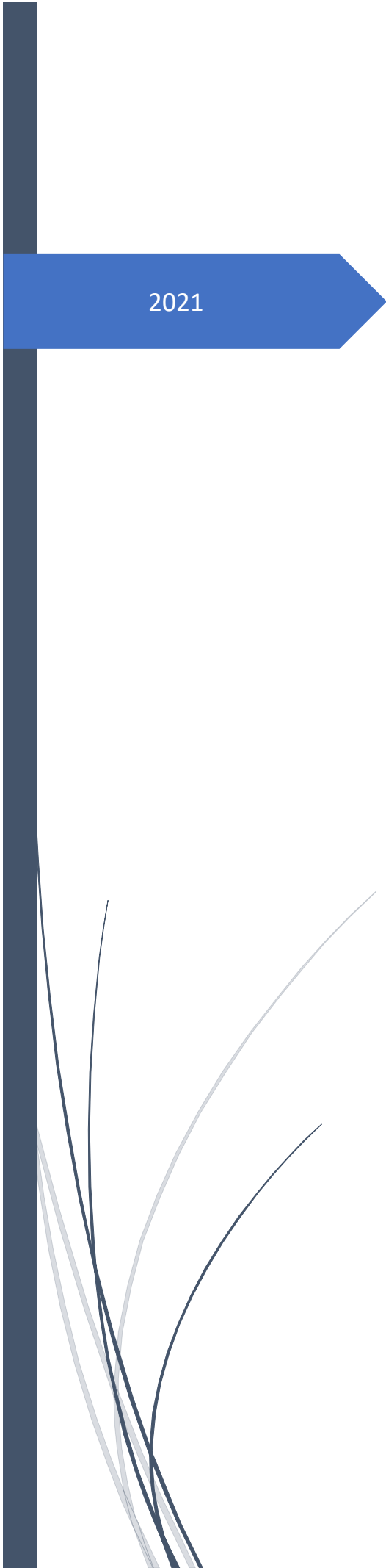




2021

Connectiviteit in de precisielandbouw

Afstudeerwerkstuk Bart Klein Hofmeijer

Bart Klein Hofmeijer
AERES HOGESCHOOL DRONTEN

Connectiviteit in de precisielandbouw

**Student**

Bart Klein Hofmeijer

Studentnummer

3022366

Afstudeerdocent

Dhr. Eeuwema

Onderwijsinstelling

Aeres Hogeschool Dronten

Opleiding

Agrotechniek & Management

Datum

19-05-2021

Voorwoord

Voor u ligt het rapport over de connectiviteit van data in de agrarische sector. Het rapport is vanuit de Aeres Hogeschool Dronten geschreven door Bart Klein Hofmeijer. Het onderzoek is gedaan als onderdeel van het afstudeerwerkstuk van de student. Dit onderzoek sluit aan bij het afronden van de opleiding Agrotechniek & Management die gevolgd wordt aan de Aeres Hogeschool te Dronten.

Precisielandbouw en Farm Management Systemen zijn termen die zich in de laatste jaren sterk hebben ontwikkeld en tegenwoordig een 'hot item' zijn. Wat houden deze termen in en wat is er allemaal mogelijk met deze technieken? De kennis en ervaringen die ik heb opgedaan in de agrarische sector zijn de basis voor het onderzoek.

Via deze weg wil ik graag de opdrachtgevers; Aeres Hogeschool Dronten en Vantage Agrometius bedanken voor de medewerking aan dit onderzoek. Ik wil de heer Eeuwema bedanken voor de begeleiding en ondersteuning gedurende de totstandkoming en het schrijven van dit rapport. Daarnaast gaat mijn dank uit naar Jan Nammen Jukema voor zijn begeleiding vanuit Vantage Agrometius.

Bart Klein Hofmeijer

Heeten, mei 2021

Inhoudsopgave

Voorwoord	3
Samenvatting.....	5
Summary	6
1. Inleiding.....	7
1.1. Theoretisch kader	13
1.2. Knowledge gap	15
2. Materiaal en Methode.....	16
2.1. Materiaal	16
2.2. Afbakening.....	17
2.3. Methode.....	17
2.4. Gegevensverwerking	19
3. Resultaten.....	20
3.1. Deelvraag 1.....	20
3.2. Deelvraag 2.....	23
3.3. Hoofdvraag	25
4. Discussie	26
5. Conclusie	27
6. Aanbevelingen	28
7. Bibliografie.....	29
8. Bijlagen	33
8.1. Bijlage 1: Resultaten enquête	33

Samenvatting

Nederland is toonaangevend op het gebied van precisielandbouw. Door de toename van precisielandbouw en sensoren wordt de data verzameling en verwerking steeds belangrijker. De agrarische sector streeft naar een goede manier om data om te zetten naar waardevolle informatie, met zo min mogelijk extra handelingen. Een Farm Management Systeem is in de toekomst van essentieel belang om de toenemende hoeveelheid data te kunnen verwerken. Een Farm Management Systeem wordt gezien als de schakel tussen de verkregen informatie van de precisielandbouwtechnieken en het opnieuw toepasbaar maken van deze informatie.

Het doel van het onderzoek was om erachter te komen wat de argumenten waren voor het gebruik van een Farm Management Systeem en over welke functies dit systeem moest beschikken. Om een antwoord te kunnen geven op deze hoofdvraag werd een literatuuronderzoek en kwantitatief onderzoek door middel van een enquête uitgevoerd. Het literatuuronderzoek werd uitgevoerd om een duidelijk beeld te krijgen van de huidige stand van zaken met betrekking tot precisielandbouw en Farm Management Systemen in Nederland. De enquête richtte zich op welke verschillende soorten data verkregen wordt en de diverse beschikbare Farm Management Systemen. Daarnaast was de enquête gericht op de huidige situatie en de toekomst op het gebied van Farm Management Systemen.

Uit de resultaten van dit onderzoek bleek dat veel bedrijven voordelen zien in een Farm Management Systeem. Echter beschikken nog maar weinig bedrijven over een Farm Management Systeem. Het belangrijkste argument voor de aanschaf van een Farm Management Systeem is een toename in efficiëntie. Data die verkregen wordt, kan door middel van een Farm Management Systeem gemakkelijk opgeslagen en verwerkt worden. Naast het verzamelen van data is het belangrijk dat de systemen onderling data kunnen uitwisselen. De connectiviteit tussen systemen van verschillende partijen vergroot het succes van de Farm Management Systemen. Een belangrijk punt is de gebruiksvriendelijkheid van een Farm Management Systeem. De respondenten geven aan dat dit op het moment nog een knelpunt is.

Bij herhaling van het onderzoek kan meer aandacht gevestigd worden op de wijze van het verzamelen van voldoende reacties op de enquête. Niet alle enquêtes waren bij de juiste personen terecht gekomen. Dit kan geoptimaliseerd worden door meer aandacht te vestigen op de wijze van het uitsturen van de online enquête tool en gebruik te maken van een geschiktere adressenlijst.

Summary

The Netherlands is a leader in precision agriculture. Due to the increase in precision agriculture and sensors, data collection and processing is becoming increasingly important. The agricultural sector strives for a good way of converting data into valuable information. With as few extra actions as possible. A Farm Management System is essential in the future to be able to process the increasing amount of data. A Farm Management System is seen as the link between the information obtained from precision farming techniques and making this information reusable.

The aim of the study was to find out what the arguments were for the use of a Farm Management System and which functions this system should have. In order to answer this main question, a literature search and quantitative research was carried out by means of a questionnaire. The literature search was conducted to gain a clear picture of the current state of affairs with regard to precision agriculture and Farm Management Systems in the Netherlands. The survey focused on which different types of data are obtained and the various Farm Management Systems available. In addition, the survey focused on the current situation and the future in the field of Farm Management Systems.

The results of this research showed that many companies see benefits in a Farm Management System. However, few companies still have a Farm Management System. The main argument for purchasing a Farm Management System is an increase in efficiency. Data obtained can be easily stored and processed by means of a Farm Management System. In addition to collecting data, it is important that the systems can exchange data with each other. The connectivity between systems of different parties increases the success of the Farm Management Systems. An important point is the user-friendliness of a Farm Management System. The respondents indicate that this is still a bottleneck at the moment.

When the survey is repeated, more attention can be drawn to the method of collecting sufficient responses to the survey. Not all surveys had reached the right people. This can be optimized by drawing more attention to the way in which the online survey tool is sent and by using a more suitable address list

1. Inleiding

In dit hoofdstuk wordt het onderwerp van het onderzoek beschreven. Eerst komt de achtergrond van het onderzoek aan bod, gevolgd door de aanleiding, de relevantie, de Knowledge Gap, de onderzoeksvraag en het doel van dit onderzoek.

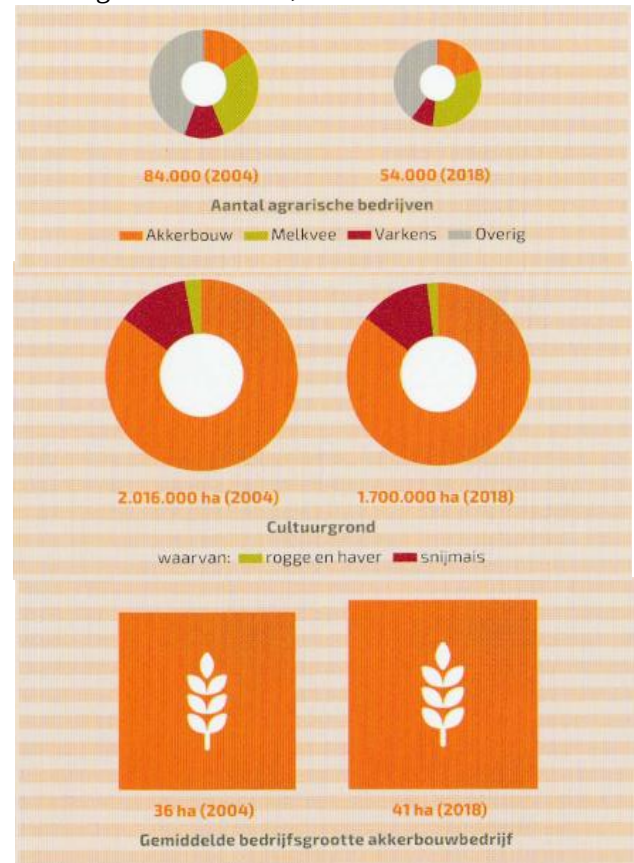
Door de vele ontwikkelingen op het gebied van Precisielandbouw/ Smart Farming zijn er veel verschillende mogelijkheden in de landbouwmechanisatie. Door nieuwe ontwikkelingen van machinefabrikanten en de diverse subsidies worden agrarische ondernemers geprikkeld om in te stappen in precisielandbouw. Precisielandbouw technieken zijn dure investeringen voor een agrarische ondernemer. Iedereen wil voor het systeem kiezen dat het beste bij hun bedrijf past en welke klaar is voor de toekomst. Echter valt het toepasbaar maken van de verschillende data stromen nog tegen. Volgens Pieter van Leeuwen Boomkamp (NPPL, 2021) “Het concreet gebruiken van de data valt echter nog tegen”. De vele mogelijkheden zorgen ervoor dat in veel systemen geïnvesteerd wordt. Echter leveren de systemen allemaal op hun eigen manier data aan, waardoor de systemen onderling niet goed uit kunnen wisselen. Tussen de verschillende systemen mist de connectiviteit. Er wordt veel data verzameld; het ene voertuig geeft informatie over de locatie terwijl andere sensoren de bodem of het gewas in kaart brengen. Zijn deze verschillende informatie stromen te combineren, zodat precisielandbouw toegankelijker wordt? Welke data hoort bij welke teelt? Op welke manier is deze data te gebruiken en het makkelijkst te verwerken? Data die verkregen wordt, komt samen in een Farm Management Systeem. Een Farm Management Systeem registreert alle handelingen die behoren tot een teelt (Farm Management, z.d.).

Al eeuwenlang zijn er agrarische ondernemers die het land bewerken voor de productie van voedsel. Landbouw wordt dan ook gedefinieerd als: “De economische sector die zich bezighoudt met het bewerken van het land om ervan te oogsten” (Muiswerk Online, 2019). Al vele eeuwen is de landbouw een belangrijk onderdeel voor de samenleving. De samenleving begon te groeien en de landbouw ontwikkelde zich mee. De ontwikkeling verliep langzaam en vond gedurende meerdere eeuwen plaats. Er werden verschillende productiemethoden ontwikkeld en opbrengsten stegen langzaam, maar gestaag, min of meer in de pas met de groei van de wereldbevolking. Tot en met de 18e eeuw bestond de landbouw veelal uit veel en zwaar handwerk. Na de tweede wereldoorlog kwam de landbouw op het gebied van technologie en ontwikkeling in een stroomversnelling terecht. Er vond schaalvergroting, intensivering, specialisering, globalisering, mechanisatie en automatisering plaats. Hierdoor stegen de opbrengsten van de landbouw in de 20e eeuw relatief gezien veel sterker dan in de eeuwen ervoor. Er ontstond een vorm van moderne landbouw, die ook wel industriële landbouw wordt genoemd. Zonder twijfel heeft deze vorm van landbouw veel bijgedragen aan de groeispurt en welvaartsprong die de wereldbevolking in de 20e eeuw doormaakte (Kocks & Kempenaar, 2013).

In de landbouw houden agrarische ondernemers zich bezig met het telen van gewassen en/of produceren van dierlijk voedsel en streven naar een zo goed mogelijk eindproduct. De ondernemers kunnen zich richten op verschillende sectoren. De belangrijkste sectoren zijn; akkerbouw, veehouderij en fruitteelt. De agrarische bedrijven zijn de afgelopen jaren sterk gegroeid en er zijn veel nieuwe technieken ontwikkeld.

Kijkend naar de groei van de landbouw tussen 2004 en 2018 is het volgende veranderd;

- Het landbouwareaal in Nederland daalde tussen 2004 en 2018 met bijna 10 procent naar 1,7 miljoen hectare.
- Het snijmaisareaal laat in die periode voor het eerst een lichte krimp zien, van 235.000 hectare naar 226.000 hectare. Er zijn dan al 30.000 agrarische bedrijven verdwenen.
- Het aantal akkerbouwbedrijven is het minst snel afgenomen van 13.000 naar 11.000. Deze bedrijven hebben gemiddeld ruim 41 hectare land.
- Van de 10.000 varkensbedrijven in 2004 zijn er in 2018 bijna 4.500 over. Het aantal melkveebedrijven daalt in die periode van 24.000 naar 17.000. In totaal zijn er in 2018 nog 54.000 agrarische bedrijven over. (CBS, 2019)



Figuur 1 (Brummelaar, 2019) illustreert bovenstaande bevindingen.

Om de groei van de bedrijven mogelijk te maken is er meer vreemde arbeid nodig, oftewel meer extern ingehuurd arbeidskrachten. Vreemde arbeid is duur en binnen de agrarische sector steeds minder beschikbaar. Om toch het groeiende aantal hectares te kunnen bewerken, is een efficiëntieslag nodig, zoals het inzetten van grotere machines met meer capaciteit (Zevenbergen, 2020). Aan het einde van de 20e eeuw groeide het aantal hectares van de steeds minder wordende akkerbouwbedrijven en ontstond er een opbrengststijging in de landbouw (Auernhammer, 2001). Nieuwe technieken maakten deze stijging mogelijk. De nieuwe technieken waren vaak praktische doorbraken op het gebied van plantenveredeling, bemesting, irrigatie, inzet van pesticiden en mechanisatie. In de 21e eeuw zette deze groei door, door steeds bijkomende ontwikkelingen. Echter, de ontwikkelingen brengen ook minpunten met zich mee. Zo wordt de druk op het milieu steeds groter (Mózner, Tabi, & Csutora, 2012).

Figuur 1: Landbouwareaal 2004-2018

Aan het eind van de 20e eeuw is het onderwerp Precision Farming, oftewel precisielandbouw, wereldwijd geëvolueerd tot een belangrijk onderwerp binnen de landbouw (Auernhammer, 2001). Bij precisielandbouw krijgen planten en dieren met behulp van “hightech” heel nauwkeurig de behandeling die ze nodig hebben. Oftewel: de juiste hoeveelheid mest, voer of middel op het juiste moment, op de juiste plaats (Grisso, Alley, Thomason, Holshouser, & Roberson, 2011). Nationale-en internationale universiteiten doen veel onderzoek op dit gebied, studenten op agrarische scholen volgen het vak ‘Precisielandbouw’. Proefbedrijven voeren experimenten uit en innovatieve bedrijven komen met nieuwe machines op de markt. Maar wat is precisielandbouw eigenlijk? Voor precisielandbouw zijn veel verschillende definities te vinden, maar al deze definities bevatten deze ongeveer dezelfde betekenis: Precisielandbouw is het op het juiste moment, op de juiste plek toepassen van de juiste teeltmaatregelen (Proagrica, 2019). Beslissingen worden genomen op basis van harde feiten (data) in plaats van op gevoel. Wie de data juist interpreteert, realiseert een hogere productie (van zijn land) en kan ook nog eens flink besparen op meststoffen, water en gewasbeschermingsmiddelen (NPPL, 2019).

Om alle mensen te kunnen voeden is er vanuit de samenleving een steeds groter wordende vraag naar meer en kwalitatief hoogwaardig voedsel. De samenleving verwacht dat de groei van de productie samengaat met een minimale milieubelasting en een maximale zorg voor welzijn en veiligheid. Om dit te bereiken is een hoger niveau van technologie, automatisering en bedrijfsvoering nodig (Kocks & Kempenaar, 2013).

In een steeds complexer en uitdagender wordend vakgebied is precisielandbouw veel meer geworden dan een handig hulpmiddel. Precisielandbouw heeft vele voordelen voor agrarische ondernemers. Echter vraagt precisielandbouw ook om een verandering van de bedrijfsvoering. Het neemt de bedrijfsvoering over. De twee grootste voordelen voor boeren zijn vergroting van de winstgevendheid en verbetering van het imago door een verduurzaamde productie (Van Evert, 2017). Dat precisielandbouw deze voordelen heeft komt in vele onderzoeken naar voren (Feenstra, 2018) (Rose, 2018) (NPPL, 2019). In een Nederlands onderzoek over precisielandbouw in de aardappelteelt, wordt gesproken over een financiële winst van 21 procent en verbetering van het imago met wel 26 procent. (Kempenaar, et al., 2018) Om extra inkomsten te genereren worden kosten verlaagd en opbrengsten verhoogd door precies te gaan werken. Dit houdt in dat mestgiften en gewasbeschermingen worden aangepast aan de hand van de behoeftes van planten. Lagere input bij een gelijke output is een verbetering van de duurzaamheid. Echter zorgt precisielandbouw niet alleen voor extra inkomsten op de korte termijn. Door variabel te bemesten en te bekalken wordt het perceel egaler waardoor een homogeen beeld ontstaat. Zo wordt de variatie in gewasstand kleiner en wordt de weerbaarheid tegen het klimaat groter. Daarbij worden wateroverschotten beter verwerkt en watertekorten zijn egaler over het perceel (Yost, 2017). Door de juiste hoeveelheid, op de juiste plaats te geven, op het juiste moment ontstaat er een model waarbij de agrarische ondernemers hun bedrijf winstgevend kunnen houden zonder het milieu niet schaden.

Precisielandbouw betekent ook met intelligente systemen zo veel mogelijk data verzamelen, waardoor de boer beter geïnformeerd is en rationeler kan opereren in zijn management. Bij precisielandbouwtoepassingen wordt met het variëren in input voordeel behaald. Door op de juiste plek de juiste bemesting te geven, krijgt de plant de juiste hoeveelheid mest wat leidt tot een optimale groei. Om deze optimale variatie in input uit te voeren kan gebruik worden gemaakt van een taakkaart of 'real-time informatie'. Een taakkaart is een technische toepassing waarbij op basis van sensoren en/of eigen inzicht de variatie uitgevoerd kan worden. Om een taakkaart te maken zijn basisgegevens nodig. Een traditionele manier om gegevens van de bodem te meten, is het nemen van grondmonsters. Het nemen van grondmonsters is echter erg tijdrovend en wordt daarom nauwelijks gebruikt om de variatie van een heel veld in kaart te brengen. Om variaties van een groot gebied in kaart te brengen worden vaak satellietbeelden gebruikt. Hiermee is snel een globaal beeld te verkrijgen van variaties in de bodemsamenstelling of de gewasstand. Goede satellietbeelden maken kost wel geld. Een goedkopere manier is door kaarten te verwerven met de smartphone. De telefoons zijn veelal uitgerust met meerdere sensoren en met speciale applicaties kunnen gemakkelijk kaarten worden gemaakt. Om deze goedkopere manier toegankelijker te maken worden speciale applicaties ontwikkeld voor de smartphone (Siciliano, 2015).

Het succes van een bewerking met precisielandbouw hangt af van een efficiënte en precieze manier om beelden te verwerven van percelen. De beste manier om scherpe beelden te verwerven, is doormiddel van het vliegen met drones (Gej, Thomasson, & Sui, 2011). Hiermee zijn scherpe beelden snel binnen te halen, waardoor gestuurd kan worden op actuele omstandigheden in het veld. Na het binnenhalen van scherpe beelden is het van belang dat deze gegevens juist geïnterpreteerd worden. Bij het interpreteren van gegevens is nog veel ontwikkeling mogelijk. De eerste mijlpalen zijn al bereikt. Zo is men in staat om aan de hand van de bodemconditie de opbrengst te bepalen. Ook is het mogelijk om 70 procent van de opbrengst te voorspellen op basis van deze gegevens (Papageorgiou, 2009). Er is dus al veel kennis over de bodem en het effect op de plantengroei. De volgende stap is om het effect van bemesting en gewasverzorging toe te voegen aan deze variabelen om zo het effect van variatie te kunnen bepalen.

Bij precisielandbouw worden veel gegevens van percelen en gewassen binnengehaald, ook wel 'Big Data' genoemd. Om een effectieve analyse te kunnen doen, is het gemakkelijk om alle data centraal ergens op te slaan. Op die manier wordt het mogelijk om kaartlagen over elkaar heen te leggen en kan er ook een effectieve taakkaart worden gemaakt. Voor deze kaart is veel basisinformatie nodig, zoals de groeipotentie en bodemsamenstelling. De agrarische ondernemer voert op basis van deze taakkaart bewerkingen uit en dit levert vervolgens de meest actuele informatie op. Zowel de basisinformatie als de actuele informatie komen op één plek in de opslag samen. Met big data kunnen verschillende analyses worden uitgevoerd die erg nuttig kunnen zijn. Zo kan op basis van bladmassa een taakkaart gecreëerd worden voor loofddoding, waardoor bespaart kan worden op gewasbeschermingsmiddelen die vaak chemisch zijn en daarmee ongunstig voor het milieu (Bendre, 2015). Ook kunnen er betere beslissingen genomen worden door het integreren van weersvoorspellingen. Dit tezamen levert hogere opbrengsten op en besparing van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen.

De grote datastroom heeft een grote invloed op precisielandbouw en de gehele keten die daarbij hoort. De rollen in de keten zullen hierdoor erg veranderen. Zo zal de afzet van kunstmestleveranciers verminderen, aangezien de meststoffen effectiever worden ingezet (Bartlema, 2020).

Al deze nieuwe precisielandbouwtechnieken worden mogelijk gemaakt door GNSS (Global Navigation Satellite Systems). De laatste jaren is deze techniek sterk verbeterd. De locatie van het voertuig ten opzichte van de omgeving kan steeds nauwkeuriger in kaart gebracht worden, waardoor de machine zich steeds nauwkeuriger door het gewenste spoor kan verplaatsen binnen het perceel (Manlio Bacca, 2019). Door GNSS is het mogelijk met diversie precisielandbouwtechnieken te werken. Daardoor kunnen dieren, gewassen en de bodem beter gemonitord worden. Door diverse sensoren kan de bodem in kaart gebracht worden, met betrekking tot organische stof percentage, de geleidbaarheid en zuurtegraad (pH) (Grisso, Alley, Thomason, Holshouser, & Roberson, 2011). De gewassensensoren worden gebruikt om het gewas in kaart te brengen. Zo wordt gemeten of de planten gezond zijn en waar de planten behoefte aan hebben. Door het plaatsen van verschillende sensoren in het perceel weet de ondernemer waar de plant behoefte aan heeft (Van der Wal, Vullings, Zaneveld-Reijnders, & Bink, 2017).

Ondanks positieve resultaten bij diverse onderzoeken wordt precisielandbouw nog niet op grote schaal toegepast in Nederland. Agrarische ondernemers zijn nog te bang dat de extra kosten van de toepassingen niet opwegen tegen de extra opbrengsten. Om precisielandbouw tot een succes te maken is daarom een sterk economisch model nodig (Van Evert, 2017). Om aan te tonen of precisielandbouw rendabel is moeten alle bewerkingen en gegevens geregistreerd worden.

Databronnen

Door de grote diversiteit aan sensoren en werktuigen ontstaan vele verschillende manieren om een gewas gedurende zijn groeiseizoen te monitoren en te sturen. De informatie over de bodem en de voorjaarsbemesting maken samen de voorspelling voor de latere bemestingen in het seizoen. Ditzelfde geldt voor de onkruidbestrijding dat gedurende de groei van gewas dient te gebeuren.

Keuzes zullen ten alle tijden gemaakt worden door de agrarische ondernemer, echter maakt de verkregen data het mogelijk om eerder bij te sturen om de best gewenste opbrengst te behalen. Door op het juiste moment de gewenste behandeling uit te voeren, zorgen de ondernemers ervoor dat op een duurzame en maatschappelijk verantwoorde manier gewerkt wordt. De verschillende bewerkingen welke informatie leveren voor het gewas zijn hieronder kort uitgewerkt (Boone, 2005).

Het registreren van alle handelingen gedurende de teelt van een gewas wordt teeltregistratie genoemd. Deze informatie wordt gebruikt om aan het einde van het jaar de teelt te evalueren. Sommige handelingen leveren extra informatie door het gebruik van technieken in de precisielandbouw. Handelingen die extra informatie opleveren zijn: Bemesting, planten/poten/zaaien, gewasbescherming, oogsten, en het registreren van data van het perceel. Per onderdeel zijn kort de extra databronnen omschreven die verkregen worden door Precisielandbouw technieken. (Budin, 2006).

Bemesting

Bij bemesting met vloeibare dierlijke mest kan gebruik gemaakt worden van een NIR-sensor. NIRS staat voor Near Infra Red Spectroscopie. De techniek wordt gebruikt voor directe mestanalyse. De sensor meet de percentages stikstof, fosfaat, kalium, ammoniak en droge stof in de mest. Deze waarden zijn naast de hoeveelheid mest van belang voor de teelt (Beerling, 2015). De data van de NIR-sensor kan ook gebruikt worden voor latere bemesting in het seizoen. Een andere bron van informatie over de bemesting, is het aantal werkelijk gestrooide kilo's meststof, zoals de stikstof bij mestgift. Door middel van precisielandbouwtechnieken kan gevarieerd worden in giften op basis van bladmassa en de basis bemesting. De daadwerkelijk gestrooide hoeveelheden zijn terug te vinden in het gps-scherm als log data. Dit kan helpen bepaalde min- of plus punten binnen de teelt te verklaren (Grisso, Alley, Thomason, Holshouser, & Roberson, 2011).

Planten, poten of zaaien.

Doormiddel van GNSS-techniek is het mogelijk om op basis van taakkaarten te planten of poten. Doordat de bodemeigenschappen binnen het perceel niet overal gelijk zijn, wordt nooit de optimale plantdichtheid behaald. Door op de grondslag in te spelen met verschillende zaai- en plantafstanden kan de optimale plantdichtheid wel behaald worden, wat het rendement van de teelt verhoogt (Vantage Agrometius, 2020).

Gewasbescherming

Gewasbescherming is een onderwerp waarin precisielandbouw goed is ingetreden. Dit komt door de introductie van GNSS-technologie. De basis voor variabel doseren met middelen komt door het met sensoren kunnen meten van plant-, plaag-, klimaat- en/of bodemeigenschappen (sensortechnologie). De techniek maakt het mogelijk om gewasbeschermingsmiddelen pleksgewijs variabel te doseren binnen de grenzen van een perceel of gewas. Middelen worden dan alleen nog toegediend waar nodig in de juiste dosering (Kempenaar, Heijting, Kessel, Michielsen, & Wijnholds, 2013). Het uitvoeren van bespuitingen in de teelt leveren ook log data op. Bij bespuitingen is het van belang dat alle gegevens van de middelen goed geregistreerd worden.

Data van de bodem

Het perceel kan met behulp van GPS in kaart worden gebracht. Hierbij worden de perceelgrens en de lijnen die de basis vormen voor indeling van het perceel vastgelegd. Daarnaast levert de GPS-informatie over de oppervlakte, locatie en de hoogte binnen het perceel. Naast de praktische zaken kunnen de bodemeigenschappen in kaart worden gebracht door bijvoorbeeld een bodemscanner. Dit levert informatie op over: Organische stof %, pH, Lutum, CEC, EC 0-30 cm en EC 0-90 cm. (Nysten & Kempenaar, 2019)

Daarnaast kennen diverse leveranciers van GPS-systemen de mogelijkheid om rassen te loggen. Deze functionaliteit wordt veelal gebruikt in de teelt van bloembollen en pootgoed, aldus Harold Zondag, teeltspecialist bij Vantage Agrometius. Daarnaast bieden GPS-systemen de mogelijkheid om draadloos data uit te kunnen wisselen.

Tot slot is er de mogelijkheid om gedurende de oogst de opbrengstvariatie binnen het perceel in kaart te brengen. Door een opbrengstmeting toe te passen worden de opbrengstverschillen binnen het perceel duidelijk. Deze informatie is van grote waarde bij het evalueren van de rassenkeuze, de uitgevoerde teelthandelingen van het huidige teeltjaar en de voorbereidingen van het komende jaar (Van Kampen, 2016).

Farm Management Systemen

Op dit moment zijn er vier grote leveranciers van Farm Management Systemen op de markt. Teeltregistratie is de basis voor een Farm Management Systeem. Iedere leverancier heeft een andere kijk op een Farm Management Systeem. Bij alle bedrijven is de basis gericht op de teelt van gewassen. De ene leverancier richt zich meer op het registreren van de locatie van de gewassen. De andere

leverancier focust zich meer op het registreren van informatie. De vier leveranciers die kort worden beschreven zijn: Agrovision, Dacom, John Deere en Trimble.

Agrovision

Sinds 1986 levert Agrovision wereldwijd gespecialiseerde software voor de agrarische sector. Agrovision reageert snel op nieuwe ontwikkelingen, wijzigende wetgeving in de sector en de verzoeken en suggesties van klanten. Duizenden agrariërs en bedrijven in de agrarische sector gebruiken dagelijks de producten van Agrovision. Agrovision is een van de weinige leveranciers die niet gekoppeld is aan een leverancier van GPS-apparatuur. Agrovision heeft alleen een samenwerking met Vantage Agrometius. De app van het product Cropvision is werkzaam op de Trimble displays (AgroVision, 2020).

Agrovision noemt het softwarepakket voor de telers Cropvision. Een onderdeel van het Cropvision pakket is teeltregistratie. In het teeltregistratieprogramma van Agrovision wordt de teeltregistratie snel en eenvoudig vastgelegd. Iedere gebruiker krijgt een persoonlijk platform in de online omgeving. In deze omgeving kan de teler alle informatie met betrekking tot de teelt vastleggen. Informatie zoals het moment van spuiten en welke hoeveelheden beschermingsmiddelen worden overzichtelijk opgeslagen.

Dacom

Dacom is leverancier van diverse softwarepakketten om de kwaliteit van het gewas te optimaliseren. Dacom stelt telers in staat om dit te doen door het aanbieden van kwaliteit van sensorapparatuur, data gedreven software en adviesdiensten. Dacom omschrijft het teeltregistratie systeem als een snelle manier om activiteiten op percelen te registreren. Dacom richt zich vooral op het registreren van alle handelingen die horen bij de teelt. Daarnaast is het programma zo ingericht, dat wanneer alles op orde is, er automatisch voldaan kan worden aan certificeringen. Binnen de landbouw zijn diverse certificeringen, welke vereist zijn vanuit de EU. Het pakket van Dacom controleert of de ingevoerde gegevens voldoen aan de eisen van certificeringen zoals Global G.A.P en Waarborg voedselveiligheid. (Dacom, 2020).

Cloudfarm is het Farm Management Systeem van Dacom in samenwerking met de Mechan groep. Cloudfarm biedt de mogelijkheid om data automatisch in te lezen en draadloos te versturen. Dit biedt de mogelijkheid om draadloos taakkaarten, log data en A-B lijnen uit te wisselen tussen voertuigen die zijn uitgerust met GPS. Al deze informatie is ook in de online omgeving achter de computer te bekijken (Van der Boom, Trekker en teelt spreken eindelijk dezelfde taal, 2019).

John Deere

John Deere is een grote leverancier binnen de agrarische sector. Naast het leveren van voertuigen is John Deere erg actief in het leveren van softwareoplossingen. John Deere levert een eigen GPS-systeem. Dit is ook de basis voor de volgende stap; dataverwerking. John Deere is actief met het registreren van bewerkingen en het monitoren van de gewassen. FarmSight is de afdeling binnen John Deere dat verantwoordelijk is voor datamanagement en GPS-technieken. Binnen FarmSight is het mogelijk om in het onderdeel JD-link, data draadloos te versturen, bekijken en analyseren. De informatie wordt automatisch aan het perceel gekoppeld waar de bewerking is uitgevoerd (Huybrechts, 2015).

Trimble

Vantage Agrometius is als Trimble importeur gespecialiseerd in precisielandbouw en heeft jarenlange ervaring met GPS-besturing als basis. Agrometius levert het totaalpakket van hardware, software en diensten. De Trimble display kent de mogelijkheid om rassen te loggen gedurende het poten/planten. Op deze manier wordt exact geregistreerd waar welk soort staat. Binnen de bollenteelt is dit een belangrijke functionaliteit als onderdeel van teeltregistratie. Voor het breder uitwisselen van data tussen diverse partijen en analyseren van deze data maakt Agrometius gebruik van Trimble AG software. Trimble AG software biedt de mogelijkheid om draadloos data te versturen van de GPS-schermen naar de online omgeving. Vervolgens kan deze data verwerkt en geëvalueerd worden.

1.1. Theoretisch kader

Waarom kiezen agrarische ondernemers voor een Farm Management Systeem of een teeltregistratiesysteem? Wat is het verschil tussen een farmmanagementsysteem en een teeltregistratiesysteem. Als er wordt gekeken naar de hoeveelheid verschillende informatiebronnen die er beschikbaar zijn binnen de akkerbouw en de veehouderij is het belang van een Farm Management Systeem snel zichtbaar. Waar een akkerbouwer informatie krijgt over de teelt en de bodem, zal een veehouder meer gebaat zijn bij informatie over het vee en voer. Wanneer geen gebruik gemaakt wordt van een Farm Management Systeem, komt de meeste informatie wel aan maar wordt deze niet verwerkt. Echter levert de informatie pas wat op wanneer vervolg stappen worden ondernomen. Smart Farming is een farm managementconcept gebaseerd op het observeren en meten van, en reageren op variatie binnen en tussen percelen of dieren. Ook het gebruik van deze informatie om ketens beter te laten functioneren valt eronder (A. Bruinsma. W. Hilken, 2016).

Volgens Schuttelaar en collega's is de definitie van Smart Farming (2017): *“Smart Farming is a Farming management concept using modern technology to increase the quantity and quality of agricultural products. Farmers in the 21st century have access to GPS, soil scanning, data management, and Internet of Things technologies.”*

Een Farm Management Systeem wordt gezien als de schakel tussen de verkregen informatie van de precisielandbouwtechnieken en het opnieuw toepasbaar maken van deze informatie. In een Farm Management Systeem komen veel verschillende informatie stromen bij elkaar. Deze informatie kan aan elkaar gekoppeld worden. Wat zijn de voordelen van een Farm Management Systeem voor een agrarische ondernemer? (Bliss, z.d.)

- Minder handmatige administratieve werkzaamheden, wat een groter gebruikersgemak oplevert bij gegevensbeheer. Dankzij hightech sensors en loggers, slimme software en Cloud-technologie wordt gegevensbeheer geautomatiseerd. Denk hierbij aan het vastleggen, bewaren en structureren van verschillende data. (Kaloxylos, Eigenmann, Teye, & all, 2012)
- Kostenbesparingen door gerichtere inzet van voer, kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen. Door beter op de behoefte in te spelen, beperkt de agrarische ondernemer verspilling en worden de kosten verlaagd. Dit is mogelijk door een scherp inzicht in de daadwerkelijke behoefte en dit geeft een duidelijk beeld van de beschikbare (mest)stoffen.
- Er is minder tijd nodig voor een bewerking. Dit levert een grotere arbeidsefficiëntie op. Deze efficiëntie is mogelijk doordat een routeplanning wordt gemaakt voordat een voertuig het land betreedt. Dit kan in een Farm Management programma gedaan worden door eerder verkregen informatie of satellietbeelden. Op deze manier kan de uitvoerder van de 'taak' de ideale route volgen. Hierdoor weet de uitvoerder vooraf hoeveel input (meststoffen, gewasbeschermingsmiddelen, zaaizaad, enz.) nodig is voor de geplande bewerking. Daarnaast vinden werkzaamheden autonoom plaats.
- Gewaarborgde voedselveiligheid. Door het transparant weergeven van het productieproces van een eindproduct en door het kunnen verantwoorden waarom bepaalde keuzes gemaakt worden, ontstaat meer begrip vanuit de samenleving. Dit zorgt voor een betere voedselveiligheid en voor een betere uitstraling van de agrarische sector.

Digitalisering in de landbouw biedt ook mogelijkheden om nieuwe waarde proposities en verdienmodellen te ontwikkelen. Lange tijd was dat lastig, doordat variatie op het standaardmodel kostprijsverhogend werkt. Dankzij hergebruik van landbouwdata en slim gebruik van nieuwe technologie worden nieuwe oplossingen voor oude barrières bedacht. Hierdoor ontstaan kansen voor boeren in korte en nieuwe ketens (Kocks & Kempenaar, 2013) (Bendre, 2015).

Door de vele ontwikkelingen op het gebied van precisielandbouw/ smart farming zijn er veel verschillende mogelijkheden in de landbouwmechanisatie. Door nieuwe ontwikkelingen van machinefabrikanten en de diverse subsidies worden agrarische ondernemers geprikkeld om in te stappen in precisielandbouw. Precisielandbouw technieken zijn dure investeringen voor een agrarische ondernemer. Iedereen wil voor het systeem kiezen dat het beste bij hun bedrijf past en welke klaar is voor de toekomst. (Van der Boom, Wie betaalt voor precisielandbouw, 2018)

De vele mogelijkheden zorgen ervoor dat in veel systemen geïnvesteerd wordt. Echter zijn deze systemen vervolgens slecht tot niet toepasbaar. Tussen de verschillende systemen mist de connectiviteit. Veel data wordt verzameld; het ene voertuig geeft informatie over de locatie terwijl andere sensoren de bodem of het gewas in kaart brengen. Zijn deze verschillende informatie stromen te combineren zodat precisielandbouw toegankelijker wordt? Welke data hoort bij welke teelt, hoe is deze data te gebruiken en hoe is de data het makkelijkst te verwerken? (NPPL, 2021)

Ieder bedrijf heeft een eigen visie op de beste manier van werken, zo ook Vantage Agrometius. Om zo goed mogelijk aan te sluiten bij de wensen van de sector is dit onderzoek belangrijk. Op basis van dit rapport kunnen Agrometius, andere leveranciers en agrarische ondernemers de richting bepalen en vervolgens controleren of ze de goede richting op gaan. Door het steeds meer monitoren van gewassen, dieren en bodem ontstaan grote informatiestromen voor agrarische ondernemers via verschillende wegen. Door op verschillende manieren diverse gegevens binnen te krijgen ontstaat overlap aan informatie. Hierdoor zijn de systemen niet efficiënt te gebruiken. Door de soms slechte connectiviteit van diverse leveranciers ontstaat onduidelijkheid voor de agrarische ondernemers.

1.2. Knowledge gap

Voor veel agrarische ondernemers is het niet overzichtelijk welk systeem het beste aansluit bij de eigen bedrijfsvoering. Het is duidelijk dat veel agrarische ondernemers niet over de informatievoorziening beschikken om de juiste werkwijze voor het bedrijf te bepalen met betrekking tot de verkregen data. Hierdoor is het niet duidelijk wat de mogelijkheden van de verschillende systemen zijn en welke systemen klaar zijn voor de toekomst. Kan de ondernemer alle data gemakkelijk uitwisselen met collega-bedrijven, adviseurs of klanten? Doordat de connectiviteit tussen de verschillende systemen mist, ondervinden niet alleen de bestaande klanten van Agrometius, John Deere en Dacom maar ook diverse andere agrarische ondernemers hier problemen mee (NPPL, 2021).

Het moet bekend zijn welke functies binnen een systeem beschikbaar zijn, om met een Farm Management Systeem de bedrijfsvoering verder te optimaliseren. Daarnaast is het van belang dat de functies aansluiten bij de praktijk. Zo weten de ontwikkelaars van verschillende distributeurs op welke factoren er gefocust moet worden om de bedrijfsvoering verder te optimaliseren.

Voorafgaand aan dit onderzoek is onderzocht welke systemen op de markt zijn. Door middel van onderzoek onder agrarische ondernemers wordt onderzocht aan welke eisen het systeem volgens agrarische ondernemers moet voldoen volgens. De resultaten worden uiteindelijk verwerkt tot een adviesrapport voor Vantage Agrometius en agrarische ondernemers die zoekende zijn naar antwoorden over dit vraagstuk.

Meningen van diverse agrarische ondernemers zijn van belang in dit het onderzoek. Via deze weg is te controleren of de huidige aanbod Farm Management Systemen aansluiten bij de praktijk. Voor bedrijven als Agrometius en de agrarische ondernemers is deze aansluiting van belang.

Hoofdvraag: Wat zijn de argumenten voor het gebruik van een Farm Management Systeem en over welke functies moet dit systeem beschikken?

Deelvragen:

- Welke knelpunten ondervinden agrarische ondernemers bij de aanschaf van een Farm Management Systeem?
- Welke invloed heeft connectiviteit op het succes van een Farm Management Systeem?

Doelstelling

De doelstelling van dit rapport is het verkrijgen van informatie over de eisen en wensen van moderne agrarische ondernemers, over een Farm Management Systeem. Vervolgens kunnen de ondernemers kiezen voor een Farm Management Systeem. Op basis van deze resultaten wordt een advies gegeven aan het bedrijfsleven voor een optimaal Farm Management Systeem. Daarnaast wordt het voor een agrarische ondernemer op basis van dit onderzoek inzichtelijk welke mogelijkheden dergelijke systemen te bieden hebben. Het uiteindelijke doel is om de bedrijfsvoering te optimaliseren en de klanttevredenheid te verhogen van eindgebruikers.

De benodigde informatie wordt verkregen door het uitsturen van een online enquête aan bestaande en niet bestaande klanten van Vantage Agrometius. De adressen van de bestaande klanten van Agrometius zijn per doelgroep gesorteerd. De adressen van niet Vantage Agrometius klanten zullen verkregen worden door middel van een online tool. De enquête wordt opgesteld in samenwerking met de teelspecialist van Vantage Agrometius. Voordat de online enquête wordt uitgestuurd vindt eerst een kleine steekproef plaats onder enkele telers. Deze steekproef heeft als doel om de werking van de enquête te testen. De resultaten worden vervolgens digitaal verwerkt.

2. Materiaal en Methode

Om een duidelijk beeld te krijgen van de situatie en de verwachtingen van Farm Management Systeem, werd een onderzoek uitgevoerd. Het onderzoek was opgesplitst in twee onderdelen. De informatie die voor dit onderzoek nodig was, kwam hoofdzakelijk uit literatuur en werd aangevuld met inbreng vanuit de sector. Deze inbreng werd verzameld doormiddel van het versturen van een online enquête.

2.1. Materiaal

De online enquête werd verstuurd aan agrarische ondernemers. De enquête richtte zich voornamelijk op akkerbouw gerelateerde bedrijven. Er waren drie verschillende doelgroepen:

- Akkerbouwers
- Bollentelers
- Loonbedrijven

De populatie van het onderzoek bestond, zoals hierboven beschreven, uit agrarische bedrijven die actief zijn in de; akkerbouw, bollenteelt of agrarisch loonwerk. In Nederland waren in het jaar 2017 volgens de Cumela 3000 loonbedrijven actief in de agrarische sector (Reindsen, 2017). In 2019 waren er 18.746 actieve akkerbouwbedrijven (Van der Meulen, 2020).

In verband met de grote omvang werd niet de gehele populatie onderzocht. De steekproefgrootte binnen dit onderzoek werd bepaald aan de hand van een foutmarge van 10%. De foutmarge in combinatie met een betrouwbaarheidsniveau van 95% leverde een steekproefgrootte op van 96 bedrijven (Survey Monkey, sd).

De verwachting was dat niet alle bedrijven die zijn benaderd voor het invullen van de enquête, deze ook daadwerkelijk zouden invullen. Het aantal bedrijven dat aangeschreven diende te worden, werd bepaald door het inschatten van het reactiepercentage. Door de enquête niet te complex en lang gemaakt was en de enquête daarnaast online aangeboden werd, werd het reactiepercentage geschat op 30%. Voor voldoende respons moesten daarom minimaal 334 bedrijven aangeschreven worden.

Doordat er verschil was in het aantal bedrijven per doelgroep in Nederland, werd gekozen voor de volgende verdeling. In de doelgroep akkerbouwers werden 200 bedrijven benaderd. Van de doelgroepen bollentelers en loonbedrijven met akkerbouw werden per doelgroep 75 bedrijven benaderd. In totaal werden dus 350 bedrijven aangeschreven.

Hoever de resultaten overeenkwamen met de werkelijkheid werd getest door de validiteit. De resultaten werden getest op 4 vormen van validiteit: indruk validiteit, inhoudsvaliditeit, begripsvaliditeit en interne validiteit (Benders, 2020). Dit is verder beschreven in hoofdstuk 2.4.

Tijdens het onderzoek werd gebruik gemaakt van een onlinedienstverlening, genaamd SurveyMonkey. Met behulp van SurveyMonkey werd een enquête opgesteld. Deze enquête werd gedeeld met de bedrijven met behulp van een link in een mail. In bijlage 1 is de volledige enquête toegevoegd.

De geschatte invultijd van de enquête bedroeg 10 minuten, dit gaf de onlinedienstverlening SurveyMonkey aan bij het aanmaken van de enquête. De geschatte invultijd van 10 minuten werd als acceptabel geschat omdat dit het mogelijk maakte om de enquête in bijvoorbeeld een pauze in te vullen. De grote hoeveelheid meerkeuzevragen zorgde ervoor dat de doelgroep gemakkelijk de enquête in kon vullen. Voordat de enquête werd aangeschreven aan de gehele doelgroep, werd eerst gebruik gemaakt van een pilot enquête.

2.2. Afbakening

Voor het resultaat van het onderzoek was het van belang om een duidelijke afbakening te bepalen, zodat het totaaloverzicht niet verloren ging. Hieronder werd omschreven wat er onderzocht werd en op welke wijze.

- Het onderzoek richtte zich op 3 verschillende doelgroepen (akkerbouwers, bollentelers en loonbedrijven met akkerbouw)
- De online enquête werd in met behulp van SurveyMonkey gemaakt. Vervolgens werd de enquête via een mail met een link naar de bedrijven gestuurd.
- In de enquête lag de nadruk op de Farm Management Systemen die al gebruikt werden.
- Connectiviteit was belangrijk binnen de enquête.
- Welke argumenten gaven agrarische ondernemers voor of tegen de aanschaf van een Farm Management Systeem?
- De resultaten werden doormiddel van de online enquête tool verwerkt tot diagrammen en grafieken. De open antwoorden of eventuele extra informatie werd in Word samengevat.
- Wanneer de resultaten van de enquête verwerkt waren in de online enquête tool, werden de resultaten omgezet in een adviesrapport. Dit adviesrapport bestond uit de resultaten en de bijbehorende toelichting.
- Het rapport werd gedeeld met Agrometius en andere geïnteresseerden.
- Het doel van het adviesrapport was om de huidige situatie en de nieuwe wensen van de doelgroepen inzichtelijk te krijgen.
- In dit onderzoek werden de koppelingen met Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) of andere overheidsinstanties niet onderzocht.

2.3. Methode

Als eerste werd een literatuuronderzoek uitgevoerd om een duidelijk beeld te krijgen van de huidige stand van zaken met betrekking tot precisielandbouw en Farm Management Systemen in Nederland. Het doel van het onderzoek was om erachter te komen wat de argumenten waren voor het gebruik van een Farm Management Systeem en over welke functies dit systeem moest beschikken. Het onderzoek werd uitgevoerd onder akkerbouwers, bollentelers en loonbedrijven in Nederland. De antwoorden op de deelvragen en de hoofdvraag werden verkregen door middel van de enquête. In het verslag werd door middel van literatuuronderzoek de basisinformatie gegeven over Farm Management Systemen. De enquête vragen waren gebaseerd op de informatie uit het vooronderzoek, eigen ervaringen en de ervaringen van de teeltspecialist van Agrometius.

De enquête had als doel om vragen die ontstonden uit het literatuuronderzoek beantwoord te krijgen en waar nodig aan te vullen. Uit het literatuuronderzoek werd duidelijk welke Farm Management Systemen en precisielandbouw technieken beschikbaar waren. Om de hoofdvraag en deelvragen te kunnen beantwoorden was er aanvullende informatie nodig van de doelgroep. Voor het verkrijgen van de resultaten werd de online enquête website SurveyMonkey gebruikt. De doelgroep kreeg verschillende vragen voorgelegd die gerelateerd waren aan de hoofd- en deelvragen.

De doelgroep ontving de link naar de enquête via de mail en kon via deze link de enquête invullen. In de enquête werd voornamelijk gebruik gemaakt van meerkeuze vragen. Dit zorgde voor een snelle en gemakkelijke manier van beantwoorden. De resultaten werden centraal verzameld, zodat deze vervolgens verwerkt konden worden. De eerste vragen in de enquête zijn algemene vragen over het bedrijf van de respondent. Het volgende deel van de enquête was gericht op de huidige situatie met betrekking tot GNSS-apparatuur en teelt registratie. Vervolgens kwamen de vragen aan bod die gerelateerd waren aan de deelvragen. Via de verkregen informatie was het mogelijk om de deelvragen te beantwoorden. Middels de antwoorden op de deelvragen kon vervolgens de hoofdvraag beantwoord worden.

De hoofdvraag luidde:

“Wat zijn de argumenten voor het gebruik van een Farm Management Systeem en over welke functies moet dit systeem beschikken?”

Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden was het van belang dat eerst de deelvragen uitgewerkt werden. De deelvragen werden beantwoord door de resultaten van de enquête en de nodige informatie uit het literatuuronderzoek. Aan de hand van de deelvragen en de hoofdvraag werd het adviesrapport geschreven.

Deelvraag 1

Welke knelpunten ondervinden agrarische ondernemers bij de aanschaf van een Farm Management Systeem?

Vanuit de literatuur werd duidelijk wat de betekenis was van een Farm Management Systeem en welke Farm Management Systemen beschikbaar waren. Om een betrouwbaar antwoord te kunnen geven op de deelvraag was de mening van de doelgroep nodig. In de online enquête hadden de vragen 21 tot en met 24 betrekking tot deze deelvraag. De doelgroep kon doormiddel van deze vragen aangeven wat welke knelpunten ondervonden werden bij de aanschaf van een Farm Management Systeem.

Deelvraag 2

Welke invloed heeft connectiviteit op het succes van een Farm Management Systeem?

Deze deelvraag had betrekking tot de steeds belangrijker wordende connectiviteit in de precisielandbouw. Uit literatuuronderzoek bleek dat de grote hoeveelheden data zorgden voor meer vraag naar connectiviteit. Om in het adviesrapport een betrouwbaar antwoord te kunnen geven was de mening van de doelgroep van belang. Deze deelvraag werd beantwoord in de vragen 27 tot en met 29.

2.4. Gegevensverwerking

Er werd een online enquête verstuurd onder de doelgroepen. Een enquête behoort tot een kwantitatief onderzoek. De vragenlijsten werden gestandaardiseerd en de respondenten kregen bij de enquêtevragen voornamelijk keuzes uit antwoorden op de 5-puntschaal. De gegevens werden online centraal verzameld nadat de enquêtes waren ingevuld. De gegevens waren per bedrijf te zien. Daarnaast was het mogelijk om alle verzamelde data te vergelijken. De vragen waren gebaseerd op de huidige situatie en gericht op de toekomst. De huidige situatie en de toekomst vormden ook de basis voor het verwerken van de data. De validiteit van de resultaten werd getest en beredeneerd aan de hand van 4 onderdelen; indruk validiteit, inhoudsvaliditeit, begripsvaliditeit en interne validiteit.

- **Indruk validiteit**
De vragenlijst was gebaseerd op literatuuronderzoek over het onderzoek. Daarnaast werd de enquête in samenwerking met een beroepsdeskundige vorm gegeven. Vervolgens werd een pilot uitgevoerd door de online enquête eerst onder een kleine steekproef te testen. Dit zorgde voor een hoge indrukvaliditeit.
- **Inhoudsvaliditeit**
De mening van de populatie was meetbaar door de online enquête. Door de toevoeging van persoonlijke aanvullingen kon de enquête volledig aangevuld worden.
- **Begripsvaliditeit**
Het begrip Farm Management Systeem kwam aanbod in de enquête. Door veel te werken met de Likertschaal werd de begripsvaliditeit gewaarborgd. Ook werd het begrip Farm Management Systeem in de inleiding uitgelegd om verwarring te voorkomen.
- **Interne validiteit**
Interne validiteit zegt iets over de kwaliteit van de onderzoeksopzet van je onderzoek. Een onderzoek is intern valide als vanuit de gekozen onderzoeksmethodes de juiste conclusies getrokken kunnen worden. Dit onderzoek was betrouwbaar omdat de respondenten bij verschillende onderzoekers onder dezelfde omstandigheden dezelfde antwoorden gaven. De vragen geven een goed beeld van de realiteit. (Benders, 2020)

Middels SurveyMonkey kon de data in het programma verwerkt worden tot grafieken en diagrammen. De resultaten van de enquêtes werden beschrijvend verwerkt tot een adviesrapport voor Agrometius en andere geïnteresseerden. Het was van belang dat er tenminste 96 respondenten waren, om een duidelijk inzicht en betrouwbaar resultaat te krijgen. Indien dit in de eerste ronde niet werd behaald, dan werden meer bedrijven in de doelgroepen aangeschreven.

Het aantal benodigde respondenten van 96 is niet gehaald. De mailing van de enquête heeft niet het gewenste resultaat behaald. De reden hiervoor kan zijn dat de enquête bij veel geadresseerden in de ongewenste email terecht is binnen gekomen. Om meer reacties te verkrijgen is gebruik gemaakt van sociale media genaamd LinkedIn. Dit leverde uiteindelijk 68 kwalitatief voldoende reacties op.

3. Resultaten

In dit hoofdstuk zijn de resultaten van het onderzoek weergegeven. Aan de hand van de resultaten van de enquête (bijlage 1) kunnen de hoofdvraag en de deelvragen beantwoord worden. De hoofdvraag luidde als volgt:

“Wat zijn de argumenten voor het gebruik van een Farm Management Systeem en over welke functies moet dit systeem beschikken?”

Voor het verkrijgen van de resultaten is een online enquête verstuurd onder de doelgroepen. Via de online enquête tool was het mogelijk om alle resultaten digitaal te verzamelen en te analyseren. De vragenlijsten waren gestandaardiseerd en de respondenten kregen bij de enquêtevragen voornamelijk keuzes uit antwoorden op de 5-puntschaal.

De volledige resultaten van de enquête zijn weergegeven in bijlage 1. De enquête bestond in totaal uit 29 vragen. In totaal hebben 68 respondenten deelgenomen aan de enquête. Het aantal benodigde respondenten van 96 werd helaas niet behaald door het versturen van de enquête via de mail, ondanks het versturen van herinneringen. Om meer reacties te verkrijgen werd ervoor gekozen om de enquête ook via sociale media, LinkedIn, te delen. Dit resulteerde uiteindelijk in 68 reacties.

Per deelvraag zijn gerichte enquêtevragen gesteld. De gegeven antwoorden op de vragen uit de enquête zijn geanalyseerd, en op basis hiervan konden de deelvragen en de hoofdvraag beantwoord worden. In onderstaande resultaten worden de vragen uitgelicht die hiervoor het meest van belang.

Na het sluiten van de enquête, werd gediscussieerd met de opdrachtgever over de resultaten. Hieruit bleek dat de gegeven antwoorden op de enquêtevragen de benodigde informatie gaven om de deelvragen goed te kunnen beantwoorden en onderbouwen. De resultaten waren verkregen bij verschillende bedrijfstypen. 37,5% van respondenten voerden werkzaamheden uit voor het eigen akkerbouwbedrijf een hetzelfde percentage deed naast de werkzaamheden voor het eigen akkerbouwbedrijf ook werkzaamheden voor derden. De overige 25% van de respondenten waren actief als loonbedrijf. De helft van de loonbedrijven hadden een eigen akkerbouwtaak erbij naast.

3.1. Deelvraag 1

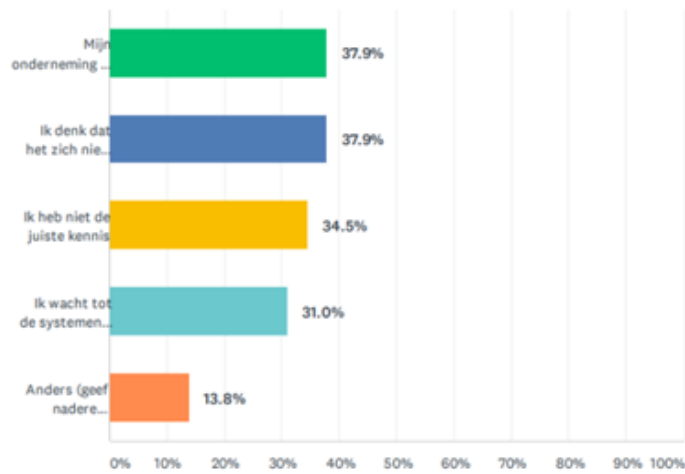
Welke knelpunten ondervinden agrarische ondernemers bij de aanschaf van een Farm Management Systeem?

Uit de literatuurstudie werd duidelijk wat de betekenis is van een Farm Management Systeem en welke Farm Management Systemen beschikbaar zijn. De uitgebreide resultaten staan beschreven in de inleiding, hoofdstuk 1.

Samengevat wordt een Farm Management Systeem gezien als de schakel tussen de verkregen informatie van de precisielandbouwtechnieken en het opnieuw toepasbaar maken van deze informatie. Momenteel zijn er vier grote leveranciers van Farm Management Systemen op de markt. Iedere leverancier heeft een andere kijk op een Farm Management Systeem. Deze leveranciers betreffen Agrovision, Dacom, John Deere en Trimble. De ene leverancier richt zich bijvoorbeeld meer op het registreren van de locatie van gewassen, en de andere leverancier focust zich meer op het registreren van informatie.

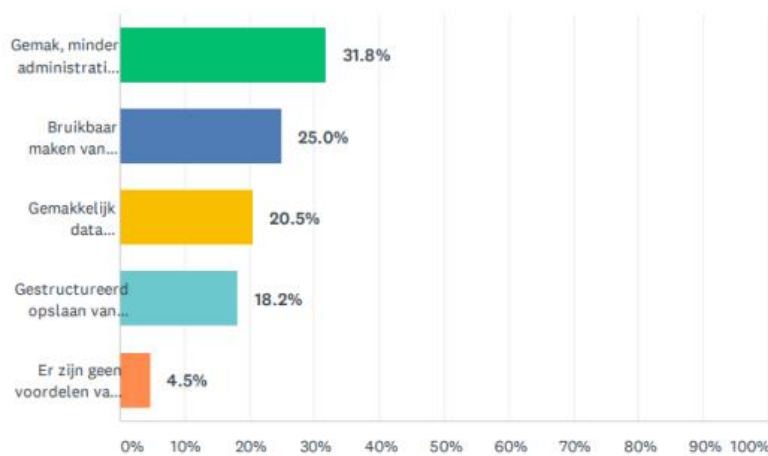
Uit de enquête hebben vraag 21 tot en met 26 betrekking op deze deelvraag. Middels de antwoorden op deze vragen wordt duidelijk welke knelpunten de doelgroep ervaart bij de aanschaf van een Farm Management Systeem. In figuren 2, 3 en 4 worden antwoorden op een aantal enquêtevragen weergegeven.

V22 Waarom maakt u geen gebruik van een Farm Management Systeem?
(Meerdere antwoorden mogelijk)



Figuur 2: resultaten enquêtevraag 22

V23 Wat zijn de grote voordelen van een Farm Management Systeem?



Figuur 3: resultaten enquêtevraag 23

V24 Wat zijn de belangrijkste argumenten tegen de aanschaf van een Farm Management Systeem? (Zet op volgorde van belangrijkheid, start bovenaan met de belangrijkste)

	1	2	3	4	5	6	TOTAAL	SCORE
De kosten	51% 20	18% 7	8% 3	15% 6	8% 3	0% 0	39	4.90
Dergelijke systemen zijn te ingewikkeld	10% 4	21% 8	31% 12	18% 7	8% 3	13% 5	39	3.69
De ondersteuning	10% 4	20% 8	29% 12	17% 7	12% 5	12% 5	41	3.61
Data slecht uitwisselbaar met collega's	11% 4	19% 7	6% 2	17% 6	31% 11	17% 6	36	3.14
Bang dat de informatie gebruikt gaat worden voor controles	12% 5	7% 3	20% 8	17% 7	15% 6	29% 12	41	2.98
De loonwerker is er nog niet mee bezig	11% 4	13% 5	11% 4	16% 6	24% 9	26% 10	38	2.92

Figuur 4: resultaten enquêtevraag 24

Om de knelpunten bij de aanschaf van een Farm Management Systeem te kunnen bepalen, was het allereerst van belang om te weten waarom agrarische ondernemers geen gebruik maken van een Farm Management Systeem. Door 64,6% van de respondenten werd geen gebruik gemaakt van een Farm Management Systeem. Uit figuur 2 bleek dat de belangrijkste redenen hiervoor waren dat de onderneming te klein was of dat het Farm Management Systeem zich niet terugverdiende. Door 35,4% van de respondenten werd wel gebruik gemaakt van een Farm Management Systeem. Uit figuur 3 bleek dat 31,8% van de respondenten het gemak en minder administratieve werkzaamheden het grootste voordeel vonden van het gebruik van een Farm Management Systeem. Echter gaf ook 4,5% van de respondenten aan dat er geen voordelen waren aan het gebruik van een Farm Management Systeem.

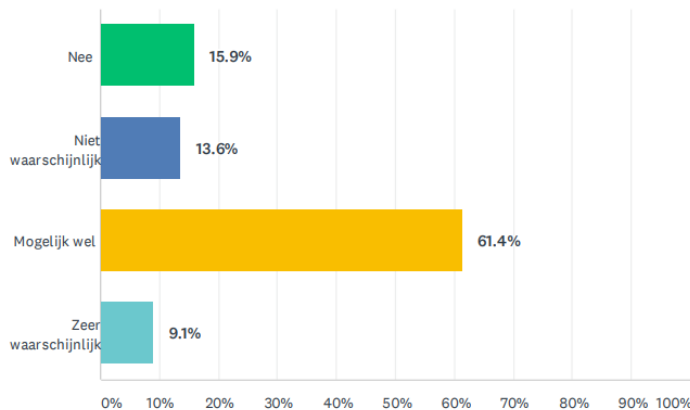
Voor het bepalen van de knelpunten bij de aanschaf van een Farm Management Systeem was het ook belangrijk om de tegenargumenten in beeld te brengen. In figuur 4 worden de resultaten van deze tegenargumenten weergegeven op volgorde van belangrijkheid. Hieruit bleek dat de kosten voor de aanschaf van een Farm Management Systeem het grootste tegenargument was. 51% van de respondenten benoemde dit als belangrijkste tegenargument. Samenvattend ondervinden agrarische ondernemers dus de kosten van een Farm Management Systeem als knelpunten bij de aanschaf van een dergelijk systeem.

3.2. Deelvraag 2

“Welke invloed heeft connectiviteit op het succes van een Farm Management Systeem?”

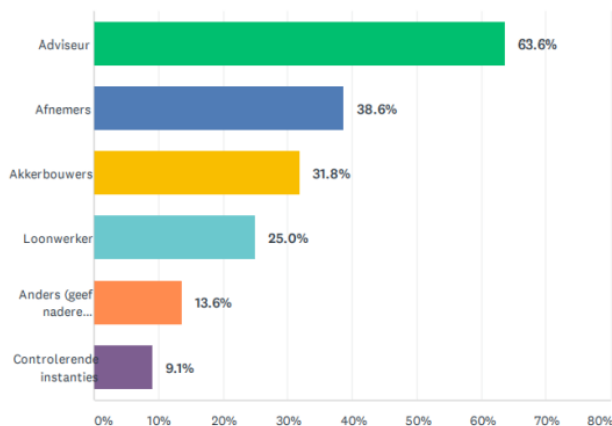
Uit de enquête hebben vraag 27 tot en met 29 betrekking op deze deelvraag. Middels de antwoorden op deze vragen wordt het antwoord op deze deelvraag duidelijk. In figuren 5 en 6 worden antwoorden op een aantal enquêtevragen weergegeven.

V27 Zou u uw eigen verkregen data willen delen met ketenpartners?



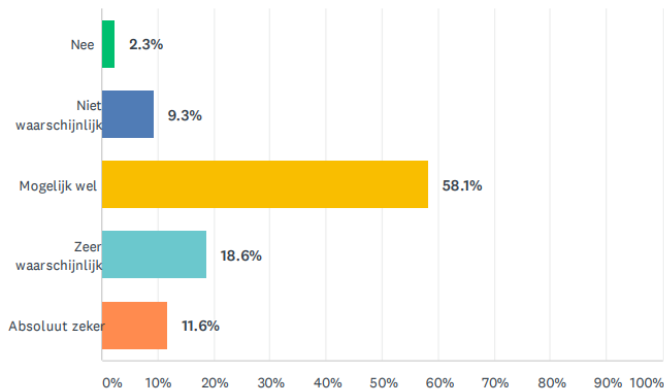
Figuur 5: Resultaten vraag 27

V28 Met wie wilt u graag data delen? (meerdere antwoorden mogelijk)



Figuur 6: Resultaten vraag 28

V29 Het gemakkelijker uitwisselen van perceel-/ teeltdata tussen ketenpartners vergroot het succes van een Farm Management Systeem:



Figuur 7: Resultaten vraag 29

Figuur 5 laat zien dat 61,4 % van de respondenten eigen verkregen data wel wilt delen met ketenpartners. 9,1% van de respondenten gaf aan dat ze de eigen verkregen data zeer waarschijnlijk zouden willen delen. 15,9% van de respondenten gaf aan dat ze de eigen verkregen data niet willen delen. Uit figuur 6 blijkt dat 63,3 % van de respondenten voornamelijk hun verkregen data zou willen delen met hun adviseur. Bij de opmerkingen op vraag 28 gaven de respondenten die geen data wilden delen aan dat de reden hiervan was dat het eigen data is en ze dat graag in eigen beheer willen houden. Ondanks dat 15,9% van de respondenten de data niet wilt delen, blijkt uit figuur 6 dat de meerderheid van de respondenten wel aangeeft dat het gemakkelijker uitwisselen van perceel-/ teeltdata tussen ketenpartners het succes van een Farm Management Systeem vergroot.

3.3. Hoofdvraag

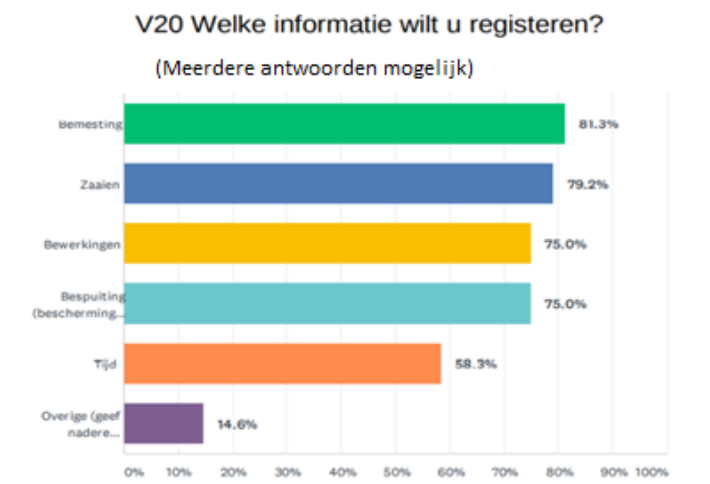
Uiteindelijk luidde de hoofdvraag:

“Wat zijn de argumenten voor het gebruik van een Farm Management Systeem en over welke functies moet dit systeem beschikken?”

Uit de enquête hebben vraag 20 en 26 betrekking op de hoofdvraag. Middels de antwoorden op deze vragen en de antwoorden op de deelvragen, wordt duidelijk wat argumenten zijn vóór de aanschaf van een Farm Management Systeem en over welke functies dit systeem moet beschikken. In figuren 5 en 6 worden antwoorden op deze enquêtevragen weergegeven.

	1	2	3	4	5	6	7	TOTAAL	SCORE
Efficiëntie	34% 13	24% 9	21% 8	16% 6	3% 1	3% 1	0% 0	38	5.63
Alle data is gestructureerd opgeslagen	26% 10	36% 14	18% 7	5% 2	3% 1	5% 2	8% 3	39	5.31
Het toepasbaar maken van data	25% 10	28% 11	15% 6	8% 3	5% 2	5% 2	15% 6	40	4.85
De ondersteuning	3% 1	5% 2	24% 9	29% 11	26% 10	8% 3	5% 2	38	3.84
De kosten	8% 3	8% 3	8% 3	18% 7	13% 5	16% 6	29% 11	38	3.16
Data uitwisselen met collega's	5% 2	0% 0	16% 6	14% 5	30% 11	19% 7	16% 6	37	3.16
De loonwerker is er actief mee bezig	0% 0	3% 1	3% 1	10% 4	18% 7	41% 16	26% 10	39	2.31

Figuur 8: resultaten enquêtevraag 26



Figuur9: resultaten enquêtevraag 20

In figuur 8 worden de resultaten van de argumenten vóór de aanschaf van een Farm Management Systeem weergegeven op volgorde van belangrijkheid. Hieruit bleek dat efficiëntie hiervoor het belangrijkste argument was. 34% van de respondenten benoemde dit als belangrijkste argument. Dit sluit aan bij voordelen; minder handmatige administratieve werkzaamheden en arbeidsefficiëntie die beschreven staan in de inleiding (Bliss, z.d.). In figuur 9 wordt weergegeven welke informatie de respondenten willen registreren met een Farm Management Systeem. Dit laat zien dat de respondenten het belangrijk vinden om met het Farm Management Systeem de bemesting te registreren, wat waar gezaaid/gepoot is, welke bewerkingen zijn uitgevoerd en de bespuiting (gewasbeschermingsmiddelen) te registreren. Dit laat zien dat de doelgroep eigenlijk zoveel mogelijk wilt registreren. In de overige opmerkingen hebben een aantal respondenten ook aangegeven alles te willen registreren. Zoals in Figuur 7 is te zien geeft 88,5% van de respondenten aan dat het gemakkelijker uitwisselen van perceel-/ teeltdata tussen ketenpartners het succes van een Farm Management Systeem vergroot. Zoals in de literatuur omschreven is het van belang dat diverse informatie stromen met elkaar te combineren zijn zodat precisielandbouw toegankelijker wordt (NPPL, 2021).

4. Discussie

In dit onderzoek werd onderzocht wat de argumenten zijn voor het gebruik van een Farm Management Systeem en over welke functies dit systeem moet beschikken. Dit is onderzocht door het uitvoeren van literatuuronderzoek en kwantitatief onderzoek middels een enquête.

De resultaten van de deelvragen geven kort samengevat aan dat veel agrarische ondernemers positief kijken naar een Farm Management Systeem. Hiervan is de voornaamste reden dat er efficiënter gewerkt kan worden bij het gebruik van een Farm Management Systeem. Dit komt doordat gegevens automatisch en digitaal verzameld worden. Zo willen de ondernemers zoveel mogelijk informatie verzamelen en deze voornamelijk delen met hun adviseur. Het verzamelen van data wordt ook wel data mining genoemd. Data mining, zoals omschreven het onderzoek van (Hassina, Rachida, & al, 2019), sluit goed aan bij de resultaten van dit onderzoek. Het verzamelen en verwerken van data is een belangrijke rol in de precisielandbouw. Het is de oplossing voor vraagstukken in de agrarische sector.

Argumenten tegen het gebruik van een Farm Management Systeem zijn voornamelijk gericht op de kosten. Deze kosten betreffen voornamelijk abonnementen die maandelijks of jaarlijks betaald dienen te worden. Deze abonnementen worden door veel ondernemers gezien als extra kosten die zich niet snel terug verdienen. Meerdere bedrijven denken dat hun onderneming te klein is voor het gebruik van een Farm Management Systeem en hebben tot op heden weinig kennis over dergelijke systemen. Veel agrarische ondernemers wachten op het moment dat de systemen veelvuldig draaien zodat de systemen naar hun idee praktisch klaar zijn. Er zijn nog geen eerdere onderzoeken uitgevoerd naar het gebruik van een Farm Management Systeem. Daarom is het niet mogelijk om de verkregen resultaten te vergelijken met literatuur.

De uitvoering van het onderzoek is bijna zo gelopen als gepland. De enquête is opgesteld in samenwerking met een beroepsdeskundige en in de praktijk getest. Vervolgens is de enquête online via een link in een mail uitgestuurd naar de mailadressen die vanuit Vantage Agrometius waren verkregen. Een tekortkoming van dit onderzoek was dat deze adressen enkel geselecteerd waren op de doelgroep. Tijdens de selectie was geen rekening gehouden met de betrokkenheid van klanten bij Agrometius. Dit is terug te zien in de resultaten. Uit vraag 8 *‘Met welke GPS merk(en) wordt gewerkt op het bedrijf’* bleek namelijk dat ongeveer 80% van de respondenten gebruik maakte van Trimble. De overige 20% maakte gebruik van andere GPS systemen.

De mail met daarin de link naar de enquête is correct verzonden. Echter werd de beoogde steekproefgrootte van 96 reacties hiermee helaas niet behaald. De reden hiervoor kan zijn dat de enquête bij een aantal geadresseerden in de ongewenste email terecht is gekomen. Er zijn ook meermaals herinneringen verstuurd. Dit resulteerde wel in meer resultaten, maar nog niet voldoende. Daarom werd besloten om de enquête via het sociale media kanaal LinkedIn te delen. Dit resulteerde uiteindelijk in 68 kwalitatieve reacties. Daardoor zijn de resultaten van dit onderzoek minder betrouwbaar.

Bij herhaling van het onderzoek kan meer aandacht gevestigd worden op de wijze van het verzamelen van voldoende reacties op de enquête. Niet alle enquêtes waren bij de juiste personen terecht gekomen. Dit kan geoptimaliseerd worden door meer aandacht te vestigen op de wijze van het uitsturen van de online enquête tool en gebruik te maken van een geschiktere adressenlijst.

De resultaten geven een duidelijk inzicht in de situatie van de respondenten. Precisielandbouw is in opkomst en wordt steeds meer toegepast. De verzamelde data en het beheren hiervan wordt steeds belangrijker (Kempenaar, Mollema, & al, Haalbaarheidsstudie PL4.0 data-ruimte, 2020).

5. Conclusie

In dit onderzoek is gezocht naar een antwoord op de vraag: *“Wat zijn de argumenten voor het gebruik van een Farm Management Systeem en over welke functies moet dit systeem beschikken?”*

Hiervoor is een kwantitatief- en literatuuronderzoek uitgevoerd.

De resultaten van de eerste deelvraag; *Welke knelpunten ondervinden agrarische ondernemers bij de aanschaf van een Farm Management Systeem?* vormen de basis voor het beantwoorden van de hoofdvraag. Uit de enquête bleek dat 65% van de ondervraagden geen gebruik maakte van een Farm Management Systeem. De knelpunten die veel agrarische ondernemers ondervinden bij de aanschaf van een Farm Management Systeem zijn de kosten en de complexiteit. 95,5% van de respondenten zag wel de voordelen van een Farm Management systeem.

De tweede deelvraag luidde als volgt; *“Welke invloed heeft connectiviteit op het succes van een Farm Management Systeem?”* 88,5% van de respondenten gaf aan dat het gemakkelijker uitwisselen van perceel-/ teeltdata tussen ketenpartners het succes van een Farm Management Systeem zou vergroten. De interesse richtte zich voornamelijk op het delen van informatie met de adviseur.

Uit de resultaten kwam naar voren waar een Farm Management Systeem aan moest voldoen. De hoofdvraag; *Wat zijn de argumenten voor het gebruik van een Farm Management Systeem en over welke functies moet dit systeem beschikken?”* kon daardoor beantwoord worden. Het belangrijkste argument voor de aanschaf van een Farm Management Systeem was een toename in efficiëntie. Naast een toename in efficiëntie is het van belang dat er veel data verzameld kan worden. Dit betreft bijvoorbeeld gegevens van de bemesting tot het registreren van de bestrijdingsmiddelen. De verzamelde data moet gemakkelijk uitwisselbaar zijn tussen verschillende systemen. Om agrarische ondernemers enthousiast te krijgen over een Farm Management Systeem is de gebruiksvriendelijkheid van een Farm Management Systeem van belang. Tot slot bleek dat veel mensen momenteel nog weinig kennis van Farm Management Systemen hebben.

Een Farm Management Systeem kan in de nabije toekomst van essentieel belang zijn in de agrarische sector. Doordat 95,5% van de respondenten voordelen in een Farm Management Systeem zag, is het waarschijnlijk dat de grootte van de gebruikersgroep steeds verder zal toenemen. Data speelt in de agrarische sector een steeds belangrijkere rol. Dit betreft het verkrijgen en opslaan van de data tot het toepasbaar maken van de data. Een Farm Management Systeem is hierin een van de meest belangrijke schakels. Aan de hand van alle onderzoeksresultaten is een realistische indruk van de situatie in de sector verkregen.

6. Aanbevelingen

Om een Farm Management Systeem tot een succes te maken is het van belang dat er veel data verzameld kan worden. Dit betreft bijvoorbeeld gegevens van de bemesting tot het registreren van de bestrijdingsmiddelen. Sommige telers willen zelfs nog meer data registreren, zoals de werktijden en de weersomstandigheden. Naast deze registratie is het van belang dat de data gemakkelijk toepasbaar gemaakt kan worden. Dit kan in de vorm van taakkaarten. Een andere belangrijke factor is de connectiviteit van de data. Uit de resultaten bleek dat dit het succes van een Farm Management Systeem vergroot. Agrarische ondernemers willen graag de data delen met hun adviseur. Er moet aandacht worden besteed aan de invloed van het merk GPS-systeem op het uitwisselen van de data. Dit zou het mogelijk maken om data tussen verschillende merken uit te wisselen, wat de connectiviteit van Farm Management Systemen vergroot.

Door middel van het onderzoek is een realistische indruk verkregen van de praktijksituatie. Bij vervolgonderzoek is het van belang om meer aandacht te vestigen op de steekproefgrootte om de betrouwbaarheid van de resultaten te verhogen. Tevens kan bij vervolgonderzoek het eigendom van de data meegenomen worden. Uit de literatuur en de enquête bleek namelijk dat de 'eigendom' van de data voor veel agrarische ondernemers van belang is.

7. Bibliografie

- A. Bruinsma, W. Hilken. (2016, oktober). *Wijzer worden van smart farming*. Amsterdam: ABN AMRO.
Opgehaald van <https://insights.abnamro.nl/2016/10/smart-farming/>
- AgroVision. (2020). *Teeltregistratie*. Opgeroepen op januari 2, 2021, van Agrovision:
<https://www.agrovision.com/nl/producten/teelt/teeltregistratie>
- Auernhammer, H. (2001). Precision farming — the environmental challenge. *Computers and Electronics in Agriculture*, 30(1), 31-43. doi:[https://doi.org/10.1016/S0168-1699\(00\)00153-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1699(00)00153-8)
- Bartlema, H. (2020, februari 12). *Daling kunstmestgebruik sector doet wat beloofd is*. Opgehaald van Boerenbusiness: <https://www.boerenbusiness.nl/opinies/herre-bartlema/opinie/10885849/daling-kunstmestgebruik-sector-doet-wat-beloofd-is>
- Beerling, W. (2015). NIRS-mestanalyse. *Veehouderij techniek*, 32-34. Opgeroepen op februari 2, 2021
- Benders, L. (2020, oktober 23). *Validiteit van scriptieonderzoek*. Opgehaald van Scribbr:
<https://www.scribbr.nl/onderzoeksmethoden/validiteit-van-scriptieonderzoek/>
- Bendre, M. R. (2015). Big data in precision agriculture: Weather forecasting for future farming. *1st International Conference on Next Generation Computing Technologies*.
doi:10.1109/NGCT.2015.7375220
- Bliss, M. E. (z.d.). *Farm-management*. Opgeroepen op januari 2, 2021, van Britannica:
<https://www.britannica.com/topic/farm-management>
- Boone, J. &. (2005). *Duurzaamheidsscan agrosector*. Ruimte en Economie. Den Haag: LEI.
Opgeroepen op januari 2, 2021
- Brummelaar, T. (2019). *Kamps de Wild*. Zevenaar: Books Unlimited VOF / Auke Brattinga.
- Budin, J. (2006). Teeltregistratie, nu zonder papier. *Proeftuin nieuws*, 16(8), 16.
- CBS. (2019, juni). *Aantal bedrijven landbouw*. Opgehaald van opendata.cbs.nl:
<https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/80783ned/table?dl=15236>
- Dacom. (2020). *Teeltregistratie*. Opgehaald van Dacom:
<https://www.dacom.nl/producten/teeltregistratie/>
- Farm Management. (z.d.). *what is farm management*. Opgehaald van farmmanagement:
<https://www.farmmanagement.pro/what-is-farm-management/>
- Feenstra, J. (2018, maart). Precisielandbouw sluipt het grasland op. *Veeteelt*, pp. 33-37. Opgehaald van <https://edepot.wur.nl/445128>
- Gej, Y., Thomasson, A., & Sui, R. (2011). Remote sensing of soil properties in precision agriculture. *Frontiers of Earth Science*, 5, 229-238. doi:<https://doi.org/10.1007/s11707-011-0175-0>
- Grisso, R., Alley, M., Thomason, W., Holshouser, D., & Roberson, O. T. (2011). Precision farming tools: Variable-rate application. *Virginia Cooperative Extension*, 442-505. Opgehaald van https://www.researchgate.net/publication/309121121_Precision_farming_tools_Variable-rate_application

- Hassina, A., Rachida, A., & all, e. (2019). A comprehensive review of Data Mining techniques in smart agriculture. *Engineering in Agriculture, Environment and Food*, 511-525.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.eaef.2019.11.003>
- Huybrechts, M. (2015, september 4). De onzichtbare revolutie heet farmsight. *Boerenbond*, 15, 44-45. Opgeroepen op december 12, 2020
- Kaloxyllos, A., Eigenmann, R., Teye, F., & all, e. (2012). Farm management systems and the Future Internet era. *Computers and Electronics in Agriculture*, 130-144.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.compag.2012.09.002>
- Kempenaar, C., Been, T., Booij, J., van Evert, F., Michielsen, J.-M., & Kocks, C. (2018). Advances in Variable Rate Technology Application in Potato in The Netherlands. *Potato Research*, 30(3), 295-305. doi:<https://doi.org/10.1007/s11540-018-9357-4>
- Kempenaar, C., Heijting, S., Kessel, G., Michielsen, J., & Wijnholds, K. (2013). *Modellen en beslisregels voor variabel doseren van gewasbeschermingsmiddelen op basis van variatie in bodem en gewas*. Wageningen UR, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving. Wageningen: Plant Research International. Opgehaald van <https://edepot.wur.nl/291354>
- Kempenaar, C., Mollema, R., & al, e. (2020). *Haalbaarheidsstudie PL4.0 data-ruimte*. Wageningen: Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business Unit Agrosystems.
doi:<https://doi.org/10.18174/532701>
- Kocks, C., & Kempenaar, C. (2013). *Van precisielandbouw naar smart farming technology*. Applied Ecology. Dronten: Kenniscentrum Agrofood en Ondernemen. Opgehaald van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/450227>
- Manlio Baccoa, P. B. (2019, november 5). The Digitisation of Agriculture: a Survey of Research Activities on Smart Farming. *Array*, 3-4. doi:<https://doi.org/10.1016/j.array.2019.100009>
- Móznér, Z., Tabi, A., & Csutora, M. (2012, mei). Modifying the yield factor based on more efficient use of fertilizer. *Ecological Indicators*, 16, 58-66.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.06.034>
- Muiswerk Online. (2019, april). *Landbouw*. Opgeroepen op januari 2, 2021, van Muiswerk: <http://www.muiswerk.nl/mowb/?word=landbouw>
- NPPL. (2019). Precisielandbouw wat is dat eigenlijk. *Precisielandbouw voor jou*, 5-6.
- NPPL. (2021, januari 19). *Nog zoeken naar nuttig gebruik van alle data*. Opgehaald van Proeftuin Precisielandbouw: <https://www.proeftuinprecisielandbouw.nl/nog-zoeken-naar-nuttig-gebruik-van-alle-data/>
- Nysten, S., & Kempenaar, C. (2019). *Toepassing van bodemscans voor Smart Farming*. Applied Ecology. Dronten: Aeres Hogeschool Dronten. Opgehaald van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/547913>
- Papageorgiou, E. L. (2009). Application of fuzzy cognitive maps for cotton yield management in precision farming. 36(10), 12399-12413. doi:10.1016/j.eswa.2009.04.046
- Proagrica. (2019). Precisielandbouw gaat niet vanzelf. *Precisielandbouw voor jou*, p. 14. Opgehaald van <https://www.proeftuinprecisielandbouw.nl/app/uploads/2019/01/Onderwijspecial-NPPL.pdf>

- Reindsen, H. (2017, juli 5). *Aantal loonbedrijven blijft stabiel*. Opgeroepen op december 6, 2020, van Nieuwe Oogst: <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2017/07/05/aantal-loonbedrijven-blijft-stabiel>
- Rose, P. (2018, september). *The benefits of precision farming*. Opgehaald van Futurefarming: <https://www.futurefarming.com/Smart-farmers/Articles/2018/9/Reaping-the-benefits-of-precision-farming-337890E/>
- Schot, J. L., & Albert de la Bruheze, A. (2000). *Techniek in Nederland in de twintigste eeuw. Deel 3: landbouw, voeding*. Zuthpen: Walburg Pers.
- Schuttelaar & Partners. (2017, juni 19). *Smart farming is key for the future of agriculture*. Opgehaald van schuttelaar-partners: <https://www.schuttelaar-partners.com/news/2017/smart-farming-is-key-for-the-future-of-agriculture>
- Siciliano, P. (2015). Applications of Smartphone-Based Sensors in Agriculture. *Journal of Sensors*, 2015, 6-18.
- Survey Monkey. (sd). *Margin of error calculator*. Opgeroepen op februari 12, 2021, van Survey Monkey: <https://nl.surveymonkey.com/mp/margin-of-error-calculator/>
- Van der Boom, N. (2018, maart 14). *Wie betaalt voor precisielandbouw*. Opgehaald van Boerenbusiness: <https://www.boerenbusiness.nl/opinies/niels-van-der-boom/opinie/10877861/wie-betaalt-voor-precisielandbouw>
- Van der Boom, N. (2019, mei 8). *Trekker en teelt spreken eindelijk dezelfde taal*. Opgehaald van Boerenbusiness: <https://www.boerenbusiness.nl/akkerbouw/artikel/10882386/trekker-en-teelt-spreken-eindelijk-dezelfde-taal>
- Van der Meulen, H. (2020, maart 17). *Sector Resultaat*. Opgehaald van Agrimatie: <https://www.agrimatie.nl/SectorResultaat.aspx?subpubID=2232§orID=2233>
- Van der Wal, T., Vullings, L., Zaneveld-Reijnders, J., & Bink, R. (2017). *Doorontwikkeling van de precisielandbouw in Nederland*. Wageningen Environmental Research (Alterra). Wageningen: Wageningen Environmental Research. doi:<https://doi.org/10.18174/418241>
- Van Evert, F. K.-C. (2017). Can Precision Agriculture Increase the Profitability and Sustainability of the Production of Potatoes and Olives. *Sustainability*, 9(10), 18-63. doi:<https://doi.org/10.3390/su9101863>
- Van Kampen, M. (2016, mei 25). *Opbrengstmeting; het sporthorloge van de akkerbouwer*. Opgehaald van Akkerwijzer: <https://www.akkerwijzer.nl/artikel/118675-opbrengstmeting-het-sporthorloge-van-de-akkerbouwer/>

Vantage Agrometius. (2020). *Uit de praktijk variabele poten loont*. Opgehaald van Vantage agrometius: <https://www.vantage-agrometius.nl/nieuws/uit-de-praktijk-variabel-poten-loont/>

Wageningen University & Research. (sd). *PL 2.0*. Opgeroepen op januari 2, 2021, van Precisielandbouwprojecten: <https://www.precisielandbouwprojecten.nl/nl/plb/PL-Projecten/PL-2.0.htm>

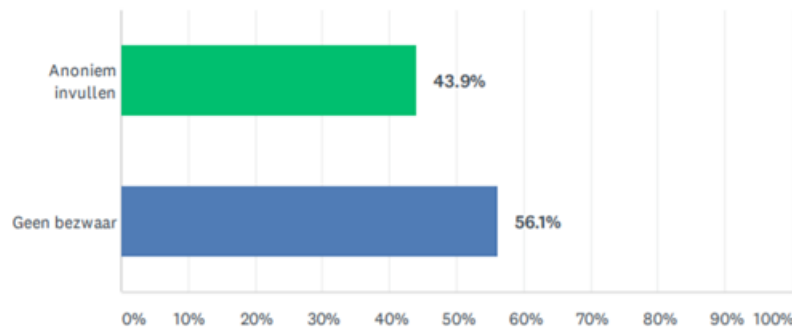
Yost, M. A. (2017, October). Long-term impact of a precision agriculture system on grain crop production. . *Precision Agriculture*, 18, 823-842. doi:<https://doi.org/10.1007/s11119-016-9490-5>

Zevenbergen, G. (2020, juni). *De 10 van de jaren 60*. Opgeroepen op januari 2, 2021, van Mechaman: <https://www.mechaman.nl/landbouwmechanisatie/vakbladarchief/de-10-van-de-jaren-60/>

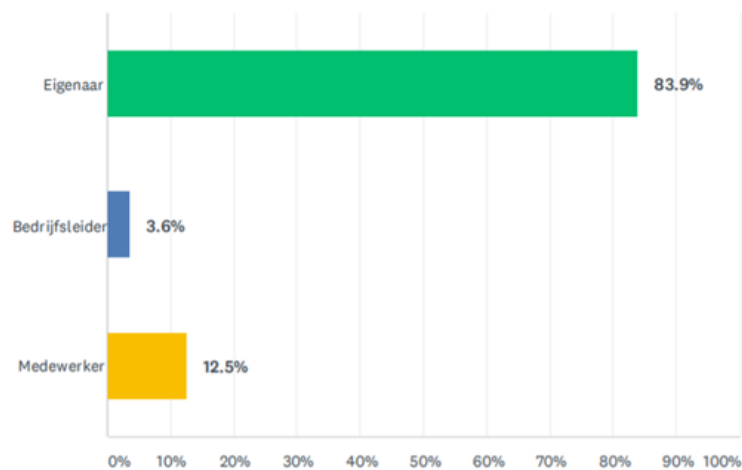
8. Bijlagen

8.1. Bijlage 1: Resultaten enquête

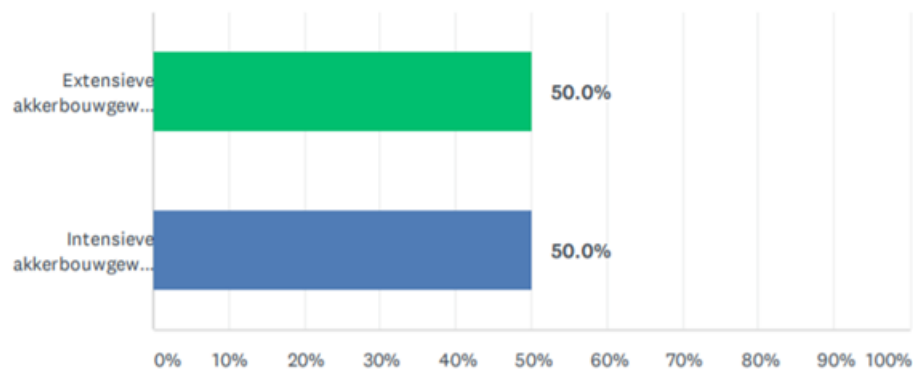
V1 U heeft de mogelijkheid om de enquête anoniem in te vullen



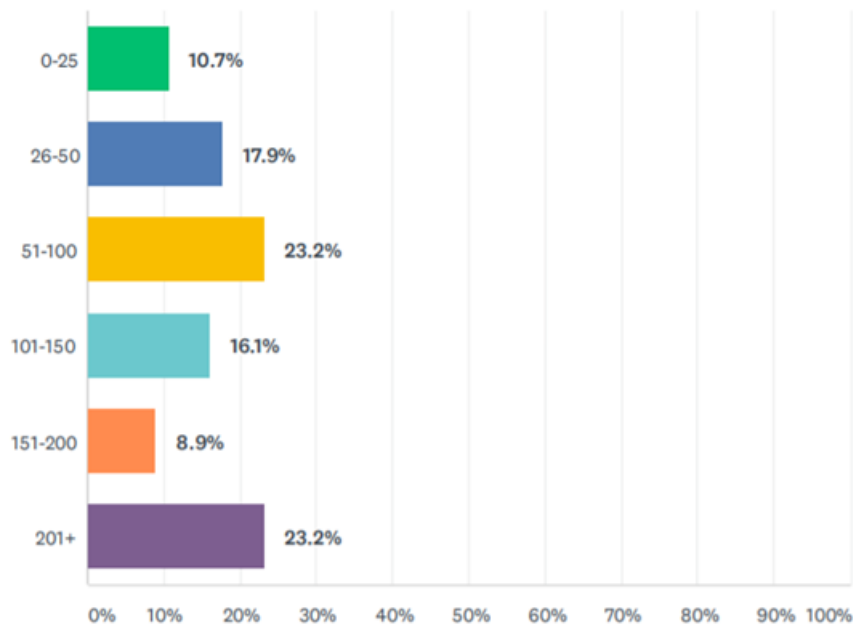
V4 Wat is uw functie/verantwoordelijkheid binnen het bedrijf?



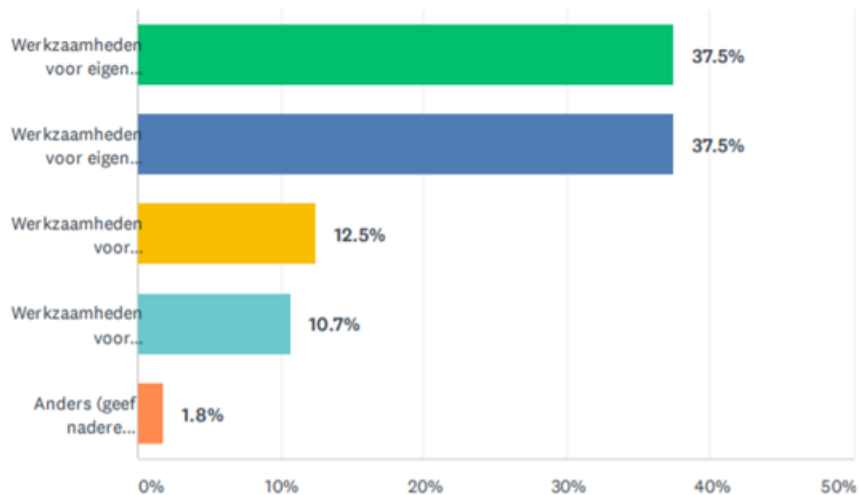
V5 Welk gewas omvat uw hoofdteelt?



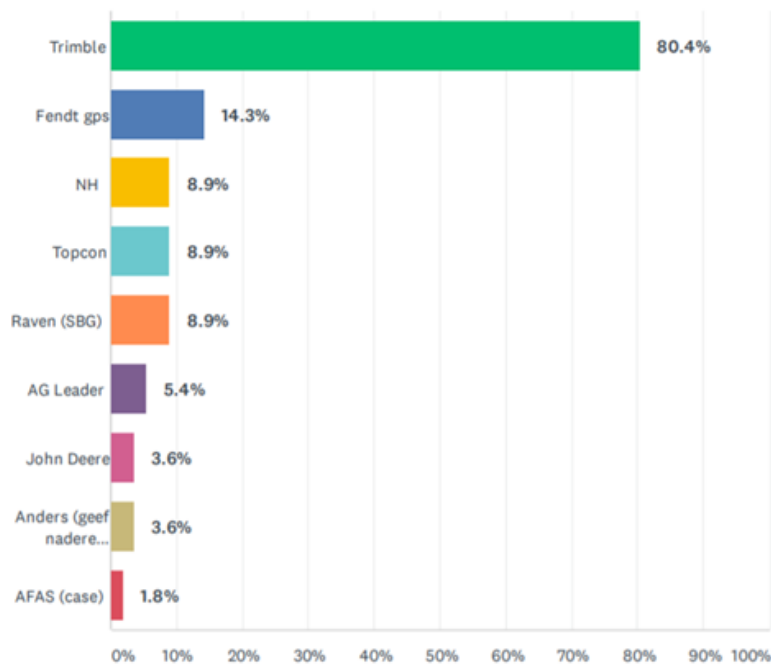
V6 Hoeveel hectare beslaat uw agrarisch bedrijf?



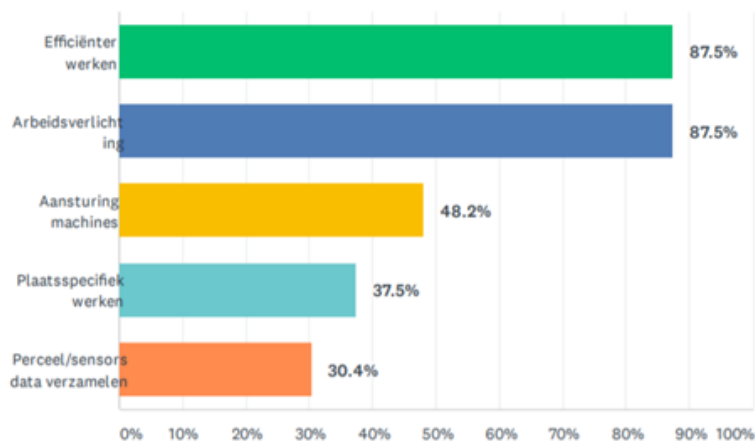
V7 Voor wie worden bewerkingen uitgevoerd op uw bedrijf ?



V8 Met welke gps merk(en) wordt gewerkt op het bedrijf? (Meerdere antwoorden mogelijk)



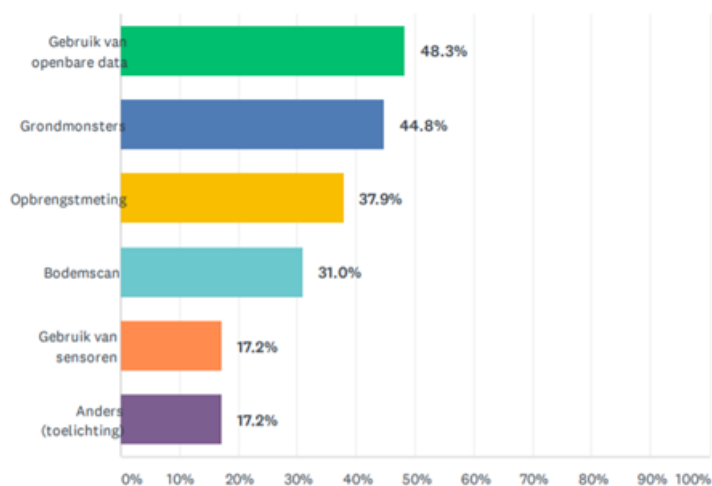
V9 Waar wordt het GPS-systeem voor gebruikt? (Meerdere antwoorden mogelijk)



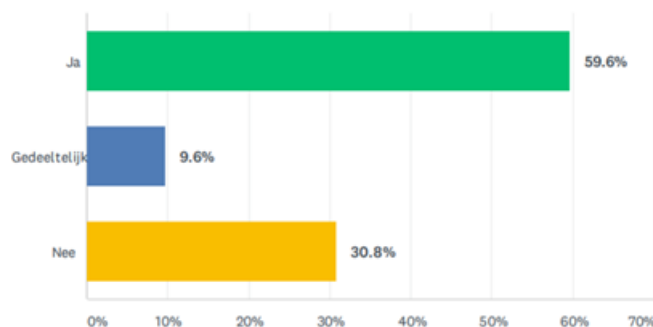
V10 Wordt er plaatsspecifiek gewerkt? (Wordt er gevarieerd in afgiftes binnen hetzelfde perceel, zodat iedere plant krijgt wat deze nodig heeft)



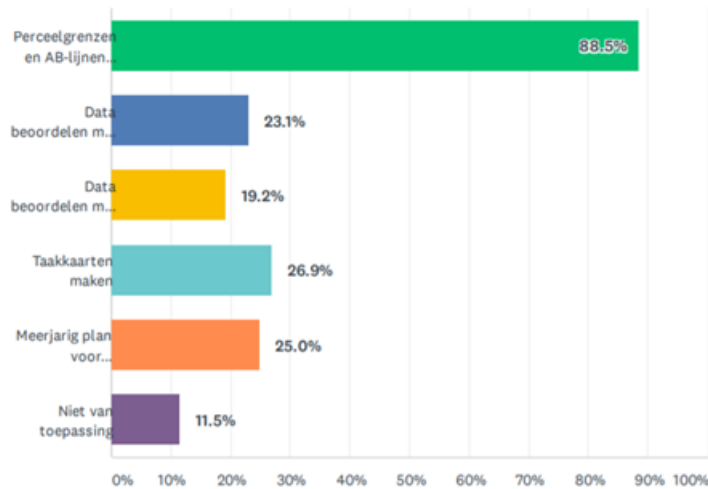
V11 Welke gegevens gebruikt u om plaatsspecifiek te werken? (Meerdere antwoorden mogelijk)



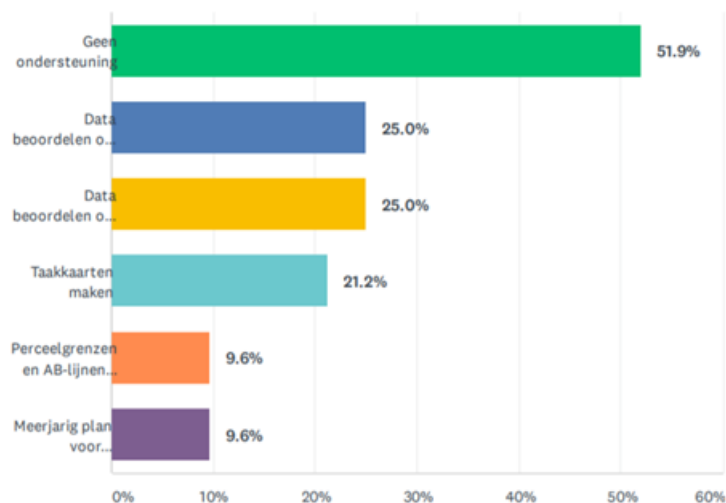
V12 Is er binnen het bedrijf een vast aanspreekpunt voor GPS-techniek en Farm Management Systemen?



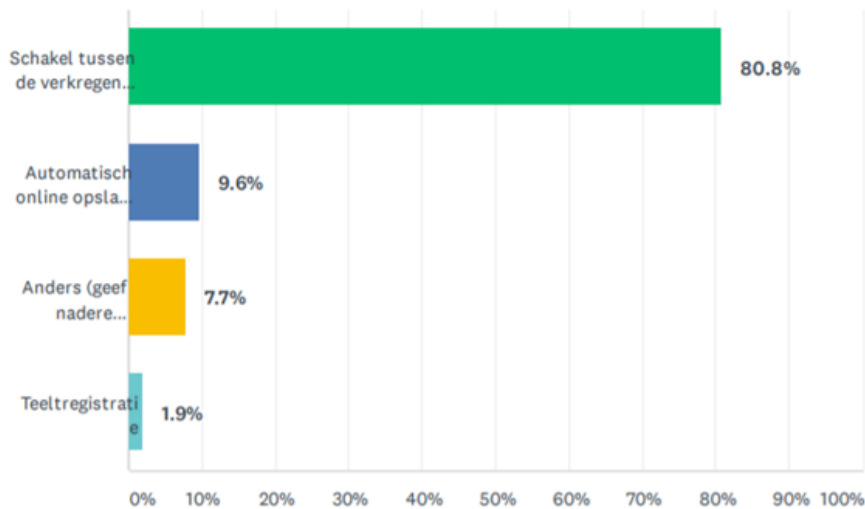
V13 Welke onderdelen worden op uw bedrijf in eigen beheer uitgevoerd?
(Meerdere antwoorden mogelijk)



V14 Bij welke van onderstaande onderdelen maakt u gebruik van ondersteuning door een extern bedrijf/persoon? (Meerdere antwoorden mogelijk)



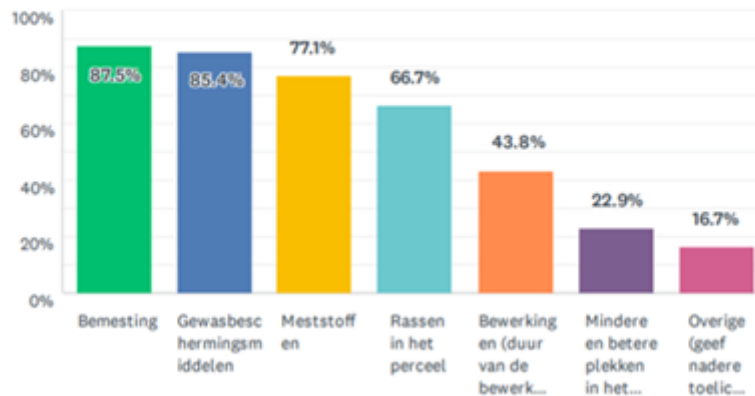
V15 Wat is volgens u een Farm Management Systeem?



#	ANDERS (GEEF NADERE TOELICHTING)
1	geen idee
2	Farm management is bij ons een combi van kadastrale gegevens/pachtbetaling, teeltregistratie (inclusief kosten), combineren van verkregen data (bodem en planten en weer, niet alleen via precisielandbouwtechnieken) en die toepasbaar maken. Er is nog niet één systeem dat al deze functies kan combineren.
3	Een combinatie van teeltregistratie en data van systemen en sensoren, te gebruiken voor het maken van overzichten op basis waarvan beslissingen kunnen worden genomen
4	een mix van bovenstaande antwoorden. behalve antwoord 1

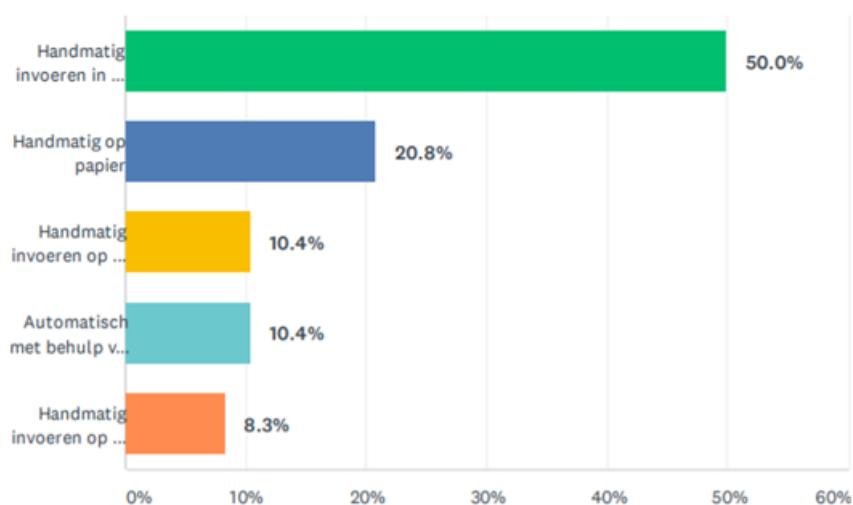
V16 Wat wordt er bij gehouden aan registratie op het bedrijf?

(meerdere antwoorden mogelijk)

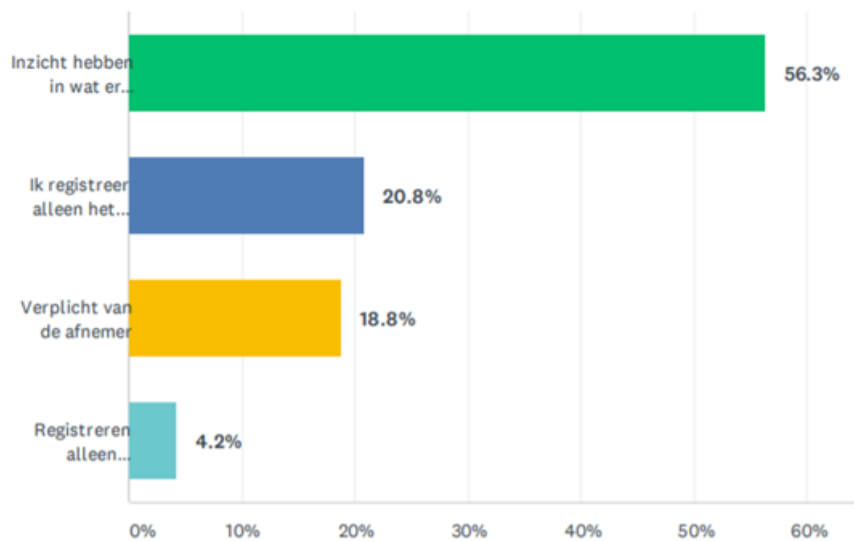


#	OVERIGE (GEEF NADERE TOELICHTING)
1	Bewerkte hectares
2	Grond bewerkingen
3	bodem gegevens, kadaster//pacht, kosten per veld
4	Opbrengsten, bodemvocht, bodemonderzoek, bemestingsruimte
5	Bewerkingen (zonder exacte duur), gewasstanden en opbrengsten.
6	datum registratie van bewerkingen en door wie
7	er wordt al aan precisie landbouw gedaan alleen zonder dure hulpmiddelen. rassen keuze plantafstand per plaats in perceel bodem herbicide hoeveelheid naar grond hoeveelheid kunstmest/mest/grondverbetering naar behoefte grond beregning naar plaats behoefte
8	Zo veel mogelijk

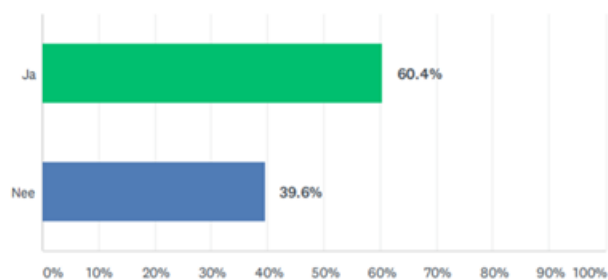
V17 Hoe wordt in de huidige situatie de registratie gedaan?



V18 Waarom wordt momenteel teeltregistratie gedaan?

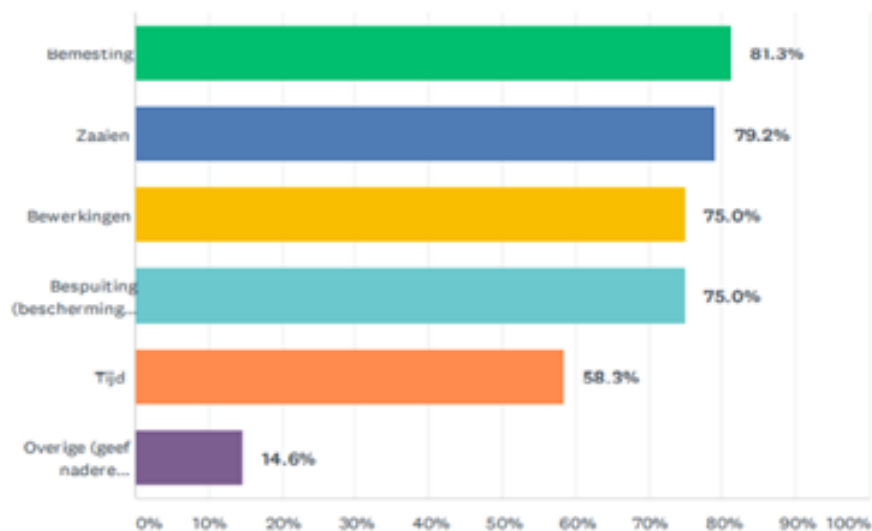


V19 Wilt u informatie van uw gps display of werktuig display automatisch in uw Farm Management Systeem ontvangen.



V20 Welke informatie wilt u registreren?

(Meerdere antwoorden mogelijk)



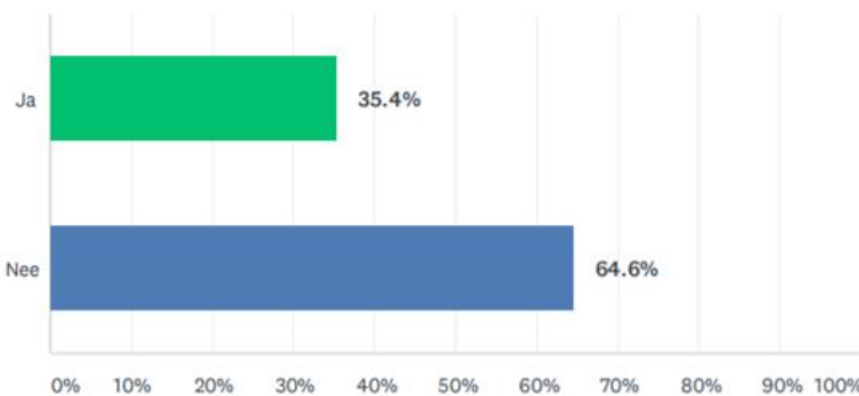
#	OVERIGE (GEEF NADERE TOELICHTING)
1	Oppervlakte
2	Oppervlakte
3	N sensor data, oogstdata
4	Brandstofverbruik, bodemvocht, weersomstandigheden, opbrengst, machine, chauffeur
5	Oogst (alles eigenlijk)

23 / 41

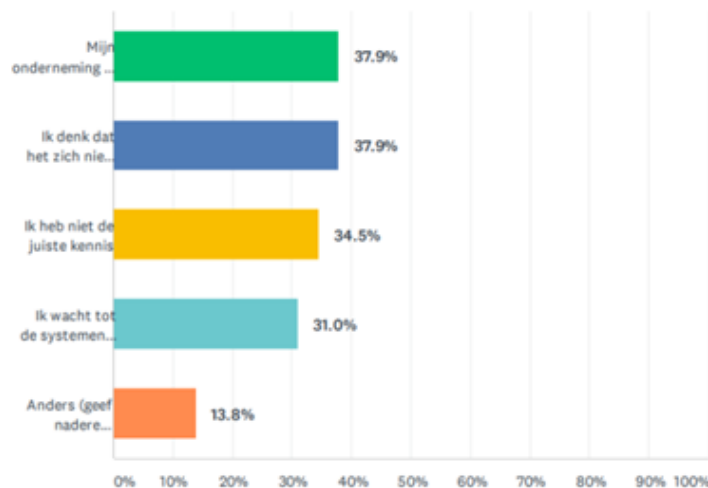
Enquête Connectiviteit in Precisielandbouw

6	door wie, en hoe
7	niet van toepassing, teeltreg. is noodzakelijk voor VVAK

V21 Gebruikt u een Farm Management Systeem?

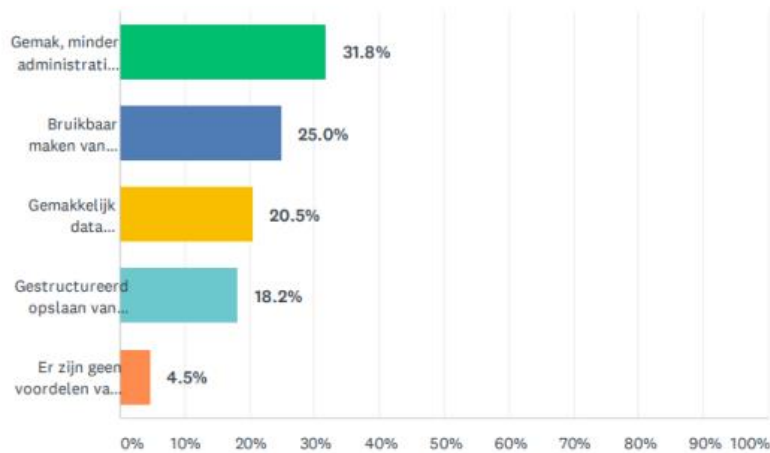


V22 Waarom maakt u geen gebruik van een Farm Management Systeem? (Meerdere antwoorden mogelijk)



#	ANDERS (GEEF NADERE TOELICHTING)
1	wij verhuren land, telen dus geen gewassen
2	heb naast mijn bedrijf aan andere baan in het onderwijs (Aeres Dronten)
3	wat voegt het toe aan mijn kennis
4	wij gebruiken een paar systemen ,maar die zijn niet gekoppeld als zodanig

V23 Wat zijn de grote voordelen van een Farm Management Systeem?

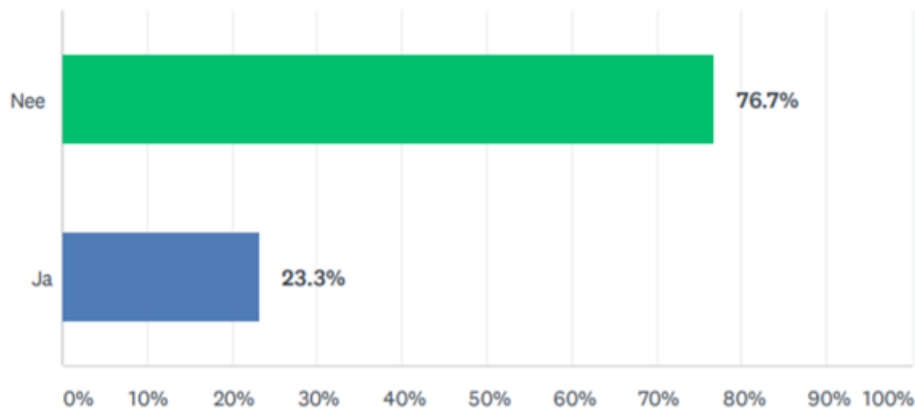


V24 Wat zijn de belangrijkste argumenten tegen de aanschaf van een Farm Management Systeem? (Zet op volgorde van belangrijkheid, start bovenaan met de belangrijkste)



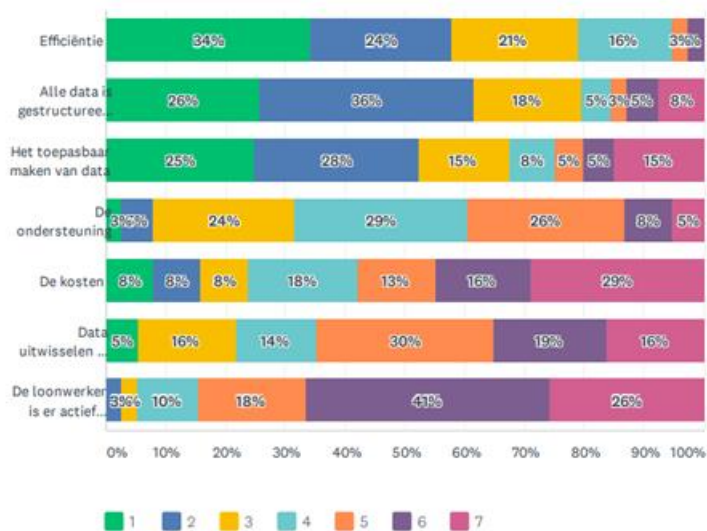
	1	2	3	4	5	6	TOTAAL	SCORE
De kosten	51% 20	18% 7	8% 3	15% 6	8% 3	0% 0	39	4.90
Dergelijke systemen zijn te ingewikkeld	10% 4	21% 8	31% 12	18% 7	8% 3	13% 5	39	3.69
De ondersteuning	10% 4	20% 8	29% 12	17% 7	12% 5	12% 5	41	3.61
Data slecht uitwisselbaar met collega's	11% 4	19% 7	6% 2	17% 6	31% 11	17% 6	36	3.14
Bang dat de informatie gebruikt gaat worden voor controles	12% 5	7% 3	20% 8	17% 7	15% 6	29% 12	41	2.98
De loonwerker is er nog niet mee bezig	11% 4	13% 5	11% 4	16% 6	24% 9	26% 10	38	2.92

V25 Heeft u nog andere tegenargumenten



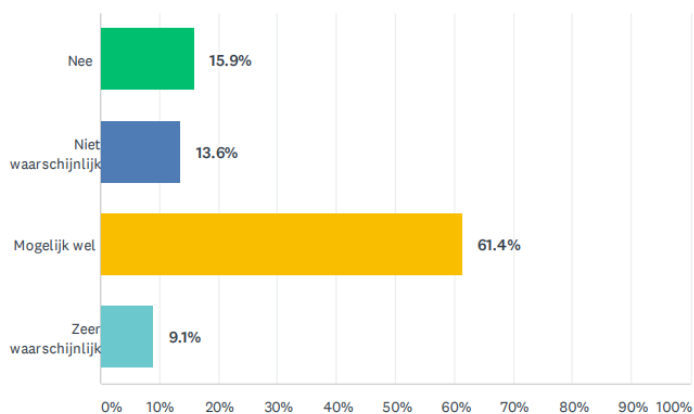
#	JA
1	ik heb op dit moment er niet de kennis voor, zijn nog maar paar jaar bezig met precisie landbouw en vind de kosten ook wel hoog
2	Er is nog geen systeem met het zelfde soort data, je kan niet gemakkelijk alles koppelen het zou een soort isobus koppeling moeten zijn standaard waardes dus
3	Alles is nog in ontwikkeling, daarom is het lastig het maximale eruit te halen
4	onder te ingewikkeld valt ook voor grote bedrijven geldt dat het moeilijk te managen is met meer tractoren, verschillende merken, meer chauffeurs etc. Ook als het personeel er niet positief tegenover staat werkt het niet.
5	De data is vaak niet overzichtelijk, niet goed uitwisselbaar, missers en doublures, tijdverslindende conversies en onbruikbaar
6	De verwachte opbrengsten
7	hou het simpel,
8	zie aantal antwoorden terug doe al aan precisie landbouw
9	vaak kan 1 systeem niet wat meerdere systemen wel kunnen
10	We hebben eerst genoeg geïnvesteerd, we doen even rustig aan.

V26 Wat zijn de belangrijkste argumenten voor de aanschaf van een Farm Management Systeem? (Zet op volgorde van belangrijkheid, start bovenaan met de belangrijkste)

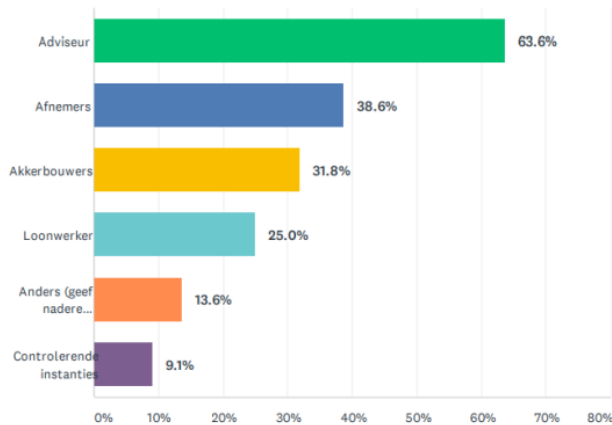


	1	2	3	4	5	6	7	TOTAAL	SCORE
Efficiëntie	34% 13	24% 9	21% 8	16% 6	3% 1	3% 1	0% 0	38	5.63
Alle data is gestructureerd opgeslagen	26% 10	36% 14	18% 7	5% 2	3% 1	5% 2	8% 3	39	5.31
Het toepasbaar maken van data	25% 10	28% 11	15% 6	8% 3	5% 2	5% 2	15% 6	40	4.85
De ondersteuning	3% 1	5% 2	24% 9	29% 11	26% 10	8% 3	5% 2	38	3.84
De kosten	8% 3	8% 3	8% 3	18% 7	13% 5	16% 6	29% 11	38	3.16
Data uitwisselen met collega's	5% 2	0% 0	16% 6	14% 5	30% 11	19% 7	16% 6	37	3.16
De loonwerker is er actief mee bezig	0% 0	3% 1	3% 1	10% 4	18% 7	41% 16	26% 10	39	2.31

V27 Zou u uw eigen verkregen data willen delen met ketenpartners?



V28 Met wie wilt u graag data delen? (meerdere antwoorden mogelijk)



#	ANDERS (GEEF NADERE TOELICHTING)
1	NIET met overheids instanties
2	Klanten
3	Evt klant
4	Mezelf
5	Heb ik nog niet goed over nagedacht en ik ben al 13 minuten bezig met invullen

37 / 41

Enquête Connectiviteit in Precisielandbouw

6 mijn data

V29 Het gemakkelijker uitwisselen van perceel-/ teeltdata tussen ketenpartners vergroot het succes van een Farm Management Systeem:

