

Integraal pakket “akkerbouw 2015”

*Van data-inwinning naar plaats specifieke toepassing op de akker:
Knelpunten en successen*

Heijting, S., Michielsen, J.M. en C. Kempenaar

28-3-2013



Dit project is uitgevoerd in opdracht van het Programma Precisie Landbouw

Projectnummer PPL 070



Inhoudsopgave

Samenvatting

1. Inleiding
2. Data infrastructuur op het bedrijf
3. Bodemkaarten en toepassingen in de precisielandbouw
4. Biomassakaarten en loofdoding

Samenvatting

In dit rapport beschrijven we de resultaten van PPL project 070. Het doel van dit PPL maatwerkproject was (1) knelpunten in de data-infrastructuur op het bedrijf in kaart te brengen, (2) bodem- en biomassakaarten verzamelen voor enkele belangrijke teeltmaatregelen, en (3) voortgang te rapporteren in 2 precisielandbouwcases.

In hoofdstuk 2 wordt de data infrastructuur op het bedrijf van Mts Zondag beschreven. Knelpunten en oplossingsrichtingen worden aangegeven. Daar de problematiek breder is dan alleen bij Mts Zondag, is in PPL project 125 een verdiepingsslag uitgevoerd, zie hiervoor rapportage PPL 125.

In hoofdstuk 3 wordt het gebruik van bodemkaarten met ruimtelijke variatie in lutumgehalte beschouwd. De benodigde kaarten werden door Altic geleverd, met support van Medusa. Vervolgens werd enige vooruitgang geboekt met variabel doseren van bodemherbiciden op basis van een bodemkaart. In één geval lukte het om een bodemherbiciden variabel doseren taakkaart verspoten te krijgen op het gewas uien. In andere gevallen haperde de communicatie tussen het BMS waarin de taakkaart gemaakt was en de boordcomputers op de landbouwspruit. Waarnemingen op het praktijkperceel uien onderbouwen het beeld dat op lichte plekken op een perceel de kans op groeiremming door bodemherbiciden groter is.

In hoofdstuk 4 worden resultaten van de tweede precisielandbouwcasus besproken. Ervaringen met het maken van biomassakaarten zoals gemeten met Yara N-Sensor en vanuit een satelliet worden beschreven. Met het on-the-go variabel doseren van loofdoormiddel met de Yara N-Sensor en CHD spuit heeft Mts Zondag goede ervaringen.

De resultaten op het bedrijf van Mts Zondag zijn indicatief voor status van precisielandbouw op voorloperbedrijven in Nederland. Technisch gezien kan er veel, maar uitwisseling van data verloopt niet eenvoudig en de slimme toepassingen (Smart Farming) liggen niet voor het oprapen. Er is nog veel te doen om Akkerbouw 2015 Smart te hebben in 2015.

1. Inleiding

Dit project is uitgevoerd in het kader van Programma Precisie Landbouw (PPL). Het algemene doel is het stimuleren van precisielandbouwtoepassingen in de akkerbouw. De specifieke doelen van deze opdracht zijn de implementatie van een GEO-datamanagementprogramma op één van de bedrijven van de WISKI groep en de toetsing van het programma aan de hand van perspectievolle precisielandbouwtoepassingen, te weten variabel doseren van bodemherbiciden, stikstofmeststoffen en loofdoodmiddelen. Dit gebeurt aan de hand van plaats specifieke toepassingen op het akkerbouwbedrijf Mts Zondag.

Akkerbouwbedrijf Mts Zondag ligt in Flevoland en is gericht op de teelt, opslag en verwerking van diverse akkerbouwgewassen en vollegrondsgroenten. Het bedrijf is gespecialiseerd in tafelaardappelen en kleurenpeen en is betrokken bij verscheidene precisie landbouwprojecten zoals PPL 125 en PPL 123. Tevens is het bedrijf deelnemer aan WISKI (<http://wiski.nl>). WISKI bestaat uit een groep telers uit de buurt van Dronten die geïnteresseerd zijn in het toepassen van precisie landbouw.

2. Data infrastructuur op het bedrijf

2.1 Beschrijving data leveranciers, sensoren, managementpakketten, machines, terminals.

Voor het plaats specifiek toepassen van middelen is allereerst informatie nodig over de variatie binnen het perceel. Welke informatie nodig is, is afhankelijk van de toepassing. Voor het variabel doseren van bodemherbiciden is een gedetailleerde bodemkaart van het te bespuiten perceel nodig. Voor het doodspuiten van aardappelloof vormt informatie over de ruimtelijke variatie van de biomassa van het aardappelgewas de basis.

Tabel 1 geeft een overzicht van de geo-informatie die gebruikt wordt bij Mts Zondag in het kader van precisielandbouw toepassingen. Uit de tabel blijkt dat de data door verschillende bronnen wordt aangeleverd in diverse formats. Vervolgens volgen de data , afhankelijk van de toepassing, een bepaalde route tot aan de taakkaart die wordt ingelezen door de boordcomputer.

De rekenregels (DSR: Decision Support Rules) die nodig zijn om de variatie binnen een perceel te vertalen naar variabele, plaats specifieke doseringen, bevinden zich in verschillende stadia van ontwikkeling. Voor het variabel toepassen van loofdoodmiddel wordt real-time waargenomen wat de hoeveelheid biomassa van de aardappelplanten is, en de computer behorend bij de Yara-N-sensor bepaalt wat de gift moet zijn, zonder tussenkomst van de teler. Deze plaats specifieke toediening is volledig geautomatiseerd.

Tabel 1 Overzicht van data, sensoren, managementpakketten, machines en terminals die gebruikt worden bij Mts Zondag

Teelt handeling/ Taakkaart	Bron Data	Geodata	GIS/BMS voor taakkaart	Format taakkaart	Boordcom puter	Formaat/ protocol	Werktuig- computer	Werktuig	Resolutie	Resultaat
Perceelsgeometrie	Inmeten met RTK.		In (Geo)Crop inlezen. Harold maakt zelf nettoperceel.	nvt	Trimble FMX					Werkt prima
Toediening stikstof bemesting	Altic: Bodemdata		De 2 kaartlagen worden gecombineerd en handmatig wordt de dosering aangegeven door Harold Zondag. Altic/Dacom		tellus	isobus	Vicon	Vicon Schijfstro oier (45m)	per 22.5 m	Niet gelukt: printplaat bleek stuk
Opbrengst monitoring	Loonwerker Breure: Tarwe- opbrengst	.fdd .fdl	Crop (Agrovision)		JD	JD				Kost enige tijd
Bespuiting bodem herbiciden	Kaart lutum gehalte (%) en organisch stof gehalte (%) door Medusa	*.csv, *.txt, & *.shp	Rekenregel in ontwikkeling door PRI*. Gebruik gemaakt van Excel, ArcMap. FarmWorks	ISOxml	Mueller	isobus	Mueller	CHD spuit	45 m	Slechts 1 maal gelukt (Stomp op perceel...)
Bespuiting loofdoodmiddelen	Yara N sensor	.log	Real-time	.xml?	Mueller	isobus	Mueller	CHD spuit		Werkt prima
Variabel poten	Bodemscan	.shp	FarmWorks. De 2 kaartlagen worden gecombineerd en handmatig wordt de dosering aangegeven door Harold Zondag		Grimme	isobus	Grimme	Grimme pootmachi ne (snarenbe d)	3 mtr	werkte niet, taken konden niet ingelezen worden

2.2 Protocollen

Data

De sensoren van bodem- en gewasscans maken veelal gebruik van een eigen format (afgeleid van *.csv), zoals bijvoorbeeld de Yara-N-sensor. Zie ook Bijlage 1 van PPL 125 voor meer informatie hierover. Er worden verdere verschillende data formats gebruikt in de route van data inwinning tot en met de taakkaart.

Het protocol voor de data communicatie tussen trekkers, werktuigen en computers wordt gestandaardiseerd in ISOBUS 11783. Deze ISO norm standaardiseert zowel de methode als het format van data verkeer tussen de verschillende onderdelen van trekker, werktuig en Bedrijfs Management Systeem (BMS). Het format voor de data behorend bij ISOBUS 11783 is ISOxml. Voor meer details over het protocol en de stand van zaken omtrent ISOxml, zie de betreffende ISO norm (ISO 11783) en het verslag van PPL project 125 *Taakkaarten methodiek*, in Bijlage 1 (Lerink et al., 2013).

Werkwijze

De meeste toepassingen (Tabel 1) vereisen nog handmatige bewerking in het BMS. Harold Zondag werkte in 2012 zowel met FarmWorks (AgroMetius) als met Geo-Crop (Agrovision). Voor de stikstofbemesting worden twee kaartlagen gecombineerd in Geocrop, te weten de oogst- en bodemdata.

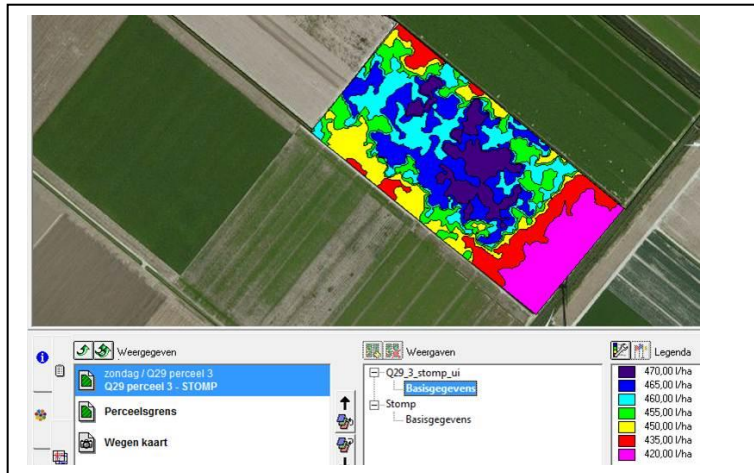
2.3 Knelpunten & aangedragen oplossingen

De handmatige invulling van de kaarten voor variabele doseringen biedt de mogelijkheid om de kennis en ervaring van de teler te benutten. Daartoe is het wel van belang dat de handmatige aanpassingen kunnen worden geëvalueerd. De input, oftewel de toegepaste (*As applied*) kaart, en het resultaat (opbrengstkaart) zouden moeten worden geanalyseerd met daartoe geschikte technieken. Op dit moment gebeurt dat nog niet binnen de precisie landbouw en vindt ook de evaluatie van de werkwijze plaats naar eigen inzicht. In het onderzoek worden momenteel wel nieuwe technieken ontwikkeld voor evaluatie van plaats specifieke toepassingen. Voor meer details hierover, zie het overzicht in Hoofdstuk 5 *Het perceel als proefveld* van het PPL 125 rapport (Lerink et al., 2013). Om de eigen werkwijzen te kunnen evalueren, zouden dit soort analyse technieken onderdeel moeten zijn van de geo-management programma's.

Bij Mts Zondag worden de netto percelen handmatig ingetekend. De bijbehorende perceelsinrichting zou ook met behulp van GAOS (Geo-Akker-Optimalisatie-Service) kunnen worden gedaan (zie ook rapport PPL 125, Lerink et al., 2013). Aan de hand van de perceelsgeometrie en aanvullende gegevens over het perceel zoals ligging van sloten en akkerranden, berekent dit programma de optimale rijkaart voor percelen. Bijkomend voordeel van deze werkwijze is dat het ook de communicatie naar derden vergemakkelijkt.

Bij de route van data inwinning tot en met de uiteindelijk toegepaste taakkaart gaat veel ruimtelijke informatie verloren. Deels is dit onvermijdelijk door de schaal van de werktuigen. De spuitboom van de CHD spuit bij Mts Zondag heeft een breedte van 45 m en kan alleen in de rijrichting variëren in de afgifte. Gedeeltelijk kan er wel op worden gestuurd om het verlies aan het benutten van de ruimtelijke variatie te minimaliseren. Het is belangrijk de consequenties van keuzes bij het maken van de taakkaart inzichtelijk worden gemaakt. Dit kan door de uiteindelijke input voor een perceel voor verschillende scenario's door te rekenen en te vergelijken.

Het inlezen van taakkaarten vanuit FarmWorks voor het variabel poten en variabel doseren van bodemherbiciden verliep niet soepel. Het variabel doseren van bodemherbiciden lukte uiteindelijk wel voor Stomp (pendimethalin) in uien op perceel Q29_3-4 (Figuur 1).



Figuur 1. Variabel doseren van Stomp (pendimethalin) in ui

Het inlezen van de taakkaart voor de plaats specifieke dosering met bodemherbicide verliep in de meeste gevallen niet goed. De exacte oorzaak kon niet worden achterhaald.

In de derde tranche is in het kader van PPL 123 nader gekeken naar het oplossen van de hier benoemde knelpunten.

3. Bodemkaarten en toepassingen in de precisie landbouw

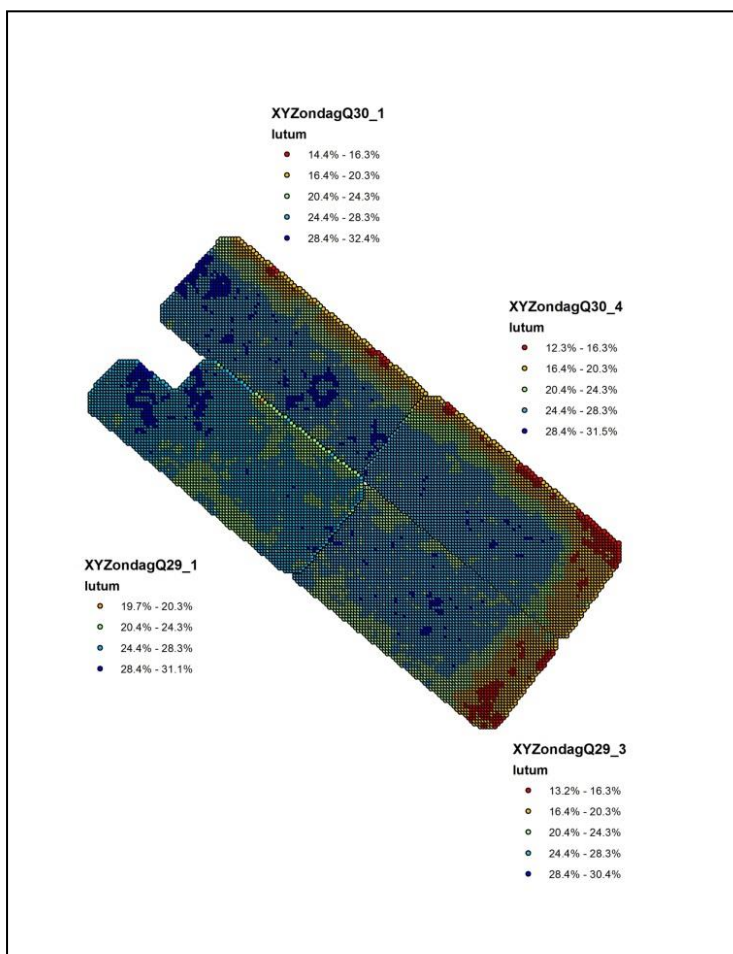
Bodemkaarten vormen de basis voor verschillende plaats specifieke teelthandelingen zoals het variabel doseren van bodemherbiciden, meststoffen, of het variëren van de pootafstand of zaaidichtheid van gewassen. Een goede bodemkaart is daarom van groot belang.

3.1 Omzetten van metingen in bodemparameters voor precisie landbouw

In maart 2011 is door het bedrijf Medusa de bodemvariatie van meerdere percelen in Flevoland in kaart gebracht. Het betreft percelen van verschillende eigenaren en maatschappen, Mts Zon Agro, dhr. Medema, dhr., Wolthuis en dhr. Salomons. Het resultaat hiervan staat in het verslag van Medusa (van Egmond, 2011) De grondradar kan de fysische samenstelling van de bovenste 30-50 cm van de bodem bepalen en op deze manier storende lagen opsporen. Tevens gebruikt Medusa een geofysisch meetsysteem om de van nature voorkomende radioactieve straling te meten. De bodem heeft een "radiometrische vingerafdruk" die afhankelijk is van de samenstelling van de bodem (Van Egmond, 2011). De metingen door Medusa vonden plaats volgens survey lijnen zoals in bijlage 1 van (Van Egmond, 2011). De ruwe data (gemeten radioactieve straling) wordt omgezet in de bodemparameters lutum en organisch stof door middel van een vastgestelde relatie tussen de metingen en de bodemsamenstelling. Voor details hierover zie het rapport van Van Egmond (2011). De metingen van de surveylijnen worden door middel van geo-statistische interpolatie technieken omgezet in een kaart die bestaat uit een 5m*5m grid. De waarde van de bodemsamenstelling wordt gegeven voor ieder van deze grid punten in een .csv bestand. Dit bestandsformat kan worden ingelezen in diverse software voor verdere berekeningen (Figuur 2).

P7				
	A	B	C	D
1	X	Y	lutum	os
2	180807.3666	499066.875	23.80782752	3.803637105
3	180812.3668	499066.875	23.50437922	3.779553906
4	180817.367	499066.875	23.36449214	3.768451757
5	180802.3663	499071.875	24.16596936	3.83206106
6	180807.3666	499071.875	24.5498245	3.862525754
7	180812.3668	499071.875	22.44987764	3.695863305
8	180817.367	499071.875	23.47098751	3.77690377

Figuur 2. Dataset met de bodemgegevens lutum fractie en percentage organisch stof van een perceel van Mts Zondag



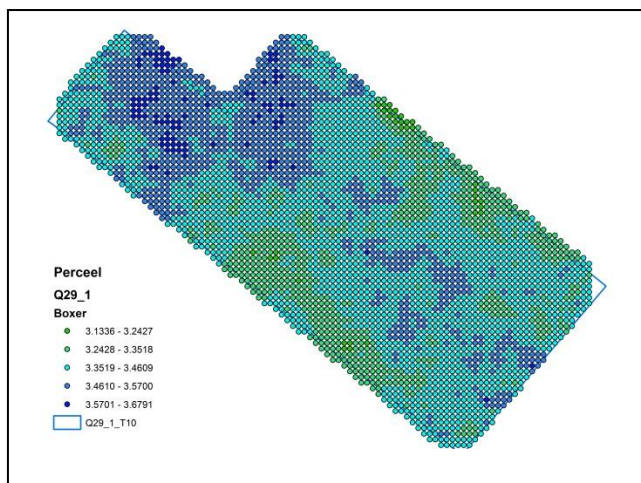
Figuur 3. Lutum gehalte op een aantal percelen van Mts Zondag

3.2 Omzetten van bodemparameters in variabele doseringen

De werking van bodemherbiciden wordt beïnvloed door verschillende factoren zoals weersomstandigheden en bodemeigenschappen. Van deze laatste categorie zijn het gehalte organisch stof en lutum in de bodem het meest bepalend voor de hoeveelheid actieve stof van een bodemherbicide die beschikbaar is voor de werking, doordat ze de actieve stof binden. Met een toenemende fractie van één van deze 2 bodemcomponenten wordt de werking van het herbicide verminderd. Op lichtere gronden zal een lagere dosering tot een even effectieve bestrijding van onkruiden leiden. De mate waarin ze gebonden worden is afhankelijk van het middel en de exacte samenstelling van de bodem. De pH speelt hierbij ook een rol.

In de studie van Jos Tielen (Tielen, 2010) werd het effect van de hoeveelheid organisch stof op verschillende bodemherbiciden bestudeerd. Berend Jan Dobma (2008) bepaalde in zijn onderzoek de effecten van organisch stof en/of klei op de werking van bodemherbiciden. Beiden onderzochten deze effecten in kasproeven. Uit deze studies zijn basale rekenregels afgeleid die kunnen worden toegepast om de hoeveelheid van een specifiek bodemherbicide af te stemmen op de lokale omstandigheden in de bodem. In 2012 stonden proeven gepland om het bodemherbicide Boxer variabel toe te dienen op verschillende aardappelpercelen van Harold Zondag.

Het doel van deze studie was om beslisregels van bodemherbiciden toe te passen in de praktijksituatie en te toetsen. De data van Medusa zoals die zijn aangeleverd in de *.csv bestanden, worden in Excel ingelezen. De data staan in RD coördinaten. De rekenregel van het betreffende bodemherbicide wordt vervolgens toegepast op de bodemparameter klei en/of organisch stof. De uitkomst wordt in het bestand opgeslagen in een kolom. Een visualisatie van een berekende dosering Boxer in l/ha staat in Figuur 4. Voor meer informatie over de beslisregels zie het rapport van PPL project 80 "Concepten en beslisregels voor variabel doseren van gewasbeschermingsmiddelen".



Figuur 4 Berekende hoeveelheid Boxer in l/ha. De figuur is in ArcMap gemaakt.

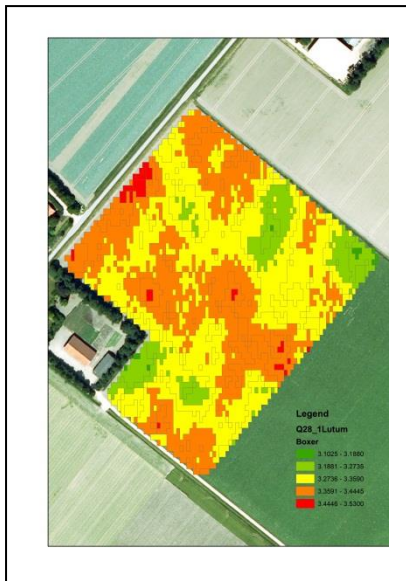
Vervolgens wordt dit bestand ingelezen in het programma FarmWorks. FarmWorks werkt met WGS84 (lat long). En de coördinaten worden bij het inlezen getransformeerd naar dat stelsel. Hieronder een korte beschrijving over het importeren van data in Farmworks

- *Werkwijze Farmworks > Icoon Taakgegevens > Selecteren > bestandspad aangeven (Bladeren naar de juiste map) > Juiste bestand selecteren > Volgende 3 vakjes (staan rechtsonder) aanvinken: Importeren, Update, Skip*

Dan kom je in Importeren scherm: Coördinaten > RD Stereographic > Correcte Scheidingsteken en bestands format (txt, csv) aangeven > Klik op Getal onder de kolom X en Y > X: Oostelijke richting, Y Noordelijke richting > En dan kun je importeren. Als je meerdere bestanden van eenzelfde format importeert: Importeren als Sjabloon

In FarmWorks wordt bepaald wat het spuitvolume moet zijn. Daarbij wordt uitgegaan van de gemiddelde dosering en het gemiddelde spuitvolume van het perceel. In de taakkaart staat het spuitvolume. Verder

moet de vlakgrootte in FarmWorks worden ingesteld. In het voorbeeld van Stomp is een 15m*15m vlak gebruikt. Als de indeling klaar is en de taakkaart gereed, kan deze op een USB stick worden gezet en ingelezen in de boordcomputer.



Figuur 5 Berekende hoeveelheid Boxer in l/ha per cel van 5m bij 5m.

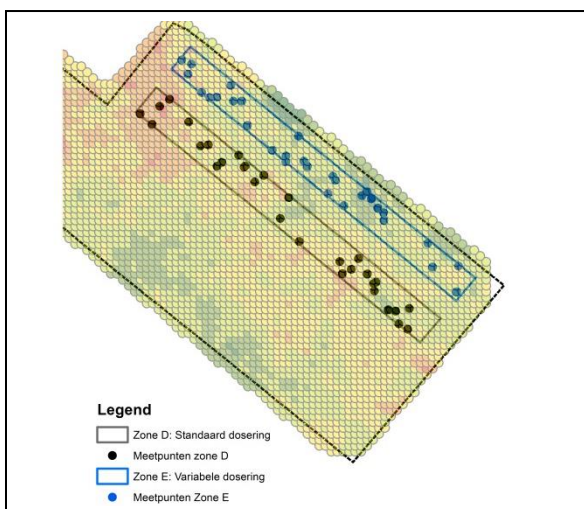
Pogingen en mislukkingen

Voor de herbiciden Stomp (pendimethalin 400 g/l) en Boxer (prosulfocarb 800 g/l) zijn taakkaarten gemaakt voor de percelen waar uien of aardappels werden geteeld in seizoen 2012. Het inlezen van de taakkaart in de boordcomputer ging echter slechts alleen bij het variabel doseren van Stomp in ui op Q29_3/4 goed.

Proefopzet

Ook al verliep het inlezen van de taakkaarten niet naar wens in seizoen 2012, er was wel al een proefschema gemaakt voor de beoordeling van het variabel doseren van bodemherbiciden.

Op de aardappelpercelen zouden onkruidtellingen kort voor eerste bespuiting worden gedaan, na 10 dagen en na 3 weken. Op meerdere percelen, te weten Q29_1/2, Z29_3, Q28_1 en Z30_4 zouden stroken met uniforme en variabele dosering worden gelegd. Binnen de stroken zouden op door loting verkregen locaties onkruidtellingen worden gedaan op de eerder aangegeven tijdstippen. Voor een voorbeeld van deze proefopzet zie Figuur 6 (perceel Q29_1_2).



Figuur 6 Ligging van de gelote meetlocaties binnen de spuitbanen op Q29_1/2

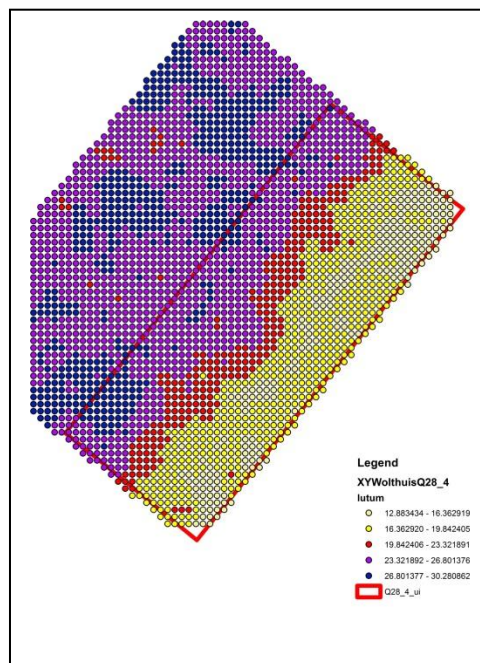
Bij peen en ui is het lastiger om waarnemingen te doen aan de effectiviteit van de variabele dosering omdat er na eerste bespuiting meerdere bespuitingen kort na elkaar plaatsvinden. Aangezien bij ui gewasschade ook een rol speelt zou het mogelijk beter zijn om ook de oogst mee te nemen en 1 totaal beoordeling van al het spuiten te maken.

Op de percelen komt o.m. perzikkruid, stippel- en melganzevoet, kleeftkruid, straatgras, ereprijs en zwarte nachtschade voor.

Schade waarnemingen uien

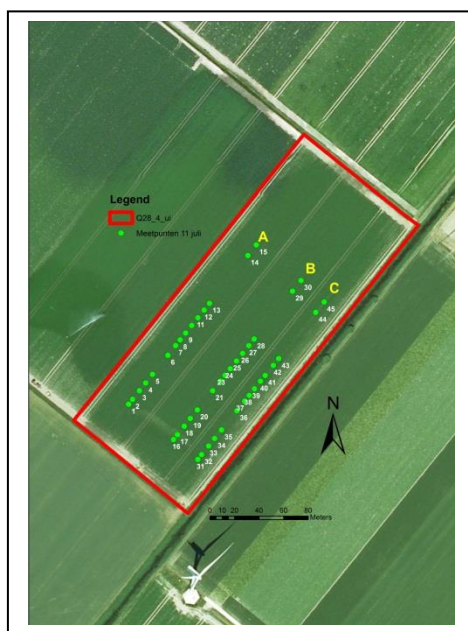
Begin juni 2012 meldde Harold Zondag dat er op perceel Q28_4 verschillen in de stand van het gewas (ui) waarneembaar waren. Hij kreeg de indruk dat de interactie tussen het kleigehalte van de grond en het bodemherbicide weerspiegeld werd door de stand van de uien. Op de lichtere grond zou de ui gewasschade ondervonden hebben door de (uniforme) bespuiting met Stomp (pendimethalin 400g/l). Op het label van Stomp staat de waarschuwing dat er mogelijk tijdelijke gewasschade optreedt na de bespuiting.

De ruimtelijke variatie in textuur binnen perceel Q28_4 is weergegeven in Figuur 7. De rijrichting is evenwijdig aan de lange zijde. De gradiënt loopt loodrecht op de rijrichting binnen dit perceel.



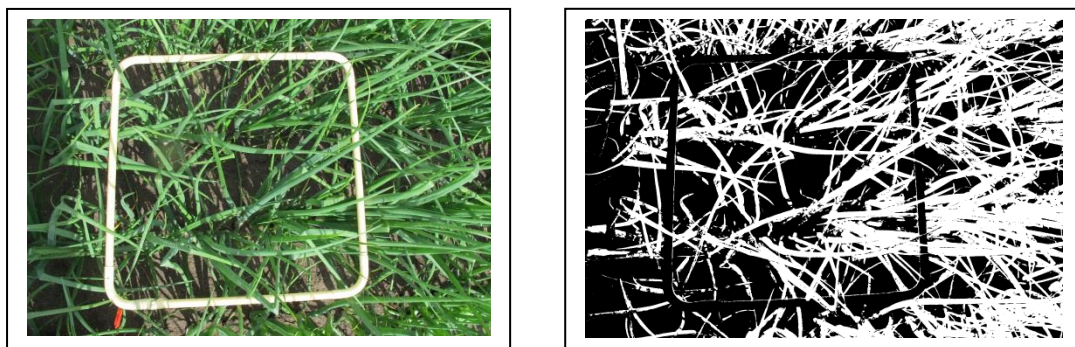
Figuur 7 Fractie lutum op perceel Q28_4

Op 11 juli 2012 zijn waarnemingen gedaan aan de uien planten. De meetpunten staan in figuur 8. De drie transecten A, B en C zijn ieder representatief voor een bepaalde fractie van lutum (Figuur 7), waarbij A op de zwaarste grond ligt, B op de iets minder zware grond, en C op de lichtste grond. Per transect zijn 15 waarnemingen gedaan. Voor alle drie de transecten werd 1 set van 15 lotingen gedaan om de meetlocaties op een willekeurige afstand vanaf de kopakker te bepalen. De RAND functie van Excel werd hiervoor gebruikt (Figuur 8).



Figuur 8 Bemonsteringsplan voor biomassa bepaling in ui

Op elk van de meetlocaties werd een foto van het gewas genomen (Figuur 9AB). Het aantal groene pixels aanwezig op deze foto's werd vervolgens bepaald met het programma ImageJ.



Figuur 9 Foto van gewas ui op Q28_4 (a) en na analyse met ImageJ (B).

De ratio tussen het aantal groene en totale aantal pixels werd berekend. De uitkomsten van de 3 transecten werden vervolgens vergeleken met behulp van een ANOVA. Het resultaat van deze ANOVA staat in Tabel 2.

Tabel 2 Analysis of variance voor Variate: ratio_Calc

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
TRANSECT	2	0.022157	0.011079	9.25	<.001
Residual	42	0.050293	0.001197		
Total	44	0.072450			

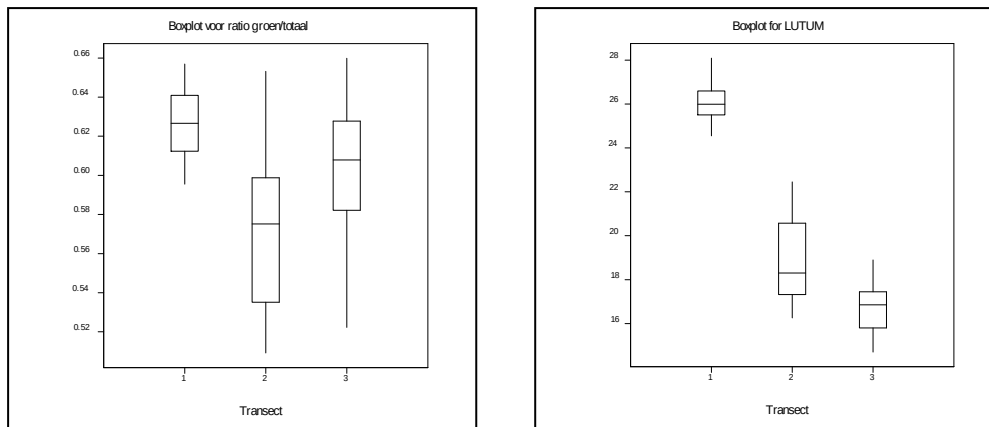
Om te zien hoe de transecten onderling verschillen is Tukey's pairwise comparison for $P < 0.05$ gedaan. Transect 1 (A) en 2 (B) verschillen significant van elkaar maar transect 3 (C) verschilde niet van transect 1 en 2.

	Mean	
2	0.5731	a
3	0.6017	ab
1	0.6275	b

Overigens, op de foto's op transect 1 was geen enkel onkruid te bespeuren, op die van transect 2 en 3 wel (gele polletjes gras). Verder is er ook een analyse gedaan waarbij de polletjes onkruid werden verwijderd maar dit maakte geen verschil in de uitkomst.. Ook uitsnijden van het frame niet.

In Figuur 10 staat het aantal groene pixels ten opzichte van het totale aantal pixels. De spreiding in transect 1 is veel lager dan in transect 2 en 3. Als de lutumfractie op de transecten wordt beschouwd, blijkt dat de grond in transect 2 en 3 niet heel erg veel van elkaar verschillen.

Het beeld komt wel ruwweg overeen met wat Harold Zondag in zijn veld heeft waargenomen, maar om een relatie tussen mate van fytotoxiciteit en de rol van de variatie van de bodem te bepalen zou nader onderzoek moeten worden uitgevoerd.



Figuur 10. (A) Boxplot per transect van ratio aantal groene pixels t.ov. het totale aantal pixels. (B) laat de geschatte waarde van de lutumfractie zien voor de meetlokaties.

3.1.3 Bodemkaarten en variabel potent

Hier zijn geen files beschikbaar over deze toepassing.

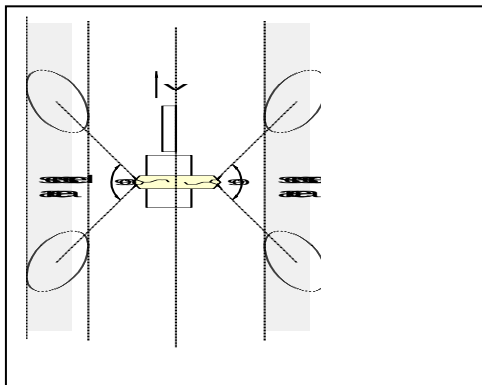
4. Biomassakaarten en loofdoding

Loofdoding van aardappelloof heeft onder meer als voordeel dat de knollen stevigere zijn en daardoor minder gemakkelijk beschadigingen bij de oogst, en het vervangt de nog mogelijk noodzakelijke bespuitingen tegen *Phytophthora* (Bus et al., 2003). Er zijn verschillende manieren van loofdoding mogelijk zoals doodspuiten en loofklappen. Bij consumptieaardappelen is het doodspuiten veruit de meest toegepaste manier (Bus et al., 2003). De bespuiting kan worden gedaan met het middel Reglone. De werkzame stof van Reglone is diquat dibromide (200g/l) en het middel is geclassificeerd als Giftig (T) en Milieugevaarlijk (N). Gezien deze kenmerken van het middel Reglone, is het wenselijk dat de hoeveelheid verspoten middel tot een minimum wordt beperkt.

Sinds 2000 doet Plant Research International onderzoek naar het afstemmen van de hoeveelheid loofdoodmiddel op de hoeveelheid vitale biomassa. Dit heeft geleid tot een real-time systeem waarbij de hoeveelheid biomassa wordt bepaald met de Yara-N-sensor (Figuur 11) die bevestigd is op het dak van de trekker. Deze sensor meet de biomassa met de zogenaamde S1 sensor op 4 plekken (Figuur 12) en middelt deze waarde (Figuur 13). Deze waarde wordt direct doorvertaald naar de dosering noodzakelijk voor een effectieve bespuiting en stuurt deze dosering door naar de spuit.



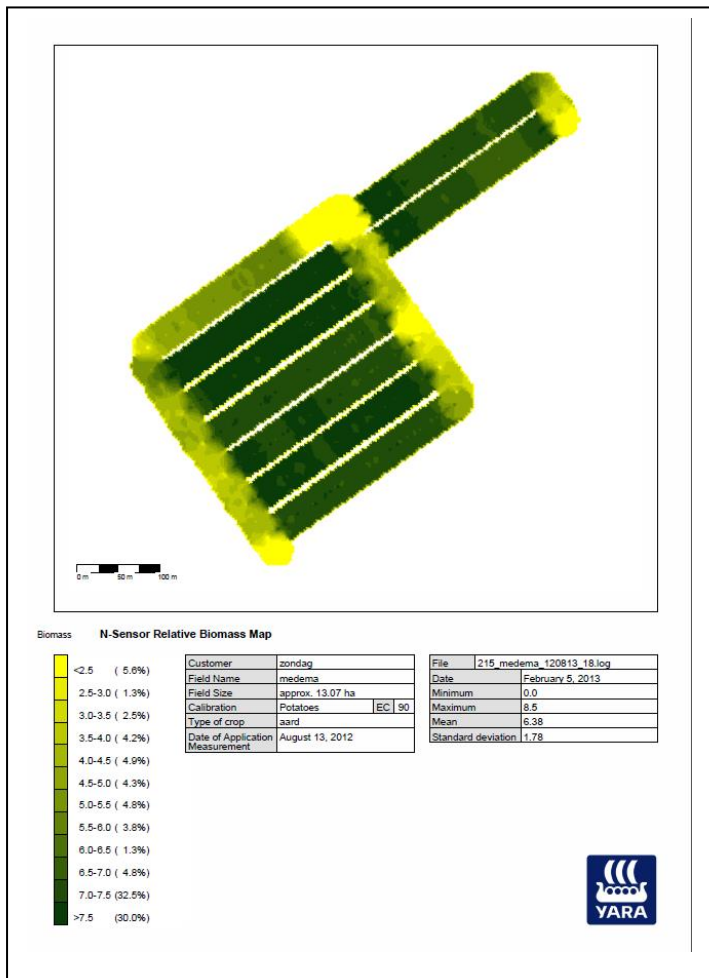
Figuur 11. Yara N sensor: ALS- Active Light Sensor



Figuur 12. Schematische weergave van sensoren van Yara N-sensoren.

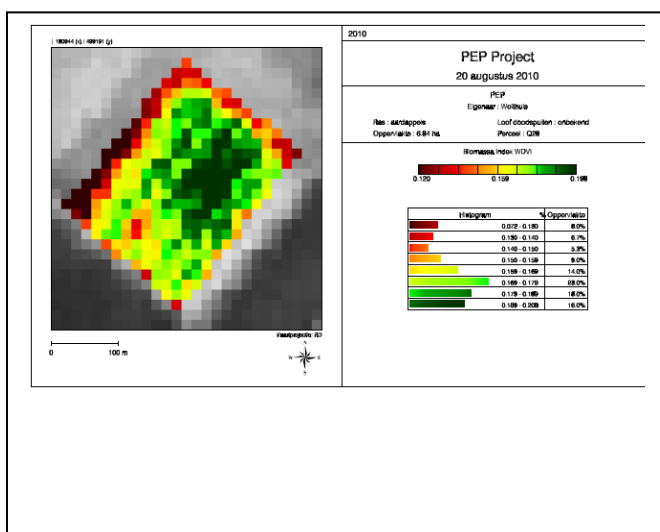
Harold Zondag werkt met dit loofdodingsysteem. Een voorbeeld van een gelogde biomassa kaart staat in figuur 13. Bij een standaard uniforme bespuiting wordt 3.5L l/ha Reglone verspoten. Bij plaats specifieke bespuiting aan de hand van de Yara-N sensor kan de hoeveelheid verspoten middel worden gehalveerd (gemiddeld resultaat toetsing op praktijkpercelen in Flevoland binnen project Geo-Logisch). Dit betekent een stevige reductie in kosten (wel 36€/ha;) en milieubelasting. De schaal die gehanteerd wordt bij de bespuiting bepaalt de behaalde afname in middel gebruik. Eén van de twee hoofdonderzoeksvragen van Van Valkengoed et al., 2011 was het bepalen van het effect van schaal op de reductie toegepast middel bij loofdoding aan de hand van vitale biomassa. Van de percelen in hun studie was bij een schaal van 15m*15m bij de helft van de percelen een reductie van ten minste 50% mogelijk. De besparing loopt snel af met afnemende resolutie (=grotere schaal).

Mts Zondag voert loofddoding van aardappelen veelal uit met Finale. Ook met dit middel werden in 2011 en 2012 goede resultaten behaald. Sinds de invoering van variabel doseren van loofddoodmiddel op het bedrijf behaalt Mts Zondag circa 50 % reductie in het gebruik van Finale.

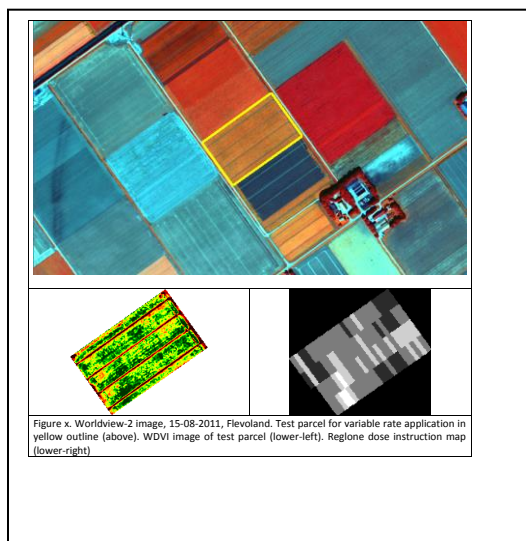


Figuur 13 Biomassa meting in aardappel op de percelen Z29_3&4 en Z30_4 (van log file 215_medema_120813_18_b.log)

In 2011 is een link gelegd tussen nearby en remote sensing van biomassa op het bedrijf. Het PEP project liep van 2009-2011 en was samenwerkingsverband tussen PRI, PPO-AGV (proeflokaties), een aantal telers waaronder de WISKI groep, en NIVR (Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart). Een centrale onderzoeksvraag was of variabel doseren van loofddoodmiddelen op basis van Remote Sensing (RS) beelden en bestaande beslisregels en techniek mogelijk is. Op verschillende lokaties in Nederland werden de WDVI waarden van RS beelden van percelen vergeleken met de WDVI waarden nearby sensing beelden (Yara N Sensor en Crop Scan) van deze percelen. Ook percelen van Mts Zondag waren onderdeel van deze studie, zie Figuur 14 en 15.



Figuur 14. Satelliet beeld (ASTER sensor) van perceel Q28



Figuur 15. Satelliet beeld (Worldview-2) van perceel

5. Geraadpleegde literatuur

Bus C.B., Veerman A., Kempenaar C. en v.d. Weide, R. (2003) Chemische loofdoding: Een knelpunt bij geïntegreerde aardappelteelt. PPO agv projectnr 520278. Rapport. 29 p.
<http://edepot.wur.nl/116428>

Dobma, B.J. (2008) De juiste hoeveelheid bodemherbicide op de juiste plaats. Afstudeerrapport. 64 paginas met Bijlagen

ISO 11783 Tractors and machinery for agriculture and forestry -- Serial control and communications data network

KEMPENAAR, C., HEIJTING, S., TIELEN, J., 2012. Advances in variable rate application of soil herbicides. Abstract and presentation at 6th International Weed Science Congress, Hangzhou, China, June 17-22, 2012. www.iwss.info

KEMPENAAR, C., MICHIELSSEN, J.M., VAN DE ZANDE, J.C., 2012. Algorithms for variable rate application of crop protection products. *Aspects of Applied Biology* 114, 2012: 99-104

Kempenaar, C., Oosterhuis, H.S., van der Lans, A.M., van der Schans, D.A., Stilma, E.S.C., Hendriks-Goossens, V.J.C., Verwijs, B.R., van Wijk, C.A.P., van de Zande, J.C., Lotz, L.A.P., 2010. Ontwikkeling van het prototype SensiSpray in de gewassen aardappel en tulp. Nota 667. Plant Research International b.v., Wageningen, 30 p. met Bijlage

Lerink, P. , Lamain, M., Heijting, S. & Goense, D. (2013) *Taakkaarten methodiek*. Rapport van PPL projectnr 125. 52 p. met Bijlage

Tielen, J. (2010) The influence of organic matter on the efficacy of soil-applied herbicides Options for the use of low dosages. Afstudeerrapport. 52 p.

Van Egmond, F. (2011) *Non-destructief onderzoek Zondag, Medema, Wolhuis, Salomons*. 15 p., met Bijlagen.

Van Valkengoed, E., Van der Voet, P., Van Evert, F. & Kempenaar, C. (2011) A novel application for RS based biomass monitoring to support variable herbicide use in crop protection. 49 p.

www.precisielandbouw.eu