

2020

Aeres Hogeschool
Dronten

Florian Gommer



**WAT IS DE POTENTIËLE EXTRA
GEWASOPBRENGST DOOR HET
TOEPASSEN VAN SMART FARMING
TECHNIEKEN OP STERK HETEROGENE
PERCELEN VOOR DE AKKERBOUWTEELT
IN ZUIDOOST-DRENTHE?**

Titelpagina

Titel afstudeerwerkstuk:	Wat is de potentiële extra gewasopbrengst door het toepassen van Smart Farming technieken op sterk heterogene percelen voor de akkerbouwteelt in Zuidoost-Drenthe?
Auteur:	Florian Gommer
Opleiding:	Tuin en Akkerbouw
Plaats en datum:	Schoonebeek, 8-1-2020
Afstudeerdocent:	Sylvan Nysten

DISCLAIMER

Dit rapport is gemaakt door een student van Aeres Hogeschool als onderdeel van zijn/haar opleiding. Het is géén officiële publicatie van Aeres Hogeschool. Dit rapport geeft niet de visie of mening van Aeres Hogeschool weer. Aeres Hogeschool aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor enige schade voortvloeiend uit het gebruik van de inhoud van dit rapport.

Voorwoord

Voor u ligt het vooronderzoek voor het afstudeerwerkstuk over de invloed van Smart Farming op akkerbouwteelten in Zuidoost-Drenthe. Dit vooronderzoek richt zich op akkerbouwers op de zand- en dalgronden in Zuidoost-Drenthe. Dit vooronderzoek is geschreven in opdracht van Aeres Hogeschool Dronten.

Graag wil ik mijn coach Sylvan Nysten bedanken voor de begeleiding en brainstormsessies tijdens het schrijven van dit vooronderzoek. Ook wil ik iedereen bedanken die in meerdere en mindere mate heeft bijgedragen aan de informatieverstrekking voor dit vooronderzoek. Daarnaast wil ik mijn naaste familie en vrienden bedanken voor de ondersteuning bij het corrigeren van mijn afstudeerwerkstuk.

Samenvatting

Dit onderzoek is gericht op de vraag naar de toepasbaarheid van precisielandbouwtechnieken. Er wordt gekeken naar de theoretische meeropbrengst van plaatsspecifiek kunstmeststrooien en bekalken. Hierbij wordt er ook gekeken naar de knelpunten die ondernemers ondervinden bij het investeren in Smart Farming technieken, waarom en in welke technieken er wel wordt geïnvesteerd en waarom in anderen niet.

Er is veel literatuur beschikbaar over variabel kalk strooien en kunstmeststrooien. Hierbij wordt er vaak geprobeerd een link te leggen met de meeropbrengst die met deze variabele toepassing zou kunnen worden gehaald. Deze onderzoeken zijn veelal gepleegd in landen zoals de Verenigde Staten of Azië. In deze landen wordt er vaak gekeken naar grote percelen die in het algemeen niet in verhouding staan tot de percelen in Nederland. Door een brug te slaan tussen de onderzoeken die gepleegd zijn in het buitenland en de percelen in Zuidoost-Drenthe wordt er een aanname gedaan over de potentiële theoretische meer opbrengst op heterogene percelen in Zuidoost-Drenthe.

Om de onderzoeksvraag te beantwoorden zijn er eerst acht agrarische ondernemers en één adviseur geïnterviewd. Door deze interviews zijn de knelpunten naar voren gekomen van de ondernemers. Het belangrijkste knelpunt van de ondernemers is het lage rendement op de investering in precisielandbouwtechnieken. Door dit lage rendement zijn veel ondernemers terughoudend in het investeren in nieuwe technieken.

Aan de hand van de interviews zijn 3 heterogene percelen gekozen in de regio Zuidoost-Drenthe: een perceel van resp. Robin Kuper, Erwin van Boven en Henry Striper. Hierbij zijn satellietbeelden van de afgelopen 3 jaar geanalyseerd en vergeleken. Door meerdere literaire bronnen over meeropbrengst door middel van variabele toepassingen naast elkaar te leggen is er een inschatting gedaan van de meeropbrengst. Deze verwachte meeropbrengst is met onderbouwing geschat op 17 procent. Bij de uiteindelijk resultaten is een onnauwkeurigheidfactor van 10 procent afgehaald. Deze theoretische meeropbrengst is te behalen door middel van plaatsspecifiek bekalken en kunstmeststrooien op de heterogene percelen in Zuidoost-Drenthe. Voor de 3 onderzochte percelen betekent dit:

- De theoretische meeropbrengst van het perceel van Robin Kuper is 35,7 tot 36,3 ton aardappels, een meeropbrengst per hectare van 5,0/5,1 ton.
- Het perceel van Erwin van Boven 68,6 tot 69,8 ton uien, een meeropbrengst per hectare van 5,9/6,0 ton.
- En het perceel van Henry Striper 24,1 tot 24,4 ton aardappelen, een meeropbrengst per hectare van 4,9/5,0 ton.

Aan de hand van deze gegevens en de knelpunten van de ondernemers is er een stappenplan gemaakt voor adviseurs en/of ondernemers voor het goed evalueren van de percelen en het bedrijf voor precisielandbouwtechnieken en Smart Farming.

Summary

This research focuses on the question of the applicability of precision farming techniques. The theoretical additional yield of site-specific fertilizer spreading and liming is examined. The bottlenecks that the entrepreneurs encounter with Smart Farming techniques were also investigated, why and in which technologies are invested and why not in others.

A lot of literature is available about variable lime and fertilizer spreading. This often involves trying to make a link with the more yield that could be achieved with this variable application. These researches have mostly been conducted in countries such as the United States or Asia. In these researches there is often looked at large plots which are not in proportion to the Netherlands in general. By creating a link between the researches that have been carried out abroad and the plots in Southeast Drenthe, an assumption is made about the potential theoretical increase in yield on heterogeneous plots in Southeast Drenthe.

To answer the research question, eight entrepreneurs and one agricultural consultant were interviewed. These interviews revealed the bottlenecks of the entrepreneurs. The main bottleneck of entrepreneurs is the low return in precision farming techniques. Because of this low return on investment, many entrepreneurs are reluctant to invest in new technologies.

Based on the interviews, 3 heterogeneous plots were selected in the Southeast region of Drenthe: a plot of resp. Robin Kuper, Erwin van Boven and Henry Striper. Satellite images from the past 3 years have been analyzed and compared. By comparing several literary sources about additional yield through variable applications, an estimate was made of the additional yield. This expected additional yield has been estimated at 17 percent. An inaccuracy factor of 10 percent has been removed from the final results. This theoretical additional yield can be achieved by means of site-specific liming and fertilizer spreading on the heterogeneous plots in Southeast Drenthe. For the 3 plots examined, this means:

- The theoretical additional yield of the Robin Kuper plot is 35.7 to 36.3 tons of potatoes, an additional yield per hectare of 5.0/5.1 tons.
- The plot of Erwin van Boven 68.6 to 69.8 tons of onions, an additional yield per hectare of 5.9/6.0 tons.
- And the Henry Striper parcel 24.1 to 24.4 tons of potatoes, an additional yield per hectare of 4.9/5.0 tons.

Based on this data and the bottlenecks of the entrepreneurs, a step-by-step plan has been drawn up for advisers and / or entrepreneurs to properly evaluate the plots and the company for precision farming techniques and Smart Farming.

Inhoud

Titelpagina	1
Voorwoord	2
Samenvatting.....	3
Summary	4
Inhoud	5
Hoofdstuk 1: Inleiding	7
1.1 Smart Farming	7
1.2 Toepassing van Smart Farming.....	7
1.3 Sensortechnieken	8
1.4 Ontwikkelingen Smart Farming	9
1.5 Smart Farming in Drenthe	11
1.6 Procentuele meeropbrengst	11
1.6.1 Procentuele meeropbrengst plaatsspecifiek bekalken	12
1.6.2 Procentuele meeropbrengst plaatsspecifiek kunstmeststrooien	13
1.7 Onderzoeksvragen en doelstelling	13
1.7.1 Hoofdvraag	13
1.7.2 Deelvragen.....	14
1.8 Verwerkte feedback	14
Hoofdstuk 2: Materiaal en Methode.....	15
2.1 Wat is de opbrengstpotentie in Zuidoost-Drenthe?	15
2.2 Wat zijn de knelpunten voor agrarische ondernemers op het gebied van Smart Farming?	16
2.3 Wat is een werkbaar stappenplan voor een adviseur om boeren te adviseren over de kosten en baten van verschillende Smart Farming technieken?	16
Hoofdstuk 3: Resultaten.....	18
3.1 Deelvraag 1: Wat is de opbrengstpotentie in ZO-Drenthe?.....	18
3.1.1 Resultaten Perceel Robin Kuper	20
3.1.2 Perceel Erwin van Boven	23
3.1.3 Perceel Henry Striper	26
3.2 Deelvraag 2: Wat zijn de knelpunten voor agrarische ondernemers op het gebied van Smart Farming?.....	29
3.2.1 Knelpunten ondernemers t.o.v. precisielandbouwtechnieken.....	29
3.2.2 Overige punten van aandacht	30
3.3 Deelvraag 3: Wat is een werkbaar stappenplan voor een adviseur om boeren te adviseren over de kosten en baten van verschillende Smart Farming technieken?	31

Hoofdstuk 4: Discussie	33
4.1 Discussie deelvraag 1: Wat is de opbrengstpotentie in Zuidoost-Drenthe?	34
4.2 Discussie deelvraag 2: Wat zijn de knelpunten voor agrarische ondernemers op het gebied van Smart Farming?	35
4.3 Discussie deelvraag 3: Wat is een werkbaar stappenplan voor een adviseur om boeren te adviseren over de kosten en baten van verschillende Smart Farming technieken?	36
4.4 Discussie Proces/methode en percelen	36
Hoofdstuk 5: Conclusie	38
Aanbevelingen	40
Bibliografie	41
Bijlagen	44
Bijlage 1 NDVI-Kaarten percelen	44
Bijlage 2 :Bodemkaarten en hoogtekaart	56
Bijlage 3: Interviews	58

Hoofdstuk 1: Inleiding

De ontwikkeling van precisielandbouw gaat al ruim 40 jaar terug. Sinds satellieten niet meer alleen voor militaire doeleinden worden gebruikt, is de agrarische sector hiermee aan de slag gegaan. GPS-technieken zijn tegenwoordig bijna standaard ingebouwd in landbouwvoertuigen om zo nauwkeurig te kunnen werken (Hattum, 2017). Dit heeft een enorme omslag gegeven in de manier van werken van de boeren. Er kon ineens veel efficiënter gewerkt worden door banen of werkgangen over te slaan, wat weer tijd bespaarde tijdens het draaien op de wendakker. Maar ook op het gebied van milieu heeft het voordelen met zich meegebracht. Denk hierbij aan het reduceren van emissie van gewasbeschermingsmiddelen naar het oppervlaktewater en het besparen van spuitmiddelen door middel van gps-gestuurde sectieafsluiting. Deze techniek kan 6 tot 8 procent middel besparen. Dit kan een groot verschil maken bij grotere oppervlaktes of percelen die niet rechthoekig van vorm zijn waardoor veel overlap ontstaat (Zande & Jeurissen, 2012) (Batte, Ehsani, & VanBuren, 2006).

1.1 Smart Farming

De term Smart Farming komt de afgelopen jaren steeds vaker voor in vakbladen en artikelen op het internet (Tholhuijsen, Boerderij, 2017). Maar wat houdt Smart Farming eigenlijk in? Vaak wordt Smart Farming en precisielandbouw door elkaar heen gebruikt. Bijvoorbeeld voor stuurhulp, maar deze GPS-techniek is niet per definitie Smart Farming. Smart Farming houdt meer in dan alleen het precies zaaien of poten van aardappels of uien. Het gaat over de koppeling tussen GPS-technieken en de interpretatie van beelden van bijvoorbeeld een drone of satelliet. Maar hierbij kan ook gedacht worden aan het maken van een taakkaart voor bijvoorbeeld variabel poten of bemesten. Hierbij is meer achtergrondkennis nodig om deze technieken positief te benutten.

Echter, hierbij is voor een groot deel ook agrarische kennis nodig om deze gegevens of beelden te analyseren en te weten wat deze beelden inhouden. Vaak wordt er te snel geconcludeerd dat het aan de bemesting van een perceel ligt. Dit komt doordat de drone of satelliet alleen de bovengrondse delen van de plant ziet, de biomassa, die op het perceel staat. Mocht het daadwerkelijk alleen liggen aan de bemesting, dan voldoet een taakkaart op de kunstmeststrooier of landbouwinjecteur.

Maar vaak is er een onderliggende reden van een groeiachterstand, die niet te zien is door middel van een drone (Kooistra, Bartholomeus, Lerink, & Valkengoed). Hierbij kan worden gedacht aan watergebrek of bodemverdichtingen (Vandergeten & Roisin, 2004), maar er zijn nog meerder oorzaken van een groeiachterstand van een gewas.

1.2 Toepassing van Smart Farming

Een groeiachterstand van een gewas kan verschillende oorzaken hebben (Boydell & McBratney, 2006). Hierbij speelt het weer tijdens het teeltseizoen een belangrijke rol. De vochthuishouding van een perceel is één van de belangrijkste aspecten voor een goede oogst (Davis, et al., 2016).

Nutriënten worden in en onder de bouwvoor opgelost in het bodemvocht. Deze nutriënten heeft de plant nodig om te groeien. Als dit bodemvocht niet of in mindere mate aanwezig is voor langere perioden, zal het gewas hieronder lijden en slechter groeien, dan planten met een betere vochthuishouding. Maar niet alleen een tekort of overvloed aan water zorgt voor een groeiachterstand. Zo kunnen er in de bodem of bouwvoor verschillende aspecten niet optimaal lopen. Denk hierbij aan de biologische, chemische en fysische bodemvruchtbaarheid. Deze drie termen omvatten alle aspecten van een gezonde bodem.

Biologische bodemvruchtbaarheid omvat alle levende organismen in de bodem, denk hierbij aan schimmels en bacteriën. Maar ook schadelijke organismen zoals aaltjes vallen hieronder. Deze organismen zijn op te delen in plantparasitaire aaltjes en roofaaltjes. Deze plantparasitaire aaltjes prikken de wortels van een plant aan en voeden zich hiermee. Echter, door dit aanprikken kan de wortel op die plek niet meer verder groeien en gaat deze zich vertakken. Dit herhaalt zich een paar keer en hierdoor krijgt de plant een onderontwikkeld wortelstelsel en heeft de wortel eerder last van

gebreken door water of een tekort aan nutriënten. Deze plekken in het gewas zijn te herkennen aan valplekken.

Chemische bodemvruchtbaarheid omvat alle chemische aspecten van de bodem en heeft vooral betrekking op de beschikbaarheid van nutriënten. De zuurtegraad van de bodem is hierin van groot belang en beïnvloedt de beschikbaarheid van voedingsstoffen voor de plant.

Als laatste heeft de fysische bodemvruchtbaarheid ook invloed op groeiachterstanden.

Ondergrondverdichting is het grootste risico in de agrarische sector (Akker, Vries, Vermeulen, Hackten Broeke, & Schouten, 2012). Deze verdichting, oftewel storende lagen, voorkomt het indringen van water en belemmert de wortelgroei van de plant. Door deze slechtere wortelgroei kunnen de planten ook minder goed bij het bodemvocht en zullen ze eerder last van gebreken door water of een tekort aan nutriënten krijgen. Maar niet alleen verdichting zorgt voor een slechte fysische bodemvruchtbaarheid, bijvoorbeeld ook het dichtslempen van de oppervlakte en bovenlaag zorgen voor groeiachterstanden in het gewas. Deze versleping creëert een harde korst waar planten minder goed doorheen kunnen groeien. Deze harde korst wordt alleen na hevige regenval gevormd op zwaardere gronden.

Al deze factoren beïnvloeden de groei van de plant en verlagen de opbrengstpotentie van een desbetreffend perceel. Deze plekken kunnen tegenwoordig door nieuwe technieken in kaart worden gebracht. Hiermee kan een inschatting worden gedaan naar de te verwachten opbrengst.

1.3 Sensortechnieken

Nieuwe ontwikkelingen in gewassensortechnieken zijn bijvoorbeeld bodemscans en gewassensoren. Deze technieken bieden kansen op het gebied van Smart Farming. Door deze nieuwe ontwikkelingen zijn er meer mogelijkheden gekomen voor bodem- en gewassensing.

Ook komt er door deze nieuwe technieken meer data vrij waarmee de ondernemer de gewassen beter kan monitoren op ziektes en groeiachterstanden.

De beelden die een ondernemer krijgt van een drone of satelliet geven een duidelijk beeld van het perceel. Deze beelden kunnen bruikbaar zijn voor het verder onderzoeken van achterblijvende gebieden binnen het perceel.

Door deze nieuwe technieken op het gebied van dronebeelden en gewasgroei, zien veel bedrijven hier toekomst in. (Reindsen, 2019) Maar om deze techniek goed toe te passen is het van belang dat er goed gekeken wordt naar de bodem waarop geteeld wordt. Niet elke slechtere plek op een perceel kan ook daadwerkelijk verbeterd worden. Neem bijvoorbeeld een onderliggende leemlaag, deze zal een ondernemer niet doorlaten mengen of af laten graven. Bij zulk soort gebieden zullen dan compromissen moeten worden gesloten op het gebied van opbrengst. Door dit verder te analyseren zal een soort kaart ontstaan die de potentie van de bodem laat zien. Deze kaart kan verder ondersteund worden door datamanagement programma's.



Figuur 1 EM38-MK2 Bodemsensor



Figuur 2 Verisscan van Agrometius

Maar ook andere technieken komen in opkomst en worden toegankelijker gemaakt door middel van Plattelandsontwikkelingsprogramma (POP3) (Reindsen, Nieuwe Oogst, 2019). Hieronder volgt een selectie van diverse precisielandbouwtechnieken.

Bodemsan

- EM38-MK2- & DUALEM-21S-bodemsensor

De EM38-MK2 & DUALEM-21S zijn bodemsensoren die alleen de elektrische geleidbaarheid van de bodem meten. Deze beide scanners gebruiken hiervoor allebei elektromagnetische inductie. Dit is hetzelfde principe als een inductiekookplaat, maar dan met een vele lagere spanning. Doordat deze scanners zelf een elektromagnetisch veld creëren, wordt er in de bodem ook een elektromagnetisch veld opgewekt. Het elektromagnetische veld van de bodem wordt gemeten en dit resulteert in de geleidbaarheid van de bodem, die door verschillende bodemeigenschappen wordt gecreëerd. De beide scanners kunnen tot één meter diepte in de bodem doordringen en zijn beide in staat om op meerdere dieptes te meten.

- Veris-bodemscanner

De Veris-bodemscanner werkt voor het meten van de geleidbaarheid precies hetzelfde als de EM38-MK2- & DUALEM-21S-bodemsensor. Alleen kan de Veris-bodemscanner ook de variatie in zuurtegraad en organische stof meten. Dit doet hij in de bouwlaag en de wortelzone, deze loopt van 0 tot en met 90 centimeter.

Bodemsensoren

Bodemsensoren zijn sensoren die voor langere tijd in de grond zitten om data te verzamelen. Echter, dit kunnen ook handgedragen sensoren zijn. Dit zijn met name bodemvochtsensoren die de vochtspanning of vochtgehalte meten in de bodem. Deze waarden op zichzelf zeggen niet zoveel. Er moet nog een relatie worden gelegd tussen bodemvochtgehalte en bijvoorbeeld bodemdruk. Momenteel worden deze vaak gebruikt voor irrigatiemanagement, om zo het juiste moment te bepalen van irrigeren/bereggenen.

Gewassensoren

Gewassensoren zijn sensoren die het bladgroen meten, zodat naderhand kan worden gekozen voor een bijbemesting. De parameters die deze sensoren vaak gebruiken is de NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Deze loopt van -1 tot 1 waarbij alles boven de 0,2 duidt op levende planten.

Deze sensoren worden vaak gebruikt voor het plaatsspecifiek toepassen van meststoffen. Hierbij wordt real-time berekend hoeveel kunstmest er op een daarvoor bestemde plek moet (Pierce & Warncke, 1999). Deze waarden zijn allemaal in te stellen, zodat de ondernemer zelf kan beslissen hoeveel er op een plek moet met een hoge of lage NDVI waarde.

Maar ook NIRS-sensoren maken gebruik van reflectie. Maar nu niet om bladgroen te meten, maar om een mestanalyse uit te voeren op de mest die op dat moment uitgereden wordt. Hierbij kan de dosering worden aangepast naar gelang de gehalten veranderen.

Verder zijn er nog onkruidbestrijdingstechnieken die in opkomst zijn (Boom, 2018) zoals robots die onkruid wegsprengen of -schoffelen. Maar ook technieken die gebruik maken van een door een trekker aangedreven schoffelwerktuig met opgebouwde sensoren.

1.4 Ontwikkelingen Smart Farming

Veel agrarische ondernemers weten niet wat ze met Smart Farming aan moeten (Tholhuijsen, Boerderij, 2017). Op dit moment is het voor veel ondernemers nog erg onbekend. Merendeel van de ondernemers hebben al wel geïnvesteerd in gps-technieken om recht te rijden en zo extra ruimte te kunnen benutten. Maar zijn afwachtend in het investeren in Smart Farming technieken zoals

bodemscaans en dronebeelden. Tot nu toe kan geen enkel bedrijf, onderwijsinstelling of onderzoeksbureau daadwerkelijk cijfers tonen waarmee het gebruik van Smart Farming technieken daadwerkelijk opbrengstverhoging teweeg heeft gebracht. Echter wordt er wel getracht dit in een groter spectrum te zetten, door het te bekijken op bedrijfsniveau (Vangeyte, et al., 2017). Hierdoor zijn de meeste ondernemers nog niet bereid hierin te investeren. Omdat deze technieken, ondanks dat het door bedrijven die hiermee voorop lopen wel betaalbaarder is geworden, wel kostbaar zijn en niet alle ondernemers hierin willen investeren als de uitkomst verder niet onderbouwd kan worden zonder enige kennis van de beelden. Het hebben van data is één punt, het verder verwerken en analyseren is een tweede. Veel van deze bedrijven zijn technisch ingesteld, maar missen de link als het gaat om kennis van gewassen en bodemkennis. Tot nu toe is hier nog weinig ondersteuning in door adviserende bedrijven, zoals voerleveranciers of leveranciers van gewasbeschermingsmiddelen. De meeste ondernemers weten wel het bestaan van de technieken, maar missen de daadwerkelijke drive om hiermee aan de slag te gaan.

Nederland staat voorop als het gaat om landbouwtechnieken en -kennis. Nederland wordt daarom ook vaak gezien als de proeftuin van de wereld en onze kennis wordt naar alle continenten overgebracht om de agrariërs daar te helpen. De voorsprong die Nederland nu heeft op agrarisch gebied kan verder worden versterkt, als goed invulling kan worden gegeven aan Smart Farming technieken en denkwijzen. Daarom is de vraag bij veel agrarische ondernemers hoe Smart Farming de bedrijfsvoering en het uiteindelijke saldo aanzienlijk kan verbeteren. Dit alles wordt nog extra versterkt door de nieuwe visie van het ministerie van Landbouw, Natuur en Visserij. Hierin staat dat er een omschakeling nodig is naar kringlooplandbouw. Hierin staat centraal dat een verlaging van de kostprijs van producten en de voortdurende verlaging van het verbruik van grondstoffen nodig is om kringlooplandbouw te realiseren. Smart Farming kan hierin een uitstekende rol spelen als het gaat om het verduurzamen van de agrarische sector en zo kosten/grondstoffen efficiënt mogelijk te ondernemen (Walter, Finger, Huber, & Buchmann, 2017).

Smart Farming is voor veel agrariërs nog een vaag begrip. De technieken zoals NIR-sensoren en dronebeelden zijn voor velen wel bekend, maar worden echter alleen nog maar gebruikt in bijvoorbeeld POP3-projecten en nauwelijks buiten dit soort projecten om. De technieken voor het verduurzamen van de landbouw zijn in opmars, maar worden nog niet veelvuldig gebruikt. Ondanks dat deze technieken al redelijk betaalbaar zijn, neem bijvoorbeeld de kosten van een Veris bodemscan. Dit ligt rond de 200 euro per hectare (Tjoonk, 2016). Maar aangezien de marges in de agrarische sector niet heel groot zijn, kan dit misschien wel één van de redenen zijn voor het nog niet deelnemen aan Smart Farming technieken.

Veel adviesbureaus claimen meer opbrengst door technieken zoals Veris-scan's en plaatsspecifiek kunstmeststrooier aan de hand van dronebeelden. (Tjoonk, 2016) Vaak wordt dit nooit bewezen door harde cijfers achteraf, maar worden de technieken vaak toegepast om te laten zien wat er allemaal al kan in de agrarische sector. Veel van dit soort technieken staat nog volop in de kinderschoenen, denk hierbij ook aan dronebeelden. Het enige dat een drone nu nog kan is het maken van foto's van de bovengrondse delen van een plant. Dit gaat steeds verder verfijnd worden (Coopman & Van Beek, 2018). In de toekomst zullen deze technieken ook voor andere doeleinden gebruikt gaan worden, bijvoorbeeld voor het uitzetten van natuurlijke vijanden, wat nu nog voornamelijk met de hand gebeurt.

Kortom, er is al veel bekend over de technieken voor het laten slagen van Smart Farming, maar de agrariër loopt er nog niet warm van.

1.5 Smart Farming in Drenthe

In Drenthe zit qua Smart Farming veel potentie. Veel van de Drentse percelen zijn in de duizenden jaren onderhevig geweest aan verwerking en bodemvormende processen, wat de percelen erg heterogeen of 'bont' heeft gemaakt. Dit wil zeggen, er zit veel variatie in de bodemopbouw binnen een perceel. Door deze variatie zitten er ook andere opbrengstpotenties binnen een perceel, wat daardoor weer vraagt om plaatspecifiekere toepassingen (Vitharana, Meirvenne, Simpson, Cockx, & Baerdemaeker, 2006). Om zo duurzaam en kostenbesparend te ondernemen, maar ook door het open landschap dat Drenthe heeft zijn er weinig belemmeringen qua satellietontvangst.

Op het gebied van bedrijfsomvang zullen Smart Farming-technologieën een goede bijdrage kunnen leveren aan de bedrijfsvoering binnen de agrarische bedrijven. Doordat een akkerbouwbedrijf in Drenthe gemiddeld 60,5 hectare groot is, tegen gemiddeld in Nederland 28,3 hectare, zullen deze technieken hier eerder noodzakelijk zijn vanwege de omvang, dan bij de meer kleinschalige bedrijven (Statestiek, 2019). Ook doordat steeds meer nieuwe arbeidsintensievere teelten het Drentse land bereiken, zoals uien, zijn de telers eerder genoodzaakt bewuster met hun grondstoffen om te gaan.

Echter de knelpunten die bekend zijn vloeien met name voort uit een stuk onwetendheid. De technieken zijn op dit moment nog te complex om het als plug-and-play te laten werken. Ook het rendement van deze technieken staat nog ter discussie. Maar weinig bedrijven kunnen een daadwerkelijk rendement beloven. Als laatste knelpunt zijn veel ondernemers huiverig om de gegevens die worden verzameld zomaar in de internetopslag te zetten. Daarnaast zijn ze beducht voor ongewenste bemoeienissen door andere partijen die hier eventuele voordelen uit kunnen halen (van der Wal, Vullings, Zaneveld-Reijnders, & Bink, 2017).

1.6 Procentuele meeropbrengst

Een opbrengstverhoging van de percelen in Zuidoost-Drenthe is onder andere te realiseren door variabel stikstof en kalk aan te wenden. Kunstmest en kalk hebben beide hun eigen gemiddelde percentage meeropbrengst per hectare.

Table 4. Yield of corn and soybean as affected by variable lime application in a 3-yr period at Durand and Plainwell, MI, fields.

Lime requirement treatment	Durand			Plainwell		
	Corn 1995	Corn 1996	Soybean 1997	Corn 1995	Corn 1996	Soybean 1997
	Mg ha ⁻¹					
30.5-m grid	8.62	9.00	2.64	6.82	8.47	2.87
61-m grid	8.61	9.19	2.81	6.23	8.13	2.79
91.5-m grid	8.66	9.17	2.57	7.17	8.39	2.99
Measured (plots)	8.71	9.57	2.76	7.00	8.72	2.90
Whole field	8.59	8.80	2.03	6.88	8.50	2.79
LSD (0.05)	NS	NS	0.26	NS	NS	NS

Figuur 3 Opbrengst korrelmais (Pierce & Warncke, Soil and Crop Response to Variable-Rate Liming for Two Michigan Fields).

1.6.1 Procentuele meeropbrengst plaatsspecifiek bekalken

Door variabel kalk te strooien is een opbrengstverhoging van ongeveer 10% te realiseren. Dit is sterk afhankelijk van het verschil in pH waarde en het gewas die er verbouwd wordt. Dit laatste omdat kalk zich langzaam verdeelt in de bouwvoor en de bodem. Gewassen die erg gevoelig zijn voor een nutriëntengebrek door een te ongunstige pH-waarde in de het beginstadium zullen meer profiteren van een optimale pH-waarde. In het onderzoek 'Soil and Crop Response to Variable-Rate Liming for Two Michigan Fields' is er gekozen voor het gewas maïs en sojabonen. Mais is in het begin als de grond koud is erg gevoelig voor fosfaat gebrek, dit zal erger worden naarmate de pH-waarde ook niet in het optimale bereik ligt (Pierce & Warncke, 1999). Dit onderzoek geeft het duidelijke verschil aan tussen volvelds bekalken of het te bekalken aan de hand van zones binnen het perceel. De verschillen in opbrengsten kunnen oplopen tot ruim 25%.

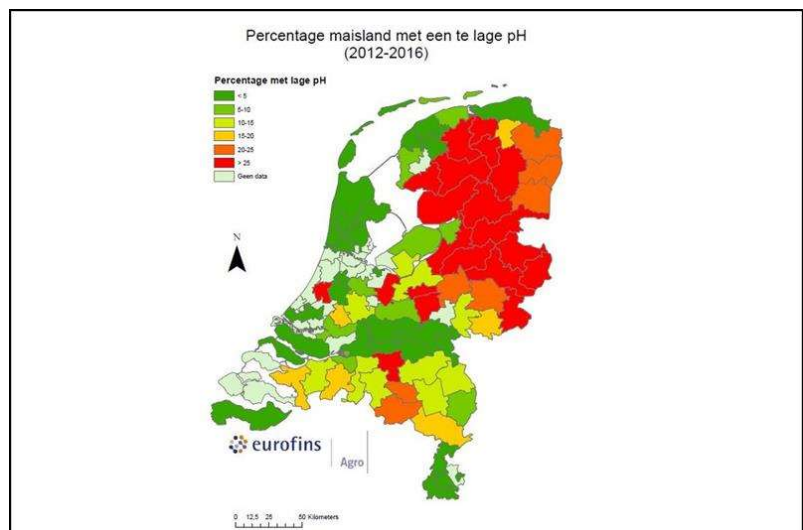
Eurofins heeft in 2016 een kaart gepubliceerd (Figuur 20), waarop te zien is in welke postcodegebied er problemen zijn met de zuurtegraad in de bodem (Agro, 2016). Het postcodegebied 77 (Dedemsvaart-Coevorden), waar alle drie de percelen in liggen, is rood gekleurd. Dit wil zeggen dat meer dan 25% van de maispercelen een te lagere zuurtegraad heeft dan een pH van 5,5.

Voor akkerbouw gronden is dit ook een optimale pH-waarde, maar het hangt af van het bouwplan dat gehanteerd wordt, omdat verschillende gewassen beter produceren op andere zuurtegraden.

Bij een te lage zuurtegraad in de maïspercelen is een opbrengstverlies van 10 tot 20 procent te verwachten aldus Eurofins Agro. Echter omdat maar 9% van het totale areaal in Drenthe maïsland is, zegt dit weinig over de akkerbouwpercelen. Het geeft wel een goede indicatie over de grootte van het probleem en de hoeveelheid opbrengstverlies hiermee gepaard gaat (Oosterveld, 2007).

Door gebruik te maken van plaats-specifiek kalk strooien, waarbij de bewerkingsbreedte geen groot verschil maakt (zie tabel 19, 'grid' grootte), is er een meeropbrengst te halen in tegenstelling tot het volvelds aanwenden van kalk. Door deze verschillende variabelen tegen elkaar af te wegen wordt er uitgegaan van een opbrengstverlies van 10 procent. Dit resulteert aan de andere kant in een meeropbrengst van 10 procent als de pH op het perceel niet geheel op orde is.

Op deze wijze wordt geprobeerd zo dicht mogelijk bij de verwachte procentuele opbrengst verhoging te komen. Echter uitgaan van een meeropbrengst van 10 procent blijft een aanname.



Figuur 4 Percentage maisland onder de pH van 5.5 (Agro, Percentage maisland onder de pH van 5.5)

1.6.2 Procentuele meeropbrengst plaatsspecifiek kunstmeststrooien

De juiste hoeveelheid stikstof aanwenden geeft een hogere opbrengst (Majid, et al., 2017) (Ullah, et al., 2018). Doordat er niet altijd op de juiste plek de juiste hoeveelheid bemesting en dus stikstof wordt gebracht, varieert de beschikbare stikstof binnen het perceel erg. Deze variatie kan uiteenlopen bij varkensdrijfmest van 2 kg tot 6 kg stikstof per ton en bij rundveedrijfmest van 2 kg tot 5 kg stikstof per ton (Striper, 2019). Als de forfaitaire gehalten worden aangehouden bij het uitrijden van dierlijke mest zullen hier grote verschillen qua uitgereden gehalten stikstof en andere nutriënten later in het groeiseizoen zichtbaar worden, omdat in werkelijkheid de gehalten per vracht of toeleverancier van de mest erg kunnen variëren.

Hierdoor is het van belang de juiste hoeveelheid stikstof per hectare op de juiste plek te krijgen. Als er uitgegaan wordt van een bemesting van 25 kuub met forfaitaire gehalten, zowel rundvee- als varkensdrijfmest, dan zal de hoeveelheid uitgereden stikstof respectievelijke op 100 kg/N/ha en 160 kg/N/ha uitkomen.

Doordat 145 kg/N/ha bij bijvoorbeeld tarwe de hoogste opbrengst geeft en 345 kg/N/ha bij mais, is het van belang dat de juiste hoeveelheid stikstof op de juiste plek komt. Maar door niet variabel te bemesten is de kans groot dat stikstof behoevende plekken te weinig krijgen en plekken met een overvloed aan stikstof te veel krijgen. Hierdoor zal er door variabel te bemesten of kunstmest te strooien in bijvoorbeeld tarwe een opbrengstverhoging van te realiseren zijn.

Bij de interpretatie van de beelden zal er worden uitgegaan van 7% meeropbrengst, omdat een onder bemesting van 100 kg/N/ha een opbrengst verlaging van 12 procent geeft en een overbemesting van 160 kg/N/ha een opbrengstverlaging van 2% geeft (Majid, et al., 2017). Het percentage meeropbrengst zal hoger worden naarmate de variatie in beschikbare stikstof in de bodem toeneemt.

Op deze wijze wordt geprobeerd zo dicht mogelijk bij de verwachte procentuele opbrengstverhoging te komen. Echter uitgaan van 7% meeropbrengst blijft een aanname.

Hiermee, maar ook met variabel kalk strooien, zal het perceel niet geheel uniform worden, maar zal er wel plaats specifiek gekeken worden naar de behoeften van de grond. Hiermee zal de opbrengst worden verhoogd, maar belangrijker nog, hierdoor zal de opbrengst stabiel worden in de toekomst (Boydell & McBratney, 2006).

1.7 Onderzoeksvragen en doelstelling

In dit onderdeel van het vooronderzoek worden de hoofd- en deelvragen verwoord. Door de deelvragen te beantwoorden wordt er informatie verzameld om uiteindelijk de hoofdvraag te kunnen beantwoorden.

1.7.1 Hoofdvraag

De hoofdvraag staat centraal in het afstudeerwerkstuk. Met de hoofdvraag wordt er antwoord gegeven op de vraag wat de invloed is van Smart Farming op de akkerbouwteelten in Zuidoost-Drenthe. Hierdoor luidt de hoofdvraag als volgt: Wat is de potentiële extra gewasopbrengst door het toepassen van Smart Farming technieken op sterk heterogene percelen voor de akkerbouwteelt in Zuidoost-Drenthe?

1.7.2 Deelvragen

Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden zullen er een aantal deelvragen moeten worden opgesteld om zo onderbouwd antwoord te kunnen geven. Om de hoofdvraag te beantwoorden worden de volgende deelvragen opgesteld:

Deelvraag 1: Wat is de opbrengstpotentie in Zuidoost-Drenthe?

Deelvraag 2: Wat zijn de knelpunten voor agrarische ondernemers op het gebied van Smart Farming?

Deelvraag 3: Wat is een werkbaar stappenplan voor een adviseur om boeren te adviseren over de kosten en baten van verschillende Smart Farming technieken?

1.8 Verwerkte feedback

De feedback die gekregen is van de beide beoordelaars is besproken en verwerkt. De lijn in het verhaal is verbeterd door concreter de onderzoeksvragen en tussenkopjes te formuleren, zodat de deelvragen en uiteindelijk de hoofdvraag ook daadwerkelijk kunnen worden beantwoord. Verder is de opbouw van het verhaal vereenvoudigd en is er duidelijk voorwoord wat de discussiepunten zijn. Ook is het Excel bestand veranderd om in plaats van de gehele meeropbrengst mee te berekenen, de zone specifieke meeropbrengst te berekenen.

Bij deze wordt er gevraagd nogmaals de bovengenoemde punten door te nemen.

Hoofdstuk 2: Materiaal en Methode

In het hoofdstuk materiaal en methode wordt per deelvraag beschreven hoe een deelvraag wordt beantwoord. Hierbij moet worden gedacht aan de te raadplegen bronnen en waar deze bronnen/informatie vandaan komt. Tot slot wordt er aangegeven waarom de deelvraag van belang is voor het beantwoorden van de hoofdvraag.

2.1 Wat is de opbrengstpotentie in Zuidoost-Drenthe?

Om goed in beeld te hebben wat de invloed is van Smart Farming in Zuidoost-Drenthe is het van belang de bodem in deze regio goed te analyseren. De haalbaarheid van Smart Farming gaat gepaard bij een goede opbrengst en het zo duurzaam mogelijk inzetten van grondstoffen en middelen. Door de bodem goed te analyseren kan de opbrengstpotentie van een drietal uitgekozen percelen in beeld worden gebracht. Deze potentie van de bodem vertaalt zich hierna weer in een optimale opbrengst en wat een ondernemer op die desbetreffende plekken laat liggen. Deze drie heterogene percelen worden gekozen aan de hand van de resultaten uit de interviews. Mocht een ondernemer veel data hebben op het gebied van gewasopbrengsten en dronebeelden, dan zal hiervoor gekozen worden vanwege de beschikbaarheid van data. Deze percelen zullen niet perse een gemiddelde van de regio zijn, maar juist wel het gemiddelde van heel heterogene percelen.

Bronnen:

1. Aeres: Bodemkaarten
2. WUR: Handboek bodem en bemesting
3. Alterra: Bodemgeschiktheid voor akker- en weidebouw
4. Opbrengstkaarten/opbrengstmetingen
5. NVDI satellietbeelden
6. Ervaring ondernemer/eigenaar van het desbetreffende perceel
7. Opbrengstkaarten
8. Datafarming

Deze deelvraag wordt beantwoord door van de drie gekozen percelen de bodempotentie in kaart te brengen. Dit wordt gedaan door een schatting te maken per perceel wat de potentiële meeropbrengst is voor het desbetreffende perceel door middel van het toepassen van Smart Farming technieken. Hierbij wordt er gekeken naar plaatsspecifiek bemesten en bekalken. De drie percelen worden gekozen aan de hand van de afgenomen interviews. De resultaten van de interviews richten zich alleen op de mate van toepassing van Smart Farming technieken bij de ondernemers. Tijdens dit gesprek wordt er naderhand of tussen door gevraagd of er een perceel aanwezig is die sterk heterogeen is uit ervaringen van de ondernemer. Dit wordt naderhand gecontroleerd door middel van NDVI beelden van de satelliet.

Om een schatting te maken van het de meeropbrengst die gerealiseerd kan worden door middel van plaatsspecifiek bekalken of kunstmeststrooien is het belangrijk goed onderzoek te doen naar de verschillende meeropbrengsten van deze twee specifieke technieken. Hierna is er een afweging gemaakt over de procentuele meeropbrengst per techniek.

Hierna worden er satellietbeelden verzameld van de drie percelen van de afgelopen 3 jaar: 2017/2018/2019. De drie jaren worden onderling per perceel vergeleken om te achterhalen of een slechte plek alleen één jaar voorkomt of dat deze slechtere plek een herhalend probleem binnen het

perceel is. Hierbij wordt er ook gebruik gemaakt van de bodemkaart om eventuele grondsoort verschillen hieraan te koppelen, zodat het misschien bijvoorbeeld geen bemestingsprobleem is maar een slechtere plek door een andere grondsoort. Tijdens deze analyse worden de slechtere plekken binnen het perceel duidelijk en deze worden omcirkelt. Ook wordt de mate van verschil/groeiachterstand binnen het perceel vastgesteld, bijvoorbeeld of het 10,20 of 30% slechter of beter is dan het gemiddelde.

Doordat er geen software beschikbaar was voor het bepalen van de grote van deze slechtere plekken. Is er gekozen voor een raster, dit raster is gevormd door het perceel steeds in 2' en te delen, hierdoor ontstaan er even grootte blokken binnen het perceel. Gezien de omvang van de percelen, die alle 3 rond de 8 hectare groot zijn, is er gekozen rastergrote van 16 blokken. Hierdoor kunnen de slechtere plekken redelijk nauwkeurig binnen deze ½ hectare geschat worden.

De grootte van de slechte plekken en de mate van verschil/groeiachterstand kunnen hierna overgedragen worden naar Excel om hier verder aan te rekenen wat de potentiële meeropbrengst theoretisch zou kunnen zijn als het perceel plaatsspecifiek zou worden behandeld.

In deze deelvraag zullen ook gegevens van vergelijkbare gebieden worden meegenomen voor de inschatting van de Smart Farming potentie in Zuidoost-Drenthe.

2.2 Wat zijn de knelpunten voor agrarische ondernemers op het gebied van Smart Farming?

Nadat de bodempotentie van drie percelen in kaart is gebracht, zullen er interviews worden gehouden bij een achttal agrarische ondernemers en een adviseurs. Deze interviews zullen zich richten op de vraag in hoeverre de desbetreffende ondernemer al bezig is met Smart Farming en wat zijn knelpunten zijn om hierin verder te investeren.

Bronnen:

1. Interviews agrarische ondernemers
2. Delphy: Interview adviseur
3. Agrifirm: Interview adviseur

Deze deelvraag wordt beantwoord door goede en gedegen interviews af te nemen bij verschillende akkerbouwers en agrarische adviseurs in de regio Zuidoost-Drenthe. De ondernemers worden willekeurig gekozen in het gebied, om zo een gebied-overlappende uitkomst te genereren. Uit deze interviews komen de knelpunten die de ondernemers hebben naarvoren en worden verwerkt in kaders, zodat hier later een oordeel aan vast kan worden gehangen.

2.3 Wat is een werkbaar stappenplan voor een adviseur om boeren te adviseren over de kosten en baten van verschillende Smart Farming technieken?

Tijdens de afstudeerstage van Florian Gommer is er gewerkt aan een stappenplan voor maistellers in Overijssel. Hier werd ook gekeken naar de interpretatie van Smart Farming producten op twee specifieke maispercelen. Dit stappenplan wordt verder uitgewerkt en verbeterd om als extra handvatten mee te geven aan een teeltadviseur om percelen van klanten optimaal te verbeteren door de actuele Smart Farming technieken.

Bronnen:

1. WUR: Plaats specifiek perceelmanagement
2. WUR: Doorontwikkeling van precisielandbouw
3. Resultaten afgenomen interviews

Deze deelvraag wordt beantwoord door het ontwikkelen van een stappenplan voor adviseurs voor het integreren van Smart Farming technieken op een agrarisch bedrijf. Dit stappenplan dient zodanig worden opgesteld dat een adviseur hierdoor meer handvatten heeft voor de advisering van een ondernemer die wil starten met Smart Farming technieken. Zodat voor de ondernemer een goede kosten en baten analyse kan worden gemaakt, om te zien hoeveel het de ondernemer zou opleveren als er geïnvesteerd zou worden in Smart Farming technieken.

Hoofdstuk 3: Resultaten

In dit hoofdstuk zullen de resultaten van de drie deelvragen aan bod komen. Deze resultaten worden in dit hoofdstuk alleen weergegeven of beschreven. In hoofdstuk 4 Discussie wordt verder toelichting gegeven op de resultaten.

3.1 Deelvraag 1: Wat is de opbrengstpotentie in ZO-Drenthe?

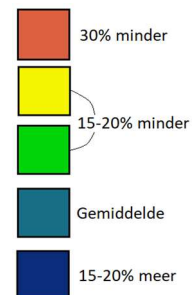
Inleiding bij deelvraag 1

Voor de opbrengstpotentie zijn drie percelen uitgekozen die naar voren zijn gekomen tijdens de gesprekken met de ondernemers. Hierbij is er het interview over de precisielandbouwtechnieken gevraagd of er gegevens van drone of opbrengstmetingen aanwezig waren voor het onderzoek. Deze waren bij alle ondernemers (nog) niet aanwezig, daarom is gebruik gemaakt van de open-source data van de satellietbeelden van Datafarming.com.au. Hieronder staan de resultaten per perceel. Deze worden opgedeeld in teeltseizoen 2017, 2018 en 2019. De afbeeldingen zijn op datum geordend om zo een goed verloop te kunnen weergeven van de teeltseizoenen met de bijzonderheden die daarmee gepaard gaan. Alle satellietbeelden zijn te vinden in de bijlage.

De satellietbeelden van juli of augustus zijn gebruikt voor de berekening. Aangezien in deze periode het gewas midden in de productiefste fase zit van het seizoen, dus voordat het gewas afrijpt of afsterft. Op deze manier kan een zo accuraat mogelijke voorspelling worden gedaan van de potentiële meeropbrengst binnen het perceel. Ook wordt er gekeken naar de onderliggende grondsoort (zie bijlage 2 bodemkaarten), om zo zones te bepalen binnen het perceel in relatie met de hoogtekkaart.

Op de satellietbeelden worden de slechtere plekken in het perceel omrand door de rode lijnen. Voor de schatting van de grootte van de slechtere plekken is er gebruik gemaakt van een raster. Hierbij is het perceel in zestien even grote blokken opgedeeld.

Door de percelen op te delen in zestien even grote blokken, zijn de blokken gemiddeld 0,5 hectare groot. Op deze wijze is de omvang van de slechte plekken zo nauwkeurig mogelijk te schatten. Zonder dat het perceel in onoverzichtelijke grote of kleine blokken wordt opgedeeld.



Figuur 5 Opbrengst verdeling en verwachting. Kleuren van NDVI-Kaarten.

In figuur 3 is de opbrengstverdeling en -verwachting te zien in de kleuren van de NDVI-kaarten. Deze verdeling wordt gebruikt om een inschatting te maken van de ernst van de slechter plekken. Omdat er een inschatting wordt gemaakt van 15 tot 20 procent zullen deze in de berekening uitgesplitst worden tussen 15 en 20 procent. Dit omdat er niet precies gezegd kan worden of het dichterbij de 15 procent ligt of de 20 procent.

Meeropbrengsten door plaats specifiek bekalken en kunstmest strooien levert een opbrengstverhoging van respectievelijk 10 en 7 procent. Totaal geeft dit 17 procent (zie voor nadere uitleg over de berekening van dit getal Hoofdstuk 1: Inleiding).

Opbrengsten

Per onderzocht perceel is er voor de opbrengsten per hectare uitgegaan van de gegevens van het CBS. Hierbij is er gekeken naar de regio Veenkoloniën. Hiervoor is gekozen, omdat de ondernemers van de desbetreffende percelen geen specifieke opbrengstregistratie per perceel voorhanden hadden.

Bouwplan

Als laatste is het bouwplan toegevoegd. Deze geeft een meerwaarde bij de te onderzoeken beelden. Doordat het bouwplan bekend is, is bekend wat voor een gewas er op heeft gestaan. Hierdoor kunnen bepaalde plekken binnen het perceel verklaard worden door bijvoorbeeld een afrijpend gewas. Maar ook zijn groeiachterstanden in bepaalde gewassen, bijvoorbeeld graan, eerder te zien dan in een aardappलगewas. Het bouwplan geeft daarom extra achtergrondinformatie over de beelden van het desbetreffende jaartal.

Uitleg tabel berekening meeropbrengst

In de rekentabel is er onderscheid gemaakt in de opbrengst mét en zonder de meeropbrengst van precisielandbouwtechnieken. Hieruit volgt de meeropbrengst door middel van precisielandbouwtechnieken. In deze tabel zijn eerst de oppervlaktes van de slechter plekken geformuleerd. Deze zijn te vinden onder 'Grote zones in Ha'. Hierbij zijn per categorie de hectares ingevuld, gemiddeld 15% of 20% (of 30%) meer- of minderopbrengst. Doordat er een schatting gemaakt is binnen het perceel tussen 15% en 20% meer- of minderopbrengst, is er gekozen deze voor de berekening uit te splitsen in 15% en 20% om zo het onderlinge verschil tussen beide te analyseren. Hierna is de opbrengst per hectare voor het gemiddelde en de 15% en 20% meer- of minderopbrengst berekenen en dit is daarna doorberekend over de zones en opgeteld voor de totale opbrengst van het perceel.

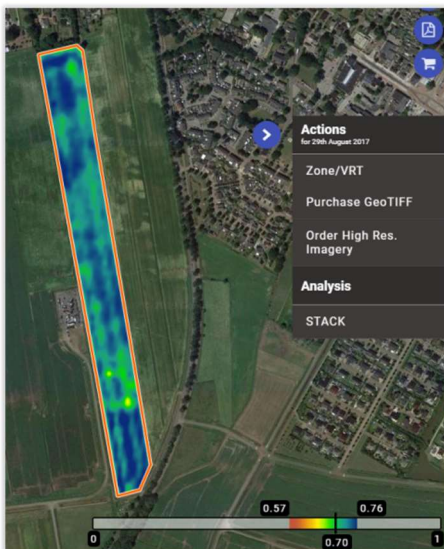
Deze methodiek is precies hetzelfde bij het onderste gedeelte van de tabel. Alleen is hier een meeropbrengst van 17% bijgeteld. Deze 17% is de geschatte meeropbrengst van het plaatsspecifiek bekalken en kunstmeststrooien. Omdat er niet op elke zone evenveel opbrengstpotentie te halen is, zie paragraaf 1.6, zijn de percentages meeropbrengst per zone anders:

- Voor 30% minder wordt er uitgegaan van 17% opbrengstpotentie.
- Voor 15% tot 20% minder wordt er uitgegaan van 14% opbrengstpotentie.
- Voor het gemiddelde wordt er uitgegaan van 10% opbrengstpotentie
- Voor 15% tot 20% meer wordt er uitgegaan van 5% opbrengstpotentie door het gebruik van plaatsspecifieke toepassingen van kalk en kunstmest.

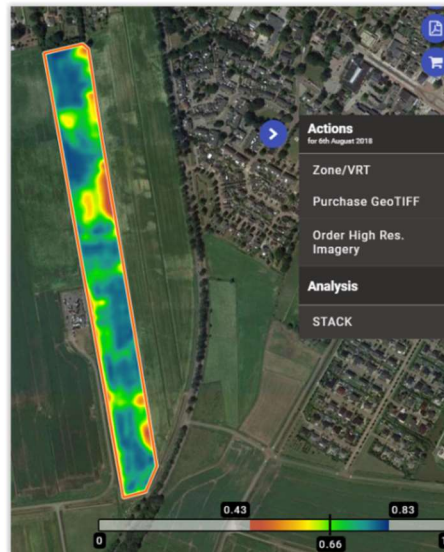
Op deze wijze wordt geprobeerd zo dicht mogelijk bij de verwachte procentuele opbrengstverhoging te komen. Echter de hierboven gehanteerde percentages, per zone, blijven een aanname.

Hieruit volgt de totale opbrengst met precisielandbouwtechnieken. Deze is gedeeld over de totale oppervlakte van het perceel om zo de meeropbrengst van de hierboven genoemde technieken te visualiseren.

3.1.1 Resultaten Perceel Robin Kuper



Figuur 6 NDVI-kaart 29 Augustus 2017



Figuur 7 NDVI-kaart 6 Augustus 2018



Figuur 8 NDVI-kaart 26 Augustus 2019

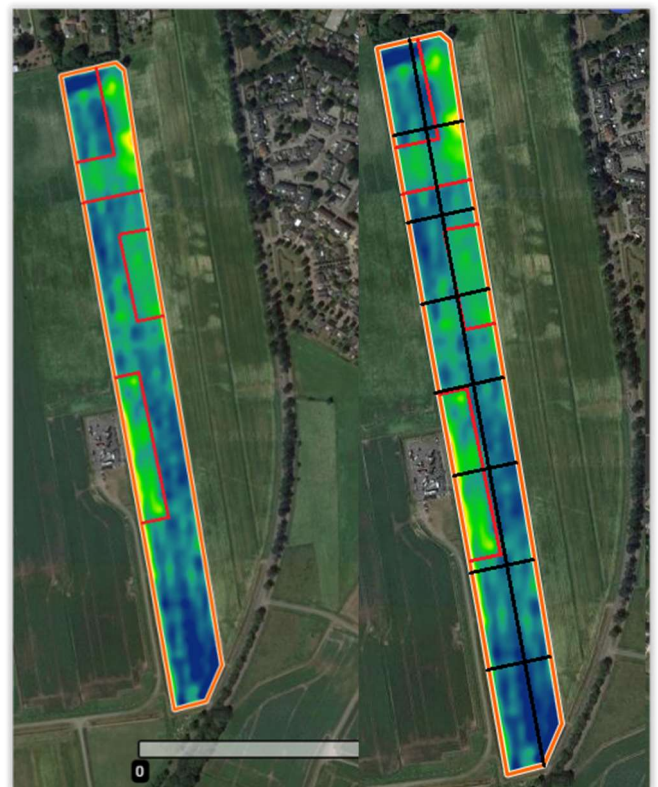
De grootte van het perceel van Robin Kuper is 7,1 hectare.

In figuur 6, 7 en 8 is te zien dat door de jaren heen de slechtere plekken in meer of mindere mate aanwezig zijn. In figuur 9 zijn deze plekken omrand met een rode lijn.

De grootte van de slechtere plekken wordt met behulp van het raster met redelijke nauwkeurigheid geschat op samen 2 hectare.

Aan de hand van de NDVI kaart van 26 augustus 2019 is voor de opbrengstverdeling en -verwachting te zien dat 2 hectare van het perceel, die rood omheind is, bij de 15-20% *lager* dan gemiddeld hoort. Bij het *gemiddelde* kan 4,6 hectare gerekend worden. En een klein gedeelte, 0,5 hectare, hoort bij 15-20 procent meer dan het gemiddelde.

Op het perceel heeft in het teeltseizoen 2019 aardappels gestaan. Hierbij wordt er uitgegaan van een opbrengst van 50 ton/ha aardappels. Deze opbrengst per hectare is gemiddeld in de regio Zuidoost-Drenthe (CBS, 2019).



Figuur 9 Ligging slechte plekken + raster. De slechte plekken zijn omrand met de rode lijn.

Tabel 1 Berekening meeropbrengst perceel Robin Kuper

Zonder Precisielandbouwtechnieken meeropbrengst									
	Grote zones in Ha	Opbrengst/ha	Opbrengst per zone			Grote zones in Ha	Opbrengst/ha	Opbrengst per zone	
Gemiddeld	4,6	50	230		Gemiddeld	4,6	50	230	
15% min.	2	42,5	85		20% min.	2	40	80	
15% meer	0,5	57,5	28,8		20% meer	0,5	60	30	
	7,1	Totaal	343,8				Totaal	340	

Met Precisielandbouwtechnieken meeropbrengst									
	Grote zones in Ha	Opbrengst/ha	% Meeropbrengst	Opbrengst per zone		Grote zones in Ha	Opbrengst/ha	% Meeropbrengst	Opbrengst per zone
Gemiddeld	4,6	50	55	253	Gemiddeld	4,6	50	55	253
15% min.	2	42,5	48,45	96,9	20% min.	2	40	45,6	91,2
15% meer	0,5	57,5	60,38	30,2	20% meer	0,5	60	63	31,5
		Totaal		380,1			Totaal		375,7

Verschil	Totaal perceel	Per hectare
Meer opbrengst bij 15% meer of minder	36,3	5,1
Meer opbrengst bij 20% meer of minder	35,7	5,0

Potentiele meeropbrengst

De potentiële meeropbrengst die het perceel door middel van plaatsspecifiek bekalken en kunstmeststrooier theoretisch kan behalen is 35,7 tot 36,3 ton aardappels. Dit resulteert in een meeropbrengst per hectare van 5,0 tot 5,1 ton. Hiermee komt de totale procentuele meeropbrengst van het perceel op 12%, door het gebruik van plaatsspecifiek bekalken en kunstmest strooien.

Bouwplan 2017 - 2019

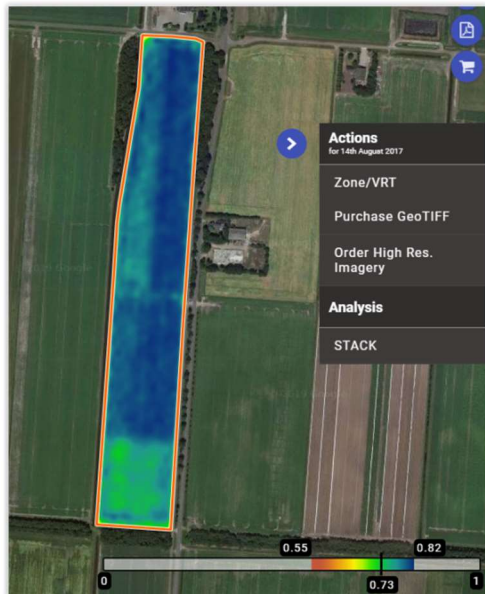
Op het perceel van Robin Kuper heeft de volgende gewasrotatie plaatsgevonden:

2017 Consumptieaardappelen

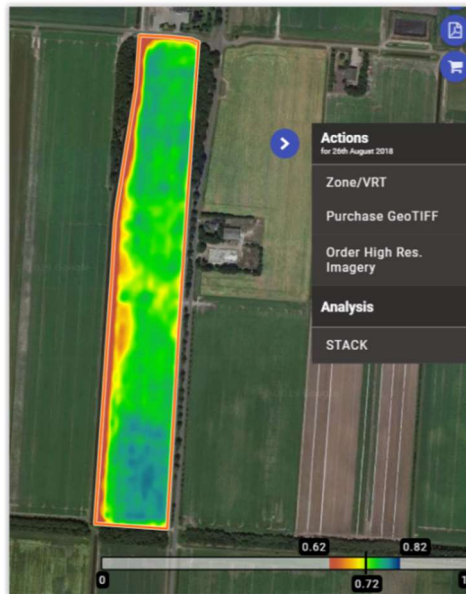
2018 Suikerbieten

2019 Zetmeelaardappelen

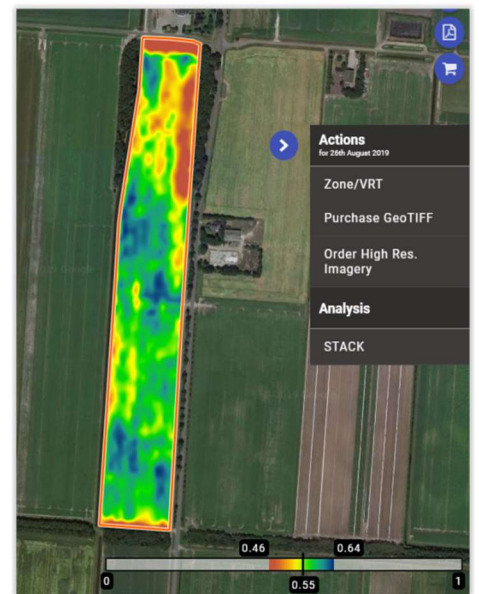
3.1.2 Perceel Erwin van Boven



Figuur 10 NDVI-kaart 10 Augustus 2017



Figuur 11 NDVI-kaart 26 Augustus 2018



Figuur 12 NDVI-kaart 26 Augustus 2019

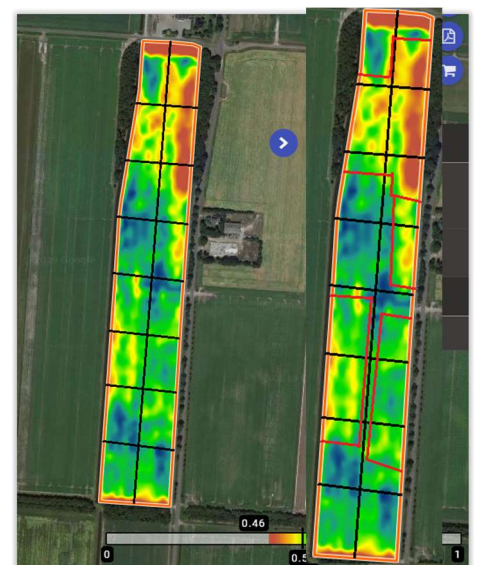
De grootte van het perceel van Erwin van Boven is 11,6 hectare.

In figuur 10, 11 en 12 is te zien dat door de jaren heen de slechtere plekken in meer of mindere mate aanwezig zijn. In figuur 13 zijn deze plekken omrand met een rode lijn.

De grootte van de slechtere plekken wordt met behulp van het raster met redelijke nauwkeurigheid geschat op samen 3,6 hectare.

Aan de hand van de NDVI kaart van 26 augustus 2019 is voor de opbrengstverdeling en -verwachting te zien dat 3,6 hectare van het perceel bij de 15-20% *lager* dan gemiddeld hoort. En 1,5 hectare hoort bij 30% *lager* dan gemiddeld. Een gedeelte van het perceel, 4,3 hectare, hoort bij het *gemiddelde*. De rest van het perceel, 2,2 hectare, bij 15-20% *meer* dan het gemiddelde.

Op het perceel heeft in het teeltseizoen 2019 uien gestaan. Hierbij wordt er uitgegaan van een opbrengst van 60 ton/ha uien. Deze opbrengst per hectare is gemiddeld in de regio Zuidoost-Drenthe (CBS, 2019).



Figuur 13 Links perceel met raster, rechts rood omlijnde vakken zijn de aandachts plekken

Tabel 2 Berekening meeropbrengst perceel Erwin van Boven

Zonder Precisielandbouwtechnieken meeropbrengst									
	Grote zones in Ha	Opbrengst/ha	Opbrengst per zone			Grote zones in Ha	Opbrengst/ha	Opbrengst per zone	
Gemiddeld	4,3	60	258		Gemiddeld	4,3	60	258	
30% min.	1,5	42	63		30% min.	1,5	42	63	
15% min.	3,6	51	183,6		20% min.	3,6	48	172,8	
15% meer	2,2	69	151,8		20% meer	2,2	72	158,4	
	11,6	Totaal	656,4				Totaal	652,2	
Met Precisielandbouwtechnieken meeropbrengst									
	Grote zones in Ha	Opbrengst/ha	% Meeropbrengst	Opbrengst per zone		Grote zones in Ha	Opbrengst/ha	% Meeropbrengst	Opbrengst per zone
Gemiddeld	4,3	60	66	283,8	Gemiddeld	4,3	60	66	283,8
30% min.	1,5	42	49,14	73,7	30% min.	1,5	42	49,14	73,7
15% min.	3,6	51	58,14	209,3	20% min.	3,6	48	54,72	196,9
15% meer	2,2	69	72,45	159,4	20% meer	2,2	72	75,6	166,3
			Totaal	726,2				Totaal	720,8
Verschil		Totaal perceel	Per hectare						
Meer opbrengst bij 15% meer of minder		69,8	6,0						
Meer opbrengst bij 20% meer of minder		68,6	5,9						

Potentiele meeropbrengst

De potentiële meeropbrengst die het perceel door middel van plaatsspecifiek bekalken en kunstmest strooien theoretisch kan behalen is 68,6 tot 69,8 ton Uien. Dit resulteert in een meeropbrengst per hectare van 5,9 tot 6,0 ton. Hiermee komt de totale procentuele meeropbrengst van het perceel op 10%, door het gebruik van plaatsspecifiek bekalken en kunstmest strooien.

Bouwplan 2017 - 2019

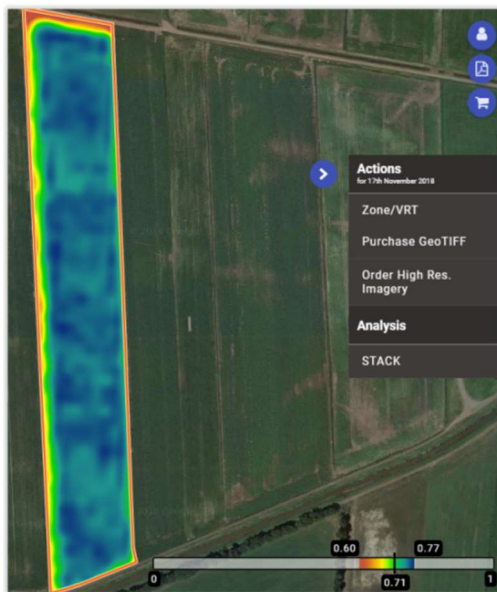
Op het perceel van Erwin van Boven heeft de volgende gewasrotatie plaatsgevonden:

2017 Consumptieaardappelen

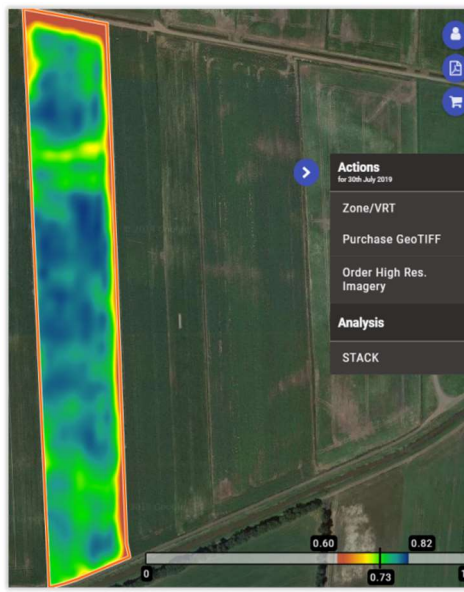
2018 Suikerbieten

2019 Zaaiuien

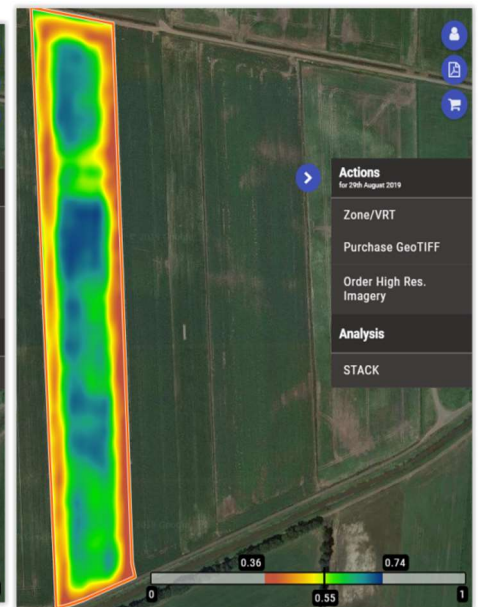
3.1.3 Perceel Henry Stripper



Figuur 14 NDVI-kaart 17 November 2018



Figuur 15 NDVI-kaart 30 Juli 2019



Figuur 16 NDVI-kaart 29 Augustus 2019

De grote van het perceel van Henry Stripper is 4,9 hectare.

In figuur 14, 15 en 16 is te zien dat door de jaren heen de slechtere plekken in meer of mindere mate aanwezig zijn. In figuur 17 zijn deze plekken omrand met een rode lijn.

De grootte van de slechtere plekken wordt met behulp van het raster met redelijke nauwkeurigheid geschat op samen 1 hectare.

Aan de hand van de NDVI kaart van 29 augustus 2019 is voor de opbrengstverdeling en -verwachting te zien dat 1 hectare van het perceel bij de 15-20% *lager* dan gemiddeld hoort. En een gedeelte van het perceel, 3,4 hectare, rond het *gemiddelde*. En de rest van het perceel, 0,5 hectare, bij 15-20% *meer* dan het gemiddelde. De NDVI-kaart van 2017 is niet meegenomen, omdat hier geen oordeel aan vast gehangen kon worden.

Op het perceel heeft in het teeltseizoen 2019 consumptieaardappelen gestaan. Hierbij wordt er uitgegaan van een opbrengst van 50 ton/ha aardappels. Deze opbrengst per hectare is gemiddeld in de regio Zuidoost-Drenthe (CBS, 2019).



Figuur 17 Links perceel raster, rechts rood omlijnde vakken zijn de aandachts plekken

Tabel 3 Berekening meeropbrengst perceel Henry Stripper

Zonder Precisielandbouwtechnieken meeropbrengst											
	Grote zones in Ha		Opbrengst/ha		Opbrengst per zone		Grote zones in Ha		Opbrengst/ha		Opbrengst per zone
Gemiddeld	3,4		50		170	Gemiddeld	3,4		50		170
15% min.	1		42,5		42,5	20% min.	1		40		40
15% meer	0,5		57,5		28,7	20% meer	0,5		60		30
	4,9		Totaal		241,2				Totaal		240

Met Precisielandbouwtechnieken meeropbrengst													
	Grote zones in Ha		Opbrengst/ha		% Meeropbrengst	Opbrengst per zone		Grote zones in Ha		Opbrengst/ha		% Meeropbrengst	Opbrengst per zone
Gemiddeld	3,4		50		55	187	Gemiddeld	3,4		50		55	187
15% min.	1		42,5		48,45	48,4	20% min.	1		40		45,6	45,6
15% meer	0,5		57,5		60,375	30,2	20% meer	0,5		60		63	31,5
			Totaal			265,6				Totaal			264,1

Verschil	Totaal perceel	Per hectare
Meer opbrengst bij 15% meer of minder	24,4	5,0
Meer opbrengst bij 20% meer of minder	24,1	4,9

Potentiele meeropbrengst

De potentiële meeropbrengst die het perceel door middel van plaatsspecifiek bekalken en kunstmest strooien theoretisch kan behalen is 24,1 tot 24,4 ton aardappelen. Dit resulteert in een meeropbrengst per hectare van 4,9 / 5,0 ton. Hiermee komt de totale procentuele meeropbrengst van het perceel op 10%, door het gebruik van plaatsspecifiek bekalken en kunstmest strooien.

Bouwplan 2017 - 2019

Op het perceel van Henry Striper heeft de volgende gewasrotatie plaats gevonden:

2017 Pootaardappelen

2018 Zomergerst

2019 zetmeelaardappelen

3.2 Deelvraag 2: Wat zijn de knelpunten voor agrarische ondernemers op het gebied van Smart Farming?

Interviews

Voor deze deelvraag zijn er interviews afgenomen bij 8 verschillende ondernemers in de regio Zuidoost-Drenthe. Tijdens deze interviews is er gewerkt volgens de vragenlijsten interview Akkerbouwers en de vragenlijst voor de adviseurs (zie bijlage 3 Interviews). De vragen zijn als een samenvatting van het gesprek weergegeven in de desbetreffende bron.

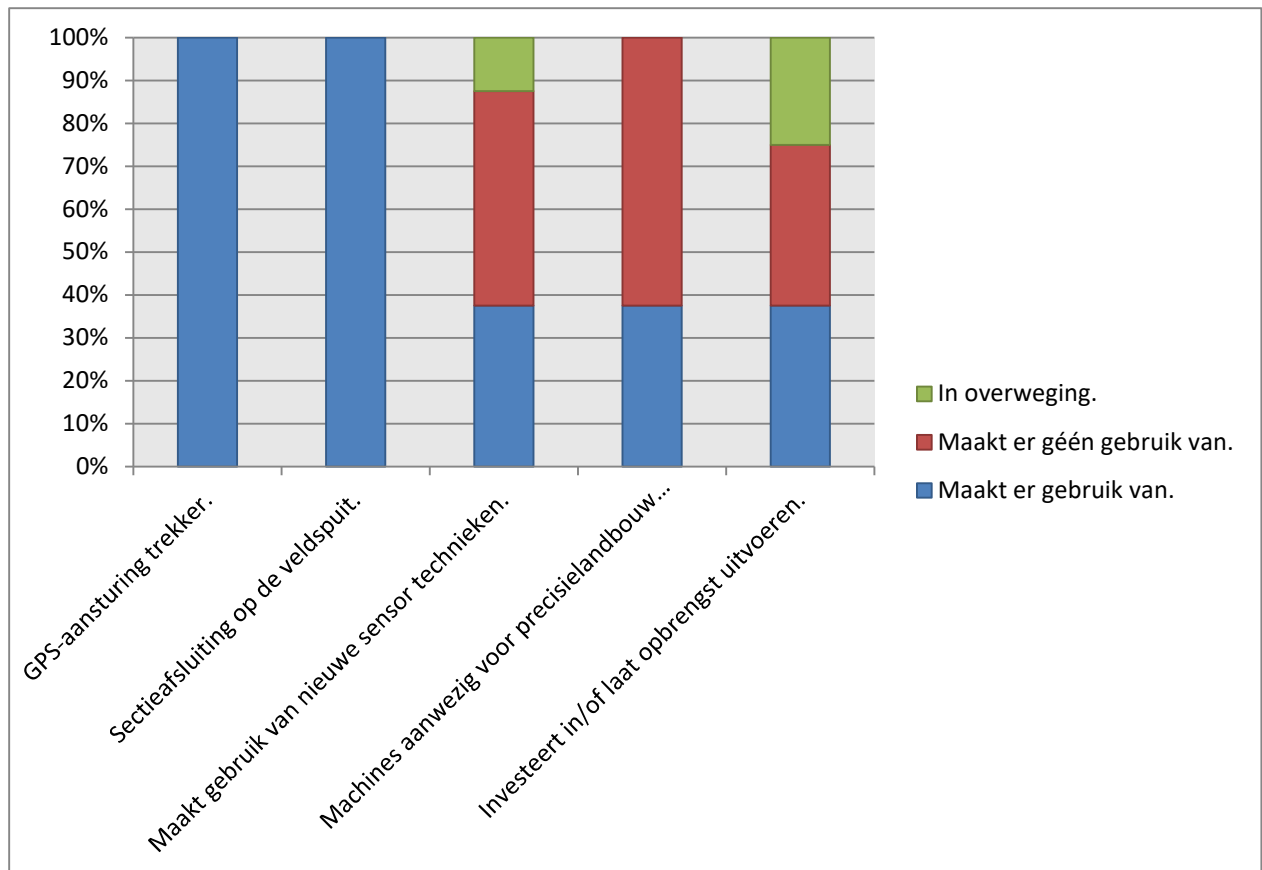
3.2.1 Knelpunten ondernemers t.o.v. precisielandbouwtechnieken

Uit de interviews met de agrarische ondernemers komen de volgende knelpunten als belangrijkste uit de bus:

- Laag rendement op de investering in precisielandbouwtechnieken.
- Er wordt wel geïnvesteerd in goedkopere technieken op het gebied van sensortechnieken, maar nog geen grotere investeringen op het gebied van opbrengstmetingen en plaats specifieke toepassingen. Het resultaat hiervan is weinig kennis en interpretatie van de resultaten die deze technieken geven.
- Weinig projecten op het gebied van precisielandbouw/Smart Farming.

Hierbij geeft het eerste knelpunt de belangrijkste reden weer van het wel of niet investeren in precisielandbouwtechnieken.

Zie figuur 18 voor de classificatie per onderwerp uit de afgenomen interviews.



Figuur 18 Aanwezigheid en gebruik precisielandbouw technieken

3.2.2 Overige punten van aandacht

- Interesse in pilotprojecten precisielandbouw.

Van de acht geïnterviewde ondernemers geven er twee aan dat ze geïnteresseerd zijn in pilotprojecten, zoals een POP3 project, op het gebied van toepassing van precisielandbouw.

- Reden aanschaf sectieafsluiting.

zes ondernemers gaven aan dat de reden van aanschaf van sectieafsluiting gebaseerd is op het besparen van middel en kosten.

Alle acht de ondernemers gaven aan dat arbeidsgemak ook een reden was voor het aanschaffen van sectieafsluiten.

- Voornaamste reden niet investeren in precisielandbouwtechnieken.

Twee ondernemers geven aan dat ze niet verder investeren in precisielandbouwtechnieken, omdat het rendement nog te laag ligt voor een succesvolle investering. Hierbij hebben er drie al wel geïnvesteerd in sensortechnieken, zoals bodemvochtsensoren en NIR-sensoren. De overige drie ondernemers volgen de nieuwe trend wel, maar zijn nog afwachtend in het verloop van de techniek.

3.3 Deelvraag 3: Wat is een werkbaar stappenplan voor een adviseur om boeren te adviseren over de kosten en baten van verschillende Smart Farming technieken?

Hieronder volgt een werkbaar stappenplan die een adviseur kan gebruiken voor het adviseren over de kosten en baten van verschillende Smart Farming technieken voor een ondernemer met een perceel met veel variatie.

3.3.1 Smart Farming stappenplan voor teeltadviseurs.

1. Is er variatie binnen het perceel?

Het beeld van de satelliet laat in het begin en het einde van het groeiseizoen duidelijke verschillen zien in het gewas. Dit geeft aanleiding om op deze plekken te gaan kijken in het veld. Ook kan de bodemkaart van de regio een inzicht geven in de bodemcondities die op het perceel soms niet even duidelijk te herkennen zijn.

2. Over wat voor een oppervlakte gaat het?

Om precisielandbouw technieken een goede kans van slagen te geven is het van belang dat er veel variatie binnen het perceel is. Als er immers geen variatie is kan het perceel als één geheel worden beschouwd. De grootte van het perceel en de grootte van de 'slechtere' plek hebben invloed op welke techniek er gekozen kan gaan worden. Maar hierbij speelt de bedrijfsomvang ook een rol om een desbetreffende techniek rendabel te laten worden.

3. Bodeminspectie.

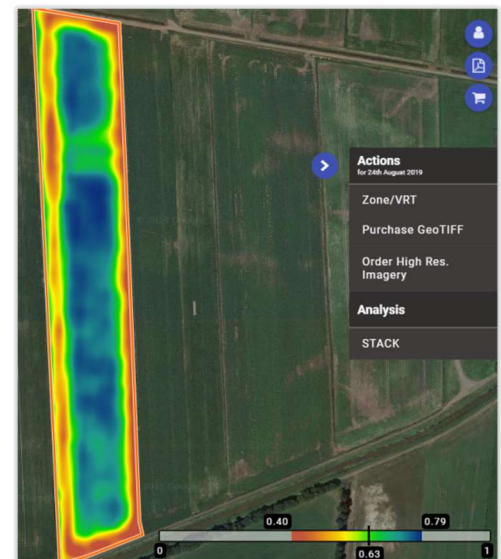
Na de analyse van het perceel is het noodzakelijk dat de plekken die minder productief zijn worden geïnspecteerd. Uit deze inspectie zal de oorzaak van de groeiachterstand resulteren. Hieraan kunnen veel verschillende problemen ten grondslag liggen, waardoor de keuze van de te gebruiken techniek met name hierop gebaseerd zal zijn.

3.1 Analyse eventuele opbrengstmetingen/NDVI dronebeelden.

Satellietbeelden geven vaak een goede indicatie van het groeiverloop van een perceel. Deze groeiverloop kan ook door middel van dronebeelden worden gedaan, door deze meerdere keren in het seizoen te laten vliegen over het perceel. Deze geven een gedetailleerd beeld van het perceel. Hierin zijn vaak ook grondbewerkingsfouten in terug te herleiden.

3.2 Perceel- en opbrengstpotentie

Aan de hand van de grootte van de 'slechtere' plek en de oorzaak van de 'slechtere' plek moet een inschatting worden gemaakt wat deze zones in het perceel maximaal nog extra kunnen opbrengen binnen het perceel. Hierbij kunnen duidelijk slechte plekken als eerst voor een verbetering van de opbrengst zorgen.



Figuur 19 De hoeveelheid variatie binnen een perceel is van belang voor het slagen van een precisielandbouwtechniek.

Door een goede inschatting te maken van de potentie van het perceel, kunnen hier resultaten aan worden gekoppeld waar verdere berekeningen kunnen worden gemaakt en waar uiteindelijk een financiering voor een bepaalde techniek ten grondslag aan kan liggen.

3.3 Keuze precisielandbouwtechnieken.

De keuze van de precisielandbouwtechnieken heeft invloed op het rendement van de investering. Als een techniek zal worden gekozen waarbij een klein percentage van het perceel verbeterd gaat worden zal het langer duren voordat de investering weer terug verdient is. Maar ook zal de impact van de bewerking/toepassing misschien niet of nauwelijks zichtbaar zijn. Hierdoor is het van belang, zoals ook in 3.2 genoemd, duidelijke slechte plekken eerst aan te passen zodat er een zichtbare opbrengstverbetering zal kunnen worden gerealiseerd. Door het 'laag hangende fruit' eerst te plukken zal er uiteindelijk ook meer financiële ruimte komen voor de volgende verbeteringslag binnen het perceel of bedrijf.

4. Reflecteren van de werkzaamheden.

Een advies staat op zichzelf. Dit maakt het moeilijk om van te voren te kunnen oordelen of de werkzaamheden geslaagd zijn. Hierdoor is het reflecteren van de werkzaamheden van belang voor het verder ontwikkelen van de Smart Farming technieken binnen een bedrijf. Voor een succesvolle toepassing van de precisielandbouwtechnieken is het belangrijk terugkoppeling te krijgen van de ondernemer. Deze terugkoppeling kan hierna gebruikt worden voor het verder adviseren over bepaalde systemen of bedrijfsvoering.

Hoofdstuk 4: Discussie

Doelstelling afstudeerwerkstuk

De doelstelling van het afstudeerwerkstuk is het inzichtelijk krijgen van de potentiële extra gewasopbrengst die Smart Farming technieken zouden kunnen geven op heterogene percelen in Zuidoost-Drenthe.

Hierbij wordt er gekeken naar de grootte van de variatie binnen drie gekozen percelen van drie van de acht geïnterviewde ondernemers.

Ook wordt er gekeken naar de knelpunten die ondernemers hebben ten opzichte van precisielandbouw technieken om inzicht te geven in de beweegredenen van de ondernemers voor desbetreffende investeringen. Kortom, waarom ze voor verschillende technieken hebben gekozen en hierin hebben geïnvesteerd.

Tot slot wordt er een stappenplan gegeven die de basisvragen geeft voor een adviesgesprek over precisielandbouwtechnieken, welke als handvat kan dienen. Hierin worden stappen toegelicht waarmee een weloverwogen keuze kan worden gemaakt voor bepaalde technieken, welke voor verbetering van het perceel kunnen zorgen.

Belangrijkste resultaten van het onderzoek

De potentiële extra opbrengst die op het perceel van Robin Kuper door middel van plaatsspecifiek bekalken en kunstmest strooien theoretisch kan behalen is 35,7 tot 36,3 ton aardappels. Dit resulteert in een meeropbrengst per hectare van 5,0/5,1 ton. Bij Erwin van Boven is een meeropbrengst van 68,6 tot 69,8 ton uien te realiseren. Dit resulteert in een meeropbrengst per hectare van 5,9/6,0 ton. En bij Henry Striper is een meeropbrengst van 24,1 tot 24,4 ton aardappelen te realiseren. Dit resulteert in een meeropbrengst per hectare van 4,9/5,0 ton.

Dit resulteert, na correctie van 10% onnauwkeurigheid, in een gemiddelde meeropbrengst van 32,4 ton voor het perceel van Robin Kuper. Op het perceel van Erwin van Boven komt dit uit op 62,3 ton. En voor het perceel van Henry Striper komt dit uit op 21,8 ton meeropbrengst voor het gehele perceel.

De 10% correctie is ervan afgetrokken, omdat er verschillende aannames zijn gedaan met betrekking tot de schatting van de grootte van de slechte plekken in de rasters en de potentiële meeropbrengst door precisielandbouwtechnieken. Hierdoor is er voor gekozen de resultaten met 10% te corrigeren.

Uit de interviews met de agrarische ondernemers komen de belangrijkste aandachtspunten:

- De belangrijkste knelpunt van de ondernemers is: Laag rendement op de investering in precisielandbouwtechnieken.
- Er wordt wel geïnvesteerd in goedkopere technieken, op het gebied van sensortechnieken, maar nog geen grotere investeringen op het gebied van opbrengstmetingen en plaats specifieke toepassingen. Het resultaat hiervan is weinig kennis en interpretatie van de resultaten die deze technieken geven.
- Weinig projecten op het gebied van precisielandbouw/Smart Farming.

Zie voor het stappenplan voor een adviseur paragraaf 3.3.

In de volgende paragrafen worden per deelvraag de punten besproken die ter discussie staan.

4.1 Discussie deelvraag 1: Wat is de opbrengstpotentie in Zuidoost-Drenthe?

De uitkomsten van de potentiële extra opbrengst zijn te verklaren door de enorme verschillen die de percelen onderling vertonen gedurende het groeiseizoen. Aan de hand van de verschillende NDVI-kaarten van de afgelopen drie jaar (zie bijlage 2 bodemkaarten) is hierin echter geen verband te vinden tussen de verschillende bodemtypes. De verschillen in groei komen waarschijnlijk ook niet door de verschillen in hoogte binnen het perceel, omdat de percelen vrij vlak zijn. Hierdoor lijkt het te komen door verschillende gradaties in bodemkwaliteit.

Uitzondering hierop is het perceel van Henry Striper. Hier kunnen de hoogteverschillen in het perceel duiden op schralere zandkopen, omdat op de hoger zandkopen het gewas slechter groeit en er fijn lemig zand aanwezig is. Eventuele profielkuilen zullen dit moeten uitwijzen.

Verder zijn er binnen de percelen in de teeltseizoenen 2018 en 2019 extreme groeiverschillen te zien gedurende het seizoen. Dit komt omdat deze jaren zich kenmerken door extreem weinig neerslag. In 2017 zijn de verschillen bij alle 3 de percelen het kleinst. De groeiachterstanden in de teeltseizoenen 2018 en 2019 zijn voor een groot gedeelte te wijten aan het gebrek aan neerslag. Op de percelen van Erwin van Boven en Robin Kuper is beide jaren berekend. Echter aan de satellietbeelden is te zien dat dit niet geheel succesvol was. De groeiachterstanden door het gebrek aan water kunnen ook door andere technieken gecompenseerd worden. Door plaatsspecifiek kalk en kunstmest te strooien kan de bodemvruchtbaarheid en structuur van de bouwvoor positief beïnvloed worden. Wat de waterhuishouding van de plant ook ten goede komt. Diepwoelen waar nodig, met behulp van een profielkuil kan ook zorgen voor een betere bodemstructuur. Dit kan ook gerealiseerd worden door draineren om zo oppervlakkig water af te voeren, wat het bodemleven weer bevordert.

Door deze veelvoud aan oorzaken is het lastig van buiten af te zeggen waardoor deze slechte plekken ontstaan en wat de oorzaak hiervan is.

- Hierdoor wordt er ter discussie gesteld of deze slechte plekken positief zullen reageren op een plaatsspecifiek toepassing van kunstmest of kalk. Er is te weinig informatie binnen dit onderzoek over de oorzaak(zaken) van deze slechte plekken om er vanuit te gaan dat door bekalken of bemesten deze slechtere plek beter zal gaan produceren. Het kan aannemelijk worden gemaakt dat hier een andere oorzaak ten grondslag zou kunnen liggen.

Ook de mate van variatie binnen de percelen bepaald het slagingspercentage van plaatsspecifiek toepassingen. Bij sterk heterogene percelen, waar veel variatie binnen het perceel is, zal een plaatsspecifiek toepassing van bijvoorbeeld kalk of kunstmest eerder rendabel zijn. In tegenstelling tot homogene percelen waar weinig variatie zichtbaar is.

- Ook kan er ter discussie worden gesteld of goed productieve plekken juist wel minder of meer zouden moeten worden bemest. Als de slechte plekken niet verder verbeterd zouden kunnen worden, is het van belang de goed producerende plekken binnen het perceel op topproductie te houden.
- In Hoofdstuk 3 Resultaten is bij de verwachte meeropbrengst uitgegaan van 17% meeropbrengst. Deze 17% resulteert uit het optellen van de twee berekende meeropbrengsten door bekalken en kunstmeststrooien (zie paragraaf 1.6). Ter discussie wordt gesteld of dit wel opgeteld mag worden in verband met de positieve eigenschappen

op het bodemleven die beide toepassingen hebben. Zowel bekalken en kunstmeststrooien hebben een positief effect op het bodemleven. Hierdoor kan de 17% meeropbrengst in werkelijkheid lager uitkomen, omdat het positieve effect van beide toepassingen hierdoor vereffend zouden kunnen worden.

Door al deze variabelen met de verschillende besproken technieken is het lastig te zeggen hoe en hoeveel opbrengstverhoging er specifiek voor het desbetreffende perceel te behalen is. Hierdoor wordt er een correctie van 10% toegepast op de uiteindelijke resultaten. Maar ook zeggen de meeropbrengsten per hectare weinig over het gehele perceel. Dit komt omdat sommige plekken binnen het perceel al redelijk aan de top zitten van de productie die op die plek waarschijnlijk gehaald kan worden. Hier zal de meerwaarde van precisielandbouw minder zijn dan op plekken waar meer te halen is qua gewasopbrengst.

Door de vele variabelen die gepaard gaan met precisielandbouw en Smart Farming kunnen de resultaten die gevonden zijn bij deelvraag 1 niet één op één worden vertaald naar de praktijk. Maar met plaatsspecifiek kalk en kunstmest strooien is zeker winst te behalen. Met de gevonden resultaten wordt er een poging gedaan om nauwkeurig te schatten hoeveel dit theoretisch zou kunnen zijn.

4.2 Discussie deelvraag 2: Wat zijn de knelpunten voor agrarische ondernemers op het gebied van Smart Farming?

De knelpunten die de ondernemers in Zuidoost-Drenthe naar voren laten komen, komen zowel landelijk als Europees overeen met het onderzoek van Janssens & Smit (Janssens & Smit, 2000). In dit onderzoek wordt er gekeken naar de Verenigde Staten, Groot-Brittannië, Duitsland, Frankrijk en Nederland. Deze resultaten komen voor een groot gedeelte overeen met de resultaten uit de interviews. Echter doordat dit onderzoek uit 2000 komt, is er in de afgelopen 19 jaar wel het een en ander verandert in relatie met het gebruik van precisielandbouwtechnieken.

Waar in 2000 nog maar een paar Nederlandse akkerbouwers en loonwerkers precisielandbouw toepasten, is dit nu bijna bij elke akkerbouwer en loonwerker. Het gebruik van opbrengstmeting heeft de afgelopen jaren ook een grote sprong gemaakt en zal in de komende jaren zijn functie als perceelanalyse gaan vervullen voor veel akkerbouwers en loonwerkers.

In de afgelopen jaren zijn met name de makkelijk te behalen opbrengstverhogingen behaald. Door bijvoorbeeld gps-aansturing op de trekker en sectieafsluiting op de spuit. Hierdoor zal het moeilijker worden om in de toekomst grote opbrengstverhogingen te realiseren, op met name de homogene gronden. Daarom zal precisielandbouw en Smart Farming op de heterogene gronden waarschijnlijk financieel interessanter zijn dan op homogene gronden.

Omdat er alleen gekeken is naar de akkerbouwers/veehouders in Zuidoost-Drenthe geeft dit geen representatief beeld van de overige regio's in Drenthe. Dit komt omdat Drenthe gekenmerkt wordt door zijn veelvoud van bodemsoorten en perceelsomvang. Hierdoor is het resultaat van deze interviews niet een-op-een door te vertalen naar de andere regio's zoals de veenkoloniën of de hogere zandgebieden in Drenthe, omdat daar minder variatie binnen de percelen is.

- Ter discussie wordt gesteld dat niet alle geïnterviewden in meer of mindere mate een even goede inbreng hebben in het onderzoek naar de knelpunten. Voor de interviews zijn een aantal willekeurige ondernemers geïnterviewd die verspreid liggen over de regio. Tijdens de interviews werd pas helder of de ondernemers met precisielandbouwtechnieken werkten of niet. Doordat de interviews zich richten op agrarische ondernemers in het algemeen, niet wetende of er gewerkt wordt met precisielandbouwtechnieken, bestaat de mogelijkheid dat de inbreng van sommige geïnterviewden minder invloed heeft op het resultaat van deze deelvraag.

4.3 Discussie deelvraag 3: Wat is een werkbaar stappenplan voor een adviseur om boeren te adviseren over de kosten en baten van verschillende Smart Farming technieken?

Het gepresenteerde stappenplan is erg afhankelijk van de bereidheid van de ondernemer. Doordat er in het stappenplan een bewustwordingsstap zit, stap 1, worden ondernemers hopelijk getriggerd om het perceel niet als een geheel te zien. Smart Farming is ook meer het creëren van bewustwording bij de boer. Boeren weten vaak wel hoe groot en waar de slechtere plekken zitten, maar deze techniek kan ook inzicht geven bij gewassen waar een groeiverschil minder goed zichtbaar is. Voor de rest is het stappenplan een hulpmiddel hierna een afweging maken tussen verschillende technieken, nadat de oorzaak van de groeiachterstand gevonden is. Door de smartphone is het opsporen van slechte plekken aanzienlijk makkelijker geworden, doordat de smartphones met GPS uitgevoerd zijn. Hiermee kan vrij nauwkeurig naar de plek toe worden gelopen (Krebbbers, 2019)

- Ter discussie wordt gesteld of dit stappenplan wel doeltreffend is voor alle agrarische ondernemers. Doordat dit stappenplan een algemeen stappenplan voor elke agrarische ondernemer is, zijn bedrijfsspecifieke opties niet meegenomen in dit stappenplan. Niet elke boer heeft dezelfde mogelijkheden of problemen op zijn bedrijf of perceel. De bedrijfsvoering, financiële middelen en problemen op het perceel zijn erg bedrijfsafhankelijk. Hierdoor is het lastig een stappenplan te maken die al deze bedrijfsspecifieke onderdelen met zich meebrengt. Echter dit stappenplan geeft wel een indicatie over de richting in welke de ondernemer zou moeten denken als er gewerkt zal worden met precisielandbouwtechnieken.

4.4 Discussie Proces/methode en percelen

Proces

Het proces is niet geheel volgens plan verlopen. Doordat er geen opbrengstkaarten of dronebeelden bij de geïnterviewde ondernemers aanwezig waren, moest er gebruik gemaakt worden van de satellietbeelden van de desbetreffende percelen. Loonwerker Fuhler uit Barger-Oosterveld heeft sinds herfst 2019 opbrengstmeting op de bietenrooier. Deze gegevens zouden de bepaling van de slechtere plekken aanzienlijk nauwkeuriger maken, maar deze gegevens waren op het moment van schrijven nog niet beschikbaar voor de ondernemers vanwege matige begeleiding vanuit leverancier Agrometius naar Fuhler (Loonbedrijf Fuhler, 2019).

De interviews verliepen volgens plan en verwachting van de uitkomsten. De uitkomsten zitten redelijk in lijn met de landelijke trend. Hierbij nemen veel ondernemers een afwachtende houding aan in verband met het lage rendement op de investering. Het interview met de adviseur verliep wat

stroevert. Door de nieuwe AVG Privacy wet, is het lastig om aan informatie te komen van adviseurs over verschillende agrarische ondernemers. Doordat het informatie is van de ondernemer en de adviseurs bedrijfsgeheim hebben getekend, is het lastig hier concrete informatie uit te halen en geven de adviseurs het niet zomaar bloot. Het interview met de adviseur is daarom niet voor honderd procent een representatief beeld van de verschillende adviseurs in de regio. Maar de resultaten geven wel een goede indicatie over de stand van zaken bij verschillende ondernemers, los van de geïnterviewde ondernemers.

Aan de hand van de bronnen, literatuur en satellietbeelden, zijn er voldoende en betrouwbare gegevens verzameld. Door te kijken naar verschillende jaren en hier overeenkomsten uit te halen, kan er een goede indicatie van het perceel gemaakt worden.

Methode en percelen

In het onderzoek worden naar een acceptabel percentage meeropbrengst gezocht. Dit percentage is een afweging van verschillende variabelen, zoals beschreven in paragraaf 1.6 Procentuele meeropbrengst. Er is veel te winnen door een perceel plaatsspecifiek te behandelen. Hierdoor is na de verschillende afwegingen van meeropbrengst van bekalken en kunstmest strooien gekozen voor de 17% extra opbrengst. Hierdoor kan het werkelijke percentage misschien wel lager of hoger liggen. Met dit percentage is een zo accuraat mogelijke aanname gedaan van de te behalen opbrengstverhoging per perceel.

Doordat er ook geen specifieke opbrengstverhogingen per precisielandbouwtechnieken in de literatuur beschreven wordt, vaak een range van 10 tot 20 procent, is het lastig hier een nauwkeurig percentage uit te halen. Hierbij is 10 tot 20 procent een te grote marge om een nauwkeurig percentage uit te halen.

Doordat er gebruik is gemaakt van satellietbeelden van de Landsat-8, welke een onbewerkte resolutie heeft van 30 meter en hierna bewerkt wordt naar 10 meter, zijn de gegevens na de verwerking hiervan niet zo nauwkeurig als een dronebeeld (Xu & Guo, 2014). Er vallen dan kleine oneffenheden in het veld weg door de interpolatie tussen de meetpunten. Ook is er tijdens het meten van de slechtere plekken geen mogelijkheid geweest, in verband met het niet voorhanden hebben van dergelijke software, om de slechtere plekken precies per categorie te meten. Hierdoor zouden de oppervlaktes van de betere en slechtere plekken preciezer vastgesteld kunnen worden, waardoor er wellicht een andere uitkomst uit zou kunnen komen.

Niet beïnvloedbare omstandigheid

De niet beïnvloedbare omstandigheid tijdens dit onderzoek is de bewolking. Dit zou niet van toepassing zijn geweest als er opbrengstmetingen of dronebeelden beschikbaar zijn. Omdat deze technieken geen negatieve gevolgen ondervinden van de invloed van bewolking, waardoor de resultaten zouden kunnen worden beïnvloed.

Hoofdstuk 5: Conclusie

Het doel van dit afstudeerwerkstuk is het inzichtelijk krijgen van de meeropbrengst door middel van precisielandbouw/Smart Farming in Zuidoost-Drenthe. Hierbij is er gekeken naar de voor- en nadelen van verschillende technieken en wat de eventuele meeropbrengst zou zijn. Dit is vertaald naar drie percelen en hiermee is berekend wat theoretisch de meeropbrengst is voor deze specifieke drie percelen. Ook heeft het werkstuk inzichtelijk gemaakt waar de knelpunten zitten bij de ondernemers voor het wel of niet investeren in precisielandbouw technieken en wat een eventuele stappenplan voor een adviseur zou kunnen zijn om de ondernemers te helpen in de vraag naar de juiste technieken voor het akkerbouw- of loonwerkbedrijf.

Deelvraag 1: theoretische meeropbrengsten

De belangrijkste resultaten voor het beantwoorden van deelvraag 1 zijn de theoretische meeropbrengsten van de drie percelen. Het perceel van Robin Kuper 35,7 tot 36,3 ton aardappels, een meeropbrengst per hectare van 5,0/5,1 ton. Het perceel van Erwin van Boven 68,6 tot 69,8 ton uien, een meeropbrengst per hectare van 5,9/6,0 ton. En bij Henry 24,1 tot 24,4 ton aardappelen, een meeropbrengst per hectare van 4,9/5,0 ton. Deze resultaten zijn niet één op één te vertalen naar de praktijk, vanwege de onnauwkeurigheid van de satellietgegevens en oppervlaktebepaling. Ze geven wel een vrij nauwkeurige inschatting van de theoretische meeropbrengst die te behalen valt met plaatsspecifiek bekalken en kunstmest strooien.

Deelvraag 2: gevonden knelpunten

Ook is er gekeken naar de knelpunten die de ondernemers hebben en de trend die te zien is in het buitenland. Hierbij komen de hieronder genoemde knelpunten ook terug in onderzoeken naar het gebruik van precisielandbouwtechnieken in het buitenland. De belangrijkste en meest genoemde knelpunten van de ondernemers in Zuidoost-Drenthe zijn:

- Laag rendement op de investering in precisielandbouwtechnieken.
- Er wordt wel geïnvesteerd in goedkopere technieken, op het gebied van sensortechnieken, maar nog geen grotere investeringen op het gebied van opbrengstmetingen en plaats specifieke toepassingen. Het resultaat hiervan is weinig kennis en interpretatie van de resultaten die deze technieken geven.
- Weinig projecten op het gebied van precisielandbouw/Smart Farming.

Deelvraag 3: ontwikkeld stappenplan

Aan de hand van de interviews met de agrarische ondernemers en de adviseur is er een stappenplan gemaakt die de adviseur of ondernemer kan gebruiken om een weloverwogen keuze te maken voor het wel of niet investeren in precisielandbouw technieken. Hierbij wordt er eerst gekeken naar de mogelijkheden op perceelsniveau binnen het bedrijf. Om zo te kunnen bekijken wat binnen het bedrijf past en financieel aantrekkelijk is met betrekking tot de voordelen die hiermee gepaard gaan. Zie voor het stappenplan paragraaf 3.3.

Hoofdvraag: potentiële extra gewasopbrengst

De volgende alinea geeft antwoord op de hoofdvraag “Wat is de potentiële extra gewasopbrengst door het toepassen van Smart Farming technieken op sterk heterogene percelen voor de akkerbouwteelt in Zuidoost-Drenthe?”

De potentiële extra gewasopbrengst door het toepassen van Smart Farming technieken op sterk heterogene percelen voor de akkerbouwteelt voor de onderzochte percelen zijn voor het perceel van Robin Kuper in 32,4 ton meeropbrengst. Voor het perceel van Erwin van Boven 62,3 ton en voor het perceel van Henry Striper 21,8 ton meeropbrengst voor het gehele perceel.

Aanbevelingen

De resultaten die dit afstudeerwerkstuk geven, geven een inzicht in de toepasbaarheid van plaatsspecifieke precisielandbouwtechnieken in Zuidoost-Drenthe. De uitkomst van dit onderzoek kan eventueel ook door worden vertaald naar andere gebieden met een soortgelijke bodem. De conclusie die getrokken is uit de opbrengstpotentie van de percelen geven een inschatting van de toepassingsmogelijkheden, maar doordat er weinig concrete cijfers/percentages bekend zijn over de daadwerkelijke meeropbrengsten, kan dit niet met volledige zekerheid gesteld worden.

De aanbevelingen voor een vervolgonderzoek zijn het gebruik van opbrengstmeting of bodemscans. Door deze technieken te gebruiken, in combinatie met de juiste software voor oppervlakte bepaling, kan preciezer nagegaan worden hoeveel opbrengst er daadwerkelijk af komt en om wat voor een oppervlakte het gaat. Ook zou er voorkeur uitgaan van een meerjarig onderzoek. Zo kan aan de hand van de opbrengstmetingen en/of bodemscans een traject worden gestart van bodem-/opbrengstverbetering. Uit deze resultaten van meerdere jaren kan tot slot een opbrengstverhoging worden gehaald, die gebaseerd is op de percelen in een desbetreffende regio.

Doordat een aantal ondernemers aangeeft geïnteresseerd te zijn in een precisielandbouwproject in de regio, zal dit vervolgonderzoek hier uitstekend bij aansluiten.

Bibliografie

- Agro, E. (2016, 11 1). *Melkveebedrijf*. Opgeroepen op 11 4, 2019, van <https://www.melkveebedrijf.nl/archiefartikel/2016/nog-veel-maisland-met-een-te-lage-ph/b72g4c19o1963/>
- Akker, J. v., Vries, F. d., Vermeulen, G., Hack-ten Broeke, M., & Schouten, T. (2012). Opgehaald van WUR Alterra: <https://edepot.wur.nl/251636>
- Batte, M., Ehsani, M., & VanBuren, F. (2006). *The economics of precision guidance with auto-boom control for farmer-owned agricultural sprayers*. Columbus. Ohio: Elsevier.
- Boom, N. v. (2018, 5 31). *Boerenbusiness*. Opgehaald van Boerenbusiness: <https://www.boerenbusiness.nl/tech/artikel/10878738/vederlichte-robot-bestrijdt-onkruid>
- Boydell, B., & McBratney, A. (2006). *Identifying potential within-field management zones from cotton-yield estimates*. Sydney: university of Sydney.
- Coopman, F., & Van Beek, J. (2018). Drones getest in de preiteelt. *Proeftuinnieuws*.
- Davis, K., Rulli, M., Garrassino, F., Chiarelli, D., Seveso, A., & D'Odorico, P. (2016). *Water limits to closing yield gaps*. Elsevier. Opgehaald van ScienceDirect.
- Hattum, B. v. (2017, 3 28). *Boerderij*. Opgehaald van Boerderij: <https://www.boerderij.nl/Mechanisatie/Nieuws/2017/3/Fendt-helft-trekkers-met-stuurautomaat-112186E/>
- Janssens, S., & Smit, A. (2000). *Heeft precisielandbouw (de) toekomst?* Den Haag: Wageningen Economic Research.
- Kooistra, L., Bartholomeus, H., Lerink, P., & Valkengoed, E. v. (sd). *Plaatsspecifiek perceelmanagement van de kaart*. Opgehaald van WUR: <https://edepot.wur.nl/189135>
- Krebbers, H. (2019, 5 15). POP3 Landstede 2019. (F. Gommer, Interviewer)
- Loonbedrijf Fuhler. (2019, 10 29). Vragen Opbrengstmeting Verveat 925. (F. Gommer, Interviewer)
- Majid, M., Saiful Islam, M., Sabagh, A., Hasan, M., Saddam, M., Barutcular, C., . . . Islam, M. (2017). *Influence of varying nitrogen levels on growth, yield and nitrogen use efficiency of hybrid maize*. Bangladesh: Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences.
- Oosterveld, H. (2007). *Ministerie van Landbouw, Natuur en voedselkwaliteit*. Opgeroepen op 11 4, 2019, van <https://edepot.wur.nl/5915>
- Pierce, F., & Warncke, D. (1999). *Soil and crop response to variable-rate liming for two michigan fields*. Michigan state universiteit: Soil science society.
- Reindsen, H. (2019, 5 2). *Dronegebruik akkerbouw verdubbeld*. Opgehaald van Nieuwe Oogst: <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2019/05/02/dronegebruik-akkerbouw-verdubbeld>

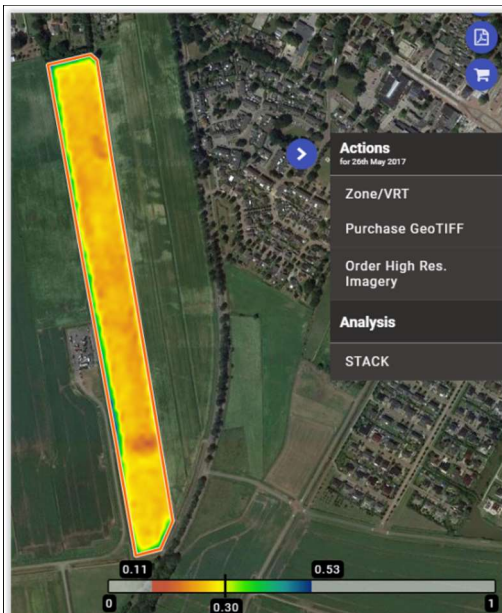
- Reindsen, H. (2019, 7 3). *Nieuwe Oogst*. Opgehaald van Nieuwe Oogst:
<https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2019/07/03/preciezer-werken-hoeft-niet-moeilijk-te-zijn>
- Statestiek, C. B. (2019, 9 13). *CBS*. Opgehaald van Statline:
<https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/80783NED/line?ts=1568996167554&fromstatweb=true>
- Striper, H. (2019, 10 22). DGA Striper Agra BV. (F. Gommer, Interviewer)
- Tholhuijsen, L. (2017, Maart 22). *Boerderij*. Opgehaald van
<https://www.boerderij.nl/Akkerbouw/Blogs/2017/3/Overtuig-de-akkerbouwer-van-smart-farming-109341E/>
- Tholhuijsen, L. (2017, 5 3). *Boerderij*. Opgehaald van Boerderij:
<https://www.boerderij.nl/Akkerbouw/Achtergrond/2017/5/Smart-farming-is-hot-teler-wacht-nog-af-126775E/>
- Tjoonk, L. (2016). *Smart Fertilization day*. Opgehaald van
http://www.smartfertilizationday.nl/downloads/2016/Tjoonk_Agrifirm_machines.pdf
- Ullah, I., Ali, N., Durrani, S., Shabaz, M., Hafeez, A., Ammeer, H., . . . Waheed, A. (2018). *Effect of different nitrogen levels on growth, yield and yield contributing attributes of wheat*. Faisalabad: International journal of scientific and engineering research.
- van der Wal, T., Vullings, L., Zaneveld-Reijnders, J., & Bink, R. (2017, 6). Doorontwikkeling van de precisielandbouw in Nederland. *WUR*. Opgehaald van
<https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2017/06/01/doorontwikkeling-van-de-precisielandbouw-in-nederland/doorontwikkeling-van-de-precisielandbouw-in-nederland.pdf>
- Vandergeten, J.-P., & Roisin, C. (2004). *Ploegloze teelttechniek in de suikerbietenteelt*. Agripress.be. Opgehaald van
http://www.agripress.be/_STUDIOEMMA_UPLOADS/downloads/3_0_1_2_3_4_5_6_7_8_9_10_11_12_13_14.pdf
- Vangeyte, J., Balafoutis, A., Beck, B., Fountas, S., Wal, T. v., Soto, I., . . . Eory, V. (2017). *Precision Agriculture Technologies Positively Contributing to GHG Emissions Mitigation Farm Productivity and Economics*. Opgehaald van <https://www.mdpi.com/2071-1050/9/8/1339/pdf>
- Vitharana, U. W., Meirvenne, M. V., Simpson, D., Cockx, L., & Baerdemaeker, J. D. (2006). *Key soil and topographic properties to delineate potential management classes for precision agriculture in the European Loess area*. Leuven, Belgie: Elsevier.
- Walter, A., Finger, R., Huber, R., & Buchmann, N. (2017). Smart farming is key to developing. *National Academy of Sciences of the United States of America*.

- Xu, D., & Guo, X. (2014, 10-14). *ResearchGate*. Opgeroepen op 11-5-2019, van American Journal of Remote Sensing:
https://www.researchgate.net/publication/270820608_Compare_NDVI_Extracted_from_Landsat_8_Imagery_with_that_from_Landsat_7_Imagery
- Zande, J. v., & Jeurissen, L. (2012, 10). *Overlap van behandelde oppervlaktes op percelen bij verschillende werk- en sectiebreedtes van spuitmachines*. Opgehaald van WUR:
<https://edepot.wur.nl/243238>

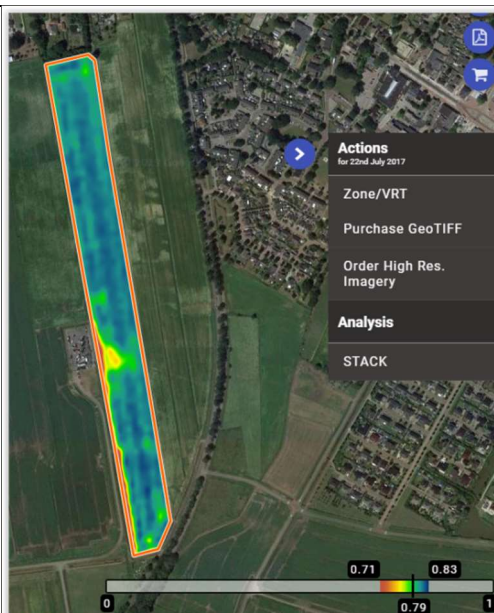
Bijlagen

Bijlage 1 NDVI-Kaarten percelen

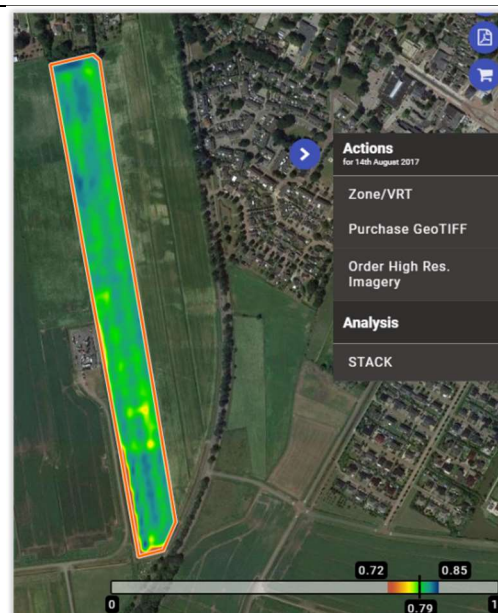
1. Perceel Robin Kuper



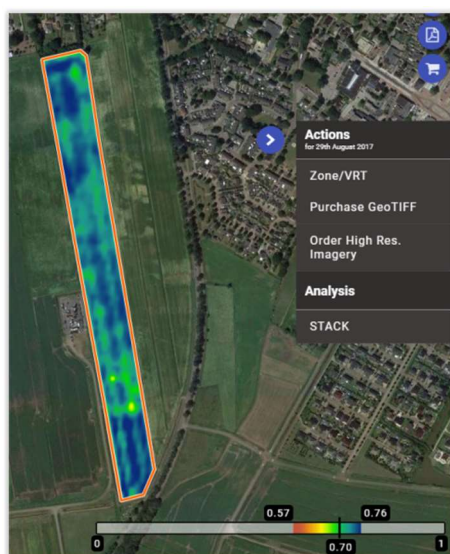
26 Mei 2017



22 Juli 2017

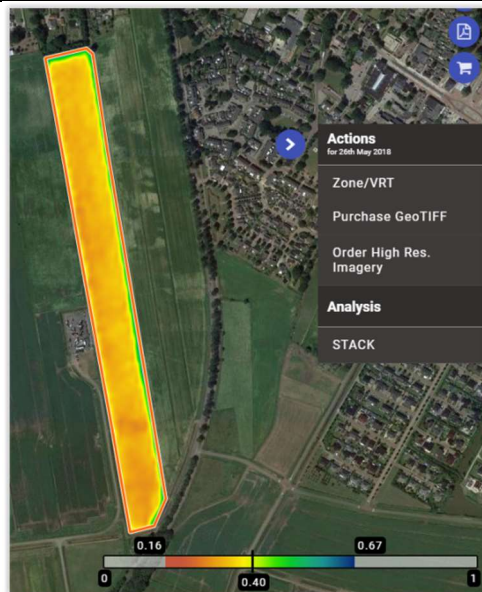


16 Augustus 2017



29 Augustus 2017

2018



26 Mei 2018



2 Juli 2018



7 Juli 2018



15 Juli 2018



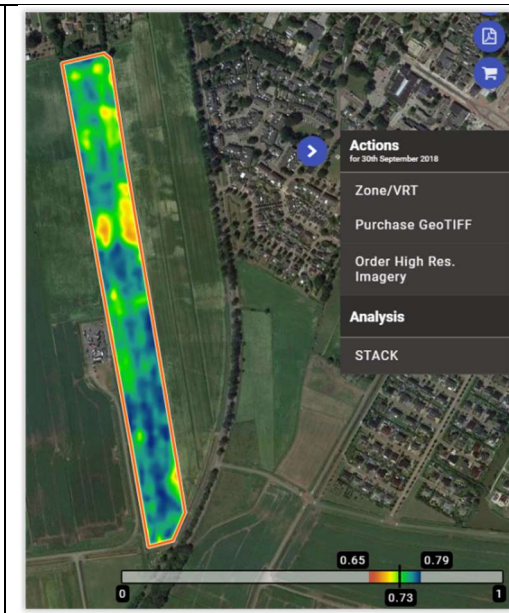
27 Juli 2018



6 Augustus 2018



18 September 2018

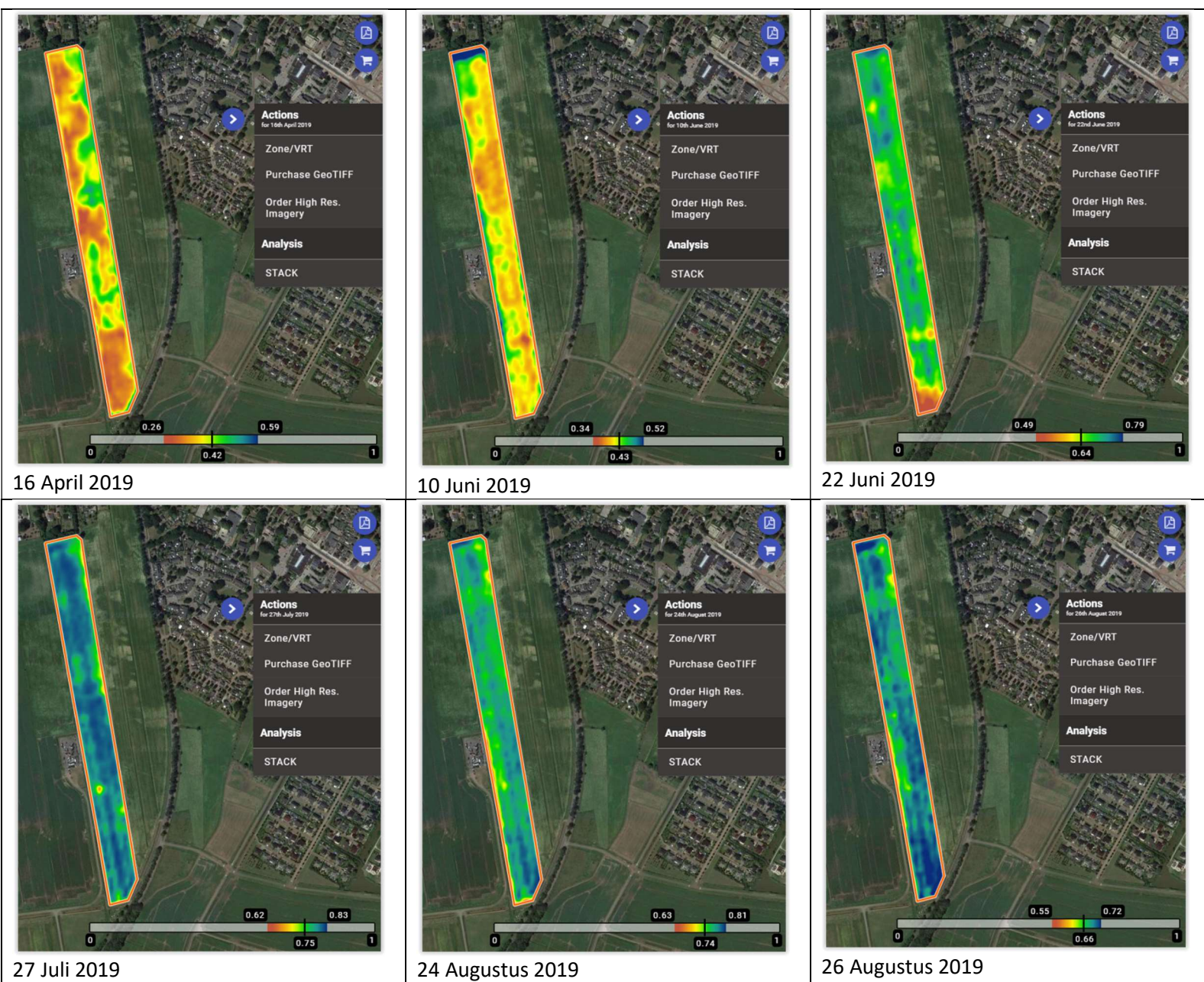


30 September 2018

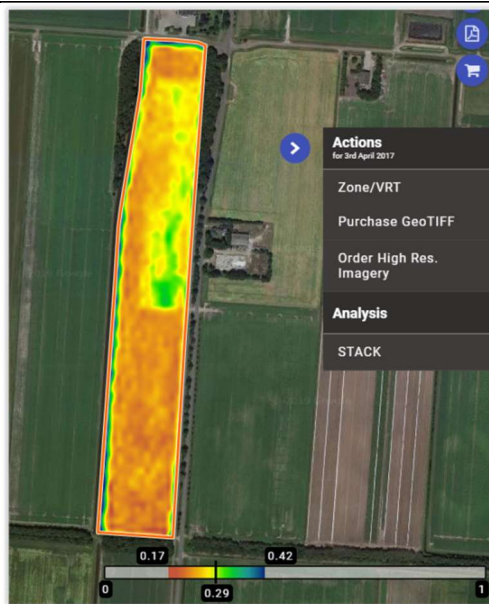


10 Oktober 2018

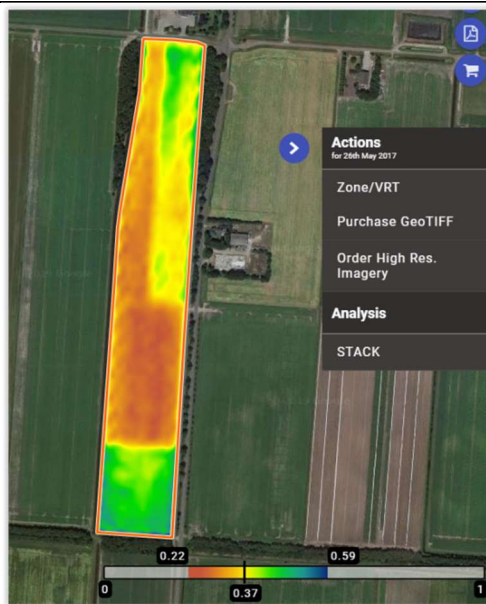
2019



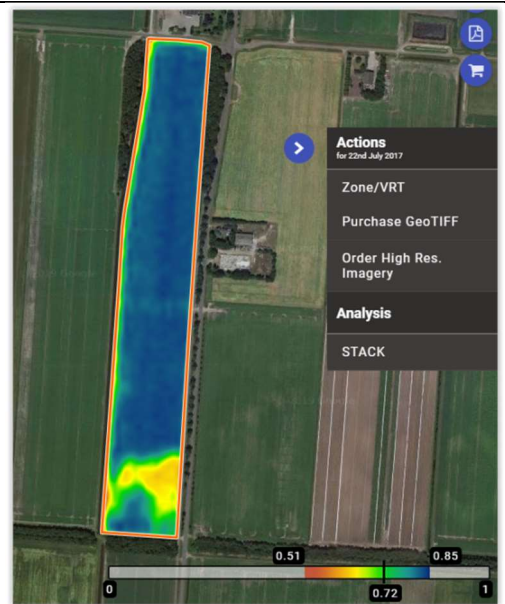
2. Perceel Erwin van Boven 2017



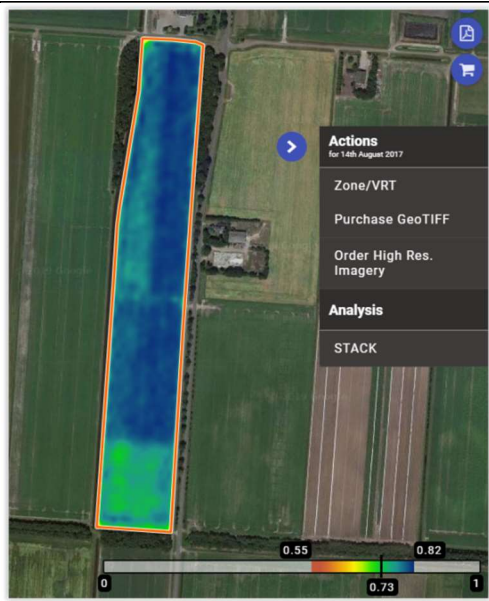
3 April 2017



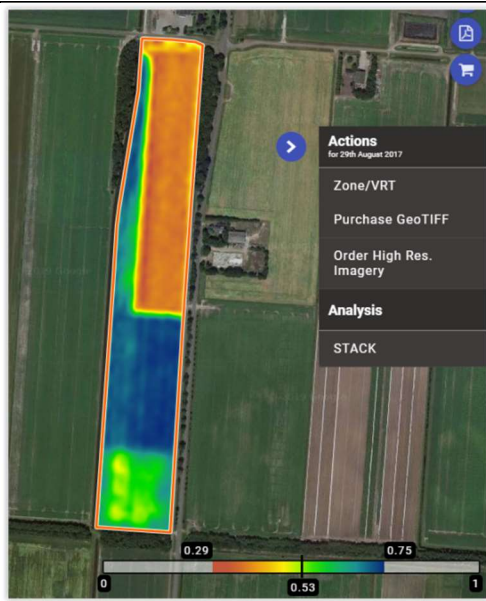
26 Mei 2017



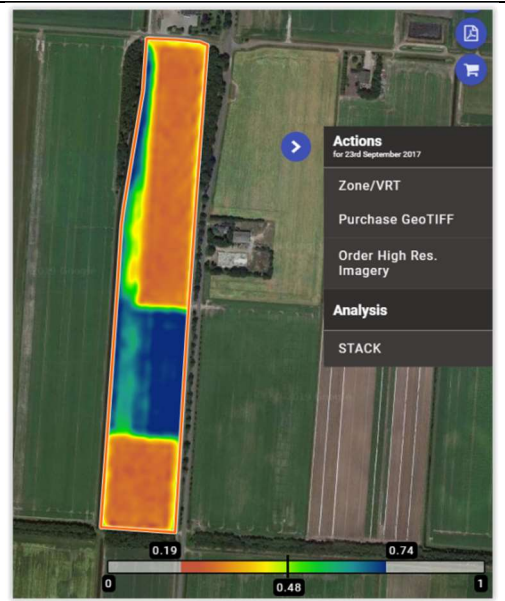
22 Juli 2017



14 Augustus 2017

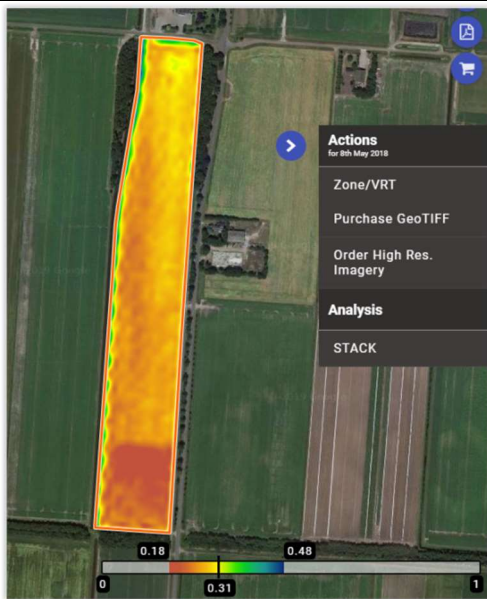


29 Augustus 2017



23 September 2017

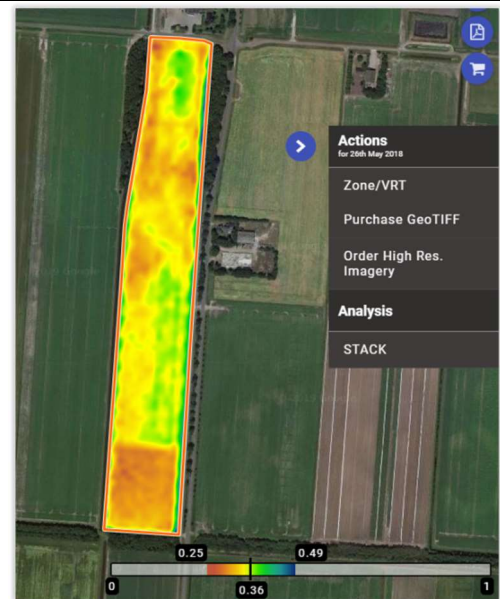
2018



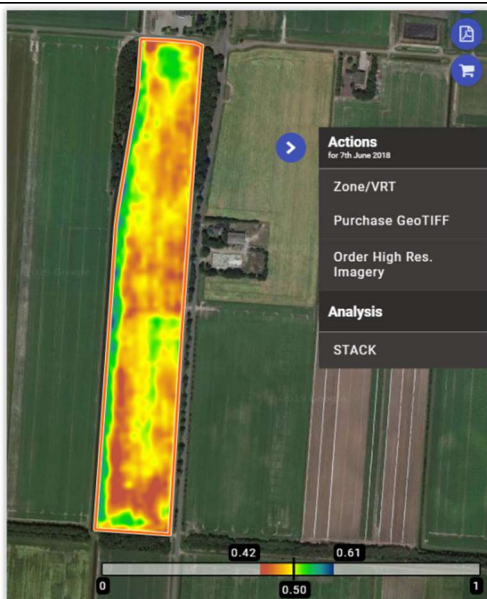
8 Mei 2018



21 Mei 2018



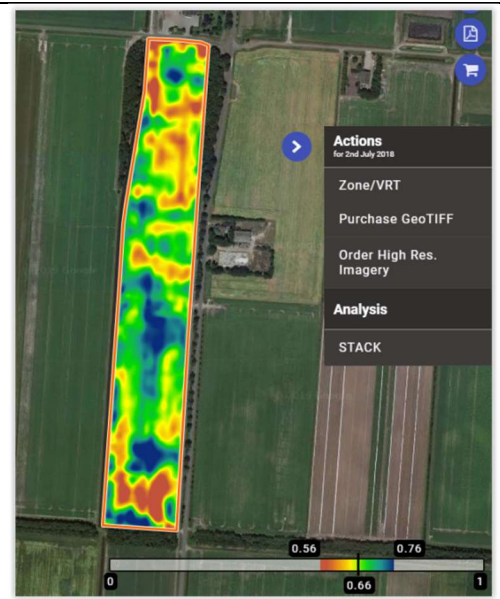
26 Mei 2018



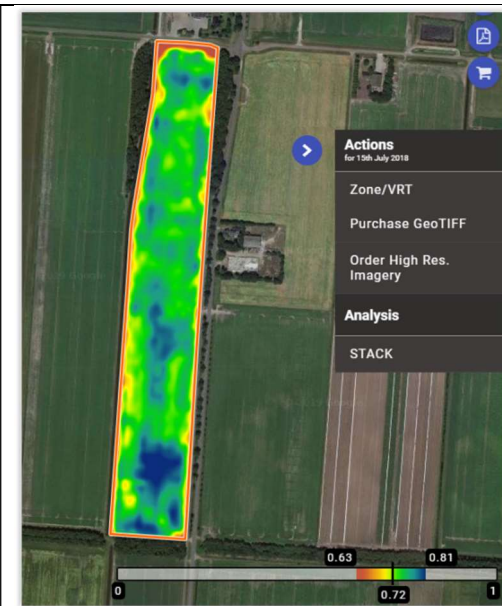
7 Juni 2018



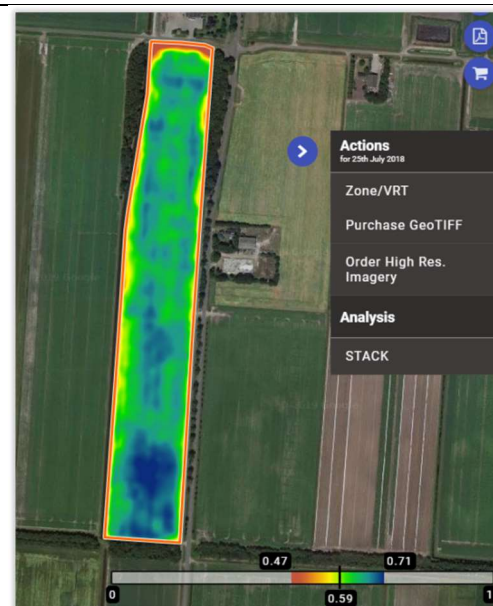
30 Juni 2018



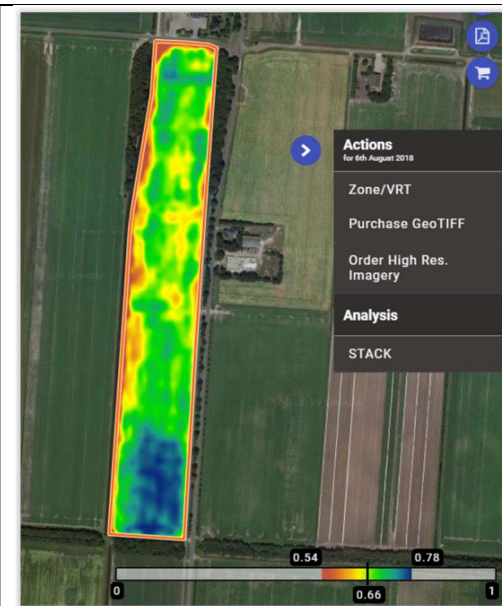
2 Juli 2018



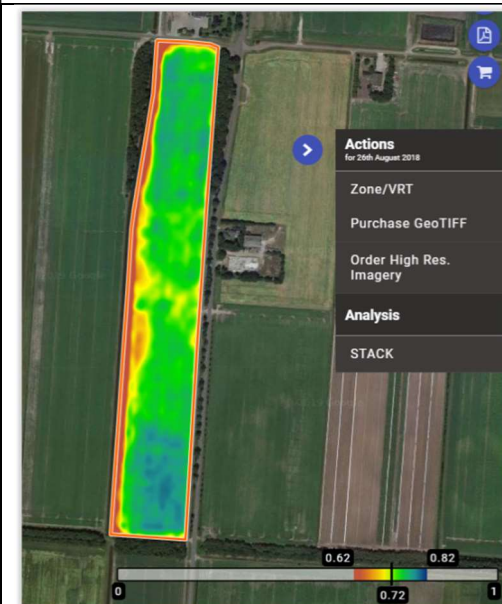
15 Juli 2018



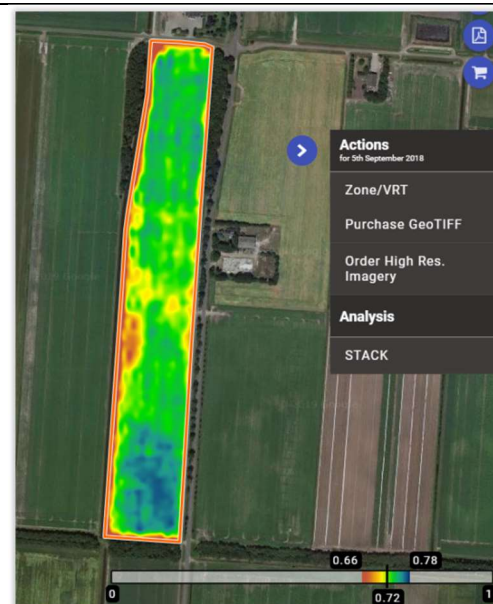
25 Juli 2018



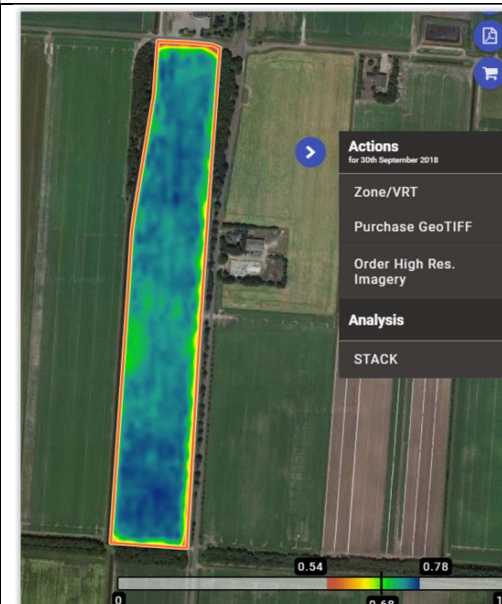
6 Augustus 2018



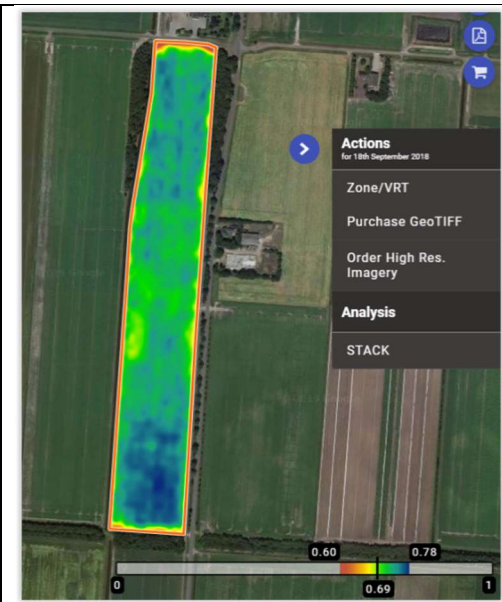
26 Augustus 2018



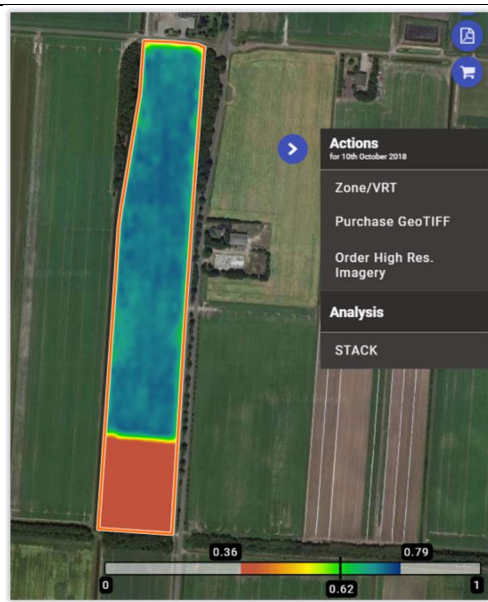
5 september 2018



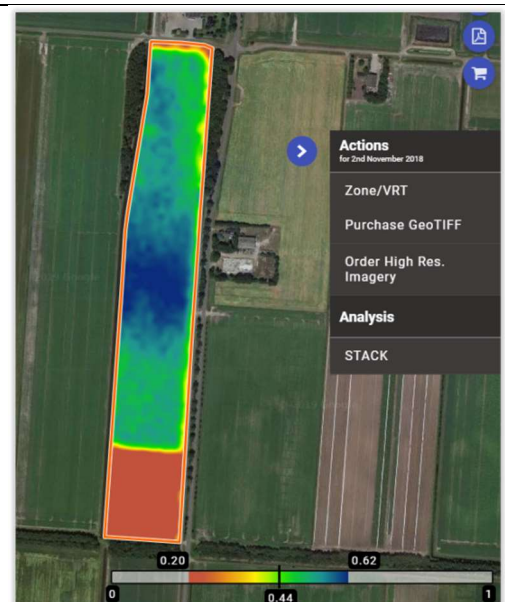
30 September 2018



18 September 2018

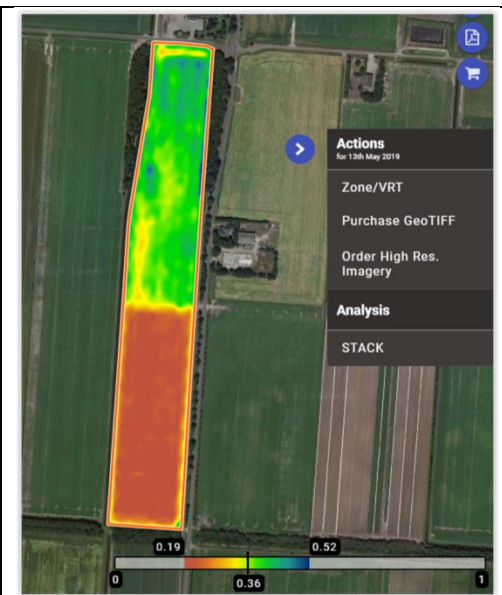


10 Oktober 2018

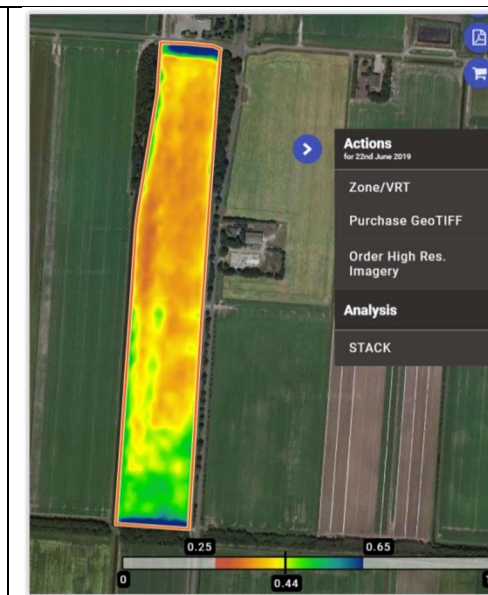


2 November 2018

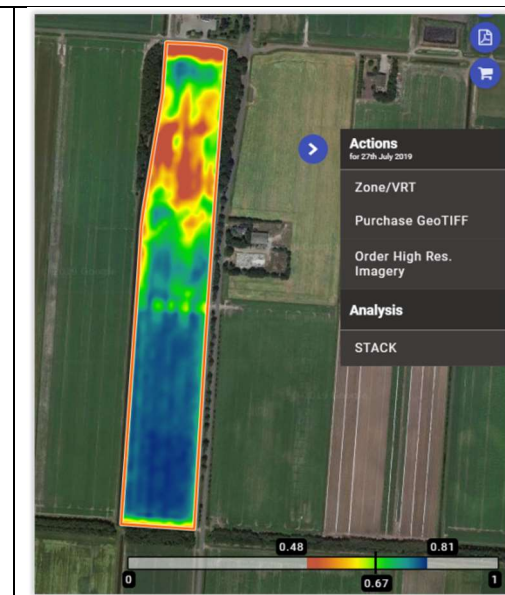
2019



13 Mei 2019



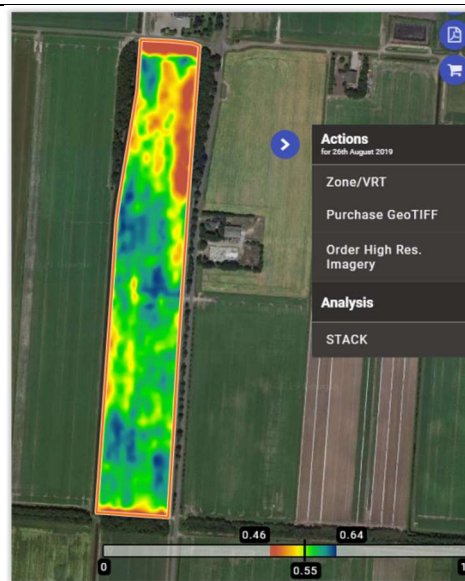
22 Juni 2019



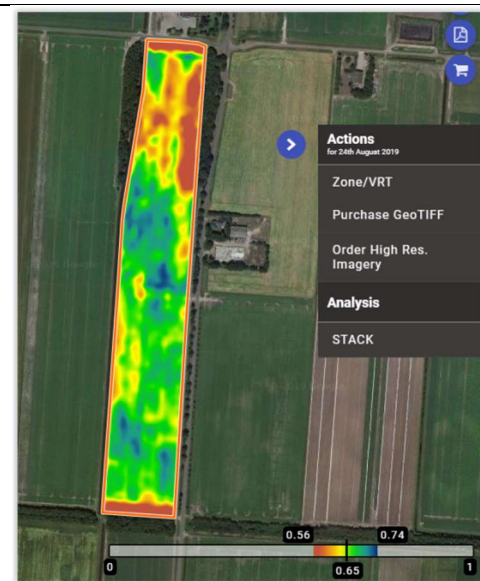
27 Juli 2019



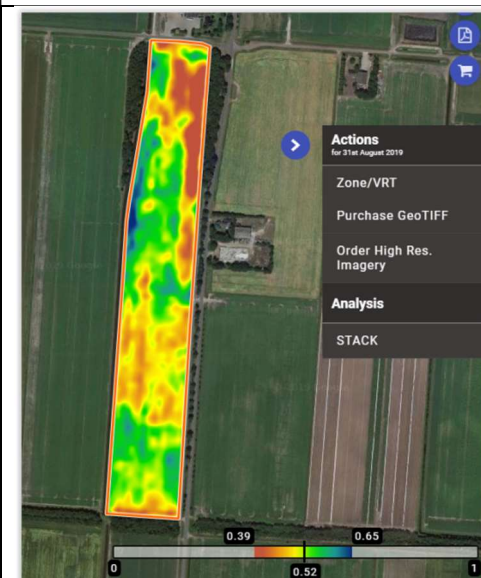
30 Juli 2019



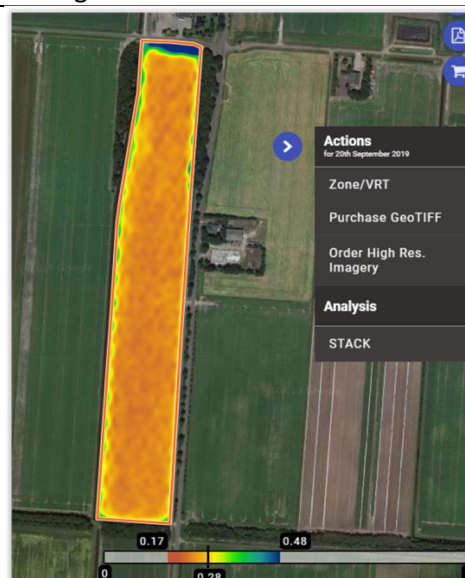
26 Augustus 2019



24 Augustus 2019

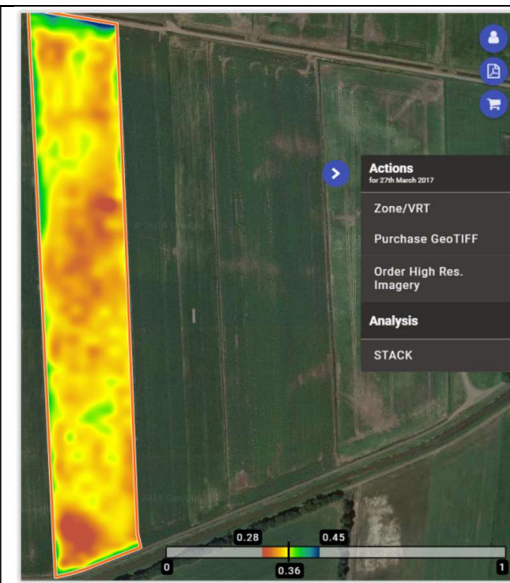


31 Augustus 2019

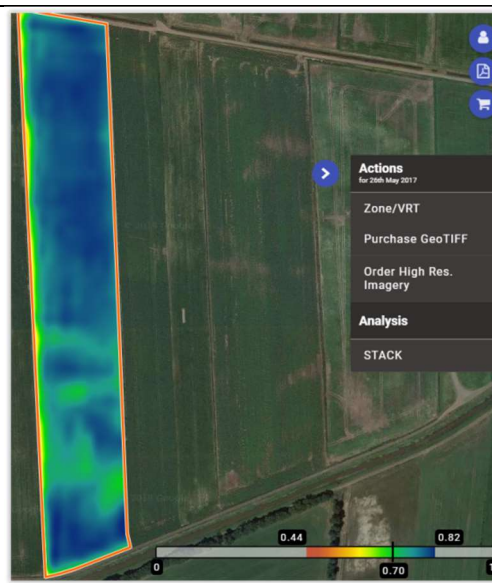


20 September 2019

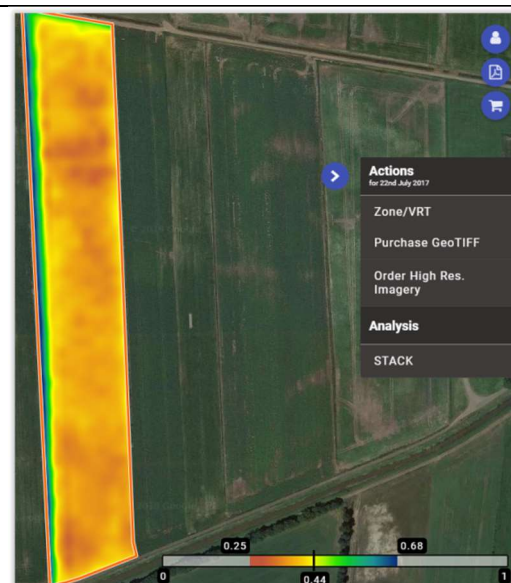
3 Perceel Henry Striper 2017



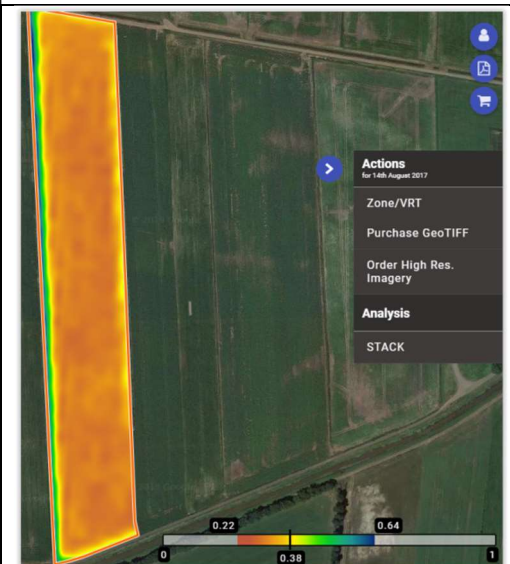
27 Maart 2017



26 Mei 2017

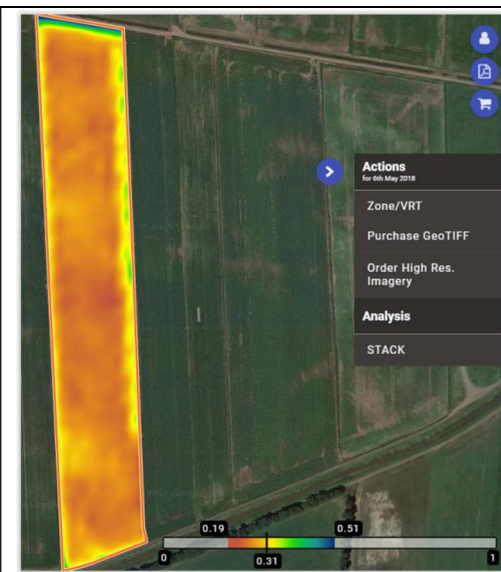


22 Juli 2017

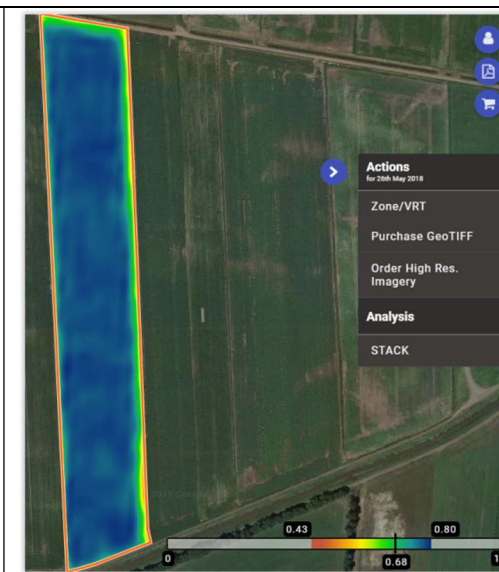


14 Augustus 2017

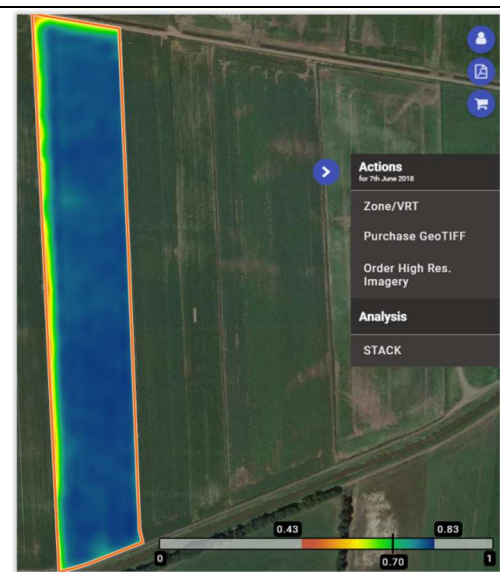
2018



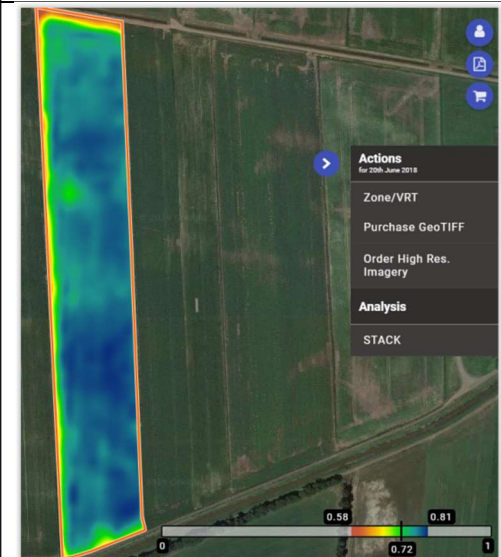
6 Mei 2018



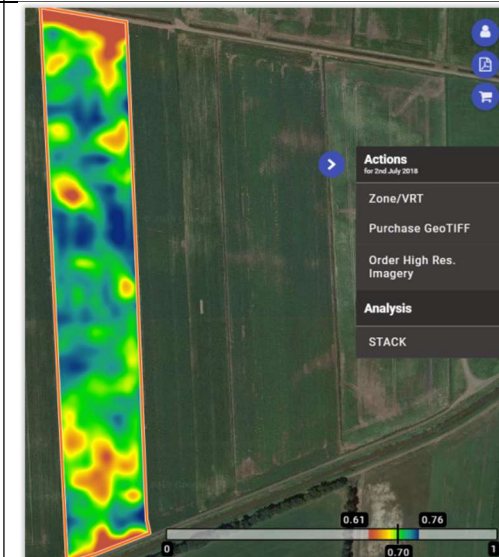
26 Mei 2018



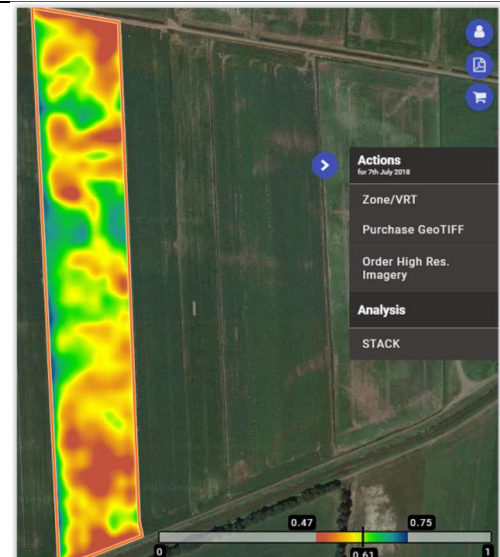
7 Juni 2018



20 Juni 2018



2 Juli 2018



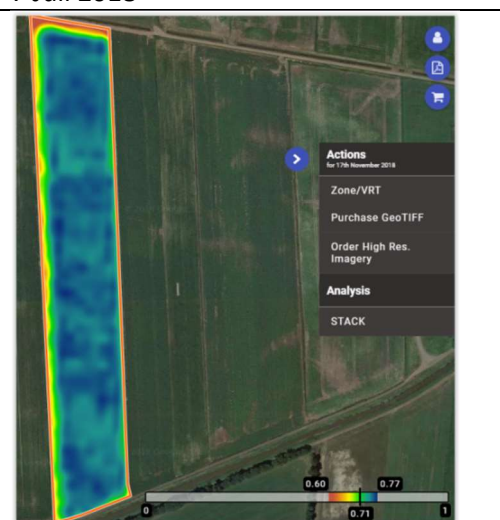
7 Juli 2018



15 Juli 2018

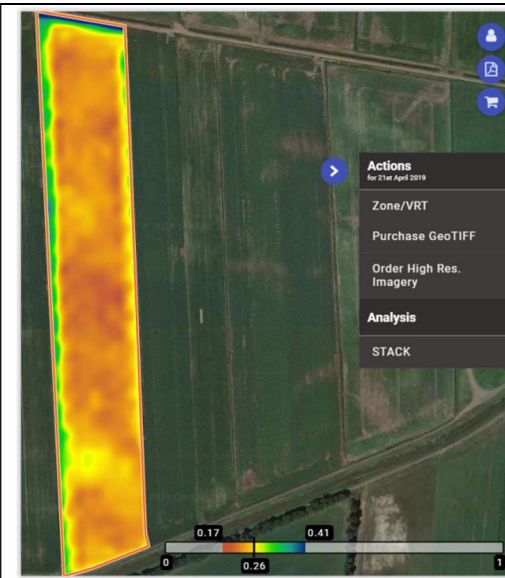


November 2018

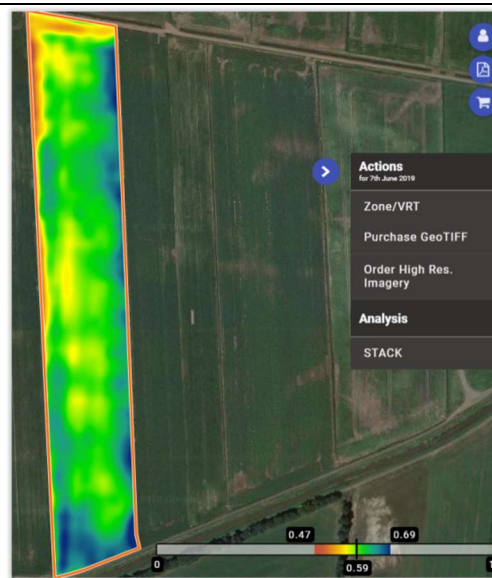


17 November 2018

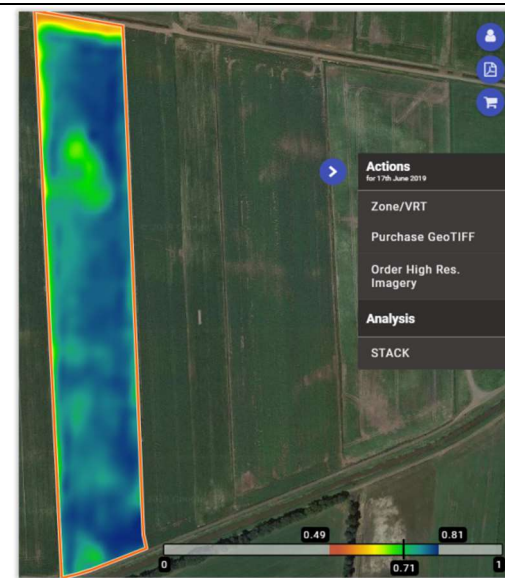
2019



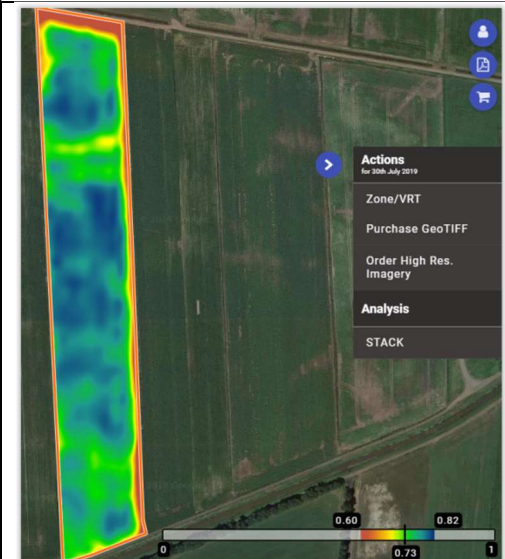
21 April 2019



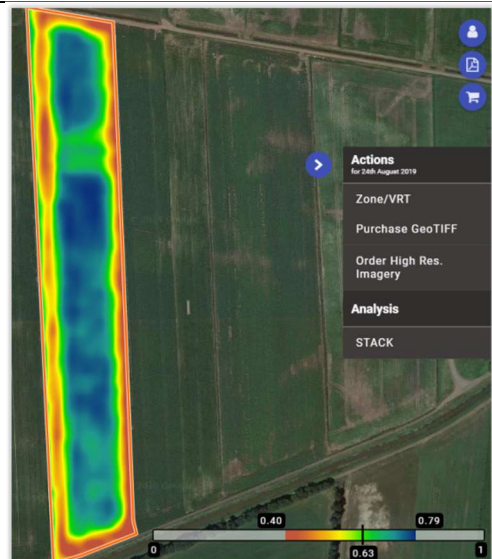
7 Juni 2019



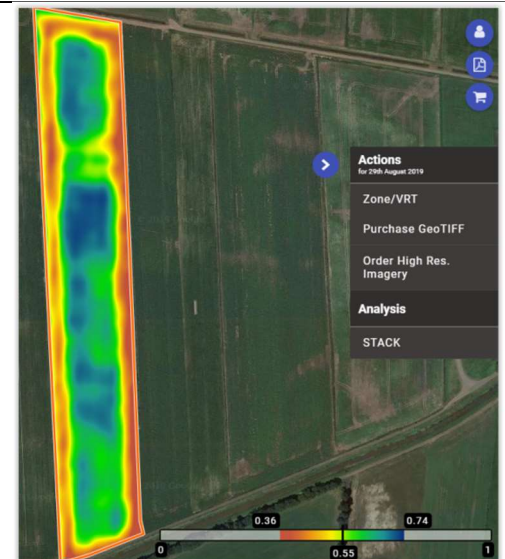
17 Juni 2019



30 Juli 2019

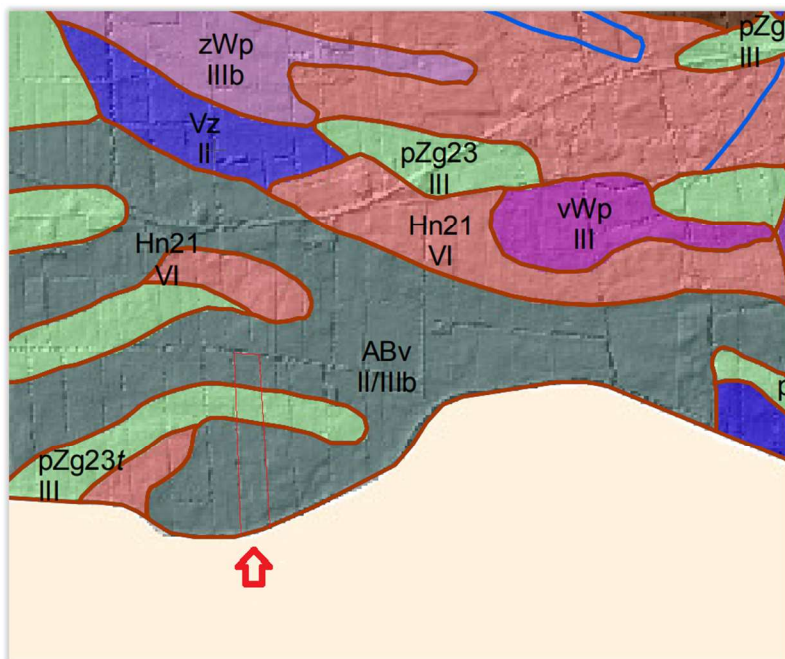


24 Augustus 2019



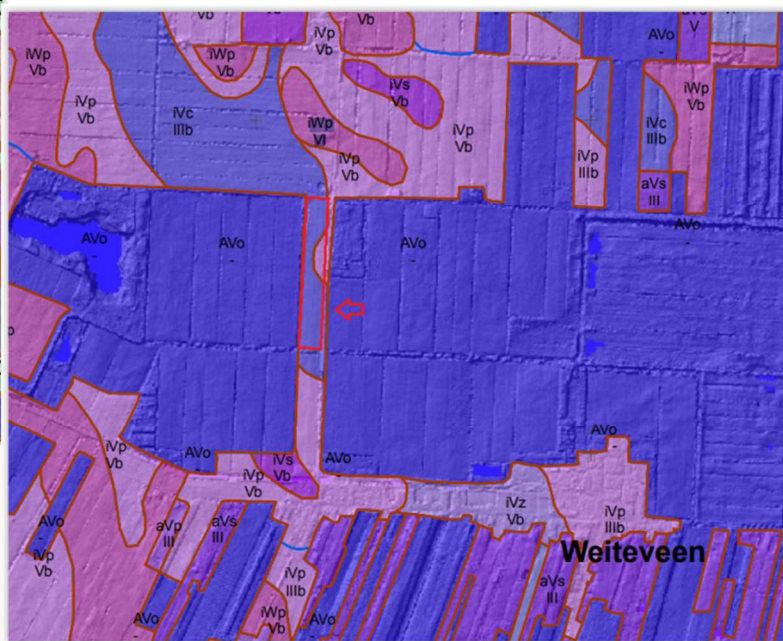
29 Augustus 2019

Bijlage 2 :Bodemkaarten en hoogtekaart



Figuur 5 Perceel Henry Striper boven rode pijl

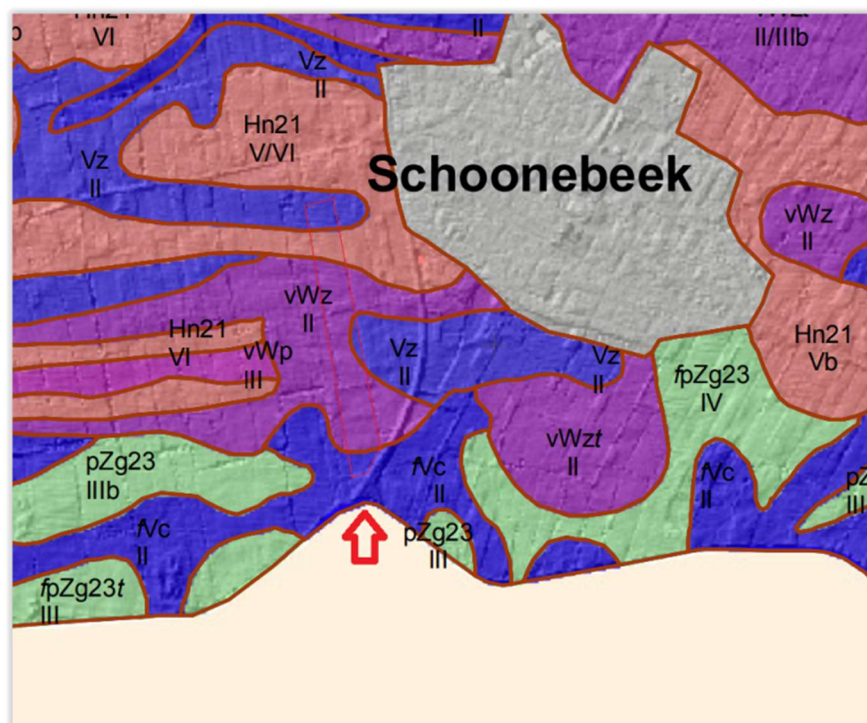
ABv Venige beekdalgrond
pZg23 Beekeerdgronden; lemig fijn zand



Figuur 3 Perceel Erwin van Boven links van de rode pijl

iVc Veengronden met een veenkoloniaal dek op zeggeveen,
rietzeggeveen of moerasbosveen

iVp veengronden meteen veenkoloniaal dek op zand met
humuspodzol, beginnend ondieper dan 120

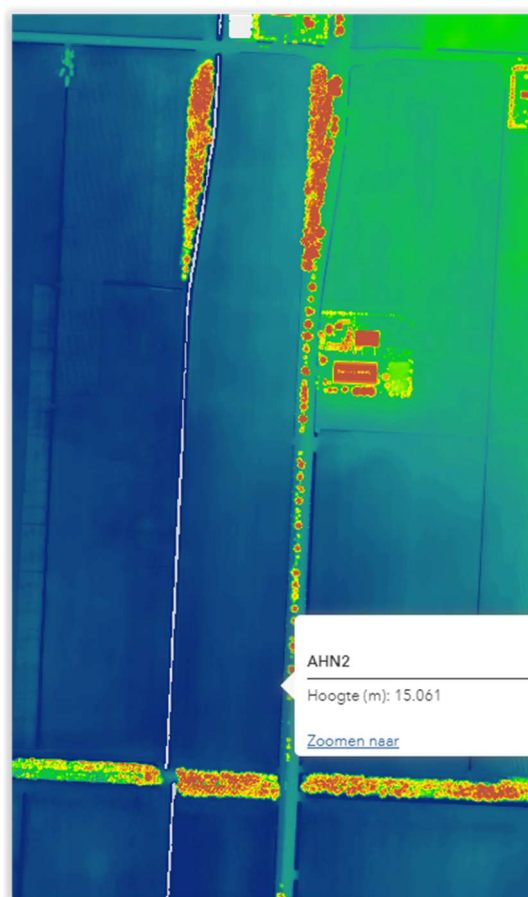


Figuur 4 Perceel Robin Kuper boven de rode pijl.

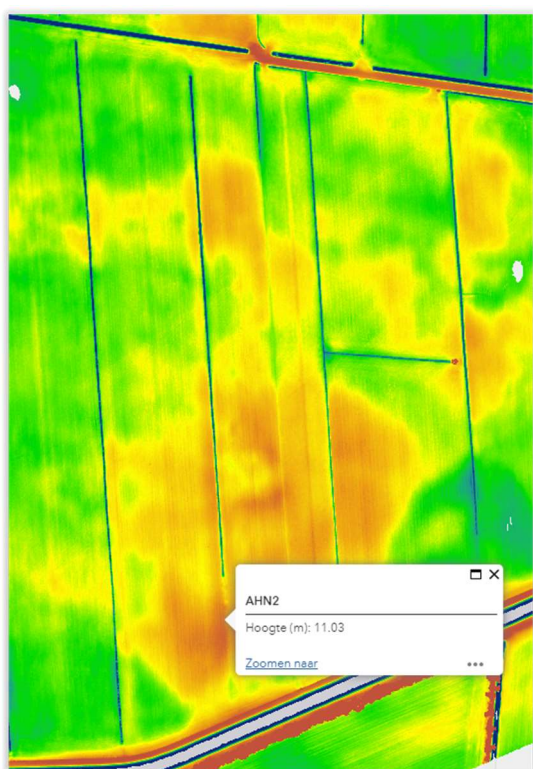
fvc	Vlieveengronden op zeggeveen, rietzeggeveen of broekveen, plaatselijk ijzerrijk, ondieper dan 50 cm beginnend en tenminste 10 cm dik
vWz	Moerige eerdgronden met een moerige bovengrond op zand



Figuur 7 Perceel Robin Kuper



Figuur 6 Perceel Erwin van Boven



Figuur 8 Perceel Henry Striper

Bijlage 3: Interviews

1 Vragenlijst interview Akkerbouwers

Gebruikt u precisielandbouw technieken, of laat u deze technieken toepassen door loonwerkers?

Ja>

1 Welke technieken?

2 waarom hebt u voor deze technieken gekozen?

3 Heeft u hierbij advies gehad door bijvoorbeeld een adviseur/mechanisatiebedrijf?

4 Welke voor en nadelen ervaart u van deze technieken?

Nee>

1 wat is de reden dat u deze niet gebruikt?

2 Welke voor/nadelen ziet u van het gebruik van precisielandbouwtechnieken?

3 Zou u begeleiding willen hebben van bijvoorbeeld een adviseur of toeleverancier? Zo ja in welke vorm? (voorlichtingsavonden oid?)

4 In welke techniek zou u het eerst in investeren?

Naam:

Locatie:

Soort bedrijf:

Grootte:

2 Vragenlijst adviseurs

1. Zijn er veel boeren waar je langs komt die gebruik maken van precisielandbouw? Schatting percentage van klanten?
2. Wat zijn de voornaamste technieken waar klanten in investeren? Wordt er ook advies gevraagd aan jullie als adviseur?
3. Uit welke richting komt de reden van aankoop? Milieu, financieel, bedrijfstechnisch?
4. Welke handvaten gebruiken jullie nu voor een advies over precisielandbouw? Komt dit uit vakbladen of met name uit velddemonstraties etc.?
5. Welke handvaten missen jullie om een goed advies te geven aan een boer?
6. Wat zijn de voornaamste knelpunten voor een boer om níet te investeren in precisielandbouwtechnieken. Als rechtrij-systemen en sectieafsluiting op de spuit buiten beschouwing wordt gelaten.
7. Werken jullie via een bepaald stappenplan om bij een passend advies te komen? Zo ja, hoe ziet deze er in grote lijnen uit.

Naam: Roelof Vos

Locatie: Dalerveen, Hoofdstraat

Soort bedrijf: Melkveehouderij en akkerbouw

Grootte: 160 ha en 160 stuks melkvee

Samenvatting Interview:

Wij hebben op één trekker gps-aansturing. Deze gebruiken wij met name voor de voorjaarswerkzaamheden zoals het zaaien en het poten. In de zomermaanden gebruiken we het alleen voor het grasmaaien, dit omdat het eenmaal op de trekker zit en we toch voor het abonnement moeten betalen. Voor de rest hebben we sectieafsluiting op de veldspuit. Deze investering hebben we gedaan om middelen te besparen en zo het milieu en de planten te ontzien van een dubbele dosering.

De beide technieken op de trekker en de spuit heb ik mij laten adviseren door onze teeltadviseur en het mechanisatiebedrijf op het dorp.

De nadelen van de technieken zijn voor name dat ze soms erg storingsgevoelig zijn. Hiermee vinden wij met name veel hinder van tijdens de werkzaamheden rond een bosrijk perceel. Voor de rest zijn het eigenlijk alleen maar voordelen die deze technieken met zich meebrengen.

Ook laten wij tijdens de gras oogst alle wagens wegen met een mobiel weegstation om zo een inzicht te krijgen in de opbrengst. Ik heb mij laten vertellen dat de loonwerker plannen heeft in opbrengstmeting op de Claas hakselaar, hiermee gaan wij dan mee verder. In ons bedrijf probeer ik zo efficiënt mogelijk gebruik te maken van de grond, zodat ik altijd uitkom met mijn grasland en akkerbouw land.

Naam: Robin Kuper

Locatie: Schoonebeek

Soort bedrijf: Akkerbouw

Grootte: 310 ha

Samenvatting Interview:

Ja we gebruiken precisielandbouw technieken, met name de gps aansturing op onze trekkers. We hebben op 5 verschillende trekkers gps aansturing ingebouwd. Dit is tot nu toe alleen nog voor het recht rijden op het land. Deze willen we in de toekomst als we meer gaan doen met opbrengstmetingen ook gebruiken voor taakkaarten. Dit doen we nu nog niet omdat voor ons zelf het aanschaffen van opbrengstmeting op de rooiers een dure aangelegenheid is en het rendement op de investering vaak nog te klein is. We gebruiken de gps voor het uitrijden van mest, spitten, poten, kunstmest strooien en compost strooien. Het voordeel wat we hieruit halen is dat er weinig overlap is tijdens de bewerking, geen dubbele dosering mest oid op één plek, gebruiksgemak, efficiënt benutten van het perceel (alles zoveel mogelijk vol planten/zaaien), geen overlap meer bij het toepassen van GBM's en natuurlijk door dit alles een kostenbesparing.

We hebben advies gekregen vanuit het mechanisatiebedrijf waar wij de machines hebben gekocht, het mechanisatiebedrijf luisterde eerst naar onze wensen en zocht daarna naar een geschikt systeem voor onze trekkers en machines.

De voordelen komen overeen met de reden van de aanschaf van de machines.

Naam: Marco Koopman

Locatie: Erika, Dommelskanaal Zuidzijde

Soort bedrijf: Akkerbouw

Grootte: 160

Samenvatting Interview:

Op mijn akkerbouw bedrijf gebruik ik eigenlijk alleen gps aansturing op de trekker en de veldspuit. In de andere technieken heb ik mij nog niet echt in verdiept, omdat de financiële noodzaak er nog niet echt is om verder te optimaliseren. Ik kan op het moment goed rondkomen, maar zag wel dat de investering in GPS- aansturing op de spuit en trekker wel voordelen met zich mee bracht. Met name arbeidsgemak en preciezer spuiten. Voor beide technieken heb ik mij laten adviseren door het mechanisatiebedrijf waar ik ook mijn trekkers in onderhoud heb. Voor de rest ga ik nog niet investeren in nieuwere technieken, maar ik volg de nieuwe technieken zoals vochtsensoren ect. wel op de voet.

De voordelen voor mij zijn met name arbeidsgemak en preciezer werken, de nadelen zijn de hoge investeringswaarde die deze technieken met zich mee brengt. Maar aangezien ik veel percelen in een kiel heb lopen, zag ik in de begin jaren wel een afname in middelen gebruik.

Naam: Jan Bartels

Locatie: Klazienaveen, Dordsedijk

Soort bedrijf: Akkerbouw

Grootte: 170

Samenvatting Interview:

Ja ik gebruik precisielandbouwtechnieken op mijn bedrijf. Ik heb sinds 2010 gps aansturing op de spuit, hiervoor heb ik gekozen om middel te besparen en vanwege de subsidie die er toen op de techniek zat. Hierdoor was het voor mij financieel erg aantrekkelijk omdat wij veel percelen hebben die erg lang zijn, rond de 900 meter. Door de gps aansturing kwam er een stuk arbeidsgemak bij omdat nu preciezer dan op het oog kan worden gespoten. Nu weet ik precies waar ik geweest ben en waar nog niet. Ook heb ik 1 trekker uitgerust met gps, deze wordt met name gebruikt voor het kunstmest strooien in het voorjaar en de zaai en poot werkzaamheden. Deze investering heb ik gedaan omdat het standaard op de New-Holland werd geleverd en zodat ik langer kan doorwerken zonder vermoeit te raken.

Sinds twee jaar geleden heb ik ook geïnvesteerd in een viertal regenmeters van Dacom, deze staan met name in de waspeen en de consumptie aardappels. Deze gebruik ik voor het inschatten van een optimaal beregeningsmoment in afstemming met het weer. In de droge periodes van dit en het vorig seizoen waren ze echter alleen een beetje overbodig omdat het weer vrij stabiel was.

Sinds dit seizoen worden de bieten gerooid door de loonwerker met opbrengstmeting, hier wil ik meer mee gaan doen. Niet zo zeer een bemestingskaart maken maar mijn bodem beter te leren begrijpen.

Naam: Henry Striper

Locatie: Nieuw-Schoonebeek

Soort bedrijf: Akkerbouw en vleesveehouderij

Grootte: 890

Samenvatting Interview:

Ja wij gebruiken precisielandbouw technieken op ons bedrijf. Wij hebben op 5 trekkers gps aansturen laten inbouwen of af fabriek laten inbouwen. De gps-aansturen gebruiken wij tot nu toe alleen nog maar voor het poten en zaaien. Ik heb ook gekozen voor gps aansturen op de trekker omdat ik veel percelen heb die rond de 1000 meter lang zijn. Door mijn werknemers te laten werken met deze gps aansturing kunnen ze meer arbeid verrichten doordat er geen overlap is. Stel dat je steeds 15cm mee neemt van de vorige baan dan scheelt dat je na een paar banen toch al snel weer één werkgang. Voor mij is dit op onze lange percelen een goede uitkomst. Naast de gps aansturing op de trekkers heb ik op al mijn spuiten sectieafsluiting. Ik heb hier bij de aanschaf meteen voor gekozen omdat ik een middelbesparing van een paar duizenden euro's zag toen ik deze techniek ben gaan gebruiken. Met name bij de phytophthora bespuiting met Valbon kunnen heel wat kilo's worden bespaart. Naar mijn weten verdient z'n techniek zich gemakkelijk terug binnen een jaar of 3. Dit advies heb ik destijds gekregen door onze teeltadviseur tijdens een veldrondgang door mijn percelen. dit was in de tijd dat sectieafsluiting net zijn intrede deed.

Sinds deze herfst gebruikt onze loonwerker opbrengstmeting op zijn bietenrooier, met deze opbrengstmetingen willen wij onze percelen beter inzichtelijk krijgen en waar nodig meer doen met taakkaarten. Ook hebben wij afgelopen voorjaar gekozen voor een NIRS-sensor op onze landbouwinjecteur om zo de gehalten van de aangevoerde mest real- time te meten en hierop in te spelen met de hoeveelheid per hectare. De terug koppeling naar de daadwerkelijke monsters moet nog gebeuren. Hiervoor ben ik geadviseerd door het mechanisatiebedrijf en de aanleiding was de subsidieregeling voor deze techniek.

Naam: Erwin van Boven

Locatie: Erica

Soort bedrijf: Akkerbouw

Grootte: 120

Samenvatting Interview:

De precisielandbouwtechnieken die wij gebruiken zijn hoofdzakelijk het recht rijden tijdens het zaaien het poten van de gewassen. Hiernaast hebben wij gekozen voor gps aansturing op de veldspuit. Deze keuze hebben wij gemaakt om middel te besparen en om zo overlap te voorkomen. Met name bij de onkruidbestrijding zien wij dit als voordeel doordat er geen overlap plaats vind en er zo weinig spuitschade optreed door minder dubbele toepassing. Het advies van de aansturing op de spuit is gebeurt door de fabrikant CHD Eefting, hierbij is het ook mogelijk om door middel van taakkaarten vloeibaar stikstof te spuiten. Dit gebruiken wij zelf nog niet omdat er nog weinig/geen loonwerkers zijn met opbrengstmeting op de machines. Verder gebruiken wij bodemvochtsensoren van Dacom om het juiste moment van beregening te bepalen. Deze staan verspreid over de percelen die het meest water behoevend zijn zoals de uien en de waspeen.

Ik zou graag zien dat er wat meer pilotprojecten in onze regio gestart zouden worden met name op de toepassing van technieken met taakkaarten. Veel van onze machines, en ik denk die van collega-boeren, zijn er al wel geschikt voor. Maar wij zijn zelf ook teveel met alleen boeren bezig en niet zozeer met de techniek.

Naam: Erik Hans

Locatie: Schoonebeek

Soort bedrijf: Melkveehouderij en akkerbouw

Grootte: 190

Samenvatting Interview:

Ja wij hebben onze beide spuiten uitgerust met sectieafsluiting, en 2 van onze trekkers zijn uitgerust met gps-aansturing. Deze gebruiken we met name met grasmaaien voor de melkkoeien en de zaai en pootwerkzaamheden bij het akkerbouw gedeelte van ons bedrijf. Voor de rest gebruiken we geen andere technieken, dit omdat we onze handen vol hebben aan de beide takken van ons bedrijf.

De gps-aansturing op de trekker en de spuit zorgt bij ons voor een stukje arbeidsgemak en precisie tijdens het zaaien. Zodat we de percelen zo goed mogelijk kunnen benutten. Deze investering is gemakkelijk terug verdient, maar ik vraag mij af of technieken zoals opbrengstmeting voor akkerbouwers wel uit kan. Dan moet het al een hobby zijn van je.

Wij zouden graag wat meer gemakkelijk toepasbare technieken zien, wat nagenoeg plug-and-play is.

Wij hebben zelf geen advies gekregen tijdens de aanschaf van deze technieken, we zijn hier zelf tijdens beurzen achteraan gegaan nadat we het steeds meer in de buurt gebruikt zagen worden.

Naam: Bram Akkerman

Locatie: Erica & Nieuw-Amsterdam

Soort bedrijf: Pluimveehouderij en akkerbouw

Grootte: 130 ha en 108.000 vleeskuikens

Samenvatting Interview:

Op mijn bedrijf gebruik heb ik zelf één trekker uitgerust met gps-aansturing. Ik heb sectieafsluiting op de spuit, hiervoor heb ik tijdens de aanschaf gekozen om middel te besparen en dus kosten. Maar ook omdat er financiële voordelen aan vast zaten bij de aanschaf, denk hierbij aan de Milieu investerings aftrek (MIA).

De gps aansturing gebruik ik voornamelijk voor het poten en het zaaien. Tijdens het spuiten gebruik ik geen stuurhulp omdat hier een trekker voor staat die hiermee niet is uitgerust.

Ik ben geadviseerd door Dubex voor de aanschaf van de nieuwe spuit.

De voordelen die ik ervaar met de gps-aansturing op de trekker en sectieafsluiting op de spuit zijn het verhogen van het arbeidsgemak en dat er makkelijker in de avonduren kan worden doorgewerkt. Hierdoor ben je minder afhankelijk van je zichtvermogen en kun je meer vertrouwen op de techniek. Nadelen ervaar ik tot op heden nog niet.

Naam Adviseur: Harry Sanders

Adviseur bij Agrifirm Plant

Samenvatting Interview:

1. Zijn er veel boeren waar je langs komt die gebruik maken van precisielandbouw? Schatting percentage van klanten?

Ik denk ongeveer 10%.

2. Wat zijn de voornaamste technieken waar klanten in investeren? Wordt er ook advies gevraagd aan jullie als adviseur?

Variabele pootafstand en meer mogelijkheden op de spuitmachines en kunstmeststrooiers. Zodat taakkaarten ook gebruikt kunnen worden.

Maar ook variabel vydate of nemathorin in de rij op basis van organische stof.

2B vaak wel

3. Uit welke richting komt de reden van aankoop? Milieu, financieel, bedrijfstechnisch?

Rendement verhogen per ha . Meer resultaat met minder middel.

4. Welke handvaten gebruiken jullie nu voor een advies over precisielandbouw? Komt dit uit vakbladen of met name uit veld demonstraties etc?

Uit onderzoeken door onafhankelijke partij zoals PPO. Zij doen voor Agrifirm onderzoeken in 4 herhalingen. Demonstraties van technieken heb je niks aan, omdat daar niet direct resultaat te zien is. Hierdoor is het voor de boer niet interessant op dat moment.

5. Welke handvaten missen jullie om een goed advies te geven aan een boer?

Gaat al goed. Nog meer onafhankelijk onderzoek wel noodzakelijk voor verder succes.

6. Wat zijn de voornaamste knelpunten voor een boer om níet te investeren in precisielandbouwtechnieken. Als rechtrij-systemen en sectieafsluiting op de spuit buiten beschouwing wordt gelaten.

Te duur voor kleinere boer, omdat het rendement laag is voor kleine oppervlaktes.

7. Werken jullie via een bepaald stappenplan om bij een passend advies te komen? Zo ja, hoe ziet deze er in grote lijnen uit.

Ja vragen in de praktijk waar we graag meer van willen weten word in het jaar erna vaak onderzocht door onafhankelijke partij PPO in 4 herhalingen en vaak ook op drie plekken(zand, dal, klei)