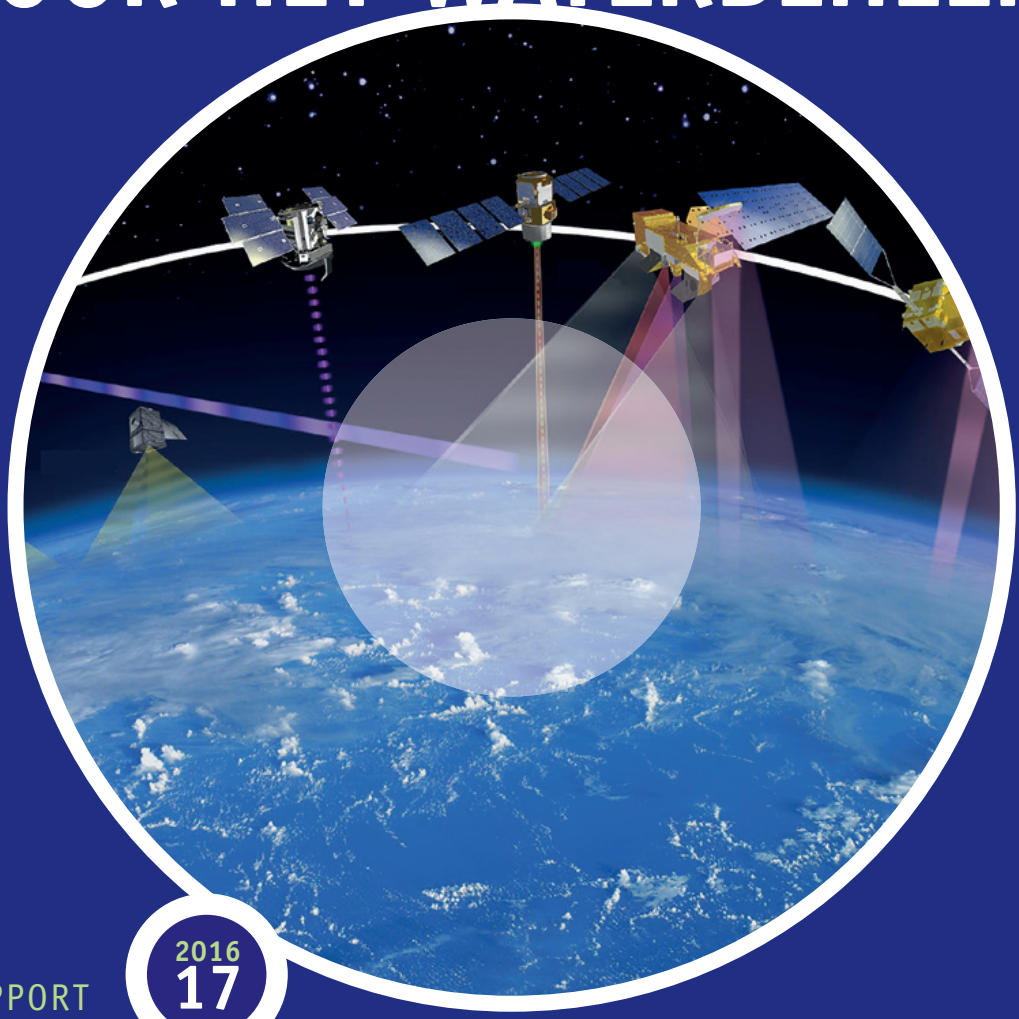
stowa

VERKENNING REMOTE SENSING PRODUCTEN VOOR HET WATERBEHEER



RAPPORT 2016 17

stowa

VERKENNING REMOTE SENSING PRODUCTEN VOOR HET WATERBEHEER

RAPPORT 2016 17

ISBN 978.90.5773.723.7

stowa@stowa.nl www.stowa.nl
TEL 033 460 32 00
Stationsplein 89 3818 LE Amersfoort
POSTBUS 2180 3800 CD AMERSFOORT

Publicaties van de STOWA kunt u bestellen op www.stowa.nl

COLOFON

UITGAVE Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
Postbus 2180
3800 CD Amersfoort

AUTEURS
Gijs Simons (FutureWater)
Peter Droogers (FutureWater)

BEGELEIDINGSCOMMISSIE KERNGROEP SAT WATER:
Joost Heijkers (Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden)
Miriam Duijkers (Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden)
Arjan Peters (Aa en Maas)
Hans van Leeuwen (STOWA)
Richard de Jeu (VanderSat)

DRUK Kruyt Grafisch Adviesbureau
STOWA STOWA 2016-17
ISBN 978.90.5773.723.7

COPYRIGHT Teksten en figuren uit dit rapport mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.

DISCLAIMER Deze uitgave is met de grootst mogelijke zorg samengesteld. Niettemin aanvaarden de auteurs en de uitgever geen enkele aansprakelijkheid voor mogelijke onjuistheden of eventuele gevolgen door toepassing van de inhoud van dit rapport.

TEN GELEIDE

Waterschappen staan voor de opgave om te zorgen voor waterveiligheid, het voorkomen van wateroverlast, voldoende zoetwater en een goede waterkwaliteit. Om het waterbeheer zo goed en kosteneffectief mogelijk uit te voeren zijn waterbeheerders continu op zoek naar het toepassen van nieuwe mogelijkheden om inzicht in het functioneren van het watersysteem te krijgen. Remote sensing producten staan daarbij volop in de belangstelling. Een goed overzicht van de producten die inmiddels op de markt verkrijgbaar zijn ontbrak tot nu toe. Dit is voor STOWA aanleiding geweest om een (markt)verkenning uit te laten voeren.

Dit rapport is als het ware een 'temperatuurmeting' van de producten die beschikbaar zijn en de 'readiness' hiervan voor het gebruik in de praktijk van het waterbeheer. Hierbij is in den breedte naar de taakvelden van de waterschappen gekeken.

Wij hopen dat dit rapport een eerste bijdrage levert aan de match tussen vraag en aanbod van remote sensing producten in het waterbeheer. Op basis van deze studie gaan we samen met de waterschappen kijken welke ontwikkelingen het meest veelbelovend zijn en gestimuleerd zouden moeten worden voor incorporatie binnen het waterbeheer.

Naast dit rapport is een database met alle producteigenschappen beschikbaar.

Wij danken alle aanbieders van informatieproducten van harte voor hun medewerking aan deze verkenning!

Joost Buntsma
Directeur STOWA

DE STOWA IN HET KORT

STOWA is het kenniscentrum van de regionale waterbeheerders (veelal de waterschappen) in Nederland. STOWA ontwikkelt, vergaart, verspreidt en implementeert toegepaste kennis die de waterbeheerders nodig hebben om de opgaven waar zij in hun werk voor staan, goed uit te voeren. Deze kennis kan liggen op toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk-juridisch of sociaalwetenschappelijk gebied.

STOWA werkt in hoge mate vraaggestuurd. We inventariseren nauwgezet welke kennisvragen waterschappen hebben en zetten die vragen uit bij de juiste kennisleveranciers. Het initiatief daarvoor ligt veelal bij de kennisvragende waterbeheerders, maar soms ook bij kennisinstellingen en het bedrijfsleven. Dit tweerichtingsverkeer stimuleert vernieuwing en innovatie.
Vraaggestuurd werken betekent ook dat we zelf voortdurend op zoek zijn naar de ‘kennisvragen van morgen’ – de vragen die we graag op de agenda zetten nog voordat iemand ze gesteld heeft – om optimaal voorbereid te zijn op de toekomst.

STOWA ontzorgt de waterbeheerders. Wij nemen de aanbesteding en begeleiding van de gezamenlijke kennisprojecten op ons. Wij zorgen ervoor dat waterbeheerders verbonden blijven met deze projecten en er ook 'eigenaar' van zijn. Dit om te waarborgen dat de juiste kennisvragen worden beantwoord. De projecten worden begeleid door commissies waar regionale waterbeheerders zelf deel van uitmaken. De grote onderzoekslijnen worden per werkveld uitgezet en verantwoord door speciale programmacommissies. Ook hierin hebben de regionale waterbeheerders zitting.

STOWA verbindt niet alleen kennisvragers en kennisleveranciers, maar ook de regionale waterbeheerders onderling. Door de samenwerking van de waterbeheerders binnen STOWA zijn zij samen verantwoordelijk voor de programmering, zetten zij gezamenlijk de koers uit, worden meerdere waterschappen bij één en het zelfde onderzoek betrokken en komen de resultaten sneller ten goede van alle waterschappen.

De grondbeginselen van STOWA zijn verwoord in onze missie:
Het samen met regionale waterbeheerders definiëren van hun kennisbehoeften op het gebied van het waterbeheer en het voor én met deze beheerders (laten) ontwikkelen, bijeenbrengen, beschikbaar maken, delen, verankeren en implementeren van de benodigde kennis.

VERKENNING REMOTE SENSING PRODUCTEN VOOR HET WATERBEHEER

INHOUD

TEN GELEIDE
STOWA IN HET KORT

1 INLEIDING 1

2 REMOTE SENSING: EEN ACHTERGROND 2
2.1 Definitie en historie 2
2.2 Technologie en toepassingen 2
2.2.1 Satellieten 4
2.2.2 Drones 5
2.2.3 Vliegtuigen 5
2.2.4 Ground-based 6

3 SAMENVATTING INFORMATIEBEHOEFTE BIJ DE WATERSCHAPPEN 7
3.1 Operationele inzet (“sturen in het nu”) 7
3.2 Tactische inzet (“leren uit het verleden”) 8
3.3 Strategische inzet (“plannen op de lange termijn”) 10

4		OVERZICHT VAN INFORMATIEPRODUCTEN	12
	4.1	Nederlandse aanbieders	12
		4.1.1 Overzicht van producten	12
		4.1.2 Statistieken	15
		4.1.3 Ingangen voor doorzoeken van database	18
	4.2	Internationaal	18
5		PRODUCTAANBOD PER INFORMATIETYPE	21
	5.1	Bodemvocht	21
	5.2	Inundatie	22
	5.3	Landgebruik en vegetatietype	22
	5.4	Neerslag	22
	5.5	Temperatuur en straling	23
	5.6	Terreinhoogte en morfologie	23
	5.7	Toestand waterkeringen	23
	5.8	Vegetatiebedekking en –groei	23
	5.9	Verdamping	24
	5.10	Waterkwaliteit	24
6		CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	25
		BRONNENLIJST	27
		BIJLAGEN	
I		Lijst van benaderde partijen	29
II		Definitie van producteigenschappen	30
III		Ingangen voor doorzoeken van database	31
IV		Factsheets van informatieproducten	35

1 INLEIDING

Na decennia van technologische ontwikkeling hebben remote sensing technieken anno 2016 een grote potentie voor gebruik in vele verschillende toepassingen. Het huidige assortiment aan mogelijkheden stelt ons in staat om gedetailleerde waarnemingen te doen van het aardoppervlak en de daarop aanwezige objecten, hun toestand door de tijd, van lokale tot globale schaal, op aanvraag of als structurele datastroom. Ondanks de lange geschiedenis van aardobservatie en haar enorme potentieel is de praktische toepassing van remote sensing in het Nederlandse waterbeheer nog steeds beperkt. Uitzonderingen op deze regel zijn de terreinhoogte uit het AHN, Neerslagradar en het LGN landgebruik, die alle inmiddels in besluitvormingsprocessen zijn opgenomen. Daarnaast wordt er incidenteel op pilotbasis gekeken naar diverse toepassingen zoals verdamping, dijkmonitoring, slotenschouw en waterkwaliteit.

De mogelijkheden voor remote sensing in het waterbeheer zijn echter veel groter dan de huidige toepassingen. Er lijkt een soort contradictie te zijn: zowel de vraagkant als de aanbodkant zijn groot, maar men komt nog weinig tot elkaar. Mogelijke knelpunten zijn dat: (i) de aanbodkant vaak een te optimistisch beeld van mogelijkheden schetst; (ii) de vraagkant soms niet-haalbare eisen stelt; (iii) aanbodkant vaak meer academisch is en vraagkant zeer praktisch insteekt; (iv) weinig personen/organisaties/bedrijven beide werelden goed kennen.

Een eerste stap om te zorgen dat vraag en aanbod beter met elkaar in contact komen is een gedegen en realistische inventarisatie van huidige en potentiële mogelijkheden. Het SAT Water consortium is een samenwerkingsverband van waterschappen dat nastreeft om gezamenlijk het potentieel van remote sensing in het waterbeheer optimaal te benutten. SAT-WATER wil haar koers voor de komende jaren verder uitwerken en heeft STOWA gevraagd om een verkenning van informatieproducten op basis van remote sensing te laten doen.

Dit rapport beschrijft de resultaten van deze inventarisatie. Na een korte achtergrond van remote sensing (Hoofdstuk 2) wordt in Hoofdstuk 3 een synthese gegeven van de huidige informatievraag bij de waterschappen, op basis van bestaande documenten en rapporten. De kern van dit rapport is de aangelegde database van informatieproducten op basis van remote sensing aangeboden door Nederlandse aanbieders, welke in Paragraaf 4.1 uitgebreid wordt besproken. Paragraaf 4.2 bespreekt beknopt enkele belangrijke huidige ontwikkelingen in het buitenland die eveneens van belang kunnen zijn voor SAT-WATER. In hoofdstuk 5 wordt het huidige productaanbod verder belicht per informatietype. Het laatste hoofdstuk bevat de belangrijkste conclusies van deze inventarisatie, schetst een toekomstperspectief en bevat enkele aanbevelingen aan SAT-WATER richting het ontwikkelen van toekomstige activiteiten.

2

REMOTE SENSING: EEN ACHTERGROND

2.1 DEFINITIE EN HISTORIE

Remote sensing wordt in de ruimste zin van het woord gebruikt voor waarnemingen vanaf afstand. Binnen de geo-informatica dient het als verzamelterm voor alle vormen van aardobservatie die plaatsvinden door sensoren vanaf verschillende soorten platforms (vliegtuig, satelliet en drones). Na vroege astronomische en militaire toepassingen van satellieten werd in 1972 de eerste Landsat satelliet gelanceerd, welke gezien kan worden als het eerste satelliet remote sensing platform dat primair bedoeld was voor het doen van wetenschappelijke en verkennende studies van het aardoppervlak. In de daarop volgende decennia heeft de technologie grote ontwikkelingen doorgemaakt en is remote sensing ingezet in een scala aan onderzoeksrichtingen.

Met het volwassener worden van de technologie is in de afgelopen 15-20 jaar de inzet van remote sensing buiten de wetenschap steeds meer gemeengoed geworden. Dit is gepaard gegaan met een commercialisering van de sector, waarbij sommige satellietdata door commerciële bedrijven worden aangeboden en specialistische bedrijven deze data interpreteren en daar producten en diensten op ontwikkelen. Daarnaast worden langlopende open-access databronnen van publieke instanties als ESA, NASA en JAXA nog altijd veel gebruikt. Naast projectgerichte consultancy studies is in de value-adding sector de laatste jaren de focus komen te liggen op het gebruik van deze satellietdata voor het ontwikkelen van operationele applicaties.

Buiten satellietdata zijn de belangrijkste remote sensing platforms in 2016 Unmanned Aerial Vehicles (UAV's, oftewel drones) en bemande vliegtuigen. Met name de drone-technologie heeft het remote sensing landschap doen verschuiven, zowel in Nederland als daarbuiten, met het ontstaan van een groot aantal startup bedrijven die diensten ontwikkelen op basis van UAV-beelden. Met ground-based remote sensing is nog een vierde categorie te onderscheiden, welke waarnemingen omvat die door meetinstallaties op de grond worden verricht.

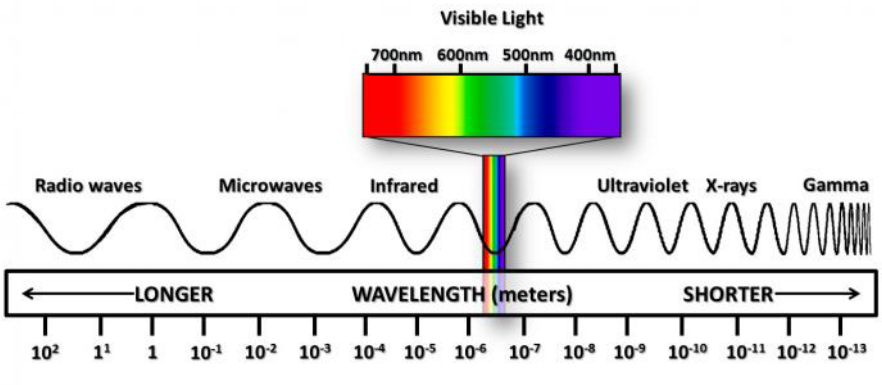
In de volgende paragrafen wordt een kort overzicht gegeven van de huidige status van remote sensing technologie en enkele belangrijke toepassingen, met een focus op waterbeheer.

2.2 TECHNOLOGIE EN TOEPASSINGEN

Welke toepassingen kunnen worden ontwikkeld op basis van remote sensing data is, vanuit technologisch perspectief bezien, voor een groot deel afhankelijk van de eigenschappen van de gebruikte sensor. Cruciaal hierbij zijn met name (i) het onderscheid tussen actief en passief, (ii) het deel van het elektromagnetisch spectrum dat wordt waargenomen; (iii) de ruimtelijke resolutie van de verkregen data; en (iv) de lengte van de periode tussen twee passages van het platform over het object of gebied van interesse.

Verschillende sensoren nemen verschillende delen van het elektromagnetisch spectrum weer. Dit spectrum (Figuur 1) omvat alle mogelijke frequenties van elektromagnetische stralling, waar het menselijk oog slechts een klein deel van kan waarnemen. Straling met grotere en kleinere golflengtes kan met sensoren worden waargenomen. De reflectie van deze goflengtes door het aardoppervlak bevat veel informatie over de toestand ervan, zoals bv. het aanwezige vegetatietype, het vochtgehalte en de kwaliteit van het aanwezige water. De mate van ruimtelijk detail die zichtbaar is in de verkregen datalagen hangt af van de pixelgrootte, waarbij het belangrijk is om te realiseren dat voor de ene toepassing (bv. regionaal waterbeheer) een aanzienlijk grovere resolutie voldoet dan voor de andere (bv. precisielandbouw binnen een perceel). Ditzelfde geldt voor overkomsttijden, waarbij voor het assimileren van remote sensing data in operationele systemen regelmatige data-updates gewenst zijn, terwijl voor andere toepassingen juist een flexibele inzet van het platform vereist is (bv. in het geval van calamiteiten).

FIGUUR 1 **HET ELEKTROMAGNETISCH SPECTRUM (BRON: NASA)**



Remote sensing waarnemingen zijn per definitie momentopnamen uit het verleden. Dit maakt dat ze complementair zijn aan simulatiemodellen, wat het voor bepaalde toepassingen aantrekkelijk maakt om beide methoden te combineren. In de praktijk leidt dit bijvoorbeeld tot historisch extrapoleren in te tijd (bv het bepalen van wekelijkse verdamping op basis van een thermische momentopname) en het doen van voorspellingen op basis van de meest recent waargenomen condities. In modelinstrumentaria kunnen remote sensing observaties worden geassimileerd om zo dynamisch te corrigeren voor de waargenomen condities.

Tabel 1 geeft een overzicht van de belangrijkste eigenschappen van de verschillende bestaande remote sensing platforms. Hieronder worden de verschillende platforms in meer detail besproken.

TABEL 1 **OVERZICHT VAN VERSCHILLENDE REMOTE SENSING PLATFORMS EN HUN BELANGRIJKSTE EIGENSCHAPPEN (GEBASEERD OP: STOWA, 2015)**

	Inzetbaar in urbaan / ruraal gebied	Invloed weer op inzet	Waarneming bovengrond / ondergrond	Schaalniveau	Invloed in planning / stuurbaarheid	Toepasbaar in moeilijk bereikbaar gebied
Satelliet	Beide	Geen	Bovengrond	Groot	Geen	Hoog
Vliegtuig / helikopter	Beide	Weinig	Bovengrond	Groot	Veel	Hoog
Drones	Ruraal	Veel	Bovengrond	Klein	Veel	Hoog
Ground-based	Beide	Geen	Ondergrond	Zeer klein (punt)	NVT	Laag
Visuele inspectie	Beide	Geen	Beide	Klein	Zeer veel	Laag

2.2.1 SATELLIETEN

Er is een grote verscheidenheid aan sensoren aan boord van satellieten die tal van relevante informatie leveren voor waterbeheer. Deze kunnen worden onderverdeeld in optische, thermische en microgolven instrumenten. Optische instrumenten ontvangen zonlicht gereflecteerd door objecten of het aardoppervlak, en kunnen derhalve alleen gedurende de dag worden gebruikt. Thermische sensoren registreren de warmtestraling die door het aardoppervlak wordt uitgezonden. Sensoren die microgolven waarnemen kunnen verder worden onderverdeeld in passieve en actieve instrumenten. Het fundamentele verschil tussen deze twee technieken is dat actieve sensoren als radar, in tegenstelling tot passieve radiometers, zelf straling uitzenden en de terugkaatsing meten. Een voordeel van instrumenten gebaseerd op microgolven is dat metingen onder bewolkte omstandigheden kunnen worden gedaan. Daar staat tegenover dat het weerkaatste signaal beïnvloed wordt door een groot aantal variabelen, die de interpretatie ervan relatief complex maken.

Belangrijke bronnen van optische informatie in het publieke domein zijn bijvoorbeeld het Landsat programma en de MODIS sensor, waarvan de data al jarenlang door Amerikaanse instituten als USGS en NASA wordt verspreid. ALOS-PALSAR is een voorbeeld van een veelgebruikte radar satelliet met vrij beschikbare data. Optische data op hoge resolutie (< 5m) van satellieten als SPOT, RapidEye en WorldView zijn met name tegen betaling verkrijgbaar bij commerciële partijen, net als bijvoorbeeld RADARSAT-2 data. Een deel van deze data wordt momenteel door de Nederlandse overheid ingekocht en aan de value-adding industrie ter beschikking gesteld via het Nationale Satellietdataportaal. Het voert te ver om hier het grote aanbod van satellieten en sensoren in detail te bespreken. ITC Enschede beheert een database met de eigenschappen van een groot aantal satellieten: *https://www.itc.nl/research/products/sensordb/searchsat.aspx*

De ruwe data van de hiervoor genoemde satellieten kan voor vele doeleinden worden ingezet, maar in de meeste gevallen is hier nog een aantal bewerkingsslagen voor nodig. Met name voor MODIS worden afgeleide producten als vegetatie-indices en verdamping vrij aangeboden. Daarnaast zijn globale datasets van met remote sensing waargenomen neerslag (TRMM, CHIRPS, CMORPH) en bodemvochtgehalte (ASCAT, SMAP, AMSR2) vrij beschikbaar, echter op veel grovere resoluties (5-25 km). Onderscheid kan worden gemaakt tussen ‘satellite-observed’ informatieproducten (bv. een vegetatie-index) en ‘satellite-based’ informatieproducten (bv. verdamping), waarbij de laatste categorie niet gebaseerd is op directe metingen maar een zekere aanvullende modelcomponent noodzakelijk is.

Zeer recent is het aanbod van satellietdata verder uitgebreid in het kader van het Europese Copernicus programma, De lancering van de satellieten Sentinel 1A (radar) en Sentinel 2A (optisch) betekent de start van een veelbelovende, vrij beschikbare datastroom, met een resolutie van ~10 meter en overkomsten elke 12 (S1A) en 10 (S2A) dagen. Met de voorziene lancering van meer Sentinel satellieten zal de periode tussen overkomsten nog verder worden gereduceerd. De verwachting is dat het Sentinel-programma de benodigde informatie gaat leveren om de Copernicus-doelen te bereiken, inclusief informatievoorziening voor beleidsmakers ter beslissingsondersteuning, monitoring en evaluatie.

2.2.2 DRONES

Drones kunnen worden onderverdeeld in multicopter en fixed-wing toestellen, elk met hun eigen voor- en nadelen. Na vooral te zijn ingezet voor militaire doeleinden, is de laatste jaren de civiele inzet enorm. Huidige generaties drones zijn op afstand bestuurbaar en meestal voorgeprogrammeerd. De meeste nadruk ligt nog steeds op het waarnemen van objecten (masten, torens, industriële complexen, festiviteiten), maar geleidelijk krijgt ook het monitoren van landoppervlak meer aandacht.

Ten opzichte van satellieten hebben drones een aantal voordelen. Ten eerste zijn ze flexibel inzetbaar en kan er (bijvoorbeeld in het geval van een calamiteit) op korte termijn een vlucht worden georganiseerd. Daarnaast is de ruimtelijke resolutie zeer hoog (in de orde van 5 cm), wat geheel nieuwe toepassingen mogelijk maakt. Een derde voordeel is het vliegen onder de wolken, waardoor ook onder bewolkte omstandigheden goede beelden met kortere golflengtes kunnen worden verkregen.

Er zijn echter ook nadelen gekoppeld aan de inzet van drones. Zowel juridische als technische restricties zorgen ervoor dat op dit moment geen grote arealen kunnen worden ingevlogen. Financieel is de inzet van drones nog relatief kostbaar, hoewel dit momenteel snel verandert. Daarnaast kunnen drones slechts een beperkt gewicht met zich meedragen, wat restricties stelt aan de sensor. In de praktijk wordt daarom voornamelijk gevlogen met sensoren die waarnemingen doen in het zichtbare en nabij-infrarode deel van het spectrum, alhoewel ook de eerste proeven met thermische sensoren worden gedaan.

Ondanks deze beperkingen worden drones sinds enkele jaren ingezet voor een grote verscheidenheid aan toepassingen. Zo kunnen hoogtemodellen op basis van drones vanwege de hoge resolutie worden ingezet voor inspectie van waterkeringen en het constateren van deformaties. Hoge-resolutie vegetatieclassificaties, monitoring van algengroei en inzet tbv precisielandbouw behoren eveneens tot de mogelijkheden. Nieuwe kansen voor inzet van drones worden continu verkend.

2.2.3 VLIEGTUIGEN

Bemande vliegtuigen kunnen eveneens worden ingezet om remote sensing beelden te vergaren. Deze vliegtuigen kunnen worden uitgerust met zogeheten hyperspectrale sensoren, zoals bv de APEX sensor (*http://www.apex-esa.org/*). Met dergelijke sensoren wordt informatie in honderden banden opgenomen, wat het mogelijk maakt om zeer gedetailleerd de spectrale signaturen in kaart te brengen. Dergelijke sensoren kunnen vanwege hun gewicht en formaat niet aan drones worden gekoppeld. Daarnaast worden vliegtuigen ook gebruikt voor de inwinning van drie-dimensionale terreingegevens door middel van laser-altimetrie (Lidar), op ruimtelijke schalen die voor drones momenteel niet te realiseren zijn. Naast vliegtuigen worden ook bemande helikopters in deze categorie gerekend.

Hoewel een vliegtuig of helikopter kwalitatief hoogwaardige sensoren bevat, en net als een drone op aanvraag kan worden ingezet en geen hinder van bewolking ondervindt, wordt deze mogelijkheid voor het opnemen van remote sensing data minder vaak gebruikt. De meeste voorbeelden zijn vooralsnog te vinden binnen grote onderzoeksprojecten, wat verklaard kan worden door de hoge kosten die verbonden zijn aan het inschakelen van bemande vliegtuigen.

2.2.4 GROUND-BASED

Als laatste categorie wordt in deze studie de ground-based remote sensing onderscheiden. Hiermee kunnen met name atmosferische processen, en de interactie tussen aardoppervlak en atmosfeer, worden gekwantificeerd. Een interessante ontwikkeling in dit kader is LoRaWAN (*thethingsnetwork.org*), een snel groeiende communicatietechnologie die ideaal is voor netwerken van sensoren, waarin Nederland leidend is.

Ground-based toepassingen worden in deze inventarisatie voornamelijk meegenomen als mogelijkheden voor validatie en kalibratie van andere, vlakdekkende informatieproducten.

3

SAMENVATTING INFORMATIEBEHOEFTE BIJ DE WATERSCHAPPEN

Na de voorgaande bespreking van de potentie van remote sensing vanuit technologisch perspectief, is het relevant te focussen op de daadwerkelijke informatiebehoefte die bestaat bij de Nederlandse waterschappen in de uitvoering van het beheer van waterkwantiteit, waterkwaliteit en waterkeringen. Hiertoe is een inventarisatie uitgevoerd van bestaande documenten en rapporten. De informatievraag bij de waterschappen wordt hieronder besproken in het kader van toepassingen voor operationele, tactische en strategische inzet in het waterbeheer.

3.1 OPERATIONELE INZET ("STUREN IN HET NU")

Met operationeel waterbeheer wordt hier de sturing van het watersysteem bedoeld die in een tijdsbestek van enkele uren tot enkele dagen plaatsvindt. Tactische en strategische overwegingen worden hierin meegenomen via kaderstellende regels en richtlijnen. Een belangrijk deel van de activiteiten van de waterschappen op deze tijdsschaal heeft betrekking op het operationeel peilbeheer. Om het optreden van schade door droogte of wateroverlast te voorkomen, wordt binnen een peilvak een winter- en zomerpeil gehandhaafd met inachtneming van bepaalde marges. Wanneer de beschikbare afvoercapaciteit onvoldoende is wordt de bergingscapaciteit in de bodem benut, en bij verwachte wateroverlast wil een waterschap zoveel mogelijk anticiperen d.m.v. peilverlaging. Wanneer een neerslagtekort wordt verwacht is het nodig om water in te laten voor peilhandhaving, waarbij in een langdurig droge periode de veredeling van het beperkte water plaatsvindt volgens een verdringingsreeks (Rijnland, 2008).

Om het operationele peilbeheer te ondersteunen is het noodzakelijk om inzicht te hebben in de actuele situatie van waterbeschikbaarheid en watervraag, zowel op lokale als regionale schaal. Dit vereist ruimtelijke, kwantitatieve informatie van de verschillende componenten van de waterbalans, die frequent dient te worden ververst en zoveel mogelijk up-to-date is. Deze informatie kan dienen als basis voor sturing met als doel het garanderen van waterveiligheid en het bieden van voldoende water voor de diverse gebruiksfuncties van een beheergebied. Aan twee informatietypen bestaat de grootste behoefte: bodemvocht en verdampingstekort (NSO, 2015 en ESA, 2012).

Kennis van het bodemvochtgehalte is essentieel voor het bepalen van de actuele bergingscapaciteit van de bodem. Dit heeft bijvoorbeeld toegevoegde waarde bij de overgang van zomer- naar winterpeil (en vice versa), ten opzichte van peilverandering op een vaste datum. Specifiek voor veenweidegebieden bestaat er een grote behoefte om te sturen op bodemvocht (STOWA, 2013), aangezien door middel van tijdige onderwaterdrainage bodemdaling en oxidatie kan worden gereduceerd. Gewenst is dat de informatie op dagelijkse basis beschik-

baar is met een vertraging van maximaal één dag, als gebiedsdekkend grid met een ruimtelijke resolutie van minimaal het oppervlak achter een stuw (Witteveen+Bos en HKV, 2016), zo'n 250 x 250 meter of nauwkeuriger.

Actuele verdamping is, na neerslag, voor de meeste gebieden in Nederland de belangrijkste component van waterbalans. Ruimtelijke, kwantitatieve informatie van verdamping geeft aan in hoeverre welke functies door het operationele waterbeheer worden bediend. Het verdampingstekort kan voor landbouw- en natuurgebieden worden gezien als indicator voor het optreden van droogtestress en (dus) schade. Het verdampingstekort is gedefinieerd als het verschil tussen potentiële en actuele verdamping van het aanwezige landgebruik, en wordt veroorzaakt door suboptimale vochtcondities in de wortelzone. Aangezien het verdampingstekort betrekking heeft op de actueel aanwezige vegetatie zit gewasgroei hierin impliciet verwerkt. Voor landbouwgewassen betekent een verdampingstekort dat opbrengstverlies optreedt. Inzicht in het actuele verdampingstekort zou dus gebruikt kunnen worden in operationele peilsturing en beregeningsbeleid. Gewenst is dat de informatie op dagelijkse basis beschikbaar is met een vertraging van maximaal één dag, als gebiedsdekkend grid met een ruimtelijke resolutie van minimaal het oppervlak achter een stuw (Witteveen+Bos en HKV, 2016), zo'n 250 x 250 meter of nauwkeuriger.

Het bovenstaande dient te worden aangevuld met de notie dat, voor sturing in het hier en nu, remote sensing informatie alleen niet voldoet. Om te kunnen anticiperen is het noodzakelijk om momentopnamen uit het recente verleden te koppelen aan voorspellingen over de nabije toekomst, wat betekent dat er behoefte is aan een integratie met modellen (STOWA, 2013). Dit is bijvoorbeeld relevant voor de vraag of stuwen in het voorjaar moeten worden verhoogd om zodoende zoveel mogelijk water te conserveren. Gebeurt dit te vroeg dan is er kans op wateroverlast op landbouwpercelen, gebeurt dit te laat dan wordt er (te) weinig water geconserveerd. Van Andel (2009) beschrijft een toepassing van real-time monitoring (b.v. d.m.v. remote sensing) en ensemble weersvoorspellingen waarbij de actuele situatie werd gesimuleerd, met gebruik making van historische voorspellingen (hindcasting). Daarmee zijn vervolgens what-if analyses zijn uitgevoerd (wat als de waterbeheerder zou hebben beschikt over weerensembles), welke voor een case study bij Rijnland aangeven dat het zogenaamde *anticipatory water management* had geleid tot een kostenbesparing van 30%.

Naast de informatievraag ter ondersteuning van peilbeheer is er ook behoefte aan operationele monitoring van waterkwaliteit en ecologie, langs de kust betreft dit ook verzilting (SATWATER, 2015). Geconstateerd is bijvoorbeeld dat zwemplassen vaak onnodig lang dicht zijn, wat voorkomen kan worden met een operationeel monitorings- en voorspellingssysteem van het voorkomen van blauwalgen (bron: communicatie Waterschap Noorderzijlvest). Ook is er interesse in het monitoren van nutriëntenontwikkeling en zuurstofgehalte van wateren (Regge en Dinkel, 2013) en het voorkomen van exoten en de bedekkinggraad van waterplanten (communicatie HDSR). Net als voor toepassingen op het gebied van waterkwantiteit geldt dat ook voor besluitvorming op het gebied van waterkwaliteit behoefte is aan een geïntegreerd systeem met zowel waarnemingen als modellen.

3.2 TACTISCHE INZET ("LEREN UIT HET VERLEDEN")

Tactisch waterbeheer gaat veelal om analyse en evaluatie van eerdere gebeurtenissen en loopt dus altijd achter op het nu. Processen binnen het tactisch waterbeheer vinden typisch plaats in een tijdsbestek van weken tot enkele jaren.

De informatiebehoefte voor tactisch peilbeheer is minimaal zo groot als die voor het operationeel peilbeheer (STOWA, 2013). Hierbij gaat het om historische tijdseries van locaties en kaartbeelden, die statistisch geanalyseerd kunnen worden om te bepalen hoe vaak een gebeurtenis heeft opgetreden, wat de invloed van evt. maatregelen is geweest, en/of wat er op korte termijn dient te worden veranderd. Hiertoe dient de waterbalans sluitend te worden gekregen, waarbij met name de actuele verdamping vaak een onzekere post is. Verdamping is moeilijk te meten in het veld en er zijn nog geen gevestigde producten zoals die voor bijvoorbeeld neerslag wel bestaan. Een tijdreeks van ruimtelijke, kwantitatieve actuele verdamping is aan de ene kant belangrijk bij het opstellen van maatregelen voor wateraanvoer, maar bijvoorbeeld ook noodzakelijk voor stofstroom analyses voor de KRW. Een verkeerde inschatting van verdamping leidt tot onder- dan wel overschatting van andere bronnen in water- en stoffenbalansen, met onzekerheid in de effectiviteit van brongerichte maatregelen tot gevolg (STOWA, 2009). Om analyses uit te voeren met voldoende detail in tijd en ruimte zijn de gewenste temporele en ruimtelijke resolute van kaartlagen van verdamping en bodemvocht voor tactisch peilbeheer gelijk aan die in het operationele peilbeheer, met een beschikbaarheid voor meerdere jaren in het verleden.

In het waterkeringenbeheer bestaat de behoefte om regelmatig de staat van de keringen te monitoren en eventuele anomalieën tijdig te constateren (STOWA, 2015). Tabel 2 geeft een overzicht van de verschillende 'faalmechanismen' die de waterkeringenbeheerder wenst te kunnen signaleren en de eigenschappen van de waterkering die door elk van de faalmechanismen wordt aangetast (Swartvast, 2007). Concreet bestaat de vraag naar regelmatige waarnemingen van deze eigenschappen, zoals bijvoorbeeld dijkhoogte, volume, vegetatiebedekking, en het voorkomen van kwel. Dergelijke informatie kan worden verzameld als onderdeel van de voorjaars- of najaarsschouw (Waternet, 2015a), maar er is ook vraag naar waarnemingen op aanvraag in het geval van bijzondere omstandigheden of calamiteiten. Gezien de grootte en vorm van de waterkeringen is een zeer hoge resolutie (in de orde van centimeters) noodzakelijk. Behoefte aan vergelijkbare informatie bestaat bijvoorbeeld bij het inspecteren van andere infrastructuur, zoals gemalen (Waternet 2015b) en meetinstrumenten (STOWA, 2013). In het geval van calamiteiten bestaat er een algemene behoefte aan ruimtelijke vastlegging van de locatie en directe omgeving van een calamiteit, tijdens (of zo snel mogelijk na) het optreden van een calamiteit (Ecoflight, 2012).

TABEL 2 **FAALMECHANISMEN IN RELATIE TOT BASISELEMENTEN VAN WATERKERINGEN (BRON: SWARTVAST, 2007)**

	Basiselementen	Hoogte	Helling	Type bekleding	Kwaliteit bekleding	Opbouw dijkkern	Ondergrond	Inhomogeniteit	Doorlatendheid	Grondsterkte
Nr	**Faalmechanisme**									
1	Overloop	●								
2	Overslag	●	●	●						
3	Macro-instabiliteit binnentalud	●	●			●	●		●	●
4	Macro-instabiliteit buitentalud	●	●			●	●		●	●
5	Horizontaal afschuiven	●	●				●			●
6	Erosie binnen/kruin		●	●	●					
7	Erosie bekleding buitentalud			●	●					
8	Micro-instabiliteit			●	●	●				
9	Piping						●	●	●	
10	Heave						●	●	●	
11	Opbarsten						●	●	●	
12	Zettingsvloeiing						●	●	●	
13	Beschadiging			●	●	●				

Voor het schouwen van watergangen en het modelleren van het watersysteem is het van belang te weten hoe diep een watergang is. Dergelijke kennis kan ook worden gebruikt voor het bepalen van de ecologische potentie van een watergang. Specifiek bestaat de behoefte aan ontwikkeling van meetinstrumenten op basis van gele laseraltimetrie voor het karteren van de relatief ondiepe watergangen in het binnenlandse watersysteem (n.a.v. een pilot uitgevoerd door Waternet, HDSR en HWH).

Twee informatiebehoeften die hierboven niet aan de orde zijn gekomen hebben betrekking op het opsporen van lozingen (SAT-WATER, 2014) en het karteren van waterplanten (STOWA, 2002). Ook voor deze behoeften geldt dat, gezien de typische dimensies van waterlopen, een hoge ruimtelijke resolutie noodzakelijk is.

3.3 STRATEGISCHE INZET ("PLANNEN OP DE LANGE TERMIJN")

De grens tussen tactisch en strategisch waterbeheer is niet in alle gebruikte bronnen op dezelfde manier gedefinieerd. In dit rapport worden onder strategisch beheer de beleidskeuzes verstaan die gemaakt worden voor een periode van 5 jaar of langer, vaak in een breder kader dan waterbeheer alleen. Hieronder worden enkele voorbeelden gegeven van informatiebehoeften bij waterschappen t.a.v. processen die zich op deze tijdschaal afspelen.

Elke 10 jaar is het waterschap verplicht om via de peilbesluiten een waterpeil vast te stellen voor peilgebieden of peilvakken: het streefpeil, wat aan het eind van het GGOR proces wordt vastgelegd. Dit peil wordt bepaald samen met de belanghebbenden in het gebied bepaald, op basis van de diverse functies (landbouw, industrie, woningen) (Aa en Maas, 2015). Een vlakdekkende, kwantitatieve analyse van de regionale waterbalans voor de voorgaande periode van 10 jaar (of langer) biedt een waterschap waardevolle inzichten om een nieuw streefpeil vast te stellen. Zo kan bijvoorbeeld het effect van veranderingen in landgebruik en klimaat op de waterbalans worden onderzocht en verwerkt in nieuw beleid.

Bodemdaling is een proces op de lange termijn waarin waterschappen meer inzicht behoeven, met name in relatie tot de waterhuishouding (NSO, 2015). Met name veenbodems dalen continu, wat leidt tot een relatieve stijging van het peil van grond- en oppervlaktewater en daarmee gepaard gaande schade aan funderingen en infrastructuur. Een periodieke update van hoogtemodellen op hoge resolutie (bijvoorbeeld jaarlijks) geeft inzicht in de problematiek en helpt bij het afstemmen van het peilbeheer hierop, alsmede het identificeren van locaties waar maatregelen noodzakelijk zijn.

Inundaties worden door het waterschap getoetst aan een vastgestelde normenkaart (Regge en Dinkel, 2013). Eventuele wateroverlastsituaties dienen 6-jaarlijks te worden getoetst aan deze normen. Dit met het oog op de klimaatverandering. Het is een idee om op basis van beschikbare remote sensing beelden een gebiedsdekkende overstromingsfrequentiekaart te maken. Deze kaart kan de waterbeheerder helpen te beoordelen of het watersysteem nog 'op orde' is; oftewel, of de mate van wateroverlast blijft binnen de als 'acceptabel' gedefinieerde kaders. Hiervoor is een tijdserie van regionale kaarten noodzakelijk die de grootte van het geïnundeerde gebied weergeven tijdens calamiteiten, op dagbasis of vaker.

Door klimaatverandering wordt hittestress in stedelijk gebied steeds actueler en belangrijker (Regge en Dinkel, 2013). Hier is een link met de Stedelijke Wateropgave van de waterschappen. Er is behoefte aan de lokalisering van hotspots, zodat relaties kunnen worden gelegd met inrichtingsfactoren als groen, oppervlaktewater en waterkwaliteit. Kennis hierover kan van toegevoegde waarde zijn bij de (her)inrichting van het stedelijke gebied. Daarnaast kan de ontwikkeling van hittestress in de tijd (tijdens een langere droge periode, maar ook in de loop der jaren/decennia) ook een belangwekkend issue zijn. Met name de relevantie en de bewustwording van dit onderwerp kan hiermee helder worden gemaakt. Hiervoor is langjarige ruimtelijke informatie nodig van de oppervlaktetemperatuur. Gezien de typische ruimtelijke dimensies van stedelijk gebied is de gewenste pixelgrootte van deze informatie maximaal 100 x 100 m.

In een eerdere studie (Ecoflight, 2012) is vastgesteld dat behoefte bestaat aan een al dan niet interactieve 3D-representatie van het huidige landschap ten behoeve van ruimtelijke inrichtingsprojecten, voor beter overzicht en inzicht in huidige knelpunten en ontwikkelkansen. Met behulp van 3D informatie kan sneller en meer inzicht worden gegeven in i) de huidige situatie (en daarmee de aanleiding of redenen voor de ruimtelijke aanpassing) en ii) de ruimtelijke plannen zelf. In ruimtelijke inrichtingsprojecten is het voor het verkrijgen van draagvlak vanuit de lokale bewoners van essentieel belang om zo gedetailleerd mogelijk inzichtelijk te maken waarom welke ruimtelijke ingrepen op specifieke locaties dienen plaats te vinden en hoe de directe omgeving er na de ingrepen zal gaan uitzien. Hiervoor zijn hogeresolutie (+/- 5cm) beelden nodig in het zichtbare deel van het spectrum, in combinatie met een gedetailleerd hoogtemodel (zoals bijvoorbeeld het AHN 2).

4

OVERZICHT VAN INFORMATIEPRODUCTEN

4.1 NEDERLANDSE AANBIEDERS

In deze inventarisatie zijn in totaal 64 partijen benaderd (zie Bijlage I). Naast commerciële bedrijven zijn hierin ook onderzoeksinstituten, universiteiten, stichtingen en ZZP-ers meegenomen. Deze partijen begeven zich op verschillende delen van de informatieketen, die loopt van het ontwikkelen en inzetten van platforms en sensoren tot aan het ontsluiten van informatie voor eindgebruikers.

Deze verkenning beperkt zich tot concrete informatieproducten die door Nederlandse aanbieders aan de waterschappen kunnen worden aangeboden. Hierin worden ook producten meegenomen die nog niet volledig zijn doorontwikkeld en waarvoor verdere innovatieslagen noodzakelijk zijn, om op deze manier een zo compleet mogelijk beeld van het huidige aanbod te kunnen schetsen en een doorkijk te geven naar wat er in de nabije toekomst (de komende vijf jaar) kan worden verwacht.

De eigenschappen die per product in kaart zijn gebracht worden in Bijlage II toegelicht. Met uitzondering van de in Hoofdstuk 5 (tabel 8) beschreven criteria (vervangbaarheid, uniciteit, kosteneffectiviteit, tijdigheid en validiteit) is alle in dit rapport gepresenteerde informatie direct overgenomen uit de door de aanbieders geleverde informatie. Marktgevoelige informatie zoals prijsindicaties, waar aangegeven door de aanbieders, is wel verzameld maar is niet in deze openbare rapportage opgenomen.

De ontvangen gegevens van de (markt)partijen zijn 1-op-1 overgenomen in deze rapportage. Wij zijn ons ervan bewust dat mede hierdoor niet alle verzamelde informatie, zoals bijvoorbeeld het aangegeven Technology Readiness Level of Market Readiness Level, volledig of objectief is. De resultaten van deze studie dienen dan ook gezien te worden als een eerste indicatief overzicht van informatieproducten op basis van remote sensing.

4.1.1 OVERZICHT VAN PRODUCTEN

In totaal zijn op basis van respons van 37 partijen 120 verschillende informatieproducten op basis van remote sensing in kaart gebracht. Tabel 3 geeft een overzicht van deze producten en aanbieders. Om een duidelijk overzicht te kunnen bieden zijn de producten gesorteerd op informatietype. Enkele producten worden door consortia aangeboden en de bijbehorende eigenschappen zijn derhalve door meerdere individuele aanbieders aangeleverd; deze producten zijn samengevoegd.

TABEL 3 **OVERZICHT VAN INFORMATIEPRODUCTEN OP BASIS VAN REMOTE SENSING, GEORDEND OP INFORMATIETYPE**

Productgroep	Naam	Leveranciers
Bodemvocht	Actuele en verwachte bodemberging	HydroLogic
	Beregeningsalarm	NEO
	Bodemvocht	VanderSat B.V.
	Bodemvocht	FutureWater
	Bodemvocht	ITC
	Bodemvocht	VanderSat B.V.
	Droogte index veenkades	Dijk Monitoring Nederland (DMN)
	Droogtescan	Miramap BV
	DRYMON	NEO
	Vochtreserve	NEO
Inundatie	Flood Extent & Duration mapping	TerraSphere
	Flood maps	Deltares
	Inundatie-product	VanderSat B.V.
	Overstromingen	ITC
	Overstromingsoppervlak	Shore Monitoring & Research
	Plas - dras	SarVision (SVGS), Nelen&Dchuurmans
	Plas/dras	NEO
	Wetland Monitoring	TerraSphere
Landgebruik en vegetatietype	Bodemgebruik	Shore Monitoring & Research
	Dokter Verharding	NEO
	Gewastype	SarVision (SVGS), Nelen&Schuurmans
	Kartering vegetatie uiterwaarden	Bureau Waardenburg
	Landgebruik	Nelen&Schuurmans
	LGN7	Alterra
	World Landcover	Nelen&Schuurmans
Neerslag	10 daagse weersverwachtingen	HydroLogic
	Nationale Regenradar	Royal HaskoningDHV, Nelen&Schuurmans
	Neerslag	EARS
	Neerslagtekort	HydroLogic
	World TRMM rain	Nelen&Schuurmans
Temperatuur en straling	Bodemtemperatuur	VanderSat B.V.
	Globale straling	EARS
	Hittestress	Nelen&Schuurmans
	Lucht- en oppervlakte temperatuur	EARS
	Oppervlakte-temperatuur	VanderSat B.V.
	Temperatuur	Shore Monitoring & Research

Terreinhoogte en morfologie	3D modelling data	DronePoint
	AHN2 maaiveld	Nelen&Schuurmans
	AHN2 ruw	Nelen&Schuurmans
	Bodemhoogte	Shore Monitoring & Research
	Bodemhoogte	Shore Monitoring & Research
	Geulpatronen kwelders	Dijk Monitoring Nederland (DMN)
	OHN	Alterra
	Ultra hoge resolutie hoogte kaarten	HiView
	Voorkomen Landschapselementen	NEO
	World DEM	Nelen&Schuurmans
	Zandmotor monitoring morfologie	Deltares
Toestand waterkeringen	Deformatie metingen waterkeringen	Dijk Monitoring Nederland (DMN)
	Dijk Monitoring Nederland - Ortho	Dijk Monitoring Nederland (DMN)
	Dijk Monitoring Nederland - Optisch	Dijk Monitoring Nederland (DMN)
	Dijk Monitoring Nederland - LIDAR	Dijk Monitoring Nederland (DMN)
	Droge / Natte plekken waterkeringen	Down2Earth Sensing
	Duin/dijkvolumes	Shore Monitoring & Research
	Geautomatiseerde toets Niet Waterkerende Objecten (NWO's)	Dijk Monitoring Nederland (DMN)
	Hoogte waterkeringen	Down2Earth Sensing
	InSAR	SkyGeo
	Inspecties	DronePoint
	Onderhoud / inrichting / inspectie watersystemen	Down2Earth Sensing
	Onderhoud / inspectie waterkeringen	Down2Earth Sensing
	Piping & kwel detectie	Dijk Monitoring Nederland (DMN)
	Piping detection	Deltares
	Roames Virtual World Asset Management	Fugro Geospatial
	SATSignals	NEO
	Schouw	DronePoint
	Software FLI-MAP Analyst	Fugro GeoServices B.V.
Vegetatiebedekking en -groei	Analyse bos- en struweelontwikkeling	Bureau Waardenburg
	Actuele biomassaproductie	eLEAF
	Bedekking boezemwatergangen	Bureau Waardenburg
	Biomass Index mapping	TerraSphere
	Boomregister	NEO
	CROPMON	NEO
	Cropyield forecasting	Alterra
	Gewasgroei	SarVision (SVGS), Nelen&Schuurmans
	GroenMonitor	Alterra
	Maairegime	NEO
	Monitor ecologische overs	NEO
	Oogstregime	NEO
	Subsidiabilitieit	NEO
	Ultra hoge resolutie vegetatie classificatie	HiView
	Ultra hoge resolutie vegetatie index (NDVI) monitoring	HiView
	Vegetatie	Down2Earth Sensing
	Vegetatiehoogte	Shore Monitoring & Research
	Vegetatieindex	NEO
	Vegetatieontwikkeling nat en droog	BlueLeg Monitor, Water Insight
	Water vegetatie	Deltares
	Ziektedrukmeter	Waterwatch Solutions

Verdamping	Actuele verdamping	eLEAF
	ETMonitor	Alterra
	Potentiele verdamping	eLEAF
	Satelliet, radar, optische data verdamping	Deltares
	Verdamping	ITC
	Verdamping	EARS
	Verdampingstekort	eLEAF
Waterkwaliteit	Algen ontwikkeling	Down2Earth Sensing
	Blauwalgen	BlueLeg Monitor, Water Insight
	Blue-green algea	ITC
	Chlorofyl, zwevend stof en doorzicht	Deltares
	Chlorofyl-a	BlueLeg Monitor, Water Insight
	Doorzicht/secchi depth/extinctie coefficient	BlueLeg Monitor, Water Insight
	Fycocyanine	BlueLeg Monitor, Water Insight
	Kleur oppervlaktewateren	Deltares
	Lozingen	Shore Monitoring & Research
	Varende drones (KPP) voor waterkwaliteitsmetingen	Deltares
	Water quality variabels: turbidity and algea	ITC
	Zoutgehalten grondwater	Deltares
	Zwevend stof	BlueLeg Monitor, Water Insight
Algemeen	FLI-MAP	Fugro Geospatial
	Kleurenbeeld	BlueLeg Monitor, Water Insight
	Operationalisatie	HSS
	Satellietbeelden	Fugro Geospatial
	UAV-facility	WUR/Alterra
	Basislaag Nederland	Geoserve
Overig	Bodemkaart	Nelen&Schuurmans
	Bodemsaliniteit	VanderSat B.V.
	Componenten Waterbalans	RWS, Deltares
	Emergency response	Geoserve
	Handhavingsapp	NEO
	VTH	DronePoint
	Watergehalte van vegetatie	VanderSat B.V.

4.1.2 STATISTIEKEN

Om inzicht te bieden in de verkregen database van informatieproducten wordt hieronder een aantal statistieken gegeven.

In Tabel 4 is aangegeven hoeveel informatieproducten in deze verkenning zijn beschreven, voor de toepassingscategorieën zoals die door de waterschappen worden gehanteerd. Wat opvalt is dat voor de categorieën ‘begroeiing’ en ‘beheer en onderhoud’ de meeste informatieproducten beschikbaar zijn, respectievelijk 62 en 61. De minste producten vallen in de categorie ‘waterkwaliteit en ecologie’ (33). Ondanks dit verschil is voor alle toepassingscategorieën een substantieel aantal producten beschikbaar.

De meeste informatieproducten komen tot stand op basis van satellietdata (Tabel 5), gevolgd door drones. Zoals verwacht is het aantal producten dat gebruik maakt van data van sensoren aan bemande vliegtuigen klein. Respectievelijk 29 en 27 producten maken gebruik van ground-based observaties en modelsimulaties, maar deze zijn in de meeste gevallen

aanvullend aan satellietdata. In totaal biedt 85% van de producten kwantitatieve informatie aan de eindgebruiker (Figuur 2).

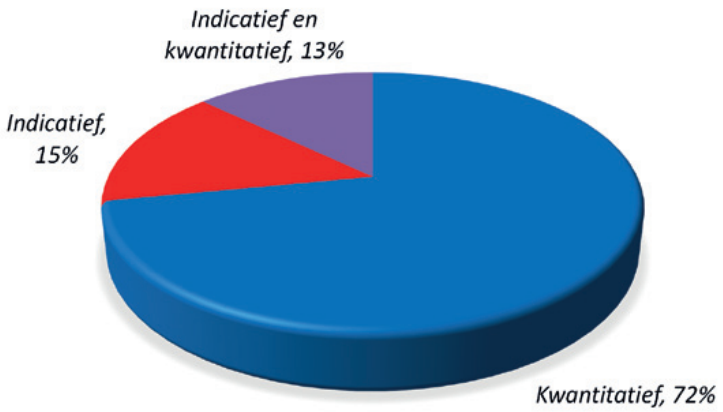
TABEL 4 AANTAL INFORMATIEPRODUCTEN PER *TOEPASSINGSCATEGORIE*

Categorie	Aantal
Keringen	39
Oppervlaktewater	44
Bodem en grondwater	40
Waterkwaliteit en ecologie	33
Begroeiing	61
Beheer en onderhoud	62
Wateroverlast	44
Droogte	51

TABEL 5 AANTAL INFORMATIEPRODUCTEN PER PLATFORM

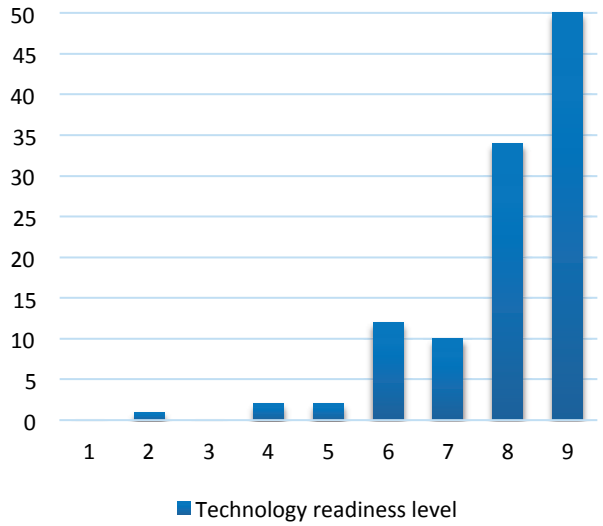
Oorsprong data	Aantal
Satelliet	71
Vliegtuig	18
Drone	36
Ground-based	29
Model	27

FIGUUR 2 PERCENTAGES VAN KWANTITATIEVE EN INDICATIEVE INFORMATIEPRODUCTEN



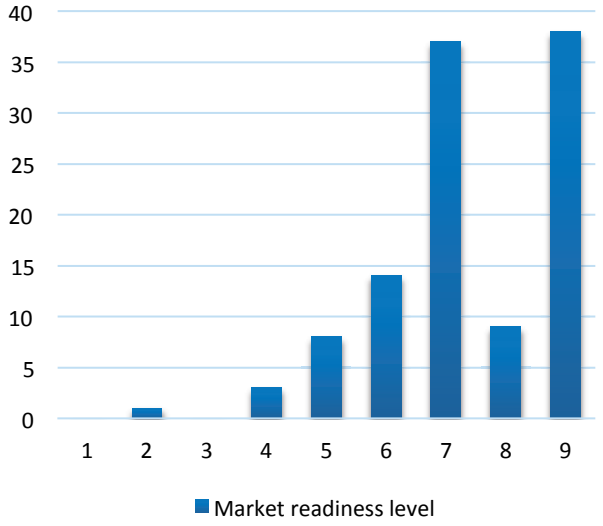
Figuur 3 is een weergave van het Technology Readiness Level (TRL) dat door de aanbieders is toegekend aan hun informatieproducten. In enkele gevallen zijn waarden van 10 gerapporteerd, deze zijn als 9 meegeteld in deze grafiek. Te zien is dat een groot aantal producten een waarde van 9 heeft meegekregen, wat betekent dat deze producten zich volledig hebben bewezen middels operaties. Hierbij moet worden aangetekend dat aan een aantal producten de maximale waarden wordt toegekend, terwijl in de factsheets ook technische verbeterslagen worden aangegeven. Met andere woorden, ook voor bewezen producten zijn concrete acties aan te geven die de kwaliteit van het product verder kunnen verhogen.

FIGUUR 3 **AANTAL INFORMATIEPRODUCTEN PER TECHNOLOGY READINESS LEVEL**



Het Market Readiness Level (MRL) (Figuur 4) is een waarde tussen 1 en 9 die aangeeft in hoeverre een product commercieel vermarkt wordt (m.a.w., in hoeverre er betalende eindgebruikers zijn). Wat opvalt is dat er, naast de gevestigde producten met waarde 9, een groot aantal producten waarde 7 krijgt. Voor deze producten dient nog een slag gemaakt te worden. Veelgenoemde stappen in dit kader zijn het opzetten van een platform / viewer voor ontsluiting van het product, het opzetten van een service desk, en verdere afstemming op de concrete vraag van de (potentiële) klant.

FIGUUR 4 **AANTAL *INFORMATIEPRODUCTEN* PER MARKET READINESS LEVEL**



4.1.3 INGANGEN VOOR DOORZOEKEN VAN DATABASE

Van alle in Tabel 3 opgenomen producten zijn in Bijlage IV bij dit rapport A4-factsheets opgenomen. Deze bevatten de producteigenschappen zoals ze zijn doorgegeven door de aanbieders, behoudens enkele aanpassingen in stijl en spelling. Niet alle velden zijn voor alle producten ingevuld, lege velden zijn ook in deze factsheets leeg gelaten. Om het doorzoeken van deze database makkelijker te maken worden in Bijlage III zes verschillende ingangen geboden: op aanbieder, op toepassingscategorie, op type inzet (strategisch, tactisch, operationeel), op data-oorsprong (drones, vliegtuig, satelliet, ground-based, model), op technology readiness level, en op market readiness level.

4.2 INTERNATIONAAL

Vanzelfsprekend bestaat er in het buitenland een groot aanbod van informatieproducten op basis van remote sensing. In deze paragraaf worden enkele ontwikkelingen rond satelliet-gebaseerde remote sensing beschreven, met name in de publieke sector, die interessant zijn voor de Nederlandse waterschappen.

TABEL 6 OVERZICHT VAN COPERNICUS LAND MONITORING SERVICES PRODUCTEN (STATUS MAART 2016)

Theme	Variable	Algorithm Version	Near real time status	Archive status
Vegetation	Fraction of photosynthetically active radiation absorbed by the vegetation	3	In development	In development
		2	In development	In development
		1	Pre-operational	Operational
	Fraction of green vegetation cover	3	In development	In development
		2	In development	In development
		1	Pre-operational	Operational
	Leaf Area index	3	In development	In development
		2	In development	In development
		1	Pre-operational	Operational
	Normalized Difference Vegetation Index	2	Pre-operational	Operational
		1	N/A	Operational
	Vegetation Condition Index	1	Demonstration	Operational
	Vegetation Productivity Index	1	Demonstration	Operational
	Dry Matter Productivity	1	Demonstration	Operational
	Burnt Area	1	Pre-operational	Pre-operational
Energy budget	Land Surface Temperature	2	In development	In development
		1	Pre-Operational	Pre-Operational
	Top Of Canopy Reflectance	1	In development	Operational
	Surface Albedo	1	In development	Operational
Water	Soil Water Index	3	Operational	Operational
		2	Operational	Operational
	Water Bodies	2	Demonstration	In development
		1	Demonstration	Demonstration

Er zijn veel ontwikkelingen gaande in het kader van het Europese Copernicus programma. Copernicus heeft een servicecomponent waarin zes services worden onderscheiden naar toepassingsdomein, waarvan met name klimaatverandering en land monitoring van belang zijn voor de waterschappen (RWS, 2015). C3S (Copernicus Climate Change Service) is specifiek gericht op informatievoorziening voor beleidsmakers. Dit wordt gecoördineerd vanuit het ECMWF en beoogt vooral een verbetering van het waterbeheer in strategische zin, door risico's en mogelijkheden te kwantificeren in relatie tot klimaatverandering. De C3S tenders worden momenteel opgesteld. Binnen de globale tak van de land monitoring services worden wel al producten geleverd. Tabel 6 geeft de huidige status van beschikbare Copernicus land monitoring producten weer, waaruit blijkt dat veel variabelen al historisch beschikbaar zijn maar nog niet operationeel. Met name de bodemvocht- en vegetatieservices zijn naar verwachting interessant voor de waterschappen. Voor de vegetatie zal het gaan om hoge resoluties (10 m - 1 km) waarvoor met name Proba-V en de Sentinel satellieten gebruikt gaan worden.

H-SAF (EUMETSAT Satellite Application Facility on Support to Operational Hydrology and Water Management) is een belangrijke leverancier van met name bodemvochtproducten voor Europa. Zij leveren momenteel een dagelijks bodemvochtproduct met 25 km resolutie voor 4 verschillende diepten in het bodemprofiel, gebaseerd op MetOP-ASCAT data (zie Tabel 7) en het HTESSEL model. Dit product is operationeel met een vertraging van ongeveer 36 uur (H-SAF, 2012). Daarnaast is er een product van bodemvocht op 1 km gebaseerd op downscaling van ASCAT data met ENVISAT ASAR, met een "pre-operationele" status (H-SAF, 2015). Dit betreft vooralsnog een historische tijdreeks tot 2012, maar de lancering van Sentinel 1 biedt mogelijkheden voor de voortzetting van deze tijdreeks. Sentinel 1 data (en in de toekomst ook Sentinel 2 en 3) zijn beschikbaar via het Earth Observation Data Centre for Water Resource Monitoring (EODC), een internationaal samenwerkingsverband van remote sensing bedrijven en onderzoeksinsituten, wat ook het aanbieden van Sentinel data en afgeleide toepassingen (b.v. landbouw en wetland monitoring) gaat verzorgen (zie *https://www.eodc.eu/services/data-services/)*.

Ook buiten Europa zijn verschillende instituten actief met het in kaart brengen van bodemvochtgehaltes. Tabel 7 geeft een overzicht van bestaande globale bodemvochtsensoren en hun specificaties. Afgeleide data worden in het publieke domein geleverd door het NASA National Snow and Ice Data Center (SMAP en Aquarius), JAXA (AMSR2), en ESA (SMOS). Voor operationele toepassingen zijn met name SMAP en AMSR2 interessant, aangezien deze data binnen enkele uren na waarneming beschikbaar komen. Het ESA CCI soil moisture product (www.esa-soilmoiture-cci.org) is een gecombineerd product van alle microgolven satellieten en is nu vrij beschikbaar voor een tijdserie van 36 jaar.

TABEL 7 OVERZICHT VAN WERELDWIJDE BODEMVOCHTMISSIES OP BASIS VAN MICROWAVE REMOTE SENSING

	Data avail.	Freq.	Spatial Res./ Grid (km)	Tempora l Revisit
SMAP	2015-present	L-band	P[1] (36) EASEv2 AP[1] (9) EASE v2 A[1] (3) EASE v2	~3 days
SMOS	2009-present	L-band	P L3 (25) on EASEv1/v2	~3 days
Aquarius	2011-6/8/2015	L-band	P L2 v4 (76x94, 84x120, 96x156)	~ 7 days
MetOP-B ASCAT	2014-present	C-band	A L2 (12.5)	~ 3 days
GCOM-W/AMSR2	2012-present	C-, X-band	P L3 (0.25 deg)	~2 days

Bron: M.Burgin e.a., NASA JPL

Op het gebied van actuele verdamping is de huidige trend dat algoritmes die zich eerder regionaal bewezen hebben in een onderzoekscontext, steeds meer operationeel worden toegepast op globale schaal. Land Surface Analysis Satellite Applications Facility (LSA SAF) in Portugal levert sinds een aantal jaren elke 30 minuten een verdampingsproduct op 3 km voor Europa en Afrika. Een archief van het 8-daagse MOD16 verdampingsproduct op basis van MODIS data (1km) voor de afgelopen 15 jaar is daar recentelijk bijgekomen, aangeboden door de University of Montana. Verder maken instituten als het ITC (het SEBS model), USGS (SSEBop), USDA (ALEXI), VU Amsterdam (GLEAM) en CSIRO (CMRSET) snelle vorderingen met de continentale en globale toepassingen van hun modellen op basis van remote sensing, met ruimtelijke resoluties van 1 – 5 km. De tendens is dat tijdsintervallen en resoluties steeds kleiner worden, waardoor deze producten ook interessant kunnen worden voor de waterschappen. De kwaliteit van al deze producten is onderwerp van vergelijkingsstudies in de recente wetenschappelijke literatuur. De gebruikte algoritmen verschillen fundamenteel, wat leidt tot verschillen in kwaliteit afhankelijk van bijvoorbeeld landgebruik, klimaat en reliëf. Een van de manieren om hiermee om te gaan is het construeren van een “ensemble” verdampingsproduct wat de sterke punten van de verschillende modellen combineert. Dit is een aanpak waar bijvoorbeeld UNESCO-IHE momenteel erg actief in is in het kader van verschillende Water Accounting studies.

Ook de door Google aangeboden web portals, Earth Engine en Climate Engine, dienen in dit hoofdstuk te worden vermeld. Earth Engine biedt de gebruiker via een eenvoudige interface de mogelijkheid om een steeds groter wordend archief van bv. MODIS, Landsat en Sentinel data te doorzoeken en afgeleide producten van een specifiek gebied vrij te downloaden, kant en klaar voor gebruik in GIS. Climate Engine biedt een vergelijkbare functionaliteit met betrekking tot meteorologische variabelen als neerslag, referentieverdamping en temperatuur, inclusief eenvoudige bewerkingen om bijvoorbeeld gemiddelden of anomalieën te bepalen.

5

PRODUCTAANBOD PER INFORMATIETYPE

Aan onderstaande groepen van informatieproducten wordt de bruikbaarheid beschreven op basis van de criteria vervangbaarheid, uniciteit, kosteneffectiviteit, tijdigheid en validiteit (zie Tabel 8 voor definities). Dit is een eerste inschatting op basis van een combinatie van de aangeleverde informatie en kennis van de toepassing(svelden) bij FutureWater en de begeleidingscommissie. Het is belangrijk om te vermelden dat doordat dit een eerste grove inschatting betreft, het nodig is om voor een volledig en objectief beeld of een informatieproduct aan een specifieke behoefte kan voorzien contact opgenomen dient te worden met de aanbieder van dit product.

TABEL 8 **CRITERIA EN DEFINITIES**

Criterium	Definitie
Vervangbaarheid	De mate waarin het remote sensing product een niet remote sensing product kan vervangen
Uniciteit	De mate waarin er vergelijkbare producten, met veel overeenkomende specificaties, bestaan
Kosteneffectiviteit	De mate waarin het rendement van de inzet van het product in verhouding staat tot de benodigde kosten, afgezet tegen de kosten van alternatieve methodieken
Tijdigheid	De mate waarin een product in staat is om recente informatie te leveren op het gewenste moment in de tijd
Validiteit	De mate waarin een product in staat is om nauwkeurige informatie te leveren van de te meten variabele, met inachtname van de evt. noodzaak voor aanvullende metingen (“ground-truthing”)

In dit hoofdstuk worden de verschillende informatietypen kort besproken op basis van de genoemde vijf criteria.

5.1 BODEMVOCHT

Bodemvochtproducten op basis van remote sensing hebben in het algemeen een hoge waardering op het vlak van vervangbaarheid en kosteneffectiviteit. Dit wordt met name veroorzaakt door de toegevoegde waarde van vlakdekkende informatie ten opzichte van de installatie van sensoren op puntniveau, wat relatief duur is en op regionale schaal beperkt bruikbare informatie oplevert. De meeste geïdentificeerde producten maken gebruik van passieve microgolven en radar remote sensing om actueel bodemvocht op dagbasis te kwantificeren op resoluties van 10 – 1000 m. Een resolutie van 10 m is echter niet mogelijk om te halen met de huidige systemen, zonder gebruik te maken van downscaling technieken. Opvallende producten maken gebruik van sensing op aanvraag vanuit vliegtuigen of auto’s (MiraMap – factsheet 40), leveren continue metingen via een ground-based netwerk (VanderSat – factsheet 20) of voorspellen het bodemvochtgehalte in de nabije toekomst (FutureWater – factsheet 22). Wat betreft validiteit worden typisch nauwkeurigheden van +/- 5% genoemd, maar validatie door middel van in situ metingen is noodzakelijk/gewenst. Voor de producten waar

benodigd nader onderzoek is gespecificeerd, heeft dit in het algemeen betrekking op extra validatie en betrouwbaarheidstesten. De verwachting is dat bodemvochtproducten op basis van remote sensing de komende jaar een stimulans zullen krijgen dankzij het ESA Copernicus programma.

5.2 INUNDATIE

De meeste inundatieproducten maken gebruik van radarsensoren aan boord van satellieten, sommige aangevuld met data van optische sensoren. Het gebruik van radar betekent leverzekerheid van deze producten, ook op momenten van bewolking. Meerdere vergelijkbare producten zijn geïdentificeerd, met resoluties tussen 5 en 25 meter en levering variërend van dagelijks tot maandelijks. De validiteit van deze producten wordt hoog geacht, het technology readiness level is minimaal 8 voor alle producten en het waarnemen van oppervlakte water in contrast tot land is relatief straight-forward. Qua tijdigheid hebben deze producten wel de beperking dat zij niet op afroep beschikbaar zijn. Eén product vormt hierop een uitzondering (Shore Monitoring & Research – factsheet 80), aangezien dit met drones wordt ingewonnen en op 5 cm nauwkeurig het overstromingsoppervlak kan bepalen in het geval van calamiteiten.

5.3 LANDGEBRUIK EN VEGETATIETYPE

Landgebruiksclassificatie is een van de oudste toepassingen van remote sensing en de vervangbaarheid en kosteneffectiviteit ten opzichte van grote aantallen veldbezoeken staat dan ook buiten kijf. Vaak is de tijdigheid van deze producten een minder belangrijk issue, wat ook te zien is aan het feit dat de meeste producten slechts jaarlijks of meerjaarlijks worden ververst. Het meest bekende en toegepaste product is het LGN van Alterra (factsheet 65). Ruimtelijke resoluties variëren tussen de 50 cm en 250 meter. Twee producten (Shore Monitoring & Research – factsheet 16 en HiView – factsheet 96) vallen op, aangezien zij op hoge resolutie en op afroep beschikbaar zijn, wat voor specifieke toepassingen een voordeel kan betekenen. De validiteit van deze producten is grotendeels afhankelijk van het aantal klassen; als bijvoorbeeld een onderscheid tussen veel verschillende gewastypen gewenst is zal extra validatie noodzakelijk zijn.

5.4 NEERSLAG

De belangrijkste bron van neerslagdata vanuit remote sensing oogpunt is de nationale neerslag radar van het KNMI. Verschillende aanbieders verstrekken deze data in een gebruiksvriendelijke interface of dataformaat. Alle waterschappen maken al gebruik van één van deze producten. Verder wordt vanuit satellieten op velerlei wijze neerslag waargenomen, waarbij de zogenoemde “cold cloud detection” gecombineerd met aanvullende informatie het meest wordt gebruikt. Deze andere remote sensing producten zijn in de Nederlandse situatie minder van belang gezien de kwalitatief betere en meer gedetailleerde neerslagradar van het KNMI. In termen van de criteria zoals aangegeven in Tabel 8 scoren de KNMI regenradar en afgeleide producten zeer hoog.

5.5 TEMPERATUUR EN STRALING

Temperatuur- en stralingsgegevens op basis van remote sensing worden door een aantal partijen aangeboden. In het algemeen zullen de meeste waterschappen hun informatie over temperatuur en straling halen uit de standaard KNMI-gegevens, al dan niet toegankelijk gemaakt door een marktpartij. Met name straling wordt door veel waterbeheerders niet als essentieel gezien in het dagelijks beheer. Voor analyses van waterkwaliteit en hittestress is ruimtelijke informatie van temperatuur wel nuttig. Satelliet remote sensing kan gezien de resolutie alleen voor de grotere (water)oppervlakten gebruikt worden. Voor waterlopen zouden mogelijk drones met thermisch-infraroodsensoren toegepast kunnen worden.

5.6 TERREINHOOGTE EN MORFOLOGIE

Het AHN kan gezien worden als één van de bekendste informatieproducten uit remote sensing. De criteria zoals te zien in Tabel 8 scoren dan ook allemaal hoog. Aangezien het AHN niet regelmatig wordt vernieuwd zijn er een aantal aanbieders die op verzoek nauwkeurige terreinhoogte kunnen aanleveren op ad-hoc basis. Deze informatie is vaak gebaseerd op drones of vliegtuigen. Satelliet-gebaseerde waarnemingen van terreinhoogte hebben altijd een lage resolutie en nauwkeurigheid dan het AHN en zullen dus door waterbeheerders in Nederland zelden worden gebruikt.

5.7 TOESTAND WATERKERINGEN

Het monitoren van waterkeringen staat 17 keer genoemd als informatieproduct. Veel van deze producten hebben meer het karakter van een integrale adviesdienst dan van een pure meting. De belangrijkste onderliggende remote sensing metingen die de basis vormen van deze adviesproducten zijn: nauwkeurige hoogtebepaling over verschillende tijdsintervallen, temperatuur van dijk/kade, vochtgehalte van dijk/kade, en verandering van vegetatie op dijk/kade. Meestal worden drones of vliegtuigen gebruikt om deze informatie te verzamelen. De potentie van deze producten is zeer hoog, gezien het belang van waterkeringen en de hoge kosten van de nu nog vaak menselijke inspectie. Een aandachtspunt is het aantal kilometer kering dat per dag met drones geïnspecteerd kan worden (met inachtname van techische en juridische beperkingen).

5.8 VEGETATIEBEDEKKING EN -GROEI

De informatieproducten in de categorie “vegetatiebedekking en -groei” onderscheiden zich van de categorie “landgebruik” omdat het gaat om veranderingen in korte termijnen van dagen tot weken. Deze producten afgeleid van remote sensing scoren allemaal hoog in het criterium “vervangbaarheid”, omdat er zonder remote sensing geen andere mogelijkheid is om dit met deze frequentie over grotere oppervlakten te doen. De producten vereisen wel een hoge resolutie en near-realtime beschikbaarheid om in praktijk nuttig te zijn. Gecombineerd met het karakter van korte termijn is men vaak aangewezen op vliegtuigen of drones, waardoor de kosten hoog kunnen zijn.

5.9 VERDAMPING

In totaal zijn er zeven verdampingsproducten door de gevraagde partijen aangemeld. Het gaat vaak om redelijke complexen producten, bijna altijd gebaseerd op de energiebalans. De algoritmes zijn natuurkundig goed te beschrijven, maar de grote hoeveelheid parameters die uit de satellietbeelden moeten worden bepaald maken het berekenen van de verdamping ingewikkeld. Toch scoren de producten allemaal hoog op de criteria in Tabel 8, omdat er geen vergelijkbare producten bestaan die zonder remote sensing over grote oppervlakten verdamping kunnen bepalen. Bovendien is een goede bepaling van de verdamping essentieel voor waterbeheerders, omdat het de op één na grootste post van de waterbalans is. Validiteit blijft de grootste uitdaging, gezien de beperkte mogelijkheid tot het doen van veldmetingen. Voor producten die afhankelijk zijn van thermische satellietinformatie kan ook tijdigheid een probleem zijn in de Nederlandse context, met name vanwege het frequent voorkomen van bewolkte omstandigheden.

5.10 WATERKWALITEIT

Remote sensing informatieproducten voor het meten van waterkwaliteit worden nog relatief weinig toegepast. De reden hiervoor is dat remote sensing voornamelijk oppervlakten ziet en de mogelijkheden tot meten onder water beperkt zijn. Een andere reden is dat waterkwaliteitsexperts weinig gewend zijn om te denken in ruimtelijke informatie en GIS en daardoor niet snel aan remote sensing denken. Toch scoren de informatieproducten relatief hoog volgens de criteria in Tabel 8, doordat de potentie in theorie groot is. Vooral het meten over grote oppervlakten is een aantrekkelijke toepassing.

6

CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Met deze inventarisatie is een indicatief overzicht beschikbaar gekomen van het huidige aanbod van informatieproducten op basis van remote sensing die voor waterschappen interessant kunnen zijn. In totaal zijn 120 producten met hun belangrijkste eigenschappen in kaart gebracht.

Uit de inventarisatie is naar voren gekomen dat zowel de informatievraag bij de waterschappen als het aanbod van informatieproducten uit remote sensing groot en uiteenlopend is. Deze inventarisatie laat wederom zien dat de aanbodkant vaak een optimistisch beeld van mogelijkheden schetst, maar dat werkelijk gebruik nog steeds beperkt blijft. Ook heeft de aanbodkant (leveranciers) een grote kennisvoorsprong die voor de vraagkant moeilijk is bij te houden. Het is dan ook essentieel dat de vraagkant (waterbeheerders) blijft investeren in het opbouwen van kennis en het opdoen van ervaringen, om de informatievraag zo scherp mogelijk te kunnen stellen en de aangeboden producten kritisch te kunnen beoordelen. Om het gat tussen vraag en aanbod te overbruggen dient aan de aanbodkant een slag te worden gemaakt in de vertaling van informatieproducten naar kennisproducten, zodat satellietdata daadwerkelijk effectief en efficient gebruikt gaan worden door waterschappen.

Verdere opheldering ten aanzien van de kwaliteit van de individuele informatieproducten, in aanvulling op de indicatieve inschattingen in deze verkenning, kan worden verkregen door partijen uit te nodigen om hun producten beschikbaar te stellen voor een onafhankelijke validatie (gebaseerd op het “Round Robin” principe van ESA). Een vergelijking van verschillende producten binnen dezelfde toepassingscategorie voor een bepaalde case study kan waterschappen helpen om op objectieve wijze de potentie van deze producten te beoordelen. Deze aanbeveling dient niet te worden gezien als een vanzelfsprekend vervolg op de huidige verkenning met eenzelfde brede scope, maar meer als een diepgaande analyse wanneer een specifieke informatievraag is gedefinieerd.

Een belangrijk punt is dat er wordt verwacht dat het gebruik van remote sensing in het waterbeheer tot een hogere doelmatigheid zal leiden. De term “doelmatiger” moet worden gezien als: (i) dezelfde dienst leveren tegen lagere kosten, of (ii) dezelfde dienst leveren in een verbeterde vorm, of (iii) een geheel nieuwe dienst leveren. Een inventarisatie en analyse van de doelmatigheid van de huidige gebruikte remote sensing producten ontbreekt echter nog. Toch betwijfelen weinig de doelmatigheid van producten als AHN, regenradar, en luchtfoto’s. Het SAT-WATER consortium gaat daarom de komende tijd aan de slag met de uitvoer van een doelmatigheidsstudie om het belang van remote sensing in het waterbeheer (beter) te onderbouwen.

Een standpunt dat tijdens de verkenning vanuit de markt naar voren is gekomen, is de potentiële meerwaarde van een gemeenschappelijke datafaciliteit (zie bijvoorbeeld het EODC in Wenen). In plaats van het geïsoleerd ontwikkelen van producten door individuele bedrijven

op basis van eigen datasets zou een dergelijke stap kunnen bijdragen aan de totstandkoming van slimmere producten. Hiermee kan bijvoorbeeld voorkomen worden dat een informatieproduct aan de ene kant een alert baseert op een anomalie in vegetatiebedekking, terwijl uit een andere databron bekend is dat er zojuist gemaaid is. De vraag welke instantie in staat is om een dergelijke datafaciliteit te faciliteren blijft vooralsnog onbeantwoord, alhoewel de waterschappen hierin een rol zouden kunnen spelen.

Een ander initiatief dat de versnippering van de remote sensing sector in kleine, gespecialiseerde bedrijven tegengaat is de oprichting van NEVASCO (*www.nevasco-group.nl*). Hierin trekken verschillende kleine bedrijven gezamenlijk op om remote sensing informatieproducten te integreren, verbeteren, promoten en verkopen. De totstandkoming van een dergelijk samenwerkingsverband biedt voor de vraagkant een mogelijk interessant platform om mee in gesprek te gaan, wat kan bijdragen aan de verkleining van het gat tussen vraag en aanbod.

Aangezien de technologische ontwikkeling zich snel voltrekt is de verwachting dat deze verkenning na enkele jaren (deels) achterhaald zal zijn. Om deze reden verdient het aanbeveling om een inventarisatie als deze elke twee jaar uit te voeren. Zo kan de aangelegde database van informatieproducten regelmatig worden bijgewerkt met nieuwe technologieën en ontwikkelingen t.a.v. de bestaande producten.

In een toekomstige marktverkenning kunnen enkele producteigenschappen specifieker worden besproken, om de waterschappen verder te assisteren in de beeldvorming van een informatieproduct. Meer bepaald gaat dit om (i) de ruimtelijke resolutie van een product, wat een misleidende term kan zijn in het geval dat een grover product ‘kunstmatig’ wordt gedownscaled naar een hogere resolutie, en (ii) het onderscheid tussen ‘satellite-observed’ en ‘satellite-based’ producten. Ook kan in een vervolgstudie onderscheid worden gemaakt tussen de marktpartijen die zelf informatieproducten ontwikkelen, en aanbieders die producten ontsluiten die door anderen zijn ontwikkeld.

BRONNENLIJST

Aa en Maas (2015), Nota peilbeheer in vrij afwaterend gebied, juni 2015

Ecoflight (2012), Remote sensing business cases voor Waterschap Aa en Maas, juli 2012

ESA (2012), Water availability – Improved Monitoring, Forecasting and Control of Water Availability, Quality and Distribution – Appendix A, statement of work, april 2012

NSO (2015), Roadmap Satellietinformatie voor kwantitatief zoetwaterbeheer

Regge en Dinkel (2013), Samenwerkingskansen waterschap Regge en Dinkel en ITC, maart 2013

Rijnland (2008), Nota Peilbeheer, Hoogheemraadschap van Rijnland; december 2008

SAT-WATER (2015), Verslag Watersysteemdag 24 september

STOWA (2015), Dijkinspectie met drones, STOWA rapport 2015-09

STOWA (2013), Verslag bijeenkomst "Data-integratie voor beter zoetwaterbeheer" ESA, STOWA, SAT-water en het Waterschapshuis, januari 2013

STOWA (2009), Verbetering bepaling actuele verdamping voor het strategisch waterbeheer, STOWA rapport 2009-11

STOWA (2002), Remote sensing in het waterbeheer, STOWA rapport 2002-18

Swartvast (2007), Remote sensing voor inspectie van waterkeringen, november 2007

Van Andel (2009), Anticipatory water management – using ensemble weather forecasts for critical events, PhD thesis Wageningen UR, november 2009

Waternet (2015a), Testronde 4 inzet drones: ondersteuning van de jaarlijkse schouw, http://www.innovatie.waternet.nl/blog/testronde-4-inzet-drones-ondersteuning-van-de-jaarlijkse-schouw/

Waternet (2015b), Testronde 2 inzet drone: inspecteren van gemalen!, http://www.innovatie.waternet.nl/blog/tweede-testronde-inzet-drone-inspecteren-van-gemalen/

Witteveen+Bos en HKV lijn in water; Advies meettechnieken en gegevensbronnen Waterschap Scheldestromen, januari 2016

BIJLAGE I

LIJST VAN BENADERDE PARTIJEN

Acacia Water	Hoefsloot Spatial Solutions
Aequator	Hydroconsult
Aerial Innovate	HydroLogic
AeroVision	Indymo
AGT international	Intech
Airbus Defence and Space	IntellinQ
Alterra	ITC
Arcadis	KNMI
ATMOS UAV	KYL B.V.
Blackshore	Miramap
Blue Leg Monitor	Nelen&Schuurmans
BMT ARGOSS	NEO
Bureau Waardenburg	NIDIM
CGI	NLR
Deltares	Orbital Eye / S[&]T
Down2EarthSensing	Royal Haskoning/DHV
DronePoint	Sarvision
EARS	Shore Monitoring and Research
Eijkelkamp	SkyGeo
eLEAF	Space Metric
ESA	Swart Vast
Euroconsult Mott MacDonald	TerraSphere
Fugro	TU Delft
FutureWater	Tygron
GaiaVision (Ecoflight)	UNESCO-IHE
Geo-Airflight	UU
Geodan	VanderSat
GeoServe	VU
HCP International	WaterFocus
Hermess	WaterInsight
HiView	WaterWatch Foundation
HKV	WUR

BIJLAGE II

DEFINITIE VAN PRODUCTEIGENSCHAPPEN

ALGEMEEN

Voorbeeldtoepassingen:	Toepassingen van het product in de praktijk: waar en voor wie?
Categorie:	Toepassingscategorie volgens waterschapsklassen
Inzet:	Voor strategisch, tactisch of operationele inzet
Vervanging:	Welke conventionele procedures worden door het product vervangen
Indicatief/kwantitatief:	Levert het product kwantitatieve of indicatieve informatie op?
Referenties:	Bronvermeldingen met meer informatie

TECHNISCHE DETAILS

Oorsprong:	Gebruikt remote sensing platform (satelliet, vliegtuig, drone, of ground-based)
Validatie:	Is het product gevalideerd? (ja, nee, gedeeltelijk)
Wijze van validatie:	Zo ja, hoe is het product gevalideerd?
Veldmetingen nodig:	Zijn aanvullende veldmetingen nodig? (ja, nee, gedeeltelijk)
Wijze van veldmetingen:	Zo ja, hoe worden deze veldmetingen verkregen?
Foutenmarge:	Nauwkeurigheid van het informatieproduct
Resolutie:	Ruimtelijk detail (x, y)
Frequentie:	Regelmaat van informatieverversing (uur, dag, week, maand, jaar)
Schaalniveau:	Geografische omvang van het gebied dat door het product wordt omvat (bv. land, waterschap, peilvak, veld)

INZETBAARHEID

TRL:	Technology Readiness Level (1-9)
Benodigd nader onderzoek:	Benodigd nader onderzoek voor verhogen TRL (incl. kosten)
MRL:	Market Readiness Level (1-9)
Benodigd voor vermarkting:	Benodigde acties voor verhogen MRL (incl. kosten)
Levering:	Moment van levering (tijdsindicatie)
Kosten:	Prijs voor inzet/aanschaf van het informatieproduct (niet openbaar gemaakt)
Leverancier:	Partij die het informatieproduct levert.

BIJLAGE III

INGANGEN VOOR DOORZOEKEN VAN DATABASE

TABEL III-A **INGANG DATABASE OP AANBIEDER**

Aanbieder	Factsheet nummers
Alterra	44, 31, 54, 65, 73
BlueLeg Monitor	14, 28, 37, 48, 102, 63, 119
Bureau Waardenburg	9, 11, 61
Deltares	27, 29, 62, 47, 82, 87, 98, 116, 118, 110
Dijk Monitoring Nederland (DMN)	32, 33, 34, 35, 39, 50, 49, 81
Down2Earth Sensing	38, 75, 8, 57, 74, 99
DronePoint	2, 59, 90, 108
EARS	53, 67, 71, 103
eLEAF	3, 5, 85, 105
Fugro GeoServices B.V.	91
Fugro Geospatial	45, 86, 88
FutureWater	22
Geoserve	10, 43
HiView	95, 96, 97
HSS	77
HydroLogic	1, 4, 72
ITC	15, 23, 79, 104, 109
Miramap BV	40
Nelen&Schuurmans	6, 7, 19, 51, 52, 64, 70, 83, 113, 114, 115
NEO	12, 26, 30, 36, 41, 55, 68, 69, 76, 84, 89, 92, 101, 106, 107
Royal HaskoningDHV	70
RWS	29
SarVision (SVGS)	51, 52, 83
Shore Monitoring & Research	17, 18, 42, 16, 66, 80, 93, 100
SkyGeo	58
TerraSphere	13, 46, 112
VanderSat B.V.	20, 21, 24, 25, 60, 78, 111
Water Insight	14, 28, 37, 48, 63, 102, 119
Waterwatch Solutions	117
WUR	94

TABEL III-B **INGANG DATABASE OP TOEPASSINGSCATEGORIE**

Toepassingscategorie	Factsheet nummers
Keringen	2, 6, 7, 10, 16, 17, 18, 26, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 42, 43, 45, 49, 55, 57, 58, 64, 70, 75, 81, 82, 86, 88, 89, 91, 97, 100, 113, 114, 115, 116
Oppervlaktewater	4, 5, 6, 7, 14, 15, 20, 27, 28, 29, 37, 40, 44, 46, 47, 48, 50, 60, 62, 63, 64, 66, 69, 70, 72, 73, 74, 77, 79, 83, 85, 89, 94, 98, 102, 105, 109, 110, 112, 113, 114, 115, 119
Bodem en grondwater	1, 4, 5, 12, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 29, 30, 40, 41, 44, 45, 53, 54, 64, 65, 67, 70, 71, 77, 78, 82, 84, 85, 86, 87, 93, 94, 104, 105, 106, 114, 115, 118
Waterkwaliteit en ecologie	1, 11, 14, 15, 16, 20, 27, 28, 29, 37, 44, 48, 50, 56, 62, 64, 65, 66, 69, 70, 73, 77, 94, 98, 100, 109, 110, 112, 114, 115, 117, 119
Begroeiing	2, 3, 5, 8, 9, 11, 13, 16, 20, 21, 26, 30, 31, 35, 39, 44, 45, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 59, 61, 63, 64, 67, 68, 69, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 84, 85, 86, 88, 90, 92, 94, 96, 97, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 107, 110, 111, 112, 114, 115
Beheer en onderhoud	2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 17, 18, 26, 28, 30, 33, 34, 35, 37, 38, 40, 42, 44, 45, 48, 54, 58, 59, 61, 63, 64, 65, 68, 69, 71, 73, 74, 75, 76, 82, 85, 86, 90, 91, 94, 99, 101, 102, 105, 107, 108, 110, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 119
Wateroverlast	1, 4, 5, 6, 7, 21, 23, 24, 25, 33, 34, 35, 36, 38, 43, 45, 46, 47, 55, 56, 60, 63, 64, 70, 71, 72, 74, 78, 79, 80, 81, 83, 84, 85, 86, 88, 89, 105, 110, 112, 113, 114, 115
Droogte	1, 4, 5, 6, 7, 12, 13, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 29, 31, 38, 39, 40, 41, 44, 53, 54, 56, 58, 59, 60, 64, 67, 70, 71, 72, 77, 78, 85, 87, 93, 94, 96, 97, 103, 104, 105, 106, 111, 112, 113, 114, 115

TABEL III-C **INGANG DATABASE OP TYPE INZET**

Inzet	Factsheet nummers
Strategisch	3, 4, 5, 6, 7, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 27, 29, 32, 39, 40, 42, 45, 46, 49, 54, 56, 58, 60, 62, 64, 65, 66, 70, 72, 77, 78, 79, 80, 85, 86, 88, 91, 93, 94, 104, 105, 109, 111, 112, 113, 114, 115, 118
Tactisch	3, 5, 6, 7, 9, 10, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 42, 44, 45, 47, 48, 49, 54, 57, 58, 60, 62, 63, 64, 65, 66, 70, 73, 74, 75, 77, 78, 79, 81, 85, 86, 88, 91, 95, 99, 100, 102, 104, 105, 109, 111, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119
Operationeel	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 22, 23, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 53, 54, 55, 57, 58, 59, 61, 64, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 84, 85, 86, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 97, 99, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119

TABEL III-D **INGANG DATABASE OP OORSPRONG**

Data-oorsprong	Factsheet nummers
Satelliet	1, 3, 4, 5, 10, 12, 13, 14, 15, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 36, 37, 39, 41, 43, 44, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 58, 60, 62, 63, 65, 67, 68, 69, 71, 72, 73, 76, 77, 78, 79, 83, 84, 85, 88, 89, 91, 92, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 109, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 119
Vliegtuig	6, 7, 9, 11, 13, 26, 27, 39, 40, 45, 49, 61, 65, 73, 77, 86, 91, 107, 118
Drone	2, 8, 11, 13, 16, 17, 18, 27, 33, 34, 35, 38, 39, 42, 57, 59, 66, 73, 74, 75, 77, 80, 82, 90, 91, 93, 94, 95, 96, 97, 99, 100, 108, 110, 116, 118
Ground-based	3, 4, 5, 9, 11, 14, 19, 20, 21, 24, 27, 29, 31, 32, 39, 40, 49, 56, 62, 64, 65, 70, 71, 72, 77, 81, 85, 91, 105
Model	1, 3, 4, 5, 14, 22, 27, 29, 31, 32, 39, 42, 44, 49, 53, 56, 67, 71, 72, 77, 81, 85, 91, 103, 104, 105, 117

TABEL III-E **INGANG DATABASE OP TECHNOLOGY READINESS LEVEL**

Technology Readiness Level	**Factsheet** nummers
< 6	4, 12, 51, 94, 110
6	17, 20, 21, 24, 28, 37, 48, 77, 93, 100, 102, 119
7	9, 33, 34, 35, 38, 44, 56, 73, 111, 120
8	2, 13, 14, 16, 22, 25, 26, 30, 31, 36, 39, 41, 42, 46, 50, 55, 59, 60, 66, 68, 69, 75, 76, 78, 84, 86, 88, 89, 90, 92, 101, 106, 107, 108
9	1, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 15, 18, 19, 23, 29, 32, 40, 43, 45, 49, 52, 53, 54, 57, 58, 61, 63, 64, 65, 67, 70, 71, 72, 74, 79, 80, 81, 83, 85, 91, 95, 96, 97, 99, 103, 104, 105, 109, 112, 113, 114, 115, 117

TABEL III-F **INGANG DATABASE OP MARKET READINESS LEVEL**

Market Readiness Level	**Factsheet nummers**
< 6	4, 12, 20, 21, 24, 33, 34, 35, 39, 44, 50, 94
6	17, 28, 37, 48, 53, 67, 71, 86, 93, 100, 102, 111, 119, 120
7	2, 8, 9, 13, 14, 15, 22, 23, 25, 26, 30, 36, 38, 41, 46, 55, 56, 59, 60, 63, 68, 69, 75, 76, 78, 79, 84, 89, 90, 92, 101, 103, 104, 106, 107, 109, 112
8	16, 31, 51, 52, 54, 66, 83, 88, 108
9	1, 3, 5, 6, 7, 10, 11, 18, 19, 29, 32, 40, 42, 43, 45, 49, 57, 58, 61, 64, 65, 70, 72, 73, 74, 77, 80, 81, 85, 91, 95, 96, 97, 99, 105, 113, 114, 115, 117

BIJLAGE IV

FACTSHEETS VAN INFORMATIEPRODUCTEN

De ontvangen gegevens van de (markt)partijen zijn 1-op-1 overgenomen in deze rapportage. Wij zijn ons ervan bewust dat mede hierdoor niet alle verzamelde informatie, zoals bijvoorbeeld het aangegeven Technology Readiness Level of Market Readiness Level, volledig of objectief is. De resultaten van deze studie dienen dan ook gezien te worden als een eerste indicatief overzicht van informatieproducten op basis van remote sensing.

10 daagse weersverwachtingen (HydroLogic)

10 daagse weersverwachting (temperatuur, neerslag, windkracht) op basis van EPS (ECMWF) ensembles.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Operationeel watermanagement door gemeenten en waterschappen. Verwachtingsdata wordt voor gebruikers overzichtelijk gepresenteerd in kaarten en grafieken en gecombineerd met real time metingen van bijvoorbeeld de historische neerslag, grondwater en oppervlaktewater.
Categorie:	bodem en grondwater waterkwaliteit en ecologie wateroverlast droogte
Inzet:	operationeel
Vervanging:	
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	satelliet model
Validatie:	Door data leverancier
Wijze van validatie:	Door data leverancier
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	
Foutenmarge:	
Resolutie:	
Frequentie:	
Schaalniveau:	

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	n.v.t.
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	n.v.t.
Levering:	Per direct
Leverancier:	HydroLogic

3D modelling data (DronePoint)

Levering van 3D modelling data op basis van drone opnames

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:

Categorie:	keringen begroeiing beheer en onderhoud
Inzet:	operationeel
Vervanging:	Aanvullend
Indicatief/kwantitatief:	
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	drone
Validatie:	gedeeltelijk
Wijze van validatie:	Controlepunten
Veldmetingen nodig:	
Wijze van veldmetingen:	
Foutenmarge:	
Resolutie:	
Frequentie:	dag
Schaalniveau:	Landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	8
Benodigd nader onderzoek:	
MRL:	7
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	Per direct
Leverancier:	DronePoint

Actuele biomassaproductie (eLEAF)

actuele biomassa productie is de gewasproductie in kg/ha per tijdseenheid.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Toepassingen voor landbouw en waterbeheer in meer dan 30 landen. In Nederland: waterschappen, CBS, agrarische ondernemingen
Categorie:	begroeiing beheer en onderhoud
Inzet:	strategisch tactisch operationeel
Vervanging:	Toont wat het effect van waterbeheer op natuurlijke en agrarische gewasgroei is.
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	ETLook papers, artesia validatie rapport

Technische details

Oorsprong:	satelliet ground-based model
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	gewas productie is via opbrengstmodellen aan waargenomen opbrengsten van diverse gewassen gevalideerd
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	NVT
Foutenmarge:	1-10%
Resolutie:	10m, 20m, 250m, 1000m
Frequentie:	dag, week, maand
Schaalniveau:	Ladelijk

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	niet vereist, altijd gewenst voor diverse onderwerpen
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	n/a
Levering:	tot 30 dagen na contract ondertekening
Leverancier:	eLEAF

Actuele en verwachte bodemberging (HydroLogic)

Actuele en verwachte beschikbare bodemberging (vullingsgraad) gebaseerd op telemetrie data (grondwater), modellen (Sebal / NHI / MetaSwap), HydroNET neerslagradar en satelliet (voor verdamping).

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Monitoring van de huidige en verwachte bodemberging (vullingsgraad) per pixel en per gebied voor strategisch en opperationeel water management.
Categorie:	oppervlaktewater bodem en grondwater wateroverlast droogte
Inzet:	strategisch operationeel
Vervanging:	Aanvullende op huidige prodedures voor het vaststellen van de bodemberging. Bied mogelijkheid om op eenduidige wijze bodemberging te bepalen en inzichtelijk te maken voor een groot gebied.
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	satelliet ground-based model
Validatie:	Ja
Wijze van validatie:	Valideren aan de hand van met in-situ metingen.
Veldmetingen nodig:	ja
Wijze van veldmetingen:	Maakt gebruik van reeds bestaande sensornetwerken van waterschappen en/of provincies.
Foutenmarge:	n.b., dit moet duidelijk worden validatie studie.
Resolutie:	n.t.b.
Frequentie:	ten minste dag
Schaalniveau:	landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	4
MRL:	4
Benodigd voor vermarkting:	ontwikkeling & validatie
Levering:	start ontwikkeling in zomer 2016
Leverancier:	HydroLogic

Actuele verdamping (eLEAF)

Actuele verdamping op basis van waarnemingen (near real time). Tijdsresolutie: maximaal dagelijks. Ruimtelijke resolutie: maximaal 10meter

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Toepassingen voor landbouw en waterbeheer in meer dan 30 landen. In Nederland: waterschappen, CBS, agrarische ondernemingen
Categorie:	oppervlaktewater bodem en grondwater begroeiing beheer en onderhoud wateroverlast droogte
Inzet:	strategisch tactisch operationeel
Vervanging:	Kan NHI en andere modellen verfijnen (calibreren) of vervangen. Aanvullend op schaarse puntmetingen
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	ETLook papers, artesia validatie rapport

Technische details

Oorsprong:	satelliet ground-based model
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	vergelijking met andere modellen en punt waarnemingen. Tevens validatie buiten Nederland in diverse contexten
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	NVT
Foutenmarge:	1-10%
Resolutie:	10m, 20m, 250m, 1000m
Frequentie:	dag, week, maand
Schaalniveau:	Ladelijk

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	niet vereist, altijd gewenst voor diverse onderwerpen
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	n/a
Levering:	tot 30 dagen na contract ondertekening
Leverancier:	eLEAF

AHN2 maaiveld (Nelen&Schuurmans)

Actueel hoogtebestand Nederland versie 2 maaiveld versie, zonder gebouwen en bomen etc.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Voor vrijwel ieder project en iedere klant, met name voor hydrologisch modelleren
Categorie:	keringen oppervlaktewater beheer en onderhoud wateroverlast droogte
Inzet:	strategisch tactisch operationeel
Vervanging:	AHN3, stereofoto puntenwolken, drones
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	https://www.lizard.net/

Technische details

Oorsprong:	vliegtuig
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	NVT
Foutenmarge:	
Resolutie:	0.5 meter
Frequentie:	~ 2 jaar
Schaalniveau:	Landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	geen
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	ad hoc, via REST API en WM(T)S
Leverancier:	Nelen&Schuurmans

AHN2 ruw (Nelen&Schuurmans)

Actueel hoogtebestand Nederland versie 2 ruwe versie, inclusief gebouwen en bomen etc

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Voor vrijwel ieder project en iedere klant, met name voor hydrologisch modelleren
Categorie:	keringen oppervlaktewater beheer en onderhoud wateroverlast droogte
Inzet:	strategisch tactisch operationeel
Vervanging:	AHN3, stereofoto puntenwolken, drones
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	https://www.lizard.net/

Technische details

Oorsprong:	vliegtuig
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	NVT
Foutenmarge:	
Resolutie:	0.5 meter
Frequentie:	~ 2 jaar
Schaalniveau:	Landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	geen
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	ad hoc, via REST API en WM(T)S
Leverancier:	Nelen&Schuurmans

Algen ontwikkeling (Down2Earth Sensing)

Product voor monitoring algenontwikkeling. Gebaseerd op meerdere indexen.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Monitoring algen ontwikkeling (waterschappen, gemeenten)
Categorie:	begroeiing beheer en onderhoud
Inzet:	operationeel
Vervanging:	visuele waarneming
Indicatief/kwantitatief:	Indicatief en kwantitatief
Referenties:	www.d2e-sensing.com

Technische details

Oorsprong:	drone
Validatie:	gedeeltelijk
Wijze van validatie:	Aan de hand van visuele waarneming
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	NVT
Foutenmarge:	1-5 cm
Resolutie:	1-5 cm
Frequentie:	afhankelijk
Schaalniveau:	waterschap

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	Extra validatie algen groei (€20k)
MRL:	7
Benodigd voor vermarkting:	regulier marketing
Levering:	Per direct
Leverancier:	Down2Earth Sensing

Analyse bos- en struweelontwikkeling (Bureau Waardenburg)

Analyse bos- en struweelontwikkeling in het Noordhollands Duinreservaat op basis van fuzzy classificatie luchtfoto's (Dicranum)

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Toepassing voor PWN
Categorie:	begroeiing beheer en onderhoud
Inzet:	tactisch operationeel
Vervanging:	Toevoeging aan bestaande reguliere vegetatiekarteringen op basis van veldwerk
Indicatief/kwantitatief:	Indicatief
Referenties:	Rapport Bureau Waardenburg (niet openbaar), http://www.buwa.nl/gis_analyse_vegetatie_luchtfotos.html

Technische details

Oorsprong:	vliegtuig ground-based
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	Vergelijking met trends op basis van reguliere vegetatiekarteringen
Veldmetingen nodig:	ja
Wijze van veldmetingen:	vegetatieopnamen
Foutenmarge:	
Resolutie:	0,25m
Frequentie:	jaar
Schaalniveau:	waterschap

Inzetbaarheid

TRL:	7
Benodigd nader onderzoek:	
MRL:	7
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	Per direct
Leverancier:	Bureau Waardenburg

Basislaag Nederland (Geoserve)

Satellietbeeldmozaiek van heel Nederland (in kleur, 1.5 meter resolutie) van zomer 2015.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Product is beschikbaar voor allerlei bedrijven en overheden
Categorie:	keringen beheer en onderhoud
Inzet:	tactisch operationeel
Vervanging:	Dit mozaiek kan als update dienen voor verouderde basislagen in GIS of beheersysteem
Indicatief/kwantitatief:	Indicatief
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	n.v.t.
Wijze van validatie:	
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	
Foutenmarge:	
Resolutie:	
Frequentie:	
Schaalniveau:	

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	nee
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	nee
Levering:	Per direct
Leverancier:	Geoserve

Bedekking boezemwatergangen (Bureau Waardenburg)

Analyse van bedekking van drijfbladvegetatie in boezemwatergangen op basis van luchtfoto archieven en actuele zelf ingewonnen drone foto's. Drijfbladbedekking ingeschat op basis van lineaire regressie NDVI waarde

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Toepassing voor Hoogheemraadschap Delfland
Categorie:	waterkwaliteit en ecologie begroeiing beheer en onderhoud
Inzet:	operationeel
Vervanging:	Enige bestaande bron van informatie is het bestaande meetnet waarin vegetatiebedekking wordt opgenomen
Indicatief/kwantitatief:	Indicatief
Referenties:	Rapport Bureau Waardenburg (niet openbaar), http://www.buwa.nl/drone-vegetatie-onderzoek.html

Technische details

Oorsprong:	vliegtuig drone ground-based
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	Resultaten van automatische classificatie zijn vergeleken met veldschattingen op meetpunten en expert judgement (visuele inschatting bedekking)
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	NVT
Foutenmarge:	
Resolutie:	0,10-0,50 cm
Frequentie:	jaar
Schaalniveau:	regio

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	Per direct
Leverancier:	Bureau Waardenburg

Beregeningsalarm (NEO)

Droogtealarm voor geselecteerde percelen/grondwaterregimes

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	niet gereed
Categorie:	bodem en grondwater beheer en onderhoud droogte
Inzet:	
Vervanging:	
Indicatief/kwantitatief:	
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	nee
Wijze van validatie:	
Veldmetingen nodig:	
Wijze van veldmetingen:	
Foutenmarge:	
Resolutie:	perceel
Frequentie:	seizoen near-daily
Schaalniveau:	nederland

Inzetbaarheid

TRL:	4
Benodigd nader onderzoek:	
MRL:	4
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	
Leverancier:	NEO

Biomass Index mapping (TerraSphere)

In-veld (gewas-) biomassa variatie op basis van satellieten

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Toepassingen: gewas scouting (bijv. indicatie groeiachterstand, schade), variabele bemesting, variabele aardappel loofdoding. Betaande klanten: private partijen in NL en USA.
Categorie:	begroeiing droogte
Inzet:	strategisch tactisch operationeel
Vervanging:	Vervanging voor veldwerk en/of hand- en grond sensoren
Indicatief/kwantitatief:	Indicaties en kwantitatief (afh. Van toepassing)
Referenties:	http://terrasphere.nl/crop.html

Technische details

Oorsprong:	satelliet vliegtuig drone
Validatie:	Ja
Wijze van validatie:	Validatie dmv Spectrometer metingen in samenwering met Wageningen Agriculture University
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	NVT
Foutenmarge:	~5%
Resolutie:	verschillende opties: 30cm-10m
Frequentie:	~wekelijks
Schaalniveau:	Wereld

Inzetbaarheid

TRL:	8
Benodigd nader onderzoek:	
MRL:	7
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	Per direct
Leverancier:	TerraSphere

Blauwalgen (BlueLeg Monitor, Water Insight)

Huidig en korte termijn voorspellend vlakdekkend beeld van de aanwezigheid van drijflagen op een resolutie van 10-30 meter.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Paterswoldsemeer (Noorderzijlvest), Westeinderplassen (Rijnland), Delfse Hout (Delfland)
Categorie:	oppervlaktewater waterkwaliteit en ecologie beheer en onderhoud
Inzet:	tactisch operationeel
Vervanging:	Product wordt gebruikt naast of als aanvulling op grondwaarnemingen. Gebruik voor dagelijks beheer, (zwemwater) monitoring, water systemanalyses
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	https://artes-apps.esa.int/projects/cymons

Technische details

Oorsprong:	satelliet ground-based model
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	Vallidatie van satellietbeeld aan de hand van een zeer grote set optische WISP-meting en laboratorium-chlorofyl concentraties
Veldmetingen nodig:	Voor satellietbeeld zijn geen metingen nodig. Voor input model zijn wel veldmetingen nodig. Voor eventuele lokale tuning zijn wel veldmetingen nodig.
Wijze van veldmetingen:	30 WISP-metingen per oppervlaktewater van hoge en lage concentraties. Verspreid over het jaar. Eenmalig, zo mogelijk aanvullende metingen met fixed position EcoWatch instrument
Foutenmarge:	
Resolutie:	10-20 meter
Frequentie:	10 dagen (5 dagen vanaf eind 2016)
Schaalniveau:	Wereldwijd

Inzetbaarheid

TRL:	8
Benodigd nader onderzoek:	Lokale validatie algoritmen in verschillende typen wateren (€50k, 1 jaar). Wordt uitgevoerd in 2016 in enkele wateren
MRL:	7
Benodigd voor vermarkting:	Automatiseren en ontsluiten middels portaal (indicatie, eenmalige kosten €80k, 1 jaar)
Levering:	Geautomatiseerd en enkele uren na overvlieging. Per direct
Leverancier:	BlueLeg Monitor, Water Insight

Blue-green algea (ITC)

Op basis van satellite observaties

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Twente, Africa, China voor SKLEC
Categorie:	oppervlaktewater waterkwaliteit en ecologie
Inzet:	strategisch tactisch operationeel
Vervanging:	Er bestaat geen vergelijkbaar product. Is aanvullend op puntwaarnemingen
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	gedeeltelijk
Wijze van validatie:	in-situ metimgen
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	NVT
Foutenmarge:	30 volume procenten
Resolutie:	300 meter
Frequentie:	dagelijks
Schaalniveau:	Landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	
MRL:	7
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	
Leverancier:	ITC

Bodemgebruik (Shore Monitoring & Research)

Orthofotografie waarin bodemgebruik zichtbaar is. Evt aangevuld met classificatie van de bodem.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Huidige toepassing bij waterkeringen (Witteveen+Bos) Hondsbosse en Pettermer Zeewering | Getijherstel Rammegors (Centre of Expertise deltatechnology HZ)
Categorie:	keringen waterkwaliteit en ecologie begroeiing beheer en onderhoud
Inzet:	
Vervanging:	Vervanging van luchtfotografie en kartering met vliegtuig/helicopter
Indicatief/kwantitatief:	kwantitatief
Referenties:	http://shoremonitoring.nl/nl/service/9

Technische details

Oorsprong:	drone
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	door middel van RTK GPS metingen op strategische transecten en punten gelijktijdig met de dronevlucht
Veldmetingen nodig:	Nee
Wijze van veldmetingen:	Grondcontrole punten (GCPs) enkel noodzakelijk voor nauwkeurigheid < 20 cm
Foutenmarge:	25 cm / 5 cm (incl GCPs)
Resolutie:	5 cm
Frequentie:	dag, op afroep
Schaalniveau:	km2 schaal

Inzetbaarheid

TRL:	8
Benodigd nader onderzoek:	Evt. uitbreiding van classificatie algoritme voor bijzondere gebieden (10kE)
MRL:	8
Benodigd voor vermarkting:	geen
Levering:	Per direct
Leverancier:	Shore Monitoring & Research

Bodemhoogte (Shore Monitoring & Research)

Gedetailleerd Hoogtemodel gebaseerd op lidar (laser altimetrie) uit drones

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Eerste pilot uitgevoerd voor RWS Zeeland (Waterkering Schelphoek)
Categorie:	keringen beheer en onderhoud droogte
Inzet:	strategisch tactisch operationeel
Vervanging:	Aanvulling op AHN data (infrequent, niet flexibel inzetbaar en gedateerd), groter detail dan gebuikelijke GPS puntwaarnemingen
Indicatief/kwantitatief:	kwantitatief
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	drone
Validatie:	nee
Wijze van validatie:	Geen noodzaak om het interesse gebied te betreden
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	geen
Foutenmarge:	5 cm (Standaard deviatie)
Resolutie:	1000 punten per m2
Frequentie:	dag, op afroep
Schaalniveau:	km2 schaal

Inzetbaarheid

TRL:	6
Benodigd nader onderzoek:	Extra validatie nodig voor bijzondere gebieden (bv. Steenbestortingen bij dijken) (30kE)
MRL:	6
Benodigd voor vermarkting:	Ontwikkeling lokaal platform en integratie (70 kE)
Levering:	ca 4 maanden ontwikkeling, erna op afroep
Leverancier:	Shore Monitoring & Research

Bodemhoogte (Shore Monitoring & Research)

Gedetailleerd hoogtemodel gebaseerd op fotogrammetrie uit drones. Evt. in combinatie met orthofotografie voor bodemgebruik

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Huidige toepassingen o.a. bij waterkeringen (Deltares), duinen (Hoogheemraadschap HNK, Provincie Zeeland), strandbebouwing (RWS)
Categorie:	keringen beheer en onderhoud droogte
Inzet:	strategisch tactisch operationeel
Vervanging:	Aanvulling op AHN data (=infrequent, niet flexibel inzetbaar en gedateerd), groter detail dan gebuikelijke GPS puntwaarnemingen
Indicatief/kwantitatief:	kwantitatief
Referenties:	http://shoremonitoring.nl/nl/service/9

Technische details

Oorsprong:	drone
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	door middel van RTK GPS metingen op strategische transecten en punten gelijktijdig met de dronevlucht
Veldmetingen nodig:	ja
Wijze van veldmetingen:	Uitzetten Grond controle punten.
Foutenmarge:	5 cm (Standaard deviatie)
Resolutie:	1000 punten per m2
Frequentie:	dag, op afroep
Schaalniveau:	km2 schaal

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	geen
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	geen
Levering:	Per direct
Leverancier:	Shore Monitoring & Research

Bodemkaart (Nelen&Schuurmans)

Bodemkaart Nederland

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Veelvuldige inzet, met name als referentiekaart
Categorie:	bodem en grondwater
Inzet:	strategisch tactisch operationeel
Vervanging:	
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	ground-based
Validatie:	gedeeltelijk
Wijze van validatie:	
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	NVT
Foutenmarge:	
Resolutie:	verrasterde vector
Frequentie:	~ X jaar
Schaalniveau:	Landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	geen
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	ad hoc, via REST API en WM(T)S
Leverancier:	Nelen&Schuurmans

Bodemsaliniteit (VanderSat B.V.)

Draadloos Bodemsaliniteit netwerk gebaseerd op LORA-WAN technologie. Levert continue metingen

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Nieuw, in ontwikkeling. LORA-WAN netwerk is sinds december in de lucht. Geen vergelijkbaar draadloos meetnetwerk met een groot bereik (>15km) beschikbaar.
Categorie:	oppervlaktewater bodem en grondwater waterkwaliteit en ecologie begroeiing droogte
Inzet:	strategisch tactisch
Vervanging:	Zeer lage kosten in vergelijking met bestaande ground-based-sensoren. Draadloos.
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	http://www.thethingsnetwork.org

Technische details

Oorsprong:	ground-based
Validatie:	gedeeltelijk
Wijze van validatie:	Grond-sensoren
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	Reeds gekalibreerd
Foutenmarge:	in progress
Resolutie:	in situ
Frequentie:	Kan elke seconde, aanpassen aan user
Schaalniveau:	In situ

Inzetbaarheid

TRL:	6
Benodigd nader onderzoek:	Betrouwbaarheidtesten, validatie over verschillende bodemtypes (€20k)
MRL:	5
Benodigd voor vermarkting:	Platform ontwikkeling (€10k)
Levering:	2017
Leverancier:	VanderSat B.V.

Bodemtemperatuur (VanderSat B.V.)

Draadloos Bodemtemperatuur netwerk gebaseerd op LORA-WAN technologie. Levert continue metingen

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Nieuw, in ontwikkeling. LORA-WAN netwerk is sinds december in de lucht. Geen vergelijkbaar draadloos meetnetwerk met een groot bereik (>15km) beschikbaar.
Categorie:	bodem en grondwater begroeiing wateroverlast droogte
Inzet:	strategisch tactisch
Vervanging:	Zeer lage kosten in vergelijking met bestaande ground-based-sensoren. Draadloos.
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	http://www.thethingsnetwork.org

Technische details

Oorsprong:	ground-based
Validatie:	gedeeltelijk
Wijze van validatie:	Grond-sensoren
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	Reeds gekalibreerd
Foutenmarge:	in progress
Resolutie:	in situ
Frequentie:	Kan elke seconde, aanpassen aan user
Schaalniveau:	In situ

Inzetbaarheid

TRL:	6
Benodigd nader onderzoek:	Betrouwbaarheidtesten, validatie over verschillende bodemtypes (€20k)
MRL:	5
Benodigd voor vermarkting:	Platform ontwikkeling (€10k)
Levering:	2017
Leverancier:	VanderSat B.V.

Bodemvocht (FutureWater)

Actueel en voorspellend bodemvocht product gebaseerd op NDVI en model SPHY. Landelijk beschikbaar op 250 m resolutie

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Huidige toepassingen voor RIVM (Qkoorts), GD (leverbot) en Brabant (natuurverdrogingsmonitor)
Categorie:	bodem en grondwater droogte
Inzet:	tactisch operationeel
Vervanging:	Er bestaat geen vergelijkbaar product. Is aanvullend op puntwaarnemingen
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	http://maps.futurewater.nl/soil_moisture_nl/

Technische details

Oorsprong:	satelliet model
Validatie:	gedeeltelijk
Wijze van validatie:	Aan de hand van ongeveer 25 bodemvocht sensoren
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	NVT
Foutenmarge:	5 volume procenten
Resolutie:	250 meter
Frequentie:	dag
Schaalniveau:	Landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	8
Benodigd nader onderzoek:	Extra validatie kleigronden (€25k)
MRL:	7
Benodigd voor vermarkting:	Verbeterd platform (€50k)
Levering:	Per direct
Leverancier:	FutureWater

Bodemvocht (ITC)

Op basis van SAR

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Twente, Vechtstromen
Categorie:	bodem en grondwater wateroverlast droogte
Inzet:	strategisch tactisch operationeel
Vervanging:	Er bestaat geen vergelijkbaar product. Is aanvullend op puntwaarnemingen
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	DOI: 10.1109/JSTARS.2014.2353692

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	in-situ bodemvochtmetingen
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	NVT
Foutenmarge:	5 volume procenten
Resolutie:	10 meter tot 9 km
Frequentie:	dagelijks
Schaalniveau:	Landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	
MRL:	7
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	
Leverancier:	ITC

Bodemvocht (VanderSat B.V.)

Draadloos Bodemvocht netwerk gebaseerd op LORA-WAN technologie. Levert continue metingen

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Nieuw, in ontwikkeling. LORA-WAN netwerk is sinds december in de lucht. Geen vergelijkbaar draadloos meetnetwerk met een groot bereik (>15km) beschikbaar.
Categorie:	bodem en grondwater wateroverlast droogte
Inzet:	strategisch tactisch
Vervanging:	Zeer lage kosten in vergelijking met bestaande ground-based-sensoren. Draadloos.
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	http://www.thethingsnetwork.org

Technische details

Oorsprong:	ground-based
Validatie:	gedeeltelijk
Wijze van validatie:	Grond-sensoren en gravimetrisch
Veldmetingen nodig:	ja
Wijze van veldmetingen:	Gravimetrisch (eventueel in het lab met 1 grondsample). Reeds gekalibreerd
Foutenmarge:	in progress
Resolutie:	in situ
Frequentie:	Kan elke seconde, aanpassen aan user
Schaalniveau:	In situ

Inzetbaarheid

TRL:	6
Benodigd nader onderzoek:	Betrouwbaarheidtesten, validatie over verschillende bodemtypes (€20k)
MRL:	5
Benodigd voor vermarkting:	Platform ontwikkeling (€10k)
Levering:	2017
Leverancier:	VanderSat B.V.

Bodemvocht (VanderSat B.V.)

Satellietdata-gedreven bodemvochtproduct op 100m, dagelijks, en globale resolutie. Gebaseerd op passieve microgolven icm radar observaties, geen hinder van bewolking.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Huidige toepassingen voor klimaatonderzoek (ESA Soil Moisture Climate Change Initiative: data product beschikbaar met meer dan 2200 actieve gebruikers, waaronder Handelaren in voedselprijzen, verzekeringsmaatschappijen, NGO's, lokale overheden)
Categorie:	bodem en grondwater wateroverlast droogte
Inzet:	strategisch tactisch
Vervanging:	Enige bodemvocht product beschikbaar dat enkel gebaseerd is op satelliet-observaties. Vanuit mondiaal perspectief is er geen enkel product beschikbaar dat een vergelijkbare temporele en ruimtelijke resolutie levert.
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	http://www.esa-soilmoisture-cci.org

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	Aan de hand van het International Soil Moisture netwerk (in situ en modellen)
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	NVT
Foutenmarge:	4 vol %
Resolutie:	100m
Frequentie:	dag
Schaalniveau:	Globaal

Inzetbaarheid

TRL:	8
Benodigd nader onderzoek:	Extra validatie specifiek op Nederland gericht (€10k)
MRL:	7
Benodigd voor vermarkting:	Platform ontwikkeling (€50k)
Levering:	Operationeel eind 2016
Leverancier:	VanderSat B.V.

Boomregister (NEO)

*Boomhoogte en bedekking in grid 75*75 cm*

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	zeer divers gebruikt (incl. 5 waterschappen)
Categorie:	keringen begroeiing beheer en onderhoud
Inzet:	operationeel
Vervanging:	
Indicatief/kwantitatief:	
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	satelliet vliegtuig
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	
Veldmetingen nodig:	
Wijze van veldmetingen:	
Foutenmarge:	
Resolutie:	0,75 meter
Frequentie:	jaarlijks
Schaalniveau:	nederland

Inzetbaarheid

TRL:	8
Benodigd nader onderzoek:	
MRL:	7
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	
Leverancier:	NEO

Chlorofyl, zwevend stof en doorzicht (Deltares)

Viewer met kaarten van waterkwaliteitsparameters w.o. chlorofyl, zwevend stof, doorzicht, waterplanten, blauwalgen in het IJssemeergebied en ZW Delta, door een combinatie van modelresultaten, remote sensing beelden (Landsat-8 en Sentinel-2 & Sentinel-3) en in situ waarden.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Vergelijkbaar werk heeft o.a. geleid tot de Algenatlas IJsselmeer en Slibatlas Markermeer voor RWS-IJG. Aardobservatie toegepast in kader Lange-termijn Visie Westerschelde i.o.v. Nederlandse en Vlaamse overheden.
Categorie:	oppervlaktewater waterkwaliteit en ecologie
Inzet:	strategisch tactisch
Vervanging:	Methoden versterken elkaar en geven samen een synoptisch beeld ten behoeve van reguliere monitoring van concentraties aan oppervlakte, en in beeld brengen van impact van o.a. aanleg MarkerWadden.
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	http://www.ivm.vu.nl/en/Images/Spac669DBAA6-9D83-4E2E-9A6FC9E0BC9B75CF_tcm234-103665.pdf http://www.vliz.be/imisdocs/publications/142256.pdf ; http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425714000042

Technische details

Oorsprong:	satelliet (vliegtuig) (drone) ground-based model
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	Met betaande in situ data
Veldmetingen nodig:	voor extra validatie
Wijze van veldmetingen:	Bestaande monitoringsinspanning
Foutenmarge:	nader te onderzoeken
Resolutie:	vanaf ca 20 x 20 m tot 300 x 300 km (met airborne remote sensing hogere resoluties haalbaar)
Frequentie:	model dagelijks, remote sensing dagelijks tot maandelijks (afhankelijk van bewolking en sensorkeuze) en in situ uurlijks tot twee-wekelijks (afh. van keuze meetplatform)
Schaalniveau:	Ijsselmeergebied en ZW delta, 1 regionaal product voor meerdere stakeholders tegelijk.

Inzetbaarheid

TRL:	model en remote sensing in onderzoek, in situ ready
Benodigd nader onderzoek:	remote sensing €25k-100k, model €50k-100k, in situ. Kosten te delen met meerdere stakeholders.
MRL:	in onderzoek
Benodigd voor vermarkting:	Viewer (€25k)
Levering:	eerste producten vanaf een maand na start project
Leverancier:	Deltares

Chlorofyl-a (BlueLeg Monitor, Water Insight)

Vlakdekkend beeld van de concentraties chlorofyl-a op een resolutie van 10, 300 of 1000 meter.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	IJsselmeer + Markermeer (Deltares/RWS), Noordzee (RWS), Donau Delta (NIMRD), Canadese kustwateren (Marine Harvest) (300 en 1000 m varianten)
Categorie:	oppervlaktewater waterkwaliteit en ecologie beheer en onderhoud
Inzet:	tactisch operationeel
Vervanging:	Gebruik voor dagelijks beheer, (zwemwater) monitoring, water systemanalyses, kaderrichtlijn water rapportages
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	300 m producten zijn zeer uitgebereid getest t.o.v. MWTL monitoringsdata van Noordzee en Ijsselmeer/Markermeer en ten opzichte van wetenschappelijke datasets
Veldmetingen nodig:	Nee. Mogelijk moet er eenmalig een lokale tuning plaatsvinden
Wijze van veldmetingen:	n.v.t.
Foutenmarge:	[Chlf]: Vermoedelijk 10-20%
Resolutie:	10, 300 of 1000 m (keuze, afhankelijk van oppervlak en toepassing)
Frequentie:	10 m resolutie: elke 10 dagen (elke 5 dagen vanaf eind 2016), 300 m resolutie: elke 2-3 dagen, 1000 m: bijna dagelijks
Schaalniveau:	Wereldwijd

Inzetbaarheid

TRL:	9 (1000 m), 8 (300 m), 6 (10 m)
Benodigd nader onderzoek:	1000 m res is direct bruikbaar, 300 m resolutie: technology in house is ontwikkeld, satelliet beelden weer beschikbaar vanaf 2016, 10 m resolutie vraagt nog ontwikkeling die al gepland is
MRL:	6
Benodigd voor vermarkting:	Opzet en ontsluiting platform, kosten nader te bepalen (indicatie: € 10k voor 1000 m beelden), eenvoudig te combineren met overige ecologische kwaliteitsparameters
Levering:	1000 m per direct, 10 m komt beschikbaar gedurende 2016, 300 m komt opnieuw beschikbaar eind 2016/begin 2017
Leverancier:	BlueLeg Monitor, Water Insight

Componenten Waterbalans (RWS, Deltares)

Actueel en voorspellend alle componenten van de waterbalans van NL op basis van NHI op 250x250 meter

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Huidigde toepassing voor RWS (Waterbeheer/LCW/Droogteberichtgeving)
Categorie:	oppervlaktewater bodem en grondwater waterkwaliteit en ecologie droogte
Inzet:	strategisch tactisch operationeel
Vervanging:	Integratie met Satelliet beelden mogelijk
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	ground-based model
Validatie:	validatie NHI
Wijze van validatie:	calibratie NHI
Veldmetingen nodig:	
Wijze van veldmetingen:	
Foutenmarge:	
Resolutie:	250 meter
Frequentie:	dag
Schaalniveau:	Landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	Data leveranties via OpenDAP (iom RWS)
Levering:	iom RWS
Leverancier:	RWS, Deltares

CROPMON (NEO)

gewassluiting en andere fenologische gewasspecifieke parameters

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	agribusiness
Categorie:	bodem en grondwater begroeiing beheer en onderhoud
Inzet:	operationeel
Vervanging:	
Indicatief/kwantitatief:	
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	
Veldmetingen nodig:	
Wijze van veldmetingen:	
Foutenmarge:	
Resolutie:	2 meter
Frequentie:	decade
Schaalniveau:	nederland

Inzetbaarheid

TRL:	8
Benodigd nader onderzoek:	
MRL:	7
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	
Leverancier:	NEO

Cropyield forecasting (Alterra)

MARS Crop Yield Forecasting System (MCYFS)

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Monitoren van gewasproductie en voedselzekerheid (Europese Commisie).
Categorie:	begroeiing droogte
Inzet:	tactisch operationeel
Vervanging:	
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	https://www.wageningenur.nl/en/newsarticle/Alterra-Europes-favorite-partner-in-monitoring-crop-production.htm

Technische details

Oorsprong:	satelliet ground-based model
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	regionale statistieken van met name oogst opbrengsten
Veldmetingen nodig:	ja
Wijze van veldmetingen:	EUROSTAT
Foutenmarge:	?
Resolutie:	25km
Frequentie:	dagelijks
Schaalniveau:	globaal

Inzetbaarheid

TRL:	8
Benodigd nader onderzoek:	Onderzoek richt zich vnl op verbeteren gewasgroeimodellen.
MRL:	8
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	Per direct
Leverancier:	Alterra

Deformatie metingen waterkeringen (Dijk Monitoring Nederland (DMN))

betreft actuele informatie van mate van deformatie van waterkeringen op basis van remote sensing data (3D laserscan met 360 fotografie)

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Voor Rijkswaterstaat is deze techniek eerder toegepast. Met behulp van een mobiele laserscanner wordt de kering in 3D ingemeten. Door periodiek de meting te herhalen kan actuele deformatie en schadebeelden van de kering worden bepaald. Deze methode sluit naadloos aan bij de zorgplicht voor kering beheerders.
Categorie:	keringen
Inzet:	strategisch tactisch operationeel
Vervanging:	Dit soort metingen zijn een aanvulling op jaarlijkse inspecties en geven goed inzicht in het gedrag van de kering en benodigd beheer en onderhoud. Data van actueel Hoogtebestand Nederland is niet nauwkeurig genoeg en frequentie data-inwinning is te laag.
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	www.dijkmonitoring nederland.com

Technische details

Oorsprong:	ground-based model
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	Deze techniek is gevalideerd bij de Leendert de Boerspolden van Rijnland
Veldmetingen nodig:	ja
Wijze van veldmetingen:	controle metingen RTK-GPS voor kwaliteitsdoeleinden
Foutenmarge:	tot 2 cm
Resolutie:	afhankelijk van scansnelheid ca 1 cm
Frequentie:	dag
Schaalniveau:	Landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	geen
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	opzetten Service Desk 3D dijkdata (40K)
Levering:	per direct
Leverancier:	Dijk Monitoring Nederland (DMN)

Dijk Monitoring Nederland - LIDAR (Dijk Monitoring Nederland (DMN))

Leveren van gedetailleerde 3D informatie over de vorm van dijklichamen m.b.v. lidar

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	n.v.t. (nieuw)
Categorie:	keringen beheer en onderhoud wateroverlast
Inzet:	tactisch operationeel
Vervanging:	aanvullend op dijkschouw en terrestrische metingen
Indicatief/kwantitatief:	kwantitatief
Referenties:	nog niet van toepassing

Technische details

Oorsprong:	drone
Validatie:	gedeeltelijk
Wijze van validatie:	visueel en terrestrische metingen
Veldmetingen nodig:	ja
Wijze van veldmetingen:	terrestrisch
Foutenmarge:	2cm
Resolutie:	25cm
Frequentie:	dag
Schaalniveau:	landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	7
Benodigd nader onderzoek:	nog te bepalen
MRL:	5
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	
Leverancier:	Dijk Monitoring Nederland (DMN)

Dijk Monitoring Nederland - Optisch (Dijk Monitoring Nederland (DMN))

Leveren van gedetailleerde 3D informatie over de vorm van dijklichamen m.b.v. optische stereo opnamen

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	gewasmonitoring voor de Agrisector en kartering voor Defensie en Kadaster
Categorie:	keringen beheer en onderhoud wateroverlast
Inzet:	tactisch operationeel
Vervanging:	aanvullend op dijkschouw en terrestrische metingen
Indicatief/kwantitatief:	kwantitatief
Referenties:	http://www.uav-g.org/Presentations/UAS_for_Cadastal_Applications/Rijsdijk_M-UAS_in_the_process_of_juridical_verification.pdf

Technische details

Oorsprong:	drone
Validatie:	gedeeltelijk
Wijze van validatie:	visueel en terrestrische metingen
Veldmetingen nodig:	ja
Wijze van veldmetingen:	terrestrisch
Foutenmarge:	2cm
Resolutie:	2cm
Frequentie:	dag
Schaalniveau:	landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	7
Benodigd nader onderzoek:	nog te bepalen
MRL:	5
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	
Leverancier:	Dijk Monitoring Nederland (DMN)

Dijk Monitoring Nederland - Ortho (Dijk Monitoring Nederland (DMN))

Leveren van hoge resolutie multispectrale ortho mozaieken

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	gewasmonitoring voor de Agrisector en kartering voor Defensie en Kadaster
Categorie:	keringen begroeiing beheer en onderhoud wateroverlast
Inzet:	tactisch operationeel
Vervanging:	aanvullend op dijkschouw en terrestrische metingen
Indicatief/kwantitatief:	Indicatief
Referenties:	http://www.uav-g.org/Presentations/UAS_for_Cadastal_Applications/Rijsdijk_M-UAS_in_the_process_of_juridical_verification.pdf

Technische details

Oorsprong:	drone
Validatie:	gedeeltelijk
Wijze van validatie:	visueel en terrestrische metingen
Veldmetingen nodig:	ja
Wijze van veldmetingen:	terrestrisch
Foutenmarge:	2cm
Resolutie:	2cm
Frequentie:	dag
Schaalniveau:	landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	7
Benodigd nader onderzoek:	nog te bepalen
MRL:	5
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	
Leverancier:	Dijk Monitoring Nederland (DMN)

Dokter Verharding (NEO)

*informatie in rastergrd van 2*2 meter over verharding oppervlak (onverhard, begroied, gesloten en open verharding)*

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	gemeenten
Categorie:	keringen wateroverlast
Inzet:	operationeel
Vervanging:	
Indicatief/kwantitatief:	
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	
Veldmetingen nodig:	
Wijze van veldmetingen:	
Foutenmarge:	
Resolutie:	2 meter
Frequentie:	jaarlijks
Schaalniveau:	nederland

Inzetbaarheid

TRL:	8
Benodigd nader onderzoek:	
MRL:	7
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	
Leverancier:	NEO

Doorzicht/secchi depth/extinctie coefficient (BlueLeg Monitor, Water Insight)

Vlakdekkend beeld van het doorzicht, secchi diepte of extinctie coefficient op een resolutie van 10, 300 of 1000 meter.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:

Categorie:	oppervlaktewater waterkwaliteit en ecologie beheer en onderhoud
Inzet:	tactisch operationeel
Vervanging:	Gebruik voor dagelijks beheer, monitoring, water systemanalyses, kaderrichtlijn water rapportages, ESF2 Lichtklimaat
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	
Wijze van validatie:	
Veldmetingen nodig:	Nee. Mogelijk moet er eenmalig een lokale tuning plaatsvinden
Wijze van veldmetingen:	n.v.t.
Foutenmarge:	
Resolutie:	10, 300 of 1000 m (keuze, afhankelijk van oppervlak en toepassing)
Frequentie:	10 m resolutie: elke 10 dagen (elke 5 dagen vanaf eind 2016), 300 m resolutie: elke 2-3 dagen, 1000 m: bijna dagelijks
Schaalniveau:	Wereldwijd

Inzetbaarheid

TRL:	9 (1000 m), 8 (300 m), 6 (10 m)
Benodigd nader onderzoek:	1000 m res is direct bruikbaar, 300 m resolutie: technology in house is ontwikkeld, satelliet beelden weer beschikbaar vanaf 2016, 10 m resolutie vraagt nog ontwikkeling die al gepland is
MRL:	6
Benodigd voor vermarkting:	Opzet en ontsluiting platform, kosten nader te bepalen (indicatie: € 10k voor 1000 m beelden), eenvoudig te combineren met overige ecologische kwaliteitsparameters
Levering:	1000 m per direct, 10 m komt beschikbaar gedurende 2016, 300 m komt opnieuw beschikbaar eind 2016/begin 2017
Leverancier:	BlueLeg Monitor, Water Insight

Droge / Natte plekken waterkeringen (Down2Earth Sensing)

Product voor analyse natte en droge plekken in waterkeringen Gebaseerd op warmteverschillen.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Detectie droge en natte plekken waterkeringen (beginnende piping) (test)
Categorie:	keringen beheer en onderhoud wateroverlast droogte
Inzet:	tactisch operationeel
Vervanging:	lopende inspectie
Indicatief/kwantitatief:	Indicatief en kwantitatief
Referenties:	www.d2e-sensing.com

Technische details

Oorsprong:	drone
Validatie:	gedeeltelijk
Wijze van validatie:	Afhankelijk van type inspectie
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	NVT
Foutenmarge:	1-5 cm
Resolutie:	1-5 cm
Frequentie:	afhankelijk
Schaalniveau:	waterschap

Inzetbaarheid

TRL:	7
Benodigd nader onderzoek:	Extra validatie natte / droge plekken (€20k)
MRL:	7
Benodigd voor vermarkting:	Toepasbaarheid nieuwe sensoren (€ 50k)
Levering:	Per direct
Leverancier:	Down2Earth Sensing

Droogte index veenkades (Dijk Monitoring Nederland (DMN))

Actuele droogte informatie van veenkades op basis van hoog resolutie satellietdata in combinatie met neerslaggegevens en insitu-waarnemingen

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Het bepalen van de actuele droogte-index van veenkaden wordt uitgevoerd op basis van actuele vegetatiestress als gevolg van uitdroging op basis van remote sensing data. Vegetatiestress kan een indicator zijn van uitdroging van de toplaag van veenkades. Voor het bepalen van de mate van uitdrogoging van veenkades (incl diepere lagen) door langdurige droogte maken wij gebruik van hoog resolutie statellietdata in combinatie met locale neerslaggevens en (in situ) grond-metingen.
Categorie:	keringen begroeiing droogte
Inzet:	strategisch tactisch
Vervanging:	Er bestaan op dit moment geen vergelijkbare producten
Indicatief/kwantitatief:	kwantitatief
Referenties:	nog geen

Technische details

Oorsprong:	satelliet vliegtuig drone ground-based model
Validatie:	nee
Wijze van validatie:	moet nog plaatsvinden
Veldmetingen nodig:	ja
Wijze van veldmetingen:	veldmetingen vinden plaats met vocht sensoren in de bodem, geleidbaarkeidsmetingen en infrarood metingen.
Foutenmarge:	NB
Resolutie:	0,3 meter
Frequentie:	wekelijks, afhankelijk van meteorologische omstandigheden
Schaalniveau:	Landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	8
Benodigd nader onderzoek:	Verdere validatie model droogte index veenkade (50K)
MRL:	4
Benodigd voor vermarkting:	opzetten Service Desk Droogte Veenkades (30K)
Levering:	zomer 2016
Leverancier:	Dijk Monitoring Nederland (DMN)

Droogtescan (Miramap BV)

Bodemvochtgehalte van het beheersgebied in de eerste meter onder het maaiveld. Gebiedsdekkend beeld met 1 meter resolutie. Kan vliegend en rijdend worden ingewonnen. (Specifiek voor waterkeringen noemen we het Dijkscan). Gebruikte technologie is MIRA (passieve microgolf radiometrie), van oorsprong satelliettechnologie (vgl SMOS). Reeds op 24 juni 2014 product gepresenteerd aan SAT-Water consortium.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Vliegtuigmeting: Julianakanaal kwelzones (RWS), Diemereiland grondwater (Gemeente Amsterdam), Stroomgebied Grecht (RWS). Mobiele meting: Droogte grechtkade (HDSR), droogte Ouderkerk a/d Amstel (AGV), verzadiging scheldedijk (Vlaanderen), en diverse projecten gericht op asfaltkwaliteit en holle ruimten onder asfalt op zeedijken (Scheldestromen, Noorderzijlvest, HHNK, diverse aannemers).
Categorie:	keringen oppervlaktewater bodem en grondwater beheer en onderhoud droogte
Inzet:	strategisch tactisch operationeel
Vervanging:	Geen bestaand product met deze dekking en resolutie
Indicatief/kwantitatief:	Beide
Referenties:	www.miramap.com en www.droogtescan.nl

Technische details

Oorsprong:	vliegtuig ground-based
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	I.s.m. VU Amsterdam (met bodemvochtprikkers en EM38), en Innovatie Test Centrum RWS
Veldmetingen nodig:	alleen indien absolute waarden gewenst (vol%), anders relatief (zonder veldmetingen)
Wijze van veldmetingen:	Bodemvochtprikkers op moment van de meting
Foutenmarge:	
Resolutie:	bij mobiele meting (rijdend): 1 meter. Bij vliegtuigmeting: 5 meter.
Frequentie:	Direct na meting
Schaalniveau:	Mobiele meting: perceelniveau. Vliegtuigmeting: tientallen kilometers

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	Inzet als validatie voor satellietdata (25k), Extra validatie absolute metingen (25k)
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	Direct inzetbaar
Leverancier:	Miramap BV

DRYMON (NEO)

Actueel bodemvocht product gebaseerd op backscatter. Landelijk beschikbaar op 1000 m resolutie en bodemtypespecifiek

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	DRYMON, opbrengst- en droogtemonitoring in vele landen en klimaatsgebieden. In voorloper SATWATER getest: Beperkingen in uimtelijke resolutie op peilbeheergebeid te grof voor Nederland. Pas doorontwikkelen indien verbetering haalbaar, nu dus.
Categorie:	bodem en grondwater droogte
Inzet:	operationeel
Vervanging:	verdampingsmetingen te leveronzeker en te onbetrouwbaar.
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief via indexatie
Referenties:	www.drymon.biz

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	veldmetingen,, droogtewaarnemngen, vergelijkende studies
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	nvt
Foutenmarge:	7 volume procenten
Resolutie:	1000 meter
Frequentie:	+/- dagelijks
Schaalniveau:	Mondiaal

Inzetbaarheid

TRL:	8
Benodigd nader onderzoek:	Schaalverbetering is uit te voeren naar perceelsniveau. Daarvoor validatie en ontwikkeling noodzakelijk a 150kE/jaar voor drie jaar
MRL:	7
Benodigd voor vermarkting:	afstemming op klantvraag altijd nuttig/nodig (15kE)
Levering:	vanaf 2 maand na opdracht
Leverancier:	NEO

Duin/dijkvolumes (Shore Monitoring & Research)

Berekening van volumes op basis van hoogtemodellen (verkregen met drones)

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Huidige toepassingen o.a. bij waterkeringen (Deltares), duinen (Hoogheemraadschap HNK, Provincie Zeeland), strandbebouwing (RWS)
Categorie:	keringen beheer en onderhoud
Inzet:	strategisch tactisch operationeel
Vervanging:	Vervanging puntwaarneming
Indicatief/kwantitatief:	kwantitatief
Referenties:	http://shoremonitoring.nl/nl/service/9

Technische details

Oorsprong:	drone model
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	door middel van RTK GPS metingen op strategische transecten en punten gelijktijdig met de dronevlucht
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	geen
Foutenmarge:	3 volume procenten
Resolutie:	10 cm
Frequentie:	dag, op afroep
Schaalniveau:	km2 schaal

Inzetbaarheid

TRL:	8
Benodigd nader onderzoek:	Extra validatie volume nauwkeurigheid gewenst (kosten ca 5 kE, 1 week)
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	geen
Levering:	Per direct
Leverancier:	Shore Monitoring & Research

Emergency response (Geoserve)

Toegang tot satellietbeelden die bij calamiteiten op zeer korte termijn kunnen worden opgenomen en beschikbaar gesteld van getroffen gebieden

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Soortgelijke dienst is geleverd aan een oliemaatschappij
Categorie:	keringen wateroverlast
Inzet:	operationeel
Vervanging:	Er bestaat geen vergelijkbaar product / dienst. Mogelijk aanvullend op andere bronnen (drones, vliegtuigen) waarbij satellietbeelden het voordeel hebben dat in een keer grote gebieden in kaart kunnen worden gebracht.
Indicatief/kwantitatief:	Indicatief
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	n.v.t.
Wijze van validatie:	
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	n.v.t.
Foutenmarge:	
Resolutie:	30 cm tot 25 meter
Frequentie:	dag
Schaalniveau:	van 5 x 5km tot landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	Afstemming op eisen gebruiker
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	n.v.t.
Levering:	Per direct
Leverancier:	Geoserve

ETMonitor (Alterra)

Actuele verdamping obv RS data (NDVI en radar-bodemvocht) en energiebalansmodel gekoppeld met een gewasgroeimodel

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Potentiele klanten: waterschappen, boeren organisaties, overheden.
Categorie:	oppervlaktewater bodem en grondwater waterkwaliteit en ecologie begroeiing beheer en onderhoud droogte
Inzet:	tactisch operationeel
Vervanging:	Oa de volgende bedrijven bieden soortgelijke producten aan: eLEAF, HKV, EARS.
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	x

Technische details

Oorsprong:	satelliet model
Validatie:	gedeeltelijk
Wijze van validatie:	Op basis van ET data van meetstations in Nederland (Cabauw, Loobos).
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	NVT
Foutenmarge:	?
Resolutie:	25m-100m
Frequentie:	x
Schaalniveau:	Landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	7
Benodigd nader onderzoek:	Validatie ET obv hoge resolutie bodemvocht product, assimilatie RS data in gewasgroeimodel. Verdamping bossen.
MRL:	2
Benodigd voor vermarkting:	nvt
Levering:	In overleg
Leverancier:	Alterra

FLI-MAP (Fugro Geospatial)

Lidar en beeldmateriaal inwinning (foto en video) met behulp van een helikopter systeem. Mogelijkheid om data met een puntdichteid van 40 tot 50 punten per vierkante meter en beelden met een resolutie van minder dan 5 cm in te winnen.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Verschillende projecten voor diverse waterschappen in het verleden. Meerdere projecten voor Rijkswaterstaat / Waterschapshuis in het kader van het AHN. Jaarlijks programma voor Rijkswaterstaat om de pieren van Ijmuiden in te winnen
Categorie:	keringen bodem en grondwater begroeiing beheer en onderhoud wateroverlast
Inzet:	strategisch tactisch operationeel
Vervanging:	n.v.t.
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	http://www.fugrogeospatial.com/

Technische details

Oorsprong:	vliegtuig
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	Gebruik van controlepunten om de nauwkeurigheid van het model te valideren, dit kunnen controlepunten in het veld zijn of controlepunten vanuit andere datasets
Veldmetingen nodig:	ja
Wijze van veldmetingen:	controlepunten nodig om de nauwkeurigheid te waarborgen
Foutenmarge:	minder dan 2%
Resolutie:	< 5 cm
Frequentie:	afhankelijk van project, indien nodig kan dit op korte termijn
Schaalniveau:	afhankelijk van project

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	n.v.t.
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	n.v.t.
Levering:	1 maand na inwinning
Leverancier:	Fugro Geospatial

Flood Extent & Duration mapping (TerraSphere)

Tijdelijk oppervlaktewater (overstroming) extent en duratie op basis van satellieten

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Toepassingen: monitoring hoogwater/overstromingen. Klanten: Waterschappen in NL
Categorie:	oppervlaktewater wateroverlast
Inzet:	strategisch operationeel
Vervanging:	Vervanging voor veldwerk
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	http://terrasphere.nl/home.html

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	Ja
Wijze van validatie:	Validatie met foto's uit helicopter in Limburg ism waterschap
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	NVT
Foutenmarge:	~5%
Resolutie:	Verschillende opties: 5m-20m
Frequentie:	~wekelijks
Schaalniveau:	Wereld

Inzetbaarheid

TRL:	8
Benodigd nader onderzoek:	Extra validatie voor nieuwe (SAR) sensoren
MRL:	7
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	Per direct
Leverancier:	TerraSphere

Flood maps (Deltares)

Overstromingskaarten met behulp van satellietdata

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Huidige toepassing Servir Mekong
Categorie:	oppervlaktewater wateroverlast
Inzet:	tactisch operationeel
Vervanging:	Vervanging/aanvulling van veldwerk
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	http://servir.adpc.net/about

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	
Wijze van validatie:	
Veldmetingen nodig:	
Wijze van veldmetingen:	
Foutenmarge:	
Resolutie:	
Frequentie:	
Schaalniveau:	

Inzetbaarheid

TRL:	
Benodigd nader onderzoek:	
MRL:	
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	
Leverancier:	Deltares

Fycocyanine (BlueLeg Monitor, Water Insight)

Vlakdekkend beeld van de concentratie fycocyanine als maat voor blauwalgconcentratie op een resolutie van 300 meter.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	IJsselmeer + Markermeer (Deltares/RWS) (300 en 1000 m varianten)
Categorie:	oppervlaktewater waterkwaliteit en ecologie beheer en onderhoud
Inzet:	tactisch operationeel
Vervanging:	Gebruik voor dagelijks beheer, (zwemwater) monitoring, water systemanalyses
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	300 m producten zijn getest t.o.v. enige beschikbare MWTL monitoringsdata van Ijsselmeer/Markermeer en ten opzichte van wetenschappelijke datasets
Veldmetingen nodig:	Nee. Mogelijk moet er eenmalig een lokale tuning plaatsvinden
Wijze van veldmetingen:	n.v.t.
Foutenmarge:	
Resolutie:	10, 300 of 1000 m (keuze, afhankelijk van oppervlak en toepassing)
Frequentie:	10 m resolutie: elke 10 dagen (elke 5 dagen vanaf eind 2016), 300 m resolutie: elke 2-3 dagen, 1000 m: bijna dagelijks
Schaalniveau:	Wereldwijd

Inzetbaarheid

TRL:	9 (1000 m), 8 (300 m), 6 (10 m)
Benodigd nader onderzoek:	1000 m res is direct bruikbaar, 300 m resolutie: technology in house is ontwikkeld, satelliet beelden weer beschikbaar vanaf 2016, 10 m resolutie vraagt nog ontwikkeling die al gepland is
MRL:	6
Benodigd voor vermarkting:	Opzet en ontsluiting platform, kosten nader te bepalen (indicatie: € 10k voor 1000 m beelden), eenvoudig te combineren met overige ecologische kwaliteitsparameters
Levering:	1000 m per direct, 10 m komt beschikbaar gedurende 2016, 300 m komt opnieuw beschikbaar eind 2016/begin 2017
Leverancier:	BlueLeg Monitor, Water Insight

Geautomatiseerde toets Niet Waterkerende Objecten (NWO's) (Dijk Monitoring Nederland (DMN))

Betreft een geautomatiseerde toets-beoordeling van het effect van Niet Waterkerende Objecten op de stabiliteit van waterkering (bomen en gebouwen) waarbij gebruik wordt gemaakt van remote sensing data voor bepalen van bomen binnen invloedzone kering, boomhoogten, stampositie en positie bebouwing.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Deze applicatie is gezamenlijk ontwikkeld met Waternet en daar toegepast. Uit de eerste resultaten blijkt dat de opgave met ca. 80% wordt verminderd. Daarnaast wordt voornamelijk gebruik gemaakt van bij het waterschap aanwezige (remote sensing) data in combinatie met geautomatiseerde scripts voor het uitvoeren van de beoordeling/toets
Categorie:	keringen begroeiing
Inzet:	strategisch tactisch operationeel
Vervanging:	Er bestaan geen vergelijkbare producten
Indicatief/kwantitatief:	kwantitatief
Referenties:	www.dijkmonitoringnederland.com

Technische details

Oorsprong:	satelliet vliegtuig ground-based model
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	Op een aantal dijkstrekkingen van Waternet is dit service product gevalideerd
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	NTV
Foutenmarge:	< 2%
Resolutie:	NVT
Frequentie:	1 X per jaar
Schaalniveau:	Landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	verdere verdieping slag om opgave nog verder te verkleinen; ca 50K
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	opzetten Service Desk NWO's ca 30K
Levering:	per direct
Leverancier:	Dijk Monitoring Nederland (DMN)

Geulpatronen kwelders (Dijk Monitoring Nederland (DMN))

Onderzoek op macrobenthos in intergetijde gebieden en vaststellen van geulpatronen in kwelders m.b.v. object georiënteerde klassificatie

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	n.v.t. (nieuw)
Categorie:	oppervlaktewater waterkwaliteit en ecologie begroeiing
Inzet:	operationeel
Vervanging:	Eerstmalig product.
Indicatief/kwantitatief:	indicatief
Referenties:	http://annualreport.nlr.nl/2011/Projects/Sustainability/Modelling%20salt%20marshes/

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	m.b.v. luchtfotografie
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	
Foutenmarge:	5m
Resolutie:	10m
Frequentie:	week/maand
Schaalniveau:	landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	8
Benodigd nader onderzoek:	niet
MRL:	5
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	week
Leverancier:	Dijk Monitoring Nederland (DMN)

Gewasgroei (SarVision (SVGS) + Nelen&Schuurmans)

fapar of lai-proxy gebaseerd op radar. Geen wolken dus leverzekerheid.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	NVWA
Categorie:	begroeiing
Inzet:	
Vervanging:	
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	veld survey
Veldmetingen nodig:	ja
Wijze van veldmetingen:	alleen eenmalig ter calibratie in opstart fase
Foutenmarge:	5 tot 10 %
Resolutie:	5, 20 meter
Frequentie:	tweewekelijks, week (2017)
Schaalniveau:	Landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	5
Benodigd nader onderzoek:	Gedegen validatie (€40k)
MRL:	8
Benodigd voor vermarkting:	Afzetkanalen (6 mnd)
Levering:	2016 Q2
Leverancier:	SarVision (SVGS) afstemming met nelen&schuurmans

Gewastype (SarVision (SVGS) + Nelen&Schuurmans)

Gewastype vroeg in seizoen (Juni, Juli)

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	NVWA
Categorie:	begroeiing
Inzet:	
Vervanging:	
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	veld survey
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	
Foutenmarge:	0.05
Resolutie:	5, 20 meter
Frequentie:	jaar, week (2017)
Schaalniveau:	Landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	Extra validatie (€25k)
MRL:	8
Benodigd voor vermarkting:	Afzetkanalen (6 mnd)
Levering:	2016 Q2
Leverancier:	SarVision (SVGS) afstemming met nelen&schuurmans

Globale straling (EARS)

Actuele en historische data van globale straling gebaseerd op Meteosat beelden.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:

Categorie: bodem en grondwater
begroeiing
droogte

Inzet: operationeel

Vervanging:

Indicatief/kwantitatief: Kwantitatief

Referenties: http://www.ears.nl

Technische details

Oorsprong: satelliet
model

Validatie: Gedeeltelijk
Wijze van validatie: Globale stralingsmetingen van meteorologische grondstations worden vergeleken met de pixelwaarden van het model op de plek van het grondstation. Ook hier is de ruimtelijke schaal niet geheel vergelijkbaar.

Veldmetingen nodig: Nee
Wijze van veldmetingen:

Foutenmarge:
Resolutie: 3000m
Frequentie: dag/dekad
Schaalniveau: Continentaal, Landelijk

Inzetbaarheid

TRL: 9
Benodigd nader onderzoek:

MRL: 6
Benodigd voor vermarkting:

Levering: In overleg
Leverancier: EARS

GroenMonitor (Alterra)

Actuele vegetatiekaart (NDVI) van Nederland uit satellietbeelden

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Data wordt gebruikt voor allerlei toepassingen & onderzoek: faunaschade (app in ontwikkeling), grasland productiviteit (ism Friesland Campina), suikerbieten opbrengst (SuikerUnie). Data groenmonitor ook in Akkerweb.
Categorie:	bodem en grondwater begroeiing beheer en onderhoud droogte
Inzet:	strategisch tactisch operationeel
Vervanging:	Oa de volgende bedrijven bieden soortgelijke producten aan: eLEAF, HKV, EARS, NEO.
Indicatief/kwantitatief:	Indicatief (NDVI), kwantitatief (afgeleide producten)
Referenties:	http://www.groenmonitor.nl/

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	gedeeltelijk. Niet NDVI maar afgeleide producten, zoals faunaschade en opbrengsten
Wijze van validatie:	Op basis van veldmetingen door het vergelijken van NDVI-afgeleide producten met grashoogte, gewas-opbrengsten.
Veldmetingen nodig:	nee (NDVI)
Wijze van veldmetingen:	Op basis van veldmetingen door het vergelijken van NDVI-afgeleide producten met grashoogte, gewas-opbrengsten.
Foutenmarge:	nvt
Resolutie:	25m
Frequentie:	~Wekelijks
Schaalniveau:	Veld - Regio - Landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	Onderzoek richt zich vnl op ontwikkeling van nieuwe toepassingen.
MRL:	8
Benodigd voor vermarkting:	Verbeteren platform
Levering:	Per direct
Leverancier:	Alterra

Handhavingsapp (NEO)

SPOT6/7 hoge resolutiebeelden Nederland 2-maandelijks ververst: Delicten dateren, mutaties signaleren, enz.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	handhavers en politie
Categorie:	keringen begroeiing wateroverlast
Inzet:	operationeel
Vervanging:	
Indicatief/kwantitatief:	
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	
Veldmetingen nodig:	
Wijze van veldmetingen:	
Foutenmarge:	
Resolutie:	1,5 meter
Frequentie:	maandelijks
Schaalniveau:	nederland

Inzetbaarheid

TRL:	8
Benodigd nader onderzoek:	
MRL:	7
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	
Leverancier:	NEO

Hittestress (Nelen&Schuurmans)

Quickscan hittestress Nederland op basis van landgebruik, ahn2 en indicatie zomerdag 15:00 uur 21 juni

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Als quickscan voor HHNK en andere waterschappen om een indruk te krijgen van hittegevoelige gebieden en objecten
Categorie:	waterkwaliteit en ecologie wateroverlast droogte
Inzet:	strategisch
Vervanging:	Expert analyse hittestress op basis van brondata en modellen door bijvoorbeeld VITO (Belgie)
Indicatief/kwantitatief:	Indicatief
Referenties:	nog niet beschikbaar

Technische details

Oorsprong:	ground-based model
Validatie:	nee
Wijze van validatie:	
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	NVT
Foutenmarge:	
Resolutie:	0.5 meter
Frequentie:	jaar
Schaalniveau:	Landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	7
Benodigd nader onderzoek:	geen
MRL:	7
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	ad hoc, via REST API en WM(T)S
Leverancier:	Nelen&Schuurmans

Hoogte waterkeringen (Down2Earth Sensing)

Product voor gedetailleerde monitoring hoogten / deformatie van waterkeringen.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Maaiveldhoogte waterkeringen (waterschappen)
Categorie:	keringen
Inzet:	tactisch operationeel
Vervanging:	Landmeten / LIDAR
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	www.d2e-sensing.com

Technische details

Oorsprong:	drone
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	terrestrische hoogtemetingen voor verificatie maaiveldhoogte of AHN
Veldmetingen nodig:	ja
Wijze van veldmetingen:	enkele terrestrische hoogtemetingen
Foutenmarge:	1-5 cm
Resolutie:	1-5 cm
Frequentie:	nvt
Schaalniveau:	waterschap

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	nvt
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	regulier marketing
Levering:	Per direct
Leverancier:	Down2Earth Sensing

InSAR (SkyGeo)

Millimeter-nauwkeurige meting van verzakkingen en deformaties van gebieden en objecten vanuit satelliet, zoals panden, wegen, dijkbekledingen etc.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Opsporing steil onderwatertalud Lauwersmeerdijk (Waterschap Noorderzijlvest), Kartering zettingssnelheden dijken Eiland van Marken (Rijkswaterstaat) en Houtribdijk (Deltares), Sluizen en bruggen (Provincie NH), Leidingkruisingen (Evides)
Categorie:	keringen beheer en onderhoud droogte
Inzet:	strategisch tactisch operationeel
Vervanging:	Traditionele waterpassingen, die te kostbaar zijn voor zeer regelmatige inwinning over grote strekkingen. Bij een dijkversterking gaat het al snel om honderden panden naast de dijk.
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	www.skygeo.com

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	Vele wetenschappelijke publicaties, vele eigen vergelijkingen met waterpassingen en tachymetrie metingen en GPS metingen. Precisie <1 mm/jaar aangetoond.
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	NVT
Foutenmarge:	<1 mm/jaar
Resolutie:	een meetpunt per 10 m2 (andere resoluties mogelijk)
Frequentie:	365 dagen per jaar ongeacht weer en dag/nacht
Schaalniveau:	Landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	geen
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	Per direct. Data in open GIS standaarden
Leverancier:	SkyGeo

Inspecties (DronePoint)

Dijk /waterkering inspecties

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:

Categorie:	begroeiing beheer en onderhoud droogte
Inzet:	operationeel
Vervanging:	Aanvullend
Indicatief/kwantitatief:	
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	drone
Validatie:	
Wijze van validatie:	
Veldmetingen nodig:	
Wijze van veldmetingen:	
Foutenmarge:	
Resolutie:	
Frequentie:	dag
Schaalniveau:	Landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	8
Benodigd nader onderzoek:	
MRL:	7
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	Per direct
Leverancier:	DronePoint

Inundatie-product (VanderSat B.V.)

Sub-wekelijkse schatting van mate van inundatie op 10m resolutie (perceel-niveau) gebaseerd op data van Sentinel 1 (radar) en Sentinel 2 & Spot 6/7 (VNIR).

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Huidige toepassingen voor de Nederlandse Voedsel en Waren Autoriteit (NVWA): inspectie van agrarisch land.
Categorie:	oppervlaktewater wateroverlast droogte
Inzet:	strategisch tactisch
Vervanging:	Enige inundatie-product dat gebruik maakt van een multi-sensor (VNIR + radar) methode, en daardoor de hoogste mogelijke resolutie behaald.
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	http://jointhebrightestminds.com/en/blog/catch-cheating-farmers-theres-app/

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	gedeeltelijk
Wijze van validatie:	Lokale checks (in samenspraak met eigenaar land, en ism NVWA)
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	NVT
Foutenmarge:	verwaarloosbaar
Resolutie:	10m
Frequentie:	2/3 keer per week
Schaalniveau:	Globaal

Inzetbaarheid

TRL:	8
Benodigd nader onderzoek:	Validatie via lokale checks (€15k)
MRL:	7
Benodigd voor vermarkting:	Platform ontwikkeling (€30k)
Levering:	Operationeel eind 2016
Leverancier:	VanderSat B.V.

Kartering vegetatie uiterwaarden (Bureau Waardenburg)

In kaart brengen van de vegetatiestructuur in de Uiterwaarden van de Ijssel en de Nederrijn (Vegetatielegger). Handmatige belijning van vegetatieeenheden op basis van stereoscopische luchtfotointerpretatie.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Uitgevoerd voor RWS. Vervolg op eerdere vergelijkbare vegetatiestructuurkarteringen ten behoeve van de ecotopenkaarten Ijsselmeergebied, Maas en Rijn-Maas-Monding
Categorie:	begroeiing beheer en onderhoud
Inzet:	operationeel
Vervanging:	Onderdeel van een langjarige cyclus van karteringen, geen vergelijkbare inwinning.
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	http://vegetatielegger.cdxi.nl/

Technische details

Oorsprong:	vliegtuig
Validatie:	nee
Wijze van validatie:	nvt
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	nvt
Foutenmarge:	3 procent
Resolutie:	minimum oppervlak karteereenheden 5x5m
Frequentie:	jaar
Schaalniveau:	regio

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	Per direct
Leverancier:	Bureau Waardenburg

Kleur oppervlaktewateren (Deltares)

Viewer met tijdreeks/kaarten kleur alle grote opervlakte-wateren (> 5 x 5 km) binnen Landsat-8 en Sentinel-2 & Sentinel-3 beelden (near-real time en historisch), evt. in combinatie met burgermetingen uit de Eye on water app.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Nieuw product
Categorie:	oppervlaktewater waterkwaliteit en ecologie
Inzet:	strategisch tactisch
Vervanging:	Synoptisch beeld is aanvullend op bestaand monitoring; Gebruik van app is kwantitatieve vervanging voor visuele waarneming tijdens bemonstering. Gebruik van app is bovendien een middel om publiek te betrekken bij bepaalde watersystemen en waterkwaliteit-vraagstukken.
Indicatief/kwantitatief:	Indicatief (Colour Composites) en kwantitatief (Forel-Ule, Optical Water Types)
Referenties:	voor de app http://www.eyeonwater.org/

Technische details

Oorsprong:	satelliet ground-based
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	Met app
Veldmetingen nodig:	voor extra validatie
Wijze van veldmetingen:	met app zoveel als gewenst
Foutenmarge:	nader te onderzoeken
Resolutie:	vanaf ca 20 x 20 m tot 300 x 300 km
Frequentie:	tweewekelijks tot maandelijks (afhankelijk van bewolking)
Schaalniveau:	product is in principe geschikt voor alle grote plassen in eens; minimaal voor 1 regio of waterschap

Inzetbaarheid

TRL:	remote sensing in onderzoek, app ready
Benodigd nader onderzoek:	remote sensing €25k-50k, kosten delen met meerdere waterschappen.
MRL:	in onderzoek
Benodigd voor vermarkting:	Viewer (€25k)
Levering:	vanaf een maand na start project
Leverancier:	Deltares

Kleurenbeeld (BlueLeg Monitor, Water Insight)

Recente, vlakdekkende kleurenbeelden met een resolutie van 10 meter. Bv voor signalering water op maaiveld, kroosbedekking van het water

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:

Categorie:	oppervlaktewater begroeiing beheer en onderhoud wateroverlast
Inzet:	tactisch
Vervanging:	Vervanging jaarlijkse luchtfotografie.
Indicatief/kwantitatief:	Indicatief
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	nee
Wijze van validatie:	n.v.t.
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	n.v.t.
Foutenmarge:	n.v.t.
Resolutie:	10 meter
Frequentie:	10 dagen (5 dagen vanaf eind 2016)
Schaalniveau:	Wereldwijd

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	
MRL:	7
Benodigd voor vermarkting:	Automatiseren en ontsluiten middels portaal (eenmalig €50k), concretiseren product
Levering:	Geautomatiseerd en enkele uren na overvlieging. Per direct
Leverancier:	BlueLeg Monitor, Water Insight

Landgebruik (Nelen&Schuurmans)

Landgebruik Nederland op basis van BAG, TOP10, CBS, BRP gewassen

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Veelvuldige inzet, met name als referentiekaart
Categorie:	keringen oppervlaktewater bodem en grondwater waterkwaliteit en ecologie begroeiing beheer en onderhoud wateroverlast droogte
Inzet:	strategisch tactisch operationeel
Vervanging:	Lagere resolutie landgebruikkaart van NL is beschikbaar
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	https://www.lizard.net/

Technische details

Oorsprong:	ground-based
Validatie:	gedeeltelijk
Wijze van validatie:	steeksproefsgewijs op basis van vergelijking luchtfotos
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	NVT
Foutenmarge:	
Resolutie:	0.5 meter
Frequentie:	jaar
Schaalniveau:	Landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	geen
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	ad hoc, via REST API en WM(T)S
Leverancier:	Nelen&Schuurmans

LGN7 (Alterra)

Landelijk Grondgebruiksbestand Nederland (7)

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Waterbeheer, grondwateraanvulling tbv hydrologische modellen, ruimtelijke planning, milieubeheer. Klanten: KWR, waterleiding bedrijven, PBL, provicies, RIVM.
Categorie:	bodem en grondwater waterkwaliteit en ecologie beheer en onderhoud
Inzet:	strategisch tactisch
Vervanging:	Er bestaan lage resolutie alternatieven.
Indicatief/kwantitatief:	Indicatief
Referenties:	http://www.wageningenur.nl/nl/Expertises-Dienstverlening/Onderzoeksinstituten/Alterra/Faciliteiten-Producten/Kaarten-en-GISbestanden/Landelijk-Grondgebruik-Nederland/Versies-bestanden/LGN7.htm

Technische details

Oorsprong:	satelliet vliegtuig ground-based
Validatie:	gedeeltelijk
Wijze van validatie:	Op basis van LUCAS database (http://ec.europa.eu/eurostat/web/lucas/data/database). Voor meer details: http://content.alterra.wur.nl/Webdocs/PDFFiles/Alterrarapporten/AlterraRapport2548.pdf
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	NVT
Foutenmarge:	
Resolutie:	25m
Frequentie:	3-5 jaar
Schaalniveau:	Landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	nvt
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	nvt
Levering:	Per direct
Leverancier:	Alterra

Lozingen (Shore Monitoring & Research)

Infrarood foto en video mbv drones

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Pilot metingen bij uitwatering koelcentrale en uitwaterings gemaal
Categorie:	oppervlaktewater waterkwaliteit en ecologie
Inzet:	strategisch tactisch
Vervanging:	Er bestaat geen vergelijkbaar product. Is aanvullend op puntwaarnemingen
Indicatief/kwantitatief:	indicatief
Referenties:	http://shoremonitoring.nl/nl/service/9

Technische details

Oorsprong:	drone
Validatie:	gedeeltelijk
Wijze van validatie:	IR beelden kunnen worden aangevuld met puntmetingen
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	Voor het localiseren van hotspots geen validatie nodig
Foutenmarge:	2 graden C
Resolutie:	50 cm
Frequentie:	dag, op afroep
Schaalniveau:	km2 schaal

Inzetbaarheid

TRL:	8
Benodigd nader onderzoek:	Kwantificering IR beelden en link in-situ metingen noodzakelijk (€15k)
MRL:	8
Benodigd voor vermarkting:	ontwikkeling software
Levering:	20 dagen
Leverancier:	Shore Monitoring & Research

Lucht- en oppervlakte temperatuur (EARS)

Actuele en historische data van lucht- en oppervlakte temperatuur gebaseerd op Meteosat en EARS EWBMS (Energy and Water Balance Monitoring System).

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:

Categorie:	bodem en grondwater begroeiing droogte
Inzet:	operationeel
Vervanging:	
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	http://www.ears.nl

Technische details

Oorsprong:	satelliet model
Validatie:	Gedeeltelijk
Wijze van validatie:	Metingen van meteorologische grondstations worden vergeleken met de pixelwaarden van het model op de plek van het grondstation. Ook hier is de ruimtelijke schaal niet geheel vergelijkbaar.
Veldmetingen nodig:	Nee
Wijze van veldmetingen:	
Foutenmarge:	
Resolutie:	3000m
Frequentie:	dag/dekad
Schaalniveau:	Continentaal, Landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	
MRL:	6
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	In overleg
Leverancier:	EARS

Maairegime (NEO)

informatie over maairegime percelen

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	agribusiness
Categorie:	begroeiing beheer en onderhoud
Inzet:	operationeel
Vervanging:	
Indicatief/kwantitatief:	
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	
Veldmetingen nodig:	
Wijze van veldmetingen:	
Foutenmarge:	
Resolutie:	perceel
Frequentie:	decade
Schaalniveau:	nederland

Inzetbaarheid

TRL:	8
Benodigd nader onderzoek:	
MRL:	7
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	
Leverancier:	NEO

Monitor ecologische overs (NEO)

informatieproduct identificatie/verificatie monitoring ecologische oevers

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	NVWA
Categorie:	oppervlaktewater waterkwaliteit en ecologie begroeiing beheer en onderhoud
Inzet:	operationeel
Vervanging:	
Indicatief/kwantitatief:	
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	
Veldmetingen nodig:	
Wijze van veldmetingen:	
Foutenmarge:	
Resolutie:	2 meter
Frequentie:	maandelijks
Schaalniveau:	nederland

Inzetbaarheid

TRL:	8
Benodigd nader onderzoek:	
MRL:	7
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	
Leverancier:	NEO

Nationale Regenradar (Royal HaskoningDHV + Nelen&Schuurmans)

3 typen producten op gebied van neerslag te weten; 1. gecorrigeerde radarbeelden - 4 subproducten (zie hieronder)
2. nowcast - 3 uur vooruit, ruimtelijke resolutie 1 km x 1 km, temporele resolutie 5 minuten, 3. numerieke weersvoorspellingen -harmonie + Hirlam
ad 1. heeft 4 producten, allemaal met een ruimtelijke resolutie van 1 x 1 km en temporele resolutie van 5 min. Verschil zit in de hoeveelheid + betrouwbaarheid van de regenmeters waarmee radarbeelden zijn gecorrigeerd:
real-time, near-real time, after, ultimate

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	RWS, meerendeel van de waterschappen, diverse gemeenten, agrariers (ZLTO), verzekeraar
Categorie:	keringen oppervlaktewater bodem en grondwater waterkwaliteit en ecologie wateroverlast droogte
Inzet:	strategisch tactisch operationeel
Vervanging:	Ontwikkeld in nauwe samenwerking met KNMI (ontwikkeling van dit product mocht niet door KNMI worden gedaan). Grote meerwaarde van NRR zit in toevoeging buitenlandse radars, meer grondstations, en verbeterde nowcast
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	www.nationaleregenradar.nl

Technische details

Oorsprong:	ground-based
Validatie:	ja - ik mis in oorsprong nog de radar. Andere bron RS dan die er nu als keuze staan
Wijze van validatie:	regenmeters. Hoeveel en met welke kwaliteit verschilt per product, zie overzicht bij begin
Veldmetingen nodig:	ja/nee. Vraag niet helemaal helder. Regenmeters zijn wel belangrijk voor ground truth maar afnemers hoeven niet persé grondstations te hebben om data van hun gebied te krijgen
Wijze van veldmetingen:	regenmeters, liefst uitgerust met telemetrie. Huidige regenmeters verschillen - van 5 minuten tot 24 uurs waarden
Foutenmarge:	is geen eenduidig antwoord op te geven - verschilt o.a. per buitype
Resolutie:	1 km x 1 km
Frequentie:	5 min
Schaalniveau:	Landelijk +

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	filtering storing windmolens (~50 k)
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	-
Levering:	operationeel (24/7)
Leverancier:	consortium Royal HaskoningDHV + Nelen&Schuurmans

Neerslag (EARS)

Actuele en historische neerslagproducten gebaseerd op Meteosat en WMO-GTS weerstations.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Neerslagproducten worden gebruikt als inputs voor afvoervoorspellingsmodellen bij de Niger Basin Authority voor het hele Niger basin en bij de Yellow River Conservancy Commission voor grote delen van het Gele rivierbasin. Bij het Centre Regional Agrhymet in Niger wordt het neerslagproduct gebruikt voor droogte monitoring van gewassen in West Afrika en bij het National Agency for Meteorology, Hydrology and Environment Monitoring in Mongolie wordt de neerslag gebruikt voor droogtemonitoring en wintercondities van rangelands.
Categorie:	bodem en grondwater begroeiing beheer en onderhoud wateroverlast droogte
Inzet:	operationeel
Vervanging:	
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	http://www.ears.nl

Technische details

Oorsprong:	satelliet ground-based model
Validatie:	Gedeeltelijk
Wijze van validatie:	(A) Neerslagmetingen van meteorologische grondstations worden vergeleken met de pixelwaarden van het model op de plek van het grondstation. Ook hier is de ruimtelijke schaal niet geheel vergelijkbaar. (B) Stroomgebiedsgemiddelde neerslag minus actuele verdamping (netto neerslag) wordt op lange termijn (enkele jaren) vergeleken met de rivierdebieten gemeten door de hydrologische meetstations bij het uitstroompunt van het (deel)stroomgebied.
Veldmetingen nodig:	Nee
Wijze van veldmetingen:	
Foutenmarge:	
Resolutie:	3000m
Frequentie:	dag/dekad
Schaalniveau:	Continentaal, Landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	
MRL:	6
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	In overleg
Leverancier:	EARS

Neerslagtekort (HydroLogic)

Actueel en verwacht neerslagtekort gebaseerd op de HydroNET neerslagradar, KNMI metingen en EPS verwachtingen voor de neerslag en verdamping.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Droogte monitoring t.b.v. het landelijk gebied, kades en (veen) dijken.
Categorie:	oppervlaktewater wateroverlast droogte
Inzet:	strategisch operationeel
Vervanging:	Aanvullend op in situ inspectie.
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	satelliet ground-based model
Validatie:	Ja
Wijze van validatie:	Vergelijking met landelijke KNMI neerslagtekort registratie.
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	NVT
Foutenmarge:	n.b.
Resolutie:	1 km
Frequentie:	dag
Schaalniveau:	landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	n.v.t.
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	n.v.t.
Levering:	Per direct
Leverancier:	HydroLogic

OHN (Alterra)

Object Hoogten Nederland: De hoogte van alle objecten die op het maaiveld staan (=DSM-DTM). OHN is gebaseerd op oa AHN2.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	3-D visualisatie, klimaat modellering urban areas (WUR).
Categorie:	oppervlaktewater waterkwaliteit en ecologie begroeiing beheer en onderhoud
Inzet:	tactisch
Vervanging:	?
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/486036

Technische details

Oorsprong:	satelliet vliegtuig drone
Validatie:	nee
Wijze van validatie:	nvt
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	NVT
Foutenmarge:	?
Resolutie:	0.5m
Frequentie:	x
Schaalniveau:	Landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	7
Benodigd nader onderzoek:	Nieuwe versie obv AHN3
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	nvt
Levering:	Per direct
Leverancier:	Alterra

Onderhoud / inrichting / inspectie watersystemen (Down2Earth Sensing)

Product voor inspectie / schouw van watersystemen gericht op beheer en onderhoudsituatie.
Gebaseerd op meerdere indexen.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Onderhoudssituatie / vegetatie / beheersituatie watersystemen (waterschappen)
Categorie:	oppervlaktewater begroeiing beheer en onderhoud wateroverlast
Inzet:	tactisch operationeel
Vervanging:	lopende inspectie
Indicatief/kwantitatief:	Indicatief en kwantitatief
Referenties:	www.d2e-sensing.com

Technische details

Oorsprong:	drone
Validatie:	gedeeltelijk
Wijze van validatie:	Afhankelijk van type inspectie
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	NVT
Foutenmarge:	1-5 cm
Resolutie:	1-5 cm
Frequentie:	afhankelijk
Schaalniveau:	waterschap

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	nvt
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	regulier marketing
Levering:	Per direct
Leverancier:	Down2Earth Sensing

Onderhoud / inspectie waterkeringen (Down2Earth Sensing)

Product voor inspectie van waterkeringen gericht op beheer en onderhoudsituatie. Gebaseerd op meerdere indexen.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Onderhoudssituatie / vegetatie / scheuren / beheersituatie waterkeringen (waterschappen, rws)
Categorie:	keringen begroeiing beheer en onderhoud
Inzet:	tactisch operationeel
Vervanging:	lopende inspectie
Indicatief/kwantitatief:	Indicatief en kwantitatief
Referenties:	www.d2e-sensing.com

Technische details

Oorsprong:	drone
Validatie:	gedeeltelijk
Wijze van validatie:	Afhankelijk van type inspectie
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	NVT
Foutenmarge:	1-5 cm
Resolutie:	1-5 cm
Frequentie:	afhankelijk
Schaalniveau:	waterschap

Inzetbaarheid

TRL:	8
Benodigd nader onderzoek:	Extra validatie grasdek (€20k)
MRL:	7
Benodigd voor vermarkting:	regulier marketing
Levering:	Per direct
Leverancier:	Down2Earth Sensing

Oogstregime (NEO)

informatie over oogstmoment percelen

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	agribusiness
Categorie:	begroeiing beheer en onderhoud
Inzet:	operationeel
Vervanging:	
Indicatief/kwantitatief:	
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	
Veldmetingen nodig:	
Wijze van veldmetingen:	
Foutenmarge:	
Resolutie:	perceel
Frequentie:	decade
Schaalniveau:	nederland

Inzetbaarheid

TRL:	8
Benodigd nader onderzoek:	
MRL:	7
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	
Leverancier:	NEO

Operationalisatie (HSS)

Het operationaliseren van onderzoeksmodellen op het gebied van water landbouw en natuur

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Toepasbaar voor elke klant die innovatieve onderzoeksmodellen wil gebruiken. HSS maakt softwareschillen (bijv. Probe) die het gebruik faciliteren.
Categorie:	oppervlaktewater bodem en grondwater waterkwaliteit en ecologie begroeiing droogte
Inzet:	strategisch tactisch operationeel
Vervanging:	Daar waar bestaande modellen verngen kunnen worden door betere. Denk aan ervanging DEMNAT door PROBE bijvoorbeeld.
Indicatief/kwantitatief:	kwantitatief
Referenties:	Voorbeeld. http://annualreport2013.kwrwater.nl/artikel/quick-and-reliable-predictions-of-the-impact-of-measures-on-vegetation/

Technische details

Oorsprong:	satelliet vliegtuig drone ground-based model
Validatie:	Modelvalidatie door universiteiten / grote instituten
Wijze van validatie:	
Veldmetingen nodig:	Veldmetingen kunnen onderdeel zijn
Wijze van veldmetingen:	
Foutenmarge:	
Resolutie:	
Frequentie:	
Schaalniveau:	elk

Inzetbaarheid

TRL:	6
Benodigd nader onderzoek:	Niet nodig. Ligt bij opdrachtgever
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	1
Levering:	Half jaar
Leverancier:	HSS

Oppervlakte-temperatuur (VanderSat B.V.)

Sub-dagelijkse oppervlaktetemperatuur op 100m resolutie, gebaseerd op passieve microgolven (37GhZ), geen hinder van bewolking.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Huidige toepassingen voor verdampingsmodellen (GLEAM, Universiteit van Gent & VU Amsterdam)
Categorie:	bodem en grondwater begroeiing wateroverlast droogte
Inzet:	strategisch tactisch
Vervanging:	Het enige temperatuursproduct dat onder bewolkte omstandigheden werkt.
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	Holmes et al., 2015 (Remote Sensing of Environment), Holmes et al., 2009 (JGR)

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	Aan de hand van het fluxnet netwerk (in situ en modellen)
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	NVT
Foutenmarge:	1-2 K
Resolutie:	100m
Frequentie:	dag
Schaalniveau:	Globaal

Inzetbaarheid

TRL:	8
Benodigd nader onderzoek:	Extra validatie specifiek op Nederland gericht (€10k)
MRL:	7
Benodigd voor vermarkting:	Platform ontwikkeling (€50k)
Levering:	Operationeel eind 2016
Leverancier:	VanderSat B.V.

Overstromingen (ITC)

Op basis van SAR

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Zambezi
Categorie:	oppervlaktewater wateroverlast
Inzet:	strategisch tactisch operationeel
Vervanging:	Er bestaat geen vergelijkbaar product. Is aanvullend op puntwaarnemingen
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	nee
Wijze van validatie:	
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	NVT
Foutenmarge:	20 procenten
Resolutie:	25 meter
Frequentie:	dagelijks
Schaalniveau:	Landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	
MRL:	7
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	
Leverancier:	ITC

Overstromingsoppervlak (Shore Monitoring & Research)

Orthofotografie waarin de land-watergrens zichtbaar is

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Huidige toepassing bij inlaatgebied (RWS Zeeland)
Categorie:	wateroverlast
Inzet:	strategisch operationeel
Vervanging:	Vervanging van luchtfotografie met vliegtuig/helicopter
Indicatief/kwantitatief:	kwalitatief
Referenties:	http://shoremonitoring.nl/nl/service/9

Technische details

Oorsprong:	drone
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	door middel van RTK GPS metingen op strategische transecten en punten gelijktijdig met de dronevlucht
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	Grondcontrole punten (GCPs) enkel noodzakelijk voor nauwkeurigheid < 20 cm
Foutenmarge:	25 cm / 5 cm (incl GCPs)
Resolutie:	5 cm
Frequentie:	dag, op afroep
Schaalniveau:	km2 schaal

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	geen
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	geen
Levering:	Per direct
Leverancier:	Shore Monitoring & Research

Piping & kwel detectie (Dijk Monitoring Nederland (DMN))

Betreft een meetsysteem op basis van IR metingen waarmee overmatige kwelplekken en piping gevoelige locaties in kaart worden gebracht

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Betreft een gevalideerde meettechniek die momenteel wordt toegepast voor verschillende waterschappen en Rijkswaterstaat. Met behulp van deze meettechniek worden overmatige kwellocaties en piping gevoellige locaties opgespoord. Daarnaast worden deze meetgegevens gebruikt voor betere positionering van meetsystemen voor grondonderzoek van keringen (bepalen freatische lijn). Deze meettechniek past uitstekend in de zorgplicht van waterkeringen. Metingen zijn uitgevoerd voor Rijkswaterstaat, HHNK, Noorderzijlvest.
Categorie:	keringen wateroverlast
Inzet:	tactisch operationeel
Vervanging:	Er bestaat geen vergelijkbaar product. Is aanvullen op visuele(inspectie) waarnemingen.
Indicatief/kwantitatief:	kwantitatief
Referenties:	www.dijkmonitoringnederland.com

Technische details

Oorsprong:	ground-based model
Validatie:	ja, volledig in sensor validatie
Wijze van validatie:	is gevalideerd tijdens sensor validatie projecten IJKDIJK en Livedijken
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	NVT
Foutenmarge:	0,05 graden
Resolutie:	0,02 meter
Frequentie:	dag
Schaalniveau:	landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	bepalen stroomsnelheden op basis van temperatuur uitwisselingsmodel (45K)
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	opzetten Service Desk Piping (50K)
Levering:	per direct
Leverancier:	Dijk Monitoring Nederland (DMN)

Piping detection (Deltares)

Drones die laagfrequente geoelektrische methodieken en infrarood thermografie gebruiken voor de detectie van piping

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Waterschappen en RWS
Categorie:	keringen bodem en grondwater beheer en onderhoud
Inzet:	operationeel
Vervanging:	Vervanging/aanvulling van veldwerk
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	Deltares rapport met kenmerk 1209562-000-GEO-0002

Technische details

Oorsprong:	drone
Validatie:	
Wijze van validatie:	
Veldmetingen nodig:	
Wijze van veldmetingen:	
Foutenmarge:	
Resolutie:	2-3 cm
Frequentie:	
Schaalniveau:	Veld

Inzetbaarheid

TRL:	
Benodigd nader onderzoek:	Extra onderzoek naar nauwkeurigheid en type infrarood camera
MRL:	
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	
Leverancier:	Deltares

Plas - dras (SarVision (SVGS) + Nelen&Schuurmans)

aanwezigheid van oppervlakte water, o.a. in percelen, gebaseerd op radar. Geen wolken dus leverzekerheid.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	NVWA
Categorie:	oppervlaktewater wateroverlast
Inzet:	
Vervanging:	
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	veld survey
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	
Foutenmarge:	6 tot 10 %
Resolutie:	5, 20 meter
Frequentie:	tweewekelijks, week (2017)
Schaalniveau:	Landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	Extra validatie (€25k)
MRL:	8
Benodigd voor vermarkting:	Afzetkanalen (6 mnd)
Levering:	2016 Q2
Leverancier:	SarVision (SVGS) afstemming met nelen&schuurmans

Plas/dras (NEO)

Informatie over inundatieregime geslecteerde percelen/zones

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	NVWA
Categorie:	bodem en grondwater begroeiing wateroverlast
Inzet:	operationeel
Vervanging:	
Indicatief/kwantitatief:	
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	
Veldmetingen nodig:	
Wijze van veldmetingen:	
Foutenmarge:	
Resolutie:	perceel
Frequentie:	maandelijks
Schaalniveau:	nederland

Inzetbaarheid

TRL:	8
Benodigd nader onderzoek:	
MRL:	7
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	
Leverancier:	NEO

Potentiele verdamping (eLEAF)

De potentiele verdamping is de verdamping die het aanwezige gewas maximaal kan verdampen gezien de weersomstandigheden. Tijdsresolutie: maximaal dagelijks. Ruimtelijke resolutie: maximaal 10meter

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Toepassingen voor landbouw en waterbeheer in meer dan 30 landen. In Nederland: waterschappen, CBS, agrarische ondernemingen
Categorie:	oppervlaktewater bodem en grondwater begroeiing beheer en onderhoud wateroverlast droogte
Inzet:	strategisch tactisch operationeel
Vervanging:	Kan NHI en andere modellen verfijnen (calibreren) of vervangen. Aanvullend op schaarse puntmetingen
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	ETLook papers, artesia validatie rapport

Technische details

Oorsprong:	satelliet ground-based model
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	vergelijking met andere modellen en punt waarnemingen. Tevens validatie buiten Nederland in diverse contexten
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	NVT
Foutenmarge:	1-10%
Resolutie:	10m, 20m, 250m, 1000m
Frequentie:	dag, week, maand
Schaalniveau:	Ladelijk

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	niet vereist, altijd gewenst voor diverse onderwerpen
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	n/a
Levering:	tot 30 dagen na contract ondertekening
Leverancier:	eLEAF

Roames Virtual World Asset Management (Fugro Geospatial)

Asset Management gebaseerd op een 3D virtueel model van de lokale omgeving, waarin het terrein, dijken, bovengrondse objecten e.d. getoond worden. Mogelijkheid om visualisatie en rapportages te benaderen via een web portal.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Huidige toepassing voor beheer van assets binnen verschillende grote nutsbedrijven, o.a. in het Verenigd Koninkrijk
Categorie:	keringen bodem en grondwater begroeiing beheer en onderhoud wateroverlast
Inzet:	strategisch tactisch operationeel
Vervanging:	Vervanging van het AHN, vervanging van toepassing als overstromingsmodellen. Snelle inwinning van data na calamiteiten
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	http://roames.fugro.com/

Technische details

Oorsprong:	vliegtuig
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	Gebruik van controlepunten om de nauwkeurigheid van het model te valideren, dit kunnen controlepunten in het veld zijn of controlepunten vanuit andere datasets
Veldmetingen nodig:	ja
Wijze van veldmetingen:	controlepunten nodig om de nauwkeurigheid te waarborgen
Foutenmarge:	minder dan 5%
Resolutie:	< 10 cm
Frequentie:	afhankelijk van project
Schaalniveau:	afhankelijk van project

Inzetbaarheid

TRL:	8
Benodigd nader onderzoek:	afhankelijk van de vraag
MRL:	6
Benodigd voor vermarkting:	Onderzoek naar specifieke eisen / toepassingen binnen de waterwereld nodig om het product te verbeteren
Levering:	1 maand na inwinning
Leverancier:	Fugro Geospatial

Satelliet, radar, optische data verdamping (Deltares)

Op het moment wordt er in Nieuw-Zeeland gebruik gemaakt van MODIS satellietbeelden om maandelijkse 1x1km om verdamping (potentieel en actueel) beter in kaart te brengen. Dit is onderzoek dat zonder veel aanpassing in NL kan worden ingezet.
Tegelijkertijd wordt er onderzoek gedaan naar uitbreiding van deze methodiek naar 100x100m met de nieuwe Europese Sentinel-1 (radar) en Sentinel-2 (optisch) data. Dit is nog in onderzoeksfase.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Waterschappen en RWS
Categorie:	bodem en grondwater droogte
Inzet:	
Vervanging:	Vervanging/aanvulling van veldwerk
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:
Validatie:
Wijze van validatie:

Veldmetingen nodig:
Wijze van veldmetingen:

Foutenmarge:
Resolutie:
Frequentie:
Schaalniveau:

Inzetbaarheid

TRL:
Benodigd nader onderzoek:

MRL:
Benodigd voor vermarkting:

Levering:
Leverancier: Deltares

Satellietbeelden (Fugro Geospatial)

Multspectrale beelden, hoge resolutie (40 cm) orthofotomozaieken, infraroodbeelden, Digitale Terrein Modellen, bathymetrische data voor getijdegebieden

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Toepassingen op het gebied van change detection voor verschillende overheidsinstanties over de gehele wereld
Categorie:	keringen begroeiing wateroverlast
Inzet:	strategisch tactisch
Vervanging:	n.v.t.
Indicatief/kwantitatief:	Indicatief
Referenties:	http://www.fugrogeospatial.com/capabilities/satellite-imagery/

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	Gebruik van controlepunten om de nauwkeurigheid van het model te valideren, dit kunnen controlepunten in het veld zijn of controlepunten vanuit andere datasets
Veldmetingen nodig:	ja
Wijze van veldmetingen:	controlepunten nodig om de nauwkeurigheid te waarborgen
Foutenmarge:	0.15
Resolutie:	40 cm
Frequentie:	maandelijks
Schaalniveau:	landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	8
Benodigd nader onderzoek:	n.v.t.
MRL:	8
Benodigd voor vermarkting:	nader onderzoek naar de specifieke toepassingen voor waterschappen benodigd
Levering:	resulaten op basis van nieuwe inwinning beschikbaar binnen 2 tot 3 maanden, resultaten op basis van archiefbeelden binnen enkele weken
Leverancier:	Fugro Geospatial

SATSignals (NEO)

Objectgerichte mutatiesignalering waterdelen, ondersteunende waterdelen, kunstwerken, enz.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	beheerders
Categorie:	keringen oppervlaktewater wateroverlast
Inzet:	operationeel
Vervanging:	
Indicatief/kwantitatief:	
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	
Veldmetingen nodig:	
Wijze van veldmetingen:	
Foutenmarge:	
Resolutie:	1,5 meter
Frequentie:	maandelijks
Schaalniveau:	nederland

Inzetbaarheid

TRL:	8
Benodigd nader onderzoek:	
MRL:	7
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	
Leverancier:	NEO

Schouw (DronePoint)

Schouwen van watergangen

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:

Categorie:	begroeiing beheer en onderhoud
Inzet:	operationeel
Vervanging:	Vervanging van bestaande schouw
Indicatief/kwantitatief:	
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	drone
Validatie:	
Wijze van validatie:	
Veldmetingen nodig:	
Wijze van veldmetingen:	
Foutenmarge:	
Resolutie:	
Frequentie:	dag
Schaalniveau:	Landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	8
Benodigd nader onderzoek:	
MRL:	7
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	Per direct
Leverancier:	DronePoint

Software FLI-MAP Analyst (Fugro GeoServices B.V.)

ArcMap-extensie tbv het genereren van leggerprofielen in een aantal grafische formaten, op basis van esri-grids en vector data en handmatige metingen, zowel handmatig als volledig geautomatiseerd, met verschillende manieren om het theoretisch profiel te definieren.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	In Nederland: bij 12 waterschappen
Categorie:	keringen beheer en onderhoud
Inzet:	strategisch tactisch operationeel
Vervanging:	nvt
Indicatief/kwantitatief:	kwantitatief
Referenties:	http://info.fugro.nl/info/archief/2013_07/juli2013_24.pdf

Technische details

Oorsprong:	satelliet vliegtuig drone ground-based model
Validatie:	
Wijze van validatie:	In 1 profiel kunnen LIDAT-metingen en handmatig gemeten profielen gecombineerd worden weergegeven.
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	handmatig meten van profielen
Foutenmarge:	geheel afhankelijk van brongegegevens.
Resolutie:	geheel afhankelijk van brongegegevens.
Frequentie:	geheel afhankelijk van brongegegevens.
Schaalniveau:	geheel afhankelijk van brongegegevens.

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	n.v.t.
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	n.v.t.
Levering:	per direct
Leverancier:	Fugro GeoServices B.V.

Subsidiabilitieit (NEO)

product voor beheerders (zelfcontrole)

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	boeren
Categorie:	begroeiing
Inzet:	operationeel
Vervanging:	
Indicatief/kwantitatief:	
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	
Veldmetingen nodig:	
Wijze van veldmetingen:	
Foutenmarge:	
Resolutie:	perceel
Frequentie:	jaarlijks
Schaalniveau:	nederland

Inzetbaarheid

TRL:	8
Benodigd nader onderzoek:	
MRL:	7
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	
Leverancier:	NEO

Temperatuur (Shore Monitoring & Research)

Infrarood foto en video mbv drones

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Pilot meting en studie kwel door waterkeringen (ism Deltares)
Categorie:	bodem en grondwater droogte
Inzet:	strategisch operationeel
Vervanging:	Er bestaat geen vergelijkbaar product. Is aanvullend op puntwaarnemingen
Indicatief/kwantitatief:	indicatief
Referenties:	http://shoremonitoring.nl/nl/service/9

Technische details

Oorsprong:	drone
Validatie:	gedeeltelijk
Wijze van validatie:	IR beelden kunnen worden aangevuld met puntmetingen
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	Voor het localiseren van hotspots geen validatie nodig
Foutenmarge:	2 graden C
Resolutie:	50 cm
Frequentie:	dag, op afroep
Schaalniveau:	km2 schaal

Inzetbaarheid

TRL:	6
Benodigd nader onderzoek:	Kwantificering IR beelden en link in-situ metingen noodzakelijk (€25k)
MRL:	6
Benodigd voor vermarkting:	ontwikkeling software
Levering:	1 maand
Leverancier:	Shore Monitoring & Research

UAV-facility (WUR/Alterra)

Remote sensing (RGB, hyperspectral, LIDAR, thermisch) mbv multicopters en fixed wing system.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Wordt op dit moment vnl ingezet voor onderzoek. In overleg met klant zijn de volgende producten leverbaar: ortomosaic, hyperspectral datacub, digital surface model (DSM).
Categorie:	oppervlaktewater bodem en grondwater waterkwaliteit en ecologie begroeiing beheer en onderhoud droogte
Inzet:	strategisch
Vervanging:	Meerdere bedrijven actief.
Indicatief/kwantitatief:	Beide
Referenties:	http://www.wageningenur.nl/en/Expertise-Services/Chair-groups/Environmental-Sciences/Laboratory-of-Geoinformation-Science-and-Remote-Sensing/Research/Integrated-land-monitoring/UARSF.htm

Technische details

Oorsprong:	drone
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	Op basis van insitu metingen
Veldmetingen nodig:	ja
Wijze van veldmetingen:	Handheld sensoren
Foutenmarge:	?
Resolutie:	5cm-50cm
Frequentie:	x
Schaalniveau:	Veld

Inzetbaarheid

TRL:	5
Benodigd nader onderzoek:	Fundamenteel en toegepast onderzoek ism andere onderzoeksinstituten.
MRL:	5
Benodigd voor vermarkting:	nvt
Levering:	In overleg
Leverancier:	WUR/Alterra

Ultra hoge resolutie hoogte kaarten (HiView)

Ultra hoge resolutie (10x10cm) hoogtekaarten gebruik makend van Flying Sensors (drones)

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Keringen (wetterskip Fryslan), gletsjer afsmelting (ICIMOD), erosie (ISRIC)
Categorie:	
Inzet:	tactisch operationeel
Vervanging:	Vervanging van satelliet informatie en vliegtuigopname voor wat kleinere gebieden waar zeer hoge resolutie nodig is op elk gewenst moment.
Indicatief/kwantitatief:	kwantitatief
Referenties:	www.hiview.nl

Technische details

Oorsprong:	drone
Validatie:	Ja
Wijze van validatie:	Gebruik makend van dGPS
Veldmetingen nodig:	Ja
Wijze van veldmetingen:	Ground Control Points (ongeveer 10 per 500 ha). Kan uit bestaand meetnet indien beschikbaar.
Foutenmarge:	In x-y ongeveer 20 cm; in y ongeveer 10 cm
Resolutie:	x-y: 5 cm/pixel; z: 1 cm
Frequentie:	dag
Schaalniveau:	Max 5000 ha

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	Geen
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	Geen
Levering:	per direct
Leverancier:	HiView

Ultra hoge resolutie vegetatie classificatie (HiView)

Vegetatie classificatie op ultra hoge resolutie (10x10cm) gebruik makend van Flying Sensors (drones)

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Droogte (prov. N Brabant), vegetatie classificatie (Natuurmonumenten)
Categorie:	begroeiing droogte
Inzet:	operationeel
Vervanging:	Vervanging van satelliet informatie en vliegtuigopname voor wat kleinere gebieden waar zeer hoge resolutie nodig is op elk gewenst moment.
Indicatief/kwantitatief:	kwantitatief
Referenties:	www.hiview.nl

Technische details

Oorsprong:	drone
Validatie:	Ja
Wijze van validatie:	Ecologen van Natuurmonumenten
Veldmetingen nodig:	Gedeeltelijk
Wijze van veldmetingen:	Voor supervised of unsupervised classificatie
Foutenmarge:	Afhankelijk van het aantal klassen dat moet worden bepaald
Resolutie:	x-y: 5 cm; z: nvt
Frequentie:	dag
Schaalniveau:	Max 5000 ha

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	Geen
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	Geen
Levering:	per direct
Leverancier:	HiView

Ultra hoge resolutie vegetatie index (NDVI) monitoring (HiView)

Vegetatie index (NDVI) monitoring op ultra hoge resolutie (10x10cm) gebruik makend van Flying Sensors (drones)

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Keringen (wetterskip Fryslan),
Categorie:	keringen begroeiing droogte
Inzet:	operationeel
Vervanging:	Vervanging van satelliet informatie en vliegtuigopname voor wat kleinere gebieden waar zeer hoge resolutie nodig is op elk gewenst moment.
Indicatief/kwantitatief:	kwantitatief
Referenties:	www.hiview.nl

Technische details

Oorsprong:	drone
Validatie:	Ja
Wijze van validatie:	NDVI is standaard metingen en volgt rechtrsteeks uit NIR en Red
Veldmetingen nodig:	Nee
Wijze van veldmetingen:	
Foutenmarge:	In NDVI +/- 0.05
Resolutie:	x-y: 5 cm; z: nvt
Frequentie:	dag
Schaalniveau:	Max 5000 ha

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	Geen
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	Geen
Levering:	per direct
Leverancier:	HiView

Varende drones (KPP) voor waterkwaliteitsmetingen (Deltares)

De essentie van het project (Noordzee) van autonoomvarende boten is: In eerste instantie vervangen van bestaande schepen. De autonoomvarende boten varen naar de monitoringslocaties. Tussendoor is het mogelijk om d.m.v. (een beperkt aantal) waterkwaliteitssensoren ruimte variatie in beeld te brengen. Dit ruimtelijke beeld zou als validatie data voor remote sensing gebruikt kunnen worden. Daarnaast is het monitoringsnetwerk op de Noordzee dermate ver uitgekleed dat een systeem dat 24/7 kan opereren (mijn inschatting) 10% van zijn tijd bezig is met huidige monitoringsnetwerk. Dit geeft de mogelijkheid om in de overige 90% van de tijd additionele ruimtelijke variatie data kan genereren.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen: Waterschappen en RWS

Categorie: oppervlaktewater
waterkwaliteit en ecologie

Inzet:

Vervanging: Vervanging/aanvulling van veldwerk
Kostenreductie overzicht:
Verzamelen monsters op de Noordzee 3-4 miljoen op jaarbasis.
Bathymetrie metingen Nederlandse rivierengebied 2.5-3 miljoen op jaarbasis.

Indicatief/kwantitatief: Kwantitatief

Referenties:

Technische details

Oorsprong:
Validatie:
Wijze van validatie:

Veldmetingen nodig:
Wijze van veldmetingen:

Foutenmarge:
Resolutie:
Frequentie:
Schaalniveau:

Inzetbaarheid

TRL:
Benodigd nader onderzoek:

MRL:
Benodigd voor vermarkting:

Levering:
Leverancier: Deltares

Vegetatie (Down2Earth Sensing)

Product voor monitoring vegetatie- en natuurontwikkeling. Gebaseerd op meerdere indexen.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Monitoring vegetatie- en natuurontwikkeling (provincies, waterschappen, natuurbeheerders)
Categorie:	begroeiing beheer en onderhoud
Inzet:	tactisch operationeel
Vervanging:	lopende monitoring / visuele waarneming
Indicatief/kwantitatief:	Indicatief en kwantitatief
Referenties:	www.d2e-sensing.com

Technische details

Oorsprong:	drone
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	Aan de hand van globale vegetatie
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	NVT
Foutenmarge:	1-5 cm
Resolutie:	1-5 cm
Frequentie:	afhankelijk
Schaalniveau:	Landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	nvt
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	regulier marketing
Levering:	Per direct
Leverancier:	Down2Earth Sensing

Vegetatiehoogte (Shore Monitoring & Research)

Vegetatiehoogte gebaseerd op lidar (laser altimetrie) uit drones uit drones

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Eerste pilot uitgevoerd (met RWS) bij duingebied op Schouwen
Categorie:	keringen waterkwaliteit en ecologie begroeiing
Inzet:	tactisch
Vervanging:	Vervanging van Lidar vluchten met vliegtuig/helicopter
Indicatief/kwantitatief:	kwantitatief
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	drone
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	door middel van RTK GPS metingen op strategische transecten en punten gelijktijdig met de dronevlucht
Veldmetingen nodig:	ja
Wijze van veldmetingen:	Uitzetten Grond controle punten.
Foutenmarge:	5 cm (Standaard deviatie)
Resolutie:	1000 punten per m2
Frequentie:	dag, op afroep
Schaalniveau:	km2 schaal

Inzetbaarheid

TRL:	6
Benodigd nader onderzoek:	Extra validatie nodig voor gevoeligheid vegetatiedichtheid (30kE)
MRL:	6
Benodigd voor vermarkting:	Ontwikkeling lokaal platform en integratie (70 kE)
Levering:	ca 4 maanden
Leverancier:	Shore Monitoring & Research

Vegetatieindex (NEO)

halfproduct verbonden aan buiomassa op perceelsniveau

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	agribusiness
Categorie:	begroeiing beheer en onderhoud
Inzet:	operationeel
Vervanging:	
Indicatief/kwantitatief:	
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	
Veldmetingen nodig:	
Wijze van veldmetingen:	
Foutenmarge:	
Resolutie:	2 meter
Frequentie:	decade
Schaalniveau:	nederland

Inzetbaarheid

TRL:	8
Benodigd nader onderzoek:	
MRL:	7
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	
Leverancier:	NEO

Vegetatieontwikkeling nat en droog (BlueLeg Monitor, Water Insight)

Monitoring van vegetatieontwikkeling met een resolutie van 10 meter

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:

Categorie:	oppervlaktewater begroeiing beheer en onderhoud
Inzet:	tactisch operationeel
Vervanging:	Vervanging/aanvulling op veldcontroles voor oeverbegroeiing, kroos, waterplanten
Indicatief/kwantitatief:	Indicatief
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	nee
Wijze van validatie:	n.v.t.
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	n.v.t.
Foutenmarge:	n.v.t.
Resolutie:	10 meter
Frequentie:	10 dagen (5 dagen vanaf eind 2016)
Schaalniveau:	Wereldwijd

Inzetbaarheid

TRL:	6
Benodigd nader onderzoek:	Onderscheid maken vegetatietypen (€50k, 1 jaar)
MRL:	6
Benodigd voor vermarkting:	Concretiseren product (€50k, 6 maanden) en ontsluiten middels portaal (€50k, 6 maanden)
Levering:	Geautomatiseerd en enkele uren na overvlieging. Per direct
Leverancier:	BlueLeg Monitor, Water Insight

Verdamping (EARS)

Actuele en historische (vanaf 1982) verdampingsproducten gebaseerd op Meteosat en EARS EWBMS (Energy and Water Balance Monitoring System). Actuele verdamping is in veel gevallen een goede indicator voor bodemvocht, woestijnvorming, gewasopbrengstvoorspellingen en droogtecondities van gewassen en graslanden. Daarnaast kan actuele verdamping onder meer dienen als input voor o.a. hydrologische modellen.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Actuele alsmede historische verdampingsdata worden operationeel gebruikt voor het ontwerp en toezicht van droogteverzekeringen in Afrika en Europa. Tevens worden de verdampingsproducten gebruikt als inputs voor afvoervoorspellingsmodellen bij de Niger Basin Authority voor het hele Niger basin en bij de Yellow River Conservancy Commission voor grote delen van het Gele rivierbasin. Bij het Centre Regional Agrhymet in Niger wordt de verdamping gebruikt voor droogtemonitoring en opbrengstvoorspellingen van gewassen in West Afrika en bij het National Agency for Meteorology, Hydrology and Environment Monitoring in Mongolie wordt de verdamping gebruikt voor droogtemonitoring en wintercondities van graslanden.
Categorie:	begroeiing, droogte
Inzet:	operationeel
Vervanging:	
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	http://www.ears.nl

Technische details

Oorsprong:	Satelliet, model
Validatie:	Gedeeltelijk
Wijze van validatie:	(A) Verdampingswaarden worden vergeleken met metingen van grondstations. Helaas zijn er nauwelijks grondstations die actuele verdamping meten. Voor de enkele metingen die wel beschikbaar zijn geldt dat de ruimtelijke schaal niet geheel vergelijkbaar is (pixel van enkele km2 en grondmeting van hooguit enkele honderden m2). (B) Andere aan de verdamping gerelateerde componenten van het Energy Balance model (temperaturen, globale straling, voelbare warmteflux), vaker bemeten door grondstations, worden vergeleken met de pixelwaarden van het model op de plek van het grondstation. Ook hier is de ruimtelijke schaal niet geheel vergelijkbaar. (C) Stroomgebiedsgemiddelde neerslag minus actuele verdamping (netto neerslag) wordt op lange termijn (enkele jaren) vergeleken met de rivierdebieten gemeten door hydrologische meetstations bij het uitstroompunt van het (deel)stroomgebied.
Veldmetingen nodig:	Nee
Wijze van veldmetingen:	
Foutenmarge:	
Resolutie:	3000m
Frequentie:	dag/dekad
Schaalniveau:	Continentaal, Landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	
MRL:	7
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	In overleg
Leverancier:	EARS

Verdamping (ITC)

Op basis van model en satellite observaties

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Twente, Africa voor Incomati
Categorie:	bodem en grondwater begroeiing droogte
Inzet:	strategisch tactisch operationeel
Vervanging:	Er bestaat geen vergelijkbaar product. Is aanvullend op puntwaarnemingen
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	satelliet model
Validatie:	gedeeltelijk
Wijze van validatie:	in-situ ET
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	NVT
Foutenmarge:	20 volume procenten
Resolutie:	250 meter
Frequentie:	dagelijks
Schaalniveau:	Landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	
MRL:	7
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	
Leverancier:	ITC

Verdampingstekort (eLEAF)

Verdampingstekort is het verschil tussen actuele en potentiele verdamping en is een directe maat voor vocht tekort. Tijdsresolutie: maximaal dagelijks. Ruimtelijke resolutie: maximaal 10meter

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Toepassingen voor landbouw en waterbeheer in meer dan 30 landen. In Nederland: waterschappen, CBS, agrarische ondernemingen
Categorie:	oppervlaktewater bodem en grondwater begroeiing beheer en onderhoud wateroverlast droogte
Inzet:	strategisch tactisch operationeel
Vervanging:	Kan NHI en andere modellen verfijnen (calibreren) of vervangen. Aanvullend op schaarse puntmetingen
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	ETLook papers, artesia validatie rapport

Technische details

Oorsprong:	satelliet ground-based model
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	vergelijking met andere modellen en punt waarnemingen. Tevens validatie buiten Nederland in diverse contexten
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	NVT
Foutenmarge:	1-10%
Resolutie:	10m, 20m, 250m, 1000m
Frequentie:	dag, week, maand
Schaalniveau:	Ladelijk

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	niet vereist, altijd gewenst voor diverse onderwerpen
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	n/a
Levering:	tot 30 dagen na contract ondertekening
Leverancier:	eLEAF

Vochtreserve (NEO)

Actueel vochtreserveproduct gebaseerd op backscatter. Landelijk beschikbaar op 1000 m resolutie en bodemtypespecifiek

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	idem
Categorie:	bodem en grondwater droogte
Inzet:	operationeel
Vervanging:	
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief via indexatie
Referenties:	www.drymon.biz

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	veldmetingen,, droogtewaarnemngen, vergelijkende studies
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	nvt
Foutenmarge:	7 volume procenten
Resolutie:	1000 meter
Frequentie:	+/- dagelijks
Schaalniveau:	nederland

Inzetbaarheid

TRL:	8
Benodigd nader onderzoek:	Schaalverbetering is uit te voeren naar perceelsniveau. Daarvoor validatie en ontwikkeling noodzakelijk a 150kE/jaar voor drie jaar
MRL:	7
Benodigd voor vermarkting:	afstemming op klantvraag altijd nuttig/nodig (15kE)
Levering:	vanaf 2 maand na opdracht
Leverancier:	NEO

Voorkomen Landschapselementen (NEO)

Morfologie, hoogte, fysiek voorkomen, landschapselementen

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	landfschapsbeheerders
Categorie:	begroeiing beheer en onderhoud
Inzet:	operationeel
Vervanging:	
Indicatief/kwantitatief:	
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	satelliet vliegtuig
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	
Veldmetingen nodig:	
Wijze van veldmetingen:	
Foutenmarge:	
Resolutie:	0,75 meter
Frequentie:	jaarlijks
Schaalniveau:	nederland

Inzetbaarheid

TRL:	8
Benodigd nader onderzoek:	
MRL:	7
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	
Leverancier:	NEO

VTH (DronePoint)

Handhaving en Toezicht

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:

Categorie: beheer en onderhoud

Inzet: operationeel

Vervanging: Aanvullend

Indicatief/kwantitatief:

Referenties:

Technische details

Oorsprong: drone

Validatie:
Wijze van validatie:

Veldmetingen nodig:
Wijze van veldmetingen:

Foutenmarge:
Resolutie:
Frequentie: dag
Schaalniveau: Landelijk

Inzetbaarheid

TRL: 8
Benodigd nader onderzoek:

MRL: 8
Benodigd voor vermarkting:

Levering: Per direct
Leverancier: DronePoint

Water quality variabels: turbidity and algea (ITC)

Op basis van satellite observaties

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Twente, Africa, China voor SKLEC, Waternet
Categorie:	oppervlaktewater waterkwaliteit en ecologie
Inzet:	strategisch tactisch operationeel
Vervanging:	Er bestaat geen vergelijkbaar product. Is aanvullend op puntwaarnemingen
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	gedeeltelijk
Wijze van validatie:	in-situ metimgen
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	NVT
Foutenmarge:	30 volume procenten
Resolutie:	300 meter
Frequentie:	dagelijks
Schaalniveau:	Landelijk

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	
MRL:	7
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	
Leverancier:	ITC

Water vegetatie (Deltares)

dichtheden en karteren van vegetatie in rivieren en beken. Koppeling met hydrologische modellen (vegetatie als weerstand) en beoordelen van ecologische waarde

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	in NI voornamelijk de waterschappen
Categorie:	oppervlaktewater waterkwaliteit en ecologie begroeiing beheer en onderhoud wateroverlast
Inzet:	
Vervanging:	monitoring van I situ begroeiing
Indicatief/kwantitatief:	
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	drone
Validatie:	
Wijze van validatie:	
Veldmetingen nodig:	
Wijze van veldmetingen:	
Foutenmarge:	
Resolutie:	
Frequentie:	
Schaalniveau:	

Inzetbaarheid

TRL:	2
Benodigd nader onderzoek:	dit is nog heel erg in onderzoeksfase dus kan nog niet toegepast worden
MRL:	
Benodigd voor vermarkting:	er loopt een TKI project ism Korea
Levering:	
Leverancier:	Deltares

Watergehalte van vegetatie (VanderSat B.V.)

Dagelijkse waardes van vegetatie watergehalte op 100m resolutie, globaal. Gebaseerd op passieve microgolven, geen hinder van bewolking.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Nieuw product, zeer recentelijk ontwikkeld door wetenschappelijke gemeenschap (Liu et al., Nature Climate change, 2015)
Categorie:	begroeiing droogte
Inzet:	strategisch tactisch
Vervanging:	Enige vegetatie watergehalte product beschikbaar dat enkel gebaseerd is op satelliet-observaties. Vanuit mondiaal perspectief is er geen enkel product beschikbaar dat een vergelijkbare temporele en ruimtelijke resolutie levert.
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	Liu et al., 2015 (Nature Climate Change)

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	Aan de hand van biomassa data modellen en in situ gegevens
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	NVT
Foutenmarge:	~200g/m2
Resolutie:	100m
Frequentie:	dag
Schaalniveau:	Globaal

Inzetbaarheid

TRL:	7
Benodigd nader onderzoek:	Extra validatie specifiek op Nederland gericht (€10k)
MRL:	6
Benodigd voor vermarkting:	Platform ontwikkeling (€50k)
Levering:	Operationeel eind 2016
Leverancier:	VanderSat B.V.

Wetland Monitoring (TerraSphere)

Kartering van wetlands: 1. Water dynamiek; 2. Water kwaliteit; 3. Landgebruik. Op basis van verschillende satellieten

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Toepassing: ondersteuning beheer wetlands. Klanten: Private beheerders NL; Onderzoeksproject in Africa
Categorie:	oppervlaktewater waterkwaliteit en ecologie begroeiing beheer en onderhoud wateroverlast droogte
Inzet:	strategisch
Vervanging:	Vervanging voor veldwerk
Indicatief/kwantitatief:	Indicatief en kwantitatief
Referenties:	http://terrasphere.nl/home.html

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	Ja
Wijze van validatie:	Veldwerk in verschillende wetlands in Africa
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	NVT
Foutenmarge:	~10%
Resolutie:	10m
Frequentie:	~maandelijks
Schaalniveau:	Wereld

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	
MRL:	7
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	Per direct
Leverancier:	TerraSphere

World DEM (Nelen&Schuurmans)

SRTM DEM van de wereld

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Veelvuldige inzet in buitenland projecten
Categorie:	keringen oppervlaktewater beheer en onderhoud wateroverlast droogte
Inzet:	strategisch tactisch operationeel
Vervanging:	
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	gedeeltelijk
Wijze van validatie:	
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	NVT
Foutenmarge:	
Resolutie:	30 meter
Frequentie:	eenmalig
Schaalniveau:	Wereld

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	geen
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	ad hoc, via REST API en WM(T)S
Leverancier:	Nelen&Schuurmans

World Landcover (Nelen&Schuurmans)

ESA Landcover van de wereld

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Veelvuldige inzet in buitenland projecten
Categorie:	keringen oppervlaktewater bodem en grondwater waterkwaliteit en ecologie begroeiing beheer en onderhoud wateroverlast droogte
Inzet:	strategisch tactisch operationeel
Vervanging:	
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	gedeeltelijk
Wijze van validatie:	
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	NVT
Foutenmarge:	
Resolutie:	250 meter
Frequentie:	~ 5 jaar
Schaalniveau:	Wereld

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	geen
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	ad hoc, via REST API en WM(T)S
Leverancier:	Nelen&Schuurmans

World TRMM rain (Nelen&Schuurmans)

NASA / JAXA The Tropical Rainfall Measuring Mission regenkaart

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Veelvuldige inzet in buitenland projecten
Categorie:	keringen oppervlaktewater bodem en grondwater waterkwaliteit en ecologie begroeiing beheer en onderhoud wateroverlast droogte
Inzet:	strategisch tactisch operationeel
Vervanging:	
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	http://trmm.gsfc.nasa.gov/

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	nee
Wijze van validatie:	
Veldmetingen nodig:	nee
Wijze van veldmetingen:	NVT
Foutenmarge:	
Resolutie:	1 kilometer
Frequentie:	3 uur
Schaalniveau:	Wereld, tropische band

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	geen
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	ad hoc, via REST API en WM(T)S
Leverancier:	Nelen&Schuurmans

Zandmotor monitoring morfologie (Deltares)

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	RWS, kustgebied
Categorie:	keringen beheer en onderhoud
Inzet:	tactisch operationeel
Vervanging:	
Indicatief/kwantitatief:	Indicatief
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	satelliet drone
Validatie:	
Wijze van validatie:	
Veldmetingen nodig:	ja
Wijze van veldmetingen:	
Foutenmarge:	
Resolutie:	
Frequentie:	
Schaalniveau:	

Inzetbaarheid

TRL:	
Benodigd nader onderzoek:	
MRL:	
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	
Leverancier:	Deltares

Ziektedrukmeter (Waterwatch Solutions)

Deze applicatie voorspelt de kans dat er een ziekte ontstaat in een gewas.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Er zijn pilots uitgevoerd met boeren in India en Oekraine
Categorie:	waterkwaliteit en ecologie beheer en onderhoud
Inzet:	tactisch operationeel
Vervanging:	Bestrijdingsmiddelen kunnen efficienter worden ingezet met minder schade voor mens en omgeving
Indicatief/kwantitatief:	
Referenties:	http://waterwatchcooperative.com/

Technische details

Oorsprong:	satelliet model
Validatie:	Ja
Wijze van validatie:	Pilots in verschillende landen
Veldmetingen nodig:	Nee
Wijze van veldmetingen:	NVT
Foutenmarge:	
Resolutie:	1km
Frequentie:	1 / uur
Schaalniveau:	wereldwijd

Inzetbaarheid

TRL:	9
Benodigd nader onderzoek:	
MRL:	9
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	per direct
Leverancier:	Waterwatch Solutions

Zoutgehalten grondwater (Deltares)

Drone die mbv de reflectie van elektromagnetische velden zoutconcentraties in grondwater registreert

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	Provincie en waterschappen
Categorie:	bodem en grondwater
Inzet:	strategisch tactisch operationeel
Vervanging:	
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	vliegtuig drone
Validatie:	
Wijze van validatie:	
Veldmetingen nodig:	
Wijze van veldmetingen:	
Foutenmarge:	
Resolutie:	
Frequentie:	
Schaalniveau:	

Inzetbaarheid

TRL:	
Benodigd nader onderzoek:	
MRL:	
Benodigd voor vermarkting:	
Levering:	
Leverancier:	Deltares

Zwevend stof (BlueLeg Monitor, Water Insight)

Vlakdekkend beeld van de concentraties zwevend stof op een resolutie van 10, 300 of 1000 meter.

Algemeen

Voorbeeldtoepassingen:	IJsselmeer + Markermeer (Deltares/RWS), Noordzee (RWS), Donau Delta (NIMRD) (300 en 1000 m varianten)
Categorie:	oppervlaktewater waterkwaliteit en ecologie beheer en onderhoud
Inzet:	tactisch operationeel
Vervanging:	Gebruik voor dagelijks beheer, monitoring, water systemanalyses, kaderrichtlijn water rapportages, monitoring van baggerpluimen
Indicatief/kwantitatief:	Kwantitatief
Referenties:	

Technische details

Oorsprong:	satelliet
Validatie:	ja
Wijze van validatie:	300 m producten zijn zeer uitgebereid getest t.o.v. MWTL monitoringsdata van Noordzee en Ijsselmeer/Markermeer en ten opzichte van wetenschappelijke datasets
Veldmetingen nodig:	Nee. Mogelijk moet er eenmalig een lokale tuning plaatsvinden
Wijze van veldmetingen:	n.v.t.
Foutenmarge:	
Resolutie:	10, 300 of 1000 m (keuze, afhankelijk van oppervlak en toepassing)
Frequentie:	10 m resolutie: elke 10 dagen (elke 5 dagen vanaf eind 2016), 300 m resolutie: elke 2-3 dagen, 1000 m: bijna dagelijks
Schaalniveau:	Wereldwijd

Inzetbaarheid

TRL:	9 (1000 m), 8 (300 m), 6 (10 m)
Benodigd nader onderzoek:	1000 m res is direct bruikbaar, 300 m resolutie: technology in house is ontwikkeld, satelliet beelden weer beschikbaar vanaf 2016, 10 m resolutie vraagt nog ontwikkeling die al gepland is
MRL:	6
Benodigd voor vermarkting:	Opzet en ontsluiting platform, kosten nader te bepalen (indicatie: € 10k voor 1000 m beelden), eenvoudig te combineren met overige ecologische kwaliteitsparameters
Levering:	1000 m per direct, 10 m komt beschikbaar gedurende 2016, 300 m komt opnieuw beschikbaar eind 2016/begin 2017
Leverancier:	BlueLeg Monitor, Water Insight