



Ontwikkeling van het prototype van SensiSpray in de gewassen aardappel en tulp

Corné Kempenaar, Henk Oosterhuis, Arie van der Lans, David van de Schans,
Eveline Stilma, Vivian Hendriks, Ben Verwijs, Kees van Wijk & Jan van de Zande





Ontwikkeling van het prototype van SensiSpray in de gewassen aardappel en tulp

Corné Kempenaar, Henk Oosterhuis, Arie van der Lans, David van de Schans,
Eveline Stilma, Vivian Hendriks, Ben Verwijs, Kees van Wijk & Jan van de Zande

© 2010 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO)

Alle intellectuele eigendomsrechten en auteursrechten op de inhoud van dit document behoren uitsluitend toe aan de Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO). Elke openbaarmaking, reproductie, verspreiding en/of ongeoorloofd gebruik van de informatie beschreven in dit document is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

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

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

Plant Research International

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
: Postbus 616, 6700 AP Wageningen
Tel. : 0317 – 48 04 98
Fax : 0317 – 41 80 94
E-mail : info.pri@wur.nl
Internet : www.pri.wur.nl

Inhoudsopgave

	pagina
Samenvatting	1
1. Inleiding	3
2. Uitvoering proeven 2009	5
2.1 Praktijkproeven met SensiSpray	5
2.1.1 Tulp 2008 – 2009	5
2.1.2 Aardappel 2009	6
3. Resultaten proeven 2009	9
3.1 Tulp 2008 – 2009	9
3.2 Aardappel 2009	10
4. Samenvatting resultaten 2007 en 2008	13
4.1 Loofdoding aardappel 2007	13
4.2 Loofdoding aardappel 2008	13
4.3 Ziektebestrijding aardappel 2008	13
4.4 Afgiftemetingen	14
5. Conclusies en Aanbevelingen	15
6. Literatuur	17
Bijlage 1. Economische berekeningen SensiSpray	7 pp.

Samenvatting

Vanaf augustus 2007 tot en met september 2009 werd het SensiSpray-prototype getest in praktijkgewassen bij het variabel toedienen van fungiciden en loofdoodmiddelen in aardappelen en fungiciden in tulpen. SensiSpray maakt variabel doseren van gewasbeschermingsmiddelen mogelijk op een schaalniveau van ca 10 m². Minimum effectieve doseringen worden afgestemd op plaats specifieke gewasreflectiemetingen. De SensiSpray-software vertaalt de meetwaarde van de gewasreflectie in een plaats specifieke, minimum effectieve dosering d.m.v. middelspecifieke doseringsalgoritmen. De variabele doseringen worden vervolgens per sectie van de spuitboom toegediend door stapsgewijs het spuitvolume aan te passen via een Lechler VarioSelect doppensysteem op de spuitboom.

Bij bestrijding van de aardappelziekte (*Phytophthora infestans*) in aardappel werd bij de eerste bespuitingen gemiddeld 23% aan fungiciden bespaard met behoud van goede werking. Het ging hier om twee proeven in een praktijkgewas in 2008 en 2009. Na sluiten van de gewassen eind juni werd niet meer variabel gedoseerd tegen *Phytophthora* in de aardappelgewassen omdat de beslisregels hiervoor nog onvoldoende ontwikkeld en gevalideerd zijn.

Bij bestrijding van vuur (*Botrytis*) in tulp werd 25% bespaard op vuurbestrijdingsmiddelen met SensiSpray met behoud van goede werking. Het ging hier om één proef in seizoen 2009. De ziektedruk rondom het gewas was relatief laag dat jaar. Referentiedoseringen waren die van goede praktijk.

Bij loofdoding aardappel werd in drie seizoenen (2007-2009) gemiddeld 29% reductie in middelverbruik gerealiseerd met behoud van goede werking. Ook hier was de referentie goede praktijk. Als vergeleken werd met gangbare praktijk, dan was de reductie circa 50%.

Het onderzoek leverde aanbevelingen voor verbetering van het SensiSpray prototype. In 2010 wordt een 0-serie van de SensiSpray gebouwd waarin de verbeterpunten doorgevoerd zullen worden. Het is van belang dat er meer doseringsalgoritmen komen om SensiSpray breed te kunnen inzetten op akkerbouwbedrijven (en groenteteelt in volle grond) om zo de investeringen in het systeem terug te kunnen verdienen. Bij ziektebestrijding dient ook een koppeling ontwikkeld te worden met adviessystemen die de weersomstandigheden en de ziektedruk verdisconteren in plaats specifieke doseringen.

Uit economische berekeningen van SensiSpray in het kader van Smaak van Morgen komt naar voren dat de techniek rendabel is bij een bedrijfsgrootte van 60 ha op gangbare Flevolandse akkerbouwbedrijven (zie Bijlage I). In deze berekeningen zijn besparingen op loofdoodmiddelen, fungiciden en bodemherbiciden meegenomen d.m.v. plaats specifiek doseren. Waarschijnlijk is de techniek ook te gebruiken bij plaats specifiek bemesten. Op basis van alleen loofdoding ligt het break even point van de techniek bij een bedrijfsgrootte boven de 100 ha.

Het SensiSpray-prototype sluit aan bij de wensen uit de praktijk m.b.t. precisielandbouw en schaalvergroting in de akkerbouw (o.a. reactie vanuit gebruikersgroep Smaak van Morgen). SensiSpray is een belangrijke stap op weg naar introductie van plaats specifiek en gewasafhankelijk doseren in de Nederlandse landbouw. Een aandachtspunt bij variabel doseren is het hebben van informatie om in te schatten hoeveel middel klaar gemaakt moet worden in de spuittank, om te voorkomen dat te veel of te weinig middel aangemaakt wordt.

1. Inleiding

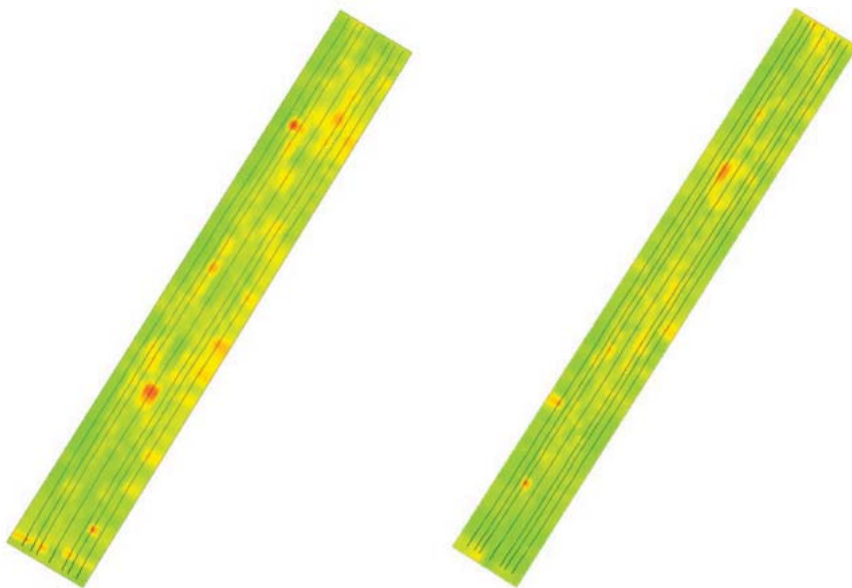
Het project Smaak van Morgen heeft o.a. als doel innovatieve duurzame gewasbeschermingstechnieken in de landbouw te testen onder praktijkomstandigheden. Plaatsspecifieke dosering van gewasbeschermingsmiddelen kan het verbruik van gewasbeschermingsmiddelen verlagen, waardoor teelten duurzamer worden wat betreft emissie van middelen naar het milieu en de kans op residuen van middelen in de gewassen. Besparing in middelen levert ook kostenbesparing op. Optimalisatie van doseringen kan ook tot opbrengststijging leiden. In dit rapport worden de resultaten beschreven van testen met SensiSpray op proefbedrijf Broekemahoeve van PPO in Lelystad.

SensiSpray is een prototype spuitmachine die per sectie van de spuitboom biomassa-afhankelijk kan doseren. Op een Hardi Commander spuitmachine is een Lechler Varioselect doppensysteem gemonteerd. Per sectie van de spuitboom worden de doppen aangestuurd door Greenseeker sensoren en het spuitvolume per sectie aangepast. In totaal zijn er 7 secties, 3 links en 3 rechts van de spuitmachine en 1 sectie boven het spuitspoor. Gemiddeld is een sectie 3 of 4 m breed. Totale werkbreedte van de spuit is 27 m. De sensoren zijn in principe midden op de sectie gemonteerd, en ze meten de gewasreflectie op een strook van 60 cm breed onder spuitboom. De sensoren zijn te richten op representatieve delen van het spuitvlak onder de sectie. SensiSpray bevat een sturingsprogramma met doseringalgoritmen voor loofdoormiddelen (o.a. Reglone en Spotlight Plus) en enkele fungiciden waaronder Shirlan en Revus. Perspectief van SensiSpray ligt vooral bij ziektebestrijding en loofdoding.

In 2009 werd SensiSpray getest onder praktijkomstandigheden op de Broekemahoeve in de gewassen aardappel en tulp. In dit verslag worden de resultaten van dit onderzoek gepresenteerd wat betreft middelverbruik bij ziektebestrijding en loofdoding volgens SensiSpray in vergelijking met gangbare praktijk. Tevens werd de effectiviteit van SensiSpray en Praktijk vergeleken. De resultaten van SensiSpray in 2007 en 2008 in aardappel worden ook vermeld in dit verslag. SensiSpray is een initiatief van Homburg Machinehandel en Plant Research International. Praktijktoetsing en de economische evaluatie (zie bijlage I) werd door Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO AGV) gedaan.



Figuur 1.1. Beelden van SensiSpray-prototype 2007-2009.



Figuur 1.2. Voorbeelden van spuitbanen variabel doseren loofdoodmiddel Reglone in aardappel met SensiSpray-prototype. Donker groen is 0,5 L per ha, geel is 1,5 L per ha en fel oranje is 2,4 L per ha.

2. Uitvoering proeven 2009

2.1 Praktijkproeven met SensiSpray

In 2009 is op proefbedrijf Broekemahoeve een praktijkperceel aardappel en een praktijkperceel tulp in twee helften verdeeld. De ene helft werd behandeld volgens gangbare goede praktijk, ook wel Best Practice genoemd. De andere helft werd behandeld volgens het variabel doseersysteem van SensiSpray: sensormetingen per sectie van de spuitboom, vertaling van sensormeting naar dosering met algoritmen in het sturingsprogramma, en per sectie toediening van de aangepaste dosering met het VarioSelect Lechler dopensysteem. Op het praktijkdeel werd het middelverbruik en de effectiviteit bepaald. Hieronder worden voor de proeven in tulp en aardappel de details van de proefopzet gegeven. De proeven in 2007 en 2008 werden op vergelijkbare wijze gedaan.

2.1.1 Tulp 2008 – 2009

Het proefperceel was perceel J09-05 van de Broekemahoeve in Lelystad. Plantgoed van het tulpenras Leen van der Mark werden geplant op 19 november 2008. De bollen werden geoogst op 29 juni 2009. Alle teelthandelingen werden geregistreerd in het 'Crop' registratiesysteem van Opticrop/Agrovision. De teelthandelingen waren volgens 'goede praktijk' bloembollenteelt op lichte kleigrond. Voor uitgebreide teeltinformatie wordt verwezen naar het registratiesysteem van het proefbedrijf. In Tabel 2.1 wordt het advies van 'Opticrop Tulp' weergegeven. Op 1 mei werden de planten gekopt. De vuur-ziekte druk in en rondom het perceel was relatief laag tijdens teeltseizoen 2008 - 2009.

Tabel 2.1. Informatie over ziektebestrijding in tulpengewas 2008 – 2009.

Datum	Ziektebestrijdingadvies (adviesmodule Opticrop Tulp)
1-5-2009	Er is geen bescherming tegen vuur, voer een bespuiting met fungicide groep 2B uit.
15-5-2009	De beschermingsduur is voorbij, voer bespuiting met fungicide groep 1 uit.
25-5-2009	De beschermingsduur is voorbij, hoge infectiekans, voer bespuiting met fungicide groep 2 uit.

Op vijf tijdstippen tussen 14 april en 8 juni werden gewasreflectiemetingen gedaan met de GreenSeeker sensoren op de SensiSpray in de spuitbanen van het tulpengewas. In Tabel 2.2 staan de meetwaarden weergegeven in de Normalised Differential Vegetation Index (NDVI). De NDVI waarden zijn samengevat, met daarbij aangegeven de gemiddelde adviesdosering volgens het algoritme in de SensiSpray software. De metingen midden onder de spuitmachine werden niet gebruikt. Bespuitingen met fungiciden werden alleen gedaan op 1, 15 en 25 mei. De SensiSpray-proefbaan werd bespoten met variabele doseringen volgens het doseringsalgoritme van Shirlan versie 2008 Normaal risico. Op het praktijkdeel werd 0,4 L Shirlan per ha toegepast per bespuiting.

Tabel 2.2. *Sensormeeetwaarden (NDVI) van de SensiSpray-proefbaan tulp (ca 700 gridmetingen per sensor en 6 sensoren per spuitbaan, gridoppervlak 0,2 m²) met gemiddelde adviesdosering volgens het SensiSpray doseringsalgoritme van Shirlan.*

Datum	Sensormeeetwaarden (NDVI)			Gemiddelde adviesdosering SensiSpray-module *
	Min.	Max.	Gemiddeld (stdev)	
14-4-2009	0,12	0,68	0,45 (0,04)	0,13 L Shirlan per ha
1-5-2009	0,10	0,80	0,67 (0,02)	0,19 L Shirlan per ha
15-5-2009	0,44	0,76	0,67 (0,03)	0,19 L Shirlan per ha
25-5-2009	0,13	0,76	0,57 (0,06)	0,17 L Shirlan per ha
8-6-2009	0,11	0,74	0,63 (0,01)	0,18 L Shirlan per ha

* *Middelkeuze volgens adviesmodule en visie van de bedrijfsleider.*

In de praktijkbaan en in de SensiSpray-proefbaan werden op twee momenten (4 en 24 mei) in het seizoen gerichte waarnemingen gedaan aan gewesaantasting door *Botrytis* (vuur). Op 10 random gekozen plekken werd beoordeeld of en hoeveel aantasting op de gewasplanten te zien was. Op 1, 15 en 25 mei werd ook het werkelijke verbruik aan middel op de spuitbanen bepaald door afname van tankinhoud af te lezen.

2.1.2 Aardappel 2009

Het gewas aardappel werd in 2009 geteeld op perceel J08-10 van de Broekemahoeve in Lelystad. Plantmateriaal van het ras Milva werd gepoot op 16 april 2009. Het gewas werd geoogst op 1 september 2009. Alle teelt-handelingen werden geregistreerd in het 'Crop' registratiesysteem van Opticrop/Agrovision. De teelt-handelingen waren volgens 'goede praktijk' consumptie-aardappelteelt op lichte kleigrond. Voor uitgebreide teeltinformatie wordt verwezen naar het registratiesysteem van het proefbedrijf. In Tabel 2.3 wordt het advies van 'Dacom' m.b.t. *Phytophthora* bestrijding en loofdoding weergegeven. De *Phytophthora* ziektedruk was in mei en juni 2009 relatief laag, later in het seizoen nam deze toe.

Tabel 2.3. *Informatie over ziektebestrijding en loofdoding in aardappelgewas 2009.*

Datum	Type gewasbescherming	Doseringen op praktijkbaan (advisering timing via Dacom <i>Phytophthora</i> adviessysteem)
8-6-2009	Ziektebestrijding	0,6 L Revus per ha
29-6-2009	Ziektebestrijding	1.6 L Infinito per ha
6-7-2009	Ziektebestrijding	1.2 L Infinito per ha
11-7-2009	Ziektebestrijding	1.6 L Infinito per ha
16-7-2009	Ziektebestrijding	0.4 L Shirlan per ha
23-7-2009	Ziektebestrijding	0.4 L Shirlan per ha
3-8-2009	Ziektebestrijding	1.6 L Infinito per ha
7-8-2009	Ziektebestrijding	0.4 L Shirlan per ha
10-8-2009	Loofdoding	2 L Reglone per ha
13-8-2009	Loofdoding	1 L Spotlight plus per ha

Op verschillende tijdstippen tijdens het groeiseizoen werden gewasreflectiemetingen gedaan met de sensoren op de SensiSpray in de spuitbanen van het aardappelgewas. De metingen onder de spuitmachine werden, i.t.t. de tulpenproef, wel meegenomen in de analyses. De daadwerkelijke bespuitingen werden gedaan op de data in Tabel 2.3. Het praktijkdeel van het gewas werd op deze dagen bespoten met doseringen zoals weergegeven in Tabel 2.3. De SensiSpray-proefbaan werd alleen op 8 juni bespoten met variabele fungicidodoseringen volgens de doseringsalgoritmen van de middelen (Normaal risico algoritme Revus). Op 29 juni (Hoog risico algoritme Infinito) en 6 juli (Normaal risico algoritme Infinito) werd met een vaste dosering gespoten op de SensiSpray-proefbaan vanwege hapering in de software. De dosering was afgeleid van de gemiddelde NDVI. Na 6 juli werd niet meer variabel gedoseerd omdat het gewas min of meer gesloten was en voor deze periode nog geen geteste algoritmen beschikbaar zijn. In Tabel 2.4 staan de NDVI waarden samengevat, met daarbij de gemiddelde adviesdosering volgens de algoritmen op SensiSpray.

In de praktijkbaan en in de SensiSpray-proefbaan werden op twee momenten (3 en 7 augustus) in het seizoen gerichte waarnemingen gedaan aan gewasaantasting door *Phytophthora*. Op 10 random gekozen plekken werd beoordeeld of en hoeveel aantasting op de gewasplanten te zien was aan de hand van een PPO schaal van 1 tot 9 (1 = volledig aangetast loof, 9 = geen aantasting). Tevens werd het werkelijke verbruik aan middel (fungiciden) op de spuitbanen bepaald.

Op 7 augustus bleek uit proefrooiingen dat de knollen aan de maat waren voor de oogst van de consumptieaardappelen. De eerste behandeling voor loofdoding op de praktijkbaan met Reglone werd op 10 augustus uitgevoerd met 2 L per ha om het gewas wat opener te krijgen voor de Spotlight bespuiting die op 13 augustus werd uitgevoerd met 1 L per ha. Op de SensiSpray baan werden dezelfde middelen toegepast met een vaste dosering op basis van gemiddelde NDVI omdat de softwareproblemen van SensiSpray nog niet opgelost waren. Omdat er zaaddragende meldeplanten tussen de aardappelen stonden, die niet doodgingen van de bespuitingen, werd op 14 augustus het loof geklapt. Op beide proefstroken werd op 1 september beoordeeld of de stengels voldoende waren afgestorven.

Tabel 2.4. Sensormeetwaarden (NDVI) van de SensiSpray-proefbaan aardappel (ca 700 gridmetingen per sensor en 6 sensoren per spuitbaan, gridoppervlak 0,2 m²) met gemiddelde adviesdosering volgens de SensiSpray doseringsalgoritmen van de verschillende middelen.

Datum	Sensormeetwaarden (NDVI)			Gemiddelde adviesdosering SensiSpray-module *
	Min.	Max.	Gemiddeld (stdev)	
8-6-2009	0,29	0,87	0,70 (0,07)	0,32 L Revus per ha
29-6-2009 **			0,72	0,14 L Infinito per ha
6-7-2009	0,39	0,91	0,86 (0,02)	0,11 L Infinito per ha
10-8-2009			0,84 (0,03)	2,0 L Reglone per ha of
13-8-2009 **			0,5	0,6 L Spotlight plus per ha

* Middelkeuze volgens adviesmodule en bedrijfsleidervisie

** Door hapering software te weinig goede metingen gelogd, NDVI-waarde is geëxtrapoleerd

3. Resultaten proeven 2009

De meetwaarden van de sensoren op de SensiSpray en de adviesdoseringen werden al in hoofdstuk 2 gepresenteerd. Hier worden de proefresultaten wat betreft werkelijk verbruik aan middelen, gewasaantasting en opbrengsten gepresenteerd en besproken.

3.1 Tulp 2008 – 2009

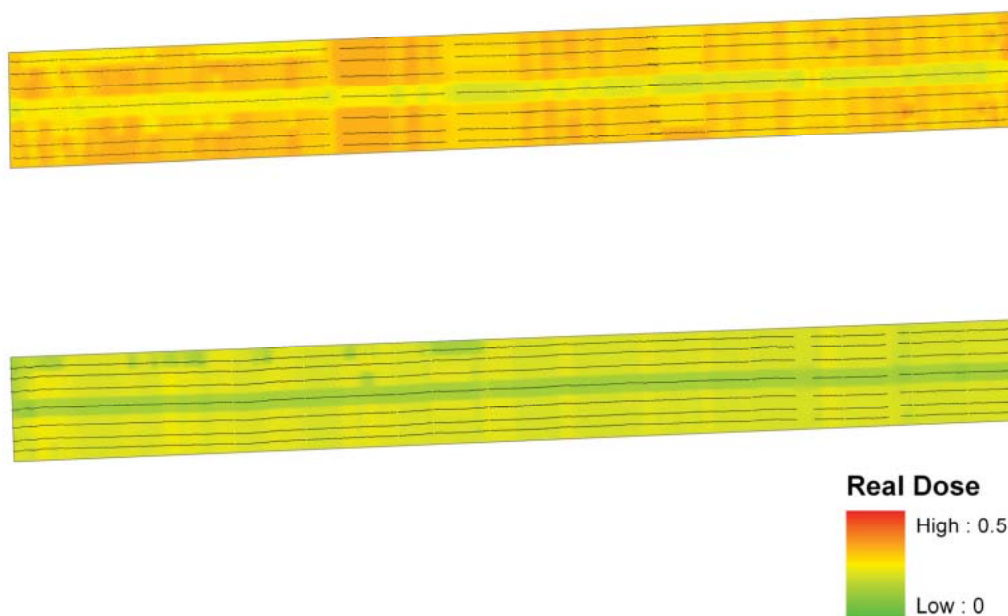
In Tabel 3.1 staat het verbruik aan fungiciden op de drie spuitmomenten in 2009 in het tulpengewas weergegeven voor de spuitbanen Praktijk en SensiSpray. De sensoren stonden midden boven de bedden. Er werd gemiddeld 25% minder fungiciden verspoten met SensiSpray met verwaarloosbare verschillen tussen de spuitmomenten. Op de drie spuitdagen waren de verschillen in NDVI gering (zie ook Figuur 3.1 met doseringen). Gemiddeld lag de NDVI op afgerond 0,6 tijdens de spuitmomenten.

De verbruikte hoeveelheid fungiciden op de SensiSpray-baan lag hoger dan de adviesdosering van het algoritme zoals aangegeven in Tabel 2.2 (afgerond 0,3 versus 0,2 L per ha). Dit komt doordat SensiSpray sprongsgewijs doseringen aanpast en door haperingen van de software van SensiSpray tijdens gebruik.

Tabel 3.1. Vergelijking spuitbanen Praktijk en SensiSpray in tulpengewas 2008 – 2009.

Datum	Praktijk	SensiSpray
Gemiddeld verbruik fungiciden		
1-5-2009	0,4 L Shirlan per ha	0,3 L Shirlan per ha
15-5-2009	0,4 L Shirlan per ha	0,3 L Shirlan per ha
25-5-2009	0,4 L Shirlan per ha	0,3 L Shirlan per ha
Gewasaantasting vuur		
4-5-2009	Geen	Geen
24-5-2009	Geen	Geen

Tijdens het groeiseizoen werd geen vuur waargenomen in het tulpengewas, noch tijdens de gerichte waarnemingen in mei (zie Tabel 3.1) noch later in juni via globale gewasinspecties. Er werden ook geen stand verschillen waargenomen. Er zijn geen opbrengstgegevens bepaald.



Figuur 3.1. Voorbeelden spuitbaan variabel doseren met Shirlan (L per ha) in tulp op 23 mei (boven) en 8 juni (onder) 2009.

3.2 Aardappel 2009

In Tabel 3.2 staat de gewasontwikkeling van de aardappelen in het groeiseizoen 2009 samengevat. De gewasontwikkeling verliep volgens verwachting, in de 2^e week van juli was het gewas gesloten.

Tabel 3.2. Ontwikkeling aardappelgewas 2009.

Datum	Categorie	Waarneming
18-5-2009	Gewasstadium	Opkomst
28-5-2009	Groei	Sterk
28-5-2009	Gewasstadium	15 cm gewashoogte
10-7-2009	Zwaarte gewas	Vergelijkbaar met het referentiegewas
10-7-2009	Gewasstadium	Gesloten gewas
10-7-2009	Groei	Sterk
6-8-2009	Zwaarte gewas	Vergelijkbaar met het referentiegewas
6-8-2009	Gewasstadium	Gesloten gewas

In Tabel 3.3 staat het verbruik aan fungiciden en loofdoodmiddelen op de spuitmomenten waarop er tussen SensiSpray en praktijk verschillen waren in gemiddelde dosering. In de periode tot sluiten van het gewas waren er drie bespuitingen. Op de SensiSpray-proefbaan werd gemiddeld 24% minder fungiciden toegediend. Bij de overige fungicidenbespuitingen werd geen reductie op de SensiSpray-proefbaan gerealiseerd omdat toen gestopt werd met variabel doseren. Zie ook Figuur 3.2 voor de variatie in dosering per spuitbaan van fungiciden op 8 juni.

Begin augustus werd enige *Phytophthora infestans* aangetroffen in het gewas. Uit de beoordelingen van telveldjes bleek dat er geen verschillen waren in aantasting tussen het praktijkdeel en het SensiSpray-deel.

Voor de loofdoding werd het gewas op 10 augustus open gespoten met een vaste dosering van 2 L Reglone per ha over het gewas (algoritme 2 bespuitingen en max. 2 L per ha). Het gewas was toen nog weinig afgestorven (NDVI gemiddeld was 0,84). Achteraf gezien had de SensiSpray baan met 1,5 L per ha behandeld mogen worden. Op 13 augustus werd het gewas nogmaals bespoten, nu met 1 L Spotlight per ha. Ook hierbij werd weer niet variabel gedoseerd. Vervolgens werd het loof op 14 augustus geklapt, mede om overgebleven onkruiden te bestrijden. Op 1 september bleek er geen verschil tussen de SensiSpray-baan en Praktijkbaan wat betreft afsterving van het loof. Het loof was voldoende afgestorven om machinaal te kunnen oogsten. Bij loofdoding werden uiteindelijk geen verschillen in verbruik gemeten op de SensiSpray-baan en de gangbare praktijk. De verwachting is dat openspuiten met 1,5 L per ha Reglone aangevuld met 0,6 L Spotlight Plus per ha een goed resultaat gegeven zou hebben.

De netto opbrengst van het aardappelgewas was 51,6 ton per ha. In Tabel 3.4 staat de opbrengst naar sortering plus het onderwatergewicht weergegeven.

Tabel 3.3. *Vergelijking spuitbanen Praktijk en SensiSpray in aardappelgewas 2009.*

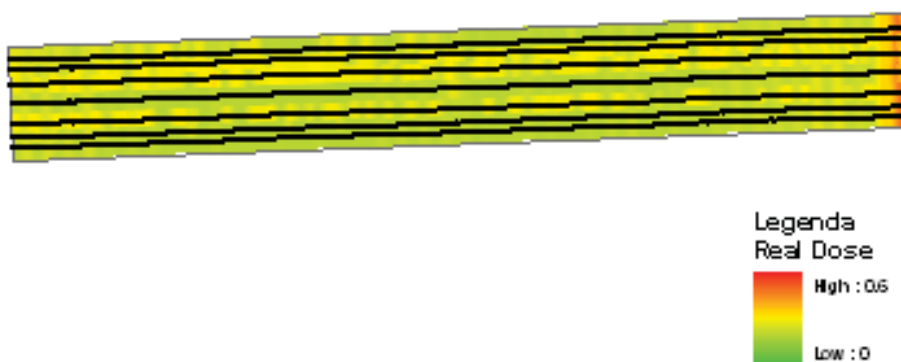
Datum	Praktijk	SensiSpray
Gemiddeld verbruik fungiciden		
8-6-2009	0,6 L Revus per ha	0,3 L Revus per ha
29-6-2009	1,6 L Infinito per ha	1,4 L Infinito per ha
6-7-2009	1,2 L Infinito per ha	1,1 L Infinito per ha
Gemiddeld verbruik loofdoodmiddelen		
10-8-2009	2,0 L Reglone	2,0 L Reglone per ha*)
13-8-2008	1,0 L Spotlight Plus	1,0 L Spotlight per ha*)
Gewasaantasting <i>Phytophthora</i> (gemiddelde score PPO schaal 1 – 9, 1 = 100% aangetast, 5 = 2-3 planten met duidelijke beginaantasting <i>Phytophthora infestans</i> per waarnemingsplek, meerdere vlekken per plant, 6 = 1 plant met duidelijke beginaantasting <i>Phytophthora</i> per waarnemingsplek, meerdere vlekken per plant, 9 = geen aantasting)		
3-8-2009	8,6	8,5
7-8-2009	5,8	5,6
Loofdoding (gemiddelde score PRI Schaal 0 – 5, 0 = 100% afgestorven)		
1-9-2009	0	0

*) *niet met variabele dosering gespoten.*

Tabel 3.4. Totale opbrengst en sortering aardappelgewas.

Sortering	Knolopbrengst (kg per ha)
0/40	1008
40/50	4030
50/55	9319
55/65	20400
> 65	16874
Totaal *	51631

Onderwatergewicht 385.



Figuur 3.2. Voorbeeld spuitbaan variabel doseren met Revus (L per ha) in aardappel op 8 juni 2009.

4. Samenvatting resultaten 2007 en 2008

4.1 Loofdoding aardappel 2007

Het SensiSpray prototype kwam beschikbaar in augustus 2007. SensiSpray kreeg haar vuurdoop met loofdoding van aardappelen. Dit werd in 2007 getest op twee percelen met aardappelgewassen van proefbedrijf PPO in Lelystad. Het betrof de rassen Agria en Maritima waarvan het loof pleksgewijs al sterk was versleten. Op elk perceel werden twee spuitbanen van elk 27 m breed behandeld met loofdodingsmiddel Reglone gedoseerd volgens de rekenregels op SensiSpray. Gemiddeld over de twee percelen werd met SensiSpray 1,5 L Reglone per ha gedoseerd, terwijl de referentiedelen volvelds met één dosering van 2,0 of 2,5 L Reglone per ha werden behandeld. De gemiddelde NDVI tijdens het doodspuiten van het gewas was 0,65.

Uit de beoordeling van de effectiviteit na de behandeling bleek dat de spuitbanen behandeld met SensiSpray twee weken na de bespuiting een voldoende mate van afsterving van het loof hadden. De afsterving was wel twee tot vier dagen trager dan bij de gangbare praktijk. Tijdens het rooien van de spuitbanen behandeld met SensiSpray waren er geen problemen met het loslaten van de aardappelknollen van de stolonen. Het rooien van de aardappelen in de SensiSpray-banen verliep goed. Geconcludeerd werd dat de effectiviteit van SensiSpray bij loofdoding aardappelen even goed was geweest als gangbare praktijk in 2007.

4.2 Loofdoding aardappel 2008

In 2008 werd de loofdoding met SensiSpray herhaald op een praktijkperceel van PPO (ras Milva op Broekemahoeve) en op twee praktijkbedrijven in Flevoland (zelfde rassen als in 2007). Het loof werd doodgespoten op respectievelijk 9 en 11 september 2008. Op beide percelen van de praktijkbedrijven was het loof sterk afgetakeld.

De resultaten op de percelen van de praktijkbedrijven waren vergelijkbaar met de eerdere resultaten uit 2007 op het PPO proefbedrijf. Op het ene perceel werd gemiddeld 0,9 L Reglone per ha met SensiSpray toegediend, op het andere praktijkperceel was dit 1,8 L Reglone per ha. Op de referentiedelen van de percelen werd 2 L Reglone per ha als gangbare praktijk verspoten, hetgeen als 'lager dan gemiddeld' beschouwd mag worden. De effectiviteit van loofdoding met SensiSpray en rooibaarheid van de knollen was goed.

Op het perceel van proefbedrijf PPO AGV werd vroeg in het seizoen (8 augustus) het loof doodgespoten, omdat de knollen 'aan de maat' waren. Op het moment van loofdoding stond er nog erg veel groen loof. Hierdoor waren achteraf gezien twee bespuitingen met loofdoodmiddel in dit gewas nodig. SensiSpray stond echter ingesteld op 1 bespuiting bij de eerste bespuiting, en gaf daardoor steeds de maximale dosering af van 3 L per ha. Begonnen had moeten worden met een dosering van 1,5 of 2 L per ha en daarna een tweede behandeling al naar gelang behoefte. Nu werd enkele dagen na de eerste bespuiting een tweede bespuiting met 2 L per ha gedaan.

4.3 Ziektebestrijding aardappel 2008

In een aardappelgewas Milva werd de SensiSpray getest bij de inzet van het fungicide Revus tegen *Phytophthora infestans*. In het voorjaar zijn de eerste 3 bespuitingen uitgevoerd op 5, 12 en 18 juni met het middel Revus. Op de SensiSpray werd de dosering aangestuurd met de behoudende rekenregel voor dit middel (het adviesstelsel ProPhy voorspelde een hoge ziektedruk in de buurt van PPO proefbedrijf). De gemiddelde doseringen waren 0,4, 0,5 en 0,5 L Revus per ha, gemiddeld 22% lager dan gangbare praktijk met dit middel (0,6 L per ha). Op de strook die behandeld werd volgens het SensiSpray systeem werd geen *Phytophthora* waargenomen tijdens gewasinspecties in de weken na de bespuitingen. Na sluiting van het gewas (24 juni) zijn geen bespuitingen meer uitgevoerd met de SensiSpray in het aardappelgewas.

4.4 Afgiftemetingen

Uit afgifteproeven bleek o.a. dat bij een rijsnelheid van 6 km per uur het SensiSpray-prototype een dosering van 0,5 l per ha kan bijstellen tot 3 L per ha binnen 2 m. Dit werd voldoende geacht om goed te functioneren bij variabel doseren op niveau van 10 m². Voor meer informatie over afgiftemetingen wordt verwezen Michielsen *et al.*, 2010.

5. Conclusies en Aanbevelingen

Van 2007 tot en met 2009 werd het SensiSpray-prototype getest op praktijkbedrijven bij variabel toedienen van gewasbeschermingsmiddelen in aardappelen en tulpen. SensiSpray maakt biomassa-afhankelijk doseren van middelen mogelijk op een schaalniveau van ca 10 m², per sectie van de spuitboom. De doseringen worden bepaald op basis van gewasreflectiesensoren, die de hoeveelheid biomassa (loof) onder de sectie van de spuitboom meten. De SensiSpray-software vertaalt de meetwaarde naar een plaats specifieke minimum effectieve dosering, die via een Lechler VarioSelect doppensysteem wordt toegediend.

Bij ziektebestrijding werd in aardappel in 2008 22% reductie en in 2009 24% reductie in fungicidenverbruik gerealiseerd bij de eerste 3 bespuitingen in het seizoen. Deze reductie leidde niet tot meer aantasting door *Phytophthora infestans*, de mate van bestrijding was goed en vergelijkbaar met de praktijkreferentie. Vanaf het moment dat de aardappelgewassen gesloten waren, werd niet meer variabel gedoseerd. Referentiedoseringen waren 0,6 L Revus, 1,6 L Infinito of 0,4 L Shirlan per ha.

Bij ziektebestrijding in tulp werd in 2009 25% reductie in fungicidenverbruik gerealiseerd zonder dat er meer vuur in het gewas waargenomen werd. Referentiedoseringen waren 0,4 L Shirlan per ha.

Bij loofdoeding in aardappel werd in drie jaren gemiddeld 29% reductie in loofdoedmiddelen gerealiseerd met SensiSpray terwijl de mate van loofdoeding goed bleef. Reductiepercentages op de verschillende proefpercelen lagen tussen de 10 en 55%, al naar gelang de mate van afsterving van het gewas en variatie binnen het gewas. Referentiedoseringen waren gemiddeld 2 L Reglone per ha. Voorgenoemde vergelijkingen zijn ten opzichte van goede praktijk. Als vergeleken wordt met de gemiddelde praktijk, dan zouden de reductiepercentages groter zijn omdat het proefbedrijf lager doseert dan gemiddeld. Bij loofdoeding ligt het reductiepercentage dan op circa 50%.

De toetsing van het prototype leverde diverse aanbevelingen voor verbetering van het systeem. De SensiSpray vertoonde in 2009 af en toe storingen bij de aansturing van de spuitdoppen. Dit is een softwareprobleem, dat oplosbaar lijkt. In 2010 wordt een 0-serie van de SensiSpray gebouwd waarin dit euvel opgelost wordt. Ook worden dan andere aanbevelingen voor verbetering doorgevoerd.

Het SensiSpray-prototype heeft laten zien dat plaats specifiek en gewasafhankelijk doseren van gewasbeschermingsmiddelen mogelijk is. Voor middelen die een duidelijke relatie met biomassa van het loof hebben, waren reducties tussen 10 en 55% mogelijk al naar gelang de situatie en met behoud van goed resultaat. Bij een aanname van 40% reductie levert dit een besparing van iets meer dan € 40,- per ha op voor de Flevolandse situatie (Bijlage I). Uit de economische berekeningen van SensiSpray in het kader van Smaak van Morgen kwam naar voren dat de techniek uitkan bij een bedrijfsgrootte van 60 ha op gangbare Flevolandse akkerbouwbedrijven (zie Bijlage I). In deze berekeningen zijn besparingen op loofdoedmiddelen, fungiciden en bodemherbiciden meegenomen d.m.v. plaats specifiek en gewasafhankelijk doseren. Op dit moment zijn deze laatste twee toepassingen nog niet operationeel. Daarom ligt het break even point voor investeringen in deze technieken als SensiSpray op dit moment eerder bij bedrijfsgroottes van 100 ha of meer dan bij 60 ha. Mogelijk zijn de technieken ook te gebruiken bij plaats specifiek bemesten (beslisregels zijn ook hier nog niet operationeel). Het is dan ook van belang dat er meer doseringalgoritmen komen om systemen als SensiSpray breed te kunnen inzetten in open teelten, om zo de investeringen in het systeem terug te kunnen verdienen. Bij ziektebestrijding dient ook een koppeling ontwikkeld te worden met adviessystemen die de weersomstandigheden en de ziektedruk verdisconteren in minimum effectieve doseringen.

De gebruikersgroep van Smaak van Morgen ziet SensiSpray als een goede ontwikkeling die aansluit bij de ideeën over precisielandbouw en wensen uit de maatschappij m.b.t. verduurzaming van de landbouw. Ze geven aan dat een aandachtspunt bij variabel doseren is het hebben van informatie om in te schatten hoeveel middel klaar gemaakt moet worden in de spuittank, om te voorkomen dat te veel of te weinig middel aangemaakt wordt.

6. Literatuur

- Kempenaar, C., R.M.W. Groeneveld, L. Doornbos, A.J. Olijve & W. Tonckens, 2008.
Verkenning sensorgestuurde dosering van loofdodingsmiddelen in pootaardappelen. Onderzoeksverslag. Plant Research International, Wageningen, november 2008.
- Kempenaar, C., V.T.J. Achten, F. van Evert, L.A.P. Lotz, R.Y. van der Weide & J.C. van de Zande, 2008.
Progress in site specific weed control/herbicide use in the Netherlands. Abstract # 606 in Proceedings IWSC congres June 2008, Vancouver, CA, p. 252.
- Kempenaar, C., V.T.J. Achten, A.J. Olijve, D.A. van der Schans, R.Y. van der Weide & J.C. van de Zande, 2008.
Biomassa afhankelijk doseren van gewasbeschermingsmiddelen. *Gewasbescherming* 39 (5): 177-182.
- Kempenaar, C. & D.A. van der Schans, 2008.
Gebruikswaarde SensiSpray – Toetsing van prototype in 2007 en 2008. Onderzoeksverslag. Plant Research International, Wageningen, 31 december 2008, 3 p.
- Kempenaar, C. & P.C. Struik, 2008.
The canon of potato science: Haulm killing. *Potato Research* 50: 341-345.
- Michielsen, J.M.G.P., J.C. van de Zande, V.T.J.M. Achten, H. Stallinga, P. van Velde, B. Verwijs, C. Kempenaar, D.A. van der Schans & Joh. de Boer, 2010.
Precision of a sensor-based variable rate sprayer. *International Advances in Pesticide Application. Aspects of Applied Biology* 99, 2010: 21 – 28.
- Hendriks, V., 2009.
Economische evaluatie Smaak van Morgen. Nota. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Lelystad.
- van de Zande, J.C., V.T.J.M. Achten & C. Kempenaar, *et al.*, 2009.
SensiSpray: site-specific precise dosing of pesticides by online sensing. Book of Abstracts JIAC2009 congres, July 2009, editors Lokhorst, C., Huijsmans, J.F.M., de Louw, R.P.M., Wageningen Academic Publishers, Wageningen.

Bijlage 1.

Economische berekeningen SensiSpray

Vivian Hendriks, PPO AGV, Lelystad
12 oktober 2009
Aanvullingen 3 maart 2010, Corné Kempenaar

I.1 Wat is SensiSpray

SensiSpray is een merknaam voor een techniek waarmee biomassa afhankelijk gedoseerd kan worden. Dit systeem bestaat uit gewasreflectiesensoren en rekenregels waardoor de dosering per sectie van de spuitboom geoptimaliseerd wordt. Het innovatieve van SensiSpray is de combinatie van gewasreflectiemetingen, slimme software, gewasreflectie-afhankelijke doseringsalgoritmen en speciale doppen. Afhankelijk van de gewasreflectie worden er nul tot vier doppen geopend en deze omschakeling kan in milliseconden plaatsvinden. Toepassingen zijn mogelijk op het gebied van loofdoding en ziektebestrijding.

Binnen het project Smaak van Morgen zijn er diverse deelproeven gedaan in het gewas consumptie aardappel. Dit was voornamelijk een toetsing van het prototype met het middel Reglone (C. Kempenaar *et al.* Gebruikswaarde SensiSpray 2008). Binnen deze deelproef zijn reducties waargenomen van 50% ten opzichte van normale praktijk dosering met behoud van een goede werking. Daarnaast is geconcludeerd dat er perspectief is bij het reduceren van de inzet van preventief werkende fungiciden tegen *Phytophthora* in aardappelen en waarschijnlijk ook tegen belangrijke ziekte in tarwe, uien en tulpen. De SensiSpray techniek is aantrekkelijk omdat er ook volvelds gespoten kan worden in de gewassen waar deze techniek nog niet ingezet kan worden. Daarbij kan er met SensiSpray bodemkaarten gelezen worden waardoor er bij de toepassing van bodemherbiciden al snel een reductie is van 25% (C. Kempenaar, persoonlijke mededeling 2009) gerealiseerd kan worden.

I.2 Uitgangspunten berekening

Voor de berekeningen is het volgende bouwplan als uitgangspunt genomen.

Bouwplan berekeningen:

Consumptie aardappelen	25%
Suikerbieten	12,5%
Wintertarwe	17%
Zaaiuien	16,5%
Winterpeen	16,5%
Tulp	12,5%

Dit is een gangbaar bouwplan in Flevoland op de bedrijven waarop Smaak van Morgen gedraaid heeft en waarop SensiSpray in het project is getest. SensiSpray heeft het meeste perspectief in consumptie aardappel, tulp, wintertarwe en zaaiui. Als laatste is gekozen voor dit bouwplan omdat in dit bouwplan de focusgewassen zitten van het project de Smaak van Morgen namelijk consumptie aardappel, tulp en de zaaiui.

Jaarkosten investering

De kosten voor het opbouwen van de techniek en de speciale spuitdoppen op een bestaande spuitmachine van 27 meter met 7 secties bedraagt € 29.250 exclusief BTW. Voor iedere sectie meer geldt een meerprijs van € 1.900. In de berekeningen is bij de bedrijven van 40 tot en met 60 hectare gerekend met een spuit van 27 meter met 7 secties en bij het bedrijf van 125 hectare is een veldspuit van 40 m met 13 secties genomen. Er kunnen

maximaal voor 13 secties sensoren op de spuitmachine gebouwd worden. Deze informatie is allemaal verstrekt door Homburg Holland uit Stiens. De percentages voor de jaarkosten komen uit de KWIN en hiervoor zijn dezelfde genomen als voor normale spuitmachine.

Tabel I.1. Vervangingswaarde en jaarkosten investering SensiSpray; techniek op spuitmachine van 27 meter.

Vervangingswaarde techniek	€ 29.250	
Afschrijving	14,28%	4177
Onderhoud + Verzekering	2,0%	585
Rente	3,03%	886
Totale jaarkosten		5648

Tabel I.2. Vervangingswaarde en jaarkosten investering SensiSpray; techniek op spuitmachine van 40 meter.

Vervangingswaarde techniek	€ 40.650	
Afschrijving	14,28%	5805
Onderhoud + Verzekering	2,0%	813
Rente	3,03%	1232
Totale jaarkosten		7850

Voor het plaats specifiek doseren van bodemherbiciden zijn bodemkaarten nodig. Deze zijn verkrijgbaar in sets bestaande uit kaarten voor bodemtextuur, PH, fosfaat en kalium. De gehele set kaarten kosten € 110 per ha inclusief bemonsteren. De kaart bodemtextuur hoeft maar eenmalig aangeschaft worden tenzij er wordt gediepploegd. Voor de overige kaarten wordt er aangeraden deze eens per vier jaar nieuw aan te schaffen naar aanleiding van monsternamen. Er vanuit gaande dat de kaarten vier jaar gebruikt worden zijn de jaarkosten in de berekening € 27,50. Deze informatie is afkomstig van The Soil Company.

Bewerkingskosten

De taaktijd van de volveld spuitmachine bij gebruik van de SensiSpray techniek wijkt niet af van een gewone volveld spuit zodoende er geen extra energie kosten worden meegenomen in de berekening.

Reductie gewasbeschermingsmiddelen

Tabel I.3. Inschatting reductie gewasbeschermingsmiddelen met SensiSpray (in %).

Inschatting	Fungiciden	Loofdoding	Bodemherbiciden
Voorzichtig	15	30	25
Optimistisch	30	50	25
Gemiddeld	22	40	25

De reductie bij fungiciden is op basis van een inschatting van een deskundige (C. Kempenaar, persoonlijke mededeling, 2009). Daarbij zijn de bovengenoemde inschattingen voor de gewassen consumptie aardappel, tulp, wintertarwe en zaaiui. Voor suikerbieten en winterpeen kon de deskundige geen inschatting geven en zodoende is hier niet met een besparing gerekend.

De reductie van loofdodingsmiddelen bij aardappelen is gebaseerd op onderzoek en is al praktijkrijp. Er zijn ook resultaten geweest met 60 procent reductie. In deze berekeningen wordt met het gemiddelde gerekend zoals in Tabel I.3.

Voor pyrethroiden (luizenmiddelen) zijn er geen harde cijfers zodoende is hier niet met een besparing gerekend.

Toepassing SensiSpray

De SensiSpray wordt momenteel door de praktijk aangeschaft voor het plaatsspecifiek doseren van meststoffen en loofdodingsmiddelen. Echter in deze berekening is alleen de economische haalbaarheid berekend voor de toediening gewasbeschermingsmiddelen.

Referentie middelen, dosering en prijzen

Het middelen gebruik en hoeveelheden komen uit de KWIN 2009.

Fiscaal voordeel aanschaf SensiSpray

Een bijkomstigheid bij de aanschaf van de SensiSpray techniek is de mogelijkheid van milieu investering aftrek (MIA) en Willekeurige Afschrijving Milieu-Investering (VAMIL). De SensiSpray techniek valt onder nummer F7141 Sproeimachine voor plaatsspecifiek toedienen van gewasbeschermingsmiddelen met driftbeperkend of middelbesparend systeem. De regeling zegt dat bij de aanschaf van dit bedrijfsmiddel er 40 procent (MIA) van het investeringsbedrag extra ten laste worden gebracht van de winst over het kalenderjaar waarin het bedrijfsmiddel is aangeschaft. Daarnaast mag er willekeurig afgeschreven worden. Dit betekent dat er sneller afgeschreven mag worden of het bedrag mag in één keer worden afgetrokken van de winst in het jaar van aanschaf van het bedrijfsmiddel.

I.3 Berekening SensiSpray

Met behulp van de bovenstaande uitgangspunten is de onderstaande berekening uitgevoerd op gewasniveau.

Tabel I.4. Berekening besparingen per gewas met behulp van SensiSpray techniek.

Middelen	Actieve stof	Gebruik KWIN	Prijs (€)	Kosten per ha (€)	Besparing (%)	Besparing (€)
Consumptie aardappelen						
Curzate M	mancozeb (68%), cymoxanil (5%)	11,75	9,59	112,68	22,00	24,79
Shirlan Flow	Fluazinam (500)	3,3	89,35	294,86	22,00	64,87
Reglone ¹⁾	diquat dibromide (200)	4	26,63	106,52	40,00	42,61
Boxer	prosulfocarb (800)	4	18,60	74,40	25,00	18,60
Karate Zeon	lambda-cyhalothrin (50)	0,3	171,30	51,39	0,00	0,00
Sencor WG	metribuzin (70%)	0,5	58,12	29,06	25,00	7,27
Besparing per ha					22,33	158,13
Suikerbieten						
Score 250EC	difenoconazool (250)	0,4	121,75	48,70	0,00	0,00
Goltix WG	metramitron (70%)	1,5	35,55	53,33	25,00	13,33
Betanal Expert	ethofumesaat (190), fenmedifam (200)	3,5	32,46	113,61	25,00	28,40
Besparing per ha						41,73
Wintertarwe						
Cecece	Chloormequat (750)	1,20	11,31	13,57	22,00	2,99
Comet duo	Pyraclostrobin (250)	2,00	40,68	81,36	22,00	17,90
Mecoprop	mecoprop-p (600)	1,50	7,82	11,73	25,00	2,93
Moddus	trinexapac-ethyl (250)	0,25	72,99	18,25	22,00	4,01
Pirimor	pirimicarb (50%)	0,20	86,20	17,24	0,00	0,00
Priori protector	azoxystrobin (200), cyproconazool (80)	2,00	24,75	49,50	22,00	10,89
Prosaro	tebuconazool (125), prothioconazool (125)	0,50	46,35	23,18	22,00	5,10
Vega EC	cinidon-ethyl (200)	0,25	113,45	28,36	25,00	7,09
Besparing per ha						50,91
Tulp						
Asulox	asulam	8	23,26	186,08	25,00	46,52
Brabant chloor ipc	chloorprofam	5,5	34,96	192,28	25,00	48,07
Focus plus	cycloxydim	4	35,38	141,52	25,00	35,38
Goltix wg	metamitron	0,5	35,55	17,78	25,00	4,44
Pyramin DF	chloridazon	1,5	36,39	54,59	25,00	13,65
Roundup econ 400	glyfosaat	3	11,16	33,48	25,00	8,37
Kenbyo FL	kresoxim-methyl	0,4	54,57	21,83	22,00	4,80
Shirlan Flow	fluazinam	4,8	89,35	428,88	22,00	94,35
Decis EC	deltamethrin	3,2	54,2	173,44	0,00	0,00
Besparing per ha					21,56	255,59

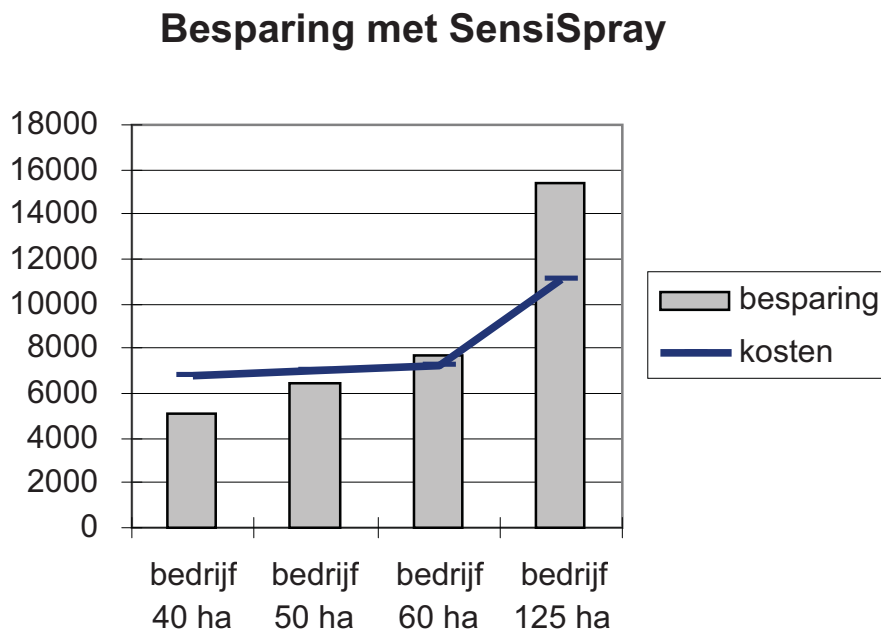
Middelen	Actieve stof	Gebruik KWIN	Prijs (€)	Kosten per ha (€)	Besparing (%)	Besparing (€)
Zaaiuien						
Acrobat DF	mancozeb (67%), dimethomorph (8%)	7,5	19,03	142,73	22,00	31,40
Actril	ionynil (200)	0,4	49,08	19,63	25,00	4,91
Royal MH spuitkorrel	maleine hydrazide (61%)	3,5	44,03	154,11	22,00	33,90
Aramo	tepraloxymid (50)	2	69,17	138,34	25,00	34,59
Basagran	bentazon (480)	0,8	45,71	36,57	25,00	9,14
Brabant chloor ipc	chloorprofam (400)	0,5	25	12,50	25,00	3,13
Daconil 500	chloorthalonil (500)	2	10,8	21,60	22,00	4,75
Decis EC	deltamethrin (25)	0,3	39,02	11,71	0,00	0,00
Kenbyo mz	kresoxim-methyl (500)	2,4	136,43	327,43	22,00	72,04
Shirlan Flow	fluazinam (500)	0,4	89,35	35,74	22,00	7,86
Stomp	pendimethalin (400)	1,75	27,47	48,07	25,00	12,02
Mancozeb 80	mancozeb (67%)	7	7,25	50,75	22,00	11,17
Besparing per ha					21,42	224,90
Winterpeen B-veen bewaar						
Dimethoaat	dimethoaat (400)	1,5	15,73	23,60	0,00	0,00
Centium 360 CS	clomazone (360)	0,25	289,21	72,30	25,00	18,08
Flint	trifloxystrobin (500)	0,4	221,22	88,49	0,00	0,00
Linuron	linuron (48%)	1	31,77	31,77	25,00	7,94
Pirimor	pirimicarb (50%)	1	86,2	86,20	0,00	0,00
Sencor WG	metribuzin (70%)	0,1	58,12	5,81	25,00	1,45
Besparing per ha						27,47

Deze besparingen worden doorvertaald naar het bouwplan per jaar. Hier is gekozen voor verschillende bedrijfsgroottes om te illustreren wanneer de SensiSpray techniek economisch een alternatief is voor de volveld spuitmachine.

Tabel I.5. Kosten versus besparing SensiSpray bij bouwplan van verschillende bedrijfsgroottes op kleigrond.

Gewas	Gewas-aandeel (%)	Besparing per gewas per ha (€)	Bedrijf (40 ha)	Bedrijf (50 ha)	Bedrijf (60 ha)	Bedrijf (120 ha)
Consumptie aardappelen	25,0	158,13	1581,31	1976,64	2371,97	4743,94
Suikerbieten	12,5	41,73	208,67	260,84	313,00	626,01
Wintertarwe	17,0	50,91	346,20	432,74	519,29	1038,59
Zaaiuien	16,5	224,90	1484,31	1855,39	2226,47	4452,93
Winterpeen	16,5	27,47	181,31	226,64	271,96	543,93
Tulp	12,5	255,59	1277,93	1597,41	1916,89	3833,79
Besparing bouwplan			5119,73	6399,66	7679,59	15359,18
Jaarkosten investering			5648,00	5648,00	5648,00	7850,00
Investering bodemkaarten			1100,00	1375,00	1650,00	3300,00
			6748,00	7023,00	7298,00	11150,00
Meeropbrengst			-1628,27	-623,34	381,59	4209,18

De bovenstaande tabel is vertaald naar een grafiek.



Figuur I.1. Overzicht kosten versus financiële besparing SensiSpray bij bedrijfstype op kleigrond.

1.4 Resultaten SensiSpray

Uit de berekening blijkt dat SensiSpray bij dit bouwplan bij een bedrijfsgrootte van 60 ha rendabel is. Hierbij moet opgemerkt worden dat het omslagpunt bij een bouwplan met een groter aandeel van de focusgewassen lager ligt. Aanvullend moet opgemerkt worden dat de besparingen hoger kunnen liggen dan in de berekening omdat hier met een gemiddelde reductie is gerekend. Het plaats specifiek doseren van gewasbeschermingsmiddelen met behulp van

SensiSpray techniek kan makkelijk door de praktijk geadopteerd worden. De techniek wordt al immers aangeschaft voor de toediening van meststoffen en loofdodingsmiddelen. Als er meer onderzoek zou plaatsvinden voor de toediening van fungiciden en herbiciden worden de toepassingsmogelijkheden uitgebreid en wordt de techniek economisch aantrekkelijker.

Milieutechnisch draagt de SensiSpray bij aan de vermindering van uitspoeling naar het oppervlakte water. Echter het knelpunt Reglone kan hier nog niet mee opgelost worden. Door het gebruik van de SensiSpray techniek kan het aantal milieubelastingpunten voor Reglone met 40 tot 60 procent omlaag. Echter de streefwaarde van 10 MBP wordt ook dan niet gehaald. Om deze te behalen zou de dosering dusdanig laag moeten zijn dat deze niet meer effectief zou zijn.

