

Remote Sensing in de Boomkwekerij

Een verkenning

Ton (A.H.M.C.) Baltissen

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving,
Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit
PPO nr. 32 361344 00 PT 14216.13
November 2012

© 2012 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Boomkwekerij

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

**De bomen- en vaste
plantensector investeert
in dit project via het**



Projectnummer: 3236134400
PT nr 14216.13

**Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR
Business Unit Bloembollen, Boomkwekerij & fruit**

Address : Postbus 85, 2160 AB Lisse
: Prof. Van Slogterenweg 2, Lisse
Tel. : +31 252 462121
Fax : +31 252 462100
E-mail : info.ppo@wur.nl
Internet : www.wageningenur.nl

Inhoudsopgave

pagina

1	INLEIDING	5
2	METHODE	7
2.1	Remote Crop Sensing	7
2.2	Bepalen actuele verdamping	7
2.3	Aanpak	8
2.4	Mijn Akker	8
3	BOOMKWEKERIJ CASES	11
3.1	Inleiding	11
3.2	Case 1	11
3.3	Case 2	13
3.4	Case 3	15
4	UAV'S IN DE BOOMKWEKERIJ	19
4.1	Inleiding	19
4.2	Beelden	19
5	OVERIGE ONTWIKKELINGEN EN TOEPASSINGEN	23
5.1	Databank overheid	23
5.2	Satelliet spot rijpe druif	23
5.3	Wietplanten	23
6	CONCLUSIES	24
7	LITERATUUR	25
	BIJLAGE 1 WEBSITES	26
	BIJLAGE 2 FALSE COLOUR OPNAME PERCEEL IN BOXTEL	27
	BIJLAGE 3 HANDOUT VAN UAV	28

1 Inleiding

Sinds 2008 biedt Basfood middels www.mijnakker.nl telers de mogelijkheid hun gewasontwikkeling te volgen met behulp van Remote Sensing beelden. Basfood heeft voor dit programma Mijnakker ongeveer 1200 klanten, voornamelijk in de akkerbouw. Mijnakker biedt de mogelijkheid groei, vocht- en voedingstoestand van gewassen te volgen. Hiervoor worden wekelijkse gegevens van satellietbeelden gecombineerd met gegevens van weerstations. De berekeningen en interpretaties worden uitgevoerd met behulp van modellen. Mijnakker beoogt in Nederland een systeem te zijn, dat een betrouwbare inschatting kan maken van de biomassa-productie en hoeveelheid oogstbaar product aan het einde van de teelt. De vraag is of er ook toepassingsmogelijkheden zijn voor de boomkwekerij met deze applicatie.

In deze consultancy opdracht is nagegaan of de genoemde applicatie mogelijkheden heeft. Daarvoor werden een aantal percelen van boomkwekers zowel op de grond als met behulp van de satellietbeelden beoordeeld. Voor zover mogelijk werd aangesloten bij lopende (PT) projecten, waarbij ook kwekers betrokken zijn. Genoemd kunnen worden:

1. Toepassing van grasstroken in laanbomen (Boxtel)
2. Wireless –optimaal watergeven in de boomkwekerij
3. Kenniscirkel precisielandbouw

Op deze wijze is optimaal gebruik gemaakt van al beschikbare gegevens.

In dit verslag wordt maar zeer beperkt de theoretische achtergrond besproken van de gebruikte technieken. Daarvoor wordt verwezen naar andere documenten en websites. Van belang is wel, om te realiseren dat de nadruk in dit rapport ligt op reflectie van licht van het gewas en niet van de kale grond.

Remote sensing is sterk in ontwikkeling en er komen steeds meer toepassingen. Een ontwikkeling is de verschuiving van “remote” naar “near” sensing en juist deze ontwikkeling kan interessant zijn voor de boomkwekerij. In 2012 is er ook gebruik gemaakt van een Unmanned Aerial Vehicle (UAV) op een aantal boomkwekerij bedrijven. Dit is een onbemand vliegtuigje dat van beperkte hoogte met diverse camerasystemen in verschillende banden (golflengtes) opnames maakt van het gewas. De eerste bevindingen worden kort besproken.

2 Methode

2.1 Remote Crop Sensing

Nieuwe technieken om efficiënter te produceren nemen een steeds belangrijker plek in. Met de introductie van GPS-plaatsbepalingstechnieken en de snelle ontwikkeling op het gebied van sensoren zijn de mogelijkheden van precisie landbouw sterk toegenomen. Daarnaast is er de laatste jaren ook veel ontwikkeling in optische sensor systemen, die op een non-destructieve manier de variatie in het gewas in beeld kunnen brengen. Hierbij worden verschillen in de gemeten gewasreflectie gebruikt als maat voor de variatie in gewasvitaliteit. Deze systemen worden toegankelijk, beter en betaalbaar.

Onderscheid wordt gemaakt tussen 'close of near sensing' systemen, die vlak boven het gewas meten bijvoorbeeld vanaf de spuitboom achter de trekker en 'remote of far sensing' systemen, die de gewasreflectie meten vanuit een vliegtuig of satelliet.

De laatste jaren zijn diverse sensoren ontwikkeld die gebruik maken van metingen van de gewasreflectie om een schatting te geven van de gezondheid en groei van een gewas. Al deze waarnemingen zijn gebaseerd op het principe van de lichtreflectie door een gewas bij een bepaalde golflengte van het licht.

Wanneer inkomend zonlicht in contact komt met een gewas kunnen er drie dingen gebeuren: het licht wordt geabsorbeerd, gereflecteerd, of getransmitteerd (doorgelaten).

In het zichtbare gedeelte van het spectrum (golflengte: 308-740 nm) is de reflectie van het licht relatief laag. Dit betekent dat het grootste gedeelte van het licht wordt geabsorbeerd. Deze absorptie gebeurt voornamelijk door kleurstoffen die in het blad aanwezig zijn. Deze kleurstoffen (voornamelijk chlorofyl) zijn in staat om energie uit het lichtdeeltje te gebruiken voor de omzetting van water en CO₂ (fotosynthese). Omdat deze kleurstoffen voornamelijk het licht in het blauwe en rode gedeelte van het zichtbare spectrum absorberen, hebben planten de voor ons zichtbare groene kleur.

Wanneer het lichtspectrum boven een perceel met een gewas wordt geanalyseerd geeft dit informatie over het chlorofylgehalte in het gewas, de hoeveelheid biomassa en de gewasontwikkeling in algemene zin. Dit komt omdat het gewas een ander reflectiepatroon heeft dan de bodem. Door gebruik te maken van dit verschil is het mogelijk om een schatting te maken van de hoeveelheid biomassa. Voor de praktijk betekent geeft dit mogelijkheden de gewasgroei gedurende het groeiseizoen te monitoren.

De aanwezigheid van mogelijke stressfactoren zoals water- en nutriënttekorten zijn bovendien zichtbaar in een hogere reflectie in het zichtbare deel van het spectrum en een verschuiving van de zogenoemde 'Red Edge' (de overgang van het visuele naar het nabij-infrarode spectrum, rond ca 720 nm). Analyse van het gewasspectrum kan gebeuren via diverse sensoren die variëren in hoeveelheid spectrale banden en gewas-sensor afstand (belangrijk voor resolutie).

2.2 Bepalen actuele verdamping

De afgelopen jaren zijn er diverse methoden ontwikkeld voor het bepalen van de actuele verdamping uit satelliet beelden (remote sensing). SEBAL is de afkorting van Surface Energy Balance Algorithm for Land. In het mijnakker.nl programma worden de beelden met behulp van SEBAL geïnterpreteerd. Het model wordt gebruikt om de satellietbeelden te interpreteren. SEBAL is gebaseerd op de wetmatigheid dat natte en donkere oppervlaktes veel straling absorberen en weinig reflecteren. Een hoge absorptie leidt tot relatief veel energie beschikbaar voor het opwarmen van de atmosferische grenslaag en voor verdamping.

Donkere oppervlaktes kunnen dus potentieel meer water verdampen dan lichte oppervlaktes. Satellieten meten ook thermisch-infrarode straling waarmee de warmte-uitstraling van het landoppervlak wordt vastgelegd. Een nat oppervlak heeft een hoge verdamping en is daardoor koel. Een droog oppervlak heeft een lage verdamping en is daardoor warm. De oppervlaktetemperatuur is daarmee een indirecte maat voor de actuele verdamping.

SEBAL zet de straling zoals gemeten door satelliet sensoren om in energie fluxen. Op deze wijze worden de verschillende termen van de oppervlakte energiebalans gekwantificeerd op basis van stralingsmetingen. De volgende drie satellieten worden het meest gebruikt voor SEBAL: NOAA-AVHRR, Landsat en MODIS. Van belang is dat de satellieten thermisch infrarood meten. Eén van de grote voordelen van SEBAL is dat er geen specifieke bodem en landeigenschappen bekend hoeven te zijn, omdat het model via stralingsinteracties wordt aangestuurd.

De SEBAL energiebalans berekeningen kunnen alleen worden uitgevoerd als er satellietbeelden beschikbaar zijn bij een onbewolkte hemel. Deze energiebalans methode is complex maar wordt gezien als betrouwbaarder dan andere methoden waarbij meer parameters worden gebruikt. .

Zie voor de toepassing in Nederland www.mijnakker.nl. (bron: http://www.stowa.nl/Upload/publicaties/Rapport%202009-11_LR.pdf)

2.3 Aanpak

In 2011 is een aantal boomkwekerij percelen vergeleken wat betreft de satellietdata via Mijn Akker met waarnemingen op de grond. Zomer 2011 was nat, waardoor de vergelijking van vocht voorziening van het gewas niet goed heeft kunnen plaatsvinden (project wireless). In 2012 zijn er ook beelden gemaakt vanuit een UAV met verschillende camera systemen. Ook hier zijn de beelden samen met de ondernemer bekeken en beoordeeld. Voor enkele toepassingen loopt de analyse nog omdat de betrokken onderzoekers de data nog moeten uitwerken. Mogelijkheden voor verdere analyse worden gezocht. Analyse van deze beelden met GIS software vraagt meer tijd en expertise dan voorzien in deze consultancy opdracht.

Uitgevoerde activiteiten

1. Percelen en locaties identificeren en met betreffende kwekers afstemmen
2. Realiseren van het verkrijgen van de beelden voor 2011 en 2012
3. Monitoren percelen en beelden
4. Inventarisatie velddata
5. Verwerken data en verslaglegging

De resultaten dienen inzicht te geven of gebruik van Remote Sensing nuttig is voor toepassing in de boomkwekerij. Ook enkele andere toepassingen (uit de literatuur) worden kort aangestipt, omdat ze wellicht na aanpassing toegepast kunnen worden in de Nederlandse boomkwekerij.

2.4 Mijn Akker

De volgende toepassingsmogelijkheden worden door Mijn Akker voor de akkerbouw genoemd (bron: mijnakker.nl).

Operationeel, tijdens de teelt:

- Status van de groei en ontwikkeling, in harde getallen, te zien in een grafiek en op een perceelskaartje;
- Vergelijken van perceel met andere eigen percelen ook van andere jaren;
- Volgen van de stikstof in de plant van week tot week en tijdig signaleren van afwijkingen binnen het perceel (verschillen in voorvrucht of verschillen door niet goed-gemengde organische mest);

- Vergelijken van perceel met de percelen in de regio;
- Schades, volg wild- of andere schades (gas leidingstraten etc.) op perceel via de satellietbeelden.

Strategisch, voor langere termijn:

- De goede en minder goede kanten van de percelen nog beter leren kennen. Denk aan ook nieuwe aan te kopen of te huren gronden;
- Conclusies trekken over voorvruchten, toediening van organische mest of cultivars/rassen;
- Kennis ontwikkelen over de mogelijkheden van satellietbeelden in de toekomst en leren van de (on)mogelijkheden hiervan;
- Innoveren in bedrijfsstrategie en maakt gebruik van de eerste stap van precisie-landbouw namelijk waarneming via de satelliet.

De teelt in de boomkwekerij verschilt sterk van teelt in de akkerbouw. Denk hierbij aan:

- Teelt in rijen
- Teelt in bedden
- Teelt van vele soorten/cultivars op een perceel

Consequentie is vaak dat aan de randvoorwaarde voor Mijnakker, namelijk 60 % gewasbedekking, niet altijd kan voldaan. Dan wordt de reflectie van de bodem belangrijker. Indien de reflectie dan echter overal weer gelijk is kunnen de beelden wel een toegevoegde waarde hebben. De reflectie van de bodem kan verschillen door structuurverschillen, ongelijk oppervlak, natte en of droge plekken, etc.

Verder is de resolutie van de Mijnakker beelden 10 bij 10 meter en die resolutie is mogelijk te groot voor toepassingen in de boomkwekerij.

Voor de procedure om te beelden van percelen te verkrijgen via mijn akker wordt verwezen naar www.mijnakker.nl.

3 Boomkwekerij Cases

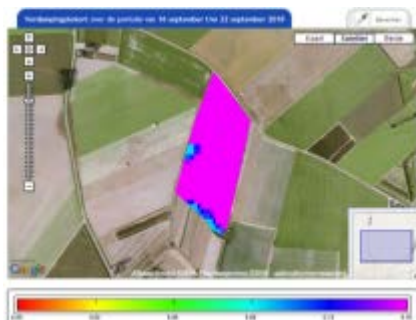
3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden in enkele cases een aantal mijn akker beelden vergeleken met waarnemingen op de percelen zelf en de ervaringen van de kweker. Deze vergelijkingen zijn niet uitputtend maar beogen een indruk te geven van de mogelijkheden. De ontwikkeling gaat door en mogelijk worden er in de toekomst nieuw toepassingen ontwikkeld.

3.2 Case 1

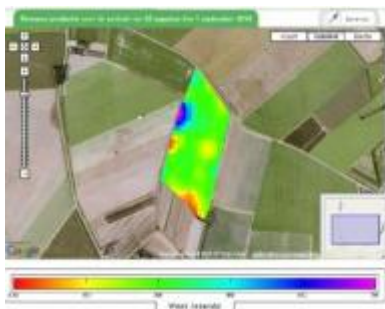
Enkele gegevens van het perceel:

- Perceel sierheesters en rozen in Noord Limburg;
- Gedurende de teelt waren er geen noemenswaardige aantastingen door ziekten of plagen;
- Voorvrucht Tagetes, ondergewerkt en compost toegediend;
- Eind juni is de hoeveelheid stikstof in de bouwvoor van het perceel bepaald. Hierbij werd een waarde van 97 kg/ ha beschikbare stikstof gevonden. Geen verdere meststoffen zijn toegediend.



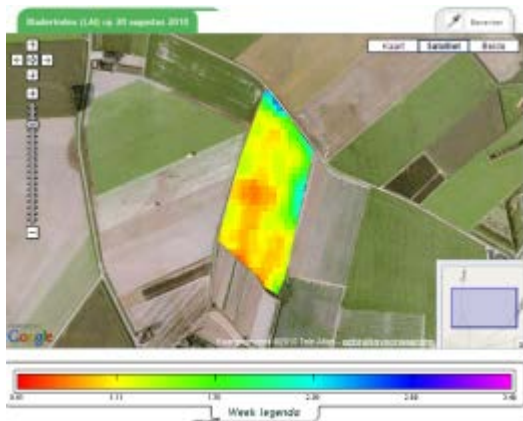
Figuur 1. Beeld verdampingstekort met foto van onderste blauwe plek (natte plek ingezaaid met gras).

In het veld zijn vervolgens de laatste beelden beschikbaar via Mijnakker vergeleken met de veld situatie. Op het beeld van de verdampingstekort werden twee plaatsen (in blauw) aangegeven waar minder last van droogte was (Figuur 1). De onderste blauwe plek is een plek die al jaren bekend is vanwege wateroverlast. De tweede plek (links-midden) is gelegen bij een regenput. Deze verschijnselen zijn dus duidelijk herkenbaar op de beelden. De informatie is echter ook bekend bij de kweker en de beelden leveren dus geen toegevoegde waarde.



Figuur 2. Links: Beeld van groei (met beste groei als blauwe/paarse plek). Rechts in het veld met sneller groeiende soorten: nl Gelderse roos (Viburnum), Ribes, Sleedoorn en Kornoelje.

Het beeld (Figuur 2) van de beste groei (biomassa productie) kwam overeen met een plek waar redelijk snelgroeïende struiken stonden. Volgens de kweker waren er geen duidelijk andere verklaringen te vinden voor de betere groei. Wel valt het op dat de locaties met de beste groei gevonden worden op de scheiding met percelen van de buurman. (zie Figuur 3 luchtfoto links van het beeld). Mogelijk heeft een verschil in beregening invloed op de groei gehad.



Figuur 3. Beeld bladindex met foto van deel perceel met hoogste index = blauw.



De hoogste bladindex (groen - blauw in Figuur 3) wordt gevonden op plekken met beplanting van soorten die een dichter gewas vormen. In de meer rood gekleurde delen staat het veel meer open gewas, gestekte roos. De blauwe plek rechts in Figuur 3 is wel het gewas roos, maar gelegen naast een perceel met groenbemester Tagetes (Afrikaantjes). Naar verwachting heeft de Tagetes de groei positief beïnvloed.

Figuur 4. Foto van het veld bij blauwe plek rechts op het beeld van bladerindex (naar verwachting beïnvloed door Tagetes).

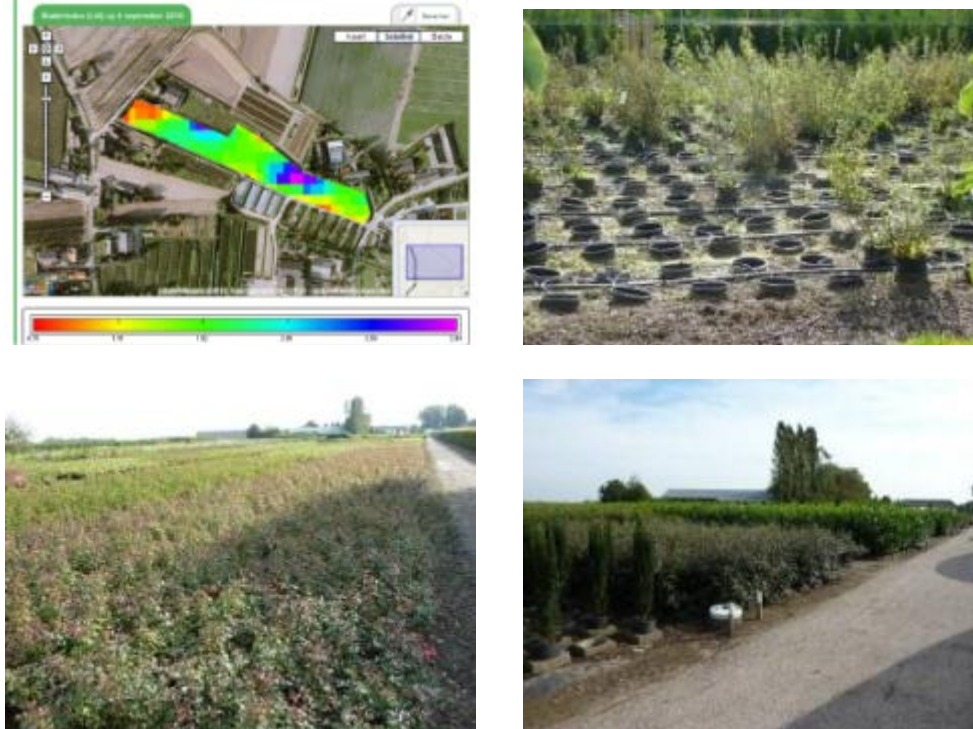
Halverwege het veld is in Figuur 5 van west naar zuidwest een 6 meter breed pad aanwezig zonder enige vegetatie. Het is niet duidelijk waarom dat niet duidelijk op het beeld zichtbaar is. De meest waarschijnlijke oorzaak is dat de resolutie van 10x10 meter te groot is.



Figuur 5. Foto van pad dat niet duidelijk zichtbaar is op de beelden.

De beelden lijken een onderscheid te maken tussen de verschillende soorten aanplant, maar kunnen bij deze kleine oppervlaktes van de verschillende gewassen geen verschil in ontwikkeling signaleren. Wel worden duidelijke plekken met wateroverlast aangeven.

Op dezelfde locatie zijn ook opnames gemaakt van het containerveld.



Figuur 6. Beeld van bladindex met foto's van zuidzijde, lopend van west naar oost.

De rode plek op het beeld in Figuur 6 (een lage vegetatie index) was een pot-in-pot systeem waar weinig planten (liguster) in stonden.

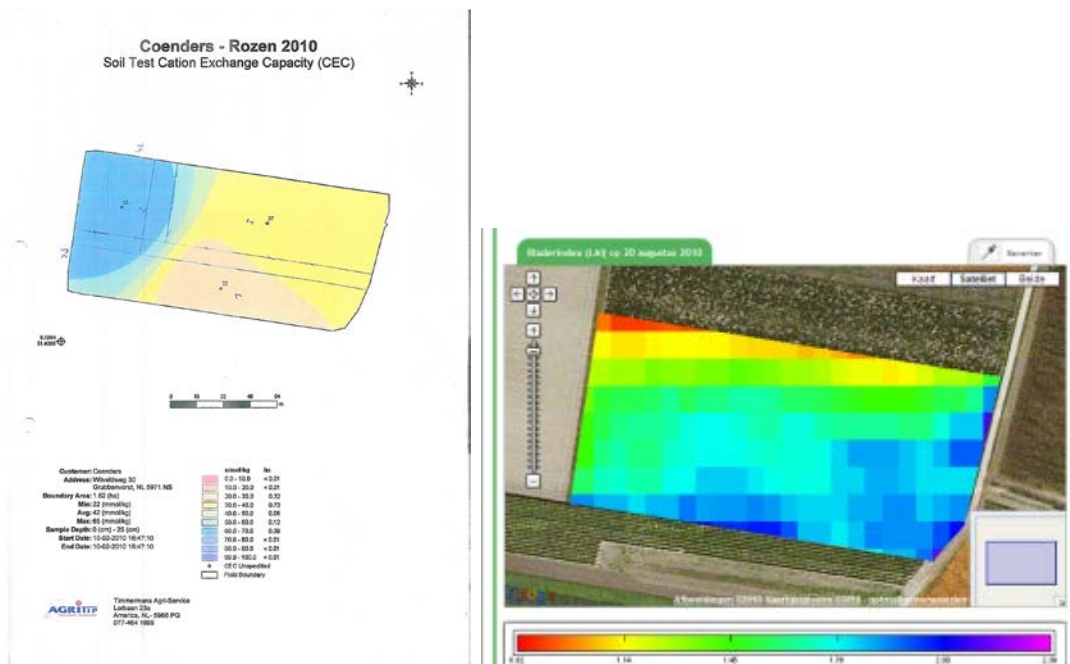
De verwachting was dat de rozen (Figuur 6 linksonder) zouden worden aangemerkt als matige bladindex (groen). Alle struiken rechts van het midden zouden een hoge index moeten hebben, omdat hier grote struiken staan (foto rechtsonder) met o.a. Laurierkers. Dit was echter maar gedeeltelijk in het beeld terug te vinden en mogelijk is de blauwe plek rechts in beeld een gevolg van de bomenrij (o.a. populier) naast het containerveld (te zien op onderste twee foto's in Figuur 6).

3.3 Case 2

Het betreft hier een perceel van 1.6 ha met rozenonderstammen (*Rosa dumetorum* 'Laxa').

Dit is een perceel dat tijdens een ruilverkaveling 10 jaar geleden is gevormd uit 3 percelen. Volgens de kweker zijn de verschillen in vruchtbaarheid nog steeds merkbaar in de teeltresultaten. In de onderstaande bodemanalyse (CEC of kationen uitwissel capaciteit) van februari 2010 (Figuur 7) is dat ook zichtbaar gemaakt.

Volgens de kweker wordt de beste groei verkregen in de hoek op de bodemkaart aangegeven in blauw. Volgens het beeld van Mijnakker geeft het bladindex juist een tegenovergesteld beeld: de rode hoek houdt in weinig blad en blauw juist veel blad massa.



Figuur 7. Bodemanalyse (febr. 2010) en beeld Mijnakker van Leaf Area Index.



Figuur 8. Links foto vanuit hoek die volgens kweker best groeide en volgens Mijnakker het slechtst. Rechts foto van de zuid-oost hoek waar Mijnakker de beste groei aangaf.

Op foto (Figuur 8) zijn de gewassen te zien. De slechte plek op de foto is een gevolg van een haspel die te lang op deze plek heeft gespreid. Volgens de kweker kan ook een ondergewerkt en slecht verteerde groenbemester (gerst) voor een slechte ontwikkeling hebben gezorgd.

Bij het bezoeken van het veld werd duidelijk dat het beeld van Mijnakker een wat beter beeld gaf dan tevoren door de kweker verwacht. Daarnaast heeft voor de roos gerst op het perceel gestaan. Vertering van stro van die gerst kan leiden tot stikstoftekort. Een andere factor die kan hebben bijgedragen aan de groeiverschillen is de aanwezigheid van asperges. Aan het begin van de teelt heeft dit mogelijk een deel van de planten beschermd tegen stuifschade resulterend in een betere groei. Het is bekend dat wind en zand jonge zaailingen beschadigen.

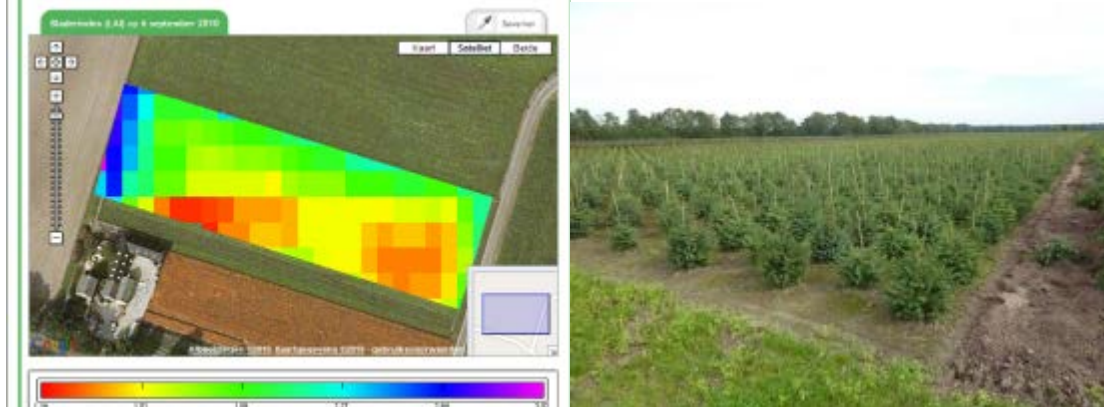
Van een op Mijnakker aangegeven donkerblauwe plek en een aangegeven rode plek zijn bladmonsters verzameld en is een stikstof bladanalyse uitgevoerd. Volgens Mijnakker komt op deze plekken namelijk een respectievelijk hoog dan wel laag stikstof gehalte in het blad voor. Uit de analyse werd in het blad uit de hoek met hoge stikstofwaarde volgens Mijnakker een 0.2 gram per kilogram droge stof verhoogde

concentratie stikstof gevonden (24.7 g/kg DS tegen 24.5 g/kg DS). Dit verschil is te klein om een betrouwbare uitspraak te kunnen doen.

Enkele conclusies:

- De Mijnakker beelden geven een ander en beter beeld dan de kweker had gedacht.
- De verschillen in stikstof in het blad worden niet bevestigd door de bladanalyses.

Op het tweede perceel (1 ha) staan kerstbomen.



Figuur 9. Beeld van perceel kerstbomen. Foto genomen uit zuid-westhoek met Picea omorica's op de voorgrond.

Het beeld van Mijnakker geeft aan dat de noordelijke helft (groen) een betere groei heeft dan de zuidelijke (rood/geel). Dat is te verklaren door de boomsoort die er staat. Op de noordelijke helft staan sneller groeiende fijnsparren *Picea abies* en op de zuidelijke helft Omorica's. Binnen de soort is niet duidelijk een verschil in groei waar te nemen die Mijnakker suggereert.

De blauwe plek met hoog bladindex lijkt eerder een gevolg van de naastliggende grasbaan en aan de noordzijde aan het perceel grenzende snel- en hoog groeiende klimrozen (niet goed op de foto te zien). Concluderend lijkt het verschil in gewasontwikkeling aangegeven door Mijnakker een gevolg van randeffecten en de verschillen tussen twee soorten kerstbomen.

3.4 Case 3

In een ander project is gewerkt aan het optimaliseren van irrigatie en bemesting naar de behoefte van het boomkwekerijgewas op basis van objectieve meetdata. Door gebruik van deze data kan voor zowel de kweker als voor de maatschappij inzichtelijk gemaakt worden, waarom er beregend dient te worden. In dit project is aanvullend ervaring opgedaan met remote sensing techniek via Basfood (www.mijnakker.nl)

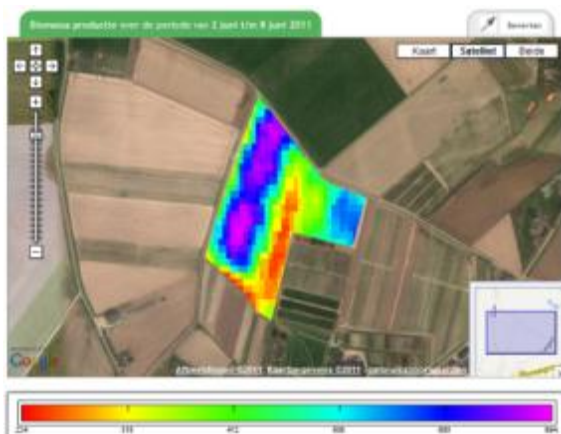
In genoemd project is het vochtgehalte gemeten met de Dacom Terrasen bodemvocht systeem bestaande uit een elektronische vochtsensor, een regenmeter en een zendeenheid. De vochtsensor meet op 5 dieptes, namelijk 10, 20, 30, 40 en 50 cm. De data worden draadloos verzonden, waarna de kweker via internet de actuele vochttoestand in de bodem kan aflezen op zijn computer



Figuur 10. Installatie van de Dacom-Terrasen.

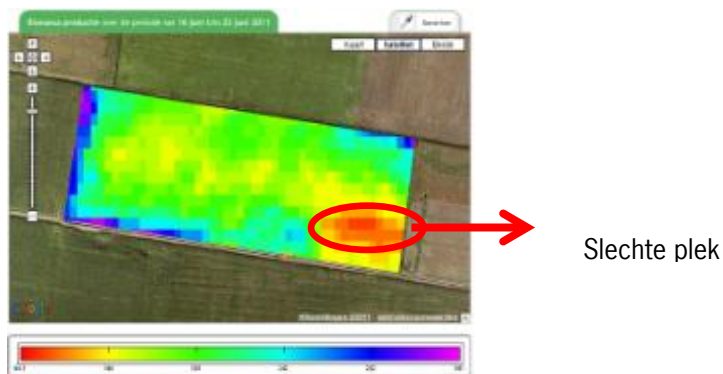
In regio Zuid zijn de sensoren ingezet in *Chamaecyparis* en *Carpinus* (Figuur 10). De sensoren zijn in juni 2011 geïnstalleerd. Vanwege de regenrijke zomer is er op geen van de bedrijven gedurende de proefperiode beregend. Er is dus geen onderscheid geweest tussen 'gevoel-beregenen' en 'Dacom-beregenen'.

Op een bedrijf betrof het een proefperceel, deel van een groter perceel, van 40 are met *Carpinus betulus*. Dit is terug te zien in de beelden. De gewassen op het perceel hebben een verschillende groei, waardoor een perceelsanalyse weinig zinvol is. Voor kleine oppervlakten is de pixelgrootte van de techniek (10 x 10 meter) te groot om goede inzichten te verkrijgen (Figuur 11).

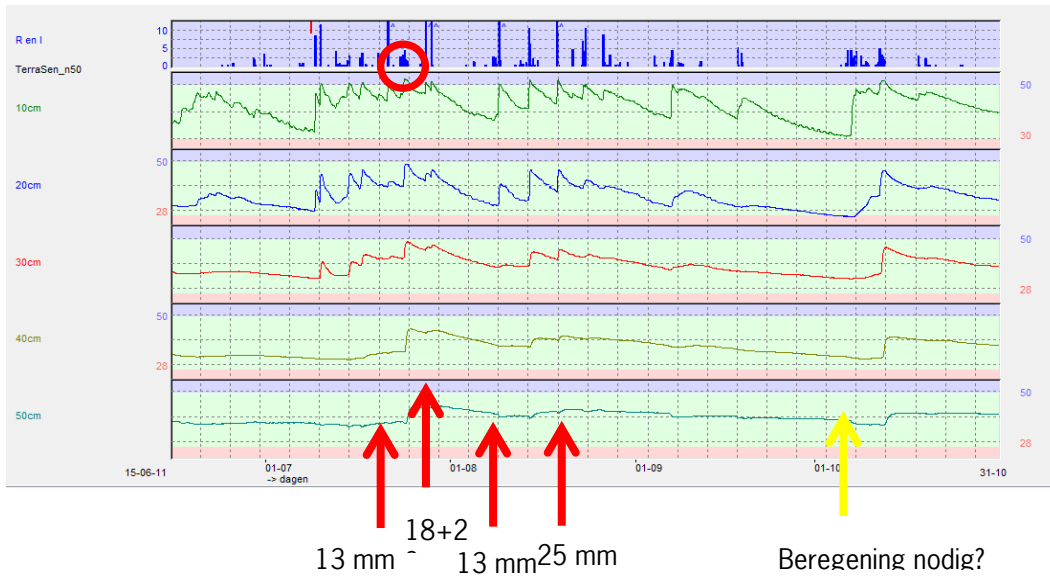


Figuur 11. Biomassaproductie op perceel tussen 2 en 8 juni 2011.

Op grote percelen met 1 gewas ontstaan wel interessante inzichten, zoals bij *Chamaecyparis* (5 ha). In Figuur 12 is de plek van de achterblijvende groei te herkennen in het satellietbeeld.



*Figuur 12. Perceel met *Chamaecyparis* met slechte plek*



Figuur 13. Verloop van vochtgehaltes in perceel met *Chamaecyparis*.

In mei was er een achterblijvende biomassaproductie. Vermoedelijk was het warme weer hier debet aan. In deze periode is wel regelmatig beregend. Misschien toch nog te weinig of de wortels konden de verdamping niet bijhouden.



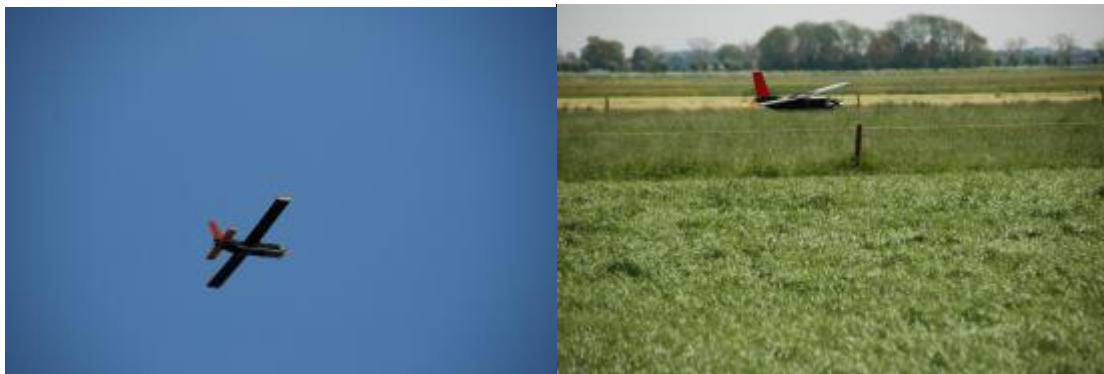
Figuur 14. Biomassaproductie in *Chamaecyparis*-perceel (5 ha), gedurende het groeiseizoen. Er is duidelijk een achterblijvende periode in groei te zien.

4 UAV's in de Boomkwekerij

4.1 Inleiding

Een nieuwe ontwikkeling binnen de Remote Sensing is de inzet van Unmanned Aerial Vehicle (UAV). Deze UAV's kunnen laag vliegen en hebben een camerasysteem aan boord. Afhankelijk van dat camerasysteem en het lager vliegen kan een veel hogere resolutie worden bereikt dan (betaalbaar) met satellieten. In onderstaande cases betreft het een resolutie van 20 bij 20 cm. Ook kunnen de camerasystemen makkelijker verwisseld worden, waardoor in verschillende golflengten gemeten kan worden.

Voor de boomkwekerij zijn in 2012 met een UAV enkele vluchten gemaakt boven een aantal boomkwekerijbedrijven. Daarbij is gevlogen op 2 momenten, juni en augustus en met 2 verschillende camerasystemen.



Figuur 15. Foto's van gebruikt vliegtuigje (UAV).

Van de vluchten zijn telkens beelden gemaakt met vier of vijf banden:

- band 5 is de TIR band (thermal infrared). Voor enkele percelen.
- band 4 is de NIR band, 810 nm
- band 3 is de red edge band, 700 nm
- band 2 is de rode band, 670 nm
- band 1 is de groene band, 550 nm

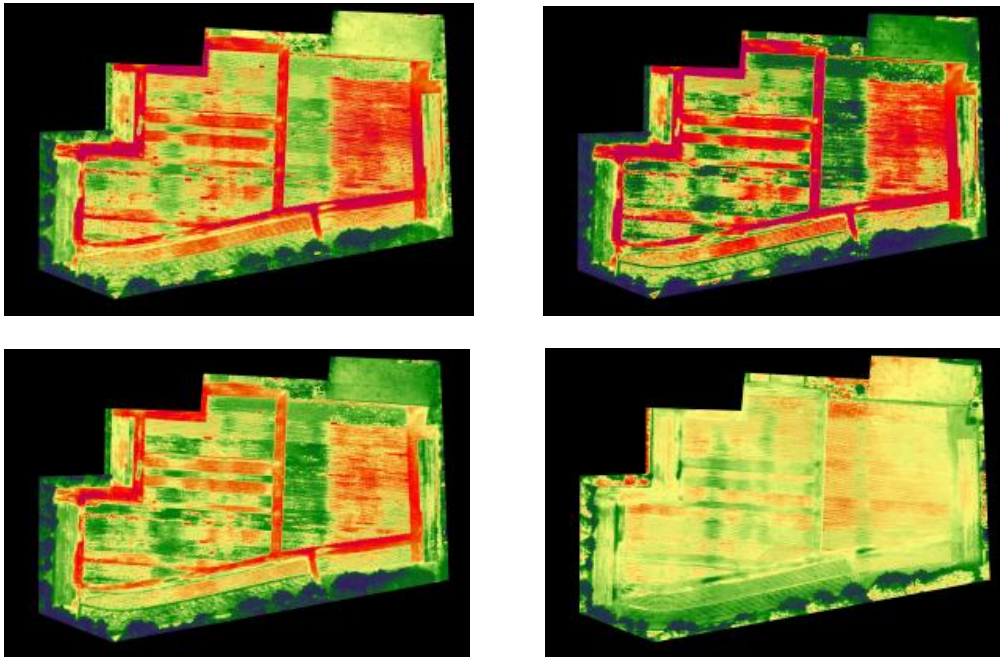
De zo verkregen informatiebestanden hebben een omvang van bijna 2G byte. Verdere uitleg over de banden en de mogelijkheden van die banden wordt hier niet gegeven.

Voor uitleg over banden kan bijvoorbeeld het rapport gebruikt worden van Ros en Bussink (2012), te downloaden via ww.pplnl.nl (zie literatuurlijst).

4.2 Beelden

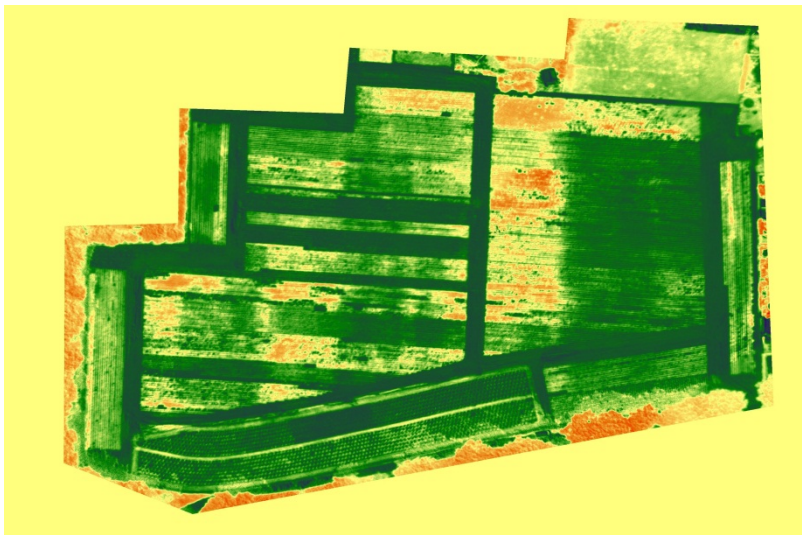
De beelden (bestanden) moeten verder verwerkt worden in een GIS software pakket. In dit hoofdstuk worden enkele voorbeelden weergegeven.

Voorbeeld van beelden uit de verschillende banden:

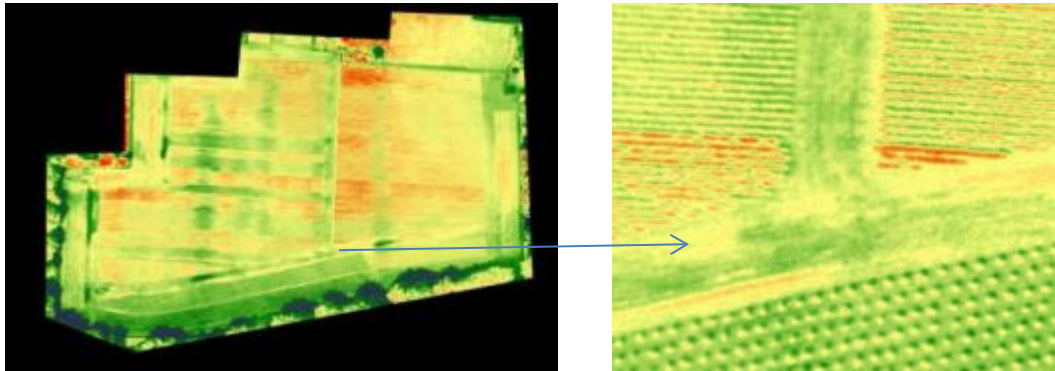


Figuur 16. Van links boven naar rechts onder band 1, 2, 3 en 4.

Op basis van deze banden kunnen vele gewasindices berekend worden. Dit is een methode om het achtergrondsignaal te reduceren en daarmee het gewassignaal te vergroten. Een dergelijke gewasindex is de Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), gebaseerd op gemeten reflectie in het rode en NIR golflengtegebied. Op basis van dit soort bewerkingen worden dan uitspraken gedaan over bijvoorbeeld biomassa (zie Figuur 7).



Figuur 17. NDVI van band 2 en 4.

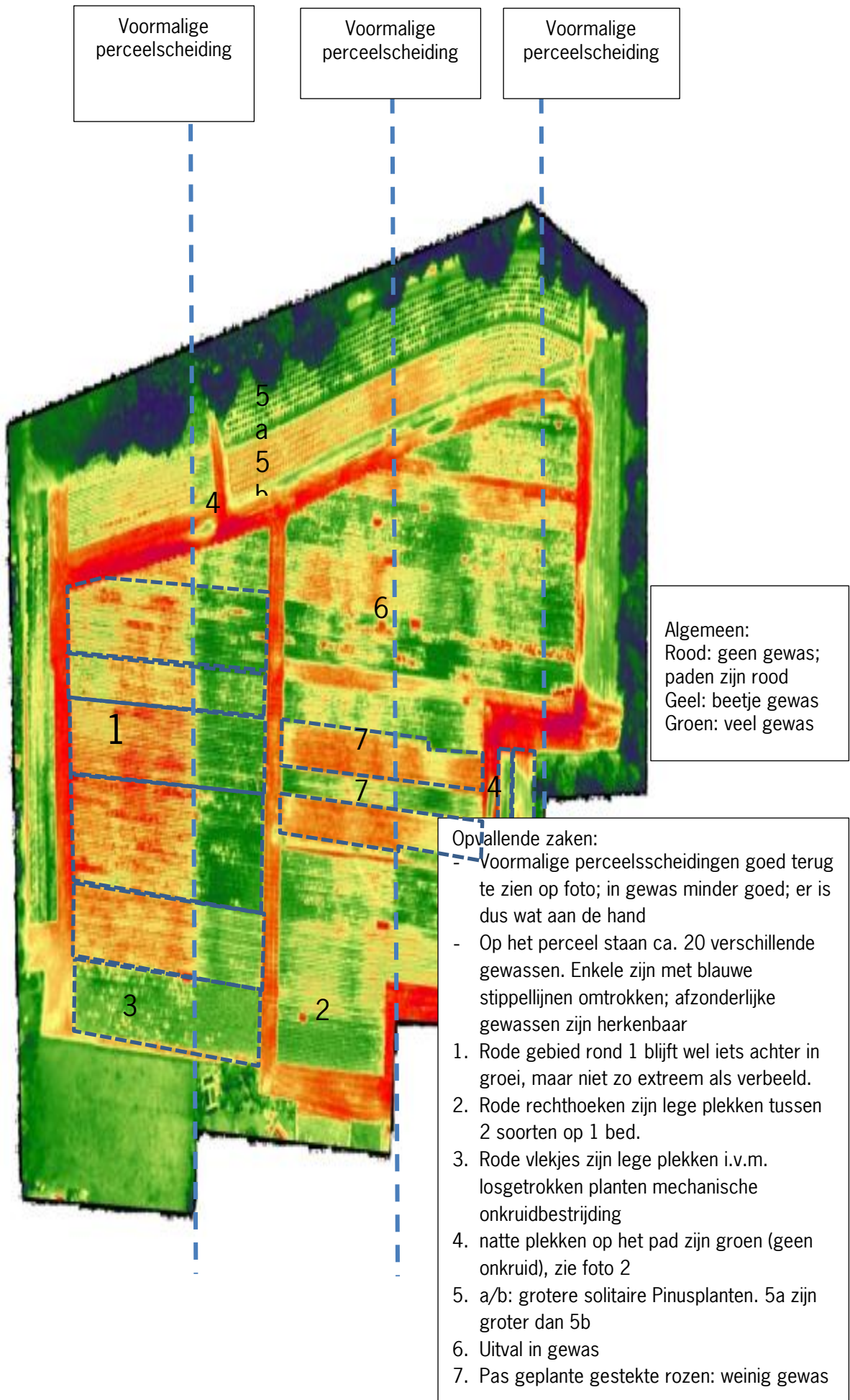


Figuur 18. Foto van totale perceel en detail opname. Individuele planten zijn te herkennen.

Ook kunnen zogenaamde false colour opnames gemaakt worden. Een voorbeeld daarvan is opgenomen in bijlage 2.

De belangrijkste vraag is natuurlijk: wat kan een boomkweker ermee? Bovenstaande beelden en ook beelden van andere percelen (zoals van grasstrokenproef met laanbomen) moeten nog worden gecombineerd met in het veld verzamelde gegevens. Deze veldgegevens worden momenteel (november 2012) verzameld. Verdere analyse van de dataset is nog niet voorzien. Het is bijvoorbeeld mogelijk om elke conifeer te scheiden van de achtergrond en daar een uitspraak over te doen. Elke conifeer is gekoppeld aan een specifieke x, y coördinaat en kan dus makkelijk worden opgespoord.

Op pagina 22 is een eerste interpretatie te zien van de diverse verschijnselen. Een aantal zijn vanzelfsprekend, maar andere verschijnselen verrasten kweker.



5 Overige Ontwikkelingen en toepassingen

In dit hoofdstuk wordt beknopt enkele ontwikkelingen of andere toepassingen besproken.

5.1 Databank overheid

Het beleid van de overheid is erop gericht om overheidsdata t.b.v. algemeen gebruik toegankelijk te maken. Satellietbeelden worden gratis ter beschikking gesteld om producten te ontwikkelen.

Zie verder: <http://www.spaceoffice.nl/nl/Satellietdataportaal/>

5.2 Satelliet spot rijpe druif

Er is een systeem ontwikkeld waarbij satellieten (Spot-5, Formosat-2) infraroodopnames maken van het bladgroengehalte in de bladeren en dat is een indicatie voor de rijpheid van de druiven. Op basis hiervan kan worden vastgesteld in welke volgorde de wijngaarden worden geoogst en welke nog wat extra zorg nodig hebben. Nauwkeurigheid is 4 vierkante meter. Dat is de resolutie van de systemen aan boord van de genoemde satellieten.

Interessante websites:

<http://www.astrium.eads.net/node.php?articleid=2496>

<http://www.astrium-geo.com/en/72-agriculture>

5.3 Wietplanten

Vanuit de ruimte wordt er gezocht naar wietplanten in de Limburgse maïsvelden. De verschillende gewassen zijn herkenbaar. De techniek wordt al verschillende jaren toegepast in Canada. Het onderzoek wordt uitgevoerd door het European Space Agency (ESA).

6 Conclusies

Op basis van deze consultancy kunnen enkele algemene opmerkingen gemaakt worden:

- Mijnakker geeft waardevolle informatie als er grote oppervlakten met 1 gewas staat zoals rozenzaailingen (of groenbemesters/ akkerbouwgewas voor de boomteelt). Bij de aanwezigheid van veel soorten gewassen op 1 perceel hebben de beelden geen of zeer beperkt toegevoegde waarde.
- Mijnakker kan helpen bij het aangeven waar op het perceel het beste gecontroleerd kan worden (bijvoorbeeld door een teeltadviseur) of dat de groei naar wens gaat.
- Verschillen in gewasontwikkeling op Mijnakker zijn niet 1 op 1 te verklaren door bijvoorbeeld een tekort aan voedingsstoffen. Vele factoren en randeffecten kunnen een verklaring voor het beeld geven.
- De verschillen in waarden van stikstof in het blad aangegeven volgens Mijnakker zijn bij een analyse verwaarloosbaar klein.
- Bij veel gewassen op een klein oppervlak geven de beelden van Mijnakker eerder een verschil in ontwikkeling tussen de soorten dan verschil binnen de soort.
- Pixel grootte van 10x10 meter is in veel gevallen te onnauwkeurig en geeft veel randeffecten.
- Sommige omstandigheden als een 6 meter breed pad door het perceel zijn tegen de verwachting in niet op Mijnakker te zien.
- Beelden van Mijnakker over verdampingstekort lijkt alleen verschillen aan te geven die overduidelijk zijn, hierdoor meestal wel bij de kweker bekend (zoals b.v. slechte drainage)

De nadelen van www.mijnakker.nl beperken de mogelijkheden in de boomkwekerij.

Genoemd kunnen worden:

- Beperkte resolutie van de beelden, namelijk 10 bij 10 meter
- Gewasbedekking bij boomkwekerij pas laat in seizoen groter dan 60 % (randvoorwaarde)
- Beschikbaarheid van de beelden. Bij bewolkt weer geen beelden mogelijk

UAV met camerasystemen aan boord lijken een aantrekkelijk (betaalbaar) alternatief te worden. Uitgezocht moet worden welke toepassingen voor de boomkwekerij verder ontwikkeld kunnen worden.

Mogelijkheden:

- Perceels keuze
- Plantsysteem
- Opsporen ziekten en plagen
- Watergeefstrategie
- Nutriëntenstrategie
- Koppeling aan handelingen

7 Literatuur

Kikkert, A.. 2009. Sensingsystemen voor bodem en gewas ten behoeve van precisielandbouw: overzicht van beschikbare producten. HLB rapport 655, februari 2009, Wijster, Nederland.

Kooistra, L., 2011. Verificatie remote versus near sensing voor toepassingen in precisie landbouw. Programma Precisie Landbouw: rapport Leerstoelgroep Geo-Informatie en Remote Sensing, Wageningen Universiteit.

Olthof, W, van der Gun, J., Kooistra, L., 2011. Gewaspatronen H-WodKa: Studie Atlas. Deelrapport project PSPM op de kaart. Programma Precisie Landbouw: rapport Leerstoelgroep Geo-Informatie en Remote Sensing, Wageningen Universiteit.

Ros, G.H., Bussink D.W., 2012. Ontwikkeling van beslissingsondersteunende systemen voor het bijmesten van gewassen. Toepassingsmogelijkheden van gewassensoren in de Nederlandse precisielandbouw: een literatuurstudie. Rapport 1454. N.11 Programma Precisie Platform.

Bijlage 1 Websites

Voor literatuur wordt met name verwezen naar

www.pplnl.nl

en

www.mijnakker.nl

Overige websites

http://www.cost869.alterra.nl/hamar/Hamar_Korsaeth1.pdf

<http://extension.oregonstate.edu/news/release/2011/03/unmanned-aircraft-used-inventory-oregon-nurseries>

<http://oregonstate.edu/ua/ncs/archives/2011/mar/unmanned-aircraft-aims-simplify-inventory-oregon-nurseries>

<http://edepot.wur.nl/189135>

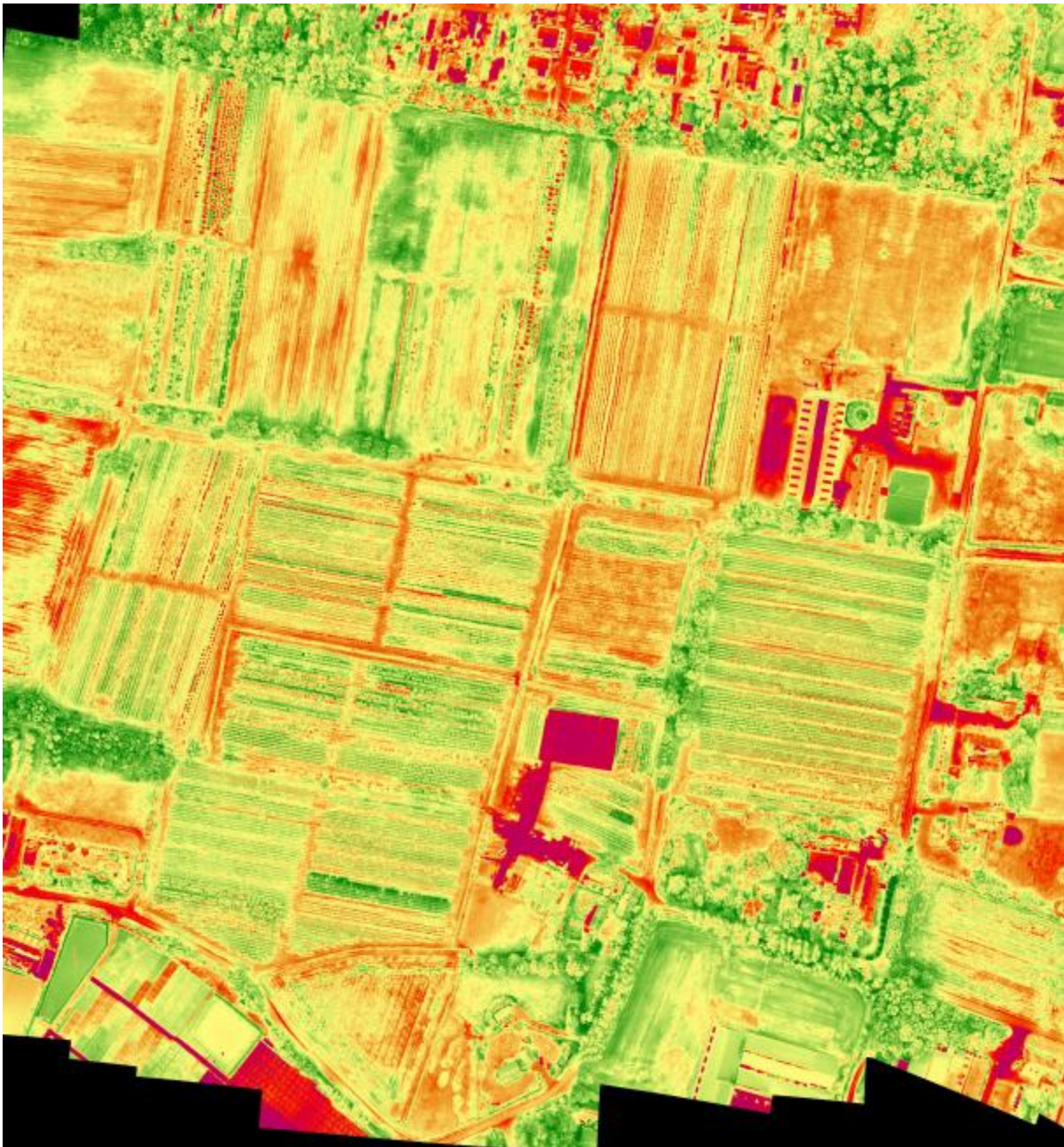
http://www.pplnl.nl/Portals/0/Documenten/Resultaten/023%20Eindrapport%20Verificatie%20remote%20versus%20near%20sensing%20PP_final.pdf

http://www.waterwatch.nl/fileadmin/bestanden/Project/Europe/nl_0153_NL_2008_FutureFarmingFlevoland.pdf

<http://www.vandenborneaardappelen.com/416/making-sense>

<http://www.spaceplaza.nl/passieve-remote-sensing-677.html>

Bijlage 2 False colour opname perceel in Boxtel



Bijlage 3 Handout van UAV

Bekijk uw perceel in vogelvlucht

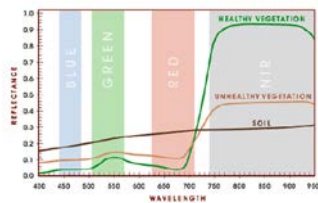
Ton Baltissen ton.baltissen@wur.nl

Wat is remote sensing?

Met een satelliet of met een onbemand vliegtuigje kunnen vanuit de lucht opnamen van het perceel gemaakt worden. Een camera kan bijvoorbeeld de reflectie van het gewas of grond meten in het zichtbare licht en/of niet zichtbare licht, zoals:

- Nabij Infra rood (NIR)
- Thermisch Infra rood

Gekoppeld aan GPS geeft dit nieuwe mogelijkheden



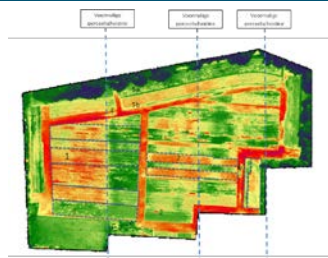
Analyse van deze informatie (verschillende reflectiepatronen) kan inzicht geven over de gewasgroei en gewasontwikkeling, het type gewas, en de aanwezigheid van stressfactoren. Op basis van deze analyse kunnen nieuwe kaarten worden gemaakt (zie links, biomassakaart).

Aan de hand hiervan kunnen o.a. de volgende parameters ingeschat worden:

- Biomassa
- Waterstress
- Voeding: stikstof, fosfaat, kalium
- Stress door ziekten-aantasting

Hiermee kunnen heel groeiverschillen binnen percelen worden aangetoond, waarop de juiste actie kan volgen, zoals bemesting, bestrijding, extra watergift, etc. Dit moet leiden tot een uniformere en dus betere opbrengst.

PPO ziet mogelijkheden in de boomkwekerij.
U ook? Neem contact met ons op.



Opname van boomkwekerijperceel van ca. 3 ha bij Mart van Dijk in Swolgen

Algemeen:

- Rood: geen gewas; paden zijn rood
- Geel: beetje gewas
- Groen: veel gewas

Opvallende zaken:

- Voormalige perceel scheidingen goed terug te zien op foto; in gewas minder goed; er is dus wat aan de hand
- Op het perceel staan ca. 20 verschillende gewassen. Enkele zijn met blauwe stippellijnen omtrokken; afzonderlijke gewassen zijn herkenbaar
- Uitval of achterblijvende groei is makkelijk te herleiden



Pleksgewijze slechte groei is terug te vinden op luchtfoto (locatie 6)