

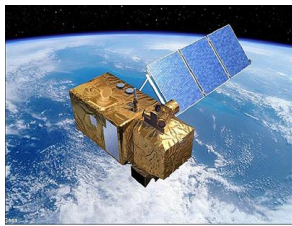



Risicofactoren voor nutriëntenverliezen in kaart gebracht met remote sensing

Joachim Rozemeijer (Deltares), Elissavet Antonopoulou (Universiteit Utrecht, thans Orbital Eyes) en Wiebe Nijland (Universiteit Utrecht)

Met de huidige generatie (Sentinel-)satellietbeelden is het goed mogelijk om in landbouwgebieden onbedekte percelen, kale plekken en plasvorming te karteren. Als onderdeel van het Kennisimpuls Waterkwaliteit-project NutriëntenMaatregelen onderzochten Deltares en Universiteit Utrecht hoe deze risicofactoren voor nutriëntenverliezen te volgen zijn vanuit de ruimte.

Het ruimtelijke detail van de huidige generatie observatiesatellieten (Sentinel) is zodanig dat ze informatie op perceelschaal opleveren. In Nederland worden deze gedetailleerde satellietbeelden al ingezet in bijvoorbeeld de GroenMonitor (WUR) en Boer&Bunder (DACOM). Andere overheden maken in pilots ook gebruik van satellietbeelden voor bijvoorbeeld het schouwen van sloten (waterschappen) en het controleren van plas-drassubsidies (RVO) en het controleren op vanggewas (NVWA). Ook in het Verenigd Koninkrijk past de overheid (Defra) aardobservatie toe om in beeld te brengen hoe landbouwpraktijken de waterkwaliteit beïnvloeden. In tabel 1 zijn enkele voor- en nadelen van satellietbeelden ten opzichte van andere mogelijkheden voor aardobservatie weergegeven.

Tabel 1. Voor- en nadelen van verschillende type aardobservatie

Type aardobservatie	Voordelen	Nadelen
Satelliet 	<ul style="list-style-type: none"> • De ruwe beelden uit niet-commerciële missies (ESA/NASA) zijn gratis • Wereldwijde data • Regelmatige interval (bijv. 6 dagen voor Sentinel-1) • Gestandaardiseerde cloud-opslag en beeldverwerking 	<ul style="list-style-type: none"> • Multispectrale beelden niet door wolken, radar wel • Relatief lage resolutie (tot 10m voor Sentinel) • Tijdstip/locatie niet flexibel
Vliegtuig 	<ul style="list-style-type: none"> • Gerichte inzet (gebied/tijdstip) • Mogelijk voor groot gebied (~100km²) • Hoge resolutie mogelijk (dm-schaal) 	<ul style="list-style-type: none"> • Duur • Niet overal kan/mag op gewenste hoogte gevlogen worden • Vaak eenmalig • Niet bij (lage) bewolking, harde wind • Milieuvriendelijk
Drone 	<ul style="list-style-type: none"> • Relatief goedkoop • Gerichte en flexibele inzet (gebied/tijdstip) • Hoge resolutie mogelijk (mm-schaal) 	<ul style="list-style-type: none"> • Alleen kleine oppervlaktes (~1km²) • Niet bij harde wind • Niet overal mag gevlogen worden • Zware data-processing
Vaste camera 	<ul style="list-style-type: none"> • Relatief goedkoop • Continu beeld • Hoge resolutie (cm-schaal) 	<ul style="list-style-type: none"> • Alleen kleine oppervlaktes (~1ha) • Investering vaste, hoge installatie en datatransfer • Weinig flexibel

In dit onderzoek is gekeken of risicofactoren voor nutriëntenverliezen met satellietbeelden te karteren zijn. In eerste instantie is dit gericht op plasvorming, gewasbedekking en kale plekken op percelen. Plasvorming is in Nederland een indicatie voor het optreden van oppervlakkige afstroming, wat een risico vormt voor verliezen van nutriënten (vooral P) en organisch materiaal. Plasvorming duidt ook op bodemverdichting en een slechte structuur met verminderde sponswerking. Een goede bodemstructuur is van belang voor de vocht- en nutriëntenhuishouding, de biodiversiteit en de weerbaarheid tegen droogte, wateroverlast en gewasziekten en plagen.

Onbedekte percelen en kale plekken binnen percelen zijn een risicofactor voor nutriëntenverliezen aangezien er geen gewasopname is en omdat de bodem makkelijker loslaat en erodeert bij

oppervlakkige afstroming. Ook de akkerbouw streeft daarom steeds meer naar een jaarronde bodembedekking door het telen van vanggewassen, wintergewassen en groenbemesters.

Aanpak

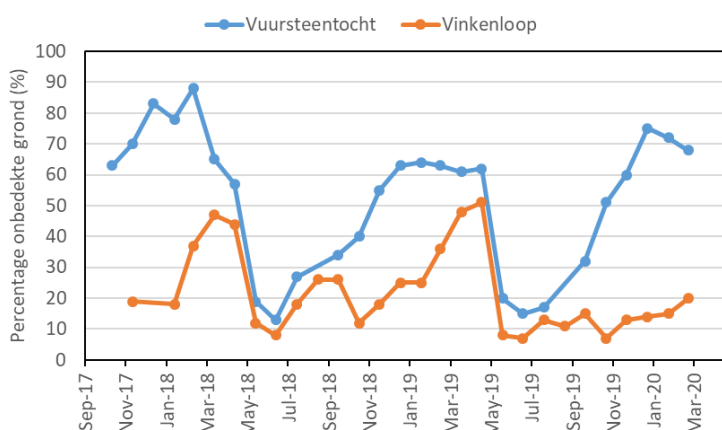
In deze studie zijn de pilot-stroomgebieden van de Vuursteentocht (Flevoland) en de Vinkenloop (zuidoost-Brabant) gebruikt uit het Kennisimpuls Waterkwaliteit-project NutriëntenMaatregelen (zie ook www.kennisimpulswaterkwaliteit.nl). Voor deze agrarische stroomgebieden zijn Sentinel-1- en -2-beelden (resolutie 10m) verzameld, verwerkt en geanalyseerd. Voor de bewerking van de beelden is gebruik gemaakt van Google Earth Engine.

De Sentinel-1-missie (sinds 2015) bestaat uit twee satellieten die SAR (Synthetic Aperture Radar)-beelden verzamelen. Elke zes dagen is een beeld beschikbaar. Het voordeel van SAR is dat de beelden geen last hebben van bewolking. De Sentinel-2-missie (ook sinds 2015) bestaat ook uit twee satellieten met optische multispectrale camera's (13 spectrale banden). Elke twee tot drie dagen is een beeld beschikbaar, maar alleen de beelden van wolkenvrije dagen zijn te gebruiken.

De detectie van onbedekte percelen en kale plekken binnen percelen vond plaats op basis van de NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). De NDVI is een specifieke combinatie van meetwaarden uit verschillende spectrale banden die veel gebruikt wordt voor vegetatiekartering. Voor de detectie van plassen zijn naast de NDVI nog twee andere indices gebruikt die meer gericht zijn op de detectie van wateroppervlakken, de NDWI (Normalized Difference Water Index) en de MNDWI (Modification of Normalized Difference Water Index). Om ook op bewolkte dagen de ontwikkeling van plassen te kunnen volgen is ook gebruik gemaakt van de SAR-beelden.

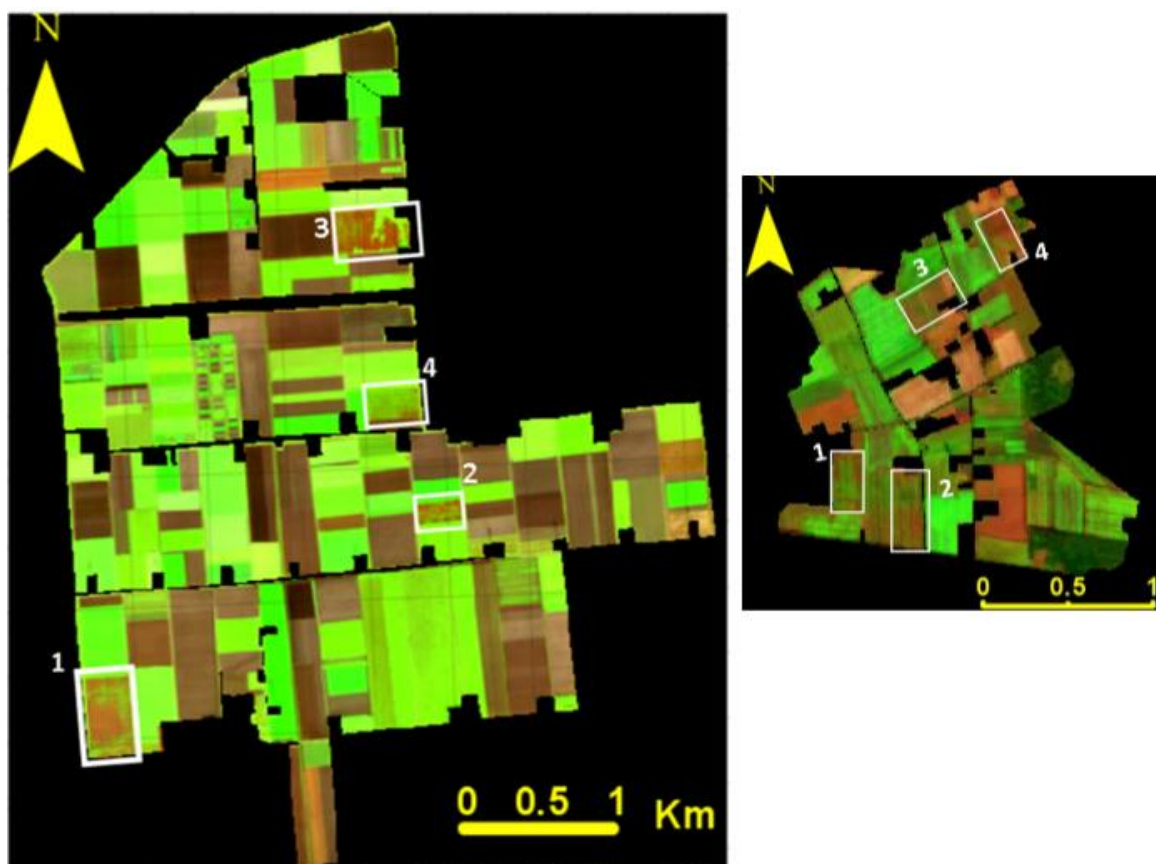
Resultaten onbedekte grond en kale plekken

In afbeelding 1 is het percentage onbedekte grond weergegeven voor de Vuursteentocht en de Vinkenloop in de periode najaar 2017 tot en met voorjaar 2020. Het aandeel onbedekte grond is in de Vuursteentocht hoger dan in de Vinkenloop. Ook het seizoensverloop verschilt; in de Vuursteentocht is in het najaar al veel grond onbedekt, terwijl het aandeel onbedekte grond in de Vinkenloop tot en met januari laag blijft. In beide gebieden neemt het aandeel onbedekte grond in mei het sterkst af en is in de periode juni-juli op het laagste niveau van 10-20%. Het verschil tussen de gebieden in het najaar hangt mogelijk samen met het grotere relatieve aandeel van grasland in de Vinkenloop en met een betere ontwikkeling van vanggewassen in het najaar.



Afbeelding 1. Percentage onbedekte percelen in de Vuursteentocht en de Vinkenloop

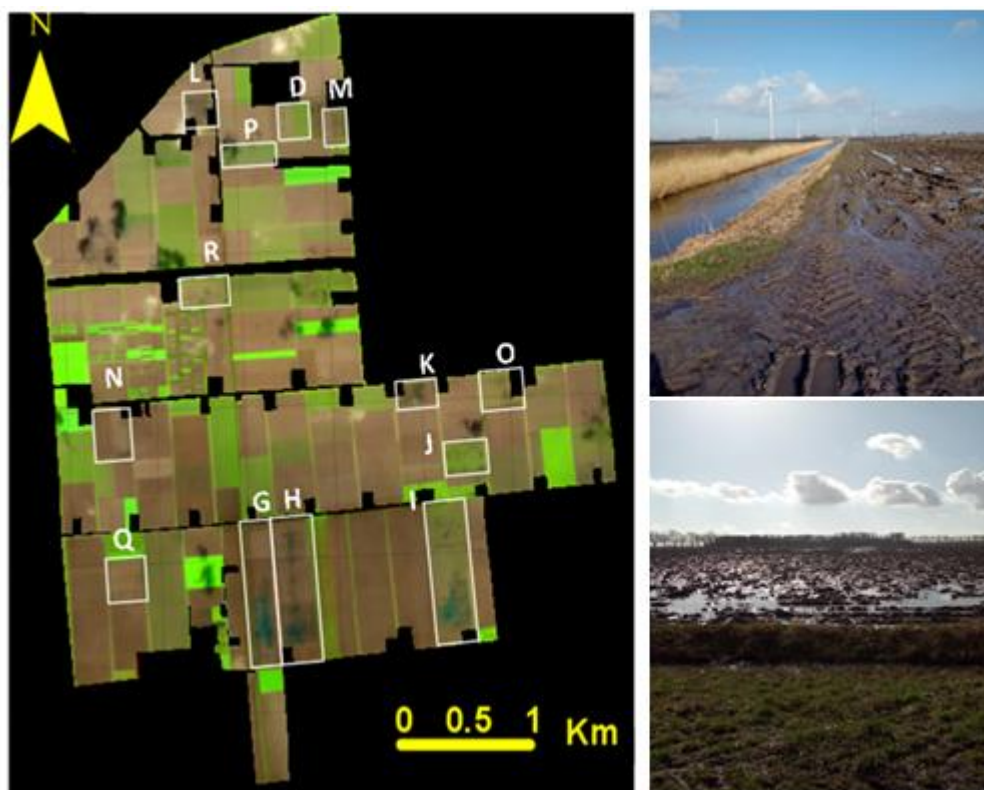
Enkele voorbeelden van de detectie van kale plekken binnen begroeide percelen zijn weergegeven in afbeelding 2. In beide gebieden zijn vier percelen aangegeven waar dit voorkomt. De oorzaak van deze gedeeltelijke bedekking is niet bekend. Mogelijk is de bodemconditie op de kale delen van deze percelen minder goed en komt het (vang)gewas daar minder goed tot ontwikkeling. Het beeld in de Vinkenloop is van augustus 2018 en de droogte speelt daar mogelijk ook een rol.



Afbeelding 2. Voorbeelden van detectie van plekken binnen bedekte percelen die minimaal 1 maand kaal bleven, 4 gevallen per gebied (de witte kaders) Links Vuursteentocht 30 okt 2019, rechts Vinkenloop 6 aug 2018. Bruin = onbedekt, groen = bedekt

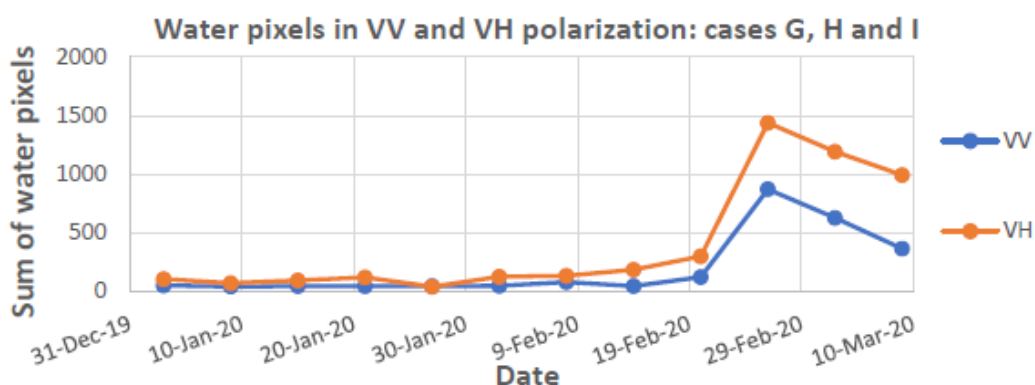
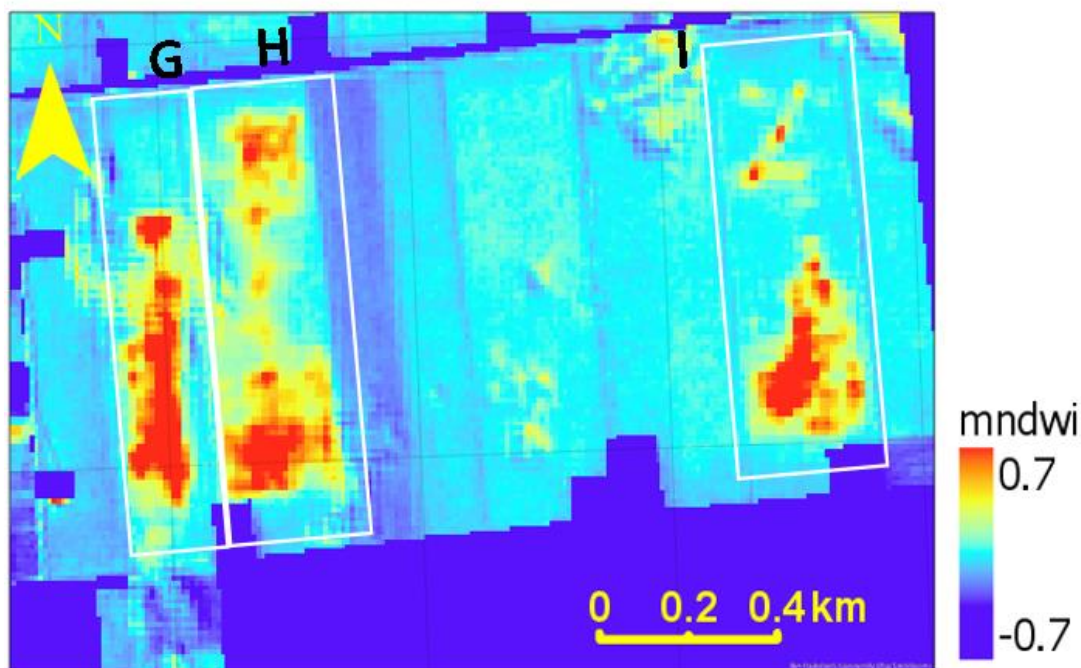
Resultaten plasvorming

Voor de Vuursteentocht zijn voorbeelden van gedetecteerde plassen in het voorjaar van 2020 weergegeven in afbeelding 3. Ook gedeeltelijke plasvorming (bijvoorbeeld in rijsporen en tussen ruggen) is goed te detecteren. De plasvorming treedt op bij specifieke percelen, zonder een duidelijk ruimtelijk patroon. Dit duidt erop dat vooral verschillen in landgebruik per perceel bepalen of er plasvorming optreedt of niet. Ook al is plasvorming op bedekte percelen goed waar te nemen (met de MNDWI), de plasvorming trad uitsluitend op onbedekte percelen op.



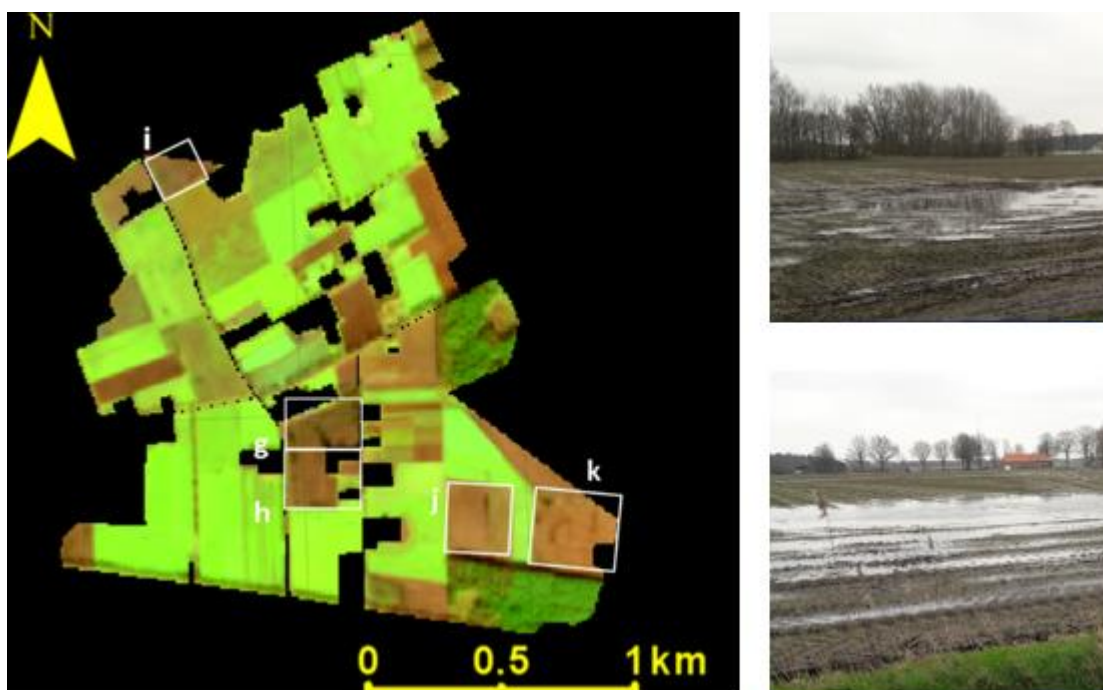
Afbeelding 3. Voorbeelden van detectie van plassen op het land in maart 2020 in de Vuursteentocht, satellietbeeld van 16 maart 2020 (bruin = onbedekt, groen = bedekt, blauw/turquoise = plasvorming, witte kaders geven blijvende plassen van november 2019 tot maart 2020 aan). Rechts veldfoto's van 3 maart 2020

Afbeelding 4 toont het verloop van de plasvorming op percelen G, H en I. Dit verloop is gebaseerd op SAR-beelden. Deze radarbeelden hebben geen last van bewolking, waardoor er voor elke 5 dagen een beeld van het plassenoppervlak beschikbaar is.



Afbeelding 4. Boven: detailbeeld van de MNSWI (Modification of Normalized Difference Water Index) op 3 maart 2020 voor percelen G, H en I. Onder: het verloop van de omvang van de plasvorming op percelen G, H en I op basis van SAR (VH en VV zijn verschillende polarisaties van de radarbeelden)

In het stroomgebied van de Vinkenloop zijn minder vaak plassen gedetecteerd met de optische beelden, waarschijnlijk doordat ze door de zandige ondergrond minder lang blijven bestaan. Als voorbeeld zijn de percelen met plasvorming in maart 2020 weergegeven in afbeelding 5. Ook hier is het voorkomen van plassen perceel-specifiek en zonder een duidelijk ruimtelijk patroon. De plasvorming trad ook hier alleen op de onbedekte percelen op.



Afbeelding 5. Voorbeelden van detectie van plassen op het land in maart 2020 in het stroomgebied van de Vinkenloop. Satellietbeeld van 18 maart 2020 (bruin = onbedekt, groen = bedekt, blauw/turquoise is plasvorming, witte kaders geven blijvende plassen van november 2019 tot maart 2020 aan). Rechts veldfoto's van 5 maart 2020

Conclusies

De resultaten van dit onderzoek laten zien dat het goed mogelijk is om onbedekte percelen, kale plekken binnen percelen en plasvorming te detecteren met Sentinel-satellietbeelden. Dit resultaat biedt perspectief voor agrariërs, adviseurs en overheden om satellietinformatie te gebruiken voor:

- het volgen van de bodembedekking en de inzet van vanggewassen in landbouwgebieden
- de detectie van percelen met veel plasvorming als gevolg van een slechte bodemstructuur
- het relateren van plasvorming aan het landbouwkundig handelen op deze percelen (handelingsperspectief)
- de detectie van verschillen in gewasbedekking en plasvorming binnen percelen

Op percelen met plasvorming, onbedekte percelen en percelen met kale plekke is het risico op extra nutriëntenverliezen groot, wat zowel ongunstig is voor de agrariër als voor de kwaliteit van het ontvangende grond- en oppervlaktewater.