------------------|----------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|
| | Standaard fijn | | CDS fijn | | CDS grof | |
| | Heen | Terug | Heen | Terug | Heen | Terug |
| filenaam | 11:07:38 | | 13:37:34 | | | |
| aantal waarnemingen | 145 | 168 | 166 | 155 | 211 | 223 |
| spuittijd [min] | 0.24 | 0.28 | 0.28 | 0.26 | 0.35 | 0.37 |
| rijksnelheid [m/s] | 1.81 | 1.84 | 1.82 | 1.79 | 1.82 | 1.87 |
| rijksnelheid [km/h] | 6.6 | | 6.5 | | 6.7 | |
| afgelegde weg [m] | 26 | 31 | 30.2 | 27.7 | 38.5 | 41.7 |
| spuitoppervlak [ha] | 0.0043 | 0.0050 | 0.0049 | 0.0045 | 0.0063 | 0.0068 |
| aantal doppen | 9 | 9 | 5,1 | 4,4 | 4,7 | 5,1 |
| uitgebracht [L] | 1.05 | 1.19 | 0.63 | 0.55 | 0.78 | 0.90 |
| Uit overview [L] | 2.39 | | 3.00 | | | |
| Spuitvolume [L/ha] | 246.2 | 237.9 | 128.7 | 122.3 | 124.0 | 133.1 |
| Spuitvolume gemiddeld | 241.7 | | 125.6 | | 128.8 | |

Door gewasafhankelijk te spuiten werd door de KWH-CDS een spuitvolume van gemiddeld 127 l/ha gespoten terwijl de standaard KWH dwarsstroomspuit 242 l/ha spoot, een reductie in spuitvolume van 47%.

In Figuur 25 is uit de logdata het aantal doppen wat open staat geprojecteerd op een kaart van de peren boomgaard. Deze bespuiting werd uitgevoerd op 31 mei 2012. Elke kleur staat voor een hoogte van het aantal spuitende doppen, hierbij is een gele kleur een hoge flow en rood een lage flow. In deze figuur is weergegeven dat het aantal doppen dat spuit tijdens het spuiten van de boomgaard varieert. Bovenste figuur geeft aan waar met 0-10 spuitdoppen gespoten werd, de onderste figuur geeft aan waar met 10-30 doppen gespoten werd.



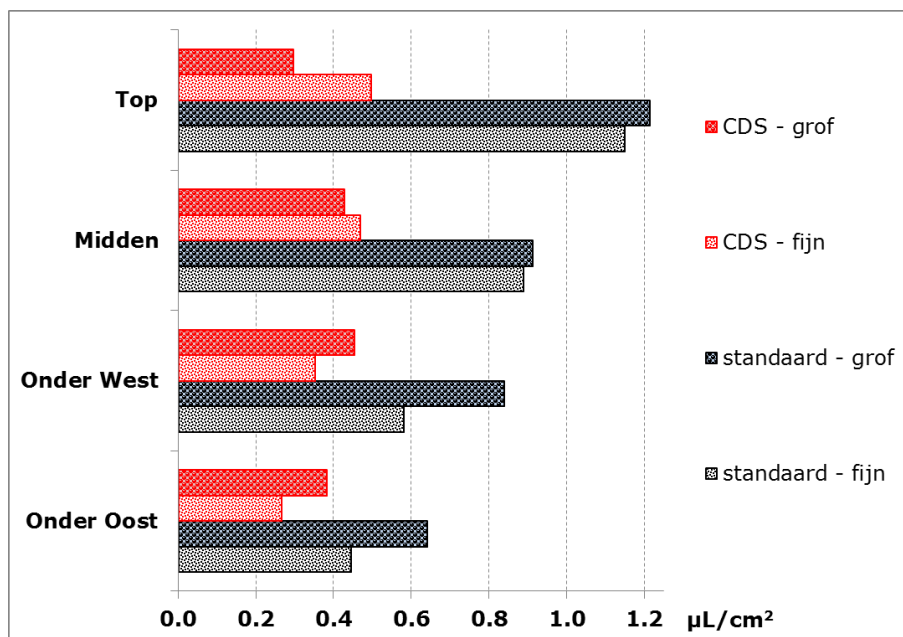
Figuur 25 Aantal spuitdoppen wat open staat van een bespuiting met de CDS-spuit in een peren boomgaard op 31 mei 2012. Boven gespoten met 0-10 spuitdoppen, onder gespoten met 10-30 spuitdoppen.

4.2.2 Spuitvloeistof depositie op blad

In Bijlage 6 staan de gemeten depositie op de bladeren in de verschillende boomvakken. In Tabel 21 staat de gemiddelde spuitvloeistofdepositie in $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ per boomvak weergegeven. De gemiddelden per techniek zijn ook te zien in Figuur 26.

Tabel 21 Spuitvloeistof depositie [$\mu\text{L}/\text{cm}^2$] op blad in de perenboom per techniek en boomvak.

| Techniek | Dop | Boom | Top | Midden | Onder W | Onder O |
|-----------|------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Standaard | fijn | 1 | 1.12 | 1.26 | 0.61 | 0.37 |
| | | 2 | 1.18 | 0.54 | 0.63 | 0.39 |
| | | 3 | 1.15 | 0.86 | 0.50 | 0.57 |
| | | Gem | 1.15 | 0.89 | 0.58 | 0.44 |
| | grof | 1 | 1.40 | 0.95 | 0.91 | 0.51 |
| | | 2 | 0.79 | 0.88 | 0.75 | 0.71 |
| | | 3 | 1.45 | 0.91 | 0.85 | 0.70 |
| | | Gem | 1.21 | 0.91 | 0.84 | 0.64 |
| CDS | fijn | 1 | 0.50 | 0.50 | 0.28 | 0.22 |
| | | 2 | 0.50 | 0.50 | 0.38 | 0.29 |
| | | 3 | 0.49 | 0.41 | 0.40 | 0.29 |
| | | Gem | 0.49 | 0.47 | 0.35 | 0.27 |
| | grof | 1 | 0.50 | 0.34 | 0.31 | 0.32 |
| | | 2 | 0.33 | 0.51 | 0.56 | 0.43 |
| | | 3 | 0.05 | 0.43 | 0.48 | 0.40 |
| | | Gem | 0.29 | 0.43 | 0.45 | 0.38 |



Figuur 26 Spuitvloeistof verdeling op blad [$\mu\text{L}/\text{cm}^2$] onderscheiden naar top, midden en onder in de perenboom voor de standaard KWH dwarsstroomspuit en de KWH-CDS spuit met een fijn en een grof druppelgroottespectrum spuitdop (BBCH 71).

In alle gevallen geeft de standaard KWH dwarsstroomspuit een hogere spuitvloeistof depositie dan de KWH-CDS. Bij de standaard KWH dwarsstroomspuit geeft de grove dop onderin de boom een hogere depositie dan de fijne dop. Bij de KWH-CDS geeft de grove dop onderin een hogere depositie dan de fijne dop (niet significant). In de top geeft de KWH-CDS spuit met de fijne dop een hogere depositie dan de grove dop. Gemiddeld over alle vakken in de boom geeft de standaard KWH dwarsstroomspuit voor beide doptypen

(Tabel 22) een twee keer zo hoge depositie ($0,83 \mu\text{L}/\text{cm}^2$) dan de KWH-CDS ($0,39 \mu\text{L}/\text{cm}^2$). Het niveau van de depositie van de KWH-CDS is echter vergelijkbaar met dat van de Munckhof standaard dwarsstroom spuit in de depositiemetingen van 2011 in appel en peer (paragraaf 3.2.3). Er wordt geen verschil in depositie tussen de fijne en de grove spuitdop gevonden behalve in het onderste boomvak voor de KWH standaard dwarsstroomspuit (Tabel 23) waar de depositie van de grove spuitdop hoger is dan van de fijne spuitdop. De homogeniteit van de verdeling tussen de vakken in de boom is voor de KWH-CDS beter dan van de KWH standaard spuit. De variatiecoëfficiënt van de spuitvloeistof depositie in de boomvakken is voor de KWH standaard dwarsstroomspuit voor de fijne spuitdop 41% en voor de grove spuitdop 26%, voor de KWH-CDS is dit voor de fijne spuitdop 27% en voor de grove spuitdop 22%. Opmerkelijk is dat de depositie in de top van boom drie bij de KWH-CDS met grove dop (Tabel 21) bijna nul is, waarschijnlijk is hier de top van de boom niet goed gedetecteerd en zijn er geen spuitdoppen opengegaan of niet op de juiste plaats.

Tabel 22 Statistische analyse verschillen in spuittechniek op depositie op blad per boomvak [$\mu\text{L}/\text{cm}^2$].

| Techniek | Dop | Top | Midden | Onder W | Onder O |
|-----------|------|--------|--------|---------|---------|
| Standaard | Fijn | 1.15 a | 0.89 a | 0.58 a | 0.44 a |
| CDS | Fijn | 0.49 b | 0.47 b | 0.35 b | 0.27 b |
| Standaard | Grof | 1.21 a | 0.91 a | 0.84 a | 0.64 a |
| CDS | Grof | 0.29 b | 0.43 b | 0.45 b | 0.38 b |

Verschillende letters = verschil in spuittechniek per dootype per boomvak.

Tabel 23 Statistische analyse verschillen in dootype per spuittechniek op depositie op blad per techniek per boomvak [$\mu\text{L}/\text{cm}^2$].

| Techniek | Dop | Top | Midden | Onder W | Onder O |
|-----------|------|--------|--------|---------|---------|
| Standaard | Fijn | 1.15 a | 0.89 a | 0.58 b | 0.44 b |
| | Grof | 1.21 a | 0.91 a | 0.84 a | 0.64 a |
| CDS | Fijn | 0.49 b | 0.47 b | 0.35 c | 0.27 c |
| | Grof | 0.29 c | 0.43 b | 0.45 bc | 0.38 bc |

Verschillende letters = verschil in dootype en spuittechniek per boomvak.

Door de spuitvloeistofdepositie op blad per boomvak te vermenigvuldigen met het bladoppervlak per boomvak is uitgerekend wat de spuitvloeistofhoeveelheid per boomvak was (in mL). Dit is weergegeven Tabel 24. Daarnaast is de gemiddelde depositie op de totale bladhoeveelheid (m^2) per boomvak per techniek omgerekend naar de hoeveelheid in L/ha voor de hele boomgaard (3077 bomen) en ook in Figuur 27 gepresenteerd.

Bij de standaard KWH dwarsstroomspuit is er voor de gemiddelde spuitvloeistofdepositie op de boom een klein verschil tussen de fijne dop en de grove dop. De fijne dop gaf een hogere depositie in het midden boomvak en in het Onder-West boomvak. In het boomvak onder-Oost gaf juist de grove dop een hogere depositie dan de fijne spuitdop (Tabel 25). Dit kan mede veroorzaakt zijn doordat bij de bespuiting met de grove dop er gemiddeld altijd rugwind was en bij de fijne dop juist gemiddeld meestal zijwind.

Tabel 24 Depositie op totale bladhoeveelheid per techniek per boomvak [mL] en voor de hele boomgaard[L/ha].

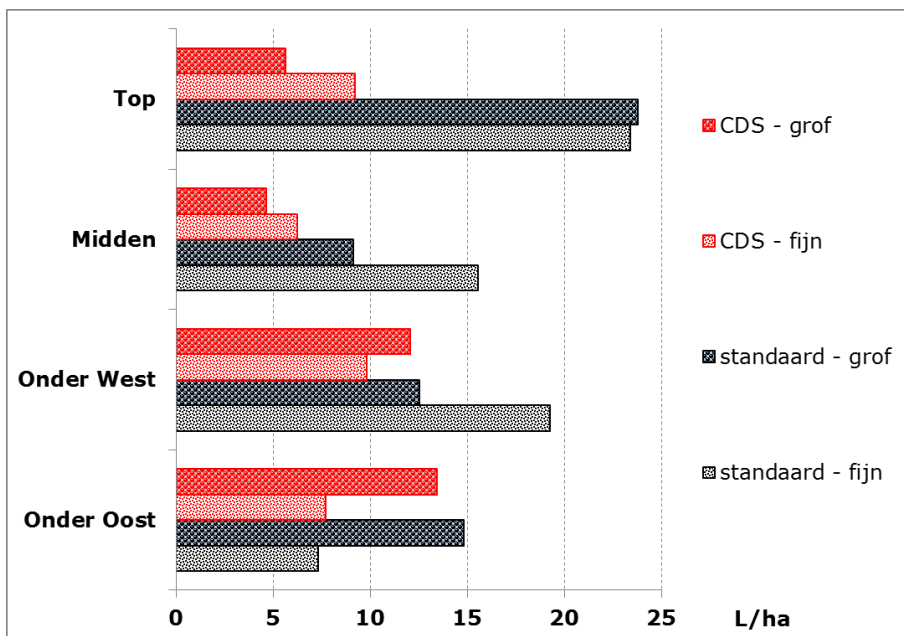
| Techniek | Dop | Boom | Top | Midden | Onder West | Onder Oost | Totaal |
|-----------|------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Standaard | fijn | 1 | 6.1 | 5.0 | 7.6 | 2.2 | 20.9 |
| | | 2 | 6.2 | 2.7 | 6.4 | 0.9 | 16.3 |
| | | 3 | 10.5 | 7.4 | 4.7 | 4.0 | 26.8 |
| | | Gem | 7.6 | 5.1 | 6.3 | 2.4 | 21.3 |
| | | L/ha | 23.4 | 15.6 | 19.2 | 7.3 | 65.5 |
| | grof | 1 | 10.3 | 2.1 | 4.3 | 5.4 | 22.1 |
| | | 2 | 6.4 | 3.5 | 4.0 | 4.3 | 18.2 |
| | | 3 | 6.5 | 3.3 | 4.0 | 4.7 | 18.5 |
| | | Gem | 7.7 | 3.0 | 4.1 | 4.8 | 19.6 |
| | | L/ha | 23.8 | 9.1 | 12.5 | 14.8 | 60.3 |
| CDS | fijn | 1 | 2.7 | 1.9 | 1.7 | 2.0 | 8.4 |
| | | 2 | 3.7 | 1.8 | 2.4 | 2.3 | 10.1 |
| | | 3 | 2.6 | 2.4 | 5.5 | 3.2 | 13.7 |
| | | Gem | 3.0 | 2.0 | 3.2 | 2.5 | 10.7 |
| | | L/ha | 9.2 | 6.3 | 9.8 | 7.7 | 33.0 |
| | grof | 1 | 3.0 | 1.2 | 2.4 | 2.9 | 9.5 |
| | | 2 | 2.1 | 2.0 | 2.9 | 4.3 | 11.3 |
| | | 3 | 0.3 | 1.4 | 6.5 | 5.9 | 14.1 |
| | | Gem | 1.8 | 1.5 | 3.9 | 4.4 | 11.6 |
| | | L/ha | 5.7 | 4.7 | 12.1 | 13.4 | 35.8 |

Ook bij de KWH-CDS is er gemiddeld over de boom een klein verschil in spuitvloeistofdepositie tussen de fijne en de grove dop. De fijne dop gaf in de top en midden boomvakken een hogere depositie dan de grove dop. Onderin gaf de grove dop een hogere depositie dan de fijne. In totaal over de hele boom is de spuitvloeistofdepositie van de standaard KWH dwarsstroomspruit bespuiting hoger dan van de KWH-CDS bespuiting (Tabel 25). Dit is voornamelijk in de top het geval, waar de depositie van de standaard KWH dwarsstroomspruit gemiddeld 2,5 tot 4 keer hoger is dan de depositie van de KWH-CDS spuit. In het midden is de depositie van de standaard KWH dwarsstroomspruit hoger dan de KWH-CDS, voornamelijk door de standaard met fijne dop. Onder in de boom is de spuitvloeistofdepositie van de standaard KWH dwarsstroomspruit en de KWH-CDS spuit vergelijkbaar.

Tabel 25 Statistische analyse verschillen in techniek op totale depositie op blad in boomvak [mL].

| Techniek | Dop | Top | Midden | Onder West | Onder Oost | Totaal |
|-----------|------|-------|--------|------------|------------|--------|
| Standaard | fijn | 7.6 a | 5.1 a | 6.3 a | 2.4 a | 21.3 a |
| CDS | fijn | 3.0 b | 2.0 b | 3.2 b | 2.5 a | 10.7 b |
| Standaard | grof | 7.7 a | 3.0 a | 4.1 a | 4.8 a | 19.6 a |
| CDS | grof | 1.8 b | 1.5 a | 3.9 a | 4.4 a | 11.6 b |

Verschillende letters = verschil in spuittechniek per doptype per boomvak.



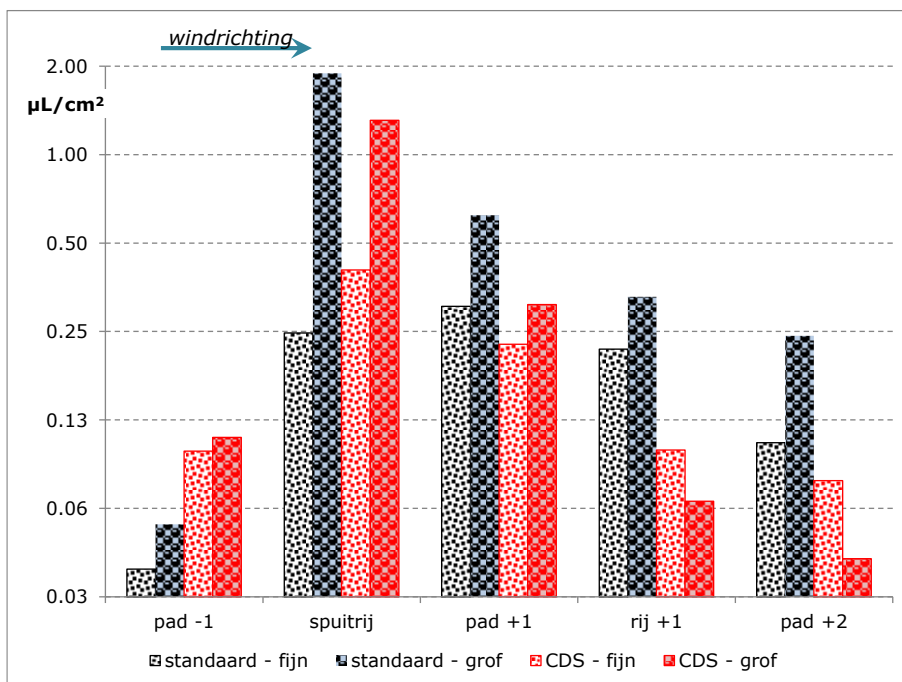
Figuur 27 Totale hoeveelheid spuitvloeistof op bladerdek in perenboom [L/ha] per boomvak bij bespuiting met standaard KWH dwarsstroomspuit en KWH-CDS spuit met een fijne en een grove spuitdop.

4.2.3 Verlies naar de grond

De meetwaarden van de depositie op de grond onder de bomen en op de grasstroken tussen de bomenrijen staan in Bijlage 4. De gemiddelde depositie op de grond is weergegeven in Tabel 26 en Figuur 28. Zoals te verwachten is de depositie wind opwaarts gering en ter hoogte van de bespoten bomen het hoogst. Dicht bij de bespoten rij is op de grond de depositie van de bespuiting met de grove dop hoger (zelfs veel hoger) dan die van de fijne dop. Bij de bespuiting met de KWH-CDS is de depositie naar de grond verder wind afwaarts kleiner dan bij de bespuiting met de standaard KWH dwarsstroomspuit. In potentie is er dus bij een bespuiting met de KWH-CDS een lagere drift dan bij de standaard KWH dwarsstroomspuit.

Tabel 26 Depositie op de grond [$\mu\text{L}/\text{cm}^2$] onder de peren bomenrij (BBCH 71) en in de paden tussen de bomenrijen bij bespuiting van een bomenrij (rij 2) met een standaard KWH dwarsstroomspuit en een KWH-CDS spuit met fijne en grove spuitdoppen.

| | | Rij | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------|------|----------------|------------|------|------------|------|---|
| Techniek | dop | pad | onder boom | pad | onder boom | pad | |
| Standaard | fijn | 0.04 | 0.25 | 0.30 | 0.22 | 0.10 | |
| | grof | 0.06 | 1.89 | 0.62 | 0.33 | 0.24 | |
| CDS | fijn | 0.10 | 0.40 | 0.23 | 0.10 | 0.08 | |
| | grof | 0.11 | 1.31 | 0.31 | 0.07 | 0.04 | |
| | | spuitrij | | | | | |
| | | windrichting → | | | | | |



Figuur 28 Spuitvloeistofdepositie op collectoren onder de perenbomen (BBCH 71) en in de paden tussen de bomenrijen bij bespuiting van de spuitrij met een standaard KWH dwarsstroomspuit en een KWH-CDS spuit met fijne en grove spuitdoppen.

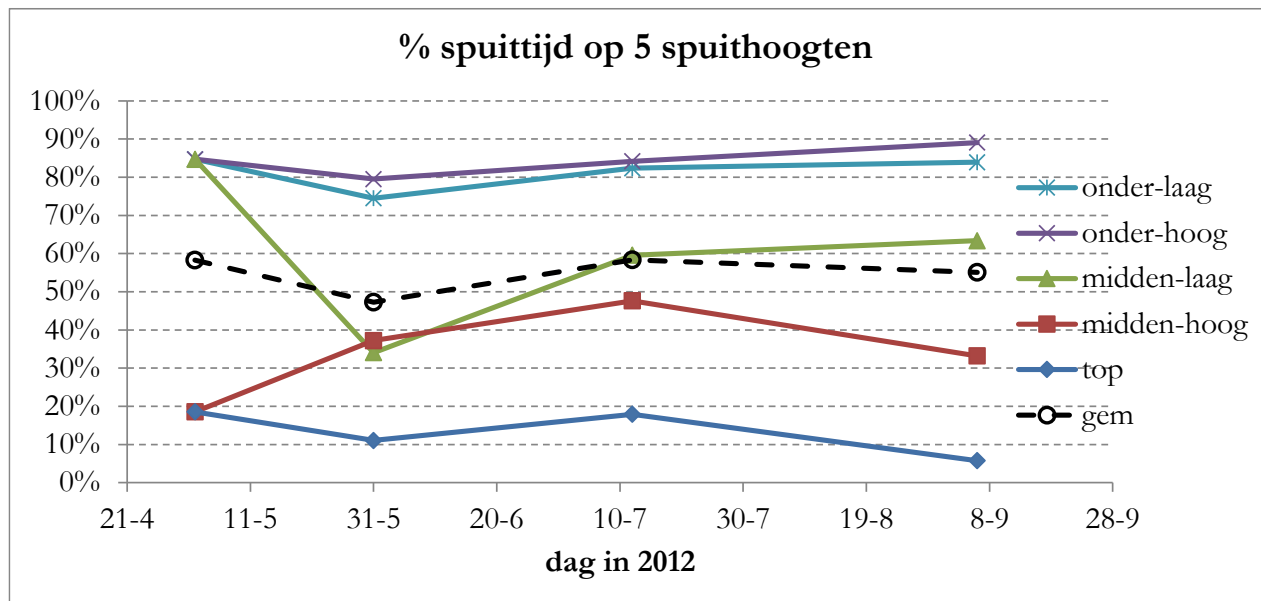
4.2.4 Besparing

Tijdens de depositiemetingen werd door gewasafhankelijk te spuiten met de KWH-CDS een spuitvolume van gemiddeld 127 l/ha gespoten terwijl de standaard KWH dwarsstroomspuit 242 l/ha spoot (Tabel 20). In groeistadium BBCH 71 van de peren werd dus het spuitvolume met 47% gereduceerd. De totale depositie in de perenbomen was ook 40-50% lager (Tabel 25), wat vooral veroorzaakt werd door lagere spuitvloeistof depositie in de top van de boom.

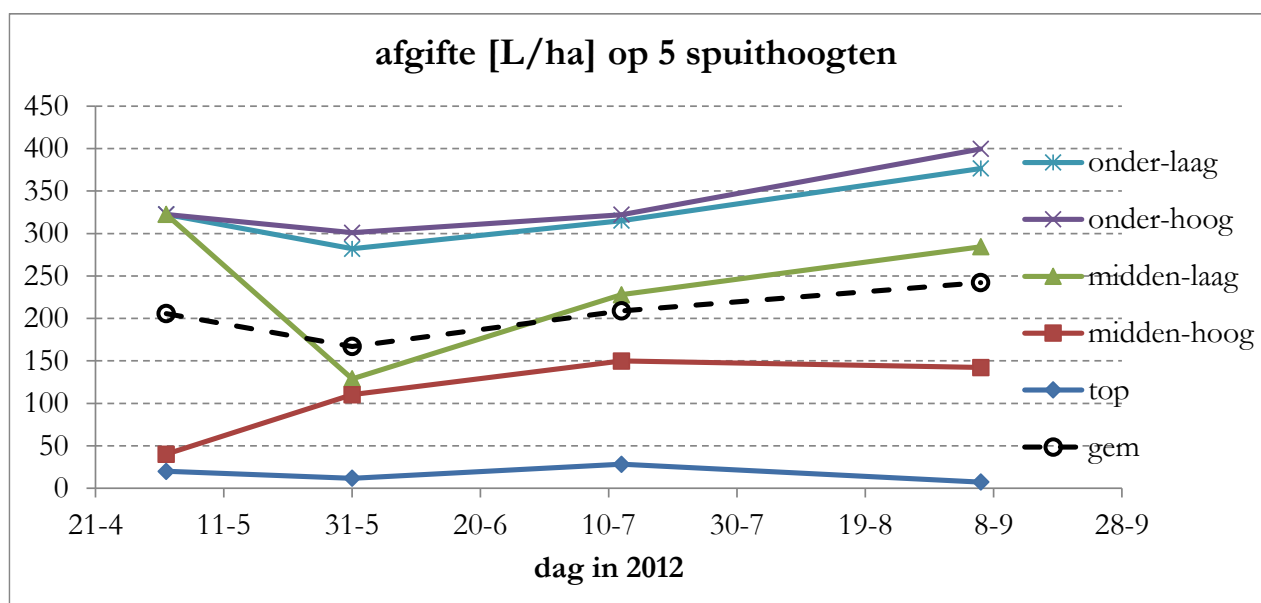
4.3 Discussie 2012

Spuitvolume aanpassing gedurende het groeiseizoen

Afhankelijk van de groeistadia gedurende het groeiseizoen en de bladontwikkeling verandert het aantal spuitdoppen dat aan/uit gaat en daardoor het spuitvolume. In Figuur 29 is te zien hoe het percentage van de tijd dat de spuitdoppen spuiten op de verschillende hoogten van het bladerdek verandert bij bespuitingen van de teler met de CDS-spuit in de praktijk. In het onderste deel van de boom spuiten de spuitdoppen 83% van de tijd, in het middelste stuk 42% van de tijd en in de top van de bomen maar 13% van de tijd. Gemiddeld over de hele bladkroonhoogte van de boom spuiten de spuitdoppen van de CDS-spuit 53% van de tijd. Spuitvolume is daardoor gerelateerd aan de bladmassa zoals in Figuur 30 aangegeven. Gedurende het groeiseizoen neemt het spuitvolume toe het onderste en middelste stuk van de bladkroon en blijft constant in het bovenste stuk van het bladerdek.



Figuur 29 Percentage van de spuittijd dat spuitdoppen spuiten op 5 hoogten van de bladkroon gedurende het groeiseizoen bij bespuiting met CDS spuit in een praktijk perenboomgaard.



Figuur 30 Spuitvolume op 5 spuihoogten van de bladkroon groeiseizoen gedurende het groeiseizoen bij bespuiting met CDS spuit in een praktijk perenboomgaard.

Gemiddeld spuitvolume gedurende het groeiseizoen was in het onderste deel van de bladkroon 330 l/ha, in het middelste stuk 155 l/ha en 17 l/ha in de top van het bladerdek. Gemiddeld over de gehele boom nam het spuitvolume toe van 170 l/ha naar 240 l/ha en was gemiddeld 200 l/ha. Afhankelijk van de plek in de boomgaard, de boomsoort en de snoeivorm en het tijdstip gedurende het groeiseizoen en dus de fenologische ontwikkeling en de bladmassa zijn reducties in spuitvolume van 49%-65% gehaald door gat detectie en Canopy Density Spraying.

De teler heeft geen verschil in biologische effectiviteit gezien tussen de standaard bespuiting (eigen spuit of de KWH als standaard dwarsstroomspuit) en de KWH-CDS spuit.

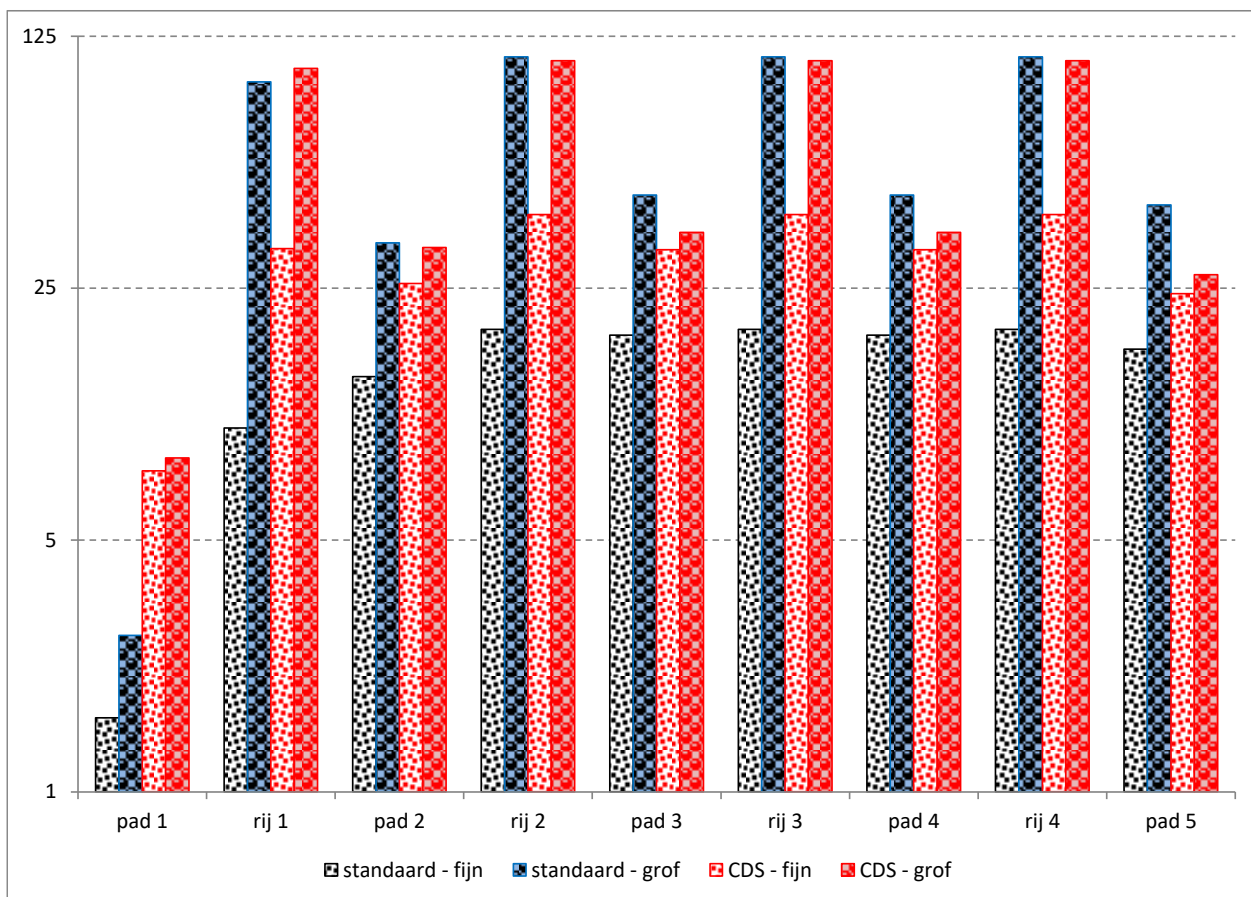
In Tabel 27 wordt een vergelijking gemaakt tussen de hoeveelheid die in totaal is uitgebracht en de hoeveelheid die op het blad in totaal is gemeten. Daarna is de verhouding tussen gemeten depositie op bladerdek en de uit de logfile berekende vloeistofafgifte van de spuit weergegeven.

Tabel 27 Relatieve depositie op bladerdek in de boom bij bespuiting van perenbomen (BBCH 71) met een standaard KWH dwarsstroomspuit en een KWH-CDS spuit met fijne en grove spuitdoppen.

| Techniek | Dop | Hoeveelheid in L/ha | | Gemeten op blad | Verhouding Gemeten/berekend |
|-----------|------|-------------------------|-----------------------|-----------------|--------------------------------|
| | | Berekend uit dopafgifte | Berekend uit logfiles | | |
| Standaard | Fijn | 190 | 242 | 65.5 | 27% |
| | Grof | 203 | - | 60.3 | 30% |
| CDS | Fijn | - | 126 | 33.0 | 26% |
| | Grof | - | 129 | 35.8 | 28% |

Bij de bespuiting met de standaard KWH dwarsstroomspuit is gemiddeld 30% van de in totaal uitgebrachte hoeveelheid op het blad gekomen. Niet zo vreemd als de boom (Figuur 24) en de open ruimte tussen de bomen in herinnering wordt genomen. In deze open ruimte spuit de CDS in principe niet en brengt dan in totaal minder uit. In totaal werd er bij de KWH-CDS ook minder op het blad teruggevonden, maar dit is wel een groter deel van het in totaal uitgebrachte volume. Het grote verschil tussen de totale depositie op de boom tussen de standaard KWH dwarsstroomspuit en de KWH-CDS is wel de grote depositie van de standaard KWH dwarsstroomspuit in de top van de boom. De vraag is dan of er in dat boomvak voor de standaard KWH dwarsstroomspuit sprake is van overdosering?

De depositie op de grond in de boomgaard kan bepaald worden door de depositie gemeten bij de individuele rijbespuiting op te tellen voor meerdere rij bespuitingen. De berekende overlap van de depositie onder de bomenrij en de paden tussen de bomenrijen wordt voor een bespuiting van 4 rijen weergegeven in Figuur 31. Hieruit volgt dat in de paden tussen de rijen bij de standaard KWH dwarsstroomspuit 19% van het uitgebrachte spuitvolume op de grond ligt wanneer de fijne spuitdop gebruikt wordt en 45% bij gebruik van de grove spuitdop. Voor de KWH-CDS spuit is dit respectievelijk 32% en 36%. Onder de bomenrij ligt bij een bespuiting met de KWH standaard dwarsstroomspuit en de fijne spuitdop 19% en bij gebruik van de grove dop 109%. Bij een bespuiting met de KWH-CDS ligt onder de bomenrij bij gebruik van de fijne spuitdop 40% van het uitgebrachte spuitvolume en 107% bij gebruik van de grove spuitdop.



Figuur 31 Berekende spuitvloeistofdepositie (% van de dosering) op de grond onder de bomenrijen en op de paden tussen de bomenrijen bij bespuiting van meerdere boomrijen van peren (BBCH 71) met een standaard KWH dwarsstroomspruit en een KWH-CDS spruit met fijne en grove spuitdoppen.

Door de gegevens uit de spuitvloeistofdepositiemetingen te combineren en de gegevens van het boomsegment niveau te vertalen naar het boomgaard niveau kan een soort massabalans gemaakt worden. In Tabel 28 staan de totaal teruggevonden hoeveelheden spuitvloeistof in bladerdek van de bomen en op de grond tussen en onder de bomenrijen per hectare. In totaal werd bij de standaard KWH dwarsstroomspruit met fijne spuitdoppen 111 l/ha teruggevonden en bij gebruik van de grove spuitdoppen 217 l/ha. Bij de KWH-CDS spruit werd in totaal 78 l/ha teruggevonden bij gebruik van de fijne spuitdop en 128 l/ha bij gebruik van de grove spuitdop.

Tabel 28 Spuitvloeistofdepositie (l/ha) op bladerdek in de boom, op de grond tussen en onder de bomen bij bespuiting van perenbomen (BBCH 71) met een standaard KWH dwarsstroomspruit en een KWH-CDS spruit met fijne en grove spuitdoppen.

| Spuitvolume - depositie plat vlak | | | l/ha | | | |
|-----------------------------------|------|-----|------------|----------|---------|--------|
| Techniek | Dop | Pad | Onder boom | Op grond | In boom | Totaal |
| Standaard | fijn | 45 | 46 | 46 | 66 | 111 |
| | grof | 92 | 222 | 157 | 60 | 217 |
| CDS | fijn | 40 | 50 | 45 | 33 | 78 |
| | grof | 46 | 138 | 92 | 36 | 128 |

Worden deze teruggevonden hoeveelheden gerelateerd aan het uitgebrachte spuitvolume bij de verschillende spuittypen en spuitdoppen (Tabel 29) dan ziet men dat in totaal bij de standaard KWH dwarsstroomspruit met fijne spuitdoppen maar 46% van de spuitvloeistofhoeveelheid teruggevonden wordt. Bij gebruik van de grove spuitdop op de standaard KWH dwarsstroomspruit werd 107% van het uitgebrachte spuitvolume

teruggevonden. Bij de KWH-CDS werd bij gebruik van de fijne spuitdop 62% en bij de grove spuitdop 99% teruggevonden van het uitgebrachte spuitvolume.

Tabel 29 *Spuitsloefstofdepositie (% van de dosering) op bladerdek in de boom, op de grond en totaal bij bespuiting van perenbomen (BBCH 71) met een standaard KWH dwarsstroomspruit en een KWH-CDS spuit met fijne en grove spuitdoppen.*

| Techniek | Dop | Op grond | In boom | Totaal |
|-----------|------|----------|---------|--------|
| Standaard | Fijn | 19 | 27 | 46 |
| | Grof | 77 | 30 | 107 |
| CDS | Fijn | 36 | 26 | 62 |
| | Grof | 71 | 28 | 99 |

Duidelijk is dan ook dat vooral bij de grove spuitdop het grootste gedeelte op de grond ligt (71%-77%) en niet in de boom terecht komt. Dit is zeker een punt van zorg en moet verder onderzocht worden hoe dit verbeterd kan worden zodat er van het uitgebrachte spuitvolume een groter gedeelte in de boom terecht komt. De fractie spuitsloefstofdepositie in de boom ligt nu tussen de 26% en 30%. Wordt de depositie in de boom verhoogd dan kan daarmee de dosering aan gewasbeschermingsmiddelen verlaagd worden en is impliciet bij gelijkblijvende drift de emissie naar oppervlaktewater lager. Bovendien is dan het risico voor uitspoeling naar grondwater en door drainage naar het oppervlaktewater ook aanzienlijk lager.

Omdat in de proefopzet niet expliciet gekozen is voor depositiemetingen met en zonder VLOS systeem actief kunnen er geen uitspraken gedaan worden over de effecten van de variabele luchtondersteuning op de depositie in de bladkroon op het blad en op de grond onder de bomen. De gepresenteerde uitkomsten kunnen dus een effect zijn van het CDS-systeem en/of van het VLOS-systeem.

4.4 Conclusies 2012

CDS heeft minder spuitvloeistof uitgebracht, 40-50 L/ha ipv 200L/ha.

Tijdens de depositiemetingen werd in groeistadium BBCH 71 van de perenboom door gewasafhankelijk spuiten met de KWH-CDS spuit een spuitvolume van gemiddeld 127 l/ha gespoten terwijl de standaard KWH dwarsstroomspruit 242 l/ha spoot. In dit groeistadium van de peren werd het spuitvolume door gebruik van de KWH-CDS spuit dus met 47% gereduceerd. De totale depositie in de perenbomen was ook 40-50% lager, wat vooral veroorzaakt werd door lagere spuitvloeistof depositie in de top van de boom.

Depositie op blad door CDS is lager dan standaard, met name in top.

Bij de standaard KWH dwarsstroomspruit is er voor de gemiddelde spuitvloeistofdepositie op de boom een klein verschil tussen de fijne dop en de grove dop. De fijne dop gaf een hogere depositie in het midden boomvak en in het Onder-West boomvak. In het boomvak onder-Oost gaf juist de grove dop een hogere depositie dan de fijne spuitdop.

Bij de KWH-CDS is er gemiddeld over de boom een klein verschil in spuitvloeistofdepositie tussen de fijne en de grove dop. De fijne dop gaf in de top en midden boomvakken een hogere depositie dan de grove dop. Onderin gaf de grove dop een hogere depositie dan de fijne.

In totaal over de hele boom (BBCH 71) is de spuitvloeistofdepositie van de standaard KWH dwarsstroomspruit bespuiting hoger ($0,83 \mu\text{L}/\text{cm}^2$) dan van de KWH-CDS bespuiting ($0,39 \mu\text{L}/\text{cm}^2$). Dit is voornamelijk in de top het geval, waar de depositie van de standaard KWH dwarsstroomspruit gemiddeld 2,5 tot 4 keer hoger is dan de depositie van de KWH-CDS spuit. In het midden is de depositie van de standaard KWH dwarsstroomspruit hoger dan de KWH-CDS, voornamelijk door de standaard met fijne dop. Onder in de boom is de spuitvloeistofdepositie van de standaard KWH dwarsstroomspruit en de KWH-CDS spuit vergelijkbaar.

De homogeniteit van de verdeling tussen de vakken in de boom is voor de KWH-CDS beter dan van de KWH standaard spuit. De variatiecoëfficiënt van de spuitvloeistof depositie in de boomvakken is voor de KWH standaard dwarsstroomspruit voor de fijne spuitdop 41% en voor de grove spuitdop 26%, voor de KWH-CDS is dit voor de fijne spuitdop 27% en voor de grove spuitdop 22%.

Depositie op de grond

Duidelijk is dat vooral bij de grove spuitdop het grootste gedeelte van de uitgebrachte spuitvloeistof op de grond ligt (71%-77%) en niet in de boom terecht komt. Dit is zeker een punt van zorg en moet verder onderzocht worden hoe dit verbeterd kan worden zodat er van het uitgebrachte spuitvolume een groter gedeelte in de boom terecht komt. De fractie spuitvloeistofdepositie in de boom ligt nu tussen de 26% en 30%. Wordt de depositie in de boom verhoogd dan kan daarmee de dosering aan gewasbeschermingsmiddelen verlaagd worden en is impliciet bij gelijkblijvende drift de emissie naar oppervlaktewater lager. Bovendien is dan het risico voor uitspoeling naar grondwater en door drainage naar het oppervlaktewater ook aanzienlijk lager.

- CDS heeft in potentie een lagere drift
- Gebruiksreductie in praktijk
- Bladmassa ontwikkeling aan bomen gedurende het jaar, zoals gemeten met de sensor
- Spuitvolume reductie gedurende het jaar op basis van sensor waarnemingen

5 Conclusies

Vergelijking standaard dwarsstroomspruit en KWH dwarsstroomspruit

De als dwarsstroom gebruikte KWH had een andere verticale verdeling dan de standaard Munckhof dwarsstroomspruit. De standaard Munckhof had een gelijkmatig verdelingspatroon met de hoogte, het patroon van de KWH vertoonde een toename in afgifte vanaf 2 m hoogte. Voor de standaard dwarsstroomspruit en de KWH was gemiddeld over de boomvakken de spuitvloeistofdepositie gelijk en in de spilvormige perenbomen $0,32 \mu\text{L}/\text{cm}^2$, in de V-haag perenbomen $0,36 \mu\text{L}/\text{cm}^2$ en in de spilvormige appelbomen $0,38 \mu\text{L}/\text{cm}^2$ (BBCH 91-92). Maar in overeenstemming met de verticale verdeling had de KWH een hogere depositie bovenin de boom, daardoor was ook de variatiecoëfficiënt van de spuitvloeistofverdeling over de boomvakken voor de KWH hoger dan voor de standaard dwarsstroomspruit, respectievelijk 90% en 37% in de spilvormige perenbomen, 42% en 28% in de V-haag perenbomen en 74% en 36% in de spilvormige appelbomen.

In de spilvormige perenbomen gaf de standaard spuittechniek onderin en middenin de boom een hogere spuitvloeistof depositie dan de KWH. In de top van de spilvormige perenboom gaf de KWH een hogere depositie dan de standaard.

In de V-haag vormige perenbomen gaf de standaard spuittechniek onderin de boom een hogere spuitvloeistofdepositie dan de KWH. In de top van de V-haag perenboom gaf de KWH een hogere depositie dan de standaard. In het middenstuk van de perenbomen was de depositie van de standaard en de KWH gelijk.

In de spilvormige appelboom gaf de standaard spuittechniek onderin de boom een hogere spuitvloeistofdepositie dan de KWH. In de top van de boom gaf de KWH een hogere depositie dan de standaard. In het middenstuk van de boom was de depositie van de standaard spuittechniek gelijk aan die van de KWH.

Spruitvolume reductie CDS

Tijdens de bespuiting van de perenbomen (BBCH 71) was het spuitvolume van de standaardspuit 240 l/ha en van de KWH-CDS 125 l/ha met de standaard werveldoppen en 130 l/ha met de 90% driftreducerende venturi werveldoppen. Deze besparing aan spuitvolume van 46% wordt vooral gerealiseerd doordat de KWH-CDS de gaten tussen de bomen niet spuit.

Afhankelijk van de plek in de boomgaard, de boomsoort en de snoeivorm en het tijdstip gedurende het groeiseizoen en dus de fenologische ontwikkeling en de bladmassa zijn bij bespuitingen in de praktijk reducties in spuitvolume van 49%-65% gehaald door gat detectie en Canopy Density Spraying.

Spruitvloeistof depositie in bladerdek van de boom

De hoogte van de spuitvloeistofdepositie in de verschillende vakken in de perenboom was voor de KWH-CDS vergelijkbaar ($0,4 \mu\text{L}/\text{cm}^2$) als van de Munckhof dwarsstroom (referentie) maar lager dan van de KWH dwarsstroom ($0,8 \mu\text{L}/\text{cm}^2$). De spuitvloeistofverdeling over de vakken in de boom was voor de KWH-CDS homogener dan van de KWH dwarsstroomspruit en de Munckhof dwarsstroomspruit. Verrekend met het bladvolume van de perenboom wordt er bij de KWH-CDS 35 l/ha van de uitgebrachte 130 l/ha in de boom op het blad teruggevonden (27%) en bij de KWH dwarsstroom 60 l/ha van de uitgebrachte 240 l/ha (25%). Alhoewel de KWH-CDS 46% minder spuitvolume uitbrengt wordt er een vergelijkbare hoeveelheid op blad in de boom terug gevonden als bij de standaard dwarsstroomspruit.

Emissie naar de grond

Op de grond tussen en onder de bomen ligt gemiddeld bij de CDS-KWH en de standaard KWH dwarsstroom spuit 45 l/ha bij gebruik van de standaard werveldop (respectievelijk 36% en 19% van het uitgebrachte spuitvolume). Bij gebruik van een 90% driftreducerende werveldop werd bij de KWH dwarsstroomspruit 210 l/ha op de grond teruggevonden (77% van het spuitvolume) en bij de CDS-KWH 128 l/ha (71% van het spuitvolume). Duidelijk is dat er door toepassing van de 90% driftreducerende venturi doppen, in groeistadium BBCH 71, meer op de grond onder de bomen terecht komt dan bij gebruik van standaard werveldoppen.

Uit de teruggevonden hoeveelheden spuitvloeistof blijkt dat er een beperkte hoeveelheid op het doel terecht komt, in het bladerdek (12%-24% in 2011 en 26%-30% in 2012). Bovendien is dit in sterke mate afhankelijk van het type boomgaardspuit en de gebruikte doptypen. De spuittechnieken kunnen dus nog verbeterd worden zodat er meer van de uitgebrachte spuitvloeistof op het gewas komt en minder op de grond eronder, hiervoor is vervolgonderzoek nodig. Door een hogere depositie in het gewas kan de dosering verlaagd worden en neemt bij gelijkblijvende driftreductie de emissie naar oppervlaktewater toch verder af.

Literatuur

- Achten V.T.J.M., R.P. van Zuydam, J.C. van de Zande & P.G. Andersen, 2003. Development of a canopy density adjusted segmented cross-flow orchard sprayer equipped with a canopy contour guidance system (PreciSpray). In: Werner A & Jarfe A (eds). Programme book of the joint conference of ECPA-ECPLF. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, 2003. 343-344
- Balsari, P., G. Doruchowski, P. Marucco, M. Tamagnone, J.C. van de Zande, M. Wenneker, 2008. A System for adjusting the Spray Application to the Target Characteristics. Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal. Manuscript Alnarp 08 002. Vol. X., 1-11.
- Cross, J. V. & P. J. Walklate, 2008. The UK PACE Scheme for Adjusting the Dose to Suit Apple Crops. Agricultural Engineering International: the CIGR EJournal. Manuscript ALNARP 08 003. Vol. X. May, 2008.
- Precisie landbouw, 2012. Sensispray op precisie landbouw website:
<http://www.precisielandbouw.eu/index.php/dossiers/33-sensispray-plaatsspecifieke-dosering-van-middelen>
- Doruchowski G, Balsari P, Marucco P, Zande van de J C, Wenneker M. 2012. Crop Adapted Spray Application (CASA) – precise and safe plant protection in fruit growing. Aspects of Applied Biology 114, International Advances in Pesticide Application 2012. 129-136.
- Doruchowski G, Swiechowski W, Holownicki R, Godyn A. 2009. Environmentally-Dependent Application System (EDAS) for safer spray application in fruit growing. Journal of Horticultural Science & Biotechnology (2009) ISAFRUIT Special Issue: 107-112.
- EU/2000/60, 2000. RICHTLIJN 2000/60/EG VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD van 23 oktober 2000 tot vaststelling van een kader voor communautaire maatregelen betreffende het waterbeleid.
- Heijne B, Wenneker M & Zande JC van de, 2004. Biological efficacy of a prototype segmented canopy density orchard sprayer. International advances in pesticide application. Aspects of Applied Biology 71(2004):
- ISO 10625, 2005. Equipment for crop protection - Sprayer nozzles - Colour coding for identification. International Standardisation Organisation, Geneva.
- ISO-22522, 2007. Crop protection equipment — Field measurement of spray distribution in tree and bush crops. International Standardisation Organisation, Geneva.
- Kempenaar, C., H.S. Oosterhuis, A.M. van der Lans, D.A. van der Schans, E.S.C. Stilma, V.J.C. Hendriks-Goossens, B.R. Verwijs, C.A.P. van Wijk & J.C. van de Zande, 2010. Ontwikkeling van het prototype van SensiSpray in de gewassen aardappel en tulp. Wageningen UR Plant Research International, Plant Research International Nota 667, Wageningen, 2010. 18p.
- Koch H & Weisser P, 2000. Sensor equipped orchard spraying – efficacy, savings and drift reduction. Pesticide application. Aspects of Applied Biology 57: 357-362.
- Koch, H. and P. Weisser. 2002. Expression of dose rate with respect to orchard sprayer function. Aspects of Applied Biology, 66(2002): 353-358.
- Lechler, 2012. Documentatie Lechler VarioSelect spuitdophouders.
[lechler agrar zubehoer varioselect en.pdf](#)
- Meron M, Van de Zande JC, Van Zuydam RP, Heijne B, Shragai M, Liberman J, Hetzroni A, Andersen PG & Shimborsky E, 2003. Tree shape and foliage volume guided precision orchard sprayer - the PreciSpray FP5 project.). Stafford J & Werner A (eds). Precision agriculture. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, 2003. 411-416.
- Michielsen, J.M.G.P., A.T. Nieuwenhuizen, J.C. van de Zande, M. Wenneker, H. Stallinga & P. van Velde, 2014. Canopy density spraying in orchards in the Netherlands. International Advances in Pesticide Application, Aspects of Applied Biology 122, 2014. p. 9-16.
- Molto M, Martin B & Gutierrez A, 2001. Pesticide loss reduction by automatic adaptation of spraying on globular trees. Journal of Agricultural Engineering Research, 78(2001)1:35-41.
- Nieuwenhuizen, A.T. & J.C. van de Zande, 2012. Development of sensor guided precision sprayers. Advances in Pesticide Application. Aspects of Applied Biology 114. p. 121-128.
- Sijbrandij, F.D., A.T. Nieuwenhuizen & J.C. van de Zande, 2012. Dose algorithms for a sensor guided orchard sprayer. Advances in Pesticide Application. Aspects of Applied Biology 114. p. 461-464.

- Solanelles F, Planas S, Escola A & Rosell JR, 2002. Spray application efficiency of an electronic control system for proportional application to the canopy. *International advances in pesticide application. Aspects of Applied Biology* 66(2002):139-146.
- Sutton, T.B. & C.R. Unrath, 1984. Evaluation of the tree-row-volume concept with density adjustments in relation to spray deposits in apple orchards. *Plant Disease* 68(1984): 480-484.
- Sutton, T.B. & C.R. Unrath, 1988. Evaluation of the Tree-Row-Volume Model for Full-Season Pesticide Application on Apples. *Plant Disease*. 72(1988): 629-632.
- Toews, R.-B., R. Friessleben, 2012. Dose rate expression – Need for harmonization and consequences of Leaf Wall Area approach. *Erwerbs-Obstbau* (2012)54:49-53.
- Wenneker M, Heijne B, van de Zande JC. 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.
- Wenneker M, Zande van de J C, Meuleman J, Doruchowski G, Balsari P, Marucco P. 2009. Advanced spraying techniques in fruit growing--the ISAFRUIT project--towards safer and better quality of fruit. *Communications in agricultural and applied biological sciences* 74 (1): 67-74.
- Wenneker, M., J.C. van de Zande, J. Meuleman, 2010. Development of a crop health sensor (CHS): early detection of apple scab in apple leaves In: *Proceedings of 8th National Conference on Efficient Crop Protection Techniques (Racjonalna Technika Ochrony Roślin)*, 14-15 Oct 2009, Skierniewice, Poland.
- Wenneker, M., A.T. Nieuwenhuizen, J.C. van de Zande, P. Balsari, G. Doruchowski, & P. Marucco, 2012. Advanced drift reduction in orchard spraying. *Advances in Pesticide Application. Aspects of Applied Biology* 114. p. 421-428.
- Wenneker, M.; Nieuwenhuizen, A.T.; Zande, J.C. van de (2012). Innovations in orchard spraying: Sensor guided precision sprayers. In: *Book of abstracts: 8th International Conference on Integrated Fruit Production (IFP)*, Kuşadası, Turkey, 07-12 October, 2012.
- Zande JC van de, Michielsen JMGP, Achten VTJM, Porskamp HAJ & Stallinga H, 2003. Set-up and verification of a segmented cross-flow CDS orchard sprayer equipped with a canopy contour guidance system. In: Balsari P, Doruchowski 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. 97-108.
- Zande JC van de & Achten VTJM, 2005. Precision agriculture in plant protection technique. *Annual Review of Agricultural Engineering* 4(2005)1:217-228.
- Zande JC van de, Achten VTJM, Wenneker M & Heijne B, 2006. Development of crop adapted spray techniques in orchard spraying. In: Doruchowski, G.(ed.). *Materialy z VI Konferencji Racjonalna Technika Ochrony Roslin*. Skierniewice 4-5 października 2006 r. Instytut Sadownictwa i Kwiaciarnictwa, Skierniewice, Poland, 2006. 115-127.
- Zande, J.C. van de, J. Meuleman, & M. Wenneker, 2009a. Early detection of apple scab in apple leaves; development of a crop health sensor (CHS). In: Wenneker & Van de Zande (eds). *SuProFruit 2009 - , 10th International Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing – Book of Abstracts*, Wageningen: 28-29.
- Zande, J.C. van de, V.T.J.M. Achten, C. Kempenaar, J.M.G.P. Michielsen, D. van der Schans, J. de Boer, H. Stallinga, P. van Velde, B. Verwijs, 2009b. SensiSpray: site-specific precise dosing of pesticides by on-line sensing. In: E.J. van Henten, D. Goense, C. Lokhorst ed. *Precision Agriculture '09*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen. 2009. 785-792.
- Zande, J.C. van de, V.T.J.M. Achten, H.T.A.M. Schepers, A. van der Lans, C. Kempenaar, J.M.G.P. Michielsen, H. Stallinga & P. van Velde, 2010. Precision disease control in bed-grown crops. In: E.C. Oerke (eds.) *Precision crop protection – the challenge and use of heterogeneity*, Springer, Heidelberg, 2010. 403-416.

Bijlage 1 Voorbeeld Logfile

| EXCEL-KOLOM | A | B | C | D | E | F |
|-------------|--------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Term | MsTick | InputGpsHr | InputGpsMin | InputGpsSec | InputGpsLat | InputGpsLon |
| Voorbeeld | 224300 | 11 | 58 | 41 | 51.80464 | 5.308275 |

| G | H | I | J | K | L |
|------------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|----------------|
| InputGpsGeoidSep | InputGpsAntHght | InputGpsHdop | InputGpsQual | InputGpsNsvs | InputGpsBaseId |
| 46.1 | 4.3 | 0.8 | 2 | 10 | 0 |

| M | N | O | P | Q | R |
|------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| InputGpsDiffCorr | InputGpsRDx | InputGpsRDy | FieldNumber | PointInField | PointInZone |
| 3.4E+38 | 149556.3 | 424003.5 | 1 | 0 | 0 |

| S | T | U | V |
|------------|---------------|-----------|--------------------|
| InputSpeed | InputPressure | InputFlow | InputOperationMode |
| 1.65 | 6.82 | 0 | 2 |

| W | X | Y |
|---------------|----------------------|------------------------|
| InputVLOSMODE | InputVLOSSensorValue | InputVLOSLinacPosition |
| 0 | 580 | 438 |

| Z | AA | AB | AC | AD |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| InputNozzleVenturi | NozzleFlow(@3bar)1 | NozzleFlow(@3bar)2 | NozzleFlow(@3bar)3 | NozzleFlow(@3bar)4 |
| 10 | 0.209 | 0.203 | 0.275 | 0.301 |

| AE | AF | AG | AH | AI | AR |
|------------|--------------------|-------------------|--------------|-----------------|------------------|
| VenturiBtn | InputSectionNumber | InputValvesNumber | NozzlesTotal | NozSecTotal1.00 | NozSecTotal10.00 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| AS | AT | AU | AV | BE |
|--------------|--------------------|-----------------|--------------------|---------------------|
| SprayFlowOut | OutputValvesNumber | NozzlesTotalOut | NozSecTotalOut1.00 | NozSecTotalOut10.00 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| BF | BG | BH | BI | BP |
|---------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| SectionsTotal | SectionValue1.00 | SectionValue2.00 | SectionValue3.00 | SectionValue10.00 |
| 0 | NaN | NaN | NaN | NaN |

| BQ | BR | BS | BT | BU | CC |
|--------------|---------------|----------|--------------------|--------------------|---------------------|
| TreeTypeLeft | TreeTypeRight | RowWidth | SectionDensity1.00 | SectionDensity2.00 | SectionDensity10.00 |
| 0 | 0 | 3.25 | 0 | 0 | 0 |

Overview log file CDS KWH sprayer

| A | B | C | D | E |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| NozzleFlow(@3bar)1 | NozzleFlow(@3bar)2 | NozzleFlow(@3bar)3 | NozzleFlow(@3bar)4 | InputNozzleVenturi |
| 0.209489 | 0.202943 | 0.274955 | 0.301141 | 10 |

| F | G | H | I | J |
|---------------|------------------|-------------|----------|---------------------|
| TotalSpray[L] | TotalDistance[m] | RowWidth[m] | Area[ha] | VolumeApplied[l/ha] |
| 88.29592 | 3852.562 | 3.25 | 1.252083 | 70.51924 |

Bijlage 2 Spuitdata en logdata 2012

| Dag met logdata | Spuitdagen Teler 2012 | Totaal uitgebracht [L] | Oppervlak [ha] | Dosering [l/ha] | Handmatig / automatisch |
|-----------------|------------------------|------------------------|----------------|-----------------|-------------------------|
| 1-5-2012 | | 15 | 0.11 | 138 | |
| | | 9 | 0.10 | 92 | |
| 2-5-2012 | captan + score | 91 | 1.22 | 75 | |
| 4-5-2012 | | 19 | 0.19 | 103 | |
| | | 18 | 0.19 | 95 | |
| | | 4 | 0.03 | 128 | |
| | | 6 | 0.06 | 116 | |
| | | 8 | 0.06 | 126 | |
| | | 19 | 0.15 | 122 | |
| 5-5-2012 | | 1045 | 4.20 | 248 | |
| 11-5-2012 | captan | 347 | 1.38 | 251 | |
| | | 113 | 0.96 | 117 | |
| | | 1074 | 3.89 | 276 | |
| 19-5-2012 | | 621 | 2.46 | 253 | |
| | | 624 | 2.12 | 295 | |
| 21-5-2012 | captan | 0 | 0 | 0 | |
| 22-5-2012 | | 88 | 1.25 | 71 | auto |
| 31-5-2012 | | 81 | 0.78 | 104 | auto |
| 1-6-2012 | mancozeb | - | 7.11 | - | |
| 5-6-2012 | | 10 | 0.05 | 213 | hand |
| | | 1241 | 5.42 | 229 | - |
| 7-6-2012 | | 155 | 1.04 | 149 | hand |
| 12-6-2012 | savona + addit | - | 3.09 | - | |
| 13-6-2012 | | 2143 | 5.35 | 401 | - |
| 19-6-2012 | captan | 968 | 4.63 | 209 | - |
| | | 250 | 0.77 | 326 | hand |
| 20-6-2012 | | 180 | 1.55 | 116 | hand |
| 28-6-2012 | | 109 | 0.61 | 179 | hand |
| | | 158 | 0.44 | 360 | hand |
| 30-6-2012 | savona + addit | 131 | 0.74 | 177 | hand |
| 3-7-2012 | | 1 | 0.01 | 117 | |
| 12-7-2012 | captan | 5 | 0.06 | 79 | |
| 31-7-2012 | captan | | | | |
| 18-8-2012 | captan | | | | |
| 23-8-2012 | late-val | - | 1.17 | - | |
| 1-9-2012 | | 131 | 0.66 | 198 | |
| 2-9-2012 | capan + late-val | | | | |
| 5-9-2012 | | 699 | 3.27 | 214 | |
| 6-9-2012 | boniprotect (gedeelte) | - | 1.15 | - | |
| 16-9-2012 | boniprotect (gedeelte) | - | 0.76 | - | |
| 1-10-2012 | captan (na oogst) | 262 | 1.56 | 167 | |
| 15-11-2012 | captan (na oogst) | - | - | - | |

Bijlage 3 Emissie naar de grond 2011

Depositie op de grond ($\mu\text{l}/\text{cm}^2$) onder de bomen (0, 3) en op de grasstrook (-1.5, 1.5, 4.5) bij een bespuiting met een standaard dwarsstroom, een KWH dwarsstroom en een KWH-CDS boomgaardspuit in twee boomvormen peren (spil, V-haag) en appel (spil).

| rij | Boom Techniek positie | Spil | | | V-haag | | | Appel | | |
|-----|-----------------------------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|
| | | Standaard | KWH | CDS | Standaard | KWH | CDS | Standaard | KWH | CDS |
| 1 | -1.5 | 0.14 | 0.07 | 0.28 | 0.15 | 0.13 | 0.14 | 0.11 | 0.01 | 0.05 |
| | 0 | 0.19 | 0.19 | 0.24 | 0.16 | 0.43 | 1.35 | 0.25 | 0.27 | 1.14 |
| | 1.5 | 0.24 | 0.39 | 0.19 | 0.07 | 0.07 | 0.47 | 0.15 | 0.27 | 0.45 |
| | 3 | 0.04 | 0.03 | 0.07 | 0.09 | 0.01 | 0.14 | 0.10 | 0.03 | 0.18 |
| | 4.5 | 0.06 | 0.05 | 0.28 | 0.05 | 0.02 | 0.18 | 0.05 | 0.17 | 0.19 |
| 2 | -1.5 | 0.20 | 0.07 | 0.27 | 0.23 | 0.19 | 0.52 | 0.23 | 0.02 | 0.02 |
| | 0 | 0.23 | 0.24 | 0.32 | 0.20 | 0.20 | 1.24 | 0.25 | 0.36 | 1.11 |
| | 1.5 | 0.21 | 0.14 | 0.36 | 0.11 | 0.05 | 0.42 | 0.29 | 0.08 | 0.78 |
| | 3 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.10 | 0.03 | 0.12 | 0.08 | 0.01 | 0.39 |
| | 4.5 | 0.06 | 0.10 | 0.18 | 0.07 | 0.02 | 0.23 | 0.09 | 0.06 | 0.18 |
| 3 | -1.5 | 0.10 | 0.03 | 0.45 | 0.14 | 0.20 | 0.20 | 0.09 | 0.01 | 0.01 |
| | 0 | 0.19 | 0.07 | 0.50 | 0.18 | 0.19 | 1.45 | 0.19 | 0.26 | 1.25 |
| | 1.5 | 0.17 | 0.20 | 0.36 | 0.11 | 0.08 | 0.13 | 0.17 | 0.08 | 0.46 |
| | 3 | 0.05 | 0.05 | 0.07 | 0.06 | 0.02 | 0.30 | 0.14 | 0.04 | 0.29 |
| | 4.5 | 0.05 | 0.11 | 0.21 | 0.06 | 0.03 | 0.10 | 0.12 | 0.08 | 0.19 |
| 4 | -1.5 | 0.15 | 0.07 | 0.24 | 0.10 | 0.08 | 0.15 | 0.08 | 0.01 | 0.02 |
| | 0 | 0.16 | 0.10 | 0.50 | 0.22 | 0.21 | 0.90 | 0.19 | 0.33 | 1.11 |
| | 1.5 | 0.21 | 0.12 | 0.44 | 0.13 | 0.06 | 0.28 | 0.20 | 0.05 | 0.46 |
| | 3 | 0.10 | 0.03 | 0.06 | 0.08 | 0.04 | 0.09 | 0.13 | 0.02 | 0.12 |
| | 4.5 | 0.06 | 0.05 | 0.15 | 0.07 | 0.03 | 0.26 | 0.07 | 0.07 | 0.28 |

Bijlage 4 Emissie naar de grond 2012

Depositie op de grond ($\mu\text{l}/\text{cm}^2$) onder de bomen (plek 2, 4) en op de grasstrook (plek 1, 3, 5) bij een bespuiting met een KWH dwarsstroom boomgaardspuit met albus ATR lila (fijn) en TVI80075 (grof) spuitdoppen en een KWH-CDS met ATR wit+ATRLila (fijn) en TVI800050 en TVI800075 (grof) spuitdoppen in peren (spil boomvorm)

| Plek | Lila | Grof | CDS lila | CDS grof |
|------|------|------|----------|----------|
| 1-1 | 0.21 | 0.14 | 0.17 | 0.33 |
| 1-2 | 0.04 | 0.14 | 0.14 | 0.35 |
| 1-3 | 0.06 | 0.12 | 0.22 | 0.12 |
| 1-4 | 0.01 | 0.04 | 0.25 | 0.07 |
| 2-1 | 0.48 | 3.56 | 0.89 | 1.68 |
| 2-2 | 0.75 | 3.86 | 0.76 | 2.19 |
| 2-3 | 0.52 | 4.49 | 0.87 | 3.92 |
| 2-4 | 0.22 | 3.24 | 0.72 | 2.69 |
| 3-1 | 0.63 | 1.33 | 0.50 | 0.49 |
| 3-2 | 0.52 | 1.07 | 0.43 | 0.43 |
| 3-3 | 0.77 | 1.48 | 0.42 | 0.84 |
| 3-4 | 0.52 | 1.09 | 0.45 | 0.71 |
| 4-1 | 0.48 | 0.32 | 0.30 | 0.16 |
| 4-2 | 0.40 | 0.66 | 0.16 | 0.09 |
| 4-3 | 0.41 | 0.69 | 0.13 | 0.15 |
| 4-4 | 0.46 | 0.96 | 0.20 | 0.12 |
| 5-1 | 0.17 | 0.49 | 0.15 | 0.06 |
| 5-2 | 0.25 | 0.46 | 0.23 | 0.06 |
| 5-3 | 0.20 | 0.49 | 0.15 | 0.15 |
| 5-4 | | 0.50 | 0.08 | 0.07 |

Bijlage 5 Depositie op blad in boom 2011

Depositie op blad ($\mu\text{l}/\text{cm}^2$) per blaadje, per vak, per boom, per techniek, per boomtype bij een bespuiting met een standaard dwarsstroom, een KWH dwarsstroom en een KWH-CDS boomgaardspuit in twee boomvormen peren (spil, V-haag) en appel (spil).

Peren - spil

| Boomtype | | peer spil | | peer spil | | peer spil | | peer spil | | peer spil | | peer spil | | peer spil | | peer spil | |
|--------------|----|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|
| techniek | | standaard | | standaard | | standaard | | KWH-st | | KWH-st | | KWH-st | | CDS | | CDS | |
| boom | | 1 | | 2 | | 3 | | 1 | | 2 | | 3 | | 1 | | 2 | |
| vak | nr | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] |
| top | 1 | 34.3 | 0.35 | 28.6 | 0.27 | 52.7 | 0.31 | 22.8 | 0.19 | 36.1 | 0.74 | 10.2 | 1.52 | 34.2 | 1.55 | 39.2 | 2.14 |
| | 2 | 51.6 | 0.39 | 41.6 | 0.60 | 12.1 | 0.61 | 44.9 | 0.88 | 34.7 | 0.95 | 19.2 | 0.80 | 54.7 | 1.31 | 50.2 | 0.70 |
| | 3 | 26.7 | 0.43 | 42.6 | 0.56 | 30.3 | 0.11 | 16.7 | 0.97 | 54.3 | 0.41 | 12.8 | 0.21 | 25.6 | 0.92 | 52.8 | 0.61 |
| | 4 | 38.1 | 0.59 | 17.1 | 0.49 | 17.8 | 0.09 | 14.5 | 1.09 | 35.5 | 1.09 | 52.3 | 0.44 | 27.5 | 1.75 | 34.7 | 0.80 |
| | 5 | 56.9 | 0.37 | 45.3 | 0.46 | 27.3 | 0.12 | 13.7 | 0.52 | 11.8 | 2.77 | 23.8 | 0.80 | 33.7 | 1.69 | 30.7 | 1.32 |
| | 6 | 30.4 | 0.35 | 32.1 | 0.21 | 20.1 | 0.28 | 24.4 | 1.09 | 40.8 | 0.34 | 34.5 | 0.69 | 35.7 | 1.35 | 41.5 | 0.55 |
| | 7 | 20.2 | 1.49 | 31.0 | 0.34 | 6.2 | 0.25 | 9.5 | 1.89 | 49.8 | 0.81 | 28.7 | 0.46 | 31.9 | 1.35 | 42.1 | 0.38 |
| | 8 | 14.6 | 0.30 | 30.2 | 0.16 | 10.3 | 0.53 | 23.4 | 1.04 | 59.0 | 0.50 | 42.8 | 0.26 | 41.5 | 0.82 | 40.8 | 1.25 |
| | 9 | 22.0 | 0.91 | 25.4 | 0.30 | 46.1 | 0.46 | 10.7 | 1.82 | 49.5 | 0.66 | 45.6 | 1.09 | 21.8 | 1.28 | 45.8 | 1.85 |
| | 10 | 15.6 | 0.86 | 34.6 | 0.41 | 46.5 | 0.08 | 54.8 | 0.98 | 42.4 | 0.95 | 27.2 | 0.80 | 10.5 | 2.73 | 34.7 | 0.78 |
| midden-Oost | 1 | 38.9 | 0.17 | 24.0 | 0.13 | 55.6 | 0.42 | 46.6 | 0.13 | 14.6 | 0.28 | 13.4 | 0.09 | 38.9 | 0.16 | 26.6 | 0.61 |
| | 2 | 45.1 | 0.29 | 41.0 | 0.39 | 61.2 | 0.21 | 48.0 | 0.22 | 13.1 | 0.18 | 37.9 | 0.31 | 69.4 | 0.57 | 23.6 | 1.99 |
| | 3 | 50.3 | 0.22 | 26.1 | 0.32 | 29.5 | 0.07 | 42.1 | 0.73 | 53.3 | 0.02 | 10.2 | 0.52 | 28.8 | 1.68 | 39.0 | 1.64 |
| | 4 | 19.2 | 0.21 | 28.3 | 0.53 | 33.0 | 0.51 | 22.8 | 0.35 | 36.6 | 0.36 | 27.5 | 0.21 | 17.4 | 0.35 | 43.9 | 0.80 |
| | 5 | 37.3 | 0.15 | 25.2 | 0.77 | 15.3 | 0.49 | 46.0 | 0.14 | 34.9 | 0.18 | 10.1 | 0.47 | 35.4 | 0.77 | 13.9 | 1.65 |
| | 6 | 22.4 | 0.20 | 53.4 | 0.17 | 10.7 | 0.29 | 41.7 | 0.17 | 27.2 | 0.11 | 11.1 | 0.36 | 14.7 | 0.67 | 16.7 | 1.40 |
| | 7 | 38.2 | 0.11 | 25.3 | 0.83 | 53.9 | 0.08 | 10.8 | 0.36 | 27.1 | 0.17 | 29.6 | 0.34 | 18.2 | 1.35 | 16.1 | 4.00 |
| | 8 | 41.7 | 0.20 | 32.8 | 0.10 | 53.8 | 0.21 | 23.5 | 0.30 | 30.9 | 0.34 | 31.1 | 0.17 | 13.2 | 1.37 | 45.7 | 0.49 |
| | 9 | 50.3 | 0.17 | 32.7 | 0.49 | 48.5 | 0.07 | 25.5 | 0.12 | 35.9 | 0.46 | 45.8 | 0.11 | 35.2 | 0.32 | 34.8 | 0.96 |
| | 10 | 11.8 | 0.42 | 31.0 | 0.11 | 58.2 | 0.09 | 46.7 | 0.34 | 35.9 | 0.04 | 48.1 | 0.05 | 33.6 | 0.85 | 39.8 | 1.22 |
| midden -West | 1 | 17.5 | 0.93 | 36.0 | 0.41 | 50.6 | 0.13 | 52.2 | 0.19 | 57.6 | 0.15 | 22.4 | 0.16 | 51.2 | 0.15 | 17.2 | 1.80 |
| | 2 | 35.0 | 0.08 | 28.8 | 0.38 | 11.3 | 0.73 | 54.8 | 0.10 | 62.5 | 0.10 | 40.4 | 0.07 | 47.8 | 0.13 | 56.1 | 1.29 |
| | 3 | 42.2 | 0.35 | 36.0 | 0.72 | 39.4 | 0.52 | 18.1 | 0.48 | 34.1 | 0.05 | 41.7 | 0.09 | 28.8 | 0.57 | 15.5 | 3.21 |
| | 4 | 38.8 | 0.37 | 36.2 | 0.39 | 48.8 | 0.26 | 45.2 | 0.16 | 32.2 | 0.11 | 29.0 | 0.27 | 25.8 | 0.98 | 35.5 | 1.06 |
| | 5 | 25.4 | 0.29 | 40.8 | 0.58 | 19.0 | 0.71 | 40.8 | 0.30 | 34.7 | 0.07 | 43.9 | 0.10 | 29.3 | 0.46 | 31.9 | 0.58 |
| | 6 | 10.8 | 0.62 | 48.2 | 0.48 | 21.5 | 0.79 | 26.3 | 0.18 | 35.5 | 0.15 | 43.6 | 0.15 | 37.2 | 1.02 | 27.6 | 1.40 |
| | 7 | 20.2 | 0.67 | 21.1 | 0.43 | 47.3 | 0.19 | 37.5 | 0.17 | 29.9 | 0.14 | 32.7 | 0.09 | 39.8 | 0.11 | 41.6 | 0.35 |
| | 8 | 13.3 | 0.22 | 16.6 | 0.47 | 47.0 | 0.22 | 35.6 | 0.09 | 13.5 | 0.11 | 40.8 | 0.22 | 22.5 | 0.92 | 5.3 | 1.25 |
| | 9 | 43.4 | 0.10 | 2.9 | 1.19 | 14.2 | 0.44 | 39.8 | 0.44 | 12.6 | 0.21 | 29.3 | 0.18 | 14.6 | 1.72 | 31.0 | 1.21 |
| | 10 | 18.2 | 0.51 | 25.7 | 0.49 | 32.4 | 0.76 | 34.3 | 0.21 | 27.3 | 0.11 | 44.4 | 0.24 | 15.4 | 0.65 | 16.5 | 1.36 |

| Boomtype | | peer spil | | peer spil | | peer spil | | peer spil | | peer spil | | peer spil | | peer spil | | peer spil | | peer spil | |
|------------|----|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|
| techniek | | standaard | | standaard | | standaard | | KWH-st | | KWH-st | | KWH-st | | CDS | | CDS | | CDS | |
| boom | | 1 | | 2 | | 3 | | 1 | | 2 | | 3 | | 1 | | 2 | | 3 | |
| vak | nr | A [cm²] | D [µL/cm²] | A [cm²] | D [µL/cm²] | A [cm²] | D [µL/cm²] | A [cm²] | D [µL/cm²] | A [cm²] | D [µL/cm²] | A [cm²] | D [µL/cm²] | A [cm²] | D [µL/cm²] | A [cm²] | D [µL/cm²] | A [cm²] | D [µL/cm²] |
| onder-Oost | 1 | 40.8 | 0.09 | 30.2 | 0.32 | 46.5 | 0.21 | 57.2 | 0.51 | 19.9 | 0.03 | 20.8 | 0.03 | 10.5 | 1.65 | 10.3 | 2.03 | 33.1 | 0.37 |
| | 2 | 41.7 | 0.46 | 38.7 | 0.22 | 28.6 | 0.23 | 26.4 | 0.46 | 17.9 | 0.14 | 50.3 | 0.11 | 29.0 | 1.96 | 16.4 | 0.51 | 32.6 | 0.12 |
| | 3 | 42.7 | 0.40 | 25.3 | 0.24 | 12.3 | 0.43 | 13.7 | 0.59 | 15.4 | 0.04 | 37.7 | 0.56 | 47.1 | 0.26 | 5.5 | 2.27 | 66.6 | 0.56 |
| | 4 | 46.0 | 0.41 | 29.3 | 0.29 | 37.7 | 0.02 | 45.7 | 0.34 | 36.6 | 0.04 | 46.5 | 0.94 | 70.4 | 0.30 | 14.8 | 0.88 | 29.7 | 1.00 |
| | 5 | 32.0 | 0.33 | 7.7 | 0.81 | 18.6 | 0.33 | 16.7 | 0.73 | 30.2 | 0.17 | 39.1 | 0.09 | 12.4 | 2.08 | 55.4 | 0.22 | 29.8 | 0.45 |
| | 6 | 39.5 | 0.31 | 19.1 | 0.42 | 41.8 | 0.39 | 19.0 | 0.61 | 23.1 | 0.35 | 41.8 | 0.21 | 26.0 | 1.27 | 12.1 | 0.88 | 30.5 | 1.29 |
| | 7 | 20.0 | 0.46 | 27.4 | 0.32 | 29.1 | 0.18 | 46.0 | 0.13 | 46.8 | 0.09 | 14.0 | 0.22 | 18.8 | 0.70 | 31.7 | 0.98 | 41.3 | 0.18 |
| | 8 | 49.7 | 0.13 | 37.0 | 0.27 | 25.3 | 0.84 | 24.8 | 0.56 | 35.0 | 0.35 | 13.0 | 0.28 | 45.5 | 1.57 | 46.0 | 0.94 | 35.3 | 0.28 |
| | 9 | 28.0 | 0.18 | 25.2 | 0.31 | 59.7 | 0.11 | 29.3 | 0.19 | 62.3 | 0.05 | 49.2 | 0.24 | 39.1 | 0.65 | 6.0 | 2.17 | 11.8 | 1.02 |
| | 10 | 24.6 | 0.17 | 14.9 | 0.43 | 24.1 | 0.30 | 15.7 | 0.07 | 53.3 | 0.06 | 11.7 | 0.10 | 26.4 | 0.48 | 35.9 | 0.42 | 41.8 | 0.21 |
| onder-West | 1 | 50.2 | 0.15 | 36.2 | 0.48 | 18.6 | 0.55 | 70.4 | 0.29 | 37.0 | 0.07 | 22.7 | 0.46 | 26.2 | 1.13 | 13.7 | 1.92 | 15.6 | 1.65 |
| | 2 | 29.9 | 0.00 | 28.9 | 0.14 | 26.8 | 0.73 | 48.7 | 0.14 | 14.8 | 1.18 | 26.7 | 0.16 | 27.9 | 0.60 | 27.6 | 0.34 | 45.2 | 1.94 |
| | 3 | 59.1 | 0.53 | 38.2 | 0.81 | 15.0 | 0.31 | 38.9 | 0.28 | 24.5 | 0.20 | 35.7 | 0.20 | 39.3 | 2.15 | 28.7 | 0.78 | 15.2 | 1.27 |
| | 4 | 19.3 | 0.12 | 16.2 | 0.79 | 36.2 | 0.22 | 14.6 | 0.14 | 16.7 | 0.55 | 25.6 | 0.27 | 24.8 | 1.66 | 28.7 | 1.79 | 46.4 | 1.88 |
| | 5 | 51.5 | 0.32 | 30.7 | 0.26 | 51.8 | 0.13 | 21.0 | 0.41 | 34.4 | 0.12 | 11.1 | 0.73 | 29.1 | 0.94 | 42.7 | 1.48 | 39.3 | 1.17 |
| | 6 | 34.9 | 0.35 | 18.5 | 1.11 | 31.1 | 0.41 | 11.6 | 0.99 | 34.2 | 0.20 | 12.4 | 0.45 | 20.2 | 1.16 | 42.1 | 0.53 | 32.2 | 1.43 |
| | 7 | 15.5 | 0.58 | 9.9 | 0.27 | 12.2 | 0.21 | 19.8 | 0.47 | 50.8 | 0.08 | 22.8 | 0.23 | 32.9 | 0.46 | 21.0 | 0.99 | 36.6 | 1.03 |
| | 8 | 23.6 | 0.31 | 19.4 | 0.18 | 58.4 | 0.15 | 30.3 | 0.51 | 42.8 | 0.41 | 15.7 | 0.43 | 33.5 | 0.93 | 50.4 | 0.40 | 16.5 | 2.22 |
| | 9 | 36.7 | 0.83 | 30.2 | 0.20 | 16.9 | 0.81 | 13.3 | 0.34 | 31.4 | 0.08 | 33.3 | 0.25 | 9.7 | 3.11 | 13.2 | 1.56 | 28.1 | 0.50 |
| | 10 | 37.6 | 0.16 | 21.0 | 0.20 | 17.9 | 0.70 | 14.8 | 0.37 | 28.0 | 0.41 | 45.6 | 0.04 | 34.6 | 0.24 | 43.3 | 0.49 | 26.4 | 0.71 |
| broek-Oost | 1 | 51.6 | 0.11 | 31.7 | 0.05 | 29.8 | 0.24 | 49.4 | 0.06 | 53.9 | 0.14 | 6.1 | 0.07 | 30.0 | 0.44 | 55.5 | 0.05 | 16.2 | 1.35 |
| | 2 | 41.3 | 0.00 | 25.8 | 0.37 | 26.1 | 0.08 | 69.6 | 0.03 | 59.1 | 0.21 | 47.0 | 0.14 | 29.2 | 0.62 | 12.3 | 0.44 | 43.1 | 0.06 |
| | 3 | 20.3 | 0.33 | 48.2 | 0.11 | 16.1 | 0.13 | 27.6 | 0.10 | 23.5 | 0.06 | 22.5 | 0.49 | 42.5 | 0.09 | 45.7 | 0.48 | 45.6 | 0.09 |
| | 4 | 36.8 | 0.33 | 13.1 | 0.27 | 43.4 | 0.03 | 28.6 | 0.07 | 18.4 | 0.38 | 46.6 | 0.13 | 30.7 | 0.17 | 8.5 | 1.08 | 30.3 | 0.31 |
| | 5 | 25.6 | 0.41 | 33.0 | 0.15 | 16.2 | 0.10 | 56.0 | 0.04 | 29.0 | 0.11 | 52.2 | 0.11 | 27.7 | 1.03 | 14.7 | 1.00 | 50.6 | 0.27 |
| | 6 | 15.6 | 0.30 | 34.0 | 0.39 | 24.1 | 0.20 | 47.0 | 0.03 | 53.0 | 0.03 | 31.4 | 0.05 | 36.2 | 0.28 | 5.3 | 2.24 | 30.6 | 0.31 |
| | 7 | 9.1 | 0.41 | 26.0 | 0.07 | 25.0 | 0.22 | 53.6 | 0.02 | 24.2 | 0.06 | 45.2 | 0.03 | 43.4 | 0.28 | 37.8 | 0.11 | 64.9 | 0.52 |
| | 8 | 18.6 | 0.42 | 32.0 | 0.11 | 15.7 | 0.50 | 58.5 | 0.06 | 43.2 | 0.02 | 38.4 | 0.02 | 35.5 | 0.22 | 14.1 | 1.37 | 25.9 | 0.11 |
| | 9 | 56.2 | 0.18 | 36.2 | 0.15 | 47.0 | 0.13 | 38.1 | 0.04 | 40.0 | 0.02 | 10.1 | 0.08 | 16.9 | 0.22 | 14.1 | 0.35 | 9.3 | 0.35 |
| | 10 | 57.4 | 0.10 | 53.5 | 0.12 | 33.8 | 0.15 | 14.5 | 0.09 | 11.1 | 0.43 | 46.3 | 0.03 | 18.9 | 1.30 | 33.0 | 0.08 | 32.7 | 0.12 |

| Boomtype | | peer spil | | peer spil | | peer spil | | peer spil | | peer spil | | peer spil | | peer spil | | peer spil | | peer spil | |
|------------|----|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|
| techniek | | standaard | | standaard | | standaard | | KWH-st | | KWH-st | | KWH-st | | CDS | | CDS | | CDS | |
| boom | | 1 | | 2 | | 3 | | 1 | | 2 | | 3 | | 1 | | 2 | | 3 | |
| vak | nr | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] |
| broek-West | 1 | 37.6 | 0.09 | 14.5 | 0.36 | 20.2 | 0.32 | 15.7 | 0.05 | 41.6 | 0.06 | 40.9 | 0.06 | 30.1 | 0.17 | 38.9 | 0.39 | 20.6 | 0.39 |
| | 2 | 20.7 | 0.00 | 7.1 | 0.46 | 46.7 | 0.12 | 15.6 | 0.09 | 16.9 | 0.07 | 26.1 | 0.08 | 52.0 | 0.09 | 55.0 | 0.04 | 36.8 | 0.12 |
| | 3 | 37.4 | 0.26 | 14.6 | 0.25 | 29.8 | 0.22 | 41.0 | 0.08 | 19.0 | 0.11 | 44.7 | 0.27 | 24.4 | 0.80 | 13.5 | 0.64 | 18.8 | 0.81 |
| | 4 | 23.0 | 0.17 | 36.2 | 0.14 | 27.6 | 0.20 | 45.4 | 0.10 | 33.5 | 0.08 | 18.1 | 0.12 | 61.6 | 0.12 | 15.9 | 0.16 | 44.6 | 0.25 |
| | 5 | 32.1 | 0.18 | 11.2 | 0.47 | 11.5 | 0.44 | 51.0 | 0.10 | 16.9 | 0.05 | 44.5 | 0.05 | 26.9 | 0.80 | 41.1 | 0.27 | 32.2 | 0.16 |
| | 6 | 45.4 | 0.08 | 29.0 | 0.15 | 43.1 | 0.06 | 14.5 | 0.18 | 64.7 | 0.02 | 61.6 | 0.18 | 53.1 | 0.20 | 35.4 | 0.17 | 32.9 | 0.11 |
| | 7 | 16.5 | 0.20 | 26.8 | 0.25 | 11.3 | 0.14 | 41.7 | 0.15 | 81.0 | 0.02 | 29.8 | 0.04 | 26.3 | 0.73 | 26.7 | 0.76 | 35.1 | 0.19 |
| | 8 | 51.2 | 0.02 | 20.6 | 0.07 | 51.3 | 0.17 | 29.6 | 0.04 | 15.0 | 0.04 | 54.2 | 0.04 | 40.9 | 0.07 | 36.2 | 0.66 | 15.0 | 0.03 |
| | 9 | 22.1 | 0.46 | 30.1 | 0.09 | 50.1 | 0.19 | 15.1 | 0.21 | 19.7 | 0.04 | 45.0 | 0.01 | 41.6 | 0.32 | 20.5 | 0.61 | 35.3 | 0.15 |
| | 10 | 15.4 | 0.35 | 24.9 | 0.17 | 59.1 | 0.26 | 32.5 | 0.08 | 40.1 | 0.09 | 64.9 | 0.02 | 42.8 | 0.18 | 17.1 | 0.62 | 41.3 | 0.10 |

Peren V-haag

| boomtype | | V-haag | | V-haag | | V-haag | | V-haag | | V-haag | | V-haag | | V-haag | | V-haag | | V-haag | |
|-------------|----|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|
| techniek | | standaard | | standaard | | standaard | | KWH-st | | KWH-st | | KWH-st | | CDS | | CDS | | CDS | |
| boom | | 1 | | 2 | | 3 | | 1 | | 2 | | 3 | | 1 | | 2 | | 3 | |
| vak | nr | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] |
| top-Oost | 1 | 61.9 | 0.51 | 55.3 | 0.12 | 16.4 | 0.32 | 40.7 | 0.19 | 29.8 | 0.28 | 26.9 | 0.24 | 35.4 | 2.03 | 8.7 | 2.32 | 14.0 | 2.72 |
| | 2 | 23.5 | 0.32 | 17.7 | 0.81 | 18.2 | 0.52 | 20.0 | 1.04 | 23.6 | 0.29 | 14.0 | 0.65 | 36.1 | 1.65 | 14.7 | 2.75 | 9.2 | 2.65 |
| | 3 | 18.8 | 0.85 | 53.6 | 0.24 | 10.3 | 0.56 | 41.6 | 0.63 | 44.1 | 0.54 | 41.0 | 0.06 | 38.5 | 2.02 | 15.2 | 2.91 | 17.2 | 4.57 |
| | 4 | 11.8 | 0.49 | 30.7 | 0.25 | 4.1 | 0.50 | 35.1 | 0.33 | 59.9 | 0.08 | 11.3 | 0.73 | 26.1 | 2.02 | 14.0 | 0.85 | 12.7 | 2.81 |
| | 5 | 33.7 | 0.39 | 16.5 | 0.52 | 10.1 | 0.11 | 27.4 | 0.16 | 16.3 | 1.07 | 28.4 | 0.45 | 47.2 | 1.58 | 35.1 | 2.19 | 11.4 | 3.98 |
| | 6 | 36.8 | 0.33 | 24.0 | 0.20 | 23.5 | 0.30 | 19.5 | 0.64 | 19.6 | 0.47 | 36.8 | 0.48 | 25.5 | 2.17 | 28.8 | 1.52 | 5.9 | 0.35 |
| | 7 | 10.8 | 0.43 | 13.2 | 0.37 | 11.9 | 0.14 | 56.4 | 0.16 | 23.3 | 0.39 | 31.5 | 0.26 | 54.4 | 0.98 | 44.5 | 0.39 | 21.0 | 1.76 |
| | 8 | 53.6 | 0.23 | 54.6 | 0.36 | 5.9 | 0.49 | 20.7 | 0.92 | 27.5 | 0.53 | 14.7 | 0.63 | 36.6 | 1.61 | 32.8 | 0.38 | 12.0 | 3.40 |
| | 9 | 55.5 | 0.62 | 32.5 | 0.41 | 18.7 | 0.19 | 54.4 | 0.18 | 55.3 | 0.15 | 18.4 | 0.83 | 16.7 | 1.50 | 34.3 | 2.05 | 48.1 | 1.02 |
| | 10 | 18.0 | 0.13 | 45.8 | 0.25 | 20.6 | 0.70 | 38.5 | 0.39 | 20.7 | 0.52 | 19.2 | 1.52 | 38.5 | 2.22 | 56.8 | 1.14 | 16.9 | 1.08 |
| top-West | 1 | 47.6 | 0.25 | 29.1 | 0.29 | 13.9 | 0.06 | 11.5 | 0.74 | 44.5 | 0.56 | 18.7 | 0.17 | 46.9 | 2.58 | 33.2 | 1.73 | 15.4 | 2.19 |
| | 2 | 43.0 | 0.13 | 27.0 | 0.51 | 24.3 | 0.33 | 15.7 | 0.57 | 35.0 | 0.38 | 10.0 | 0.35 | 52.4 | 1.88 | 40.4 | 2.12 | 8.6 | 0.95 |
| | 3 | 34.8 | 0.11 | 17.4 | 0.40 | 14.4 | 0.14 | 37.7 | 0.51 | 40.6 | 0.17 | 11.7 | 0.79 | 49.8 | 2.16 | 43.7 | 1.52 | 13.6 | 1.03 |
| | 4 | 27.5 | 0.24 | 32.7 | 0.29 | 24.0 | 0.20 | 34.5 | 0.30 | 16.7 | 0.59 | 12.7 | 0.37 | 16.6 | 1.88 | 25.3 | 1.66 | 12.2 | 3.15 |
| | 5 | 25.2 | 0.04 | 25.5 | 0.30 | 47.5 | 0.31 | 19.3 | 0.51 | 58.0 | 0.12 | 9.3 | 0.34 | 53.2 | 3.10 | 52.6 | 0.48 | 6.8 | 2.54 |
| | 6 | 26.2 | 0.45 | 47.2 | 0.81 | 27.3 | 0.19 | 35.9 | 0.13 | 14.2 | 0.45 | 15.5 | 0.29 | 25.5 | 1.65 | 58.8 | 0.75 | 16.1 | 0.93 |
| | 7 | 44.6 | 0.09 | 53.9 | 0.12 | 27.0 | 0.41 | 38.8 | 0.26 | 26.3 | 0.71 | 19.7 | 0.33 | 15.2 | 3.30 | 50.0 | 0.96 | 11.3 | 2.69 |
| | 8 | 48.4 | 0.12 | 41.9 | 0.23 | 12.6 | 0.26 | 34.4 | 0.28 | 41.9 | 0.22 | 20.2 | 0.61 | 16.9 | 2.84 | 16.3 | 3.11 | 11.7 | 3.30 |
| | 9 | 18.5 | 0.12 | 47.3 | 0.04 | 31.6 | 0.15 | 18.5 | 0.54 | 27.6 | 0.58 | 28.1 | 0.45 | 53.9 | 1.60 | 17.7 | 2.76 | 49.6 | 0.73 |
| | 10 | 18.1 | 0.33 | 56.8 | 0.33 | 61.8 | 0.06 | 42.5 | 0.14 | 23.4 | 0.44 | 24.8 | 0.44 | 10.4 | 3.00 | 11.1 | 3.47 | 42.3 | 1.01 |
| midden-Oost | 1 | 39.6 | 0.20 | 41.0 | 0.20 | 42.2 | 0.36 | 51.3 | 0.94 | 42.5 | 0.16 | 25.0 | 0.28 | 29.8 | 1.10 | 33.7 | 1.68 | 57.7 | 1.01 |
| | 2 | 25.9 | 0.40 | 17.2 | 0.52 | 36.5 | 0.34 | 35.3 | 0.49 | 20.8 | 1.18 | 11.3 | 0.88 | 28.8 | 0.87 | 21.9 | 0.64 | 47.9 | 1.60 |
| | 3 | 71.9 | 0.14 | 47.0 | 0.37 | 45.1 | 0.45 | 21.0 | 0.38 | 57.2 | 0.24 | 15.7 | 0.17 | 17.8 | 2.12 | 15.2 | 1.11 | 12.0 | 1.38 |
| | 4 | 41.3 | 0.33 | 56.9 | 0.54 | 13.2 | 0.71 | 27.9 | 0.28 | 11.4 | 0.23 | 28.1 | 1.02 | 53.1 | 1.78 | 15.1 | 1.19 | 46.8 | 1.62 |
| | 5 | 38.6 | 0.56 | 44.7 | 0.86 | 21.9 | 0.83 | 45.7 | 0.77 | 23.5 | 1.43 | 9.9 | 0.30 | 41.0 | 0.55 | 8.2 | 0.96 | 49.7 | 0.77 |
| | 6 | 13.9 | 0.64 | 49.0 | 0.47 | 10.4 | 0.78 | 38.8 | 0.55 | 21.3 | 0.26 | 25.9 | 0.82 | 41.1 | 0.75 | 33.8 | 0.77 | 17.3 | 2.10 |
| | 7 | 45.2 | 0.52 | 23.7 | 0.47 | 11.7 | 1.39 | 54.8 | 0.53 | 20.2 | 0.41 | 22.7 | 0.33 | 21.0 | 1.86 | 13.5 | 1.28 | 49.1 | 0.36 |
| | 8 | 33.9 | 0.35 | 30.6 | 0.41 | 31.3 | 0.62 | 27.0 | 0.24 | 21.3 | 0.29 | 9.3 | 0.10 | 19.2 | 2.60 | 22.2 | 2.43 | 37.2 | 1.48 |
| | 9 | 53.4 | 0.30 | 45.2 | 0.26 | 18.7 | 0.38 | 34.9 | 0.20 | 8.5 | 0.31 | 7.4 | 0.22 | 52.8 | 0.77 | 22.0 | 2.67 | 46.0 | 1.52 |
| | 10 | 42.8 | 0.73 | 40.1 | 0.31 | 35.1 | 0.36 | 26.7 | 0.40 | 47.5 | 0.23 | 48.2 | 0.27 | 46.4 | 1.62 | 28.8 | 0.81 | 45.6 | 1.18 |

| boomtype techniek boom | | V-haag standaard | | V-haag standaard | | V-haag standaard | | V-haag KWH-st | | V-haag KWH-st | | V-haag KWH-st | | V-haag CDS | | V-haag CDS | | V-haag CDS | |
|------------------------------|----|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|------|--------------------|------|--------------------|------|--------------------|------|--------------------|------|--------------------|------|--------------------|------|
| vak nr | | 1 | | 2 | | 3 | | 1 | | 2 | | 3 | | 1 | | 2 | | 3 | |
| | | A [cm²] D [µL/cm²] | | A [cm²] D [µL/cm²] | | A [cm²] D [µL/cm²] | | A [cm²] D [µL/cm²] | | A [cm²] D [µL/cm²] | | A [cm²] D [µL/cm²] | | A [cm²] D [µL/cm²] | | A [cm²] D [µL/cm²] | | A [cm²] D [µL/cm²] | |
| midden -West | 1 | 13.4 | 0.53 | 19.9 | 0.85 | 14.6 | 0.60 | 55.7 | 0.82 | 51.9 | 0.35 | 34.7 | 0.36 | 24.9 | 2.53 | 23.4 | 1.79 | 57.1 | 0.80 |
| | 2 | 15.2 | 0.52 | 16.9 | 0.66 | 52.4 | 0.28 | 38.8 | 0.39 | 38.2 | 0.66 | 21.3 | 0.44 | 15.9 | 0.82 | 32.2 | 1.83 | 6.0 | 2.35 |
| | 3 | 10.3 | 0.47 | 48.9 | 0.44 | 33.2 | 0.31 | 14.7 | 0.70 | 13.2 | 0.53 | 14.0 | 0.47 | 29.6 | 2.85 | 18.8 | 1.75 | 32.3 | 2.22 |
| | 4 | 15.4 | 0.80 | 31.5 | 0.51 | 31.7 | 0.46 | 55.5 | 0.33 | 45.3 | 0.55 | 12.6 | 0.37 | 13.1 | 2.60 | 18.0 | 2.20 | 47.4 | 1.54 |
| | 5 | 14.1 | 0.96 | 13.1 | 0.55 | 24.2 | 0.46 | 28.0 | 0.15 | 55.0 | 0.13 | 30.4 | 0.46 | 13.5 | 2.73 | 12.0 | 2.35 | 60.4 | 1.30 |
| | 6 | 13.2 | 0.86 | 23.4 | 0.19 | 17.7 | 0.43 | 22.9 | 0.27 | 59.8 | 0.49 | 41.7 | 0.28 | 29.3 | 1.83 | 13.6 | 1.72 | 15.6 | 1.25 |
| | 7 | 11.6 | 0.84 | 45.3 | 0.28 | 17.1 | 0.64 | 28.8 | 0.40 | 18.0 | 0.09 | 43.1 | 0.67 | 14.8 | 3.25 | 23.0 | 1.36 | 26.7 | 1.35 |
| | 8 | 31.0 | 0.26 | 43.4 | 0.30 | 51.4 | 0.18 | 18.9 | 0.61 | 9.4 | 0.37 | 39.3 | 0.57 | 38.3 | 1.78 | 11.3 | 1.96 | 37.0 | 2.05 |
| | 9 | 48.7 | 0.20 | 13.3 | 0.31 | 49.3 | 0.22 | 31.1 | 0.41 | 29.7 | 0.42 | 20.3 | 0.73 | 44.5 | 1.70 | 8.6 | 2.21 | 27.2 | 1.03 |
| | 10 | 46.9 | 0.53 | 41.2 | 0.44 | 16.3 | 0.86 | * | * | 24.5 | 0.45 | 33.9 | 0.44 | 22.0 | 1.09 | 6.3 | 2.09 | 29.8 | 1.10 |
| onder-Oost | 1 | 45.8 | 0.19 | 51.3 | 0.24 | 38.8 | 0.19 | 18.2 | 0.34 | 36.4 | 0.11 | 13.4 | 0.39 | 52.4 | 1.28 | 10.9 | 1.91 | 57.2 | 1.50 |
| | 2 | 32.1 | 0.47 | 48.8 | 0.29 | 23.0 | 0.53 | 12.8 | 0.43 | 16.1 | 0.08 | 9.3 | 0.31 | 42.7 | 0.40 | 23.3 | 0.45 | 9.3 | 1.49 |
| | 3 | 31.5 | 0.31 | 52.1 | 0.33 | 41.2 | 0.47 | 36.6 | 0.17 | 13.4 | 0.47 | 21.0 | 0.06 | 36.5 | 1.67 | 17.2 | 0.28 | 3.7 | 0.74 |
| | 4 | 41.0 | 0.25 | 60.1 | 0.25 | 14.8 | 0.31 | 31.9 | 0.09 | 45.5 | 0.06 | 21.1 | 0.11 | 55.6 | 0.50 | 14.5 | 0.69 | 31.4 | 0.50 |
| | 5 | 22.6 | 0.64 | 45.8 | 0.12 | 40.6 | 0.63 | 49.4 | 0.22 | 64.1 | 0.19 | 18.4 | 0.17 | 16.3 | 0.10 | 9.4 | 1.20 | 15.2 | 2.34 |
| | 6 | 43.3 | 0.15 | 54.3 | 0.18 | 50.3 | 0.28 | 26.4 | 0.23 | 40.9 | 0.11 | 17.0 | 0.14 | 50.3 | 0.27 | 14.5 | 1.47 | 14.5 | 2.50 |
| | 7 | 16.7 | 0.37 | 45.2 | 0.42 | 19.4 | 0.16 | 33.0 | 0.26 | 36.3 | 0.17 | 18.8 | 0.15 | 21.6 | 0.29 | 32.1 | 0.88 | 9.4 | 1.50 |
| | 8 | 27.2 | 0.08 | 18.3 | 0.17 | 60.6 | 0.24 | 33.4 | 0.08 | 36.0 | 0.13 | 11.0 | 0.37 | 38.5 | 0.67 | 28.0 | 0.76 | 28.8 | 1.10 |
| | 9 | 34.9 | 0.57 | 26.3 | 0.82 | 16.1 | 0.36 | 28.5 | 0.12 | 22.6 | 0.10 | 45.7 | 0.09 | 18.0 | 2.34 | 34.2 | 1.67 | 33.5 | 0.89 |
| | 10 | 37.1 | 0.10 | 31.2 | 0.31 | 31.3 | 0.82 | 46.3 | 0.20 | 42.6 | 0.14 | 44.0 | 0.13 | 59.3 | 0.70 | 28.5 | 0.46 | 27.2 | 1.46 |
| onder-West | 1 | 39.3 | 0.51 | 59.2 | 0.43 | 19.8 | 0.12 | 37.4 | 0.32 | 37.1 | 0.35 | 20.4 | 0.14 | 28.3 | 1.85 | 23.2 | 0.83 | 17.9 | 1.57 |
| | 2 | 37.3 | 0.49 | 32.1 | 0.40 | 8.8 | 0.79 | 60.7 | 0.41 | 49.3 | 0.37 | 16.1 | 0.41 | 46.3 | 0.62 | 6.6 | 2.04 | 16.7 | 0.45 |
| | 3 | 18.0 | 0.36 | 49.8 | 0.27 | 50.6 | 0.10 | 48.5 | 0.25 | 35.1 | 0.08 | 6.7 | 0.51 | 45.3 | 1.41 | 9.9 | 2.68 | 15.1 | 0.47 |
| | 4 | 10.4 | 0.50 | 55.4 | 0.28 | 24.9 | 0.18 | 33.9 | 0.47 | 52.0 | 0.14 | 7.1 | 0.48 | 21.3 | 1.62 | 14.8 | 0.98 | 7.9 | 1.31 |
| | 5 | 42.6 | 0.23 | 43.7 | 0.72 | 35.1 | 0.16 | 23.0 | 0.59 | 27.4 | 0.32 | 11.7 | 0.17 | 50.7 | 1.39 | 20.5 | 2.47 | 7.7 | 1.25 |
| | 6 | 16.9 | 0.34 | 39.1 | 0.58 | 26.6 | 0.06 | 37.6 | 0.26 | 55.2 | 0.28 | 9.0 | 0.60 | * | * | 18.5 | 0.78 | 20.8 | 0.71 |
| | 7 | 8.8 | 0.26 | 56.6 | 0.13 | 19.8 | 0.37 | 11.6 | 0.42 | 48.7 | 0.38 | 14.6 | 0.49 | 55.6 | 0.47 | 33.8 | 0.39 | 8.8 | 2.03 |
| | 8 | 21.3 | 0.46 | 53.6 | 0.40 | 21.5 | 0.06 | 15.2 | 0.58 | 12.1 | 0.43 | 49.7 | 0.19 | 29.4 | 1.54 | 30.3 | 0.26 | 15.4 | 0.70 |
| | 9 | 11.6 | 0.42 | 43.5 | 0.14 | 49.0 | 0.14 | 26.4 | 0.46 | 54.2 | 0.16 | 35.5 | 0.26 | 9.4 | 2.40 | 35.4 | 0.94 | 53.0 | 0.54 |
| | 10 | 20.5 | 0.18 | 39.2 | 0.43 | 30.6 | 0.44 | 43.5 | 0.36 | 9.6 | 0.51 | 45.5 | 0.15 | 34.0 | 1.58 | 28.7 | 1.85 | 42.2 | 1.11 |

| boomtype | | V-haag | | V-haag | | V-haag | | V-haag | | V-haag | | V-haag | | V-haag | | V-haag | | V-haag | |
|----------|----|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|
| techniek | | standaard | | standaard | | standaard | | KWH-st | | KWH-st | | KWH-st | | CDS | | CDS | | CDS | |
| boom | | 1 | | 2 | | 3 | | 1 | | 2 | | 3 | | 1 | | 2 | | 3 | |
| vak | nr | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] |
| broek | 1 | 33.5 | 0.23 | 7.2 | 0.15 | 41.1 | 0.20 | 70.3 | 0.06 | 50.3 | 0.11 | 19.6 | 0.09 | 45.4 | 1.08 | 14.2 | 0.52 | 23.8 | 0.61 |
| | 2 | 43.9 | 0.54 | 51.8 | 0.23 | 36.6 | 0.18 | 34.7 | 0.09 | 42.6 | 0.05 | 21.2 | 0.07 | 35.5 | 0.84 | 18.3 | 0.85 | 31.4 | 0.17 |
| | 3 | 25.6 | 0.31 | 46.7 | 0.09 | 7.2 | 0.67 | 56.6 | 0.03 | 58.9 | 0.10 | 12.4 | 0.16 | 14.2 | 0.79 | 25.4 | 0.33 | 20.4 | 0.14 |
| | 4 | 34.9 | 0.45 | 42.0 | 0.31 | 41.4 | 0.23 | 17.2 | 0.06 | 59.1 | 0.12 | 16.1 | 0.22 | 63.1 | 0.39 | 17.4 | 0.53 | 18.5 | 0.22 |
| | 5 | 12.2 | 0.39 | 16.3 | 0.24 | 34.8 | 0.43 | 38.5 | 0.02 | 80.3 | 0.00 | 13.9 | 0.07 | 44.4 | 0.54 | 14.0 | 0.95 | 13.4 | 0.35 |
| | 6 | 13.5 | 0.56 | 24.8 | 0.49 | 18.2 | 0.51 | 11.1 | 0.12 | 39.0 | 0.03 | 7.9 | 0.13 | 26.5 | 0.43 | 16.9 | 1.51 | 14.6 | 0.57 |
| | 7 | 20.9 | 0.60 | 21.9 | 0.63 | 10.0 | 0.40 | 30.9 | 0.08 | 11.3 | 0.20 | 6.3 | 0.40 | 28.4 | 0.13 | 23.6 | 0.33 | 5.8 | 0.37 |
| | 8 | 17.5 | 0.35 | 56.4 | 0.31 | 19.6 | 0.13 | 40.8 | 0.06 | 50.3 | 0.09 | 16.8 | 0.06 | 14.5 | 0.84 | 15.4 | 0.66 | 19.4 | 0.37 |
| | 9 | 44.7 | 0.39 | 50.8 | 0.12 | 15.8 | 0.50 | 31.6 | 0.03 | 33.4 | 0.04 | 12.3 | 0.12 | 10.9 | 1.13 | 20.9 | 0.66 | 31.8 | 0.54 |
| | 10 | 51.3 | 0.33 | 31.5 | 0.39 | 12.3 | 0.49 | 23.6 | 0.02 | 50.0 | 0.06 | 9.8 | 0.26 | 10.1 | 2.17 | 38.6 | 0.72 | 35.3 | 0.48 |

Appel (spil)

| boomtype | | appel | | appel | | appel | | appel | | appel | | appel | | appel | | appel | |
|--------------|----|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|
| techniek | | standaard | | standaard | | standaard | | KWH-st | | KWH-st | | KWH-st | | CDS | | CDS | |
| boom | | 1 | | 2 | | 3 | | 1 | | 2 | | 3 | | 1 | | 2 | |
| vak | nr | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] |
| top | 1 | 38.7 | 0.35 | 29.4 | 0.67 | 37.3 | 0.29 | 35.6 | 0.46 | 38.9 | 1.43 | 18.7 | 0.54 | 40.5 | 2.98 | 17.9 | 2.77 |
| | 2 | 17.7 | 0.60 | 22.8 | 0.54 | 36.9 | 0.82 | 14.6 | 1.50 | 25.4 | 0.91 | 20.3 | 0.74 | 17.6 | 4.55 | 32.0 | 2.74 |
| | 3 | 22.4 | 0.36 | 12.4 | 0.30 | 34.2 | 0.74 | 41.2 | 0.54 | 17.7 | 1.21 | 18.6 | 0.92 | 20.6 | 2.71 | 17.0 | 1.85 |
| | 4 | 16.0 | 0.41 | 20.8 | 0.83 | 33.4 | 0.44 | 40.6 | 0.73 | 20.4 | 1.71 | 32.9 | 1.14 | 18.4 | 2.08 | 20.4 | 4.17 |
| | 5 | 18.6 | 0.40 | 8.0 | 0.77 | 20.0 | 0.64 | 24.8 | 1.22 | 40.6 | 1.30 | 16.6 | 0.80 | 28.4 | 2.89 | 24.0 | 3.60 |
| | 6 | 28.3 | 0.45 | 26.7 | 0.68 | 20.4 | 0.56 | 25.6 | 0.45 | 16.9 | 0.54 | 23.8 | 0.68 | 4.2 | 5.80 | 21.2 | 0.88 |
| | 7 | 38.8 | 0.40 | 17.7 | 0.41 | 27.8 | 0.39 | 23.6 | 0.95 | 29.4 | 0.95 | 21.4 | 1.20 | 31.7 | 2.92 | 16.4 | 4.52 |
| | 8 | 12.6 | 0.40 | * | * | 23.0 | 0.70 | 20.9 | 1.68 | 18.7 | 0.80 | 20.8 | 1.00 | 10.1 | 2.77 | 34.0 | 2.92 |
| | 9 | 11.7 | 0.27 | * | * | 30.2 | 0.62 | 30.0 | 0.62 | 15.6 | 1.75 | 39.4 | 0.81 | 22.1 | 2.13 | 12.4 | 1.89 |
| | 10 | 26.7 | 0.51 | * | * | 19.2 | 0.93 | 27.8 | 0.78 | 6.9 | 1.15 | 8.9 | 1.60 | 14.8 | 1.91 | 28.9 | 3.95 |
| midden-Oost | 1 | 19.7 | 0.56 | 19.8 | 0.43 | 22.1 | 0.15 | 42.2 | 0.19 | 32.7 | 0.67 | 16.7 | 0.57 | 21.3 | 2.01 | 22.2 | 0.68 |
| | 2 | 37.3 | 0.79 | 31.3 | 0.39 | 23.6 | 0.10 | 25.8 | 0.21 | 18.4 | 0.32 | 24.2 | 0.48 | 47.7 | 0.92 | 37.2 | 1.09 |
| | 3 | 15.9 | 0.34 | 28.4 | 0.74 | 24.4 | 0.55 | 21.7 | 0.40 | 27.0 | 0.42 | 20.4 | 0.54 | 21.1 | 0.65 | 28.8 | 1.40 |
| | 4 | 19.0 | 0.27 | 15.8 | 0.22 | 14.4 | 0.57 | 18.9 | 0.32 | 27.9 | 0.27 | 16.8 | 0.37 | 28.7 | 0.87 | 22.5 | 2.07 |
| | 5 | 22.1 | 0.35 | 32.4 | 0.17 | 21.5 | 0.43 | 15.7 | 0.33 | 19.8 | 0.47 | 28.1 | 0.47 | 23.4 | 2.08 | 14.9 | 0.77 |
| | 6 | 25.5 | 0.43 | 24.4 | 0.15 | 13.8 | 0.51 | 28.3 | 0.60 | 28.4 | 0.26 | 21.4 | 0.87 | 21.0 | 0.61 | 22.6 | 1.29 |
| | 7 | 24.2 | 0.82 | 24.0 | 0.44 | 26.3 | 0.31 | 27.8 | 0.41 | 20.5 | 0.26 | 23.4 | 0.50 | 29.7 | 0.91 | 24.8 | 1.34 |
| | 8 | 17.4 | 0.55 | 25.0 | 0.67 | 30.1 | 0.39 | 31.5 | 0.38 | 33.9 | 0.16 | 16.9 | 0.71 | 14.0 | 0.92 | 14.8 | 2.91 |
| | 9 | 23.7 | 0.62 | 32.1 | 0.50 | 12.3 | 0.22 | 17.0 | 0.29 | 21.0 | 0.66 | 9.6 | 0.43 | 19.2 | 0.89 | 32.8 | 1.52 |
| | 10 | 51.6 | 0.27 | 27.5 | 0.29 | 27.2 | 0.47 | 25.5 | 0.21 | 22.6 | 0.49 | 13.9 | 0.57 | 16.4 | 0.83 | 27.2 | 1.56 |
| midden -West | 1 | 29.1 | 0.49 | 19.2 | 0.35 | 11.6 | 0.35 | 27.9 | 0.69 | 19.7 | 0.51 | 26.1 | 0.79 | 29.6 | 1.15 | 37.8 | 0.90 |
| | 2 | 54.4 | 0.31 | 24.3 | 0.48 | 29.7 | 0.31 | 9.3 | 0.54 | 16.0 | 0.48 | 20.3 | 0.26 | 23.4 | 0.75 | 36.4 | 0.27 |
| | 3 | 36.5 | 0.39 | 30.7 | 0.30 | 10.8 | 0.19 | 27.7 | 0.18 | 14.4 | 0.54 | 24.6 | 1.04 | 25.1 | 0.56 | 12.0 | 0.57 |
| | 4 | 20.1 | 0.33 | 23.9 | 0.46 | 19.1 | 0.13 | 13.9 | 0.24 | 19.7 | 0.61 | 25.2 | 0.95 | 23.7 | 0.81 | 13.6 | 1.25 |
| | 5 | 19.6 | 0.18 | 32.8 | 0.64 | 14.6 | 0.34 | 27.4 | 0.17 | 18.4 | 0.52 | 23.3 | 0.51 | 18.7 | 0.72 | 12.1 | 3.15 |
| | 6 | 19.6 | 0.21 | 29.4 | 0.64 | 17.9 | 0.68 | 29.0 | 0.41 | 24.4 | 0.62 | 11.1 | 0.43 | 28.0 | 0.94 | 24.6 | 0.57 |
| | 7 | 55.0 | 0.16 | 28.2 | 0.57 | 18.1 | 0.65 | 35.6 | 0.41 | 28.0 | 0.20 | 11.5 | 0.73 | 15.4 | 0.88 | 23.6 | 0.52 |
| | 8 | 73.9 | 0.07 | 22.5 | 0.54 | 22.7 | 0.38 | 27.1 | 0.36 | 34.7 | 0.32 | 17.3 | 0.40 | 19.4 | 0.71 | 30.0 | 0.52 |
| | 9 | 11.2 | 0.67 | 25.7 | 0.63 | 13.3 | 0.64 | 36.8 | 0.37 | 37.6 | 1.02 | 42.6 | 0.97 | 34.2 | 0.43 | 47.9 | 0.65 |
| | 10 | 15.5 | 0.15 | * | * | 19.8 | 0.52 | 24.3 | 0.09 | 12.2 | 0.76 | 17.8 | 0.49 | 9.1 | 0.48 | 28.3 | 1.75 |

| boomtype | | appel | | appel | | appel | | appel | | appel | | appel | | appel | | appel | | appel | |
|------------|----|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|
| techniek | | standaard | | standaard | | standaard | | KWH-st | | KWH-st | | KWH-st | | CDS | | CDS | | CDS | |
| boom | | 1 | | 2 | | 3 | | 1 | | 2 | | 3 | | 1 | | 2 | | 3 | |
| vak | nr | A [cm²] | D [µL/cm²] | A [cm²] | D [µL/cm²] | A [cm²] | D [µL/cm²] | A [cm²] | D [µL/cm²] | A [cm²] | D [µL/cm²] | A [cm²] | D [µL/cm²] | A [cm²] | D [µL/cm²] | A [cm²] | D [µL/cm²] | A [cm²] | D [µL/cm²] |
| onder-Oost | 1 | 34.2 | 0.21 | 23.6 | 0.16 | 21.4 | 0.62 | 34.7 | 0.11 | 42.6 | 0.45 | 28.9 | 0.24 | 41.9 | 0.42 | 34.9 | 0.52 | 21.0 | 0.30 |
| | 2 | 23.1 | 0.39 | 42.2 | 0.27 | 13.6 | 0.35 | 35.2 | 0.23 | 25.3 | 1.44 | 42.3 | 0.38 | 30.5 | 1.48 | 44.4 | 0.31 | 12.0 | 1.31 |
| | 3 | 35.4 | 0.33 | 8.4 | 0.25 | 27.8 | 0.22 | 41.7 | 0.33 | 29.0 | 0.33 | 19.8 | 0.61 | 7.0 | 1.64 | 36.4 | 0.80 | 24.7 | 0.66 |
| | 4 | 31.8 | 0.18 | 18.4 | 0.33 | 12.9 | 0.35 | 48.4 | 0.26 | 40.2 | 0.38 | 11.3 | 0.37 | 29.4 | 0.66 | 64.4 | 0.77 | 43.0 | 0.21 |
| | 5 | 16.6 | 0.22 | 21.0 | 0.70 | 21.3 | 0.12 | 29.6 | 0.35 | 35.1 | 0.34 | 37.0 | 0.28 | 44.3 | 0.81 | 24.3 | 0.11 | 25.4 | 0.49 |
| | 6 | 8.0 | 0.24 | 20.0 | 0.16 | 39.1 | 0.51 | 31.1 | 0.28 | 29.0 | 0.20 | 39.1 | 0.27 | 25.8 | 0.99 | 17.0 | 0.26 | 23.7 | 0.39 |
| | 7 | 47.6 | 0.11 | 30.4 | 0.17 | 26.1 | 0.61 | 26.3 | 0.22 | 20.0 | 0.58 | 26.6 | 0.60 | 31.7 | 1.39 | * | * | 20.5 | 0.24 |
| | 8 | 39.7 | 0.21 | 20.6 | 0.09 | 16.9 | 0.73 | 36.1 | 0.23 | 25.6 | 0.31 | * | * | 15.3 | 1.10 | * | * | 20.0 | 0.87 |
| | 9 | 32.9 | 0.19 | 24.5 | 0.27 | 26.1 | 0.63 | 22.6 | 0.23 | 34.8 | 0.18 | * | * | * | * | * | * | 18.0 | 1.06 |
| | 10 | 21.0 | 0.34 | 30.6 | 0.19 | 24.3 | 0.16 | | | 55.6 | 0.33 | * | * | * | * | * | * | 8.4 | 0.52 |
| onder-West | 1 | 47.5 | 0.27 | 16.0 | 0.42 | 34.0 | 0.50 | 43.4 | 0.12 | 48.7 | 0.07 | 25.8 | 0.12 | 32.2 | 0.99 | 30.5 | 0.40 | 54.0 | 1.35 |
| | 2 | 22.5 | 0.27 | 33.7 | 0.26 | 21.2 | 0.37 | 17.2 | 0.13 | 51.3 | 0.27 | 41.4 | 0.18 | 13.2 | 0.64 | 35.9 | 1.33 | 25.0 | 0.64 |
| | 3 | 27.9 | 0.17 | 22.0 | 0.35 | 33.7 | 0.38 | 29.7 | 0.26 | 28.0 | 0.14 | 22.2 | 0.22 | 20.0 | 0.55 | 20.3 | 0.85 | 36.1 | 0.40 |
| | 4 | 12.2 | 0.22 | 36.8 | 0.32 | 32.8 | 0.37 | 20.2 | 0.16 | 35.2 | 0.11 | 40.2 | 0.18 | 32.5 | 0.38 | 49.2 | 2.09 | 32.9 | 0.43 |
| | 5 | * | * | 28.8 | 0.54 | 40.0 | 0.57 | 37.1 | 0.22 | 15.9 | 0.19 | 32.6 | 0.07 | 27.0 | 0.92 | 29.8 | 1.17 | 23.7 | 0.50 |
| | 6 | * | * | 13.7 | 0.55 | 21.9 | 0.58 | 36.9 | 0.15 | 21.5 | 0.07 | 25.2 | 0.14 | 26.1 | 0.27 | 28.6 | 0.65 | 15.6 | 0.82 |
| | 7 | * | * | * | * | 31.5 | 0.45 | 25.6 | 0.15 | 25.3 | 0.25 | 40.0 | 0.14 | 21.7 | 0.81 | 28.9 | 0.54 | 21.0 | 0.75 |
| | 8 | * | * | * | * | 15.5 | 0.33 | 9.9 | 0.30 | 35.0 | 0.21 | 29.0 | 0.10 | 13.1 | 0.45 | 9.8 | 0.75 | * | * |
| | 9 | * | * | * | * | 10.4 | 0.39 | * | * | 36.5 | 0.11 | 20.0 | 0.09 | 19.8 | 0.15 | 10.7 | 0.56 | * | * |
| | 10 | * | * | * | * | 11.8 | 0.37 | * | * | 34.2 | 0.12 | 21.2 | 0.08 | * | * | * | * | * | * |
| broek-Oost | 1 | 30.3 | 0.22 | 29.2 | 0.24 | 34.0 | 0.31 | 48.3 | 0.11 | 32.9 | 0.17 | 43.8 | 0.18 | 47.4 | 0.41 | 31.7 | 0.28 | 14.0 | 0.67 |
| | 2 | 24.9 | 0.46 | 37.8 | 0.19 | 16.6 | 0.12 | 31.6 | 0.22 | 39.4 | 0.15 | 21.2 | 0.20 | 36.7 | 0.48 | 22.0 | 0.46 | 17.6 | 0.33 |
| | 3 | 14.7 | 0.21 | 28.7 | 0.08 | 37.6 | 0.60 | 47.1 | 0.04 | 36.4 | 0.08 | 12.2 | 0.14 | 24.9 | 1.67 | 42.8 | 0.41 | 29.5 | 0.32 |
| | 4 | 38.9 | 0.24 | 31.0 | 0.09 | 32.9 | 0.17 | 35.6 | 0.10 | 51.2 | 0.24 | 35.8 | 0.16 | 37.0 | 0.37 | 18.8 | 0.16 | 17.0 | 0.71 |
| | 5 | 25.9 | 0.33 | 32.4 | 0.23 | 32.3 | 0.46 | 19.1 | 0.23 | 61.6 | 0.18 | 37.3 | 0.16 | 41.7 | 0.56 | 40.2 | 0.10 | 19.2 | 1.09 |
| | 6 | 34.5 | 0.12 | 15.7 | 0.19 | 27.5 | 0.31 | 35.1 | 0.16 | 25.6 | 0.15 | 21.1 | 0.31 | 17.9 | 0.63 | 35.3 | 0.15 | 16.5 | 1.00 |
| | 7 | 15.3 | 0.23 | 11.4 | 0.27 | 19.7 | 0.27 | 27.3 | 0.12 | 25.0 | 0.17 | 31.2 | 0.11 | 24.1 | 0.48 | 22.0 | 0.50 | 18.9 | 0.59 |
| | 8 | 34.6 | 0.10 | 25.6 | 0.22 | 15.7 | 0.21 | 25.3 | 0.41 | 37.6 | 0.13 | 43.9 | 0.16 | 21.4 | 1.00 | 21.0 | 0.16 | 9.5 | 0.69 |
| | 9 | 19.7 | 0.26 | 21.8 | 0.10 | 18.3 | 0.29 | 43.5 | 0.05 | 10.7 | 0.17 | 60.0 | 0.14 | 19.6 | 0.78 | 43.5 | 0.64 | 14.4 | 0.80 |
| | 10 | 36.1 | 0.26 | 45.2 | 0.11 | 14.5 | 0.43 | 14.2 | 0.15 | 41.3 | 0.15 | 38.3 | 0.22 | 55.0 | 0.20 | 17.1 | 0.31 | 19.3 | 1.14 |

| boomtype techniek boom | | appel standaard 1 | | appel standaard 2 | | appel standaard 3 | | appel KWH-st 1 | | appel KWH-st 2 | | appel KWH-st 3 | | appel CDS 1 | | appel CDS 2 | | appel CDS 3 | |
|------------------------------|----|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|
| vak | nr | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] | A [cm ²] | D [μL/cm ²] |
| broek-West | 1 | 18.8 | 0.08 | 24.2 | 0.12 | 38.1 | 0.18 | 16.6 | 0.27 | 12.2 | 0.64 | 31.8 | 0.24 | 26.6 | 0.32 | 27.8 | 0.45 | 41.7 | 0.17 |
| | 2 | 41.4 | 0.24 | 30.2 | 0.20 | 23.7 | 0.19 | 5.5 | 0.04 | 43.0 | 0.26 | 47.4 | 0.11 | 41.3 | 0.10 | 42.2 | 0.27 | 15.9 | 1.17 |
| | 3 | 22.5 | 0.06 | 26.7 | 0.36 | 31.8 | 0.25 | 14.2 | 0.29 | 21.4 | 0.11 | 34.6 | 0.30 | 53.6 | 0.22 | 10.0 | 0.51 | 49.9 | 0.33 |
| | 4 | 30.2 | 0.62 | 35.5 | 0.10 | 17.0 | 0.29 | 38.5 | 0.08 | 25.1 | 0.08 | 22.1 | 0.15 | 34.0 | 1.21 | 43.8 | 0.23 | 19.9 | 0.14 |
| | 5 | 29.0 | 0.32 | 35.3 | 0.22 | 36.9 | 0.24 | 43.0 | 0.11 | 35.6 | 0.33 | 25.3 | 0.10 | 50.5 | 0.49 | 22.1 | 0.36 | 12.7 | 0.46 |
| | 6 | 40.5 | 0.21 | 22.3 | 0.31 | 35.5 | 0.49 | 17.3 | 0.08 | 40.0 | 0.22 | 39.6 | 0.05 | 11.8 | 0.93 | 14.1 | 0.24 | 29.0 | 0.42 |
| | 7 | 18.8 | 0.19 | 12.3 | 0.31 | 28.1 | 0.24 | 36.9 | 0.03 | 32.5 | 0.33 | 17.3 | 0.25 | 9.2 | 0.26 | 40.7 | 0.33 | 12.8 | 0.43 |
| | 8 | 21.8 | 0.36 | 24.1 | 0.27 | 15.2 | 0.31 | 40.9 | 0.06 | 33.2 | 0.49 | 35.0 | 0.14 | 20.5 | 0.26 | 10.9 | 0.33 | 13.3 | 0.46 |
| | 9 | 16.6 | 0.21 | 51.8 | 0.28 | 16.8 | 0.40 | 15.3 | 0.03 | 51.0 | 0.22 | 22.2 | 0.09 | 46.5 | 0.69 | 18.9 | 0.35 | 20.1 | 0.52 |
| | 10 | * | * | 16.8 | 0.14 | 25.6 | 0.22 | 18.4 | 0.06 | 28.3 | 0.27 | 29.3 | 0.12 | 22.9 | 0.47 | 50.6 | 0.32 | 15.4 | 0.44 |

Bijlage 6 Depositie op blad in boom 2012

Depositie op blad ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$) per blaadje, per vak, per boom, per techniek, per boomtype bij een bespuiting met een KWH dwarsstroom boomgaardspuit met albus ATR lila (fijn) en TVI80075 (grof) spuitdoppen en een KWH-CDS met ATR wit+ATRLila (fijn) en TVI800050 en TVI800075 (grof) spuitdoppen in peren (spil boomvorm).

| Boom | Vak | Blad | 1-stand | 1-fijn | 1-stand | 2-grof | 2-CDS | 3-cfijn | 2-CDS | 4-cgrof |
|------|-----------|------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|
| | | | opp cm^2 | depo $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ | opp cm^2 | depo $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ | opp cm^2 | depo $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ | opp cm^2 | depo $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ |
| 1 | 1-top | 1 | 19.1 | 0.62 | 33.1 | 1.17 | 30 | 1.22 | 17.4 | 0.21 |
| 1 | 1-top | 2 | 16.4 | 1.36 | 22.3 | 1.75 | 23.2 | 0.42 | 21.1 | 0.45 |
| 1 | 1-top | 3 | 25 | 0.95 | 28.8 | 1.16 | 25.7 | 0.24 | 27.4 | 0.47 |
| 1 | 1-top | 4 | 14.8 | 0.88 | 21.6 | 1.83 | 36.2 | 0.18 | 29.4 | 0.59 |
| 1 | 1-top | 5 | 19.3 | 0.85 | 18.3 | 1.83 | 20.2 | 0.61 | 23.2 | 0.59 |
| 1 | 1-top | 6 | 32.4 | 0.43 | 27 | 1.94 | 37.3 | 0.70 | 16.6 | 0.41 |
| 1 | 1-top | 7 | 12.4 | 1.53 | 13.4 | 0.84 | 41.9 | 0.15 | 6.3 | 0.58 |
| 1 | 1-top | 8 | 24.1 | 1.00 | 18.8 | 1.39 | 25.5 | 0.34 | 39.2 | 0.41 |
| 1 | 1-top | 9 | 27.8 | 1.81 | 12 | 0.68 | 23.2 | 0.65 | 17.7 | 0.60 |
| 1 | 1-top | 10 | 19.9 | 1.80 | 17.7 | 1.43 | 29.9 | 0.45 | 18 | 0.73 |
| 1 | 2-midden | 1 | 19.7 | 1.27 | 11.4 | 0.94 | 15.6 | 0.59 | 19.5 | 0.37 |
| 1 | 2-midden | 2 | 21.1 | 1.37 | 19.5 | 0.63 | 17.7 | 0.80 | 25.8 | 0.27 |
| 1 | 2-midden | 3 | 20.4 | 1.07 | 30.6 | 1.49 | 41 | 0.49 | 9.4 | 0.28 |
| 1 | 2-midden | 4 | 25.6 | 1.69 | 8 | 1.01 | 16.8 | 0.40 | 27 | 0.55 |
| 1 | 2-midden | 5 | 16.1 | 1.23 | 16.7 | 1.10 | 15.1 | 0.27 | 25.8 | 0.27 |
| 1 | 2-midden | 6 | 30.8 | 1.00 | 29.9 | 0.87 | 19.1 | 0.42 | 58.2 | 0.39 |
| 1 | 2-midden | 7 | 3.4 | 2.33 | 32.4 | 0.67 | 24 | 0.42 | 18.5 | 0.33 |
| 1 | 2-midden | 8 | 18.7 | 0.71 | 20.9 | 0.56 | 18.1 | 0.24 | 24.2 | 0.28 |
| 1 | 2-midden | 9 | 22.9 | 0.82 | 17.3 | 0.94 | 16.3 | 0.78 | 21.3 | 0.28 |
| 1 | 2-midden | 10 | 8.2 | 1.15 | 13.6 | 1.26 | 10.2 | 0.62 | 35.7 | 0.37 |
| 1 | 3-onder-w | 1 | 25.9 | 0.52 | 20.6 | 0.73 | 24.7 | 0.14 | 33.7 | 0.27 |
| 1 | 3-onder-w | 2 | 33.3 | 0.51 | 33 | 0.85 | 44.7 | 0.23 | 21.7 | 0.08 |
| 1 | 3-onder-w | 3 | 15.4 | 0.53 | 32.3 | 2.15 | 38.3 | 0.63 | 14.2 | 0.44 |
| 1 | 3-onder-w | 4 | 18.8 | 0.48 | 11.8 | 0.73 | 15.1 | 0.27 | 26.9 | 0.27 |
| 1 | 3-onder-w | 5 | 27.2 | 0.66 | 20 | 1.06 | 25.9 | 0.29 | 27.6 | 0.22 |
| 1 | 3-onder-w | 6 | 13.6 | 0.45 | 24.6 | 0.46 | 40.4 | 0.16 | 10.9 | 0.26 |
| 1 | 3-onder-w | 7 | 38.6 | 0.62 | 15.4 | 0.69 | 23.3 | 0.21 | 29.1 | 0.69 |
| 1 | 3-onder-w | 8 | 7.2 | 1.20 | 16.6 | 1.05 | 22.2 | 0.27 | 40.7 | 0.40 |
| 1 | 3-onder-w | 9 | 16.3 | 0.66 | 16.2 | 0.79 | 28.7 | 0.09 | 27.5 | 0.15 |
| 1 | 3-onder-w | 10 | 29.6 | 0.46 | 18.9 | 0.63 | 27.1 | 0.50 | 30.6 | 0.36 |
| 1 | 4-onder-o | 1 | 26.4 | 0.62 | 23.3 | 0.49 | 49.2 | 0.18 | 37.7 | 0.43 |
| 1 | 4-onder-o | 2 | 32.2 | 0.43 | 29.6 | 0.80 | 31.6 | 0.16 | 18.9 | 0.20 |
| 1 | 4-onder-o | 3 | 21.1 | 0.44 | 22.1 | 0.45 | 25.5 | 0.29 | 25 | 0.39 |
| 1 | 4-onder-o | 4 | 22.4 | 0.50 | 14.7 | 0.79 | 23.2 | 0.22 | 34 | 0.42 |
| 1 | 4-onder-o | 5 | 25 | 0.33 | 17.9 | 0.41 | 23 | 0.26 | 24.8 | 0.33 |
| 1 | 4-onder-o | 6 | 16.8 | 0.22 | 25.3 | 0.31 | 40.6 | 0.21 | 23.2 | 0.20 |
| 1 | 4-onder-o | 7 | 25.2 | 0.38 | 15.1 | 0.59 | 30.1 | 0.30 | 33.1 | 0.52 |
| 1 | 4-onder-o | 8 | 32 | 0.33 | 14.7 | 0.52 | 24.4 | 0.32 | 26.2 | 0.37 |
| 1 | 4-onder-o | 9 | 12.7 | 0.23 | 20.4 | 0.37 | 27 | 0.13 | 19.5 | 0.23 |
| 1 | 4-onder-o | 10 | 29.8 | 0.21 | 30.8 | 0.35 | 9.9 | 0.08 | 13.5 | 0.15 |
| 2 | 1-top | 1 | 12.4 | 1.39 | 26.3 | 0.91 | 32.2 | 0.42 | 29.8 | 0.53 |

| Boom | Vak | Blad | 1-stand opp cm ² | 1-fijn depo µL/cm ² | 1-stand opp cm ² | 2-grof depo µL/cm ² | 2-CDS opp cm ² | 3-cfijn depo µL/cm ² | 2-CDS opp cm ² | 4-cgrof depo µL/cm ² |
|------|-----------|------|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| 2 | 1-top | 2 | 21.3 | 0.55 | 20 | 0.95 | 21.8 | 0.13 | 31.5 | 0.92 |
| 2 | 1-top | 3 | 22.3 | 1.28 | 15.5 | 0.71 | 20.5 | 0.62 | 31.3 | 0.52 |
| 2 | 1-top | 4 | 14.1 | 0.98 | 25.7 | 0.52 | 18.3 | 0.21 | 9.3 | 0.49 |
| 2 | 1-top | 5 | 20.6 | 1.35 | 35.2 | 0.59 | 12.2 | 0.54 | 23.5 | 0.21 |
| 2 | 1-top | 6 | 14.6 | 0.71 | 33.3 | 0.40 | 21.4 | 0.40 | 13.8 | 0.09 |
| 2 | 1-top | 7 | 26.3 | 0.61 | 24.1 | 1.58 | 18 | 0.53 | 15.8 | 0.03 |
| 2 | 1-top | 8 | 26.9 | 1.36 | 15.9 | 1.06 | 25.2 | 0.66 | 32.3 | 0.12 |
| 2 | 1-top | 9 | 22.1 | 2.71 | 15.9 | 0.41 | 13.4 | 1.04 | 20.4 | 0.10 |
| 2 | 1-top | 10 | 31.2 | 0.87 | 28.6 | 0.76 | 28.5 | 0.43 | 29.2 | 0.25 |
| 2 | 2-midden | 1 | 42.3 | 0.41 | 46.7 | 1.06 | 21.3 | 0.60 | 38.7 | 0.53 |
| 2 | 2-midden | 2 | 32.3 | 0.46 | 10.2 | 1.03 | 19.2 | 0.44 | 36.3 | 0.56 |
| 2 | 2-midden | 3 | 32.8 | 0.28 | 25.1 | 0.71 | 35.1 | 0.22 | 57.4 | 0.87 |
| 2 | 2-midden | 4 | 13.1 | 0.72 | 5.3 | 0.47 | 34.9 | 0.59 | 21.7 | 0.53 |
| 2 | 2-midden | 5 | 26.5 | 1.16 | 18.3 | 1.66 | 40.4 | 0.53 | 20.9 | 0.89 |
| 2 | 2-midden | 6 | 33.6 | 0.36 | 24 | 1.32 | 27.7 | 0.78 | 14.7 | 0.50 |
| 2 | 2-midden | 7 | 14.6 | 0.57 | 8.4 | 0.62 | 19.8 | 0.28 | 6.6 | 0.39 |
| 2 | 2-midden | 8 | 18.9 | 0.55 | 29.9 | 0.29 | 21.9 | 0.30 | 11 | 0.21 |
| 2 | 2-midden | 9 | 17.7 | 0.47 | 23.5 | 0.55 | 18.1 | 0.64 | 15.8 | 0.29 |
| 2 | 2-midden | 10 | 16.6 | 0.46 | 17 | 1.06 | 33.3 | 0.56 | 13.9 | 0.34 |
| 2 | 3-onder-w | 1 | 18 | 0.67 | 27.6 | 1.14 | 33 | 0.40 | 16.6 | 0.23 |
| 2 | 3-onder-w | 2 | 31.5 | 0.28 | 28.9 | 0.66 | 14 | 0.16 | 21.9 | 1.02 |
| 2 | 3-onder-w | 3 | 20 | 0.37 | 23.1 | 0.42 | 40.5 | 0.43 | 16.6 | 0.19 |
| 2 | 3-onder-w | 4 | 25.7 | 0.33 | 19.2 | 0.71 | 30.2 | 0.33 | 24.2 | 0.69 |
| 2 | 3-onder-w | 5 | 15.2 | 0.30 | 25.6 | 1.26 | 24.7 | 0.29 | 43.5 | 0.97 |
| 2 | 3-onder-w | 6 | 9.6 | 1.74 | 20.4 | 0.56 | 19 | 0.78 | 26.9 | 0.64 |
| 2 | 3-onder-w | 7 | 11.8 | 0.89 | 21.9 | 0.64 | 47 | 0.42 | 27.5 | 0.47 |
| 2 | 3-onder-w | 8 | 18.6 | 1.01 | 36.3 | 0.61 | 32.4 | 0.37 | 27.2 | 0.71 |
| 2 | 3-onder-w | 9 | 28.1 | 0.40 | 20.1 | 1.06 | 35.7 | 0.43 | 22.9 | 0.30 |
| 2 | 3-onder-w | 10 | 19.5 | 0.26 | 26.1 | 0.48 | 31.7 | 0.16 | 43.1 | 0.39 |
| 2 | 4-onder-o | 1 | 23.5 | 0.48 | 23 | 0.78 | 40.7 | 0.22 | 30.9 | 0.28 |
| 2 | 4-onder-o | 2 | 28.9 | 0.40 | 6.8 | 0.58 | 19.3 | 0.20 | 31.3 | 0.60 |
| 2 | 4-onder-o | 3 | 16.4 | 0.55 | 26.6 | 0.55 | 29.4 | 0.13 | 20.4 | 0.30 |
| 2 | 4-onder-o | 4 | 33.7 | 0.32 | 29.6 | 0.44 | 22 | 0.32 | 19 | 0.42 |
| 2 | 4-onder-o | 5 | 32.7 | 0.63 | 38 | 1.04 | 29.4 | 0.30 | 21 | 0.46 |
| 2 | 4-onder-o | 6 | 31.2 | 0.43 | 17.8 | 0.83 | 44.9 | 0.17 | 19.4 | 0.32 |
| 2 | 4-onder-o | 7 | 19.7 | 0.29 | 30.1 | 0.45 | 48.3 | 0.58 | 15.1 | 0.73 |
| 2 | 4-onder-o | 8 | 27.5 | 0.31 | 39.1 | 0.76 | 21.8 | 0.27 | 29.4 | 0.23 |
| 2 | 4-onder-o | 9 | 13 | 0.25 | 17.9 | 0.68 | 23.1 | 0.25 | 19 | 0.51 |
| 2 | 4-onder-o | 10 | 6.8 | 0.25 | 10.5 | 0.96 | 19.9 | 0.45 | * | * |
| 3 | 1-top | 1 | 11.4 | 1.16 | 24.4 | 1.55 | 23.5 | 0.54 | 32.7 | 0.06 |
| 3 | 1-top | 2 | 12.8 | 1.13 | 29.2 | 2.76 | 8.7 | 0.59 | 29 | 0.00 |
| 3 | 1-top | 3 | 22.4 | 0.86 | 10.7 | 1.14 | 22.3 | 0.76 | 14 | 0.05 |
| 3 | 1-top | 4 | 25.3 | 0.66 | 21.8 | 0.81 | 37.2 | 0.48 | 12.3 | 0.18 |
| 3 | 1-top | 5 | 13 | 1.24 | 31.5 | 0.83 | 17.7 | 0.44 | 28.3 | 0.07 |
| 3 | 1-top | 6 | 29.6 | 1.07 | 21.1 | 1.55 | 21.2 | 0.61 | 23.4 | 0.04 |
| 3 | 1-top | 7 | 10.3 | 1.19 | 30.7 | 2.21 | 18.5 | 0.28 | 28.6 | 0.03 |
| 3 | 1-top | 8 | 24.4 | 2.42 | 9.2 | 1.37 | 17.1 | 0.27 | 9.8 | 0.04 |
| 3 | 1-top | 9 | 31.9 | 1.26 | 15.3 | 0.88 | 18.8 | 0.56 | 36.5 | 0.02 |
| 3 | 1-top | 10 | 32.7 | 0.47 | 34.8 | 1.43 | 24.6 | 0.37 | 11.4 | 0.06 |
| 3 | 2-midden | 1 | 20.9 | 1.07 | 32.6 | 1.41 | 16.5 | 0.19 | 20.2 | 0.49 |
| 3 | 2-midden | 2 | 23.9 | 1.11 | 16.8 | 0.66 | 25.6 | 0.53 | 9.5 | 0.46 |
| 3 | 2-midden | 3 | 17.9 | 0.50 | 30.6 | 0.62 | 33.5 | 0.40 | 24.5 | 0.48 |
| 3 | 2-midden | 4 | 15.8 | 0.56 | 30.7 | 0.47 | 22.6 | 0.58 | 24.8 | 0.37 |

| Boom | Vak | Blad | 1-stand | 1-fijn | 1-stand | 2-grof | 2-CDS | 3-cfijn | 2-CDS | 4-cgrof |
|------|-----------|------|------------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------|
| | | | opp cm ² | depo µL/cm ² | opp cm ² | depo µL/cm ² | opp cm ² | depo µL/cm ² | opp cm ² | depo µL/cm ² |
| 3 | 2-midden | 5 | 26.2 | 0.70 | 24.8 | 0.98 | 7.8 | 0.31 | 28.2 | 0.33 |
| 3 | 2-midden | 6 | 32.2 | 1.03 | 15.6 | 1.24 | 32.1 | 0.60 | 35.6 | 0.31 |
| 3 | 2-midden | 7 | 15.8 | 0.95 | 12.3 | 1.25 | 29.3 | 0.19 | 22.4 | 0.43 |
| 3 | 2-midden | 8 | 22.8 | 0.96 | 34.4 | 0.42 | 23.6 | 0.55 | 21.9 | 0.27 |
| 3 | 2-midden | 9 | 18 | 0.64 | 28 | 0.80 | 15 | 0.46 | 17.2 | 0.67 |
| 3 | 2-midden | 10 | 38.2 | 1.04 | 14.6 | 1.23 | 10.3 | 0.26 | 12.2 | 0.49 |
| 3 | 3-onder-w | 1 | 6.6 | 0.39 | 47.1 | 0.63 | 24 | 0.68 | 48.5 | 0.29 |
| 3 | 3-onder-w | 2 | 27.9 | 0.37 | 33.2 | 0.50 | 53.1 | 0.46 | 30.4 | 0.27 |
| 3 | 3-onder-w | 3 | 25.4 | 0.32 | 31.3 | 0.75 | 37 | 0.53 | 27.8 | 0.38 |
| 3 | 3-onder-w | 4 | 18.2 | 0.46 | 10.1 | 1.19 | 17.4 | 0.49 | 11.1 | 0.43 |
| 3 | 3-onder-w | 5 | 7.7 | 2.31 | 36.2 | 1.02 | 34.6 | 0.75 | 33.7 | 0.80 |
| 3 | 3-onder-w | 6 | 15.5 | 0.30 | 24.2 | 0.68 | 27 | 0.16 | 33.9 | 0.63 |
| 3 | 3-onder-w | 7 | 25.4 | 0.13 | 14.7 | 1.19 | 21.9 | 0.18 | 37.4 | 0.32 |
| 3 | 3-onder-w | 8 | 26 | 0.20 | 21.6 | 0.87 | 27.1 | 0.19 | 30 | 0.76 |
| 3 | 3-onder-w | 9 | 32 | 0.14 | 40.3 | 0.62 | 29.4 | 0.26 | 18.4 | 0.42 |
| 3 | 3-onder-w | 10 | 21.2 | 0.44 | 27.8 | 1.03 | 23.4 | 0.24 | 15.9 | 0.51 |
| 3 | 4-onder-o | 1 | 49.7 | 0.21 | 30.3 | 0.59 | 36.8 | 0.43 | 33.4 | 0.35 |
| 3 | 4-onder-o | 2 | 15.2 | 1.90 | 36.1 | 0.52 | 36.8 | 0.34 | 34.2 | 0.11 |
| 3 | 4-onder-o | 3 | 24.2 | 0.23 | 22.5 | 0.61 | 17 | 0.53 | 45.8 | 0.63 |
| 3 | 4-onder-o | 4 | 22.2 | 0.77 | 32.4 | 1.05 | 14.7 | 0.15 | 30 | 0.39 |
| 3 | 4-onder-o | 5 | 12.2 | 0.85 | 26.4 | 0.91 | 21.2 | 0.11 | 22.2 | 0.16 |
| 3 | 4-onder-o | 6 | 20.4 | 0.15 | 31.6 | 0.55 | 24.2 | 0.18 | 28.8 | 0.28 |
| 3 | 4-onder-o | 7 | 26.6 | 0.29 | 6.6 | 0.75 | 33.7 | 0.36 | 34.4 | 0.45 |
| 3 | 4-onder-o | 8 | 14.2 | 0.57 | 24 | 0.77 | 30.2 | 0.18 | 20 | 0.65 |
| 3 | 4-onder-o | 9 | 15.6 | 0.43 | 22.4 | 0.58 | 54.3 | 0.40 | 33.9 | 0.29 |
| 3 | 4-onder-o | 10 | 20.6 | 0.32 | 13.6 | 0.69 | 30.2 | 0.24 | 24.9 | 0.62 |

Correspondentie adres voor dit rapport:

Postbus 16

6700 AA Wageningen

T 0317 48 07 00

wur.nl/plant-research

Rapport WPR-492



De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.600 medewerkers (6.700 fte) en 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Correspondentieadres voor dit rapport:
Postbus 16
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
wur.nl/plant-research

Rapport WPR-492

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.600 medewerkers (6.700 fte) en 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

