



Rijsnelheid en spuitboombeweging

J.C. van de Zande & J.M.G.P. Michielsen





Rijsnelheid en spuitboombeweging

J.C. van de Zande & J.M.G.P. Michielsen

© 2012 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Plant Research International. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

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

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



PRODUCTSCHAP AKKERBOUW



Plant Research International, onderdeel van Wageningen UR Business Unit Agrosysteemkunde

Adres : Postbus 616, 6700 AP Wageningen
: Wageningen Campus, Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
Tel. : 0317 – 48 06 88
Fax : 0317 – 41 80 94
E-mail : info.pri@wur.nl
Internet : www.pri.wur.nl

Inhoudsopgave

	pagina
Abstract	1
Voorwoord	3
1. Inleiding	5
2. Materiaal en methode	7
2.1 Voorbereiding	7
2.2 Afstellen spuitmachine	8
2.3 Spuitboombewegingsmetingen	8
2.4 Verwerking meetresultaten	9
3. Resultaten	11
3.1 Spuitboombeweging op hobbelbaan	11
3.2 Spuitboombeweging op grasbaan	14
3.3 Sensorgestuurde spuitboombeweging	18
4. Conclusies	21
5. Samenvatting	23
Summary	25
Referenties	27
Bijlage I. Uitgevoerde metingen	2 pp.
Bijlage II. Overzicht resultaten spuitboombewegingsmetingen per fabrikant	13 pp.

Abstract

Zande, J.C. van de & J.M.G.P. Michielsen, 2012. Sprayer forward speed and sprayer boom movement. Wageningen University and Research Centre, Plant Research International, WUR-PRI Report 480, Wageningen. 48 pp.

An inventory was set up to measure the effect of sprayer speed on sprayer boom movement using nowadays used trailed and selfpropelled sprayers with working widths of 24 m, 33 m and 36 m. Sprayer boom movements were measured travelling over a standardised track (ISO5008) and over a grass strip. The effect on vertical and horizontal sprayer boom movement was measured using ultrasonic sensors (vertical) and a laser distance measuring device (horizontal) following ISO14131. Three active systems for boom stability were measured too.

Within the range of measured forward speeds it is shown that an increasing speed reduces the sprayer boom movement. Some sprayers showed a minimal sprayer boom movement at an optimal speed. This was found both for the vertical as for the horizontal sprayer boom movements when driving on the standard track as on a grass strip. The current boom stability systems of the measured sprayers show that also with boom widths of 33 m and speeds up to 15 km/h the set boom heights of 50 cm or 30 cm above a crop canopy or even bare soil surface could be maintained. The use of a sensor to set and maintain boom height does not have much effect on the stability of the spray boom, but keeps the boom well at the set height. With the use of boom height control sensors and active spray boom height regulation systems drift reducing measures like a boom height of 30 cm above crop canopy can be performed in practice without risk of sprayer boom damage.

Keywords: sprayer boom movement, sprayer speed, spray boom height, boom height sensor

Voorwoord

In het kader van het KRW-project 'Samen werken aan een schone Maas' zijn metingen uitgevoerd aan de spuitboom-beweging bij veldspuiten die met verschillende rijsnelheid over een hobbelbaan, over gras en door een gewas rijden. De metingen zijn uitgevoerd bij op de proefveldlocatie van Unifarm te Wageningen. Dank aan alle WUR-PRI collega's en Unifarm medewerkers die meegeholpen hebben voor, tijdens en na de metingen. Dank ook aan de medewerkers van de spuitfabrikanten AGCO, Agrifac, Amazone, Hardi en Kverneland voor het beschikbaar stellen van de spuiten, het assisteren tijdens de metingen en de discussies over de spuiten en de balancerings van de spuitboom tussen de metingen door.

Doel van het project 'Samen werken aan een schone Maas' is het verminderen van de belasting van het oppervlakte-water met gewasbeschermingsmiddelen. Het project is gefinancierd door Agentschap NL, RWA-Maas, Federatie Agrotechniek en de provincie Noord-Brabant. Zij worden ondersteund door CLM Onderzoek en Advies, DLV Plant en WUR PPO/PRI. Dit project is ook gefinancierd door Masterplan Phytophthora en Productschap Akkerbouw en begeleid door J. Wijnen (ZLTO) en B. Kimmann (PA).

Wageningen, oktober 2012

1. Inleiding

In het stroomgebied van de Maas komt een veelheid aan gewasbeschermingstoepassingen voor. Dit komt door de verschillen in werkwijze die in de loop van de tijd regionaal ontstaan zijn. Binnen de akkerbouw en vollgrondsgroente-teelt komt een grote diversiteit aan spuittechnieken voor (doptype, werkbreedte, dopafstand op spuitboom, spuitboomhoogte, rijsnelheid, etc.) die door de aard van de toepassing niet altijd tot de gewenste emissiereductie leidt. Tussen individuele telers en loonwerkers is er een verschil in rijsnelheid wat ook leidt tot verschil in drift. Driftbeperkende maatregelen worden niet altijd op de beste wijze ingezet. Nieuwe technologieën dienen zich aan en kunnen een substantiële bijdrage leveren aan de reductie van emissie van gewasbeschermingsmiddelen door zowel driftbeperking als besparing op middelgebruik door gebruik van GPS en gewasafhankelijk te spuiten (Zande *et al.*, 2008). Introductie van deze technieken in combinatie met onderbouwde mogelijkheden van een hogere driftreductie dan strikt noodzakelijk is (50%) door toepassing van 75%, 90% en 95% driftreducerende spuitdoppen (TCT, 2012), verlaagde spuitboomhoogte en luchtondersteuning (Stallinga *et al.*, 2004) zal leiden tot een zekerstelling van de emissiereductiedoelstellingen en zorgen voor een schonere Maas.

Uit eerder onderzoek is gebleken dat bij een verdubbeling van de rijsnelheid van 6 naar 12 km/u en gelijkblijvend doptype en spuitdruk de drift toeneemt (Zande *et al.*, 2005). In sommige gevallen kan dat bij bepaalde doppen en spuitsystemen zelfs oplopen tot een veelvoud van de drift bij de standaardsnelheid en druk waarbij de spuitdop en/of het spuitsysteem was gecertificeerd. Het is evident, dat als de druk naar boven wordt bijgesteld om bij een hogere rijsnelheid de hoeveelheid spuitvloeistof per hectare gelijk te houden, dat de drift toeneemt. Bovendien is aangetoond dat bij standaard en driftarme venturi spleetdoppen door een toename van de rijsnelheid van 7 naar 14 km/u de spuitvloeistof depositie in het gewas verandert waardoor de werking van de gewasbeschermingsmiddelen afneemt (Stallinga *et al.*, 2010). Spuitboomhoogte en spuitboombeweging (vooral de verticale beweging) heeft effect op de drift (Jong *et al.*, 2000) en de verdeling van spuitvloeistof (vooral de horizontale beweging) in het gewas (Zande *et al.*, 2004). Het belang van een goed afgestelde balanceerinrichting van spuitbomen is dus om een homogene verdeling te realiseren en daardoor middel te kunnen reduceren, met een minimale emissie naar de omgeving.

In de voorliggende rapportage wordt een inventarisatie beschreven naar het effect van rijsnelheid op de spuitboombeweging van praktijk spuitmachines zoals vastgelegd door metingen. Bewegingen zijn op een gestandaardiseerde hobbelbaan en op kale grond gemeten door herhaaldelijk door hetzelfde spoor te rijden. Het effect van werkbreedte en spuitboomhoogte is voor getrokken en zelfrijdende machines vastgelegd. Ook zijn 3 systemen van actieve spuitboomcontrole geëvalueerd.

2. Materiaal en methode

2.1 Voorbereiding

In overleg met de fabrikanten is afgesproken dat de spuitboombeweging van spuiten met 33m werkbreedte en met een spoorbreedte van 1,80m zou worden gemeten. Een 48 m spuitmachine was voor de metingen niet beschikbaar. Toegevoegd is een gedragen spuit met een werkbreedte van 24 m.

a. Meetstrook

De meetstrook werd zo aangelegd dat de tip van de spuitboom met daaraan de bevestigde meetapparatuur boven een vlakke grasstrook hing. Het gras was daags voor de meting kort gemaaid. Bij de metingen op hobbelbaan en grasbaan werd de apparatuur aan de linkerkant van de spuitboom bevestigd. Bij een aantal spuiten die uitgerust waren met een hoogtesensor zijn metingen uitgevoerd waarbij de spuit door een gewas reed. Hierbij werd de positie van de meetapparatuur zodanig aangepast dat de sensor voor de spuitboomhoogtemeting boven een vlak stuk kort gras kwam te hangen.

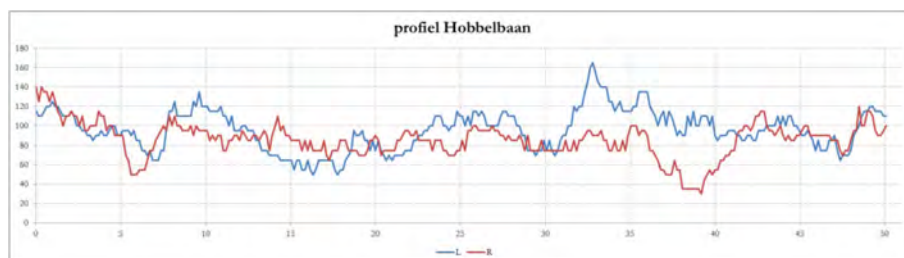
b. Hobbelbaan

De hobbelbaan is neergelegd zodat de spoorbreedte van 1,80m midden over de beide banen zou kunnen rijden. De 50 m lange hobbelbaan (ISO5008, 1979) werd neergelegd op een vlakgemaakt stuk land met een lengte van 100 m. Om de oprit en afrit wat te begeleiden werden hier rijplaten tegen de hobbelbaan aangelegd met een aanloop/uitloop van ongeveer 25 m.



Figuur 1. Aanleg hobbelbaan voor het meten van spuitboombewegingen.

Het profiel van de hobbelbaan (*smooth part of the bumpy track*) is opgebouwd uit houten blokken van verschillende hoogte in een metalen frame van 2,5 m lengte. Het hoogteprofiel voor het linker en het rechter wiel is beschreven in ISO5008.



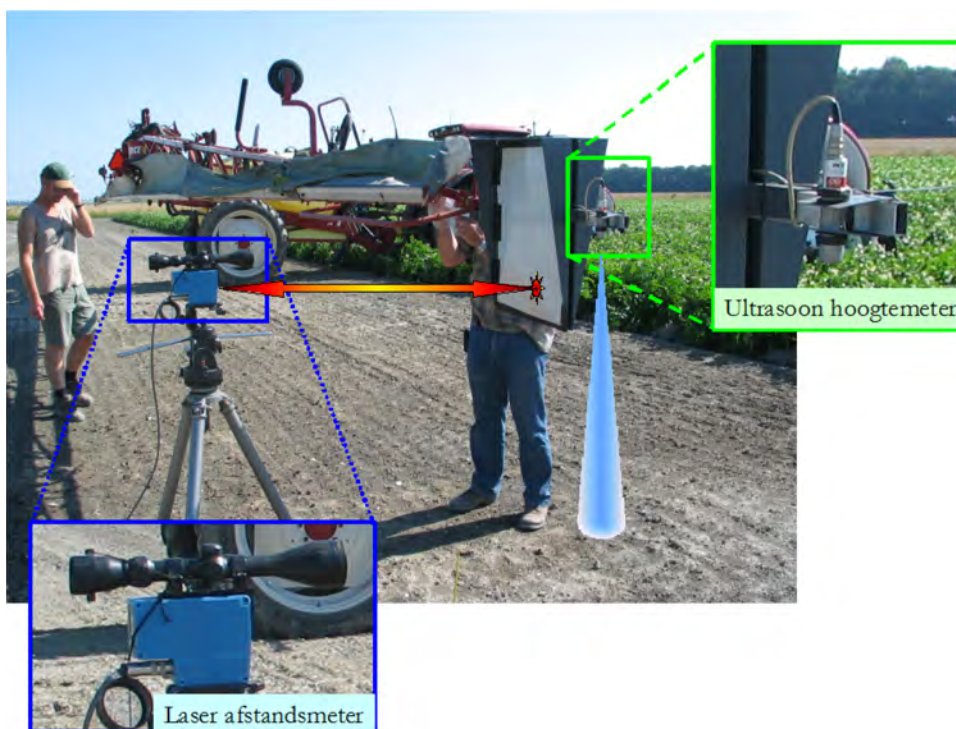
Figuur 2. Hoogte van linker en rechter pad van de hobbelbaan (mm) over 50 m lengte volgens ISO5008 (smooth part).

2.2 Afstellen spuitmachine

De spuit werd door eigen monteur(s) afgesteld en door eigen chauffeur gereden. De spuittank werd voor de helft gevuld met water en vóór de bewegingsmetingen werden de spuitleidingen in de spuitboom gevuld door kort voor te spuiten. De banden van de spuit werden op de goed geachte druk gebracht, in ieder geval werd van alle banden de spanning gemeten. Voor de metingen moest meetapparatuur op de spuitboom(tip) worden aangebracht. In samenwerking met de monteur werd hierna de balancering van de spuitboom met behulp van een contragewicht teruggebracht.

2.3 Spuitboombewegingsmetingen

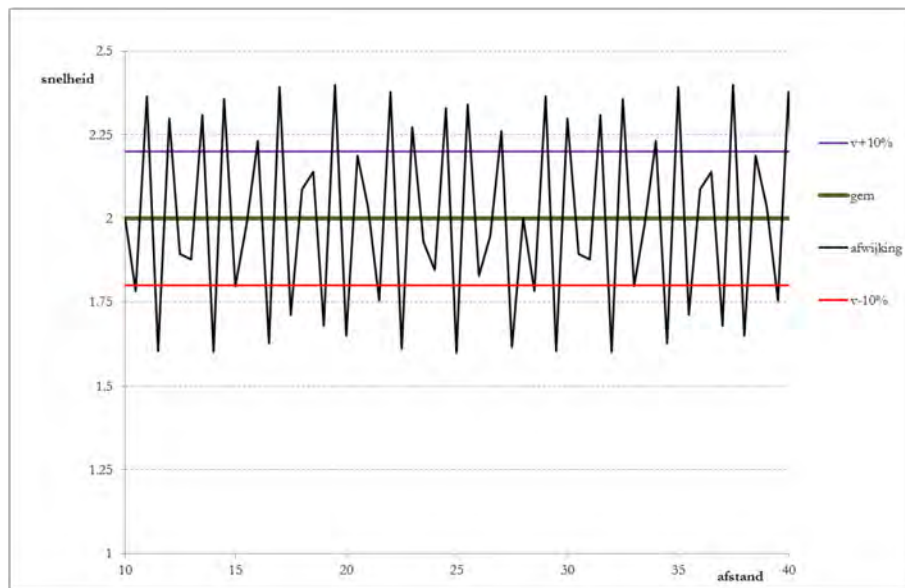
Met een laser afstandsmeter (Sick DME-200) kon de horizontale spuitboombeweging gemeten worden tot een afstand van 200 m. Aan de tip van de spuitboom werd een reflectiebord bevestigd om de afstand tussen spuitboom uiteinde en de laserafstandsmeter te meten. Aan het begin van het perceel werd de laserafstandsmeter op een vast punt geplaatst. Met een ultrasoon hoogtemeter werd de afstand tussen het uiteinde van de spuitboom en grondoppervlak onder de spuitboom gemeten, de verticale spuitboombeweging. De laser was direct met een meetkabel verbonden aan de datalogger, de ultrasoon was via een radiolink met de logger verbonden. De logger was op z'n beurt weer gekoppeld met een laptop waar met een programma de data werd gelogd. De spuit vertrok elke keer vanaf dezelfde positie. Eén medewerker bediende de laser voor het meten van de horizontale spuitboombeweging door deze bij het wegrijden van de spuit op het reflectiebord gericht te houden. Elke meting werd in een aparte datafile opgeslagen. Allereerst werd een test run uitgevoerd om te controleren of alle apparatuur werkt en om te kijken hoe de spuit zich op de hobbelbaan gedraagt. Hierna werd eerst het meetprogramma op de hobbelbaan uitgevoerd: rijsnelheden 6,8 en 10 km/h in 5-voud. Hierna werd het meetprogramma op de grasbaan uitgevoerd: rijsnelheden 6, 10 en 15 km/h in 3-voud. Bij de machines met hoogte/correctie sensoren werd een meetprogramma in een gewas uitgevoerd waarbij de nadruk lag op rijden bij 15 km/h en een boomhoogte van 30 cm boven het gewas. Indien er belangstelling bij de spuitfabrikanten was werd er hierna gelegenheid gegeven extra metingen uit te voeren met de afstelling / balancering / actieve correctie, etc..



Figuur 3. Meetopstelling met laserafstandsmeter, reflectiebord op spuitboomuiteinde voor de horizontale spuitboombeweging en ultrasoon hoogtemeter voor de verticale spuitboombeweging.

2.4 Verwerking meetresultaten

De meetdata werd in een computer programma (*boom movement analyzer*) geladen waarbij allereerst een check op juiste data wordt uitgevoerd. Daarna zijn over een vast stuk van 30m de verschillende spuitboombewegingsparameters vastgesteld. Dit stuk van 30 m is in feite de middelste 30m van de hobbelbaan, het stuk waar er geen invloed van de op- en afloop van de spuit op de hobbelbaan meer is. Over dit stuk werden de volgende parameters berekend: de gemiddelde rijsnelheid, de afwijking van deze rijsnelheid als gemiddelde horizontale beweging, de variatie coëfficiënt en de tijd dat de gemiddelde snelheid van de spuitboom binnen de 10% afwijking van de gemiddelde rijsnelheid zat, de gemiddelde spuitboom hoogte over het meettraject, de gemiddelde afwijking van de spuitboomhoogte ten opzichte van de gemiddelde spuitboomhoogte, de variatie coëfficiënt en de tijd dat de spuitboomhoogte binnen de 10 cm van de gemiddelde spuitboomhoogte zat, eea overeenkomstig ISO14131 (2005).



Figuur 4. Voorbeeld van gemeten horizontale spuitboombeweging, gemiddelde snelheid en variatie in horizontale snelheid op de gemiddelde eenparige voortbewegingssnelheid van het spuitboomuiteinde en de lijnen van 10% afwijking van de gemiddelde snelheid.

Spuitboombewegingsmetingen zijn in 2011 uitgevoerd aan de volgende spuiten

Agco	zelfrijder
Amazone	getrokken
Agrifac	zelfrijder
Hardi	getrokken
Kverneland	getrokken
Unifarm/Hardi	gedragen

Aan de Wingssprayer is niet gemeten omdat door de constructie de spuitboom op het gewas of de grond afgesteund wordt. Hierdoor beweegt de spuitboomhoogte van de Wingssprayer op een vaste hoogte boven grond- of gewasoppervlak en is de spuitboombeweging minimaal.

Met de verschillende machines zijn spuitboombewegingsmetingen uitgevoerd bij het rijden over de hobbelbaan, over een grasstrook en door een gewas rijden met of zonder gebruik van een spuitboomhoogtesensor. Welke combinaties voor de verschillende fabrikanten gemeten zijn staan in Tabel 1. Daarnaast zijn in overleg met fabrikant nog metingen uitgevoerd voor speciale instellingen.

Tabel 1. Uitgevoerde spuitboombewegingsmetingen; per machine aangegeven voor rijden over hobbelbaan, grasstrook en door gewas met en zonder spuitboomhoogtesensor en met welke snelheid.

Pad	V [km/h]	Agco	Agrifac	Amazone	Hardi	Kverneland	Unifarm-Hardi
Hobbelbaan	6	x	x	-	x	x	x
	8	x	x	-	x	x	x
	10	x	x	-	x	x	x
Gras	6	x	x	x	x	x	x
	10	x	x	x	x	x	x
	15	x	x	x	x	x	x
Gewas	6	-	-	x	-	-	-
	10	-	-	x	-	x	-
	15	x	-	x	-	-	-
Gewas+sensor	6	x	-	x	-	-	-
	10	x	-	x	-	x	-
	15	x	-	x	-	-	-

3. Resultaten

De gemiddelde resultaten van de spuitboombewegingsmetingen in het horizontale en het verticale vlak worden geanonimiseerd in Tabel 2 en Figuur 5 voor de hobbelbaan, in Tabel 3 en Figuur 6 voor de grasbaan en in Tabel 4 en Figuur 7 voor de spuitboomsensor metingen weergegeven voor de verschillende rij snelheden en spuitmachines. In Bijlage I staan de gemeten resultaten van de hobbelbaan, grasbaan en sensor metingen per spuitmachine.

3.1 Spuitboombeweging op hobbelbaan

De gemiddelde resultaten van de spuitboombewegingsmetingen in het horizontale en het verticale vlak worden geanonimiseerd in Tabel 2 en Figuur 5 voor de hobbelbaan weergegeven voor de verschillende rij snelheden en spuitmachines. De ingestelde spuitboomhoogte was 50 cm boven een aardappelgewas van 50-70 cm hoog.

Tabel 2. Samengevatte resultaten van de spuitboombewegingen op de hobbelbaan voor de verschillende spuitmachines en rij snelheden onderscheiden naar horizontale (gemiddelde voortbewegingssnelheid spuitboom, variatiecoëfficiënt en tijd spuitboom tussen +/- 10% van de gemiddelde spuitboomsnelheid) en verticale bewegingen (gemiddelde hoogte tot grondoppervlak, variatiecoëfficiënt en tijd spuitboom tussen +/- 10% van de gemiddelde hoogte).

Machine	Horizontaal			Verticaal		
	Gem v [m/s]	%VC	Tijd [%] +/- 10%	Hoogte [m]	%VC	Tijd [%] +/-10cm
Hobbelbaan 6 km/h						
A	1.63	12%	55.4	1.58	6%	26.0
B	1.64	15%	46.6	1.29	4%	46.1
C	1.72	19%	29.1	1.19	8%	45.6
D	1.76	19%	40.3	1.01	7%	45.0
E	1.67	21%	37.5	1.36	4%	63.8
Hobbelbaan 8 km/h						
A	2.25	9%	72.6	1.48	7%	22.8
B	2.16	16%	44.6	1.29	4%	70.8
C	2.30	17%	41.6	1.26	6%	58.0
D	2.31	19%	39.1	0.92	10%	33.4
E	2.28	22%	42.9	1.38	4%	46.4
Hobbelbaan 10 km/h						
A	2.83	7%	87.0	1.60	7%	31.4
B	2.74	16%	47.5	1.20	4%	72.4
C	2.76	20%	31.2	1.32	6%	66.5
D	2.99	36%	36.4	0.98	8%	58.7
E	2.86	16%	35.5	1.46	4%	45.0

Spuitmachine A

De spuitboombeweging op de hobbelbaan veranderde in het verticale vlak weinig (Tabel 2, Figuur 5) voor de zelfrijdende spuit spuitmachine A (36 m werkbreedte). Bij 6, 8 en 10 km/u veranderde het percentage van de tijd dat de spuitboom minder dan 10% van de gemiddelde spuitboomhoogte afweek met 26%, 23% en 31%. De variatiecoëfficiënt van de verticale spuitboombeweging was daarbij respectievelijk 6%, 7% en 7%.

De horizontale spuitboombeweging nam bij toenemende rijsnelheid op de hobbelbaan af, de variatiecoëfficiënt van de horizontale spuitboombeweging nam af van 12% naar 9% en 7% voor respectievelijk de rijsnelheden 6, 8 en 10 km/u. Het percentage van de tijd dat de spuitboom minder dan 10% van de gemiddelde spuitboomsnelheid afweek was respectievelijk 55%, 73% en 87%.

Spuitmachine B

De spuitboombeweging op de hobbelbaan veranderde in het horizontale vlak weinig (Tabel 2, Figuur 5) voor de getrokken spuit spuitmachine B (33 m werkbreedte). Bij 6, 8 en 10 km/u was het percentage van de tijd dat de spuitboom minder dan 10% van de gemiddelde spuitboomsnelheid afweek 47%, 45% en 48%. De variatiecoëfficiënt van de horizontale spuitboombeweging was daarbij respectievelijk 15%, 16% en 16%.

De verticale spuitboombeweging nam bij toenemende rijsnelheid op de hobbelbaan af, de variatiecoëfficiënt van de horizontale spuitboombeweging was voor alle drie de rijsnelheden gelijk 4%. Het percentage van de tijd dat de spuitboom minder dan 10% van de gemiddelde spuitboomhoogte afweek was respectievelijk 46%, 71% en 72%, bij respectievelijk 6, 8 en 10 km/u. Over het algemeen was voor de spuitmachine B de spuitboombeweging op de hobbelbaan bij de rijsnelheden 8 en 10 km/u lager dan bij 6 km/u.

Spuitmachine C

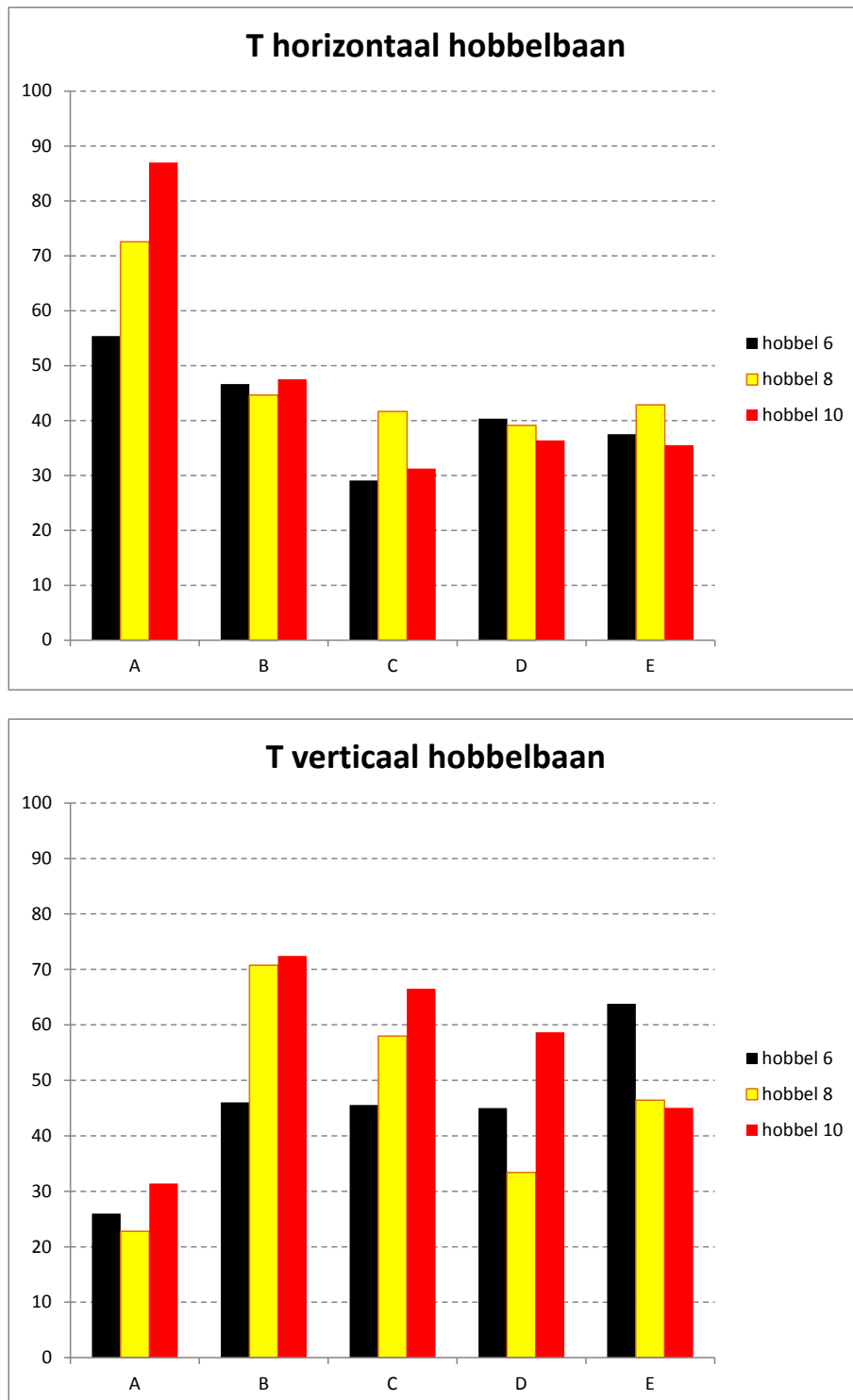
De spuitboombeweging op de hobbelbaan was in het horizontale vlak (Tabel 2, Figuur 5) voor de getrokken spuitmachine C (33 m werkbreedte) het kleinst bij 10 km/u. Bij 6, 8 en 10 km/u was het percentage van de tijd dat de spuitboom minder dan 10% van de gemiddelde spuitboomsnelheid afweek 29%, 42% en 31%. De variatiecoëfficiënt van de horizontale spuitboombeweging was daarbij respectievelijk 19%, 17% en 20%.

De verticale spuitboombeweging nam bij toenemende rijsnelheid op de hobbelbaan af, de variatiecoëfficiënt van de verticale spuitboombeweging was daarbij respectievelijk 8%, 6% en 6%. Het percentage van de tijd dat de spuitboom minder dan 10% van de gemiddelde spuitboomhoogte afweek was respectievelijk 46%, 58% en 67%, bij respectievelijk 6, 8 en 10 km/u. Over het algemeen was voor de spuitmachine C de spuitboombeweging op de hobbelbaan bij de rijsnelheden 8 km/u lager dan bij 6 en 10 km/u.

Spuitmachine D

De spuitboombeweging op de hobbelbaan verandert in het horizontale vlak weinig (Tabel 2, Figuur 5) voor de zelfrijdende spuit spuitmachine D (33 m werkbreedte). Bij 6, 8 en 10 km/u verandert het percentage van de tijd dat de spuitboom minder dan 10% van de gemiddelde spuitboomsnelheid afwijkt met 40%, 39% en 36%. De variatiecoëfficiënt van de horizontale spuitboombeweging was daarbij respectievelijk 19%, 19% en 36%, wat duidt op een toename van de horizontale spuitbeweging bij 10 km/u.

De verticale spuitboombeweging lijkt bij toenemende rijsnelheid op de hobbelbaan af te nemen (Figuur 1). Het percentage van de tijd dat de spuitboom minder dan 10% van de gemiddelde spuitboomhoogte afwijkt is respectievelijk 45%, 33% en 59%. De variatiecoëfficiënt van de verticale spuitboombeweging neemt echter toe van 7% naar 10% en 8% voor respectievelijk de rijsnelheden 6, 8 en 10 km/u. Een eenduidige conclusie over het effect van de rijsnelheid op de spuitboombeweging wanneer over de hobbelbaan gereden wordt kan dus voor de spuitmachine D niet getrokken worden, maar de spuitboom lijkt over het algemeen bij 6 km/u minder te bewegen dan bij 8 en 10 km/u.



Figuur 5. Horizontale en verticale spuitboombeweging uitgedrukt als % van de tijd dat de spuitboom minder dan +/- 10% afwijkt van de gemiddeld gemeten horizontale voortbewegingssnelheid (T horizontaal) en de gemiddeld gemeten spuitboomhoogte (T verticaal) voor 6, 8 en 10 km/u rijnsnelheid over de hobbelbaan.

Spuitmachine E

De spuitboombeweging op de hobbelbaan veranderde in het horizontale vlak weinig (Tabel 2, Figuur 5) voor de gedragen spuitmachine E (24 m werkbreedte). Bij 6, 8 en 10 km/u was het percentage van de tijd dat de spuitboom minder dan 10% van de gemiddelde spuitboomsnelheid afweek 38%, 43% en 36%. De variatiecoëfficiënt van de horizontale spuitboombeweging was daarbij respectievelijk 21%, 22% en 16%.

De verticale spuitboombeweging nam bij toenemende rijsnelheid op de hobbelbaan toe. Het percentage van de tijd dat de spuitboom minder dan 10% van de gemiddelde spuitboomhoogte afweek was respectievelijk 64%, 46% en 45%, bij respectievelijk 6, 8 en 10 km/u. De variatiecoëfficiënt van de verticale spuitboombeweging was daarbij voor alle drie de rijsnelheden gelijk, 4%.

Over het algemeen lijkt de spuitboombeweging van de spuitmachine E op de hobbelbaan bij 6 en 8 km/u iets minder te zijn dan bij 10 km/u.

In algemene zin kan geconcludeerd worden dat bij toenemende rijsnelheid op de hobbelbaan de verticale spuitboombeweging minder wordt. De horizontale spuitboombeweging neemt af bij toenemende rijsnelheid of heeft een minimale beweging bij een specifieke rijsnelheid. Dit geeft aan dat de afstellingen van de spuitboom optimaal afgesteld kunnen worden voor een door de teler gewenste snelheid.

3.2 Spuitboombeweging op grasbaan

De gemiddelde resultaten van de spuitboombewegingsmetingen in het horizontale en het verticale vlak worden geanonimiseerd in Tabel 3 en Figuur 6 voor de grasbaan weergegeven voor de verschillende rijsnelheden en spuitmachines. De ingestelde spuitboomhoogte was 80 cm of 100 cm (30 cm of 50 cm boven een denkbeeldig gewas van 50 cm).

Grasbaan

Spuitmachine A

De spuitboombeweging op de grasbaan verandert in het horizontale vlak weinig (Tabel 3, Figuur 6) voor de zelfrijdende spuitmachine A (36 m werkbreedte). Bij 6, 10 en 15 km/u verandert het percentage van de tijd dat de spuitboom minder dan 10% van de gemiddelde spuitboomsnelheid afwijkt 92%, 94% en 89%. De variatiecoëfficiënt van de horizontale spuitboombeweging is daarbij respectievelijk 6%, 5% en 6%. De verticale spuitboombeweging is op de grasbaan bij 15 km/u lager dan bij 6 en 10 km/u rijsnelheid. De variatiecoëfficiënt van de verticale spuitboombeweging neemt af van 6% en 8% naar 3% voor respectievelijk de rijsnelheden 6, 10 en 15 km/u. Het percentage van de tijd dat de spuitboom minder dan 10% van de gemiddelde spuitboomhoogte afwijkt neemt met toenemende rijsnelheid van 6 naar 10 en 15 km/u duidelijk toe met respectievelijk 45%, 55% en 90%.

Spuitmachine B

Op de grasbaan werd de spuitboombeweging in het horizontale vlak (Tabel 3, Figuur 6) voor de getrokken spuitmachine B (33 m werkbreedte) bij toenemende rijsnelheid minder. Bij 6, 10 en 15 km/u was het percentage van de tijd dat de spuitboom minder dan 10% van de gemiddelde spuitboomsnelheid afweek 84%, 93% en 94%. De variatiecoëfficiënt van de horizontale spuitboombeweging was daarbij respectievelijk 7%, 5% en 5%.

De verticale spuitboombeweging nam op de grasbaan ook bij toenemende rijsnelheid af. Het percentage van de tijd dat de spuitboom minder dan 10% van de gemiddelde spuitboomhoogte afwijkt was bij toenemende rijsnelheid van 6, 10 en 15 km/u respectievelijk 80%, 91% en 84%. De variatiecoëfficiënt van de verticale spuitboombeweging nam af van 4% naar 3% en 3% voor respectievelijk de rijsnelheden 6, 10 en 15 km/u.

Over het algemeen was de horizontale en verticale spuitboombeweging op de grasbaan voor de spuitmachine B het laagst voor de rijsnelheid 10 km/u.

Tabel 3. Samengevate resultaten van de spuitboombewegingen op de grasbaan voor de verschillende spuitmachines en rijsnelheden onderscheiden naar horizontale (gemiddelde voortbewegingssnelheid spuitboom, variatiecoëfficiënt en tijd spuitboom tussen +/- 10% van de gemiddelde spuitboomsnelheid) en verticale bewegingen (gemiddelde hoogte tot grondoppervlak, variatiecoëfficiënt en tijd spuitboom tussen +/- 10% van de gemiddelde hoogte).

Machine	Horizontaal			Verticaal		
	Gem v	%VC	Tijd [%]	Hoogte	%VC	Tijd [%]
	[m/s]		+/- 10%	[m]		+/-10cm
Grasbaan 6 km/h						
A	1.64	6%	92.0	0.99	6%	45.1
B	1.60	7%	83.6	0.99	4%	79.6
C	1.70	10%	64.8	0.98	5%	71.4
D	1.71	11%	58.8	0.94	3%	89.3
E	1.75	6%	87.3	0.81	4%	83.1
F	1.69	10%	71.9	1.17	4%	78.1
Grasbaan 10 km/h						
A	2.79	5%	94.4	0.97	8%	54.9
B	2.65	5%	92.5	0.98	3%	90.9
C	2.80	6%	90.3	1.20	3%	79.8
D	2.78	8%	78.4	1.00	4%	73.8
E	2.91	4%	96.9	0.84	3%	98.0
F	2.75	7%	82.1	1.22	4%	76.8
Grasbaan 15 km/h						
A	4.11	6%	88.8	1.05	3%	89.8
B	3.42	5%	94.0	1.09	3%	83.8
C	4.14	5%	89.7	1.17	4%	87.6
D	4.18	12%	54.5	1.06	5%	58.5
E	4.20	13%	43.3	0.74	6%	88.5
F	4.02	7%	90.8	1.24	3%	78.7

Spuitmachine C

Op de grasbaan werd de spuitboombeweging in het horizontale vlak (Tabel 3, Figuur 6) voor de getrokken spuitmachine C (33 m werkbreedte) bij toenemende rijsnelheid minder. Bij 6, 10 en 15 km/u was het percentage van de tijd dat de spuitboom minder dan 10% van de gemiddelde spuitboomsnelheid afweek 65%, 90% en 90%. De variatiecoëfficiënt van de horizontale spuitboombeweging was daarbij respectievelijk 10%, 6% en 5%.

De verticale spuitboombeweging nam op de grasbaan ook bij toenemende rijsnelheid af. Het percentage van de tijd dat de spuitboom minder dan 10% van de gemiddelde spuitboomhoogte afwijkt was bij toenemende rijsnelheid van 6, 10 en 15 km/u duidelijk groter met respectievelijk 71%, 80% en 88%. De variatiecoëfficiënt van de verticale spuitboombeweging nam af van 5% naar 3% en 4% voor respectievelijk de rijsnelheden 6, 10 en 15 km/u.

Over het algemeen was de horizontale en verticale spuitboombeweging op de grasbaan voor de spuitmachine C het laagst voor de hoogste rijsnelheid, 15 km/u.

Spuitmachine D

De spuitboombeweging op de grasbaan veranderde in het horizontale vlak (Tabel 3, Figuur 6) voor de getrokken spuitmachine D (33 m werkbreedte) bij 6 en 10 km/u weinig maar was bij 10 km/u duidelijk lager. Bij 6, 10 en 15 km/u was het percentage van de tijd dat de spuitboom minder dan 10% van de gemiddelde spuitboomsnelheid afweek respectievelijk 59%, 78% en 55%. De variatiecoëfficiënt van de horizontale spuitboombeweging is daarbij respectievelijk 11%, 8% en 12%.

De verticale spuitboombeweging nam op de grasbaan bij toenemende rijsnelheid toe. Het percentage van de tijd dat de spuitboom minder dan 10% van de gemiddelde spuitboomhoogte afweek was bij toenemende rijsnelheid van 6, 10 en 15 km/u respectievelijk 90%, 74% en 59%. De variatiecoëfficiënt van de verticale spuitboombeweging bleef daarbij ongeveer gelijk met 4%, 4% en 5% voor respectievelijk de rijsnelheden 6, 10 en 15 km/u.

Over het algemeen was de horizontale en verticale spuitboombeweging op de grasbaan voor de spuitmachine D het laagst voor de rijsnelheid 10 km/u.

Spuitmachine E

De spuitboombeweging op de grasbaan verandert in het horizontale vlak (Tabel 3, Figuur 6) voor de zelfrijdende spuitmachine E (33 m werkbreedte) bij 6 en 10 km/u weinig maar neemt bij 15 km/u duidelijk toe. Bij 6, 10 en 15 km/u was het percentage van de tijd dat de spuitboom minder dan 10% van de gemiddelde spuitboomsnelheid afweek respectievelijk 87%, 97% en 43%. De variatiecoëfficiënt van de horizontale spuitboombeweging is daarbij respectievelijk 6%, 4% en 13%.

De verticale spuitboombeweging was op de grasbaan voor de rijsnelheid 10 km/u lager dan bij 6 en 15 km/u. Bij 6, 10 en 15 km/u was het percentage van de tijd dat de spuitboom minder dan 10% van de gemiddelde spuitboomhoogte afweek respectievelijk 83%, 98% en 89%. De variatiecoëfficiënt van de verticale spuitboombeweging is daarbij respectievelijk 4%, 3% en 6%.

De horizontale en verticale spuitboombeweging is voor de spuitmachine E op de graslandbaan bij 10 km/u minder dan bij 6 en 15 km/u.

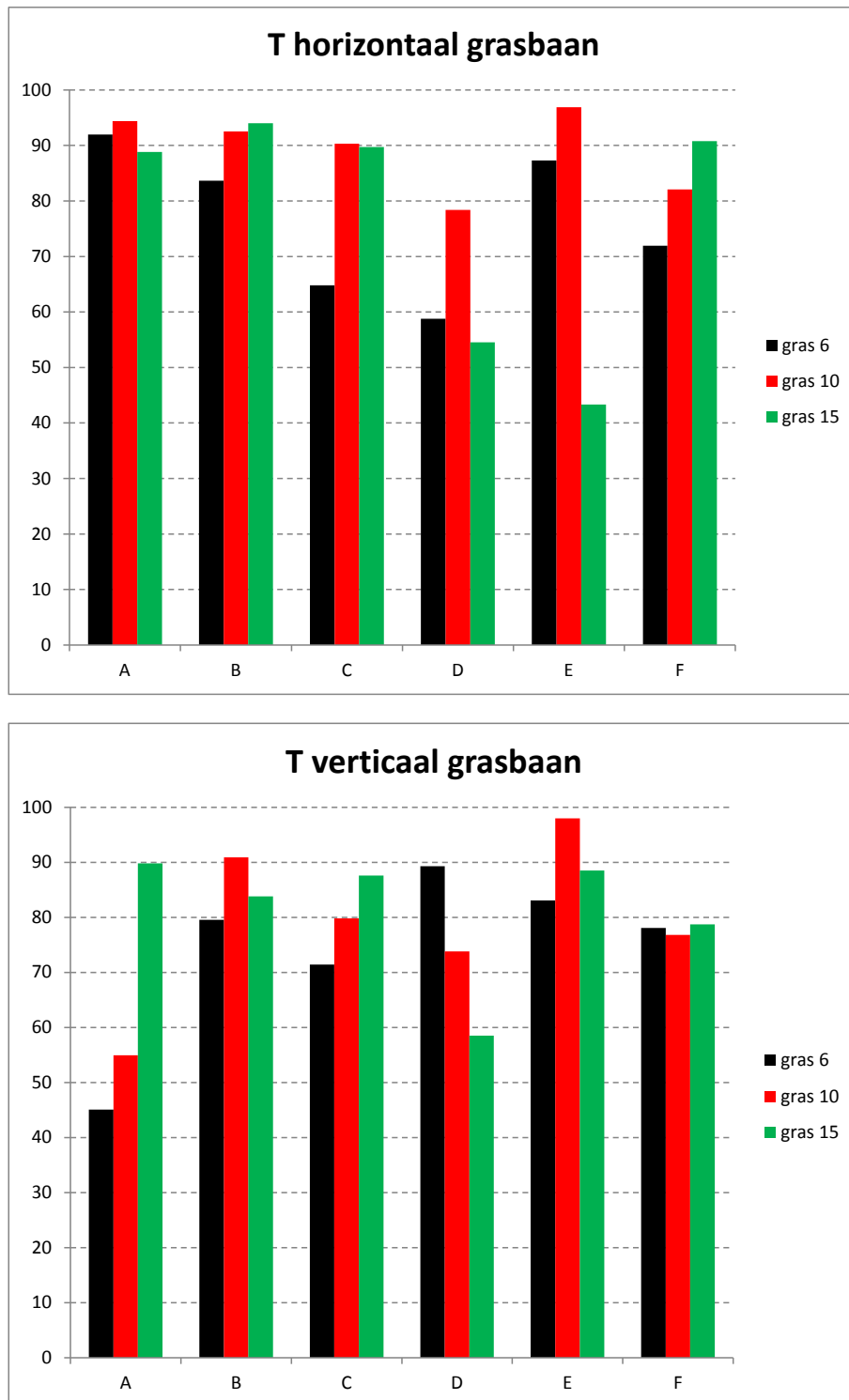
Spuitmachine F

Op de grasbaan werd de spuitboombeweging in het horizontale vlak (Tabel 3, Figuur 6) voor de gedragen spuitmachine F (24 m werkbreedte) bij toenemende rijsnelheid minder. Bij 6, 10 en 15 km/u was het percentage van de tijd dat de spuitboom minder dan 10% van de gemiddelde spuitboomsnelheid afweek 72%, 82% en 91%. De variatiecoëfficiënt van de horizontale spuitboombeweging was daarbij respectievelijk 10%, 7% en 7%.

De verticale spuitboombeweging bleef op de grasbaan bij toenemende rijsnelheid gelijk. Het percentage van de tijd dat de spuitboom minder dan 10% van de gemiddelde spuitboomhoogte afweek was bij toenemende rijsnelheid van 6, 10 en 15 km/u respectievelijk 78%, 77% en 79%. De variatiecoëfficiënt van de verticale spuitboombeweging was 4%, 4% en 3% voor respectievelijk de rijsnelheden 6, 10 en 15 km/u.

Over het algemeen kan gesteld worden dat bij toenemende rijsnelheid van 6, 10 en 15 km/u de spuitmachine F minder spuitboombeweging had bij een hogere rijsnelheid.

Op de grasbaan is de spuitboom duidelijk minder in beweging dan op de hobbelbaan. Ook op de grasbaan neemt de spuitboombeweging af met toenemende rijsnelheid of heeft de spuitboom een minimale beweging bij een optimale snelheid. Dit geldt zowel voor de horizontale als de verticale spuitboombeweging. Een minimale spuitboombeweging in het verticale vlak wil echter niet altijd zeggen dat er tegelijkertijd ook een minimale beweging in het horizontale vlak is. Verdere verbeteringen van de afstellingen van de balanceerinrichting van de spuitbomen zijn dus nog mogelijk.



Figuur 6. Horizontale en verticale spuitboombeweging uitgedrukt als % van de tijd dat de spuitboom minder dan +/- 10% afwijkt van de gemiddeld gemeten horizontale voortbewegingssnelheid en de gemiddeld gemeten spuitboomhoogte voor 6, 10 en 15 km/u rijnsnelheid over de grasbaan.

3.3 Sensorgestuurde spuitboombeweging

In Bijlage I staan de gemeten resultaten van de sensor metingen aan de drie spuitmachines. Tijdens de metingen werden bij alle drie de machines nog correcties aan de instellingen van de sensor en de gevoeligheid van de spuitboom uitgevoerd. Veren en dempers werden strakker en slapper gezet, pinnen weden verzet of verwijderd om van de balanceerinrichting de blokkeringen in te stellen of juist te verwijderen. Dit had niet altijd het gewenste positieve resultaat op de spuitboombeweging.

Als voorbeeld zijn de resultaten van de spuitboombeweging in het horizontale vlak en het verticale vlak samengevat in Tabel 4 en Figuur 7 waaruit blijkt dat de spuitboombeweging vrijwel gelijk is zonder als met ingeschakelde sensor.

Tabel 4. Samengevatte resultaten van de spuitboombewegingen bij rijden door het gewas met en zonder sensor voor actieve sturing van de spuitboomhoogte voor de verschillende spuitmachines, spuitboomhoogtes en rij snelheden onderscheiden naar horizontale (gemiddelde voortbewegingssnelheid spuitboom, variatiecoëfficiënt en tijd spuitboom tussen +/- 10% van de gemiddelde spuitboomsnelheid) en verticale bewegingen (gemiddelde hoogte tot grondoppervlak, variatiecoëfficiënt en tijd spuitboom tussen +/- 10% van de gemiddelde hoogte).

Sensor			Horizontaal			Verticaal		
Machine/sensor			Gem v	%VC	T	Hoogte	%VC	T
	Spuitboom- hoogte	Rijsnelheid	[m/s]		+/- 10%	[m]		+/-10cm
Spuitmachine A								
sensor	30 cm	6 km/h	5.90	5%	94.4	1.12	4%	74.9
sensor	30 cm	10 km/h	10.10	3%	100.0	1.17	4%	71.1
sensor	30 cm	15 km/h	14.67	5%	97.4	1.19	8%	51.9
geen	30 cm	15 km/h	14.63	4%	100.0	1.15	5%	50.0
Spuitmachine B								
geen	50 cm	6 km/h	5.93	9%	70.1	1.25	3%	73.9
geen	50 cm	10 km/h	10.03	5%	92.6	1.21	3%	74.0
geen	50 cm	15 km/h	14.60	4%	100.0	1.23	3%	77.2
sensor	50 cm	6 km/h	6.07	9%	72.1	1.34	3%	85.5
sensor	50 cm	10 km/h	10.33	6%	89.5	1.27	4%	85.6
sensor	50 cm	15 km/h	14.50	6%	90.3	1.32	4%	67.2
sensor	30 cm	6 km/h	6.10	12%	59.4	1.07	5%	84.5
sensor	30 cm	10 km/h	10.23	7%	82.6	1.05	4%	89.5
sensor	30 cm	15 km/h	14.50	6%	92.5	1.12	4%	71.0
Spuitmachine C								
geen	50 cm	10 km/h	9.60	6%	92.2	0.97	4%	78.9
sensor	50 cm	10 km/h	9.73	9%	73.8	0.98	6%	55.3
sensor*	30 cm	10 km/h	9.83	8%	71.5	0.73	5%	73.8
geen	30 cm	10 km/h	10.17	6%	86.9	0.68	4%	89.7
sensor	30 cm	15 km/h	15.27	7%	87.4	0.74	5%	83.9
geen	30 cm	15 km/h	14.87	10%	76.7	0.92	2%	96.9

* Na extra calibratie.

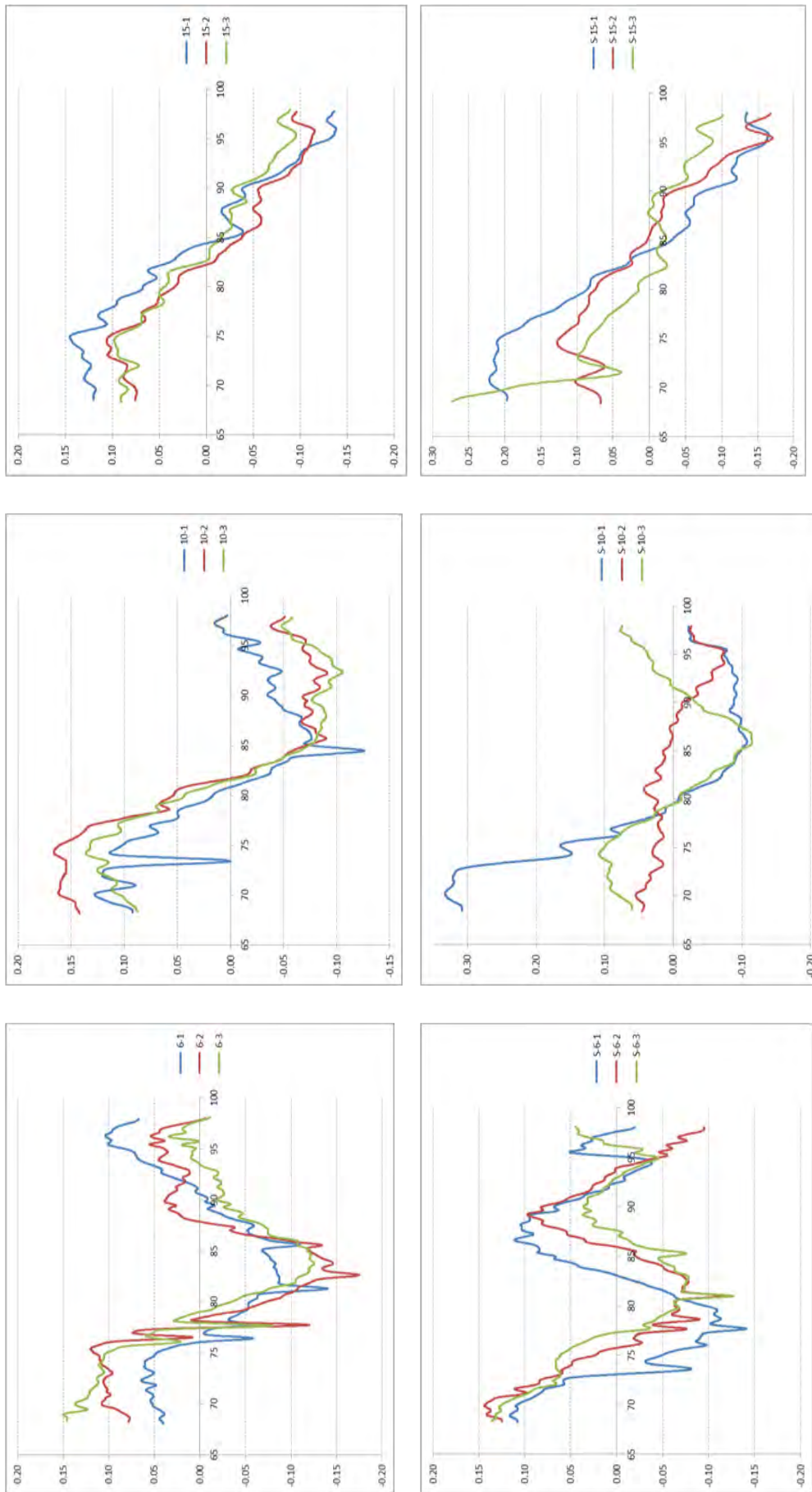
Bij spuitmachine A leek het erop dat met sensor bij 15 km/h minder goed werkte dan bij 6 km/h en 10 km/h. Echter bij 15 km/h was er geen verschil in spuitboombeweging tussen met en zonder sensor aansturing van de hoogte instelling van de spuitboom.

Bij spuitmachine B leek het erop dat er met sensor bij 15 km/h meer spuitboombeweging was dan bij 6 km/h en 10 km/h.

Bij spuitmachine C was na verdere calibratie van het regelsysteem en aanpassingen van de instellingen duidelijk dat er geen verschil was tussen met en zonder sensor op de verticale en horizontale spuitboombewegingen bij 10 km/h. Bij 15 km/h was er met sensor minder beweging in het horizontale vlak maar was de stabiliteit in het verticale vlak duidelijk beter zonder gebruik van de sensor.

Bij instelling van een 30 cm spuitboomhoogte in combinatie met gebruik van een sensor voor de instelling van de spuitboomhoogte boven het gewas kunnen vergelijkbare resultaten gehaald worden als met het gebruik van een sensor en 50 cm spuitboomhoogte.

In Figuur 7 is te zien dat het beeld van de verticale spuitboombeweging (spuitboomhoogte boven het gewas) over het meettraject van 30 m continu daalt. Dit is waarschijnlijk omdat er juist voor het begin punt een hoogtecorrectie van de spuitboomhoogte geweest is. Visuele waarnemingen gaven ook de indruk dat de hoogte correctie abrupt was en een relatief hoge instelling van de gecorrigeerde spuitboomhoogte gaf die dan over een lange afstand continu daalde. Er ontstond zo een soort zaagtand in de hoogte instellingen. Dit is nog duidelijk voor verbetering vatbaar.



Figuur 7. Verticale spuitboombeweging (m) over een stuk van 30 m (68-98 m van meetpunt) bij de bespuiting van een aardappelgewas met (onder) en zonder (boven) sensor voor de actieve regeling van de spuitboombeweging bij een rijnsnelheid van 6 km/u (links), 10 km/u (midden) en 15 km/u (rechts) en een ingestelde spuitboombeweging van 50 cm boven het gewas (= 0 op de y-as).

4. Conclusies

Zowel bij het rijden over de hobbelbaan als bij het rijden over de grasbaan neemt de spuitboombeweging af met toenemende rijsnelheid of heeft de spuitboom een minimale beweging bij een optimale snelheid. Dit geldt zowel voor de horizontale als de verticale spuitboombeweging. Een minimale spuitboombeweging in het verticale vlak wil echter niet altijd zeggen dat er tegelijkertijd ook een minimale beweging in het horizontale vlak is. Verdere verbeteringen van de afstellingen van de balanceerinrichting van de spuitbomen zijn dus nog mogelijk.

Aanvullend onderzoek naar spuitboombewegingen en instelmogelijkheden van de stabiliteit van de spuitboom kan leiden tot optimale generieke en machine specifieke instellingen bij verschillende rijsnelheden. Met deze optimale instellingen kunnen dan in de praktijk de spuitmachines zo afgesteld worden dat ze geoptimaliseerd zijn naar de omstandigheden op individuele bedrijven en minimale spuitboombeweging in de praktijk hebben. Hierdoor neemt de drift af en de homogeniteit van de verdeling toe.

Uit de uitgevoerde spuitboombewegingen blijkt dat een spuitboomhoogte van 30 cm boven het gewas voor alle gemeten spuiten een goed uitvoerbare instelling is, juist ook bij hogere rijsnelheden. Het gebruik van een sensor om de spuitboomhoogte actief te sturen brengt weinig voordeel wat betreft de stabiliteit van de spuitboom maar houdt de spuitboom wel goed op de ingestelde hoogte. Een spuitboomhoogte van 30 cm is daardoor in de praktijk wel beter uit te voeren en te handhaven door gebruik te maken van een spuitboom met een sensor gestuurde hoogte instelling.

De huidige spuitboom balanceerinrichtingen laten zien dat ook bij grote werkbreedte (33 m) en hoge rijsnelheden (15 km/h) ingestelde spuitboomhoogtes van 50 cm en 30 cm boven gewas of kale grond goed uitvoerbaar zijn zonder risico dat de spuitboom de grond of het gewas raakt. Door gebruik van een spuitboom met een sensor gestuurde hoogte instelling worden de ingestelde hoogtes met grotere zekerheid gerealiseerd. Hierdoor kunnen driftbeperkende maatregelen als een spuitboomhoogte van 30 cm boven het gewas in de praktijk zonder risico uitgevoerd worden.

5. Samenvatting

In het stroomgebied van de Maas komt een veelheid aan gewasbeschermingstoepassingen voor. Dit komt door de verschillen in werkwijze die in de loop van de tijd regionaal ontstaan zijn. Binnen de akkerbouw en vollgrondsgroente-teelt komt een grote diversiteit aan spuittechnieken voor die door de aard van de toepassing niet altijd tot de gewenste emissiereductie leidt. Tussen individuele telers en loonwerkers is er een verschil in rijsnelheid wat ook leidt tot verschil in drift. Driftbeperkende maatregelen worden niet altijd op de beste wijze ingezet. Nieuwe technologieën dienen zich aan en kunnen een substantiële bijdrage leveren aan de reductie van emissie van gewasbeschermingsmiddelen door zowel driftbeperking als besparing op middelgebruik. Introductie van deze technieken in combinatie met onderbouwde mogelijkheden van een hogere driftreductie dan strikt noodzakelijk is (50%) door toepassing van 75%, 90% en 95% driftreducerende spuitdoppen, verlaagde spuitboomhoogte en luchtondersteuning zal leiden tot een zekerstelling van de emissiereductiedoelstellingen en zorgen voor een schonere Maas. Hiervoor moeten de veldspuiten echter wel in staat zijn bij de nu gebruikte hogere rijsnelheden de spuitboombeweging tot een minimum te beperken. Uit eerder onderzoek is gebleken dat de verticale spuitboombeweging vooral van invloed is op de drift en de horizontale spuitboombeweging op de vloeistofverdeling in het gewas. Door goed afgestelde balanceerinrichting van spuitbomen is een homogene spuitvloeistofverdeling in het gewas te realiseren waardoor het gebruik van gewasbeschermingsmiddel gereduceerd kan worden, en de emissie naar de omgeving geminimaliseerd. In deze rapportage wordt een inventarisatie beschreven naar het effect van rijsnelheid op de spuitboombeweging van praktisch spuitmachines zoals vastgelegd door metingen. Bewegingen zijn op een gestandaardiseerde hobbelbaan (ISO 5008) en op kale grond gemeten door herhaaldelijk door hetzelfde spoor te rijden. Op de hobbelbaan werd gereden met snelheden van 6 km/h, 8 km/h en 10 km/h en op de grasbaan met snelheden van 6 km/h, 10 km/h en 15 km/h. Het effect van werkbreedte (24 m, 33 m en 36 m) en spuitboomhoogte (50 cm en 30 cm boven gewas van 50 cm) is voor getrokken en zelfrijdende machines vastgelegd volgens ISO14131. Ook zijn 3 systemen van actieve spuitboomhoogte instelling geëvalueerd bij de bespuitingen van een gewas.

Zowel bij het rijden over de hobbelbaan als bij het rijden over de grasbaan neemt de spuitboombeweging af met toenemende rijsnelheid of heeft de spuitboom een minimale beweging bij een optimale snelheid. Dit geldt zowel voor de horizontale als de verticale spuitboombeweging. De huidige spuitboom balanceerinrichtingen laten zien dat ook bij grote werkbreedte (33 m) en hoge rijsnelheden (15 km/h) ingestelde spuitboomhoogtes van 50 cm en 30 cm boven gewas of kale grond goed uitvoerbaar zijn zonder risico dat de spuitboom de grond of het gewas raakt. Een minimale spuitboombeweging in het verticale vlak wil echter niet altijd zeggen dat er tegelijkertijd ook een minimale beweging in het horizontale vlak is. Verdere verbeteringen van de afstellingen van de balanceerinrichting van de spuitbomen zijn dus nog mogelijk. Welke instelmogelijkheden leiden tot de beste resultaten zal verder onderzocht moeten worden.

Uit de uitgevoerde spuitboombewegingen blijkt dat een spuitboomhoogte van 30 cm boven het gewas voor alle gemeten veldspuiten een goed uitvoerbare instelling is, juist ook bij hogere rijsnelheden. Het gebruik van een sensor om de spuitboomhoogte actief te sturen brengt weinig voordeel wat betreft de stabiliteit van de spuitboom maar houdt de spuitboom doorgaans wel goed op de ingestelde hoogte. Een ingestelde spuitboomhoogte van 30 cm is daardoor in de praktijk wel beter uit te voeren en te handhaven door gebruik te maken van een spuitboom met een sensor gestuurde hoogte instelling. Door gebruik van een spuitboom met een sensor gestuurde hoogte instelling worden de ingestelde hoogtes met grotere zekerheid gerealiseerd. Hierdoor kunnen driftbeperkende maatregelen als een spuitboomhoogte van 30 cm boven het gewas in de praktijk zonder risico uitgevoerd worden.

Summary

In the river basin of the Meuse boom sprayers of different types and sizes are used in arable cropping systems and field grown vegetables. Although drift reducing techniques are implemented (drift reducing nozzles, air assistance, low boom height) reduced amounts of plant protection products in surface water are not always found. Differences in forward speed during application between growers and contractors may lead to differences in spray drift. New spray technologies are introduced to reduce spray drift at higher levels and reduce the use of PPP also. To make good advantage of the new available techniques, and reduce spray drift more than the minimal required 50%, the use of 50%, 75%, 90% and 95% drift reducing nozzles, lower sprayer boom heights and air assistance can be used on the new application techniques which can safeguard the emission reduction aims and results in a cleaner Meuse river. Operating boom sprayers at higher forward speeds requires more stable sprayer booms in order to maintain boom heights of 50 cm above crop canopy or lower. An inventory was set up to measure the effect of sprayer speed on sprayer boom movement using nowadays used trailed and selfpropelled sprayers having working widths of 24 m, 33 m and 36 m. Sprayer boom movements were measured travelling over a standardised track (ISO5008) and over a grass strip. The effect on vertical and horizontal sprayer boom movement was measured using ultrasonic sensors (vertical) and a laser distance measuring device (horizontal) following ISO14131. Three active systems for boom height control and stability were measured too.

Within the range of measured forward speeds it is shown that an increasing speed reduces the sprayer boom movement. Some sprayers showed a minimal sprayer boom movement at an optimal speed. This was found both for the vertical as for the horizontal sprayer boom movements when driving on the standard track as on a grass strip. The current boom stability systems of the measured sprayers show that also with boom widths of 33 m and speeds up to 15 km/h the set boom heights of 50 cm or 30 cm above a crop canopy or even bare soil surface could be maintained. A minimal movement in the vertical plane does however not mean a minimal sprayer boom movement in the horizontal plane. Therefore further improvements on the sprayer boom stability are advised to be made to the sprayer manufacturers. Which settings and adaptations will lead to the best results is to be further assessed.

From the measurements it can be concluded that sprayer boom heights of 30 cm above crop canopy or bare soil surface can be well performed by all the sprayers in the test, especially at the higher sprayer forward speeds. The use of a sensor to set and maintain boom height does not have much effect on the stability the spray boom, but keeps the boom well at the set height. A set 30 cm boom height is therefore with the use of height sensors and active regulation of the boom height better to be maintained in practice. With the use of these height sensors and active spray boom height regulation drift reducing measures like a boom height of 30 cm above crop canopy can be performed in practice without risk of boom damage.

Referenties

ISO 5008, 1979.

Agricultural wheeled tractor and field machinery – Measurement of whole-body vibration of the operator.

ISO14131, 2005.

Equipment for crop protection – Boom steadiness – Test methods.

Jong, A. de, J.M.G.P. Michielsen, H. Stallinga & J.C. van de Zande, 2000.

Effect of sprayer boom height on spray drift. Mededelingen Faculteit Landbouwwetenschappen, Universiteit van Gent, 65/2b, 2000. 919-930.

Michielsen, J.M.G.P. & J.C. van de Zande, 2004.

Track and tyre width influences sprayer boom movement. Aspects of Applied Biology 71, International advances in pesticide application, 2004. 481-488.

Stallinga, H., J.C. van de Zande, J.M.G.P. Michielsen & P. van Velde, 2004.

Fine nozzles can be used and reduce spray drift; when used at low boom height and smaller nozzle spacing. Aspects of Applied Biology 71, International advances in pesticide application, 2004. 141-148.

Stallinga, H., J.C. van de Zande, J.M.G.P. Michielsen, R. Meier, H.T.A.M. Schepers, P. van Velde & B. Verwijs, 2010.

Effect of sprayer speed and nozzle type on spray distribution and biological efficacy in potato late blight control. Aspects of Applied Biology 99, International advances in pesticide application. 2010. 89-96.

TCT, 2012.

Lijst met driftarme spuitdoppen. Website:

Zande, J.C. van de, J.M.G.P. Michielsen & H. Stallinga, 2004.

Effect of sprayer boom movement on spray deposition and biological efficacy. Aspects of Applied Biology 71, International advances in pesticide application, 2004. 91-98.

Zande, J.C. van de, H. Stallinga, J.M.G.P. Michielsen & P. van Velde, 2005.

Effect of sprayer speed on spray drift. Annual Review of Agricultural Engineering 4(2005)1:129-142.

Zande, J.C. van de, V.T.J.M. Achten, J.M.G.P. Michielsen, M. Wenneker & A.Th.J. Koster, 2008.

Towards more target oriented crop protection. International Advances in Pesticide Application, Aspects of Applied Biology 84(2008): 245-252.

Bijlage I.

Uitgevoerde metingen

Machine	Dag	Pad	v [km/h]	h [cm]	Sensor	n	Opm	
Sputmachine A	19-8-2011	Hobbel	8	-	-	3	Test	
			6	-	-	5		
			8	-	-	5		
			10	-	-	5		
		Gras	6	-	-	3		
			10	-	-	3		
			15	-	-	3		
			20	-	-	3		
			Aard	6	30	+		3
				10	30	+		3
		15		30	+	3		
		15		30	-	3		
		15		30	+	3		
		15	30	-	3	Spoor = 225		
		15	30	-	3	Spoor = 225		
15	50	-	3	Spoor = 225, hogere bodemvrijheid				
Sputmachine B	31-8-2011	Hobbel	6	50	-	5		
			8	50	-	5		
			10	50	-	5		
		Gras	6	50	-	3		
			10	50	-	3		
			15	50	-	3		
			10	30	-	3		
			15	30	-	3		
			15	30	-	3		
Sputmachine C	1-9-2011	Gras	6	50	-	3		
			10	50	-	3		
			15	50	-	3		
		Aard	6	50	-	3		
			10	50	-	3		
			15	50	-	3		
			6	50	+	3		
			10	50	+	3		
			15	50	+	3		
			6	30	+	3		
			10	30	+	3		
			15	30	+	3		
		Gras	6	50	-	3	veren verwijderd	
			10	50	-	3		
			15	50	-	3		

Machine	Dag	Pad	v [km/h]	h [cm]	Sensor	n	Opm		
Sputmachine D	3-10-2011	Hobbel	6	-	-	5			
			8	-	-	5			
			10	-	-	5			
			10	-	-	3	zonder dempers		
			10	-	-	3	pin uit		
		Gras	6	-	-	5			
			10	-	-	5			
			15	-	-	5			
			Rammenas	10	50	-	3		
				10	50	+	3		
		10		30	+	3			
			10	30	-	3	pin in		
			10	30	+	3	pin uit		
			15	30	-	3			
Sputmachine E	14-10-2011	Hobbel	6	-	-	5			
			8	-	-	5			
			10	-	-	5			
		Gras	6	-	-	5			
			10	-	-	5			
			15	-	-	5			
			15	-	-	3	spoor = 225		
			10	-	-	3	spoor = 225		
			18	-	-	3	spoor = 225		
			Hobbel	8	-	-	3	links over hobbel, spoor=225	
				8	hoger	-	3	spoor = 180	
		12		hoger	-	3	spoor = 180		
			10	hoger	-	3	spoor = 180		
		Sputmachine F	3-11-2011	Hobbel	6	-	-	5	
					8	-	-	5	
10	-				-	5			
Gras	6			-	-	5			
	10			-	-	5			
	15			-	-	5			

Bijlage II.

Overzicht resultaten spuitboombewegingsmetingen per fabrikant

Sputmachine A

Dag 19-aug
 Machine Sputmachine A
 6000 L, 36m, met 3000 L gevuld
 Banden: 480 / 80 R 50
 Spoorbreedte=1,80m (buiten=234m, binnen=140cm, hartophart=186cm)
 Leidingen gevuld

File-naam	Opmerkingen	Dataverwerking										Verticaal							
		Van [s]	Tot [s]	Start [cm]	Stop [cm]	V [km/h]	N	Avg speed [m/s]	Avg Min [m/s]	Max [m/s]	Max Std [m/s]	+/- 10%	Avg h [m]	n	Min [m]	Max [m]	Std h [m]	% +/- 10 cm	
Sputa-test-1	Afstand laser: hobbelbaan-start = 56,58m hobbelbaaneind = 107,34m																		
Sputa-test-2	Andere demper op boom																		
Sputa-hob-6-1		6	96	6500	9500	5.8	3557	1.6353	1.2071	2.0744	0.1817	58.02	1.4874	430	-0.3674	0.4180	0.1105	22.82	
Sputa-hob-6-2		5	70	6500	9500	5.8	3577	1.6364	1.2085	2.0385	0.1979	54.29	1.5297	415	-0.3078	0.3571	0.0912	26.49	
Sputa-hob-6-3		8	89	6500	9500	5.8	3568	1.6233	1.1578	2.0104	0.1977	51.49	1.6988	305	-0.3104	0.2648	0.0855	32.44	
Sputa-hob-6-4		15	90	6500	9500	5.8	3575	1.6214	1.2239	2.0536	0.1790	59.02		5					
Sputa-hob-6-5	Geen hoogte-signaal!?																		
Sputa-hob-6-5b	mbv Excel	7	98	6500	9500	5.9	3560	1.6405	1.1531	2.0734	0.2023	50.41	-						
Sputa-hob-6-6	'opgeschoonde' data file	4	96	6500	9500	5.9	3575	1.6377	1.2582	2.0564	0.1877	59.13	1.6212	413	-0.4409	0.3516	0.1170	22.14	
Sputa-hob-8-1		24	39	< 49 m															
Sputa-hob-8-1-b	mbv Excel	25	90	6500	9500	8.1	2593	2.2445	1.8137	2.7716	0.1961	74.37	1.5366	278	-0.2895	0.4120	0.1016	26.00	
Sputa-hob-8-2	'opgeschoonde' data file	29	66	6500	9500	8.0	2604	2.2449	1.7884	2.7512	0.2256	64.71	1.4219	281	-0.2984	0.4793	0.1115	13.01	
Sputa-hob-8-3		9	64	6500	9500	8.1	2597	2.2457	1.7683	2.6841	0.1691	82.05	1.5024	266	-0.2536	0.3827	0.1006	27.64	
Sputa-hob-8-4		9	73	6500	9500	8.1	2604	2.2613	1.8540	2.7972	0.2035	71.23	1.4485	276	-0.3603	0.4612	0.1081	17.94	
Sputa-hob-8-5		7	28	< 60 m															
Sputa-hob-8-5-b	mbv Excel	9	75	6500	9500	8.0	2578	2.2399	1.8174	2.6406	0.1993	70.49	1.5058	275	-0.2949	0.4375	0.1085	29.38	
Sputa-hob-10-1	'opgeschoonde' data file	29	82	6500	9500	10.2	2062	2.8301	2.5028	3.1505	0.1597	96.32	1.6012	181	-0.2255	0.5339	0.1407	42.69	
Sputa-hob-10-2		11	62	6500	9500	10.1	2055	2.8229	2.3646	3.2493	0.1963	83.41	1.5789	218	-0.2784	0.4627	0.1058	24.16	

File-naam	Opmerkingen	Dataverwerking										Horizontaal							Verticaal				
		Van [s]	Tot [s]	Start [cm]	Stop [cm]	V [km/h]	N	Avg speed [m/s]	Min [m/s]	Max [m/s]	Max Std [m/s]	+/- 10%	Avg h [m]	n	Min [m]	Max [m]	Std h [m]	% +/- 10 cm					
Sputa-hob-10-3		14	27 < 55 m																				
Sputa-hob-10-3-b	mbv Excel 'opgeschoonde' data file	14	65	6500	9500	10.1	2059	2.8193	2.5251	3.2645	0.1711	89.55	1.6577	176	-0.2595	0.3260	0.0777	29.62					
Sputa-hob-10-4		9	60	6500	9500	10.1	2057	2.8348	2.4554	3.3352	0.1916	86.14	1.6283	180	-0.2105	0.3406	0.0722	32.34					
Sputa-hob-10-5		13	60	6500	9500	10.2	2060	2.8439	2.2510	3.2524	0.2157	79.43	1.5382	208	-0.2323	0.5539	0.1412	28.22					
Sputa-gras-6-1	afstand laser: hobbelbaan- start = 56,73m hobbel- baaneind = 107,34m; startplaats = 12,80m	11	102	6500	9500	5.9	3531	1.6458	1.3684	1.8998	0.0994	92.45	0.9626	754	-0.1473	0.1851	0.0486	51.41					
Sputa-gras-6-2		11	27 < 46 m																				
Sputa-gras-6-2-b	mbv Excel 'opgeschoonde' data file	12	100	6500	9500	5.9	3529	1.6415	1.4470	1.9988	0.0923	94.25	1.0070	872	-0.2322	0.2031	0.0585	37.45					
Sputa-gras-6-3		14	105	6500	9500	5.9	3543	1.6349	1.3279	1.8336	0.1063	89.17	0.9912	873	-0.1916	0.2639	0.0686	46.41					
Sputa-gras-10-1		14	64	6500	9500	10.1	2066	2.7867	2.4846	3.1113	0.1494	94.37	0.9740	490	-0.2582	0.1317	0.0526	73.88					
Sputa-gras-10-2		7	60	6500	9500	10.1	2064	2.7978	2.4274	3.0408	0.1488	96.44	0.9696	472	-0.3744	0.2083	0.0840	39.08					
Sputa-gras-10-3		9	60	6500	9500	10.0	2066	2.7882	2.3456	3.0762	0.1604	92.36	0.9691	516	-0.3535	0.1847	0.0896	51.80					
Sputa-gras-15-1		18	50	6500	9500	14.9	1404	4.1104	3.3955	4.5773	0.2619	86.33	1.1029	316	-0.1402	0.1760	0.0379	85.38					
Sputa-gras-15-2		12	40	6500	9500	14.9	1406	4.1053	3.4741	4.4591	0.2444	87.71	1.0581	303	-0.1862	0.1581	0.0349	91.34					
Sputa-gras-15-3		13	37	6500	9500	14.9	1408	4.1064	3.6024	4.5825	0.2412	92.42	0.9990	300	-0.1771	0.1248	0.0360	92.66					
Sputa-gras-20-1		20	37	6500	9500	19.9	1059	5.4540	4.8041	5.8034	0.2491	93.40	0.9181	191	-0.3329	0.5450	0.1259	14.51					
Sputa-gras-20-2		19	37	6500	9500	19.5	1053	5.3823	4.9685	5.7349	0.1930	100.00	0.9048	210	-0.1770	0.3816	0.0862	43.97					
Sputa-gras-20-3		15	36	6500	9500	19.5	1065	5.4153	4.8477	5.7636	0.2079	97.48	1.0339	211	-0.1804	0.2206	0.0559	73.90					
Sputa-aard-6-30-1	afstand laser: hobbelbaan- start = 57,16m hobbel- baaneind = 107,37m	4	88	6500	9500	5.9	3541	1.6311	1.4131	1.8145	0.0818	95.36	1.0728	783	-0.1699	0.1411	0.0394	80.36					
Sputa-aard-6-30-2		9	98	6500	9500	5.9	3539	1.6510	1.4840	1.8823	0.0866	93.43	1.1739	794	-0.2231	0.2056	0.0597	65.87					
Sputa-aard-6-30-3		14	104	6500	9500	5.9	3556	1.6329	1.4434	1.7788	0.0834	94.53	1.1055	772	-0.1171	0.1608	0.0436	78.54					
Sputa-aard-10-30-1		3	49	6500	9500	10.1	2066	2.7988	2.5762	3.0398	0.1050	100.00	1.1837	450	-0.1249	0.1595	0.0421	78.49					
Sputa-aard-10-30-2		9	59	6500	9500	10.1	2067	2.8068	2.6332	2.9724	0.0860	100.00	1.1412	410	-0.1509	0.2067	0.0624	63.88					
Sputa-aard-10-30-3		9	62	6500	9500	10.1	2071	2.7985	2.6322	2.9867	0.0819	100.00	1.1743	454	-0.1598	0.1469	0.0479	71.05					
Sputa-aard-15-30-1																							
Sputa_aard_15_30	mbv Excel 'opgeschoonde' data file	11	44	6500	9500	14.7	1409	4.0620	3.5824	4.4926	0.2483	92.06	1.1792	289	-0.1279	0.2999	0.0816	56.12					
_1-b																							
Sputa-aard-15-30-2		11	43	6500	9500	14.7	1408	4.0714	3.7759	4.4823	0.1567	100.00	1.2014	243	-0.2304	0.3170	0.0834	50.13					
Sputa-aard-15-30-3		15	37	6500	9500	14.6	1409	4.0576	3.6956	4.3616	0.1899	100.00	1.1796	263	-0.2868	0.4096	0.1164	49.32					
Sputa-aard-15-30-4		31	55	6500	9500	14.6	1406	4.0540	3.7433	4.3700	0.1570	100.00	1.0262	305	-0.1618	0.2002	0.0639	45.68					

File-naam	Opmerkingen	Datenwerking										Horizontaal					Verticaal				
		Van [s]	Tot [s]	Start [cm]	Stop [cm]	V [km/h]	N	Avg speed [m/s]	Min [m/s]	Max [m/s]	Std [m/s]	+/- 10%	Avg h [m]	n	Min [m]	Max [m]	Std h [m]	% +/- 10 cm			
Sputa-aard-15-30-5		26	56	6500	9500	14.7	1411	4.0458	3.7168	4.4076	0.1790	100.00	1.2048	259	-0.2543	0.2835	0.0861	28.45			
Sputa-aard-15-30-6		15	38	6500	9500	14.6	1407	4.0441	3.6894	4.4130	0.1976	100.00	1.2331	288	-0.1465	0.1326	0.0369	75.89			
Sputa-225-30-1	Spoorbreedte 225cm	17	49	6500	9500	14.7	1422	4.1216	3.8022	4.5874	0.1973	90.94	1.5616	183	-0.0773	0.1007	0.0236	98.68			
Sputa-225-30-2		< 10 s																			
Sputa_225_30-2-b	mbv Excel	16	50	6500	9500	14.7	1415	4.1239	3.6285	4.7162	0.2378	88.10	1.5495	180	-0.0497	0.0514	0.0139	100.00			
Sputa-225-30-3	'opgeschoonde' data file	< 6 s																			
Sputa_225_30-3-b	mbv Excel	18	51	6500	9500	14.7	1412	4.1272	3.5987	4.6136	0.2370	89.72	1.5052	179	-0.0435	0.0775	0.0170	100.00			
Sputa-225-30-4	'opgeschoonde' data file	14	45	6500	9500	14.8	1408	4.1315	3.7298	4.3781	0.1814	100.00	1.3526	217	-0.0727	0.0734	0.0196	100.00			
Sputa-225-30-5		9	41	6500	9500	14.6	1411	4.1167	3.4802	4.5428	0.2663	82.89	1.3425	230	-0.0965	0.1031	0.0299	98.38			
Sputa-225-30-6		22	55	6500	9500	14.7	1415	4.1238	3.4570	4.5799	0.2898	77.27	1.3948	199	-0.0769	0.1091	0.0299	95.80			
Sputa-hoog-1	Hoge bodem vrijheid en 225 cm spoorbreedte	12	47	6500	9500	14.1	1467	3.9462	3.3018	4.4100	0.2943	75.32	1.3215	260	-0.0647	0.0737	0.0196	100.00			
Sputa-hoog-2		11	46	6500	9500	14.1	1465	3.9653	3.4238	4.5898	0.2472	87.64	1.2995	323	-0.0477	0.0821	0.0203	100.00			
Sputa-hoog-3		10	44	6500	9500	14.2	1467	3.9934	3.4570	4.5043	0.2578	84.03	1.2071	353	-0.0561	0.0947	0.0206	100.00			

Spuitmachine B

Dag 31-aug
 Machine Spuitmachine B 33m
 Band: 18.4R38 @2bar
 Tank = 3200L met 1600L gevuld
 Spoorbreedte op 1,80 gezet.
 Leidingen gevuld met voorspuiten
 Op R-zijde GPS ontvanger - test

File-naam	Dataverwerking										Horizontaal						Verticaal					
	Van [s]	Tot [s]	Start [cm]	Stop [cm]	V [km/h]	N	Avg speed [m/s]	Min [m/s]	Max [m/s]	Std [m/s]	+/-10%	Avg h [m]	N	Min [m]	Max [m]	Std h [m]	% +/- 10 cm					
Spuitb-test1	36	120	6700	9700	5.9	3579	1.6555	1.0029	2.4552	0.2389	51.62	1.2655	675	-0.2036	0.2079	0.0574	49.96					
Spuitb_hob_6_1	25	106	6700	9700	5.8	3608	1.6201	0.9186	2.2612	0.2378	46.57	1.2406	785	-0.1804	0.1692	0.0510	54.93					
Spuitb_hob_6_2	21	101	6700	9700	6.0	3529	1.6678	0.8780	2.5484	0.2990	41.98	1.4607	518	-0.1994	0.2485	0.0610	41.83					
Spuitb_hob_6_3	15	95	6700	9700	5.8	3658	1.6157	1.0671	2.3324	0.2289	51.41	1.2141	719	-0.2361	0.2021	0.0602	46.00					
Spuitb_hob_6_4	15	95	6700	9700	5.9	3643	1.6408	1.1449	2.3273	0.2238	49.19	1.2148	805	-0.1944	0.1900	0.0539	54.49					
Spuitb_hob_6_5	15	95	6700	9700	5.8	3604	1.6399	1.0611	2.4077	0.2580	44.03	1.3019	611	-0.2229	0.2374	0.0622	33.00					
Spuitb_hob_8_1	10	75	6700	9700	7.5	2748	2.1163	1.0464	2.7267	0.3079	49.88	1.2734	464	-0.1674	0.2503	0.0530	56.61					
Spuitb_hob_8_2	12	78	6700	9700	7.7	2665	2.1462	1.2518	2.8186	0.3078	48.23	1.2373	539	-0.0947	0.1666	0.0385	89.00					
Spuitb_hob_8_3	11	73	6700	9700	7.8	2677	2.1853	1.2710	2.9366	0.3574	39.10	1.2546	513	-0.1202	0.2069	0.0420	82.95					
Spuitb_hob_8_4	10	74	6700	9700	7.8	2734	2.1806	1.2845	3.0321	0.3518	45.20	1.4035	378	-0.1093	0.1816	0.0423	73.93					
Spuitb_hob_8_5	17	77	6700	9700	7.8	2714	2.1822	1.3283	2.8930	0.3514	40.82	1.2752	480	-0.1402	0.2708	0.0624	51.30					
Spuitb_hob_10_1	5	50	6700	9700	10.3	2041	2.9004	0.5219	4.4707	0.7001	31.90	1.2405	306	-0.1214	0.1771	0.0394	80.73					
Spuitb_hob_10_2	11	52	6700	9700	9.5	2224	2.6719	1.4203	3.7161	0.5114	37.43	1.1350	444	-0.1554	0.1854	0.0395	73.96					
Spuitb_hob_10_3	10	53	6700	9700	9.8	2161	2.7323	1.9168	3.6476	0.3672	54.95	1.2584	369	-0.1386	0.1988	0.0450	81.24					
Spuitb_hob_10_4	9	51	6700	9700	9.7	2169	2.6828	1.9281	3.2886	0.3224	57.96	1.2234	395	-0.1286	0.2514	0.0575	55.15					
Spuitb_hob_10_5	11	61	6700	9700	9.7	2180	2.6896	2.0296	3.5615	0.3447	55.22	1.1494	407	-0.1669	0.2461	0.0573	71.07					
Spuitb-Gras-6_1	14	97	6700	9700	5.8	3539	1.6194	1.3032	2.0610	0.1522	70.37	0.9864	916	-0.1505	0.0781	0.0364	83.73					
Spuitb-Gras-6_2	14	97	6700	9700	5.8	3571	1.6178	1.3755	1.9223	0.0979	88.95	0.9437	923	-0.1598	0.1547	0.0458	68.65					
Spuitb-Gras-6_3	7	92	6700	9700	5.7	3661	1.5774	1.3610	1.8256	0.0932	91.56	1.0533	920	-0.1294	0.1284	0.0357	86.27					
Spuitb-Gras-10_1	14	64	6700	9700	9.5	2177	2.6484	2.3792	2.8775	0.1074	99.38	1.0350	503	-0.0513	0.0656	0.0149	100.00					
Spuitb-Gras-10_2	15	64	6700	9700	9.5	2200	2.6357	2.2732	2.9328	0.1413	91.31	1.0958	554	-0.1324	0.1488	0.0370	75.30					
Spuitb-Gras-10_3	10	61	6700	9700	9.5	2176	2.6741	2.3206	3.1824	0.1719	86.84	0.8176	571	-0.0942	0.1017	0.0276	97.34					

File-naam	Dataanwerking					Horizontaal					Verticaal						
	Van [s]	Tot [s]	Start [cm]	Stop [cm]	V [km/h]	N	Avg speed [m/s]	Min [m/s]	Max [m/s]	Std [m/s]	+/- 10%	Avg h [m]	N	Min [m]	Max [m]	Std h [m]	% +/- 10 cm
Spuith-Gras-15_1	6	15	6700	9700	12.1	1729	3.3677	2.8505	3.8129	0.1951	91.94	0.8835	406	-0.1157	0.1087	0.0317	88.89
Spuith-Gras-15_2	10	50	6700	9700													
Spuith-Gras-15_3	tot 19s:!																
Spuith-Gras-15_3_B	14	53	6700	9700	11.3	1822	3.1493	2.7773	3.3710	0.1080	97.72	1.2586	388	-0.1133	0.1434	0.0372	70.57
Spuith-Gras-15_4	10	33	6700	9700	13.5	1527	3.7341	2.6445	4.4500	0.2517	92.29	1.1258	351	-0.1116	0.0907	0.0270	91.93
Spuith-Gras-10-30_1	5	92	6700	9700	5.8	3565	1.6305	1.3653	1.9204	0.1072	86.79	0.8529	835	-0.1737	0.1955	0.0603	60.89
Spuith-Gras-10-30_2	11	62	6700	9700	9.5	2208	2.6191	2.2682	2.8546	0.1092	96.90	0.7715	545	-0.1471	0.1665	0.0446	50.56
Spuith-Gras-10-30_3	15	67	6700	9700	9.6	2177	2.6536	2.1674	2.9678	0.1379	94.11	1.0734	525	-0.1148	0.1037	0.0282	87.04
Spuith-Gras-10-30_4	15	67	6700	9700	9.5	2171	2.6576	2.3972	2.9767	0.1234	94.79	0.8209	507	-0.0881	0.0875	0.0257	100.00
Spuith-Gras-15-30_1	15	49	6700	9700	14.4	1444	4.0034	3.6407	4.2908	0.1498	100.00	0.7112	320	-0.0836	0.1901	0.0397	88.31
Spuith-Gras-15-30_2	15	49	6700	9700	13.8	1513	3.8116	3.4388	4.0779	0.1792	98.53	0.8352	358	-0.1020	0.1388	0.0288	92.43
Spuith-Gras-15-30_3	15	49	6700	9700	14.0	1503	3.8659	3.4706	4.1412	0.1653	96.12	0.9213	343	-0.1453	0.2165	0.0544	43.90

Sputmachine C

Machine Sputmachine C 33m
 Spoorbreedte = 2,05m
 Band = 20.8 R42; 1,6 bar

File-naam	Opmerkingen	Datenwerking							Horizontaal							Verticaal				
		Van [s]	Tot [s]	Start [cm]	Stop [cm]	V [km/h]	N	Avg speed [m/s]	Min [m/s]	Max [m/s]	Std [m/s]	+/-10% Avg h[fm]	N	Min [m]	Max [m]	Std h [m]	% +/- 10 cm			
SputC-gras-6-1	begin = 59,732; eind = 110,077	5	92	6800	9800	6.1	3423	1.7019	1.3588	2.0841	0.1555	67.88	0.9832	804	-0.2125	0.1764	0.0535	69.53		
SputC-gras-6-2	Veer versteld	17	100	6800	9800	6.0	3427	1.6853	1.3418	2.1738	0.1621	69.35	0.9705	776	-0.1495	0.1529	0.0417	73.85		
SputC-gras-6-3	NIET	0	69	6800	9800	6.1	3396	1.7037	1.2418	2.1259	0.1988	57.23	0.9953	704	-0.1462	0.1584	0.0429	70.94		
SputC-gras-6-4		12	60	6800	9800	9.9	2106	2.7715	2.2919	3.2138	0.1935	83.54	1.2167	407	-0.1327	0.1622	0.0492	62.69		
SputC-gras-10-1		8	58	6800	9800	10.1	2074	2.8188	2.4472	3.2790	0.1525	92.11	1.1258	419	-0.1051	0.1598	0.0362	89.43		
SputC-gras-10-2		9	57	6800	9800	10.1	2069	2.8110	2.4335	3.0949	0.1307	95.24	1.2472	358	-0.1170	0.1074	0.0287	87.26		
SputC-gras-10-3		11	40	6800	9800	15.0	1382	4.1887	3.8844	4.4910	0.1440	100.00	1.1906	252	-0.0910	0.1864	0.0383	90.45		
SputC-gras-15-1		12	31	6800	9800	14.9	1397	4.1108	3.6561	4.5640	0.2072	95.34	1.2141	253	-0.0980	0.1806	0.0458	83.12		
SputC-gras-15-2		10	40	6800	9800	14.7	1408	4.1272	3.4636	4.7475	0.3184	73.75	1.0933	259	-0.0913	0.1875	0.0412	89.16		
SputC-gras-15-3		15	96	6800	9800	5.9	3523	1.6309	1.2914	2.1844	0.1616	67.22	1.2577	751	-0.1403	0.1036	0.0281	94.87		
SputC_Aard_6_50-1		7	90	6800	9800	5.9	3517	1.6472	1.1863	1.9788	0.1620	63.25	1.2694	703	-0.1746	0.1199	0.0429	64.12		
SputC_Aard_6_50-2		8	84	6800	9800	6.0	3465	1.6689	1.2280	2.0656	0.1395	79.92	1.2157	763	-0.1253	0.1499	0.0462	62.67		
SputC_Aard_6_50-3		8	58	6800	9800	9.9	2100	2.7626	2.5145	3.0630	0.1310	96.32	1.2184	408	-0.1259	0.1276	0.0358	82.89		
SputC_Aard_10_50-1		8	56	6800	9800	10.1	2058	2.8250	2.4809	3.1523	0.1542	93.22	1.2273	377	-0.0913	0.1663	0.0450	67.79		
SputC_Aard_10_50-2		8	54	6800	9800	10.1	2037	2.8294	2.4792	3.2095	0.1667	88.35	1.1756	435	-0.1050	0.1362	0.0305	71.21		
SputC_Aard_10_50-3		8	40	6800	9800	14.6	1394	4.0762	3.6611	4.4236	0.1952	100.00	1.2533	297	-0.1380	0.1449	0.0429	53.17		
SputC_Aard_15_50-1		8	40	6800	9800	14.6	1408	4.0452	3.7445	4.3732	0.1429	100.00	1.1870	312	-0.1153	0.1061	0.0300	78.33		
SputC_Aard_15_50-2		8	38	6800	9800	14.6	1418	4.0363	3.7639	4.4283	0.1493	100.00	1.2592	294	-0.0953	0.0978	0.0292	100.00		
SputC_Aard_Sens_6_50-1		11	90	6800	9800	6.1	3274	1.6949	1.1791	2.1410	0.1831	66.34	1.3235	608	-0.1406	0.1162	0.0356	78.87		
SputC_Aard_Sens_6_50-2		11	90	6800	9800	6.0	3325	1.6600	1.2810	2.0790	0.1459	71.14	1.3872	554	-0.1136	0.1437	0.0354	87.81		
SputC_Aard_Sens_6_50-3	25 slechts tot 49m	8	85	6800	9800	6.1	3258	1.7040	1.2849	2.1111	0.1369	78.92	1.3081	685	-0.1266	0.1363	0.0337	89.70		
SputC_Aard_Sens_6_50-3_B	Slechts 10 s	8	85	6800	9800	6.1	3258	1.7040	1.2849	2.1111	0.1369	78.92	1.3081	685	-0.1266	0.1363	0.0337	89.70		
SputC_Aard_Sens_10_50-1		11	55	6800	9800	10.3	2001	2.8850	2.5182	3.4235	0.2309	76.28	1.2296	405	-0.1078	0.3327	0.0969	68.86		
SputC_Aard_Sens_10_50-1_B		11	55	6800	9800	10.3	2001	2.8850	2.5182	3.4235	0.2309	76.28	1.2296	405	-0.1078	0.3327	0.0969	68.86		
SputC_Aard_Sens_10_50-2		12	53	6800	9800	10.5	1951	2.9288	2.6189	3.2393	0.1592	95.99	1.2872	423	-0.0743	0.0552	0.0184	100.00		

File-naam	Opmerkingen	Dataverwerking										Horizontaal							Verticaal				
		Van [s]	Tot [s]	Start [cm]	Stop [cm]	V [km/h]	N	Avg speed [m/s]	Min [m/s]	Max [m/s]	Std [m/s]	+/-10% Avg h[fm]	N	Min [m]	Max [m]	Std h [m]	% +/- 10 cm						
SpuutC_Aard_Sens_10_50-3		14	55	6800	9800	10.2	2004	2.8465	2.5406	3.2125	0.1360	96.29	1.3037	372	-0.1150	0.1080	0.0333	87.84					
SpuutC_Aard_Sens_15_50-1		12	43	6800	9800	14.4	1424	3.9915	3.5652	4.3439	0.1871	98.31	1.2902	266	-0.1652	0.2216	0.0647	38.30					
SpuutC_Aard_Sens_15_50-2		16	47	6800	9800	14.6	1411	4.0489	3.6085	4.5399	0.2374	89.82	1.4487	200	-0.1706	0.1275	0.0454	71.70					
SpuutC_Aard_Sens_15_50-3		18	47	6800	9800	14.5	1405	4.0335	3.4598	4.6789	0.2796	82.76	1.2309	819	-0.1022	0.2732	0.0540	91.70					
SpuutC_Aard_Sens_6_30-1		11	95	6800	9800	6.1	3372	1.6822	1.1970	2.2345	0.2220	47.22	1.0758	819	-0.1613	0.2959	0.0699	74.27					
SpuutC_Aard_Sens_6_30-2		11	86	6800	9800	6.1	3368	1.6826	1.3191	1.9539	0.1204	84.91	1.1071	804	-0.1297	0.0961	0.0290	96.20					
SpuutC_Aard_Sens_6_30-3		11	87	6800	9800	6.1	3318	1.6876	1.1200	2.2788	0.2519	45.92	1.0338	810	-0.1346	0.3014	0.0688	82.95					
SpuutC_Aard_Sens_10_30-1		9	54	6800	9800	10.2	2008	2.8561	2.3660	3.3760	0.2031	83.05	1.0705	455	-0.1088	0.1941	0.0588	77.94					
SpuutC_Aard_Sens_10_30-2		9	54	6800	9800	10.2	2012	2.8547	2.4750	3.3130	0.1674	92.09	1.0824	466	-0.0883	0.0913	0.0259	100.00					
SpuutC_Aard_Sens_10_30-3		9	54	6800	9800	10.3	2006	2.8577	2.3529	3.3473	0.2452	72.59	1.0090	454	-0.0756	0.1635	0.0389	90.67					
SpuutC_Aard_Sens_15_30-1		10	40	6800	9800	14.7	1392	4.0805	3.4923	4.4293	0.2252	93.57	1.1026	314	-0.1467	0.1450	0.0403	68.17					
SpuutC_Aard_Sens_15_30-2		10	40	6800	9800	14.4	1418	3.9900	3.4828	4.3855	0.2203	92.91	1.1348	328	-0.1559	0.1123	0.0426	75.46					
SpuutC_Aard_Sens_15_30-3		10	41	6800	9800	14.4	1415	3.9851	3.4099	4.3823	0.2521	90.94	1.1248	317	-0.1981	0.1153	0.0456	69.26					
SpuutC-gras-6-veer-1	Veren verwijderd	12	90	6800	9800	6.1	3382	1.7202	1.3715	2.0768	0.1573	67.56	1.2263	674	-0.1502	0.1665	0.0456	77.80					
SpuutC-gras-6-veer-2		9	45	6800	8300																		
SpuutC-gras-6-veer-2_B		14	90	6800	9800	6.1	3388	1.7058	1.2753	2.1895	0.1769	66.94	1.4247	446	-0.1245	0.1467	0.0380	85.80					
SpuutC-gras-6-veer-3		9	24	tot 47m																			
SpuutC-gras-6-veer-3_B		14	95	6800	9800	6.2	3377	1.7271	1.1851	2.1613	0.1890	65.38	1.4517	395	-0.1184	0.1870	0.0494	75.89					
SpuutC-gras-10-veer-1		10	56	6800	9800	10.5	1963	2.9221	2.5321	3.2698	0.1641	89.93	1.6106	217	-0.0800	0.0733	0.0204	100.00					
SpuutC-gras-10-veer-2		10	56	6800	9800	10.4	1992	2.9195	2.5525	3.2838	0.1727	88.86	1.2705	363	-0.1128	0.1009	0.0255	94.19					
SpuutC-gras-10-veer-3		10	56	6800	9800	10.5	1987	2.9329	2.6691	3.3805	0.1293	95.36	1.1751	379	-0.0895	0.0960	0.0247	100.00					
SpuutC-gras-15-veer-1		10	39	6800	9800	15.3	1367	4.2610	3.9241	4.7525	0.2103	94.57	1.1823	260	-0.1689	0.2375	0.0602	77.73					
SpuutC-gras-15-veer-2		12	38	6800	9800	15.3	1372	4.2133	3.6689	4.7016	0.2078	94.76	1.2577	224	-0.0992	0.2277	0.0545	85.26					
SpuutC-gras-15-veer-3		12	31	6800	9800	15.1	1371	4.2396	3.6581	4.7322	0.2577	93.64	1.2983	213	-0.1061	0.1604	0.0419	87.01					

Sputmachine D

Dag 3-okt
Machine Sputmachine D

File-naam	Dataoverwerking										Horizontaal										Verticaal				
	Van [s]	Tot [s]	Start [cm]	Stop [cm]	V [km/h]	N	Avg speed [m/s]	Min [m/s]	Max [m/s]	Std [m/s]	+/- 10%	Avg h[m]	N	Min [m]	Max [m]	Std h [m]	% +/- 10 cm								
Sputtd_hob_6_1	7	92	6600	9600	6.1	3451	1.7244	0.9230	2.4135	0.3808	21.09	1.2282	780	-0.1469	0.2843	0.0673	56.79								
Sputtd_hob_6_2	8	86	6600	9600	6.3	3308	1.7535	1.0304	2.5142	0.3639	30.44	1.1109	734	-0.2631	0.5370	0.1666	34.10								
Sputtd_hob_6_3	10	91	6600	9600	6.0	3440	1.7026	1.0948	2.3209	0.3082	28.95	1.2261	780	-0.1729	0.3387	0.0960	51.54								
Sputtd_hob_6_4	10	92	6600	9600	6.0	3436	1.6987	1.1949	2.3934	0.2700	38.33	1.1562	802	-0.1575	0.2912	0.0781	47.58								
Sputtd_hob_6_5	6	87	6600	9600	6.1	3433	1.7158	0.9013	2.4479	0.3469	26.48	1.2235	726	-0.1671	0.4052	0.0905	37.82								
Sputtd_hob_8_1	8	68	6600	9600	8.3	2527	2.3278	1.5026	3.2826	0.3951	37.17	1.2995	510	-0.1213	0.1905	0.0431	82.03								
Sputtd_hob_8_2	16	51	6600	9600	8.2	2528	2.3377	1.5415	3.0275	0.3319	43.65	1.2642	549	-0.1580	0.1790	0.0422	67.22								
Sputtd_hob_8_3	8	49	6600	9600	8.2	2509	2.2671	1.3883	3.5151	0.4944	34.32	1.2686	481	-0.1677	0.3810	0.0872	49.92								
Sputtd_hob_8_4	8	68	6600	9600	8.2	2527	2.2714	1.4978	3.3992	0.3969	41.46	1.2182	548	-0.1847	0.2734	0.0711	54.80								
Sputtd_hob_8_5	8	68	6600	9600	8.2	2527	2.2760	1.6230	3.3432	0.3501	51.59	1.2585	492	-0.2503	0.4631	0.1371	36.01								
Sputtd_hob_10_1	8	36	6600	9600	10.2	2069	2.7193	1.4612	4.0442	0.5604	29.23	1.2529	378	-0.1558	0.3199	0.0850	71.69								
Sputtd_hob_10_2	7	57	6600	9600	10.1	2069	2.7737	1.5193	3.9175	0.6442	23.05	1.3106	342	-0.1727	0.2490	0.0642	72.44								
Sputtd_hob_10_3	7	51	6600	9600	10.0	2068	2.7262	1.3534	3.7943	0.6552	24.42	1.3938	260	-0.1605	0.3873	0.0951	65.59								
Sputtd_hob_10_4	8	55	6600	9600	10.1	2065	2.7638	1.7476	4.1269	0.5631	28.25	1.3477	310	-0.1666	0.3611	0.0813	56.97								
Sputtd_hob_10_5	8	53	6600	9600	10.2	2062	2.7961	1.9152	3.9297	0.3888	51.29	1.2896	335	-0.1320	0.2805	0.0610	65.91								
Sputtd_hob_10_demp_1	na 20 s op 61 m																								
Sputtd_hob_10_demp_1_b	8	55	6600	9600	10.0	2088	2.7434	1.5245	3.8250	0.5672	33.72	1.3198	346	-0.1992	0.2810	0.0807	64.42								
Sputtd_hob_10_demp_2	na 20 s op 61 m																								
Sputtd_hob_10_demp_2_b	8	55	6600	9600	10.1	2088	2.7470	1.5927	3.6656	0.5483	33.87	1.3704	316	-0.1543	0.4261	0.1034	55.05								
Sputtd_hob_10_demp_3	6	57	6600	9600	10.0	2084	2.7432	1.7226	3.8262	0.5457	30.42	1.3793	304	-0.1196	0.3808	0.1020	69.30								
Sputtd_hob_10_demp_4	6	57	6600	9600	10.1	2087	2.7095	1.2694	4.0176	0.7019	19.19	1.2766	360	-0.1616	0.4178	0.1078	63.38								
Sputtd_hob_10_demp_5	6	57	6600	9600	10.0	2085	2.7078	1.3748	3.8854	0.6185	32.65	1.3882	253	-0.2592	0.2984	0.0873	58.91								
Sputtd_hob_10_demp_6	9	58	6600	9600	10.0	2082	2.7352	1.3308	4.1347	0.7098	23.12	1.4090	258	-0.1628	0.4611	0.1163	57.87								
Sputtd_gras_6_1	11	90	6600	9600	6.3	3345	1.7349	1.2864	2.2658	0.2199	56.88	0.8821	917	-0.1543	0.1360	0.0377	81.59								
Sputtd_gras_6_2	12	88	6600	9600	6.2	3410	1.7094	1.4063	2.0545	0.1458	70.48	0.8932	943	-0.1102	0.0973	0.0285	96.17								
Sputtd_gras_6_3	13	92	6600	9600	6.1	3401	1.6966	1.2306	2.1071	0.2136	55.20	0.9794	919	-0.1228	0.1376	0.0308	92.29								
Sputtd_gras_6_4	11	92	6600	9600	6.1	3398	1.7131	1.2476	2.1069	0.1959	62.30	0.9823	932	-0.1657	0.1404	0.0401	76.42								
Sputtd_gras_6_5	13	92	6600	9600	6.1	3369	1.7134	1.2239	2.0350	0.2090	49.10	0.9548	931	-0.0871	0.0999	0.0245	100.00								
Sputtd_gras_10_1	15	65	6600	9600	9.9	2074	2.7707	2.4638	3.4794	0.1880	91.15	1.0612	541	-0.0815	0.0514	0.0174	100.00								
Sputtd_gras_10_2	12	63	6600	9600	10.0	2077	2.7810	2.3846	3.7013	0.2576	71.48	1.0987	537	-0.2530	0.1428	0.0584	56.48								

File-naam	Datenwerking					Horizontaal					Verticaal						
	Van [s]	Tot [s]	Start [cm]	Stop [cm]	V [km/h]	N	Avg speed [m/s]	Min [m/s]	Max [m/s]	Std [m/s]	+/- 10%	Avg h[m]	N	Min [m]	Max [m]	Std h [m]	% +/- 10 cm
Sputtd_gras_10_3	7	59	6600	9600	10.1	2075	2.7666	2.2641	3.3658	0.2505	68.34	0.8735	546	-0.2029	0.2361	0.0528	25.81
Sputtd_gras_10_4	7	59	6600	9600	10.0	2075	2.7740	2.2994	3.7264	0.2491	77.68	1.0140	557	-0.0821	0.0933	0.0274	100.00
Sputtd_gras_10_5	15	62	6600	9600	10.0	2076	2.7945	2.4364	3.6417	0.2183	83.31	0.9374	521	-0.1016	0.1527	0.0411	86.67
Sputtd_gras_15_1	19	53	6600	9600	15.6	1360	4.2278	3.2351	4.9714	0.4531	52.78	1.2717	303	-0.1078	0.1071	0.0297	95.75
Sputtd_gras_15_2	15	48	6600	9600	15.2	1374	4.2094	3.4233	4.8628	0.3298	87.83	1.2878	229	-0.1485	0.2392	0.0579	39.93
Sputtd_gras_15_3	5	40	6600	9600	15.2	1375	4.1566	3.0185	5.2424	0.7298	22.24	0.8599	303	-0.1564	0.2998	0.0810	59.23
Sputtd_gras_15_4	6	40	6600	9600	15.2	1370	4.1803	3.3662	4.8694	0.3542	74.28	0.9922	352	-0.2076	0.2158	0.0537	38.42
Sputtd_gras_15_5	15	42	6600	9600	15.1	1376	4.1384	3.0216	4.9352	0.6099	35.54	0.8914	332	-0.1271	0.2613	0.0689	59.19
Sputtd_ramenas_10_50_1	7	56	5000	8000	9.4	2240	2.6148	2.3047	2.9707	0.1429	91.69	1.0561	507	-0.2138	0.1364	0.0454	54.98
Sputtd_ramenas_10_50_2	7	41	5000	8000	9.5	2188	2.6396	2.2630	3.0210	0.1621	90.30	0.7868	539	-0.1383	0.0998	0.0306	94.23
Sputtd_ramenas_10_50_3	7	36	5000	8000	9.9	2111	2.7403	2.4388	3.0832	0.1473	94.72	1.0716	475	-0.1592	0.0809	0.0367	87.56
<i>Sputtd_ramenas_10_50_s1</i>																	
<i>Sputtd_ramenas_10_50_s2</i>																	
<i>Sputtd_ramenas_10_50_s3</i>																	
<i>Sputtd_ramenas_10_50_s4</i>																	
Sputtd_ramenas_10_50_s5	5	59	5000	8000	9.7	2123	2.7181	2.3753	3.2805	0.2261	75.10	1.0039	462	-0.2893	0.2663	0.0846	31.42
Sputtd_ramenas_10_50_s6	3	56	5000	8000	9.7	2122	2.6957	2.2622	3.0545	0.1864	87.68	0.8957	516	-0.0952	0.1805	0.0371	91.28
Sputtd_ramenas_10_50_s7	3	59	5000	8000	9.8	2114	2.7543	1.8675	3.4612	0.3241	58.69	1.0365	407	-0.2174	0.2949	0.0660	43.12
<i>Sputtd_ramenas_10_30_1</i>																	
Sputtd_ramenas_10_30_2	4	60	5000	8000	9.9	2095	2.7562	2.4724	3.0322	0.1284	98.42	0.6912	506	-0.1266	0.1157	0.0333	85.58
Sputtd_ramenas_10_30_3	3	58	5000	8000	9.9	2095	2.7685	2.2629	3.4318	0.3384	40.35	0.7374	486	-0.1167	0.1288	0.0342	78.21
Sputtd_ramenas_10_30_4	8	64	5000	8000	9.7	2168	2.7056	2.2624	3.1121	0.2160	75.74	0.7664	482	-0.1848	0.1603	0.0487	57.52
Sputtd_ramenas_10_30_01	6	42	5000	8000	10.0	2096	2.7755	2.2285	3.2762	0.2521	68.74	0.7811	501	-0.2286	0.1363	0.0528	69.00
Sputtd_ramenas_10_30_02	9	60	5000	8000	10.1	2083	2.8192	2.4958	3.1451	0.1244	94.88	0.6094	506	-0.0892	0.0573	0.0223	100.00
Sputtd_ramenas_10_30_03	10	62	5000	8000	10.4	2063	2.8953	2.6062	3.3527	0.1420	97.03	0.6424	501	-0.0727	0.0515	0.0160	100.00
Sputtd_ramenas_15_30_s1	6	40	5000	8000	15.3	1379	4.2992	3.8192	5.0293	0.2886	94.95	0.7665	282	-0.1932	0.1675	0.0480	58.50
Sputtd_ramenas_15_30_s2	7	39	5000	8000	15.4	1360	4.2223	3.7287	5.1158	0.3760	69.17	0.7689	235	-0.1412	0.0900	0.0293	95.34
Sputtd_ramenas_15_30_s3	27	57	5000	8000	15.1	1384	4.1655	3.7807	4.6407	0.1981	98.02	0.6824	332	-0.1044	0.0712	0.0243	97.83
Sputtd_ramenas_15_30_01	11	44	5000	8000	14.1	1443	3.8801	2.4096	5.4991	0.6931	46.73	0.9838	284	-0.1323	0.1002	0.0318	90.56
Sputtd_ramenas_15_30_02	12	44	5000	8000	15.3	1379	4.2253	3.7962	4.7744	0.2410	95.13	0.9010	343	-0.0358	0.0588	0.0139	100.00
Sputtd_ramenas_15_30_03	14	45	5000	8000	15.2	1383	4.1848	3.6089	4.6987	0.2686	88.11	0.8639	301	-0.0815	0.0534	0.0206	100.00

Spuitmachine E

Machine Spuitmachine E
 Bandenmaat = 320/90 R54, 3 bar
 33 m breed op 1,80 m spoorbreedte
 4000L gevuld met 2000L
 Totaal gewicht = 12 ton
 Plaats meetstrook
 Hobbelbaan Grasbaan
 Begin 59.245 59.250
 Eind 109.438 109.728
 Rijsnelheid via cruise control
 Begin boomhoogte ingeprogrammeerd

File-naam	Opmerkingen	Dataverwerking										Verticaal						
		Van [s]	Tot [s]	Start [cm]	Stop [cm]	V [km/h]	N	Avg speed [m/s]	Min [m/s]	Max [m/s]	Std +/- 10% [m/s]	Avg h [m]	N	Min [m]	Max [m]	Std h [m]	% +/- 10 cm	
SpuitE_hob_6_1		10	95	6700	9700	6.2	3346	1.7461	0.9891	2.4829	0.3195	42.47	1.3540	478	-0.1934	0.2277	0.0549	66.69
SpuitE_hob_6_2		15	95	6700	9700	6.2	3348	1.7275	0.9063	2.3590	0.3135	38.03	0.9935	743	-0.3803	0.4308	0.1146	19.63
SpuitE_hob_6_3		19	93	6700	9700	6.5	3242	1.7856	1.0499	2.5532	0.3030	42.90	0.8749	872	-0.2575	0.2635	0.0734	40.65
SpuitE_hob_6_4		10	93	6700	9700	6.3	3286	1.7726	0.7138	2.5264	0.3681	37.91	0.8724	877	-0.2666	0.2154	0.0687	37.18
SpuitE_hob_6_5		10	93	6700	9700	6.3	3295	1.7508	0.9416	2.5477	0.3349	40.33	0.9595	892	-0.1928	0.2321	0.0603	60.86
SpuitE_hob_8_1		11	75	6700	9700	8.1	2529	2.2749	0.9310	3.3296	0.4105	47.15	0.8872	685	-0.3091	0.3199	0.0935	26.25
SpuitE_hob_8_2		9	72	6700	9700	8.3	2521	2.2852	1.0399	3.2290	0.4529	34.10	0.9395	692	-0.1961	0.1930	0.0474	45.64
SpuitE_hob_8_3		9	72	6700	9700	8.3	2524	2.3288	1.5278	3.6218	0.3822	46.50	1.0483	672	-0.1891	0.1729	0.0439	64.33
SpuitE_hob_8_4		9	70	6700	9700	8.4	2523	2.3098	1.1308	3.2623	0.4172	33.39	0.8164	563	-0.3899	0.4757	0.1334	14.95
SpuitE_hob_8_5		8	71	6700	9700	8.4	2526	2.3322	1.0922	3.4899	0.4770	34.43	0.9216	539	-0.4493	0.5371	0.1450	15.82
SpuitE_hob_10_1		9	58	6700	9700	10.5	1994	2.9612	0.8863	4.6686	0.8379	24.46	1.1223	406	-0.1227	0.3042	0.0722	69.17
SpuitE_hob_10_2		17	62	6700	9700	10.7	1972	2.9945	0.3530	5.8737	1.1870	36.61	0.8289	482	-0.1950	0.4222	0.0889	26.76
SpuitE_hob_10_3		9	57	6700	9700	10.5	1983	2.9705	0.2207	5.9912	1.1731	42.38	1.1113	464	-0.1317	0.2535	0.0507	86.65
SpuitE_hob_10_4		8	57	6700	9700	10.6	1985	3.0129	-0.0186	5.8827	1.0818	38.26	0.9889	406	-0.1517	0.3115	0.0731	67.65
SpuitE_hob_10_5		8	57	6700	9700	10.5	1986	3.0144	0.3862	5.8399	1.0597	40.14	0.8394	448	-0.2590	0.4767	0.1093	43.07
SpuitE_gras_6_1		10	95	6700	9700	6.2	3384	1.7305	1.5409	1.9393	0.0863	97.64	0.8160	937	-0.1221	0.1043	0.0346	85.72

File-naam	Opmerkingen	Dataoverwerking										Horizontaal										Verticaal									
		Van [s]	Tot [s]	Start [cm]	Stop [cm]	V [km/h]	N	Avg speed [m/s]	Min [m/s]	Max [m/s]	Std [m/s]	+/- 10%	Avg h [m]	N	Min [m]	Max [m]	Std h [m]	% +/- 10 cm													
Spuite_gras_6_2		12	89	6700	9700	6.5	3227	1.8076	1.6149	2.0411	0.0996	92.97	0.8158	883	-0.1251	0.1332	0.0389	78.35													
Spuite_gras_6_3		10	93	6700	9700	6.4	3280	1.7821	1.4992	2.1065	0.1174	87.33	0.8073	862	-0.1723	0.1026	0.0404	76.85													
Spuite_gras_6_4		10	96	6700	9700	6.0	3434	1.6993	1.3808	2.0129	0.1332	74.30	0.8103	911	-0.1281	0.1205	0.0357	79.98													
Spuite_gras_6_5		10	96	6700	9700	6.2	3395	1.7162	1.4286	2.1008	0.1245	84.19	0.8113	865	-0.1414	0.0850	0.0281	94.43													
Spuite_gras_10_1		8	57	6700	9700	10.5	2000	2.9101	2.6544	3.2405	0.1200	97.72	0.7896	544	-0.1292	0.0736	0.0237	97.97													
Spuite_gras_10_2		8	57	6700	9700	10.5	1998	2.9054	2.6456	3.0922	0.0904	100.00	0.7740	499	-0.2088	0.0646	0.0348	95.04													
Spuite_gras_10_3		10	57	6700	9700	10.6	1991	2.9230	2.6189	3.1288	0.0977	98.86	0.9599	486	-0.1099	0.0652	0.0197	99.21													
Spuite_gras_10_4		10	57	6700	9700	10.5	1998	2.9082	2.4733	3.1650	0.1580	94.01	0.8416	497	-0.0957	0.0787	0.0256	100.00													
Spuite_gras_10_5		9	57	6700	9700	10.5	1999	2.8930	2.5427	3.2658	0.1624	93.81	0.8252	468	-0.1475	0.0715	0.0259	97.79													
Spuite_gras_15_1		11	41	6700	9700	15.8	1336	4.3490	3.0805	5.5628	0.6538	41.98	0.8137	297	-0.0719	0.1563	0.0338	92.45													
Spuite_gras_15_2		8	29	6700	9700	15.1	1367	4.1378	3.2714	5.0428	0.4591	54.21	0.7494	287	-0.1045	0.1776	0.0413	88.40													
Spuite_gras_15_3		12	42	6700	9700	15.3	1381	4.1982	3.2003	5.2117	0.5150	45.93	0.7466	298	-0.1087	0.1689	0.0407	88.50													
Spuite_gras_15_4		10	41	6700	9700	15.2	1382	4.1412	2.8226	5.2954	0.6805	31.90	0.6874	248	-0.1058	0.2312	0.0579	82.69													
Spuite_gras_15_5		10	41	6700	9700	15.2	1383	4.1922	3.1932	5.1701	0.5167	42.66	0.7164	295	-0.1010	0.1629	0.0408	90.46													
Spuite_gras_225_15_1	spoor = 2.25 m	23	54	6700	9700	15.3	1378	4.2110	3.0473	5.2159	0.5154	45.39	0.6365	340	-0.1256	0.1397	0.0374	86.42													
Spuite_gras_225_15_2		14	48	6700	9700	15.3	1377	4.2072	3.2322	4.9497	0.3850	70.50	0.8763	334	-0.1124	0.1165	0.0312	92.37													
Spuite_gras_225_15_3		10	42	6700	9700	15.2	1384	4.2076	3.1654	5.0381	0.4402	62.94	0.8543	339	-0.1345	0.1692	0.0423	85.41													
Spuite_gras_225_10_1	spoor = 2.25 m	8	58	6700	9700	10.4	2009	2.8782	2.5294	3.2041	0.1594	91.43	0.7985	558	-0.1309	0.0814	0.0275	95.75													
Spuite_gras_225_10_2		8	58	6700	9700	10.4	2000	2.8830	2.6013	3.1454	0.1353	100.00	0.7741	531	-0.0819	0.0619	0.0217	100.00													
Spuite_gras_225_10_3		7	56	6700	9700	10.4	1997	2.8846	2.4760	3.1579	0.1459	95.94	0.7704	516	-0.0975	0.0692	0.0185	100.00													
Spuite_gras_18_1	spoor = 2.25 m	9	35	6700	9700	18.7	1122	5.1673	4.6450	5.6496	0.2595	97.52	0.7897	287	-0.0835	0.0752	0.0273	100.00													
Spuite_gras_18_2		9	35	6700	9700	18.7	1120	5.1968	4.7865	5.8119	0.2466	95.24	0.7739	264	-0.1227	0.1008	0.0361	89.80													
Spuite_gras_18_3		10	36	6700	9700	18.7	1120	5.2049	4.5174	5.8843	0.3283	85.70	0.7843	269	-0.1118	0.0821	0.0324	93.16													
Spuite_hob_gras_8_1	links hobbel,	28	94	6700	9700	8.3	2525	2.3049	1.6185	2.9828	0.2764	61.47	1.2858	411	-0.1065	0.3045	0.0745	80.25													
Spuite_hob_gras_8_2	rechts gras	10	73	6700	9700	8.1	2558	2.2789	1.6284	3.0382	0.2767	60.27	1.3739	365	-0.1224	0.0856	0.0284	97.13													
Spuite_hob_gras_8_3	spoor = 2.25m	10	73	6700	9700	8.3	2530	2.3185	1.6252	2.8228	0.2253	69.82	1.4044	347	-0.1386	0.1605	0.0397	82.68													
Spuite_hob_hoog_8_1	spoor = 1.80	10	73	6700	9700	8.4	2528	2.3110	1.4634	3.0881	0.3129	59.65	1.5607	297	-0.2129	0.3074	0.0602	48.39													
Spuite_hob_hoog_8_2		9	72	6700	9700	8.3	2542	2.2876	1.3525	3.1669	0.3681	50.39	1.6691	283	-0.1820	0.2668	0.0586	37.14													
Spuite_hob_hoog_8_3		10	71	6700	9700	8.3	2533	2.2966	1.5901	3.1164	0.2842	61.44	1.4817	275	-0.0872	0.2070	0.0415	90.21													
Spuite_hob_12_1	spoor = 1.80	10	51	6700	9700	12.7	1662	3.5080	2.4412	4.5050	0.5149	40.69	1.5587	113	-0.1635	0.2814	0.0603	72.55													
Spuite_hob_12_2		10	49	6700	9700	12.5	1664	3.4127	2.2883	4.2515	0.4720	42.81	1.5587	0																	
Spuite_hob_12_3		13	54	6700	9700	12.4	1666	3.4172	2.1866	4.1878	0.4974	37.94	1.5587	0																	
Spuite_hob_hoog_10_1	spoor = 1.80	19	70	6700	9700	10.5	1999	2.9614	1.5668	4.3138	0.6353	39.79	1.5263	183	-0.1865	0.2674	0.0619	71.49													
Spuite_hob_hoog_10_2		9	56	6700	9700	10.5	1995	2.9508	1.3555	4.1835	0.6471	33.47	1.4987	173	-0.1630	0.3119	0.0723	63.11													
Spuite_hob_hoog_10_3		9	56	6700	9700	10.5	1997	2.9849	1.5231	4.4164	0.6454	32.87	1.5479	161	-0.2006	0.2528	0.0586	79.20													

Spuitmachine F

Dag 3-nov

Machine Spuitmachine F

File-naam	Data-verwerking										Horizontaal							Verticaal				
	Van [s]	Tot [s]	Start [cm]	Stop [cm]	V [km/h]	N	Avg speed [m/s]	Min [m/s]	Max [m/s]	Std [m/s]	+/- 10% Avg h[m]	N	Min [m]	Max [m]	Std h [m]	% +/- 10 cm						
SpuifF_test	9	101	6600	9600	6.0	3511	1.6681	0.5637	2.7838	0.4129	35.01	486	-0.2461	0.2273	0.0639	66.06						
SpuifF_hob_6_2	9	101	6600	9600	6.0	3518	1.6632	0.8134	2.4253	0.3417	34.79	527	-0.2413	0.2342	0.0636	62.88						
SpuifF_hob_6_3	10	101	6600	9600	6.0	3507	1.6706	0.9587	2.4844	0.3366	37.37	509	-0.2161	0.2293	0.0570	67.27						
SpuifF_hob_6_4	10	101	6600	9600	6.0	3514	1.6602	0.8409	2.7306	0.3185	43.69	525	-0.2380	0.2285	0.0590	61.86						
SpuifF_hob_6_5	8	100	6600	9600	6.0	3502	1.6666	0.7991	2.4112	0.3349	36.62	486	-0.2430	0.2333	0.0618	61.04						
SpuifF_hob_8_1	8	74	6600	9600	8.3	2539	2.2778	0.9463	3.3576	0.5318	41.09	366	-0.2315	0.1784	0.0498	37.11						
SpuifF_hob_8_2	8	73	6600	9600	8.3	2542	2.2859	1.1145	3.4259	0.4742	46.18	340	-0.2433	0.2028	0.0565	49.87						
SpuifF_hob_8_3	8	74	6600	9600	8.3	2538	2.2799	1.1607	3.5192	0.5054	43.63	350	-0.2451	0.2345	0.0610	39.52						
SpuifF_hob_8_4	8	72	6600	9600	8.3	2534	2.2807	1.1406	3.5107	0.5340	39.05	360	-0.2445	0.2252	0.0606	37.88						
SpuifF_hob_8_5	10	75	6600	9600	8.3	2534	2.2898	1.2775	3.4174	0.4757	44.39	322	-0.2505	0.1420	0.0538	67.76						
SpuifF_hob_10_1	Meeftoutje op ~80m																					
SpuifF_hob_10_2	11	61	6600	9600	10.3	1663	2.8669	1.2283	3.8352	0.3975	59.42	271	-0.2557	0.2472	0.0582	44.22						
SpuifF_hob_10_3	10	60	6600	9600	10.3	2052	2.8549	2.0957	3.5385	0.4214	30.46	276	-0.2404	0.2411	0.0539	46.12						
SpuifF_hob_10_4	10	61	6600	9600	10.3	2053	2.8656	1.8007	3.7848	0.5178	38.33	237	-0.2558	0.2126	0.0591	41.45						
SpuifF_hob_10_5	10	60	6600	9600	10.3	2046	2.8435	2.1326	3.7308	0.5067	32.87	236	-0.2516	0.2143	0.0558	49.13						
SpuifF_gras_6_1	8	100	6600	9600	6.0	3473	1.6777	1.2642	1.9891	0.1497	73.44	969	-0.1461	0.1520	0.0392	79.18						
SpuifF_gras_6_2	8	100	6600	9600	6.1	3458	1.6892	1.0954	2.0551	0.1691	70.62	805	-0.1047	0.1637	0.0417	79.16						
SpuifF_gras_6_3	8	100	6600	9600	6.0	3451	1.6864	1.2497	2.0705	0.1581	74.63	811	-0.1209	0.1835	0.0493	71.44						
SpuifF_gras_6_4	8	100	6600	9600	6.0	3454	1.6921	1.1644	2.1018	0.1890	72.08	757	-0.1249	0.1544	0.0404	75.84						
SpuifF_gras_6_5	8	99	6600	9600	6.1	3446	1.6971	1.1986	2.1069	0.1683	68.90	733	-0.1049	0.1257	0.0355	84.65						
SpuifF_gras_10_1	6	61	6600	9600	10.0	2099	2.7591	2.3091	3.1909	0.2005	82.60	409	-0.1142	0.1260	0.0348	80.05						
SpuifF_gras_10_2	? Niet gemeten ????																					
SpuifF_gras_10_3	8	63	6600	9600	10.0	2092	2.7553	2.3409	3.1281	0.1856	86.16	360	-0.1405	0.2027	0.0507	74.20						
SpuifF_gras_10_4	6	62	6600	9600	10.0	2095	2.7478	2.3293	3.1825	0.2051	77.48	402	-0.1297	0.1727	0.0425	76.23						
SpuifF_gras_10_5	9	65	6600	9600	10.0	2100	2.7502	2.1966	3.3105	0.1961	88.50	317	-0.1591	0.1674	0.0483	70.29						
SpuifF_gras_15_1	20	55	6600	9600	14.6	1448	4.0046	2.9842	4.5328	0.2682	90.05	258	-0.1708	0.1059	0.0360	87.54						
SpuifF_gras_15_2	13	49	6600	9600	14.6	1449	4.0240	3.0127	4.6317	0.3001	88.89	231	-0.2009	0.1229	0.0466	66.65						
SpuifF_gras_15_3	7	42	6600	9600	14.6	1441	4.0215	3.1482	4.4866	0.2734	90.72	239	-0.1570	0.1090	0.0377	80.59						
SpuifF_gras_15_4	8	42	6600	9600	14.6	1443	4.0285	3.3381	4.4911	0.2391	93.49	253	-0.1623	0.1200	0.0389	80.04						
SpuifF_gras_15_5	11	48	6600	9600	14.6	1449	4.0290	3.1262	4.4791	0.2475	93.33	213	-0.1991	0.1116	0.0422	79.57						

