
SATELLIETBEELDEN IN DE SUIKERBIETENTEELT

Afstudeerwerkstuk, Knoot Marijn

2022



SATELLIETBEELDEN IN DE SUIKERBIETENTEELT

Onderzoek naar de mogelijkheid om satellietbeelden te gebruiken voor de
opbrengstbepaling

Auteur: Marijn Knoot

Opleiding: Tuin- en Akkerbouw

Opdrachtgever: Aeres Hogeschool Dronten Ineke van Meggelen
Cosun Beet Company Suzanne Engel

Datum: 20-12-2022

Plaats: Dinteloord

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 afstudeerwerkstuk satellietbeelden in de suikerbietenteelt dat is geschreven als onderdeel van de opleiding Tuin- en Akkerbouw welke is gevolgd aan de Aeres Hogeschool in Dronten. Naast de opdracht vanuit de Aeres Hogeschool is het onderwerp in overleg met Cosun Beet Company bepaald. Het afstudeerwerkstuk wordt geschreven vanuit mijn interesse in de ontwikkelingen in de suikerbietenteelt.

Tijdens het schrijven van het afstudeerwerkstuk was er begeleiding vanuit de Aeres Hogeschool in Dronten. Voor dit rapport is vanuit de Aeres Hogeschool Ineke van Meggelen de begeleidende afstudeerdocent. Graag zou ik daarom Ineke van Meggelen bedanken voor het geven van de feedback op dit rapport. Mijn dank gaat ook uit naar Suzanne Engel voor haar input en controle van dit rapport en die haar hulp als begeleider vanuit Cosun Beet Company.

Dinteloord, december 2022

Samenvatting

Een rendabele teelt van suikerbieten wordt bedreigd door verschillende ziekten en plagen. Zo werd neonicotinoïden toegepast in gepileerd bietenzaad als noodzakelijke en effectieve bescherming tegen onder andere bladluizen en om virusinfecties tegen te gaan. In april 2018 is er een verbod ontstaan doordat onderzoek aantoonde dat neonicotinoïden schadelijk kunnen zijn voor bijen en hommels. Door het verbod worden de bladluizen niet meer bestreden vanuit de plant en wordt het vergelingsvirus weer verspreidt over de bietenpercelen door de bladluizen.

In verschillende onderzoeken is er gekeken naar remote sensing met betrekking tot detectie van vergelingsziekte. Er is gekeken naar de satellietbeelden die afkomstig zijn van de SuperView satellieten. Hieruit is gebleken dat satellietdata gebruikt kan worden om vergelingsziekte te herkennen.

Door deze achtergrondinformatie is de volgende hoofdvraag geformuleerd:

“Hoe kan er door middel van satellietbeelden worden bepaald hoeveel opbrengstderving er door vergelingsziekte in suikerbieten in Nederland is?”

Om deze vraag te beantwoorden zijn er suikerbietenpercelen gezocht waar ook satellietbeelden van beschikbaar waren. Vervolgens zijn er door de onderzoeker luchtfoto's gemaakt van bietenpercelen met behulp van een drone. Met behulp van de drone beelden konden de vergelingsplekken op de satellietbeelden worden ingetekend. Dit gebeurde door middel van een DeepLearning model wat werd uitgevoerd door NEO. Aan de hand van deze trainingsdata 'leert' het model om vergeling te herkennen. Hoe meer trainingsdata het model bevat hoe betrouwbaarder het systeem wordt.

Bij het beantwoorden van de deelvragen is gebleken dat het detecteren van vergelingsziekte met satellietbeelden nog een grote uitdaging is. De resultaten van het vergelingsmodel zijn niet representatief genoeg voor het herkennen van vergelingsziekte. Een andere beperkende factor is de beschikbaarheid van bruikbare satellietbeelden. Ook de verschillende soorten vergeling in een bietenperceel geeft ruis waardoor de vergeling nog niet exact is waar te nemen. Echter is het wel mogelijk om met de hoeveelheid vergelingsvirus de opbrengstderving te koppelen.

Het onderzoek heeft aangetoond dat drones ingezet kunnen worden om vergelingsziekte te herkennen. De gele vergelingsvirus plekken zijn op dronebeelden goed zichtbaar. Zo kunnen de drones gebruikt worden als methode om de schattingen van de buitendienst scherper te krijgen.

Summary

Profitable sugar beet cultivation is threatened by various diseases and pests. For example, neonicotinoids were used in pelleted beet seed as a necessary and effective protection against, among other things, aphids and to prevent virus infections. A ban was imposed in April 2018 because research showed that neonicotinoids can be harmful to bees and bumblebees. Due to the ban, the aphids are no longer controlled from inside the plant and the yellowing virus is again spread over the beet plots by the aphids.

Several studies have looked at remote sensing in relation to yellowing disease detection. The satellite images originating from the SuperView satellites were examined. This has shown that satellite data can be used to recognize yellowing disease.

Based on this background information, the following main question has been formulated:

“How can satellite images be used to determine the amount of yield loss due to yellowing disease in sugar beets in the Netherlands?”

To answer this question, sugar beet plots were searched for, for which satellite images were also available. The researcher then took aerial photographs of beet plots using a drone. Using the drone images, the yellowing spots could be drawn on the satellite images. This was done through a DeepLearning model which was implemented by NEO. Based on this training data, the model 'learns' to recognize yellowing. The more training data the model contains, the more reliable the system becomes.

Answering the sub-questions showed that detecting yellowing disease with satellite images is still a major challenge. The results of the yellowing model are not representative enough for the recognition of yellowing disease. Another limiting factor is the availability of usable satellite images. The different types of yellowing in a beet field also cause noise, so that the yellowing cannot yet be accurately observed. However, it is possible to link the yield loss to the amount of yellowing virus.

However, the research has shown that drones can be used to recognize yellowing disease. The yellow yellowing virus spots are clearly visible on drone images. For example, the drones can be used as a method to sharpen the estimates of the field staff.

Inhoudsopgave

Voorwoord	3
Samenvatting	4
Summary	5
Hoofdstuk 1. Inleiding	8
1.1 Aanleiding en relevantie	8
1.2 Theoretisch kader	9
1.2.1 Vergelingsziekte	9
1.2.2 Geelverkleuring	12
1.2.3 Satellietbeelden	13
1.2.4 Deep Learning Model	14
1.2.5 Toepassing van Satellieten in de plantenteelt	16
1.3 Knowledge gap en afbakening	17
1.4 Hoofdvraag en deelvragen	18
1.4.1 Hoofdvraag	18
1.4.2 Deelvragen	18
1.5 Doelstelling	18
Hoofdstuk 2. Aanpak en methode	19
2.1 Methode van dataverzameling	19
2.1.1 Interviews	19
2.2 Onderzoeksmethode per deelvraag	20
2.2.1 Deelvraag één	20
2.2.2 Deelvraag twee	20
2.2.3 Deelvraag drie	21
2.3 Verwerking verzamelde data	21
2.4 Validiteit en betrouwbaarheid	22
Hoofdstuk 3. Resultaten	23
3.1 Resultaten deelvraag 1	23
3.2 Resultaten deelvraag 2	28
3.3 Resultaten deelvraag 3	29
4. Discussie	31
4.1 Discussie deelvragen	31
4.2 Reflectie op het uitgevoerde onderzoek	31

5. Conclusie en aanbevelingen	33
5.1 Conclusie deelvraag	33
5.2 Conclusie hoofdvraag.....	34
5.3 Aanbevelingen	34
Bibliografie.....	35
Bijlage.....	37
Bijlage 1, Interviewvragen	37
Bijlage 2, Interview Emile Nieuwstraten.....	38
Bijlage 3, Vragenlijst (semi)gestructureerd interview Informatiemanagement	39
Bijlage 4, Interview Teun Shiphouwer	40
Bijlage 5, Codatie interview Teun Shiphouwer	43
Bijlage 6, Vragenlijst (semi)gestructureerd interview IRS.....	44
Bijlage 7, Interview Elma Raaijmakers	45
Bijlage 8, Codatie interview Elma Raaijmakers.....	48

Hoofdstuk 1. Inleiding

De inleiding beschrijft de aanleiding en de relevantie van het onderzoek. Een verdieping van het onderwerp vindt hierop aansluitend plaats met behulp van het theoretisch kader. In het theoretisch kader wordt het onderwerp en de begrippen afgebakend. Het hoofdstuk wordt vervolgd met de knowledge gap die beschreven wordt op basis van onbekende gegevens. Door middel van de knowledge gap kunnen er hoofd- en deelvragen gevormd worden. Deze deelvragen zullen apart worden beschreven. Afsluitend van de inleiding worden de planning, competenties en bronnen beschreven.

1.1 Aanleiding en relevantie

De suikerbietenteelt is met een areaal van ruim 85.000 hectare voor Nederland een steeds belangrijker akkerbouwgewas. Een rendabele teelt van suikerbieten wordt bedreigd door verschillende ziekten en plagen. Zo werd neonicotinoïden toegepast in gepileerd bietenzaad als noodzakelijke en effectieve bescherming tegen onder andere bladluizen en om virusinfecties tegen te gaan. Het ministerie van Economische Zaken had gevraagd aan Wageningen University & Research om een literatuuronderzoek uit te voeren naar eventuele andere mogelijkheden om vergelingsvirus in suikerbieten in de hand te houden. Uit het literatuuronderzoek van Wageningen University kwam naar voren dat er geen goede alternatieven voorhanden zijn (Verbeek, van der Vlugt, Raaijmakers, & Frans, 2017).

Neonicotinoïden is een groep werkzame stoffen die verwant zijn aan nicotine. Als deze stof wordt gebruikt in gewasbeschermingsmiddelen verspreidt het zich met behulp van sapstromen door de hele plant. Neonicotinoïden zijn effectief tegen insecten doordat het de prikkelgeleiding tussen de zenuwcellen in de hersenen van de insecten verstoort waardoor ze sterven. Ook bijen kunnen in aanraking komen met neonicotinoïden door honingdauw wat door bladluizen wordt geproduceerd en door vochtdruppels van de plant. Om bijen en andere bestuivers te beschermen, besloot de Europese Unie in 2013 al tot een verbod op neonicotinoïden in het buitengebruik van bloeiende planten. Vijf jaar later in april 2018 stemden de EU-lidstaten in met het voorstel van de Europese Commissie om neonicotinoïden in het buitengebruik te verbieden. Het verbod is ontstaan doordat wetenschappelijk onderzoek van de Europese voedselveiligheid aantoonde dat neonicotinoïden rechtstreeks schadelijk zijn voor wilde bijen, honingbijen en hommels. Deze drie insecten zijn onmisbaar voor de bestuiving van verschillende gewassen (ctgb, 2022).

Om de opbrengst van suikerbieten te bepalen maakt Cosun Beet Company gebruik van het groeimodel. Het groeimodel berekent vanaf de zaaidatum tot 31 oktober elke dag de eindopbrengst van suiker en wortel van de suikerbiet. Vanaf de groeipuntdatum tot en met 31 oktober, het eindpunt van het groeimodel, wordt de suiker- en wortelproductie per dag berekend. Correcties die te maken hebben met de groei van de suikerbieten, zoals droogte, berekening en ziektes worden per dag toegevoegd. Deze dagproductie wordt bij elkaar opgeteld en zo komt er een eindopbrengst uit.

Vergelingsziekte heeft een grote impact op de opbrengst van de suikerbieten. In de veldwaarnemingsapp vullen medewerkers voor individuele percelen de aantasting van vergelingsziekte in. Dit is een inschatting die wordt gemaakt van het percentage in het perceel wat is aangetast. Afhankelijk van deze schatting wordt de suiker- en wortelopbrengst van de suikerbieten verlaagd. De vergelingscorrectie wordt vanaf de datum dat het in de veldwaarnemingsapp wordt vermeld op het perceel meegenomen. Dit wordt

dagelijks meegeteld tot en met 31 oktober of totdat er een nieuwe vergelingswaarneming wordt gedaan. In dit geval vervangt de nieuwste waarneming de oude.

Het schatten van de vergelingsziekte in suikerbieten door heel Nederland gebeurt door 27 verschillende buitendienstmedewerkers waardoor de schattingen erg uiteen kunnen lopen. Doordat het percentage vergelingsziekte op veel verschillende manieren wordt bepaald, is dit percentage niet honderd procent betrouwbaar. Echter kost het inschatten van de vergelingsziekte tijd voor de buitendienst. Zo is de buitendienst 20 uur per jaar per medewerker bezig met het monitoren van vergelingsziekte. Door een vergelingsmodel toe te passen bespaart dit op arbeid en wordt er verwacht een betrouwbaarder resultaat te verkrijgen (Naomi, 2022).

Door satellietbeelden te gebruiken om de vergelingsziekte te bepalen, wordt er verwacht een betere indicatie te krijgen van het percentage vergelingsziekte in een suikerbietenperceel. Aan de hand van het percentage vergelingsziekte kan er vervolgens berekend worden hoeveel suikeropbrengst er verloren is gegaan aan het virus. Door een betere schatting van de hoeveelheid verloren suikerproductie in een bietenperceel kan dit aan het groeimodel gekoppeld worden. Hierdoor is er een betere schatting van het aantal tonnen suiker wat er per perceel geoogst zal gaan worden. Vervolgens kan er door deze verbeterende schatting de campagne beter worden ingepland. Door een betere planning van de campagne gaat er minder suiker verloren en kan de fabriek beter zijn capaciteit behouden.

1.2 Theoretisch kader

In het theoretische kader wordt onderzoek naar vergelingsziekte en de kennis van satellietbeelden behandeld. Aansluitend zal de knowledge gap beschreven worden. Afsluitend van dit hoofdstuk worden de hoofd- en deelvragen besproken.

1.2.1 Vergelingsziekte

Er zijn drie soorten vergelingsziekten. Dit zijn Beet Yellow Virus (BYV), Beet Mild Yellowing Virus (BMV) en Beet Chlorosis Virus (BChV).

Beet Yellow Virus

Het BYV-virus staat ook wel bekend als sterk vergelingsziekte en is te zien in de suikerbieten half augustus. Het geeft verbleking en/of geelverkleuring van de nerven van de jongste bladeren, ingezonken nerven aan de onderkant. Later in het seizoen vindt er ook vergeling van de buitenste bladeren met punt- of streepvormige roodbruine necrosen (IRS, 2022).

Beet Mild Yellowing Virus

Het Beet Mild Yellowing Virus (BMV) wordt ook wel het zwak vergelingsvirus genoemd. Het is vaak te zien bij een oudere plant op het blad en vertoont zich rond half juli. De middelste en oudere bladeren van de suikerbiet vergeelt vanaf de bladtop en verspreidt zich later over de gehele bladoppervlakte. De nerven zijn nog gedeeltelijk groen. De glanzende gele bladeren zijn verdikt, bros en blijven nog lang aan de plant zonder dat deze verdrogen. Oudere aangetaste bladeren worden goudgeel van kleur. Bij aangetaste bladeren blijven de nerven vaak groen. Het virus is ook te herkennen aan pleksgewijze uitbreiding in het perceel.



Figuur 1, Vergelingsziekte door het vergelingsvirus BYV, (IRS, 2022)



Figuur 2, Vergelingsziekte door het vergelingsvirus BMV, (IRS 2022)

Beet Chlorosis Virus

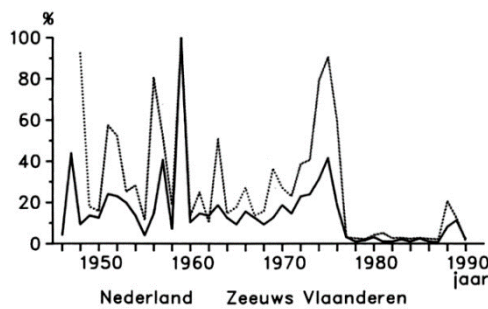
Het Beet Chlorosis Virus (BChV) wat ook wel bekend staat als het Bietenchlorose vergelingsvirus is ook een vergelingsvirus. Dit virus heeft veel eigenschappen van het Beet Mild Yellwoing Virus en is ook een zwak vergelingsvirus. Het virus is als eerst te zien in de middelste en oudere bladeren van de suikerbiet waarna het zich verspreidt over de hele bladoppervlakte. De nerven van het blad zijn nog gedeeltelijk groen. De bladeren die geel zijn, zijn verdikt bros en blijven nog lang aan de plant zonder te verdrogen.

Bij een veldinoculatie op effecten van het bietenvergелingsvirus zijn virussen overgedragen op suikerbietenplanten. Binnen 4 weken werd een plant-op-plant virusverspreiding waargenomen bij alle behandelingen bij de oogst. In overeenstemming met deze bevindingen werd een significante opbrengstvermindering veroorzaakt door BMV en BChV (–23% en –24%) en werd slechts een matige opbrengstvermindering waargenomen voor BYV (–10%). Deze studie toonde aan dat inoculatie bij lage dichtheden natuurlijke infectie nabootst, en snelle verspreiding veroorzaakte representatieve opbrengsteffecten (Hossain, Menzel, Lachmann, & Varrelmann, 2020).

Groene perzikluis

De groene perzikluis, de aardappeltopluis en de sjalottenluis kunnen alle drie de vergelingsvirussen overbrengen. De groene perzikluis is het meest aanwezig in de bietenpercelen ten opzichte van de aardappeltopluis en de sjalottenluis. De groene perzikluis overleeft onder andere op koolsoorten, onkruidbieten en onkruiden, waarvan vogelmuur en herderstasje belangrijk zijn, dit omdat dat ook waardplanten zijn van de vergelingsvirussen.

De groene perzikluizen overwinteren in eivorm. In het voorjaar komen de eieren uit en na enkele generaties vliegen ze van de winterwaarden naar de zomerwaarden. Dit gebeurt vanaf eind mei tot eind juni. Ook kunnen groene perzikluizen de winter overleven als volwassenen in kassen, bietenhopen of op onkruiden. De populatieopbouw vanuit volwassen luizen verloopt sneller dan vanuit de eivorm, hierdoor zijn eind april al bladluizen te vinden in de suikerbieten. In koudere winters, winters die meerdere dagen temperaturen hebben die onder de -7 graden bedragen, sterven met name de volwassen bladluizen. Dat de temperatuur een invloed heeft op de populatie is terug te zien in figuur 3, de mate van vergelingsziekte in Nederland van 1948 t/m 1990. In de jaren 80 waren er strenge winters, in figuur 3 is dan ook te zien dat de populatie in die tijd sterk was afgenomen. Als de volwassen bladluizen sterven, moeten de populaties opnieuw worden opgebouwd vanuit de eieren. De bladluizen geven virussen niet door aan nakomelingen, hierdoor moeten de luizen eerst ergens het virus oppikken voordat ze suikerbieten kunnen infecteren (IRS, 2022).



Figuur 3, De mate van vergelingsziekte in Nederland, Bron: IRS, 2022



Figuur 4, Kleine ronde plekken van vergelingsziekte, Bron: IRS, 2022

Door het overwinteren van volwassen luizen zijn de eerste infecties van suikerbieten te vinden vanaf eind april of begin mei. De drie verschillende vergelingsvirussen zorgen allen voor geelverkleuring van bladeren, waarbij de bladeren dik en leerachtig aanvoelen. Later in het seizoen kan er verbruining optreden omdat onder andere *Alternaria* de aangetaste bladeren kan binnendringen.

Vanaf het moment dat de infectie plaatsvindt, duurt het vier tot negen weken voordat de eerste symptomen verschijnen. De verschijnselen van vergelingsziekte zijn als eerste te zien op de geïnfecteerde bladeren. Vanuit de geïnfecteerde bladeren wordt het virus naar het hart van de plant getransporteerd, hierdoor verkleuren ook de nieuwgevormde bladeren geel. Bladeren die ouder zijn dan het blad wat geïnfecteerd is, blijven groen. Hierdoor kan er ook terug gerekend worden wanneer de infectie heeft plaatsgevonden. De hoeveelheid schade die wordt veroorzaakt door de BYV, BMV en BChV kan verschillen tussen de 35 en 50%. De schade die het vergelingsvirus veroorzaakt, is vooral afhankelijk van het tijdstip van de infectie. Vroege infecties leiden namelijk tot meer schade dan late infecties. Dit komt omdat bij vroege infecties de biet al snel gele bladeren krijgt. Hierdoor is de fotosynthese al snel laag waardoor de wortelgroei stagneert en het suikergehalte vermindert.

De groene perzikluis is de belangrijkste overbrenger van deze virussen. De zwarte bonenluis brengt alleen het BYV-virus over. De zwarte bonenluis vestigt zich op een bietenplant en hopt niet van biet naar biet zoals de groene perzikluis dat doet, hierdoor zorgt de zwarte bonenluis voor weinig verspreiding. De sjalottenluis, de aardappeltopluis en de kuilluis spelen een kleine rol. Het BYV-virus wordt semi-persistent overgedragen door de bladluizen. De BMV en BChV worden persistent overgedragen. Een persistente overdacht betekent dat het virus zich in de luis bevindt. De bladluis kan dan zijn hele leven voor infecties zorgen (IRS, 2022).

Bladluiswaarschuwingskaart

Ondanks dat er medewerkers van Cosun Beet Company, IRS en Delphy groene bladluizen tellen, blijft het belangrijk dat telers en adviseurs ook hun eigen percelen blijven controleren. Om te bepalen wanneer ingrijpen noodzakelijk is, is er een schadedrempel. Deze loopt op van 2 groene perzikluizen per 10 planten in april, mei en de eerste helft van juni, naar 5 groene perzikluizen per 10 planten in de tweede helft van juni en 50 groene perzikluizen per 10 planten in de eerste helft van juli. Na half juli is ingrijpen niet meer rendabel. Als er één of meerdere overschrijdingen van de schadedrempel in een gebied zijn, wordt er in overleg met betrokkenen besloten om een SMS-bericht aan de bietentelers te versturen vanuit Cosun Beet Company. In dit SMS-bericht zit een link naar de IRS-website voor advies van de desbetreffende regio (Raaijmakers, Bladluiswaarschuwingdienst 2020, 2021).

1.2.2 Geelverkleuring

Er zijn veel verschillende kleuren geel te zien in de suikerbieten. Naast vergeling door vergelingsziekte kan er ook vergeling in suikerbieten ontstaan door nutriëntengebrek, bodemschimmels, aaltjes, rhizomanie, droogte en wantsen.

Vergeling kan op diverse manieren zichtbaar zijn. Zo kan vergeling pleksgewijs in het perceel voorkomen, over het gehele perceel, op individuele planten of langs bomen, bossen en dijken. De plekken waar geelverkleuring aanwezig is, maar ook de bladeren zelf, geven belangrijke informatie om verschillende oorzaken van de verkleuring te kunnen onderscheiden. Als er verkleuring van bladeren is waar te nemen, wordt er aangeraden om met een schop voorzichtig de bieten uit de grond te halen zodat ook de wortels bekeken kunnen worden op eventuele aanwezige symptomen.

Het gebrek aan magnesium en/of kalium kan onder andere voor geelverkleuring van de bladeren zorgen. Bij een magnesiumgebrek betreft het vaak geelverkleuring tussen de nerven. Bij een gebrek aan kalium krullen de bladranden naar binnen en worden deze bruin, de rest van het blad blijft donkergroen van kleur. In de maand september heeft het geen zin meer om hier maatregelen tegen te nemen.



Figuur 5, Magnesiumgebrek, te herkennen aan geelverkleuring tussen de nerven, Bron: IRS.nl



Figuur 6, Kaliumgebrek, herkenbaar aan het geel worden van de bladranden. Bron: IRS.nl

Geelverkleuring kan ook ontstaan door wortelaantastingen. Er zijn diverse ziekten en plagen die de wortel aantasten, zoals rhizoctonia, aphanomyces, stengelaaltjes, wortelknobbelaaltjes en bietencystenaaltjes. Bij aantasting van de wortels door één van deze ziekten of plagen ontstaan er allerlei gebreken aan de bladeren. Ook is het mogelijk dat de bodemschimmel verticillium makkelijker binnendringt, hierdoor kan er verwelkingsziekte optreden. Verwelkingsziekte is te herkennen doordat de buitenste bladeren verwelken, verdrogen en afsterven. Meestal is slechts één helft van de bladoppervlakte of de bladsteel aangetast. De hartbladeren van de plant groeien krom en zijn vervormd.



Figuur 7, Verwelkingsziekte ontstaan door bodemschimmel verticillium, Bron: IRS.NL



Figuur 8, Vertakking en knobbels door wortelknobbelaaltjes, Bron: IRS.nl

Bij individuele planten ontstaat geelverkleuring meestal door rhizomanie of wantsen. Bij een aantasting van rhizomanie worden de suikerbieten lichtgroen van kleur. De schade van Wantsen is vaak zichtbaar in de buurt van bomen en bossen. De Wantsen prikken de bladeren aan, hierdoor verkleuren de bladtoppen geel. Op de achterzijde van het blad zijn zwarte streepjes zichtbaar in de hoofdnerf.

Ook door droogte kunnen de bieten geel verkleuren. Bladeren kunnen verbranden als gevolg van hitte en droogte. Door de droogte is het ook mogelijk dat de planten de nutriënten onvoldoende kunnen opnemen waardoor er een gebrek ontstaat en de plant verkleurt (IRS, 2019).

1.2.3 Satellietbeelden

In maart 2012 is het Nationale Satelliet Dataportaal geopend ter voorbereiding op de komst van de vrij toegankelijke satellietbeelden in 2014. Dit portaal zorgt voor de toegang van ruwe satellietdata van Nederland. Zo kan Nederland door de inkoop van data op een efficiënte wijze aan de goede informatie komen maar ook geeft deze aankoop het bedrijfsleven en onderzoeksinstituten een voorsprong (Roerink & Mucher, 2013).

Om de juiste waarnemingen van satellieten te kunnen verwerken, is Cosun Beet Company een samenwerking aangegaan met NEO. NEO is gespecialiseerd in de monitoring van alle gebouwen, wegen, watergangen, bomen, akkers, natuurterreinen en zonnepanelen in heel Nederland. Dat gebeurt op basis van alle Open Data. Hiervoor worden onder meer satellietopnamen, luchtfoto's en lidar data en data uit de 'cloud' gebruikt (NEO, 2022).

Er is verkennend onderzoek gedaan naar de mogelijkheden van optische remote sensing. Optische remote sensing is het verkrijgen van informatie zoals het aardoppervlak vanaf een afstand. Dit gebeurt met behulp van elektromagnetische straling. Remote sensing wordt gebruikt om informatie te verkrijgen van natuurlijke processen zoals planten- en algengroei en over het resultaat van processen zoals landgebruik, ontbossing, verstedelijking enz.

Met bepaalde instrumenten is het mogelijk om elektromagnetische straling over een brede range waar te nemen. Een deel hiervan (400-700 nm) is zichtbaar met het blote oog maar met verschillende technieken worden ook andere golflengtes zichtbaar. Door deze informatie te verwerken, wordt de data vertaald naar een beeld.

Remote sensing werkt door middel van de zon, deze straalt elektromagnetische straling uit. Deze straling gaat door de atmosfeer heen waar de straling wordt geabsorbeerd. De mate van absorptie is afhankelijk van de golflengte. Als de elektromagnetische straling het object raakt, kunnen er drie dingen gebeuren. De straling wordt doorgelaten, geabsorbeerd of hij wordt gereflecteerd. Dit is afhankelijk van de eigenschappen van het object. De gereflecteerde elektromagnetische straling kan gemeten worden. De metingen worden gedaan door een sensor op bijvoorbeeld een satelliet of een drone. Om de straling te kunnen meten zijn er twee typen sensoren: passieve en actieve sensoren. De actieve sensoren stralen zelf de elektromagnetische straling uit en zijn dus ook de bron. Passieve sensoren maken gebruik van een natuurlijke elektromagnetische bron zoals de zon (Bijkerk & Netten, 2015).

In het verkennend onderzoek is optische remote sensing gebruikt met betrekking tot de detectie van de vergelingsziekte. Er is specifiek gekeken naar de satellietbeelden die afkomstig zijn van de SuperView satellieten. Deze geven een ruimtelijke resolutie van 0,5x0,5 meter. Hieruit is dan ook gebleken dat de SuperView satellietdata gebruikt kan worden om vergelingsziekte te herkennen.

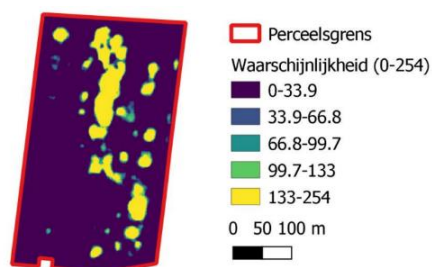
Echter, dit onderzoek werd gedaan op basis van supervised classificatie, waarbij ook handmatig werk komt kijken.

1.2.4 Deep Learning Model

NEO maakt gebruik van het Deep Learning model U-Net. Een Convolutional Neural Network (CNN) ontworpen voor beeldsegmentatie. Beeldsegmentatie houdt in dat een digitaal beeld wordt opgedeeld in meerdere beeldsegmenten ook wel gebieden of objecten genoemd. Het doel van deze beeldsegmentatie is om de weergave van een afbeelding te vereenvoudigen en/of te veranderen in iets dat gemakkelijker te analyseren is. Het wordt meestal gebruikt om objecten en grenzen te lokaliseren in afbeeldingen. Kort samengevat is beeldsegmentatie het proces van toewijzen van een label aan elke pixel in een afbeelding, zodat pixels met hetzelfde label kenmerken delen.

Door middel van beeldsegmentatie ontstaat er een groep segmenten die gezamenlijk het hele beeld bedekken. Of er ontstaat een set contouren die uit het beeld worden gehaald, ook wel randdetectie genoemd. Deze pixels zijn vergelijkbaar met betrekking tot een karakteristieke eigenschap, zoals kleur, intensiteit of textuur (Beeldsegmentatie, 2022).

Het Deep Learning model van NEO traint zichzelf met behulp van input trainingsdata. Deze trainingsdata bestaat in dit geval uit beelden die gelabeld zijn met nullen en enen. In het kader van het huidige onderzoek zal een nul geen vergeling betekenen en een één staan voor wel vergeling. Aan de hand van deze trainingsdata 'leert' het model om vergeling te herkennen. Uiteindelijk wordt er door het CNN bepaald welke pixel tot welke klasse behoort, een één of een nul. Per pixel wordt er een zekerheid gegeven naar mate deze pixel tot vergeling wordt geclassificeerd. Deze zekerheid loopt van 0 tot 254 (Figuur 10). Deze classificatie gebeurt op basis van afzonderlijke pixels. Ondanks dat de zekerheid wordt bepaald op afzonderlijke pixels hebben ze wel onderlinge interactie (NEO, 2021).



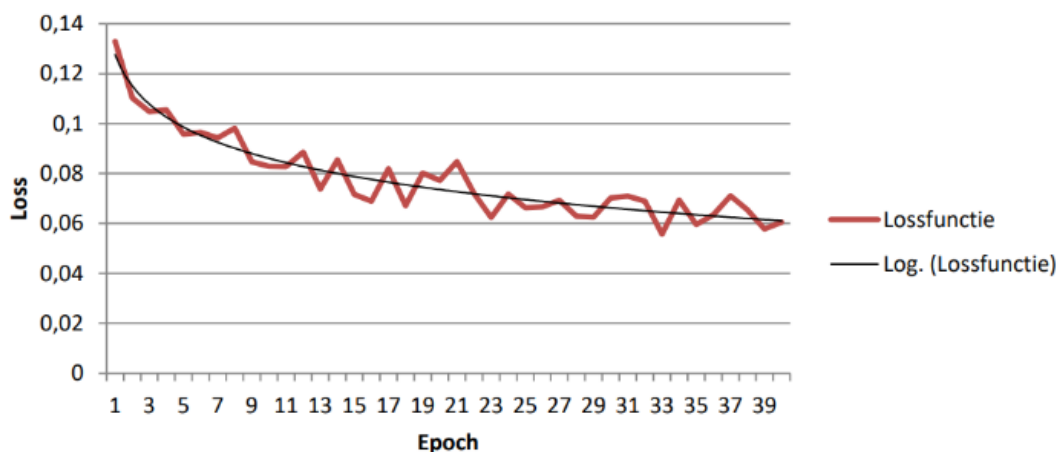
Figuur 10, Deep Learning model met waarschijnlijkheidsklassen, Bron: NEO

Het Deep Learning model van NEO is in 40 epochs getraind. Een epoch in machine learning betekent één volledige doorgang van de trainingsdataset door het algoritme. Dit aantal epochs is een belangrijke parameter voor het algoritme. Het specificeert het aantal volledige passages van de hoeveelheid epochs dat door het leerproces van het algoritme gaan. Met elke epoch worden de interne modelparameters van de dataset bijgewerkt.

Het kan gezien worden als een lus met een gespecificeerd epochnummer waarbij elke lus de volledige trainingsdataset doorloopt. Binnenin deze lus bevindt zich een andere lus waarmee de pixels die als nummer 1 genummerd worden nogmaals de dataset doorlopen waardoor deze kunnen worden gespecificeerd. Duizenden epochs zijn typische waarden van het aantal epochs wat in trainingsalgoritmen kan worden bereikt. Het proces is zo ingesteld om door te gaan totdat de modelfout tot een voldoende is geminimaliseerd. Normaal gesproken worden er waarden gebruikt van 10, 100, 500, 1000 of zelfs nog meer (Sarangam, 2021).

Aan de hand van het trainingsproces kunnen er grafieken gemaakt worden waarbij de X-as de epoch in het trainingsproces weergeeft en de Y-as de modelfout weergeeft. De grafieken worden de leercurve van het algoritme genoemd en helpen bij het diagnosticeren van problemen zoals het aanpassen van de trainingsset. In het huidige onderzoek is er ook een grafiek gekoppeld aan het trainingsproces. Er wordt gebruik gemaakt van de zogenoemde “lossfunctie”. De lossfunctie geeft aan in hoeverre het model beter wordt of niet. Zodra de lossfunctie in het model afvlakt, is het model uitgetraind met de gebruikte trainingsdata.

In figuur 11 is te zien dat na 40 epochs de loss is afgenomen tot rond de 0,06, de laagste loss is waargenomen op epoch 32 met een loss van 0,056. Wat opvalt is dat de lossfunctie afvlakt, dit betekent dat dit model met deze trainingsdata geen lagere lossfunctie meer gaat bereiken. Dat er geen lagere lossfunctie bereikt kan worden, wil zeggen dat het model niet nauwkeuriger wordt met meer training met de huidige trainingsdata. Wel is het mogelijk om de nauwkeurigheid te verhogen door te trainen met meer trainingsdata.



Figuur 11, Lossfunctie van het getrainde Deep Learning model, Bron: NEO

Door middel van het Deep Learning model kan er gekeken worden naar vergelingspercentages per perceel. Dit kan door een grenswaarde te geven voor de waarschijnlijkheid. Elke pixel krijgt een waarschijnlijkheid of deze voldoet aan vergelingsvirus. Komt de pixel boven de waarschijnlijkheidswaarde dan wordt de pixel gezien als vergeling. Voldoet de pixel niet aan de waarschijnlijkheidswaarde dan wordt de pixel geclassificeerd als geen vergeling. Als voorbeeld is in onderstaande tabel per perceel de vergelingspercentages voor het beeld berekend aan de hand van het Deep Learning model en twee grenswaardes 70 & 150. Deze gegevens zijn verwerkt in onderstaande tabel. Per perceel, wat in de tabel een ID genoemd wordt, is aangegeven in welk percentage hij voldoet aan de waarschijnlijkheidswaarde van 70 of 150. De percentages waarschijnlijkheid bij 70 is hoger dan bij 150 omdat deze waarde lager ligt (NEO, 2021).

Tabel 1, Vergelingspercentages met een waarschijnlijkheidsgrenswaarde van 70 en 150, Bron: NEO

ID	Vergeling %		ID	Vergeling %		ID	Vergeling %		ID	Vergeling %		ID	Vergeling %	
	70	150		70	150		70	150		70	150		70	150
4.354	0,02%	0,00%	4.375	0,17%	0,00%	4.400	0,00%	0,00%	4.423	12,68%	2,86%	4.452	5,69%	2,11%
4.355	2,49%	1,05%	4.376	18,98%	3,81%	4.401	0,00%	0,00%	4.424	15,46%	8,35%	4.453	0,04%	0,00%
4.356	5,07%	2,45%	4.377	12,90%	5,22%	4.402	0,13%	0,00%	4.425	9,78%	1,84%	4.454	36,62%	14,78%
4.357	12,45%	4,19%	4.378	0,00%	0,00%	4.403	12,80%	2,86%	4.426	2,11%	0,37%	4.455	21,01%	9,02%
4.358	24,98%	10,15%	4.379	19,78%	7,18%	4.404	7,87%	1,98%	4.427	3,59%	0,08%	4.456	0,00%	0,00%
4.359	16,01%	4,02%	4.380	38,90%	22,19%	4.405	4,52%	0,23%	4.429	29,84%	7,98%	4.457	11,67%	3,44%
4.360	10,87%	0,60%	4.381	0,00%	0,00%	4.406	23,57%	7,02%	4.430	33,30%	21,82%	4.458	1,56%	0,01%
4.361	9,19%	4,85%	4.382	19,64%	6,24%	4.407	0,01%	0,00%	4.431	1,44%	0,29%	4.459	1,41%	0,02%
4.362	8,96%	1,24%	4.383	10,30%	1,62%	4.408	0,00%	0,00%	4.433	0,01%	0,00%	4.460	4,98%	4,09%
4.363	15,15%	10,07%	4.384	2,37%	0,92%	4.409	6,99%	1,04%	4.434	0,85%	0,00%	4.462	0,00%	0,00%
4.364	11,99%	1,66%	4.385	4,98%	0,29%	4.410	5,36%	1,18%	4.440	7,61%	1,38%	4.465	0,00%	0,00%
4.365	3,53%	1,14%	4.386	0,00%	0,00%	4.411	7,03%	2,77%	4.441	13,29%	5,38%	4.466	40,74%	21,87%
4.366	5,38%	1,39%	4.388	0,57%	0,14%	4.412	0,20%	0,00%	4.442	3,10%	1,32%	4.470	0,00%	0,00%
4.367	2,91%	0,39%	4.391	21,81%	6,73%	4.413	0,88%	0,03%	4.443	8,30%	3,52%	4.471	0,00%	0,00%
4.368	1,32%	0,01%	4.392	4,80%	0,45%	4.414	13,61%	3,64%	4.444	17,02%	9,51%	4.472	1,01%	0,19%
4.369	4,70%	0,21%	4.393	4,95%	1,52%	4.415	0,00%	0,00%	4.445	2,89%	0,67%	4.474	8,69%	1,46%

1.2.5 Toepassing van Satellieten in de plantenteelt

De belangrijkste beperkingen bij satellietbeelden zijn de weeromstandigheden, frequentie van beeldvorming, resolutie, kosten voor beeldvorming en de tijd die nodig is om toegang te krijgen tot het beeld. Zo duurt het in Nederland ongeveer 5 dagen tot de beelden voor iedereen online toegankelijk zijn (Nieuwstraten, 2022). Nederland heeft zich goed gepositioneerd met het Satelliet-dataportaal, een initiatief van het ministerie van EZ om Nederlandse boeren, kennisinstellingen en het bedrijfsleven te voorzien van satellietdata als een open dataservice. Dit heeft tot initiatieven geleid die in andere landen niet of onvoldoende van de grond kwamen (van der Wal, Vullings, Zaneveld-Reijnders, & Bink, 2017). Zo hebben onder andere onderstaande onderzoeken plaats kunnen vinden door het satellietdataportaal.

Zo heeft Wageningen UR verschillende deelprojecten uitgevoerd in Nederland met satellietbeelden. Zo was er een vraag vanuit Suikerunie om een oogstvoorspelling uit te voeren door middel van satellietbeelden. Er is gekeken naar de mogelijkheden van satellietbeelden om de gewasontwikkeling te monitoren en de opbrengst te bepalen. De groenmonitor.nl levert wekelijks NDVI-groenindex beelden waarmee de biomassa gekwantificeerd kan worden. Deze beelden zijn gekoppeld aan de suikerbietpercelen met teelt informatie, zoals zaaidatum, sluitingsdatum en oogstdatum en daadwerkelijke opbrengst. De koppeling naar daadwerkelijke opbrengst is lastiger omdat satellietbeelden slechts het loof zien maar de opbrengst zich in de grond bevindt (Op naar precisielandbouw 2.0, 2015-2019).

Hiernaast is er onderzoek uitgevoerd naar advisering van stikstof bijbemesting in aardappels. Voor de periode van dit onderzoek was er voor elk perceel 1 beeld beschikbaar. Echter vertonen de vergelijking van de satellietdata met de analyse van resultaten de berekende N-opname uit drogestofanalyses van de bovengronds biomassa vertonen geen goed verband. Door het aantal opnamen vanuit de satelliet per perceel is te klein om een uitspraak te doen (van der Schans, van Evert, & Dorka-Vona, 2012).

1.3 Knowledge gap en afbakening

Op basis van het voorgaande hoofdstuk, het theoretisch kader, wordt in dit hoofdstuk de knowledge gap bepaald, wat staat voor het onbekende. Door middel van het bepalen van de knowledge gap kan het onderzoek worden afgebakend.

Er is veel duidelijk over verschillende geel verkleuringen in suikerbieten. Ook omtrent het vergelingsvirus is er al veel informatie verkrijgbaar. Voor het onderzoek is het vooral handig om te weten hoe vergelingsvirus ontstaat, waar het voorkomt en hoe het eruit ziet. Verder zal er op het ontstaan, of het bestrijden van vergelingsziekte niet worden gefocust in dit onderzoek. Het onderzoek zal worden afgebakend op de geelverkleuring in suikerbietpercelen. In dit onderzoek gaat gekeken worden hoe dit nog beter te herkennen is en hoe het vergelingsvirus te onderscheiden is van andere geelverkleuringen in suikerbieten. Zo kan Deep Learning gebruikt worden voor het herkennen en detecteren van vergelingsziekte in suikerbietpercelen. Met tien suikerbietpercelen is de trainingsdata nu te beperkt om het Deep Learning model te trainen. Het model wat is ontwikkeld, geeft voor 8,4% een slecht resultaat. Echter, het geeft voor 53,3% van de percelen een goed resultaat en gaf het model voor 38,3% een matig resultaat. Gezien de geringe trainingsdata die gebruikt is om het Deep Learning model te trainen, zijn er mogelijkheden om deze verder te verbeteren. Vanwege het moment van onderzoeken, is ervoor gekozen om percelen te monitoren waar satellietbeelden van bekend zijn en niet te wachten op recentere beelden. De periode dat de percelen worden gemonitord is weergegeven in hoofdstuk 2 Aanpak en methode .

1.4 Hoofdvraag en deelvragen

Dit hoofdstuk bevat de hoofdvraag en deelvragen. Deze zijn voortgekomen uit de knowledge gap. Ook wordt de onderzoeksdoelstelling duidelijk door de geformuleerde hoofdvraag en deelvragen. Het doel is om door middel van de deelvragen antwoord te kunnen geven op de hoofdvraag.

1.4.1 Hoofdvraag

“Hoe kan er door middel van satellietbeelden worden bepaald hoeveel opbrengstderving er door vergelingsziekte in suikerbieten in Nederland is?”

1.4.2 Deelvragen

1. “Hoe kan in Nederland door middel van satellietbeelden een betrouwbare schatting van het vergelingspercentage worden gemaakt?”
2. “Hoe kunnen geelverkleuring en vergelingsziekte van elkaar worden onderscheiden?”
3. “Welke methode kan er gebruikt worden om de opbrengstderving te koppelen aan het percentage vergelingsvirus?”

1.5 Doelstelling

In dit hoofdstuk wordt het antwoord geformuleerd wat verwacht wordt te krijgen door middel van dit onderzoek. Hiernaast zal er beschreven worden wat anderen met het onderzoeksresultaat kunnen.

Het doel van het onderzoek is om een betrouwbaar meetsysteem te ontwerpen welke duidelijk in kaart brengt welk percentage vergelingsziekte er in een suikerbietenperceel is. De oplossing moet voldoen aan de eisen die in de deelvragen worden gesteld. Als de deelvragen niet volledig beantwoord kunnen worden, kan ook de hoofdvraag niet kritisch genoeg beantwoord worden. Door een betrouwbaar meetsysteem te ontwerpen is het mogelijk om voor Cosun Beet Company duidelijk in kaart te brengen hoeveel opbrengst er per perceel is zodat er een betere logistieke planning gemaakt kan worden en de verkoop hierop afgestemd kan worden. Tevens kan door middel van het duidelijk inzicht krijgen van de vergelingsziekte een rooiadvies gemaakt worden. Dit rooiadvies kan aan de telers worden meegegeven zodat de percelen met een hoog percentage vergelingsziekte eerder gerooid worden dan de percelen met een laag percentage. Zo blijven de hoogproductieve suikerbieten langer groeien en is er meer opbrengst voor de teler te behalen. Als de hoofdvraag goed beantwoord kan worden, zal er een goedwerkend systeem ontstaan dat vergelingsziekte kan waarnemen door middel van satellietbeelden.

Hoofdstuk 2. Aanpak en methode

Nadat er in het voorgaande hoofdstuk is beschreven wat er gaat gebeuren, wordt er in dit hoofdstuk de materiaal en methode beschreven en hoe het onderzoek zal worden uitgevoerd.

2.1 Methode van dataverzameling

Om antwoord op de hoofdvraag en deelvragen te kunnen geven is er gebruik gemaakt van een veldonderzoek. Bij een veldonderzoek of ook wel fieldresearch genoemd, is er nieuwe informatie gewonnen door interviews te houden of observaties uit te voeren. Bij veldonderzoek is er zelf data verzameld en is er geen beschikbare data gebruikt. Er was gekozen om een veldonderzoek uit te voeren omdat er nieuwe informatie verzameld moest worden waarover nog geen literatuur beschikbaar was. Hiernaast moest er informatie verkregen worden van specifieke organisaties die belang hadden bij het onderzoek (Benders, 2020).

Naast het interview werd er in dit onderzoek kwantitatief onderzoek uitgevoerd. Kwantitatief onderzoek werd ingezet om data te analyseren en te verzamelen. De data zal voornamelijk worden uitgedrukt in getallen, grafieken, diagrammen en tabellen. Dit type onderzoek wordt vaak gebruikt om inzicht te krijgen in een al vastgesteld probleem (Merkus, Verschil tussen kwalitatief & kwantitatief onderzoek, 2021).

2.1.1 Interviews

De onderzoeker heeft deskundigen benaderd voor interviews, de connecties zijn voortgekomen uit het bedrijf waar de interviews zijn afgenomen, namelijk Cosun Beet Company. Er zijn verschillende deskundigen geïnterviewd. De geïnterviewde deskundigen zijn werkzaam in aardobservatie & geomatica, ziektes & plagen in suikerbieten en in het informatiemanagement binnen de agrarische dienst.

Er is gebruik gemaakt van een gedeeltelijk gestructureerd interview, er is namelijk een onderwerpen lijstje meegenomen, maar er zijn geen concrete vragen gesteld. Tijdens het afnemen van de interviews werd er een opname gemaakt. Vervolgens zijn de interviews uitgewerkt en samengevat. De interview vragen zijn te vinden in bijlage.

2.2 Onderzoeksmethode per deelvraag

De hoofdvraag kan worden beantwoord aan de hand van de deelvragen. Per deelvraag is in dit hoofdstuk de onderzoeksmethode uitgewerkt.

2.2.1 Deelvraag één

“Hoe kan in Nederland door middel van satellietbeelden een betrouwbare schatting van het vergelingspercentage worden gemaakt?”

Om antwoord op deze deelvraag te krijgen, is er een veldonderzoek uitgevoerd. Er is gekozen om deze deelvraag te beantwoorden door middel van veldonderzoek omdat literatuuronderzoek geen antwoord kan geven op deze deelvraag. Dit vanwege de complexiteit van het onderzoek. Om de deelvraag te beantwoorden zijn er meerdere suikerbietpercelen uit verschillende gebieden aangeleverd aan NEO.

Van de bietenpercelen zijn er door de onderzoeker zelfstandig luchtfoto's gemaakt met behulp van een drone. De drone is beschikbaar gesteld vanuit Cosun Beet Company. Hiernaast was het belangrijk om foto's te maken van de juiste bietenpercelen. Om de juiste bietenpercelen te onderzoeken werd er eerst gekeken of er van het bietenperceel satellietbeelden beschikbaar waren. De satellietbeelden zijn eerst bekeken of de beschikbare beelden ook daadwerkelijk scherp genoeg waren en het beeld niet was verstoord door bijvoorbeeld wolken. Als het bietenperceel goed zichtbaar was op de satellietbeelden werd er in de praktijk gekeken of het perceel vergelingsziekte bevatte.

Door meerdere percelen uit verschillende gebieden aan te leveren aan het model van NEO, kan het model zichzelf beter leren omdat het meer trainingsdata bevat. De trainingsdata bestaat in dit onderzoek uit beelden die gelabeld zijn met enen en nullen. Een nul zal in dit onderzoek staan voor geen vergeling en een één zal staan voor wel vergeling. Aan de hand van deze trainingsdata 'leert' het model om vergeling te herkennen. Hoe meer trainingsdata het model bevat, dus ook meer soorten beelden van vergeling en plekken zonder vergeling, hoe betrouwbaarder het systeem wordt.

2.2.2 Deelvraag twee

“Hoe kunnen geelverkleuring en vergelingsziekte van elkaar worden onderscheiden?”

Om antwoord op deze deelvraag te krijgen, is er praktijkonderzoek gedaan. Er is gekozen om deze deelvraag te beantwoorden door middel van een praktijkonderzoek omdat er geen literatuuronderzoek antwoord kan geven op deze deelvraag. Dit vanwege de complexiteit van het onderzoek. Om de deelvraag te beantwoorden zijn er 15 suikerbietpercelen aangeleverd aan NEO.

Om geelverkleuring en vergelingsziekte nog beter van elkaar te scheiden, zijn er 15 suikerbietpercelen aangeleverd aan NEO waarmee ze het systeem hebben getraind. Voor de trainingsdata was de onderzoeksmethode van de eerste deelvraag ook op de tweede deelvraag van toepassing. Om geelverkleuring en vergelingsziekte goed van elkaar te scheiden is er gezocht naar suikerbietpercelen die niet alleen vergelingsziekte vertonen maar ook andere ziektes. Welke ziektes dit kunnen zijn, staat beschreven in hoofdstuk 1.2.2 Geelverkleuring.

2.2.3 Deelvraag drie

“Welke methode kan er gebruikt worden om de opbrengstderving te koppelen aan het percentage vergelingsvirus?”

Om antwoord op deze deelvraag te kunnen krijgen zijn er interviews gehouden. Er is gekozen om deze deelvraag te beantwoorden met interviews omdat er geen literatuur beschikbaar over is omdat het over vakinhoudelijke kennis gaat. Voor het uitvoeren van een praktijkonderzoek naar deze deelvraag was niet de benodigde tijd aanwezig om deze deelvraag volledig te beantwoorden.

Om de opbrengstderving te kunnen koppelen aan het percentage vergelingsvirus zijn er onderzoekers van het IRS geïnterviewd. Bij het IRS werken onderzoekers die jarenlang ervaring hebben met kennis en onderzoek over de suikerbietenteelt in Nederland. Aan de hand van deze gegevens is er een koppeling gelegd tussen het percentage vergelingsvirus en de opbrengstderving. Het IRS is benaderd vanuit het netwerk van Cosun Beet Company. Cosun Beet Company heeft een nauwe samenwerking met het IRS voor verschillende praktijkproeven.

Naast een interview met een onderzoeker van het IRS is er ook een interview gehouden met het informatiemanagement binnen de agrarische dienst. Het informatiemanagement verwerkt de geschatte hoeveelheid vergelingsvirus in het groeimodel van Cosun Beet Company. Door middel van dit interview is er te weten gekomen of het percentage vergelingsvirus wat bepaald wordt met satellietbeelden een betere uitkomst geeft met satellietbeelden in het groeimodel.

2.3 Verwerking verzamelde data

Het verwerken van de data is het grondig en zorgvuldig bekijken van de gegevens die zijn verzameld tijdens het onderzoek. Door middel van deze analyse komen de resultaten naar boven waarmee de deelvragen beantwoord kunnen worden (EM Onderzoek, 2022).

Tijdens het onderzoek is er veel data verzameld die betrekking heeft op vergelingsziekte. Zo zijn er foto's van percelen met vergelingsziekte verzameld. Al deze foto's zijn door de onderzoeker gecontroleerd. Tijdens het controleren zijn de percelen met vergelingsziekte gecodeerd en de plekken met vergelingsziekte ingetekend. Als deze data volledig verwerkt was kon de data worden doorgegeven aan NEO. NEO heeft vervolgens deze gegevens verwerkt in hun programma's om de satellieten in te leren.

De interviews die voor het onderzoek zijn afgenomen zijn uitgewerkt waardoor ze vervolgens zijn geanalyseerd. De belangrijke en relevante informatie die betrekking had op de deelvragen voor het onderzoek zijn uit de interviews gehaald en verwerkt in de resultaten.

2.4 Validiteit en betrouwbaarheid

Bij de validiteit gaat het om de juistheid van de resultaten. Om de juistheid in dit onderzoek vast te stellen zijn de foto's van de percelen met vergelingsziekte met éénzelfde drone gemaakt. Hiernaast is deze drone door de onderzoeker bestuurd zodat de foto's ook op de juiste hoogte gemaakt zijn. Tijdens het maken van de foto's is er door de onderzoeker genoteerd waar de foto's zijn gemaakt en welke omstandigheden er op dat moment waren. De onderzoeker heeft voor of na het maken van de drone foto's het perceel met het blote oog geïnspecteerd. Ook als er hier afwijkende waarnemingen waren is dit genoteerd. Bij afwijkende waarnemingen kan er gedacht worden aan: veel cercospora, droogteschade, roest en schade door aaltjes. Door deze gegevens te noteren kon er bij het verwerken van de data rekening gehouden worden met deze ziektes en schades.

Om de validiteit nog verder te waarborgen binnen het onderzoek zijn de ingetekende vergelingsplekken gecontroleerd door een onderzoeker van het IRS. Door de percelen nogmaals te controleren heeft er een waarborging plaats gevonden waardoor de validiteit maar ook de betrouwbaarheid is verhoogd binnen het onderzoek.

Bij de betrouwbaarheid van het onderzoek gaat het om de consistentie van het onderzoek. Om het onderzoek zo betrouwbaar mogelijk te maken zijn er van meerdere gebieden de suikerbietpercelen met vergelingsziekte gefotografeerd, zodat deze vervolgens konden worden ingeleerd in het Deep Learning model. Door van meerdere gebieden en percelen de vergelingsziekte te fotograferen hadden we te maken met meer verschillende omstandigheden. Zo heeft het weer veel invloed op de teelt van suikerbieten en dus ook op het onderzoek. Door het onderzoek in verschillende gebieden en dus percelen te laten uitvoeren is er te maken geweest met percelen die andere weersinvloeden hebben gehad in het teeltseizoen. Door deze verschillen in te leren in het Deep Learning model kan het model het percentage vergelingsziekte te herkennen binnen verschillende suikerbietpercelen.

Hoofdstuk 3. Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de deelvragen weergegeven en beschreven. Deze hebben het uiteindelijke doel de basis te leggen voor het beantwoorden van de hoofdvraag: “Hoe kan er door middel van satellietbeelden worden bepaald hoeveel opbrengstderving er door vergelingsziekte in suikerbieten in Nederland is?” De resultaten worden per deelvraag behandeld in de sub-koppen 3.1, 3.2 en 3.3. Dit gaat om de vragen op volgorde van hoofdstukken:

“Hoe kan in Nederland door middel van satellietbeelden een betrouwbare schatting van het vergelingspercentage worden gemaakt?”

“Hoe kunnen geelverkleuring en vergelingsziekte van elkaar worden onderscheiden?”

“Welke methode kan er gebruikt worden om de opbrengstderving te koppelen aan het percentage vergelingsvirus?”

3.1 Resultaten deelvraag 1

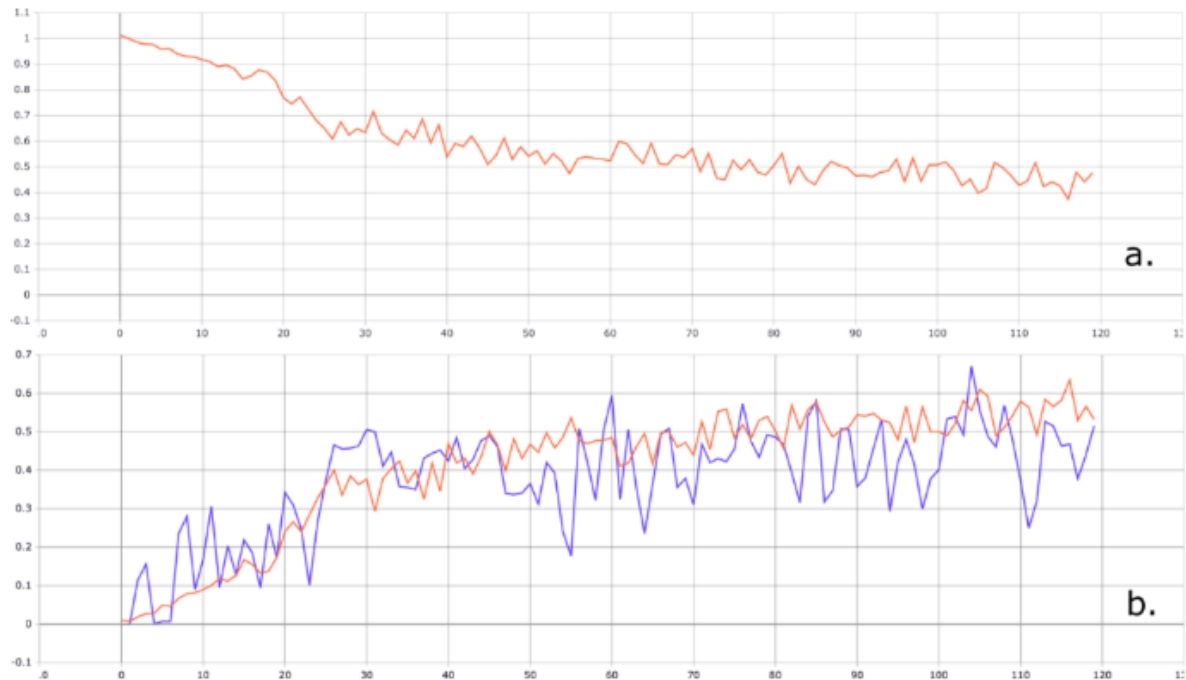
In dit sub-hoofdstuk worden de resultaten van de eerste deelvraag behandeld. Om antwoord te geven op deze eerste deelvraag “Hoe kan in Nederland door middel van satellietbeelden een betrouwbare schatting van het vergelingspercentage worden gemaakt?” heeft er een veldonderzoek plaatsgevonden. De methode van dit onderzoek is beschreven in hoofdstuk 2.2.1 Deelvraag één.

De satellietbeelden waar de bijpassende drone foto's van zijn gemaakt, zijn gebruikt als input voor een Deep Learning model, waaruit vervolgens een Convolutional Neural Network (CNN) is ontworpen voor beeldsegmentatie. Het model is zowel getraind op drie RGB (rood, groen, blauw) als op vier RGBI (rood, groen, blauw, intensiteit) banden. Het voordeel van het gebruik van verschillende banden is dat de prestatie verbeterd kan worden wat daarnaast de processingssnelheid ten goede komt. Het voordeel van de RGBI-banden is dat de extra (infrarood) band meegenomen wordt in het model wat in sommige toepassingen cruciale informatie bevat.

Vervolgens is het model gebruikt om voorspellingen te doen op percelen waarvan drone beelden beschikbaar zijn, maar welke niet zijn gebruikt als trainingsdata voor het model. Hierdoor kan er een objectieve inschatting gemaakt worden van de prestatie van het model. De data over de percelen waarvoor een voorspelling is gemaakt is opgenomen in onderstaande tabel.

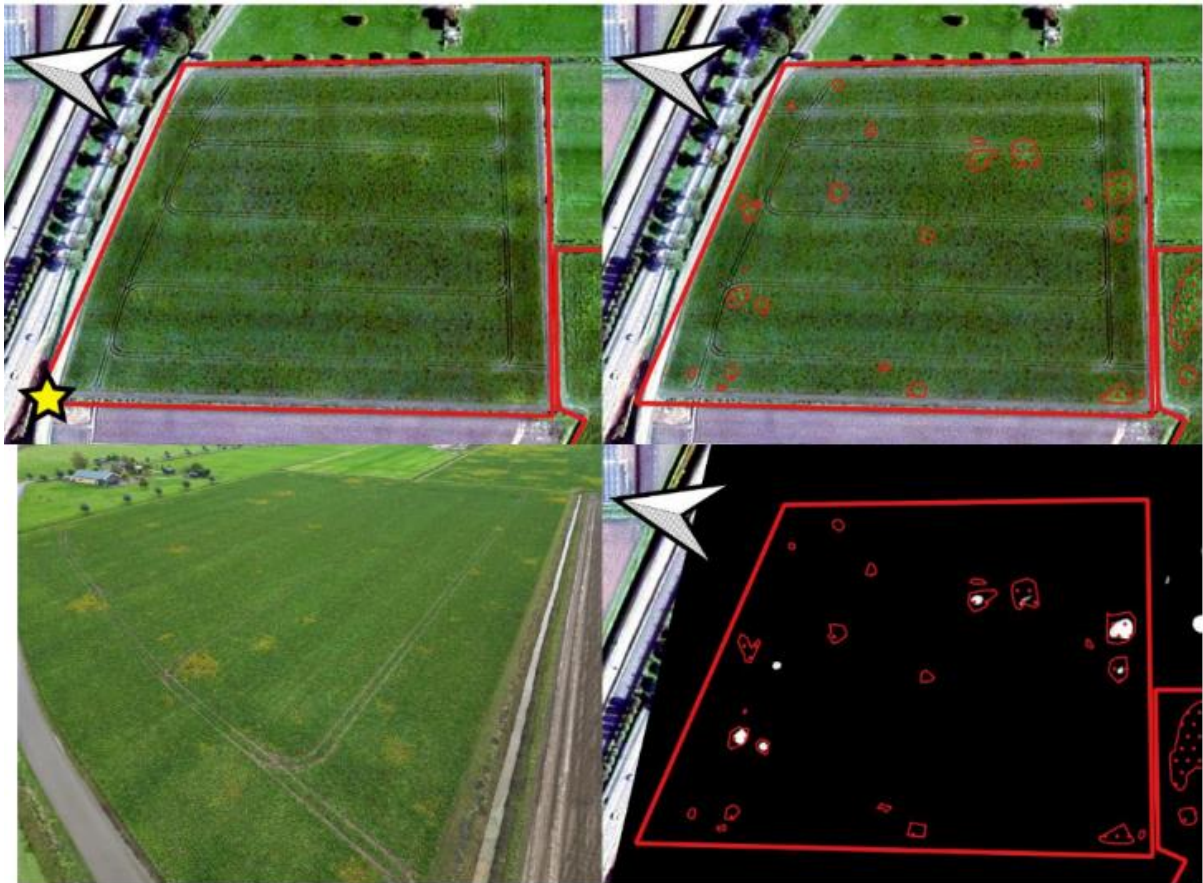
Tabel 2, Percelen waarvan drone beelden beschikbaar zijn en niet zijn gebruikt als trainingsdata.

Perceel	Coördinaten	Adres
18	51.819413, 4.480821	Oud-Heinenoordseweg
19	51.812974, 4.481867	Reedijk
20	51.814013, 4.474108	Oud-Heinenoordseweg



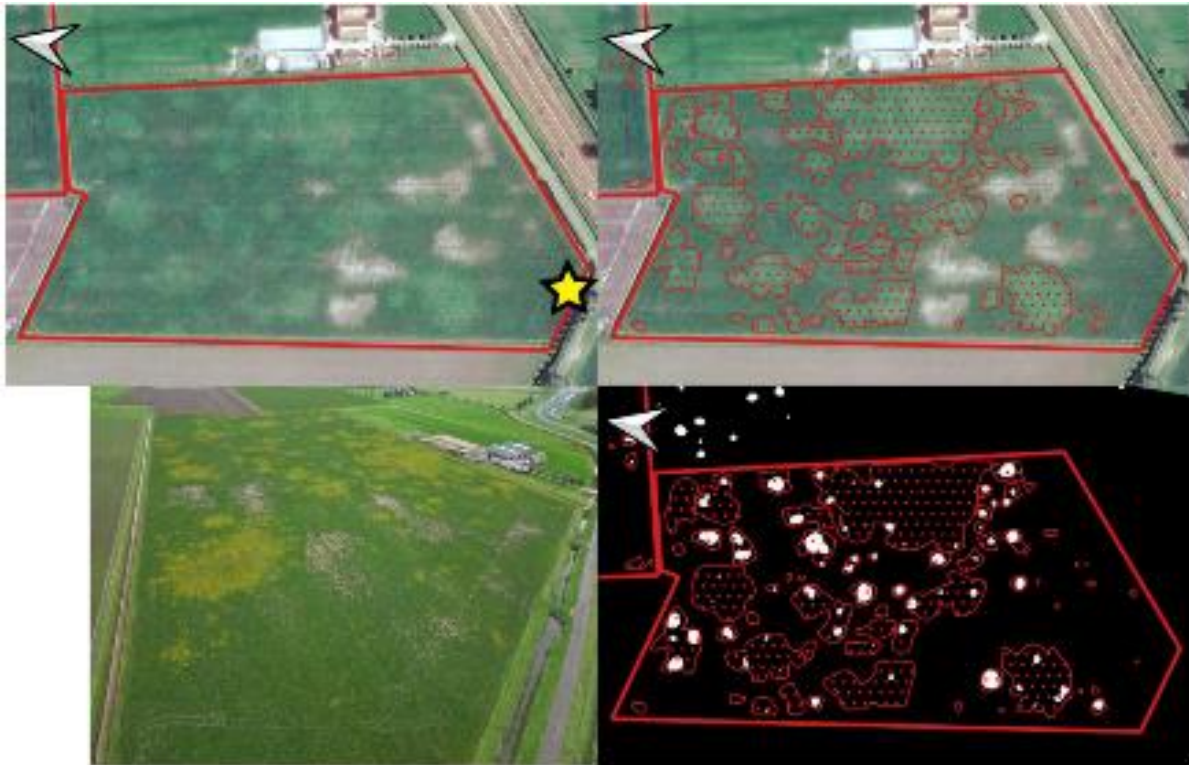
Figuur 12, De loss per epoch (a.) en de f1-score per epoch (b. oranje) en de validatieset (b. blauw).

In bovenstaand figuur is de loss per epoch (a.) en de f1-score per epoch (b. oranje) en de validatieset (b. blauw) voor de trainingsdataset te zien. Het is duidelijk zichtbaar dat de loss en f1-scores na 70 epochs sterk beginnen af te vlakken. Hierbij stabiliseert de loss rond de 0.4 en 0.5. De f1-score stabiliseert rond een waarde van 0.5 en 0.6 en de validatieset heeft een waarde van 0.4 en 0.6. Deze scores zijn relatief laag, normale scores voor loss is lager dan 0.1 en bij een f1-score is dat hoger dan 0.9. Dat deze scores buiten de maat vallen is geen goed teken, dit betekent dat het model ondermaats presteert. Dat de scores buiten de maat vallen kan in dit geval goed verklaard worden doordat de grenzen van de vergelingsplekken niet geheel eenduidig zijn op de satellietbeelden. Hierdoor kan de inschatting van het model verschillen met de werkelijkheid wat lage scores als resultaat geeft.



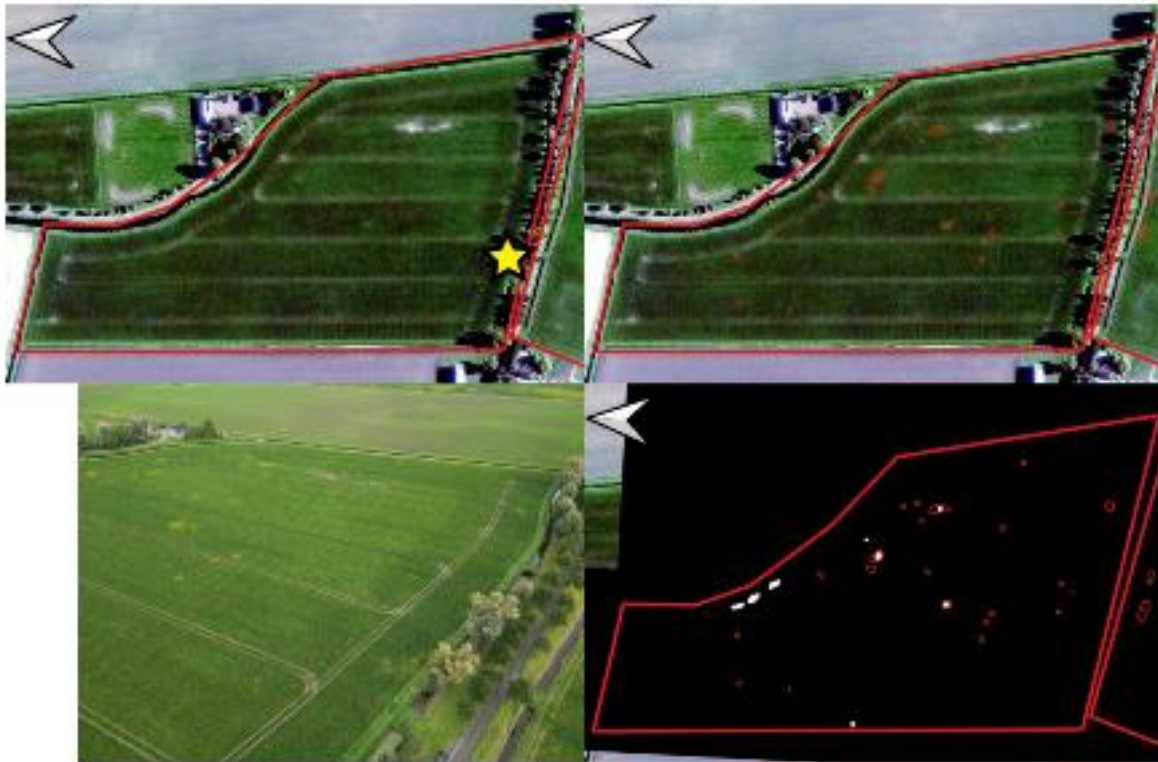
Figuur 13, Overzicht perceel 18 met noordpijl en stermarkering van het camerapunt dronebeeld (l.bb), ground-truth vergeling (r.b.), dronebeeld (l.o.) en voorspellingmodel (r.o.).

Op het dronebeeld zijn duidelijke vergelingsplekken aanwezig van verschillende groottes. Enkel de grotere vergelingsplekken zijn ook te herkennen op het satellietbeeld. Een deel van de vergeling kon dan ook niet als ground-truth ingetekend worden. Het model bleek niet in staat de middelgrote vergelingsplekken te herkennen. De grote vergelingsplekken zijn wel (deels) gedetecteerd.



Figuur 14, Overzicht perceel 19 met noordpijl en stermarkering van het camerapunt dronbeeld (l.bb), ground-truth vergeling (r.b.), dronebeeld (l.o.) en voorspellingmodel (r.o.).

Op het dronebeeld zijn duidelijke vergelingsplekken aanwezig van verschillende groottes. De grotere vergelingsplekken zijn ook te herkennen op het satellietbeeld. De kleinste vergelingsplekjes zijn niet duidelijk zichtbaar op het satellietbeeld. Wat opvalt is dat het model grotere, aaneengesloten stukken vergeling niet als dusdanig herkent. De losse, ronde vergelingsplekken zijn wel (deels) gedetecteerd.



Figuur 15, Overzicht perceel 20 met noordpijl en stermarkering van het camerapunt dronbeeld (l.bb), ground-truth vergeling (r.b.), dronebeeld (l.o.) en voorspellingmodel (r.o.).

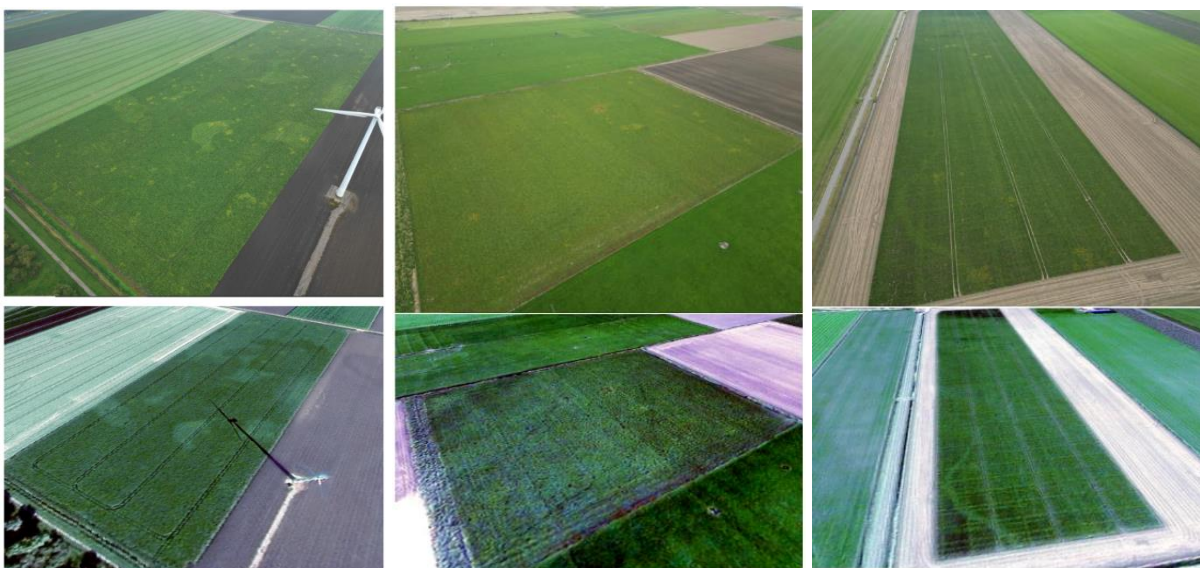
Op het dronebeeld zijn duidelijke vergelingsplekken aanwezig van verschillende groottes. De grotere vergelingsplekken zijn ook te herkennen op het satellietbeeld. De kleinste vergelingsplekjes zijn niet duidelijk zichtbaar op het satellietbeeld. Het model herkent een deel van de grotere vergelingsplekken. Kleinere vergelingsplekken worden niet gedetecteerd. Ook is goed te zien dat andere verkleuringen niet aangemerkt worden als vergeling.

3.2 Resultaten deelvraag 2

In dit subhoofdstuk worden de resultaten van de tweede deelvraag behandeld. Om antwoord te geven op deze tweede deelvraag “Hoe kunnen geelverkleuring en vergelingsziekte van elkaar worden onderscheiden?” heeft er een veldonderzoek plaatsgevonden. De methode van dit onderzoek is beschreven in hoofdstuk 2.2.2 Deelvraag twee.

In het vorige hoofdstuk 3.2 resultaten deelvraag 1, zijn de resultaten te zien op de vraag: “Hoe kan in Nederland door middel van satellietbeelden een betrouwbare schatting van het vergelingspercentage worden gemaakt?”. De resultaten komen voor beide deelvragen veel overeen doordat er als input van de trainingsdata voor deelvraag 1 ook percelen zijn gebruikt waarbij andere geelverkleuringen voorkomen dan alleen vergelingsziekte. Door deze percelen te gebruiken als trainingsdata en hier alleen vergelingsziekte in te tekenen leert het model andere geelverkleuringen niet te herkennen als vergelingsziekte.

De satellietbeelden waar de bijpassende drone foto's van zijn gemaakt zijn gebruikt als input voor een Deep Learning model, waaruit vervolgens een Convolutional Neural Network (CNN) is ontworpen voor beeldsegmentatie. Het model is getraind op zowel drie RGB (rood, groen, blauw) als op vier RGBI (rood, groen, blauw, intensiteit) banden. Het voordeel van het gebruik van verschillende banden is dat de prestatie verbeterd kan worden wat daarnaast de processingssnelheid ten goede komt. Het voordeel van de RGBI-banden is dat de extra (infrarood) band meegenomen wordt in het model wat in sommige toepassingen cruciale informatie bevat.



Afbeelding 16, Vergelijking dronebeeld (boven) met satellietbeeld (onder).

In bovenstaande afbeelding zijn drie percelen te zien welke vergelingsziekte bevatten en waar ook andere verkleuringen in te zien zijn. De bovenste drie percelen zijn gefotografeerd met de drone, hieronder is hetzelfde perceel te zien in satellietbeeld. Wat opvalt is dat door de andere geelverkleuringen de vergelingsziekte minder goed zichtbaar wordt en wegvalt door de lichtere plekken.

3.3 Resultaten deelvraag 3

De gegevensverzameling voor de derde deelvraag: “Welke methode kan er gebruikt worden om de opbrengstderving te koppelen aan het percentage vergelingsvirus?” is gebeurd door het uitvoeren van twee semigestructureerde interviews. De interviews, inclusief achtergrondinformatie per respondent, zijn te vinden in bijlage 3 tot en met bijlage 7.

Als input op de derde deelvraag zijn de interviews met Teun Schiphouwer en Elma Raaijmakers gebruikt.

Betrouwbaarheid

Teun Schiphouwer ziet het nut van het gebruik van satellietbeelden in de suikerbieten teelt wel in. Zo gebeurt op dit moment het monitoren van het gewas door verschillende buitendienstmedewerkers. Dit noemt Teun een minder betrouwbare manier van het winnen van gegevens en geeft het volgende voorbeeld: “Er zit ontzettend veel ruis in, elke waarnemer neemt op een andere manier waar. Als je bijvoorbeeld vraagt aan de buitendienst of ze de datum van sluiting van het gewas moeten doorgeven dan zie je veel verschillen. De een zegt dat het gewas gesloten is terwijl de andere dit vijf dagen later pas gesloten vindt staan.” Als er door middel van satellietbeelden de bandbreedte van de schatting vergelingsziekte kleiner kan worden gemaakt krijg je uniformere metingen die je voor het doorvoeren van verbeteringen nodig hebt. Over de betrouwbaarheid van de huidige manier van het monitoren van het vergelingsvirus vult Elma Raaijmakers, onderzoeker bij het IRS, Teun Schiphouwer aardig aan. Zo geeft Elma Raaijmakers het volgende van het monitoren aan: “Sta je op een dijk of in zuid Limburg tegen een helling of sta je langs de weg en kijk je er zo overheen om vergelingsvirus te bepalen op alle manieren heb je een heel ander beeld.”. Bij het gebruik van satellietbeelden geeft ook Elma Raaijmakers aan dat je de verschillen tussen de personen kan uitschakelen, wat je ook doet, je houdt verschillen tussen personen. Met behulp van satellietbeelden zou je meer op één bandbreedte zitten. Toch vindt Elma Raaijmakers de huidige manier van waarnemen niet verkeerd: “De huidige manier vind ik redelijk betrouwbaar, ik denk dat je met deze methode een goede vergelijking kan maken tussen de jaren. En ja er zitten verschillen in de gebieden maar deze vind ik nog niet schokkend.”.

Groeimodel

Momenteel wordt er geen rekening gehouden met vergeling in het groeimodel, hoewel dit wel mogelijk is. De buitendienst maak wel schattingen alleen deze worden hierin niet meegenomen. Deze schattingen lopen te ver uiteen en zijn onvoldoende betrouwbaar om ze te gebruiken in het groeimodel. Bij het maken van het groeimodel is er wel de mogelijkheid om in te voeren hoeveel schade er is door het vergelingsvirus. Momenteel wordt deze functie alleen gebruikt als er veel aantasting is in een bepaald gebied, minimaal 5% aan opbrengstderving. Als dit door middel van satellieten bepaald kan worden kan het effect beter in het groeimodel worden opgenomen. De satellietbeelden hoeven volgens Teun niet volledig dekkend te zijn: “Wanneer je in staat bent om satellietbanen te gebruiken als steekproef, in het ene gebied is de vergeling 10% en in het andere gebied is het 5% kan je een vergelingsindex maken. Je pakt de percelen in de gebieden waarvan de gegevens beschikbaar zijn.” Verder kunnen de schattingen van satellietbeelden gebruikt worden als deze op eenzelfde moment genomen worden en hier het percentage vergelingsvirus voldoende betrouwbaar geschat kan worden. Door deze schatting jaarlijks uit te voeren kan je de percentages per jaar met elkaar vergelijken. Deze percentages kunnen vervolgens per jaar gekoppeld worden aan de hoeveelheid opbrengstverlies die aan het eind van het groeiseizoen plaatsvindt.

“In het verleden zijn al veel onderzoeken gedaan naar het vergelingsvirus, hieruit zijn veel publicaties naar voren gekomen waaruit blijkt dat BYV 50% en BChV 30% opbrengstderving geeft.” Vertelt Elma Raaijmakers. Er is dus opbrengstderving door vergelingsvirus maar dit is van verschillende factoren afhankelijk. Zo zijn er verschillende proeven uitgevoerd met verschillende infectie momenten en verschillende rassen. Momenteel kiezen ze er bij het IRS voor om 35% opbrengstderving te handhaven bij aantasting van het vergelingsvirus. “Maar daar kunnen we over discussiëren met zijn allen. Want het ene virus geeft 50% opbrengstderving de ander 35% en de ander weer 30%. In het teeltseizoen zijn er monsters genomen en dat kwam uit op 35% opbrengstderving. Daarom is ook gezegd we houden gewoon altijd die 35% aan.” aldus Elma Raaijmakers.

Meerwaarde satellietbeelden

“Vergeling komt allemaal later in het groeiseizoen, als je kijkt naar de cyclus ben je in augustus al bezig met het maken van de campagne planning. In augustus wordt de planning gebaseerd op de geschatte opbrengst op dat moment, aan de hand daarvan wordt de start en het einde van de campagne bekend gemaakt. Het bepalen van de vergelingsziekte in september heeft een mindere waarde dan als je dit weet in juli of begin augustus omdat dan de campagne al gepland is.” Aldus Teun Schiphouwer. Ook Elma Raaijmakers vertelt dat het op tijd herkennen van vergelingsvirus handig kan zijn: “Als je het ene jaar in begin augustus de eerste plekken vergeling kan zien en het ene jaar in eind september zegt dat iets over de mate van opbrengstderving. Doordat je weet wanneer de vergeling zichtbaar wordt weet je wanneer de infectie heeft plaatsgevonden en kan je berekenen hoeveel opbrengstderving er exact is.” Naast het exacter schatten van de hoeveelheid opbrengstderving is het waarnemen in de eerste helft van september of eerder exacter doordat er dan nog geen spraken is van magnesium- of boriumgebrek bij de suikerbieten. Deze gebreken vertroebelen het beeld waardoor de waarnemingen lastiger te maken zijn. Elma Raaijmakers heeft dit zelf in de praktijk ondervonden bij haar eigen proefveld: “Eind september neem ik ze niet meer mee omdat ik twijfel of ik magnesiumgebrek of vergelingsvirus zie.” Wel gaf Teun aan dat er aan het eind van het groeiseizoen tussen de jaren grote verschillen in groei kunnen zijn. Het groeimodel is dan al gestopt. Het opbrengstverloop en daarmee ook een eventuele opbrengstderving wordt dan gebaseerd op het opbrengstverloop van uitgeleverde bedrijven. Wel kan er met de exacte hoeveelheid vergelingsvirus aan worden gegeven waarom het model afwijkt met wat er in de praktijk gemeten wordt. Hiernaast begint de suikerbietencampagne half september en worden ook de eerste suikerbieten gerooid. Het is mogelijk dat telers eerst de percelen rooien waar het meeste vergelingsvirus in zichtbaar is, dit geeft een foutief gemiddelde als de waarnemingen hierna plaatsvinden. Ook wordt er voortdurend een nieuwe planning gemaakt om te bepalen wanneer de campagne klaar is. Hier heeft het percentage vergelingsvirus invloed op, doordat er minder opbrengst is bij veel vergelingsvirus. Als er exact berekend kan worden wanneer de campagne klaar is kan er rekening worden gehouden met de verkoop van suiker en pulp. Naast de verkoop kan er ook met de inkoop van grondstoffen voor de fabriek rekening gehouden worden (Schiphouwer, 2022) (Raaijmakers, Vergelingsvirus in suikerbieten, 2022).

4. Discussie

Dit rapport is geschreven om de vraag te kunnen beantwoorden of het mogelijk is om de hoeveelheid vergelingsziekte waar te nemen met satellietbeelden. Hierbij is de focus gelegd op het vaststellen van vergelingsziekte in het teeltjaar 2022. Aan de hand van drie deelvragen worden in dit hoofdstuk de methode en de resultaten bediscussieerd in relatie tot de literatuur en het onderzoek.

4.1 Discussie deelvragen

Het doel van het veldonderzoek was om te kijken of het DeepLearning model te trainen is op het waarnemen van vergelingsziekte in suikerbietpercelen. Het veldonderzoek is deels door de onderzoeker uitgevoerd en deels door een extern bedrijf (NEO). Tijdens het onderzoek is er een belangrijk resultaat naar voren gekomen: grote plekken vergelingsziekte zijn waar te nemen door satellietbeelden. De kleinere plekken en aaneengesloten stukken vergeling worden niet herkend.

Het doel van de tweede deelvraag was om te achterhalen of vergelingsziekte kan worden onderscheiden van andere geelverkleuringen die voorkomen in de suikerbietenteelt. Ook deze deelvraag is onderzocht doormiddel van een veldonderzoek. Van de percelen met veel geelverkleuring is uiteindelijk geen schatting gemaakt doormiddel van satellietbeeld. Wat met het blote oog is te zien en opvalt in het onderzoek is dat door de verkleuringen binnen het perceel de vergelingsziekte op het satellietbeeld nauwelijks tot niet meer zichtbaar is geworden.

De derde deelvraag had als doel om te achterhalen of er een methode is om het geschatte percentage vergelingsvirus te koppelen aan de opbrengstderving. Deze deelvraag is beantwoord met interviews die zijn gehouden met onderzoekers binnen Cosun Beet Company en het IRS. Uit de gesprekken kwam een opvallend verband naar voren dat de huidige manier van waarnemen niet 100% betrouwbaar is en verbeterd kan worden. Ook waren beide onderzoekers het met elkaar eens dat bij een nauwkeurige schatting van het percentage vergelingsvirus de opbrengstderving bepaald kan worden.

4.2 Reflectie op het uitgevoerde onderzoek

Het onderzoek is gestart met een literatuuronderzoek om het bekende te achterhalen. Nadat het onbekende is gevonden is er een kwalitatief onderzoek uitgevoerd. Het kwalitatieve onderzoek is uitgevoerd door een veldonderzoek uit te voeren en interviews te houden. Over het gehele onderzoek worden de sterke en zwakke punten benoemd.

Een sterk punt in dit onderzoek is de uitvoering van het veldonderzoek, met nadruk op het veldonderzoek van de eerste deelvraag. Door de flexibiliteit, goede materiaal en beschikbare tijd kon na het vrijkomen van de satellietfoto's binnen korte tijd drone foto's gemaakt worden. Doordat er door de onderzoeker binnen 7 dagen drone foto's gemaakt konden worden is het materiaal erg representatief. Hiernaast zijn er hierdoor veel percelen gemonitord en meegenomen in het onderzoek wat het onderzoek betrouwbaarder maakt. Dat meerdere beelden de nauwkeurigheid vergroten is uitgelegd in het vooronderzoek. Dit geheel maakt dat het onderzoek representatiever is dan voorgaand onderzoek wat is uitgevoerd. Hiernaast hebben de geïnterviewde onderzoekers veel ervaring en kennis wat veel meerwaarde geeft aan het interview en uiteindelijk ook aan het beantwoorden van de derde deelvraag.

Minder positieve punten aan het onderzoek zijn de weersinvloeden die hebben gespeeld in de zomer van het onderzoeksjaar 2022. Door de droogte zijn veel bietenpercelen stil gaan staan in groei waardoor het blad verwelkte of verkleurde. Door deze droogte konden de eerste gemonitorde percelen halverwege september niet worden gebruikt. De percelen waren over het geheel verkleurd waardoor de vergelingsziekte niet waar te nemen was op de drone foto's en satellietbeelden. Na de regen zijn de eerste percelen eind september goed te monitoren en is het vergelingsvirus zichtbaar op de dronebeelden en satellietbeelden. Een nadeel hiervan is dat het onderzoek is verlaat, waardoor er ook meer kans is op andere soorten geelverkleuring in de suikerbietpercelen, wat ook naar voren is gekomen in het vooronderzoek. Hiernaast is het ook van belang om te weten of het mogelijk is om het vergelingsvirus al waar te kunnen nemen aan het einde van augustus of begin september.

5. Conclusie en aanbevelingen

Dit rapport is geschreven om de vraag te kunnen beantwoorden of het mogelijk is de hoeveelheid vergelingsziekte is waar te nemen met satellietbeelden. Hierbij is de focus gelegd op het vaststellen van vergelingsziekte in het teeltjaar 2022. Aan de hand van drie deelvragen en de hoofdvraag worden de conclusies in dit hoofdstuk beschreven. Afsluitend worden de aanbevelingen opgesteld.

5.1 Conclusie deelvraag

Hieronder worden de conclusies beschreven per deelvraag gebaseerd op de verkregen informatie gedurende het onderzoek.

Deelvraag 1. “Hoe kan in Nederland door middel van satellietbeelden een betrouwbare schatting van het vergelingspercentage worden gemaakt?”

Vergelingsziekte detecteren op satellietbeelden is een grote uitdaging. Grote, losse vergelingsplekken van groter dan 10 meter doorsnede zijn over het algemeen goed te detecteren. De kleinere vlekken zijn zelden zichtbaar op de satellietbeelden. Als gevolg hiervan blijkt dat een groot aantal vergelingsplekken, tot 60% van het oppervlak gemist wordt door de satellieten, wat afhankelijk is van de verhouding grotere en kleinere vergelingsplekken.

Een andere beperkende factor is de beschikbaarheid van de bruikbare satellietbeelden in een klein tijdvak (september) per perceel. Uit het onderzoek blijkt dat er niet voor elk perceel een duidelijk satellietbeeld beschikbaar was in de periode waarbij het vergelingsvirus duidelijk zichtbaar is. Als gevolg hiervan is de kans klein dat elk beeld een objectief vergelingspercentage toegewezen kan krijgen op basis van satellietbeelden.

Deelvraag 2. “Hoe kunnen geelverkleuring en vergelingsziekte van elkaar worden onderscheiden?”

Geelverkleuring apart detecteren van vergelingsziekte door middel van SuperView-satellietbeelden is niet eenvoudig. Op de satellietbeelden is vergelingsziekte vaak minder goed zichtbaar door de andere verkleuringen binnen het perceel. Wat te zien is in hoofdstuk 3.2 worden er door de satellieten nauwelijks andere verkleuringen binnen het perceel aangemerkt als vergelingsziekte. Maar door deze verkleuringen vervalt de vergeling soms, waardoor deze ook niet wordt gedetecteerd.

Deelvraag 3. “Welke methode kan er gebruikt worden om de opbrengstderving te koppelen aan het percentage vergelingsvirus?”

Uit de interviews is te achterhalen dat er twee manieren mogelijk zijn om de opbrengstderving te bepalen aan de hand van het percentage vergelingsvirus. Bij het IRS doen ze het momenteel door van het percentage vergelingsvirus 35% opbrengstderving aan te houden. Uit verschillende onderzoeken van het IRS blijkt (welke ook te vinden zijn in het vooronderzoek) dat dit een representatief getal is, echter blijft het wel een aanname.

Bij Cosun Beet Company wordt er momenteel geen rekening gehouden met de vergelingsziekte in het groeimodel. Dit is wel mogelijk als er exacter geschat kan worden hoeveel vergelingsziekte er daadwerkelijk is. Als het percentage vergelingsziekte voor eind augustus exact gemeten kan worden kan dit meegenomen worden in het groeimodel. Als het percentage vergeling later bekend is kan er aan het eind in het model gekeken worden hoeveel invloed het vergelingsziekte heeft gehad op de opbrengst waardoor vervolgens de opbrengstderving kan worden bepaald.

5.2 Conclusie hoofdvraag

De hoofdvraag is als volgt geformuleerd:

“Hoe kan er door middel van satellietbeelden worden bepaald hoeveel opbrengstderving er door vergelingsziekte in suikerbieten in Nederland is?”

Uit de conclusies van de deelvragen is gebleken dat het detecteren van vergelingsziekte met SuperView-satellietbeelden nog een grote uitdaging is. De resultaten van het vergelingsmodel zijn niet representatief genoeg voor het herkennen van de vergelingsziekte. Een ander beperkende factor is de beschikbaarheid van bruikbare satellietbeelden in een klein tijdvak per perceel. Echter geeft ook de verschillende soorten vergeling in een bietenperceel ruis waardoor vergeling niet exact waar te nemen is. Echter is het wel mogelijk om met de hoeveelheid vergelingsvirus de opbrengstderving te koppelen in suikerbieten.

5.3 Aanbevelingen

Tijdens het onderzoek zijn er nieuwe inzichten naar het schatten van vergelingsziekte ontstaan. De resultaten van de deelvragen op de vraag, of het mogelijk is om met satellietbeelden vergeling waar te nemen is voldoende onderzocht en hierdoor beperkt om dit verder te onderzoeken. Doordat het DeepLearning model wel de grotere plekken van 10 meter en groter waarneemt is het eventueel mogelijk de percelen met extreme vergelingsziekte eruit te halen. Door deze percelen waar te nemen kan er met de teler besproken worden waar het mis is gegaan om in de toekomst de schade van vergelingsziekte te beperken. Hiernaast is het ook mogelijk om het DeepLearning model met de huidige data te laten werken, de uitkomsten hiervan kunnen vergeleken worden met die van de buitendienst. Door deze vergelijking te maken kan er gekeken worden of er eventueel een grove schatting gemaakt kan worden. Ondanks dat vergelingsziekte niet 100 procent is waar te nemen met satellietbeelden heeft dit onderzoek wel aangetoond dat drones ingezet kunnen worden om vergelingsziekte te herkennen. De gele vergelingsvirus plekken zijn op de dronebeelden goed zichtbaar. Bij het inzetten van drones is de beperking wel de mankracht en de batterijduur. Echter kunnen de drones wel gebruikt worden als methode om de schattingen van de buitendienst scherper te krijgen. Het vergelijken van persoonlijke schattingen met een absoluut getal kan ervoor zorgen dat verschillende medewerkers een gelijkmatigere manier van schatten aanleren waardoor de ingeschatte vergelingspercentages door medewerkers een uniformer beeld geven van het vergelingspercentage.

Bibliografie

- Beeldsegmentatie*. (2022, September 19). Opgehaald van wiki: https://hmn.wiki/nl/Image_segmentation
- Benders, L. (2020, September 2). *Veldonderzoek (fieldresearch)*. Opgehaald van Scribbr: <https://www.scribbr.nl/onderzoeksmethoden/fieldresearch-veldonderzoek/>
- Bijkerk, R., & Netten, J. (2015, December 28). *Remote Sensing*. Opgehaald van WEW: <https://www.wew.nu/bw40/item.php?id=57>
- Brownlee, J. (2022, Augustus 10). *Difference Between a Batch and a Epoch in a Neural Network*. Opgehaald van Machine Learning Mastery: <https://machinelearningmastery.com/difference-between-a-batch-and-an-epoch/>
- ctgb. (2022, September 14). *Wat zijn neonicotinoïden?* Opgehaald van ctgb: <https://www.ctgb.nl/onderwerpen/neonicotinoiden/wat-zijn-neonicotinoiden>
- EM Onderzoek. (2022, September 20). *Wat is data analyse*. Opgehaald van EM Onderzoek: Om antwoord op deze deelvraag te krijgen zal er praktijkonderzoek gedaan moeten worden. Er is gekozen om deze deelvraag te beantwoorden door middel van een praktijkonderzoek omdat er geen literatuuronderzoek antwoord kan geven op deze deelvraag. Dit vanwege
- Hossain, R., Menzel, W., Lachmann, C., & Varrelmann, M. (2020). New insights into virus yellows distribution in Europe and effects of beet yellows virus, beet mild yellowing virus, and beet chlorosis virus on sugar beet yield following field inoculation. *Plant Pathology*, 584-593.
- IRS. (2019, September 14). *Oorzaken geelverkleuring op een rij*. Opgehaald van IRS: file:///C:/Users/knomar02/OneDrive%20-%20Royal%20Cosun/Documents/Scriptie/Literatuur%20vergelingsziekte/CM_no_4_2019_DEF-pag.14-15.pdf
- IRS. (2022, Maart 29). *Virussen*. Opgehaald van IRS: <https://www.irs.nl/interessegebieden/alle-interessegebieden/teelthandleiding/10-7-virussen/>
- IRS. (2022, September 7). *Ziekten en plagen*. Opgehaald van IRS: <https://www.irs-ziektenenplagen.nl/#view=bestimmung&tlist=listeSchadursachen>
- Merkus, J. (2021, November 12). *Veldonderzoek (fieldresearch) goed uitvoeren in je scriptie*. Opgehaald van Scribbr: <https://www.scribbr.nl/onderzoeksmethoden/fieldresearch-veldonderzoek/>
- Merkus, J. (2021, November 12). *Veldonderzoek goed uitvoeren*. Opgehaald van Scribbr: <https://www.scribbr.nl/onderzoeksmethoden/fieldresearch-veldonderzoek/>
- Merkus, J. (2021, Juli 15). *Verschil tussen kwalitatief & kwantitatief onderzoek*. Opgehaald van Scribbr: <https://www.scribbr.nl/onderzoeksmethoden/kwalitatief-vs-kwantitatief-onderzoek/>
- Naomi, C. (2022). *Groeimodel 2.0: hoe werkt het?* Dinteloord: Cosun Beet Company.
- NEO. (2021). *Deelonderzoek vergelingsziekte detecteren met behulp van Deep Learning*. Amersfoort: NEO.

- NEO. (2022, September 19). *Visie, Missie, Strategie*. Opgehaald van NEO: <https://www.neo.nl/informatie-over-neo/>
- Nieuwstraten, E. (2022, oktober 6). Satellietbeelden. (M. Knoot, Interviewer)
- Op naar precisielandbouw 2.0. (2015-2019). *Eindrapport PPS PL2.0*, 34.
- Raaijmakers, E. (2021). *Bladluiswaarschuwingdienst 2020*. Dinteloord: IRS.
- Raaijmakers, E. (2022, september 7). (M. Knoot, Interviewer)
- Raaijmakers, E. (2022, December 6). Vergelingsvirus in suikerbieten. (M. Knoot, Interviewer)
- Roerink, G., & Mucher, S. (2013). *Nationaal Satelliet Dataportaal Ontsluiting en toepassingen*. Wageningen: Alterra, Wageningen UR.
- Sarangam, A. (2021, Maart 24). *Epoch in Machine Learning: A Simple Introduction*. Opgehaald van Jigsaw: <https://www.jigsawacademy.com/blogs/ai-ml/epoch-in-machine-learning>
- Schiphouwer, T. (2022, November 29). Opbrengstderving door vergelingsvirus. (M. Knoot, Interviewer)
- Scriptium. (2022, Juli 14). *Primaire versus secundaire bronnen*. Opgehaald van Scriptum: <https://www.scriptium.nl/primaire-secundaire-bronnen/>
- Studiemeesters. (2022, September 20). *Betrouwbaarheid en validiteit: het verschil*. Opgehaald van Studiemeesters: <https://www.studiemeesters.nl/scriptie/betrouwbaarheid-en-validiteit/>
- van der Schans, D., van Evert, F. M., & Dorka-Vona, V. (2012). *Sensorgestuurde advisering van Stikstof bijbemesting in aardappel*. Wageningen: Wageningen UR.
- van der Wal, T., Vullings, L., Zaneveld-Reijnders, J., & Bink, R. (2017). *Doorontwikkeling van de precisielandbouw in Nederland*. Wageningen: Wageningen Environmental Research.
- Verbeek, M., van der Vlugt, R., Raaijmakers, E., & Frans, T. (2017). Grote impact verbod neonicotinoïden. *Boerderij*, 22-24.

Bijlage

Bijlage 1, Interviewvragen

1. Hoe is NEO betrokken met het werken met satellietdata?
2. Wat voor satellietdata kan er gebruikt worden?
3. Hoe goed krijg je inzicht over Nederland met de SuperView data?
4. Hoe zijn jullie vorig jaar aan de slag gegaan met de satellietdata?
5. Zijn deze uitkomsten betrouwbaar?
6. Hoe komt het dat de satellietgegevens nog zo onbetrouwbaar zijn?

Bijlage 2, Interview Emile Nieuwstraten

1. Hoe is NEO betrokken met het werken met satellietdata?

Bij NEO ontvangen we alle data die door een bepaald type satellieten is gemaakt van Nederland. Dit ontvangen we van het Netherlands Space Office. Deze beelden bewerken we zodat de satellietbeelden eenvoudig te bekijken zijn online. Deze beelden moeten we binnen 5 dagen online zetten. Uiteindelijk geeft het satellietdataportaal een gratis toegang tot de verwerkte beelden van Nederland voor iedereen. Doormiddel van deze kennis en data verwerken we beelden, kunnen we objecten herkennen en detecteren we verschillen. Dit bieden we uiteindelijk weer aan onze klanten aan.

2. Wat voor satellietdata kan er gebruikt worden?

Er zijn verschillende satellietdata, de Nederlandse overheid heeft gebruiksrechten voor de SuperView ingekocht. Naast de SuperView zijn er de: TripleSat, Planetscope/RapidEye, Radarsat-2 data, SPOT-6/7 data en DMC-data. Deze gegevens worden niet online gezet omdat de Nederlandse overheid hier geen gebruiksrechten voor heeft gekocht. Deze gebruiksrechten zijn wel te koop als bedrijf zijnde, voor de akkerbouw is de aankoop van deze gebruiksrechten niet rendabel.

3. Hoe goed krijg je inzicht over Nederland met de SuperView data?

Met de superview data krijg je ongeveer eens in de twee maanden zicht over heel Nederland. Met de aankoop van een andere gebruiksrechten kan deze periode verkleind worden. In de toekomst zullen er meer satellieten gaan vliegen, hierdoor komt er ook meer data beschikbaar.

4. Hoe zijn jullie vorig jaar aan de slag gegaan met de satellietdata?

Vorig jaar hebben we te horen gekregen dat ze in een bepaald gebied in Nederland veel last hadden van de vergelingsziekte in suikerbieten. In dit gebied hebben we de suikerbietenpercelen bekeken met satellietbeelden. De plekken waarvan we dachten dat het vergelingsvirus was hebben we vervolgens ingetekend. Op basis hiervan hebben we de trainingsdata van de satellieten geleerd.

5. Zijn deze uitkomsten betrouwbaar?

Vervolgens hebben we onze percentage vergelingsziekte wat bepaald is met de satellieten laten vergelijken in de praktijk door een medewerker uit de buitendienst. Van de percelen waar er een percentage vergelingsziekte is waargenomen door de satelliet zijn 9 percelen als slecht beoordeeld, 41 percelen als matig en 57 percelen als goed. Op basis van de vergelijking met de buitendienst is de helft van de percelen goed geëvalueerd door de satelliet.

6. Hoe komt het dat de satellietgegevens nog zo onbetrouwbaar zijn?

De vergelingsziekte hebben we alleen ingetekend op basis van satellietbeelden. Hierdoor kan het zijn dat we ook andere ziektes of plagen in de suikerbieten hebben ingetekend als vergelingsziekte.

Bijlage 3, Vragenlijst (semi)gestructureerd interview Informatiemanagement

Doel van het onderzoek: “Hoe kan er door middel van satellietbeelden worden bepaald hoeveel opbrengstderving door vergelingsziekte in suikerbieten in Nederland is?”

Doel van het interview: Inzicht krijgen op de vraag: “Welke methode kan er gebruikt worden om de opbrengstderving te koppelen aan het percentage vergelingsvirus?”

Interview met: Teun Shiphouwer, informatiemanagement binnen de agrarische dienst.

Soorten vragen: Open en gesloten vragen

Volgorde van vragen: Blijft binnen één thema, eerst de huidige manier en vervolgens de manier met satellietbeelden en vervolgens meningsvragen.

Vraag 1. Wat houdt uw taak precies in binnen de organisatie?

Vraag 2. Wat is uw mening over de bepaling van vergelingsziekte met satellietbeelden?

Vraag 3. Hoe wordt de vergelingsziekte momenteel verwerkt in het groeimodel?

Vraag 4. Wat vindt u van de betrouwbaarheid zoals het nu in zijn werk gaat?

Vraag 5. Hoe wordt het vergelingsvirus momenteel gekoppeld aan de opbrengstderving?

Vraag 6. Op welke wijze heeft het verbetering dan op de huidige manier?

Vraag 7. Als er in de aangegeven satellietbeelden (bijlage) exact vergelingsvirus kan worden bepaald, heeft dit dan toegevoegde waarde op de huidige manier?

Vraag 8. Wat zijn de mogelijkheden met het bepalen van vergelingsvirus met satellietbeelden?

Vraag 9. In welk termijn hebben de satellietbeelden toegevoegde waarde?

Bijlage 4, Interview Teun Shiphouwer

Vraag 1. Wat houdt uw taak precies in binnen de organisatie?

Ik ben informatiemanager, dat is mijn hoofdtaak en daarnaast ben ik teamleider automatisering. Ik moet zorgen dat ik samen met mijn mensen van bietenzaad bestellen tot aan betalingen ledenuitkeringen dat dat allemaal goed wordt uitgevoerd.

Het groeimodel valt erbuiten, vanaf het moment dat ik hierbinnen kwam had ik in het verleden al een groeimodel voor aardappels gemaakt. Ik kwam hier in 1984 toen nam de buitendienst elke week monsters van 250 percelen om het groeipunt te bepalen en later om het groeiverloop te bepalen. Ik zag deze gegevens toen en ik dacht hier kan ik wel een model van maken. Ik ben het met het groeimodel doorgegaan. Dat model heb ik toen gemaakt en ook gedraaid ik liet die gegevens zien en uiteindelijk waren ze zodanig overtuigd dat het model even goed was als die van het groeiverloop.

Wat houdt het groeimodel precies in?

In het groeimodel houd je met bepaalde dingen rekening die ooit in de reventie is gemeten, dan is de straling een bepaalde factor in de bieten dat gaat de gedurende tijd omhoog omdat ook de rassen beter worden. Dat soort dingen kan je allemaal vrij eenvoudig in een model stoppen. Wat daar bijvoorbeeld niet in zit is dat als je gaat zaaien en het zaad ligt droog en het kiemt niet dan kan je hebben dat het model zegt het gewas staat dicht en je gaat kijken maar er staat nog helemaal niks. Dat zijn dingen daarvoor moet je het model aanpassen. Zulk soort informatie zou je van elk perceel willen weten. En dan kijk je naar Unitip daar zou je alle informatie moeten kunnen vinden en dan zitten er bijvoorbeeld 500 percelen in van de 15.000. En dat is niet voldoende betrouwbaar om daar iets mee te doen. En als je dan vervolgens van de buitendienstmannen een schatting krijgt van goed, matig of slechte per perceel. Dan zie je die schattingen en zijn het pessimisten.

Opbrengstderving heb je altijd, het is nooit dat alles volledig groen is en optimaal groeit, je hebt altijd wel afwijkers, het is nooit optimaal. Maar nu wordt het aan de buitendienst gevraagd en je krijgt allemaal verschillende waarnemingen. Bij de oude buitendienst wist ik dat is een pessimist en dat is een optimist, op basis daarvan kan ik een correctie doorvoeren. Als ik nu zie hoe ze wat schatten dan kan ik er niks mee. Dit moet ik vervolgens weer corrigeren. Het corrigeren doe ik op basis van wat ik in het verleden heb gedaan. Als ik niks doe dan zit ik op 105 ton als een jaar als dit, doe ik wat de buitendienst aangeeft kom ik op 80 ton en met correcties die ik nu invoer dan zit ik op 90 ton en daar komen we uiteindelijk ook op uit.

Kijk ik naar vergeling zie ik dat niet terug in het model. De buitendienst maakt wel schattingen maar die zie ik niet. Goed, matig slecht hoe ga je dat beoordelen. Maar een ander punt is vergelingsziekte en hoe moet je dat beoordelen. Hoeveel procent heb je in zeeland en hoeveel in de Flevopolder.

Vraag 2. Wat is uw mening over de bepaling van vergelingsziekte met satellietbeelden?

Je krijgt het nooit volledig dekkend dat is heel lastig omdat je waarnemingen krijgt die verschillen in tijd. Je moet ook anders oordelen want het is niet constant. Als je op een bepaald moment beelden hebt en je kan dan een schatting maken van wat is nu het schade beeld, dan kan je er wat mee. Vervolgens kan je dan per jaar kijken en dan zeg je van dit jaar is de volledige oppervlakte van de vergeling is 5% terwijl het vorig jaar 15% was en het jaar daarvoor 10%. Je hoeft niet alle percelen te hebben maar een steekproef is al genoeg, basis daarvan een redelijke schatting maken. Als je bijvoorbeeld weet we hebben zoveel aantasting in de maand augustus dan kan je dat helpen om wat te doen tussen de verschillende jaren.

Wanneer je nu een perceel hebt met een vergelingsziekte zegt een buitendienstmedewerker 3% en de ander 20%, wanneer je in staat bent om te zeggen we gaan het meten en we komen op bijvoorbeeld 10% uit. Als je doormiddel van satellietbeelden de bandbreedte kleiner kan maken dan die van de buitendienst ben je al verder ook omdat je dan uniforme metingen hebt die je nodig hebt. Met een buitendienst die parttime in dienst is moet je veel investeren in hoe ze goed moeten waarnemen. Eigenlijk moet je ze trainen op het bepalen van vergelingsziekte op basis van drone foto's en hierna wat je vanaf de grond ziet.

Vraag 3. Hoe wordt de vergelingsziekte momenteel verwerkt in het groeimodel?

Er wordt verwacht dat in juni de bieten gesloten zijn, er moet dan gekeken worden hoeveel procent van de percelen ook echt gesloten is. Als je dit in juli doet zijn alle velden groen en kan je niet zien hoever het perceel achterloopt op voorgaande jaren. In juli kan je wel regionaal een hagelbui krijgen of extreme neerslag waardoor veel percelen verzopen kunnen zijn. Dan breng je voor dat gebied een extra factor in omdat het een bepaalde groeiremming geeft. Stel je weet het percentage vergelingsziekte en in het zuiden is het 20% en in het noorden is het 5% dan kan je in het groeimodel per gebied rekening houden met dit percentage. De schatting hoeft niet exact te zijn maar je moet het wel kunnen beredeneren. En op basis van een schatting van de buitendienst is dit extreem lastig want je moet een uniform proces hebben.

Vraag 4. Wat vindt u van de betrouwbaarheid zoals het nu in zijn werk gaat?

Er zit ontzettend veel ruis in, elke waarnemer neemt op een andere manier waar. Als je bijvoorbeeld vraagt aan de buitendienst of ze de datum van sluiting van het gewas moeten doorgeven verschilt dit heel erg. De een zegt dat het gewas gesloten is terwijl de andere dit vijf dagen later pas gesloten vindt staan. Het sluiten van het gewas is al een belangrijk moment voor het groeimodel omdat dit de start is van de lineaire groei in het groeimodel.

Vraag 5. Hoe wordt het vergelingsvirus momenteel gekoppeld aan de opbrengstderving?

De bedoeling van wat ik gemaakt heb is het mogelijk om het in te voeren omdat er toen veel vergeling was. Momenteel hebben we het nu een stuk minder. Er wordt alleen een correctie factor in gevoerd als het niet anders kan. Het moet een opbrengstderving zijn van minimaal 5% of 10%. Momenteel is de vergelingsziekte bepaling vanuit de buitendienst een onbetrouwbaar gegeven. Daarom wordt er nu een correctie factor ingevoerd als het echt opbrengstderving geeft. Hoe meer er ondersteund kan worden met een satelliet hoe beter dit is. De mens is een slechte waarnemer.

Vraag 6. Op welke wijze heeft het verbetering dan op de huidige manier?

Als je een terugkoppeling hebt met bijvoorbeeld 20%, 30% of 40% kan je kijken wat betekent dat voor de opbrengst en het suikergehalte. Vervolgens kan hier dan een statistische analyse op worden losgelaten en wat je bereikt als je de schade beperkt. Ik denk dat als je satellietbeelden beschikbaar hebt dat deze zodanig helpen dat je vervolgens in staat bent om een schatting te maken. Als je dit goed wilt uitvoeren moet je het meerdere jaren doen en rond een bepaald tijdstip. Zo kan je de relatieve aantasting vergeling met andere jaren vergelijken zodat je dit kan verwerken in het groeimodel.

Vraag 7. Als er in de aangegeven satellietbeelden (bijlage) exact vergelingsvirus kan worden bepaald, heeft dit dan toegevoegde waarde op de huidige manier?

Wanneer je in staat bent om satellietbanen te gebruiken als steekproef, op de ene plek is de vergeling 10% en op de andere plek is het 5% kan je een vergelingsindex maken. Je pakt de percelen in de gebieden waarvan de gegevens beschikbaar. Het gaat vooral om steekproeven, je krijgt het nooit dekkend.

Vraag 8. Wat zijn de mogelijkheden met het bepalen van vergelingsvirus met satellietbeelden?

Wanneer je in september ziet de vergelingsziekte is een bepaald percentage kan er gekeken worden naar vorig jaar en het jaar daarvoor. Zo kan je elk jaar met elkaar vergelijken en zo kan je inschatten hoeveel vergelingsvirus invloed heeft op de opbrengst. En als je kan zien dat het dit jaar veel minder is kan je er rekening mee houden met de planning.

Vraag 9. In welk termijn hebben de satellietbeelden toegevoegde waarde?

Vergeling komt allemaal later in het groeiseizoen, als je kijkt naar de cyclus ben je in augustus als bezig met de campagne planning. In augustus wordt de planning gebaseerd op de geschatte opbrengst op dat moment, aan de hand daarvan wordt de start en het einde van de campagne bekend gemaakt. Als je eind augustus het percentage vergelingsziekte weet geeft dit een bepaalde remming aan het einde van het groeiseizoen. Deze remming kan je in het model invoeren, zo kan er ook beter getoetst worden in hoeverre het model klopt. Vergelingsziekte is een factor dat kan aangeven waarom het model afwijkt met wat we in de praktijk gemeten hebben. Het bepalen van de vergelingsziekte in september heeft een mindere waarde dan dat je dit weet in juli of begin augustus omdat dan de campagne al gepland is. Wel wil je voortdurend een nieuwe planning maken om te weten wanneer de campagne klaar is. Zo kan er ook rekening gehouden worden met de verkoop van suiker en de inkoop van grondstoffen voor de fabriek.

Bijlage 5, Codatie interview Teun Shiphouwer

“Hoe kan er door middel van satellietbeelden worden bepaald hoeveel opbrengstderving door vergelingsziekte in suikerbieten in Nederland is?”

Tekstfragment	Open coderen
“Zulk soort informatie zou je van elk perceel willen weten.”	Exacter
“En dat is niet voldoende betrouwbaar om daar iets mee te doen.”	Betrouwbaarheid
“Maar nu wordt het aan de buitendienst gevraagd en je krijgt allemaal verschillende waarnemingen.”	Buitendienst. Onbetrouwbaar
“Je krijgt het nooit volledig dekkend dat is heel lastig omdat je waarnemingen krijgt die verschillen in tijd.”	Geen volledige dekking. Verschillende tijden.
“Je hoeft niet alle percelen te hebben maar een steekproef is al genoeg, basis daarvan een redelijke schatting maken.”	Steekproefsgewijs
“Als je door middel van satellietbeelden de bandbreedte kleiner kan maken dan die van de buitendienst ben je al verder ook omdat je dan uniforme metingen hebt die je nodig hebt.”	Uniformere metingen
“Stel je weet het percentage vergelingsziekte en in het zuiden is het 20% en in het noorden is het 5% dan kan je in het groeimodel per gebied rekening houden met dit percentage.”	Gebiedsgewijs
“Hoe meer er ondersteund kan worden met een satelliet hoe beter dit is.”	Betere ondersteuning
“Zo kan je elk jaar met elkaar vergelijken en zo kan je inschatten hoeveel vergelingsvirus invloed heeft op de opbrengst.”	Jaarlijks vergelijking. Invloed op opbrengst.
“Vergelijking komt allemaal later in het groeiseizoen, als je kijkt naar de cyclus ben je in augustus als bezig met de campagne planning.”	Laat in het seizoen. Campagne planning.
“Zo kan er ook rekening gehouden worden met de verkoop van suiker en de inkoop van grondstoffen voor de fabriek.”	Verkoop suiker. Inkoop grondstoffen.

Bijlage 6, Vragenlijst (semi)gestructureerd interview IRS

Doel van het onderzoek: “Hoe kan er door middel van satellietbeelden worden bepaald hoeveel opbrengstderving door vergelingsziekte in suikerbieten in Nederland is?”

Doel van het interview: Inzicht krijgen op de vraag: “Welke methode kan er gebruikt worden om de opbrengstderving te koppelen aan het percentage vergelingsvirus?”

Interview met: Elma Raaijmakers, diagnostiek / nematoden / insecten.

Soorten vragen: Open en gesloten vragen

Volgorde van vragen: Blijft binnen één thema.

Vraag 1. Wat doet u binnen het IRS?

Vraag 2. Heeft u ook onderzoek uitgevoerd met opbrengstverlies door vergelingsvirus?

Vraag 3. Is er bekend hoeveel opbrengstderving vergelingsvirus geeft?

Vraag 4. Kan er doormiddel van het percentage vergelingsvirus in een perceel de opbrengstderving in kaart worden gebracht?

Vraag 5. Zo ja, hoe zou u dit doen?

Vraag 6. Wat vindt u van de huidige manier van vergelingsziekte bepalen?

Vraag 7. Als er in de aangegeven satellietbeelden (bijlage) exact vergelingsvirus kan worden bepaald, zou hier dan exact de opbrengstderving mee bepaald kunnen worden?

Vraag 8. Wat is de meerwaarde van de satellietbeelden aan het bepalen van het vergelingsvirus?

Vraag 9. In welke periode zijn satellietbeelden interessant voor het waarnemen van vergelingsvirus?

Bijlage 7, Interview Elma Raaijmakers

Vraag 1. Wat doet u binnen het IRS?

Ik werk als onderzoeker ziekten en plagen met name aan insecten en aaltjes, vandaar ook aan vergelingsvirus omdat vergelingsziekte door insecten wordt overgedragen.

Vraag 2. Heeft u ook onderzoek uitgevoerd met opbrengstverlies door vergelingsvirus?

Ja wij doen dat met name in proefvelden onderzoek met het infecteren van het vergelingsvirus op verschillende momenten en dan wordt er gekeken naar verschillende infectie momenten. Er wordt naar drie verschillende virussen gekeken. Sowieso is er in het verleden heel veel onderzoeken gedaan, daaruit zijn veel publicaties naar voren gekomen waaruit blijkt dat BYV 50%, BMYV 35%, BChV 30% opbrengstderving kan geven. Opbrengstderving door vergelingsvirus ja maar het hangt af van wanneer een biet geïnfecteerd wordt. Bij een proef met het MBYV-virus zijn er bieten geïnfecteerd met het vergelingsvirus bij het twee blad stadium, in half juni, in half juli en een veld wat niet is geïnfecteerd en vervolgens zijn we de opbrengsten gaan vergelijken. Als je het twee blad vergelijkt met niet geïnfecteerd leidt dat tot 32% verlies en in half juli tot 16%. Maar dit is kunstmatig gedaan. Maar in het veld vinden de infecties in mei plaats en in juli zijn er geen luizen meer te vinden.

Als je kijkt naar wat ik je net liet zien, dan geeft dit aan van hoelang moeten we doorgaan met de bladluiswaarschuwingdienst en zijn we momenteel goed bezig? Ook gebruiken we het om de teler beter in te lichten weten we beter hoe het zit met de rassen, met nieuwe tolerante rassen, hoe ziet dat er dan ook uit vooral richting de toekomst en hoe ge je je advies aankleden, kan je bij andere rassen een ander advies geven of kan je eerder stoppen met de bladluiswaarschuwingdienst. En ook is het een boodschap voor de telers dat ze begin van het seizoen goed naar de bladluizen moeten kijken.

Vraag 3. Is er bekend hoeveel opbrengstderving vergelingsvirus geeft?

Maar als je goed in staat bent het virus in kaart te brengen met satellietbeelden kan het moment waarop de vergelingsziekte verschijnt interessant zijn. Als je het ene jaar in begin augustus vergeling kan zien en het ene jaar in eind september zegt dat iets over de mate van opbrengstderving. Als piek van infectie in mei ligt zie je vergeling eerder in het seizoen dan dat de piek van infectie in begin juni is, hoe later de infectie hoe later het zichtbaar is in het veld. Uiteindelijk weet je wanneer de bieten geïnfecteerd zijn. Doordat je weet wanneer de vergeling zichtbaar wordt weet je wanneer de infectie heeft plaatsgevonden en kan je berekenen hoeveel opbrengstderving er exact is.

Twee buitendienstmedewerkers hebben beide in hetzelfde gebied waargenomen, eentje in Oost-Vlaardingen en de ander in Tholen en Sint-Philipsland, de ene schat 90% van de percelen minder dan 1% vergeling en de ander schat 80% van de percelen minder dan 1% vergeling. Hier maak ik me nog niet zo druk om omdat het minder dan 1 procent is. Maar je hebt erbij die schatten percelen in met 50% vergeling, als hier een percentage hoger of lager wordt geschat heb je een aanzienlijk verschil.

Gebruiken jullie deze informatie?

Deze informatie bundelen we in een verslag dan gaat het wel per gebied. En we hebben het gebruik voor het aanvragen van vrijstellingen voor insecticiden voor volgend jaar. Je moet als sector aantonen als je een vrijstelling wilt en hoe het dit jaar is gegaan. Ook moet je aantonen dat je het nodig hebt en moet je hiernaast aantonen dat je aan monitoring doet en wat er is waargenomen. Tot nog toe is het betrouwbaar genoeg omdat het is goed gekeurd.

Vraag 4. Kan er doormiddel van het percentage vergelingsvirus in een perceel de opbrengstderving in kaart worden gebracht?

Die percentages rekenen we om naar gemiddelde aantasting in het gebied zo is er een gewogen gemiddelde gemaakt van de hoeveelheid aantasting in het gebied en daarop is het gewogen gemiddelde van Nederland gemaakt. En dan is nu 32,50 per ton gerekend en kwam het uit op 0,5 miljoen verlies door vergelingsvirus. Er is nu voor gekozen dat als we vergeling zien hebben we 35% opbrengstderving maar daar kunnen we over discussiëren met zijn allen. Want het ene virus geeft 50% opbrengstderving de ander 35% en de ander weer 30%.

Maar in het seizoen zijn er monsters genomen en dat kwam uit op 35% opbrengstderving. Daarom is ook gezegd we houden gewoon altijd die 35% aan. Het ligt natuurlijk aan het infectiemoment en welk virus het is, het ene jaar vind je het andere virus weer meer dan het andere jaar. Maar grofweg is het 35% schade, je zal aannames moeten doen. Er wordt wel aan gewerkt door instituten om te kijken welke virus aanwezig is door middel van drones en infraroodcamera's in suikerbieten. Alleen is het nog steeds de vraag of hij vergeling onderscheid van borium- en magnesiumgebrek.

Nu schatten we het dus op als er een plek is dan is er 35% opbrengstderving, door monitoring weet je is het nu voldoende wat we doen of moet er nog meer gebeuren, dat is wel altijd de vraag.

Ik weet dat ze (samenwerking tussen UvA, RIVM en WENR) bezig zijn om te kijken waar zijn bossen waar struiken en kunnen we modellen maken of er vanuit daar meer natuurlijke vijanden vanuit de bossen het perceel in gaan en waardoor er dus ook minder virus is. Nou blijft dat wel lastig omdat in het oosten meer bossen zijn dan in het westen, in het oosten is de bieten dichtheid ook wat minder. Maar je moet niet vergeten dat het in het oosten ook meer vriest. Komt het dan door de bossen of door de vorst. Het kan een relatie zijn maar hoeft niet betekenen dat dat het oorzakelijke verband is.

Vraag 5, Zo ja, hoe zou u dit doen?

In 2020 was de aantasting van vergeling vele malen erger per gebied maar dan zie je ook wel dat er vergeling was op sommige plekken met meer dan 50%, als je dan een percentage hoger schat dan gaat het wel hard. En dat is dan ook wel discutabel.

Vraag 6. Wat vindt u van de huidige manier van vergelingsziekte bepalen?

Sta je op een dijk of in zuid Limburg tegen een helling of sta je langs de weg en kijk je er zo overheen om vergelingsvirus te bepalen op alle manieren heb je een heel ander beeld. Dus in zo'n jaar denk ik dat het nog belangrijker is dan zoals afgelopen jaar wanneer telers het goed hebben beheerst. Aan de andere kant we gaan naar een steeds betere beheersing toe, dat is ook ons uiteindelijke doel.

Als we met zijn alle in staat zijn om vergeling steeds beter te controleren zitten we uiteindelijk met zijn alle in de hoek met heel weinig virus en is het schatten ook makkelijker om het goed te beheersen en is het schatten makkelijker. En boven de 5% krijg je echt significante opbrengstderving. Als je meer dan 5% vergeling hebt en in die plekken 35% derving dan mis je al anderhalve ton bieten. Wij zijn tevreden als de telers niet meer dan 5% vergelingsvirus hebben dat hebben we als doel gesteld. Dan zijn de kosten en baten ongeveer gelijk. We moeten niet denken dat we allemaal minder dan op 1% vergelingsvirus uitkomen. Dat is niet realistisch de bladluizen moeten aan het blad zuigen voordat ze doodgaan dus moeten ze ook eerst infecteren, anders nemen ze het middel niet op.

De huidige manier vind ik redelijk betrouwbaar, ik denk dat je met deze methode een goede vergelijking kan maken tussen de jaren. En ja er zitten verschillen in de gebieden maar deze vind ik nog niet schokkend. En het is ook niet gek als je verschillen hebt binnen de gebieden, het kan zomaar zijn dat de ene rechts in het gebied zit en de ander links en dat het aan de ene kant ook veel erger is dan de andere kant. Het is dus niet te zeggen dat de verschillen onmogelijk zijn in de gebieden. Het blijft wel de vraag hoe nauwkeurig het is. En dan zijn satellietbeelden als ze betrouwbaar zijn kan je er meer mee.

Vraag 7. Als er in de aangegeven satellietbeelden (bijlage) exact vergelingsvirus kan worden bepaald, zou hier dan exact de opbrengstderving mee bepaald kunnen worden?

Vanaf eind september ga je magnesium gebrek zien en dat vertroebelt het beeld wel en dat zie ik ook in de waarnemingen op mijn eigen proefveld. Eind september neem ik ze niet meer mee omdat ik twijfel of ik magnesiumgebrek of vergelingsvirus zie. Je kunt allerlei soorten vergeling zien door gebreken. Drenthe kan een mooi en interessant gebied zijn. Als je veel vergelingsziekte ziet in Drenthe dan gaat er iets mis omdat er in Drenthe 100% minder dan 1% vergelingsvirus is waargenomen en in Groningen-veen en zand ook heb je ook 100% minder dan 1% vergelingsvirus. Als je dan met satellietbeelden vergelingsvirus ziet dan gaat er iets niet goed, dat zijn eigenlijk je controle gebieden. En dan vertrouw ik dat nog het meeste. Dat zou een mooie check zijn als controle omdat we weten daar zit altijd weinig vergeling en vriest het altijd meer. Als je met satellietbeelden vergelingsvirus iets ziet dan weet je dat hij iets anders ziet.

Vraag 8. Wat is de meerwaarde van de satellietbeelden aan het bepalen van het vergelingsvirus?

Je schakelt de verschillen tussen personen uit wat je ook doet je houdt verschil tussen de personen en dat schakel je ermee uit. De bandbreedte wordt hierdoor ook kleiner. En nu rijdt de buitendienst een rondje en die maken een schatting. Als je kan ingeven hier zijn de percelen en je krijgt in een keer een percentage zou dat ook mooi zijn.

Vraag 9. In welke periode zijn satellietbeelden interessant voor het waarnemen van vergelingsvirus?

Ik denk eind augustus en september. Later in het jaar krijg je er andere dingen bij zoals borium- en magnesium gebrek. Als je later bent zijn een deel van de percelen al geoogst. Stel je hebt een teler met meerdere percelen waarvan eentje met veel vergeling dan maakt hij misschien wel de keuze om het perceel met vergeling als eerst te rooien. Dan maak je daarna de waarneming en blijkt het percentage veel lager omdat de ergere vergelingspercelen al gerooid zijn. Half september moet je de waarnemingen gedaan hebben voordat de campagne begint, rond half september. Dit jaar kan dat niet vanwege de droogte maar dat zijn dingen voor Limburg op het zand om in de gaten te houden dat speelt er wel doorheen. Dit jaar is het wel extreem maar het komt natuurlijk wel vaker voor. Dan kan je niks met de satellietbeelden en moet je uitwijken naar je buitendienst. Het heeft dus ook nadelen, het heeft voor- en nadelen.

Bijlage 8, Codatie interview Elma Raaijmakers

“Hoe kan er door middel van satellietbeelden worden bepaald hoeveel opbrengstderving door vergelingsziekte in suikerbieten in Nederland is?”

Tekstfragment	Open coderen
“Sowieso is er in het verleden heel veel onderzoeken gedaan, daaruit zijn veel publicaties naar voren gekomen waaruit blijkt dat BMYV 35% BChV 30% opbrengstderving geeft.”	Opbrengstderving
“Maar als je goed in staat bent het virus in kaart te brengen met satellietbeelden kan het moment waarop de vergelingsziekte verschijnt interessant zijn.”	Tijdstip waarnemen
“Maar je hebt erbij die schatten percelen in met 50% vergeling, als hier een percentage hoger of lager wordt geschat heb je een aanzienlijk verschil.”	Schattingen
“En we hebben het gebruik voor het aanvragen van vrijstellingen voor insecticiden voor volgend jaar.”	Aanvragen vrijstellingen
“Daarom is ook gezegd we houden gewoon altijd die 35% aan.”	Opbrengstderving
“Sta je op een dijk of in zuid Limburg tegen een helling of sta je langs de weg en kijk je er zo overheen om vergelingsvirus te bepalen op alle manieren heb je een heel ander beeld.”	Waarnemen
“De huidige manier vind ik redelijk betrouwbaar, ik denk dat je met deze methode een goede vergelijking kan maken tussen de jaren. En ja er zitten verschillen in de gebieden maar deze vind ik nog niet schokkend.”	Betrouwbaarheid
“Vanaf eind september ga je magnesium gebrek zien en dat vertroebelt het beeld wel en dat zie ik ook in de waarnemingen op mijn eigen proefveld. Eind september neem ik ze niet meer mee omdat ik twijfel of ik magnesiumgebrek of vergelingsvirus zie.”	Tijdstip waarnemen
“Je schakelt de verschillen tussen personen uit wat je ook doet je houdt verschil tussen de personen.”	Betrouwbaarheid
“Half september moet je de waarnemingen gedaan hebben voordat de campagne begint, rond half september.”	Tijdstip waarnemen