

## Vijftig tinten groen

Burgers en buitenlui wanen zich ziende blind wanneer zij naast een boer vanaf de dijk of vanuit de trekkercabine naar een veld aardappels kijken. Speurend over zijn percelen onderscheidt de ervaren akkerbouwer de kleinste kleurschakeringen en weet die te relateren aan een gebrek of overdaad aan nutriënten en vocht, aan ziekten en aan plagen. Dit vermogen tot waarnemen is voorwaardelijk voor het bedrijven van akkerbouw op het hoogste niveau. Logisch dat hij belangstelling heeft voor middelen en kennis om het nog beter te kunnen doen en die het nog makkelijker voor hem maken. Remote Sensing is zo'n middel.

*Door Peter Lerink*

De introductie van Google Earth in 2005 wakkerde bij akkerbouwers de interesse voor satellietbeelden aan. De pioniers onder hen realiseerden zich dat Remote Sensing een waardevolle informatiebron zou worden voor hun gewasmanagement. Andere partijen waren hen voorgegaan met het ontwikkelen van kennis om bijvoorbeeld met gebruik van satellietbeelden de oogst te voorspellen. Zij wisten soms al in een vroeg stadium een business case te introduceren. Hoewel daarbij meestal andere belangen dan die van de individuele akkerbouwer werden gediend, zijn dergelijke initiatieven van groot belang om meer, betere en goedkopere beelden beschikbaar te maken om zodoende nieuwe toepassingen binnen bereik te brengen.

### Pioniers en hun partners

Voor het doelgericht ontwikkelen van nieuwe en vooral rendabele toepassingen is samenwerking tussen pionierende akkerbouwers, hun adviseurs en onderzoekers een vereiste. Binnen deze verbanden kan vraag naar en aanbod van kennis en middelen afgestemd worden. Op een paar plekken in Nederland

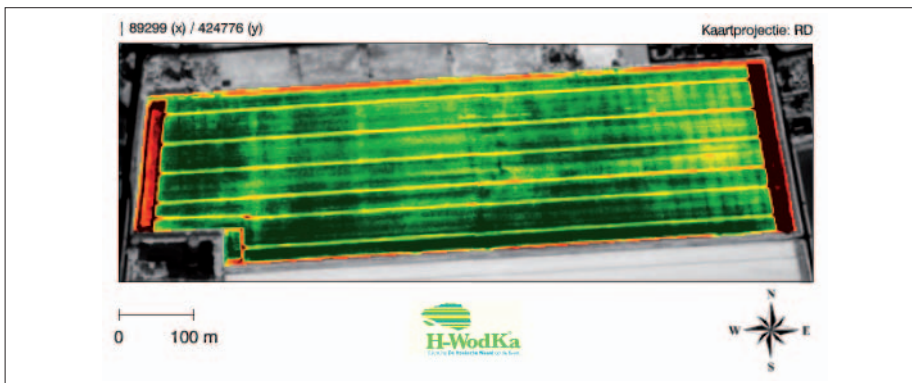
zijn daartoe waardevolle samenwerkingsverbanden ontstaan, zoals in de Hoeksche Waard. Daar werd in 2005 door een drietal innovatieve akkerbouwers de stichting "De Hoeksche Waard op de Kaart" (H-WodKa) opgericht. Bijna nergens in Nederland werd informatie afkomstig van satellietbeelden in de afgelopen jaren zo intensief vergeleken met andere perceelinformatie als in de Hoeksche Waard. Door deelname aan het Programma Precisie-landbouw (PPL 2010 – 2013) en in samenwerking met onder meer het Laboratorium voor Geo Informatie en Remote Sensing (WUR) en TerraSphere BV konden satellietbeelden aangeschaft worden. Met een praktische bril op werden deze beelden vergeleken met AHN2-hoogtekaarten, bodemkaarten, bodemscans, UAV-beelden, luchtfoto's en historisch kaartmateriaal uit de database van [www.watwaswaar.nl](http://www.watwaswaar.nl). Voor het visualiseren van beelden werd gebruikt gemaakt van QGIS en Geomatica FreeView.

### Gewaspatronen

Remote Sensing data wordt geleverd in soorten en maten. Het meest voor de hand liggende



*Figuur 1 - Vijftig tinten groen. De ervaren akkerbouwer weet praktisch alle kleurschakeringen te duiden. In het precisielandbouwtijdperk zal hij er iets aan of mee gaan doen.*



Figuur 2 - Eén van de meest veelzeggende vegetatie-indexkaarten van H-WodKa. Hij werd door Terra-Sphere BV ontleend aan een WorldView 2 beeld, genomen na een periode van droogte. De eigenaar van het perceel herkent de oude weide, gedempte sloten en greppels. Aan de hand van deze kaart zijn opbrengstmetingen gedaan aan het gewas consumptieaardappelen. De opbrengsten vertoonden een goede relatie met de indexwaarde. Een mooie kaart, maar wel een toevalstreffer.

formaat is het RGB-beeld zoals bij Google Earth. Een groot voordeel van RGB-beelden is, dat de ervaren akkerbouwer een verband kan leggen tussen wat hij ziet en wat hij weet. Opvallend is dat een akkerbouwer, meer dan een onderzoeker, hoge waarde hecht aan resolutie en minder aan contrast. Wat hij al weet van zijn perceel wil hij tenminste terug zien in het beeld. De spuitpaden, wendakkers en toegangen tot zijn percelen geven hem ruimtelijk houvast. Ervaring in de Hoeksche Waard, met percelen van ongeveer 10 ha, heeft geleerd dat alleen beelden met een hoge resolutie (< 10m) geschikt zijn om adequaat gewaspatronen te onderscheiden. Gewaspatronen duiden op ruimtelijke verschillen in de toestand en de ontwikkeling van een gewas.

### Eén beeld is geen beeld

De analyse van satellietbeelden in de Hoeksche Waard leerde dat de waarde van de informatie die ontleend kan worden aan de beelden afhankelijk is van het groeistadium van het gewas en de weersomstandigheden en dat dit bovendien gewasafhankelijk is. Februari-beelden van wintertarwe laten zien waar de tarwe uitgewinterd of opgevreten is. Juli-beelden van aardappels, na een droge periode, tonen haarfijn de droogtegevoelige zones. September-beelden laten zien waar de suikerbieten nog vitaal zijn en waar ze op hun retour zijn. Ook beelden van kale grond in de wintermaanden blijken informatief te zijn. Zo kunnen op satellietbeelden van percelen in de Hoeksche Waard slempgevoelige delen onderscheiden worden van minder slempgevoelige zones. Kortom, één beeld is geen beeld. Een tijdserie van beelden is nodig om een beeld te krijgen van relevante kenmerken van een perceel.

### Bronnen van ruimtelijke variatie

Wat de beelden verder leerden, was dat gewaspatronen een sterke relatie vertonen met de verkaveling en het landgebruik in het verleden. Delen van bouwlandpercelen die meer dan 50 jaar geleden als weiland in gebruik waren,

## Satellietdata zijn de grote aanjager van precisie-akkerbouw, mits beschikbaar en betaalbaar

zijn nog steeds duidelijk herkenbaar. Ook tekenen gedempte sloten en greppels scherp af, zeker na een droge periode. Eveneens opvallend is de relatie tussen de hoogtekaart en gewaspatronen. Al deze verbanden duiden op de grote invloed van de bodem op de ruimtelijke variatie van de gewasontwikkeling.

### Eigen bijdrage aan variatie

Een verrassende bevinding was dat gewaspatronen die toegeschreven konden worden aan

ruimtelijke variatie van intrinsieke bodemeigenschappen overschaduwd werden door gevolgen van bewerkingen, zoals strooibanen, overlap bij bespuitingen en verdichting door berijding tijdens de voorafgaande oogst. De akkerbouwer kan dus onbedoeld een flinke bijdrage leveren aan vergroting van de ruimtelijke variatie binnen zijn perceel. Bij het bedrijven van precisielandbouw wordt dit nog wel eens vergeten. De in de rijrichting georiënteerde patronen kunnen tot gevolg hebben dat strooksgewijze bodem- en gewasscans tot onjuiste conclusies leiden. Bij volveldscans, zoals bij Remote Sensing, wordt dit probleem ondervangen, mits de resolutie voldoende hoog is.

### Onzichtbare gewasparameters

De sensoren die bij Remote Sensing worden toegepast meten ook reflecties in banden die niet met het menselijk oog waarneembaar zijn. Daardoor kan Remote Sensing bijzonder waardevolle informatie verschaffen over relevante gewasparameters die veel moeilijker of niet zichtbaar zijn met het blote oog, zoals de hoeveelheid chlorofyl en de daaraan gerelateerde N-opname, ziekten en plagen. De metingen in verschillende banden worden vaak verwerkt tot vegetatie-indices (vi) en gevisualiseerd door vi-kaarten. In de literatuur wordt een groot aantal vegetatie-indices beschreven, samen met indicaties van de mate waarin zij correleren met een gewasparameter. Veel van deze indices kunnen berekend worden uit de breedband of multispectrale sensoren waarmee satellieten zijn uitgerust. Een veel toegepaste index is de *weight difference vegetation index* (wdvi). Wdvi is gecorreleerd aan de hoeveelheid groene biomassa.

### Perceelatlas

In 2013 heeft H-WodKa door NEO BV wdvi-kaarten laten maken van Formosat satellietbeelden van de Hoeksche Waard. De 'ruwe' satellietbeelden werden in dat jaar en ook in 2014 via de dataportaal van NSO (Netherlands Space Office) gratis ontsloten. Met behulp van de atlasgenerator in QGIS heeft H-WodKa uitsnedes gemaakt van ongeveer 50 percelen. De wdvi-kaarten werden in een tijdserie van 7 kaarten in pdf-formaat uitgeleverd aan 15 deelnemende akkerbouwers. De tijdserie werd gebundeld in de vorm van een zogenoemde perceelatlas en aangevuld met andere kaarten, zoals opbrengstkaarten voor zover beschikbaar. Het doel was om de deelnemende akkerbouwers meer inzicht te geven in de ruimtelijke variatie binnen hun percelen.





Figuur 3 - Samen met ing. Nels van der Bok, bodemspecialist bij DLV-Plant, onderzoeken H-WodKa deelnemers de oorzaken van ruimtelijke variatie in het veld.

## True en false color

Wdvi-kaarten tonen in grote lijnen dezelfde patronen als RGB-beelden, maar dan in *false color*. Voor een akkerbouwer die zijn percelen kent is het alsof hij door een gekleurde bril kijkt naar iets dat hij met het blote oog ook kan zien. Het 'lezen' van een *false color* vi-kaart vergt enige ervaring. Zo kunnen kleurcontrasten op het eerste gezicht (te) grote verschillen suggereren en worden correlaties met gewasparameters soms overschat. De evaluatie van satellietdata door akkerbouwers in de Hoeksche Waard liet zien dat het nuttig is om het RGB-beeld als opstap voor vi-kaarten te gebruiken. Zo kan de akkerbouwer de vi-kaarten beter interpreteren en kan zijn praktijkkennis beter benut worden. Voor de validatie van vi-kaarten is het in de eerste plaats nuttig te onderkennen dat ze eenduidig openbaren wat de ervaren akkerbouwer en zijn adviseurs al weten, om hier in een volgend stadium betrouwbare informatie aan toe te voegen. Informatie om achteraf te verklaren hoe het groeiseizoen verlopen is en, nog mooier, om vooraf te voorspellen hoe het groeiseizoen zal verlopen. Dit is in feite wat men verstaat onder het bedrijven van precisie-akkerbouw.

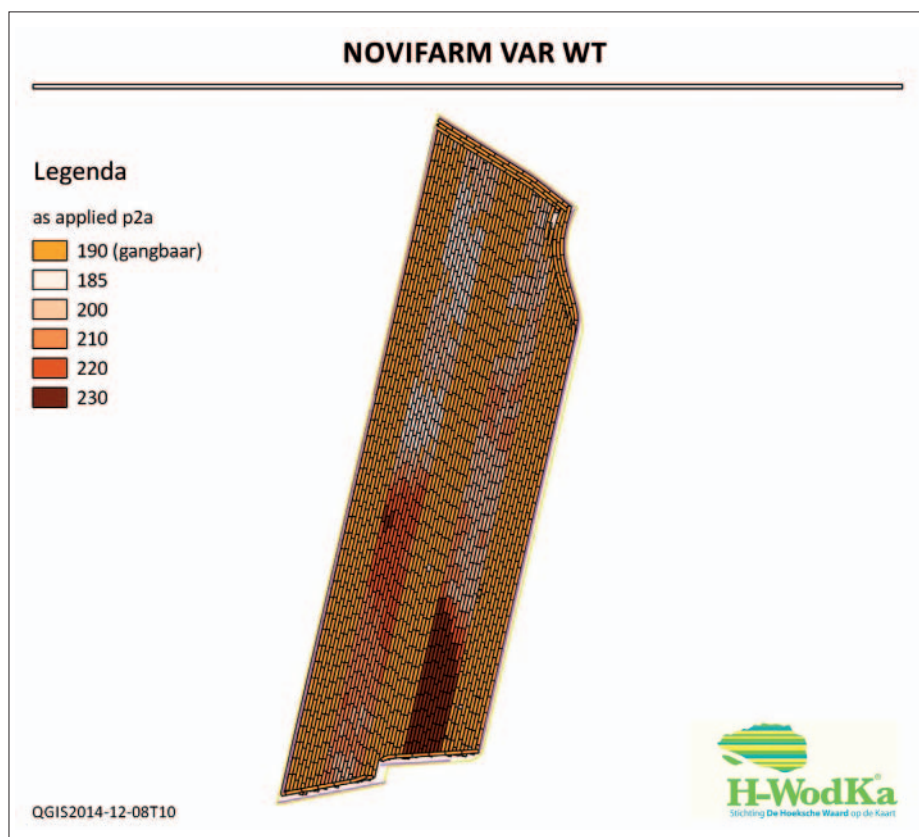
## Praktische toepassingen van satellietdata

Een eerste toepassing van een tijdserie is om bewuster om te gaan met ruimtelijke variatie

binnen percelen. Vaak heeft hij weet van de variatie, maar vooral door het ontbreken van opbrengstkaarten is de akkerbouwer nog onvoldoende bekend met de effecten daarvan op de opbrengst en de kwaliteit. Het besef van ruimtelijke variatie in de opbrengst en kwaliteit is de sterkste drijfveer voor de akkerbouwer voor het bedrijven van precisie-akkerbouw. Wanneer hij over nauwkeurige informatie beschikt over variatie van de opbrengst zal hij zoeken naar oorzaken en werken aan oplossingen. De uitwerking van die oplossingen betreft niet zozeer het opheffen van variatie of het verminderen van inputs, maar vooral verbetering van (de benutting van) de bodem, zijn belangrijkste hulpbron. Het verduurzamen van het gebruik van de bodem zal uiteindelijk voor de akkerbouwer, en niet alleen voor hem, de belangrijkste opbrengst zijn van precisie-akkerbouw.

## Schatting van de opbrengstvariatie

Steeds meer maaidorsers zijn uitgerust met een opbrengstmeter, maar opbrengstmeting bij de oogst van hakvruchten ligt, zeker op



Figuur 4 - Samen met CZAV, Nedato en PPO-Westmaas werkt H-WodKa aan praktijkproeven waarbij de zaai- en pootdichtheid afgestemd is op de zwaarte van de grond. De verschillende kleuren representen verschillende zaaidichtheden. Voor het ontwerpen van de managementzones en het monitoren van de gewasontwikkeling wordt gebruik gemaakt van satellietbeelden. De maaidorsers die voor de oogst ingezet worden, zijn uitgerust met een opbrengstmeter.

kluitige gronden, wat moeilijker. Een tijdserie van wdvi-kaarten kan een indicatie geven van de ruimtelijke variatie van de opbrengst. Dit bleek uit een analyse van H-WodKa waarbij pleksgewijs de gemiddelde wdvi werd berekend over een gewasspecifieke tijdspanne en werd vergeleken met opbrengstkaarten uit de maaidorser. Om de verschillen bij hakvruchten te kwantificeren zijn aanvullende metingen te velde nodig en dat is erg arbeidsintensief. Vergroting van de inspanningen om opbrengstkaarten voor hakvruchten te maken is erg waardevol.

### Ontwerp van managementzones

Een tijdserie satellietbeelden kan, samen met andere geo-informatie, toegepast worden voor het 'handmatig' in kaart brengen van de heterogeniteit van de bodem van een perceel. Deze managementkaart, die een perceel verdeelt in maximaal 3 tot 5 relatief uniforme managementzones, kan gebruikt worden als referentielaag voor plaatspecifieke gewas- en bodembemonstering en voor taakkaarten ten behoeve van plaatspecifieke bewerkingen. Vervolgens kan een nieuwe tijdserie de teler nuttige informatie verschaffen over de ruimtelijke ontwikkeling van het gewas: waar het gewas het eerste opkomt, sluit, verkleurt door droogte, afrijpt en sterft. Deze informatie kan hij bijvoorbeeld gebruiken bij het verklaren van de variatie op een opbrengstkaart. De beperkte beschikbaarheid van satellietbeelden als gevolg van bewolking is voor deze toepassing geen groot probleem.

### Plaatspecifieke bewerkingen met behulp van taakkaarten

Tot voor kort was het lastig voor de akkerbouwer om plaatspecifieke bewerkingen uit te voeren. Tegenwoordig zijn steeds meer werktuigen geschikt voor het automatisch uitvoeren van plaatspecifieke taken. De taak wordt aan het werktuig meegegeven in de vorm van

een zogenoemde taakkaart. Een taakkaart kan worden gemaakt met behulp van een geo-module van een bedrijfsmanagementsysteem of een speciaal voor dat doel ontworpen *app*. Hoewel het maken van een taakkaart enige GIS-ervaring vergt wordt het meest gevraagd van de agronomische kennis van de akkerbouwer en zijn adviseur. Huidige toepassingen leunen nog zwaar op ABW (algemene boeren wijsheid). Bekende variabele bewerkingen zijn: de zaai- en pootdichtheid, de diepte en de intensiteit van de grondbewerking, de hoogte van de bemesting en de dosering van bodemherbiciden.

## Karteren van de opbrengstvariatie is erg waardevol

### Tijdspecifieke bewerkingen

Bij precisie-akkerbouw wordt vaak onderscheid gemaakt tussen plaats- en tijdspecifieke bewerkingen en daarmee verband houdende beslissingen. Bekende tijdspecifieke bewerkingen zijn bijbemesten en beregenen. Hiervoor lijkt satellietdata op basis van reflectiemetingen minder geschikt vanwege het beperkte aantal wolkenvrije dagen in Nederland. Wellicht dat satellietdata wel een rol kan spelen bij het kalibreren van gewasgroei modellen om via die route tijdspecifiek perceelmanagement te faciliteren.

Ook bieden satelliet-radarbeelden wellicht perspectief op de wat langere termijn.

### Near of Remote

Satellieten vormen samen één van veel bronnen waaruit akkerbouwers – en vooral hun adviseurs – relevante informatie over grond en gewas kunnen putten. Satellietdata is relatief goedkoop en zal verder in prijs zakken naarmate meer beelden afgenomen worden voor toepassingen binnen, maar vooral ook buiten de landbouw. Het grootste nadeel van satellietdata is de beschikbaarheid door bewolking. De betekenis voor satellietdata voor precisie-akkerbouw hangt mede af van de alternatieven. Voor de alternatieven, zoals sensing vanaf een vliegtuig, drone, trekker/ werktuig of robot geldt het omgekeerde t.a.v. de prijs en de beschikbaarheid.

### Sleutelrol

Vooralsnog rechtvaardigt het rendement op precisie-akkerbouw geen hoge investeringen in plaatspecifieke data en middelen om die data te verzamelen en te bewerken, anders dan in de onderzoek en hobby sfeer. Om die reden zal satellietdata voorlopig één van de grootste aanjagers van precisie-akkerbouw zijn. Om die sleutelrol te vervullen is het wel nodig dat samenwerkingsverbanden van pionierende akkerbouwers en hun adviseurs en onderzoekers toegang krijgen of houden tot even hoogwaardige als betaalbare satellietdata. Want hoeveel waarde ook aan satellietdata toegekend mag worden, het blijft maar een klein radertje in het grote precisie-akkerbouw uurwerk.



*Dr. ir. Peter Lerink is werkzaam bij stichting H-WodKa. Hij is te bereiken via peterlerink@planet.nl.*

## Tijdschriftendatabank soms incompleet...

**Henk Holsbrink publiceerde veel en het meest spraakmakend was zijn stukje 'NAM-NAP' in *Geo-Info* 2004-1. Dat was op basis van de *Leeuwarder Courant*, maar met eigen geodetische vragen over een NAM-rekenfout bij bepalen van bodemdaling.**

Die parel werd in nummer 2004-4 gevolgd door een paginagrote reactie 'NAM-NAP (2) Bui-

tenproportioneel mediageweld' van een oud-medewerker van de NAM. Voor historici lijkt het dan verdacht dat de eerste bijdrage niet in de DHC-tijdschriftendatabank kwam en de tweede wel! De oorzaak daarvan is bij dóórgraven toch minder verdacht. GIN gaf jaren later via haar dienstverlener MOS wel artikelen uit 2004 door ter plaatsing in de databank, maar onder andere geen 'parels', kleine kaderteksten.

Ze deed dat weer wel met de gróte reactie op die kleine parel... Voor onderzoekers lijkt het het doorgeven waard dat de complete tijdschriften niet altijd in de databank staan (en er zijn gelukkig ook nog analoge jaargangen).

*Redactionele intro in: De Hollandse Cirkel 2015-1*