



## **SBIR Oproep**

# **“Satellietdatagebruik bij droogte-inspectie en – monitoring van kades voor het hoogheemraadschap van Rijnland”**

**Openingsdatum: 30-05 2016**  
**Sluitingsdatum: 27-06 2016, 17:00 uur**  
**Budget: 180.000 Euro**

Het hoogheemraadschap van Rijnland en het Netherlands Space Office (NSO) dagen gezamenlijk ondernemers uit om nieuwe producten te ontwikkelen met satellietdata die bijdragen aan de efficiëntie en effectiviteit van droogte-inspectie en –monitoring van waterkeringen. De beste ideeën krijgen een opdracht voor een haalbaarheidsonderzoek (SBIR fase 1). De beste haalbaarheidsonderzoeken krijgen een vervolgoopdracht om een prototype te ontwikkelen en te demonstreren (SBIR fase 2).

Om een versnelling tot stand te brengen in het gebruik van satellietdata bij overheden en in de samenleving heeft het NSO innovatiegericht inkopen ruimtevaart (SBIR) geïntroduceerd. De financiële middelen hiervoor komen uit het nationaal flankerend ruimtevaartbeleid van het ministerie van EZ.

Deze SBIR is er mede op gericht gebruik van data uit het satellietdataportaal te bevorderen. Het satellietdataportaal is een faciliteit waarvan Nederlandse overheden, onderzoeksinstituten en bedrijven gebruik kunnen maken voor operationalisering van satellietdata toepassingen.

## **1. Het thema “Satellietdatagebruik bij droogte-inspectie en – monitoring van kades”.**

### Inleiding

Het hoogheemraadschap Rijnland, gevestigd in Leiden en het oudste waterschap van Nederland, heeft binnen haar beheergebied tot taak te zorgen voor schoon en voldoende water, en droge voeten. Dit beheergebied is ruim 1.000 km<sup>2</sup> groot, lopende van Wassenaar tot Amsterdam en van IJmuiden tot Gouda, en telt ca. 1.3 miljoen inwoners. Het beheer van waterkwaliteit en –kwantiteit geldt voor oppervlakte water en grondwater, en vindt plaats door onder meer door afvalwaterzuivering van alle huishoudens en bedrijven en het onderhouden van een netwerk van vaarten, kanalen en andere waterlichamen. Tot slot staat Rijnland voor waterveiligheid. Hiervoor inspecteert en onderhoudt Rijnland een netwerk van 80 km primaire keringen en 1208 km secundaire keringen.

### Achtergrond



Zie voor de achtergrond omtrent droogte-inspectie en -monitoring van kades bijlage 1.

### Probleemstelling

Rijnland beheert 1388 km dijken en kades. Hiervan bestaat 900 km ten dele uit veen, waarvan bekend is dat deze zeer gevoelig zijn voor uitdroging en verzwakking tijdens periodes van droogte. 400 km veenkade wordt momenteel als droogtegevoelig tot zeer droogtegevoelig aangemerkt, voornamelijk op basis van beheerdersoordelen. Rijnland voert veldinspecties uit naar visuele schadebeelden van de kades zoals die aan het oppervlakte waarneembaar zijn. Het inspectieproces gaat gepaard met grote financiële en personele inzet. Deze waarnemingen worden via een beheerdersoordeel vertaald naar risico op calamiteiten van het dijklichaam, waarop gericht herstelwerkzaamheden kunnen worden uitgezet. Idealiter wordt ook gebruik gemaakt van zoveel mogelijk harde (satelliet)waarnemingen die de gehele breedte van schadebeelden (zoals scheuren, verzakkingen en uitdroging) en risicofactoren (de zogenaamde droogte-indicatoren zoals bodemvocht, verdamping en andere klimaatvariabelen) dekken.

Bovengenoemde vraagt om een product of dienst waarbij de inzet van satellietinformatie tot een verbetering kan leiden en bepaalde inspecties kunnen vervangen of ondersteunen.

### Doelstellingen

Rijnland wil onderzoeken in welke mate satellietinformatie en interpretaties kunnen bijdragen aan een beter proces van inspecties en monitoring van secundaire keringen tijdens droogte. Dit kan zijn in de vorm van satellietinformatie over individuele droogte-indicatoren die samen met andere informatiebronnen door Rijnland moeten worden beschouwd om te komen tot een oordeel over droogtegevoeligheid en risico. De methodiek hiervoor moet dan in overleg met Rijnland nog wel verder worden vastgesteld. Het heeft echter de voorkeur dat de satellietinformatie al een zekere mate van interpretatie tot droogtegevoeligheid heeft ondergaan.

De toepassing van satellietinformatie dient twee doelen voor Rijnland:

1. Het met behulp van satellietwaarnemingen op een autonome en rekenkundige wijze identificeren van mogelijk droogtegevoelige en daarmee kwetsbare kades binnen het beheergebied vóór aanvang van de zomerperiode en mogelijke veldinspecties. Hiermee worden buiten het zomerseizoen de kwetsbare kaden in kaart gebracht, mogelijk meer of minder dan de huidige inschatting van 400 km veenkades.
2. Het met satellietinformatie op een rekenkundige wijze vaststellen en prioriteren van droogte- en risicogevoelige kadestrekkingen of strekkingen met schadebeelden om hierop gericht veldinspecties te kunnen uitvoeren.

Het eerste doel omvat een evaluatie van droogtegevoeligheid zoals blijkt uit satellietwaarnemingen. Dit wordt gedaan voor alle secundaire kades in het beheergebied. Doel hiermee is voor Rijnland te bepalen of de droogtegevoelige kaden – nu bepaald op



400 km veenkaden - allemaal terecht worden meegenomen, of dat wellicht nog strekkingen moeten worden toegevoegd. Hiervoor kan gebruik worden gemaakt van gegevens zoals verzameld door Rijnland, zoals de schademeldingen uit de inspectie 2015 (en waar gewenst en beschikbaar uit eerdere jaren), bodemopbouw, (grond)waterstanden en neerslagtekort Hydronet. Een overzicht van data wordt verderop in deze tekst gegeven. De inzet van satellietinformatie uit het verleden wordt hierbij dus voorzien.

Het tweede doel omvat het prioriteren van te inspecteren kades tijdens periodes van droogte. Doel hiervan voor Rijnland is om betrouwbare indicaties te krijgen over de verspreiding en ernst van verdrogingsverschijnselen in het beheergebied en hierop gericht inspecties te laten uitvoeren. Rijnland wil hiermee inspecties efficiënter maken en met minder personele inzet. Momenteel treedt het inspectieprotocol in werking bij een bepaald neerslagtekort. Bij 150 mm neerslagtekort worden zeer droogtegevoelige kaden geïnspecteerd, bij 175 mm neerslagtekort ook de droogtegevoelige kades. Beheerdersoordelen en veldwaarnemingen sturen dit proces dan in de praktijk verder bij.

Voor beide doelstellingen dient te worden gezocht naar een koppeling van satellietinformatie met directe en indirecte indicatoren van kadedroogte.

De wens is om met satellietinformatie zoveel mogelijk droogte-indicatie te krijgen. Voor de koppeling tussen de droogte-indicatoren en satellietinformatie kan geput worden uit studies en meetgegevens van Rijnland, maar waar voor het onderzoek van belang is dat er aanvullende of betere data van andere waterschappen gebruikt wordt, zal die data zoveel als mogelijk worden verzameld en ter beschikking worden gesteld. Rijnland zal inventariseren waar deze data beschikbaar is of beschikbaar komt. Verzoeken voor aanvullende data worden bij voorkeur in een vroeg stadium gedaan.

De frequentie waarbij satellietinformatie wordt ingezet is als volgt: indien wordt uitgegaan van de huidige methodologie van Rijnland voor droogte-indicatie (Hydronet neerslagtekort), die bijna jaarlijks voorkomt, dan zal tijdig een satellietmonitoring moeten plaatsvinden om schadebeelden en droogterisico vast te stellen en te prioriteren. Het staat echter vrij om een betere methodiek voor te stellen, met daarbij behorende satelliet- en veldinspectiemomenten. De methodiek zal dienen om het tijdstip, of tijdstippen, van veldinspecties te bepalen en de schadebeelden en inspecties te helpen prioriteren naar ernst. Hiermee worden dus ook eventuele herstelwerkzaamheden geprioriteerd. Na de zomer zullen alle meet- en inspectiegegevens (waaronder de satellietinformatie en nauwkeurige schademeldingen tijdens veldinspecties) nader worden beschouwd om tot eventuele aanpassingen in de methodologie en inspectiekaart droogtegevoelige keringen te komen. Deze kaart dient voorafgaand aan de volgende zomer, uiterlijk april, gereed te zijn. Indien in dit proces voor bepaalde satellietinformatie nog een voorinspectie nodig is – dus het toevoegen van nieuwe beelden uit het najaar of voorjaar – dan is dit mogelijk.

Het lijkt aannemelijk dat dit (jaarlijks) repeterend proces zal leiden tot een steeds duidelijkere afbakening van de droogtegevoelige kaden binnen het beheergebied. Indien dit met voldoende vertrouwen is vastgesteld zal zowel veldinspectie als satellietinspectie



zich jaarlijks alleen kunnen richten op die selectie droogtegevoelige kades. In aanvang zal echter het gehele gebied van secundaire keringen moeten worden beschouwd op droogte-indicatoren en kwetsbaarheid. Rijnland wil – gebruik makende van de nieuwe methodiek van satellietinformatie en een volledige set droogte-indicatoren – op een gestructureerde wijze toewerken naar bepaling van de droogtegevoelige kades. Om de variatie en ernst in de tijd van schadebeelden en droogte-indicatoren beter te duiden zal de nieuwe inspectiekaart waarschijnlijk een zekere classificatie of schaling kennen van minder droogtegevoelige kades tot (jaarlijks repeterende) zeer droogtegevoelige kades.

Er worden geen expliciete grenzen gesteld aan de vereiste temporele en ruimtelijke resolutie van de satellietinformatie. Het is aan de indiener om de meerwaarde en verbetering van zijn/haar product aan te tonen. De Digigids geeft dimensies aan van schadebeelden die kunnen dienen als indicatie voor de noodzakelijke ruimtelijke resolutie van bepaalde satellietinformatie. Echter, het is ook de bedoeling een bredere set droogte-indicatoren in te zetten bij de bepaling van droogtegevoeligheid en risico. Aanpassing van het huidige proces om droogtegevoeligheid vast te stellen is daarom mogelijk. Schadebeelden kunnen zich tijdens periodes van droogte wel snel ontwikkelen. Indien de temporele resolutie van de beelden groot is (orde weken) dan dient er wel een duidelijke relatie met de ontwikkeling van droogte te bestaan om als product goed bruikbaar te zijn. Een combinatie van meetgegevens biedt wellicht ook mogelijkheden om het tijdelijke gebrek aan bepaalde informatie te ondervangen. De ruimtelijke resolutie is bij voorkeur zo klein mogelijk, maar ook hier moet de meerwaarde worden aangetoond van een product. Die zal doorgaans meer evident zijn bij een hele hoge resolutie.

### Data

Rijnland stelt data ter beschikking aan de aanbieders van satellietinformatie om te komen tot een betere validatie van hun product. Deze data is ook beschikbaar om te komen tot een meer geïnterpreteerd product droogtegevoeligheid. Deze data bestaat uit:

- GIS bestand met daarin de ligging van als droogtegevoelig en zeer droogtegevoelig aangemerkte kades
- Geotechnische lengteprofielen van ca 100km kade en voor zover aanwezig boringen en sonderingen van ca 700km kade verspreid over Rijnland;
- Waterstanden oppervlakte water en grondwater (peilbuizen);
- Hydronet neerslagtekort;
- Waarnemingen en schadebeelden van droogte-inspectie 2015 en de voorlopige inspectiekaart 2016. Waar bruikbaar worden inspectieresultaten van eerdere jaren zoveel als mogelijk verzameld en ter beschikking gesteld;
- Modelleringsstudie naar verdroging en de freatische lijn in de Middelburgse kade (Deltares onderzoek voor Stowa);
- Geomorfologische/geologische kaart beheergebied Rijnland
- Waar mogelijk ontbrekende informatie

De wens is om met satellietinformatie zoveel mogelijk droogte-indicatie te krijgen. Voor de koppeling tussen de droogte-indicatoren en satellietinformatie kan geput worden uit studies en meetgegevens van Rijnland, maar waar voor het onderzoek van belang is dat



er aanvullende of betere data van andere waterschappen gebruikt wordt, zal die data zoveel als mogelijk worden verzameld en ter beschikking worden gesteld. Rijnland zal inventariseren waar deze data beschikbaar is of beschikbaar komt. Verzoeken voor aanvullende data worden bij voorkeur in een vroeg stadium gedaan.

Deze studie sluit aan bij ontwikkelingen van het Sat-Water initiatief, waarin met 14 waterschappen en RWS remote sensing afgeleide informatie worden ingebed binnen de praktische werkomgeving van operationeel waterbeheer. Het eerste breed gedragen satellietproduct is al een aantal jaren de actuele verdampings(tekort)monitoring, waarvan Sat-Water de landelijke implementatie en gebruik van de waterschappen nastreeft. Dit professionaliserings (en leer) proces is van belang voor de opschaling voor andere satelliet afgeleide producten. Sat-Water ziet de relevantie in van satelliet afgeleide informatie voor waterveiligheid en daarmee de verbetering van inspectie processen van waterkeringen. Sat-Water zal waar mogelijk dit SBIR traject ondersteunen qua proces in acceptatie en opschaling naar landelijk niveau.

#### Vraagstelling

1. De (zeer) droogtegevoelige en daarmee kwetsbare kades binnen het beheergebied vast te stellen vóór de zomerperiode met mogelijk weer drukke veldinspecties
2. Tijdens periodes van droogte en inspecties, de te inspecteren kades te helpen prioriteren, cq. de droogte/kwetsbaarheid te helpen high-graden en te low-graden.

Ontwikkel een dienst/product waarbij het mogelijk is middels het gebruik van satellietdata dit inzicht te verkrijgen.

## **2. Beschikbaar budget**

Het maximum budget per haalbaarheidsonderzoek in fase 1 bedraagt € 15.000,- (incl. btw). Er worden in fase 1 maximaal 4 haalbaarheidsonderzoeken gecontracteerd.

Het maximum bedrag per project voor fase 2 bedraagt € 60.000,- (incl. btw). Er zullen minimaal 2 projecten worden gehonoreerd voor fase 2. Het uiteindelijke aantal te honoreren projecten voor fase 2 is afhankelijk van de prijs voor de best beoordeelde offertes in fase 1 en fase 2. In totaal wordt een budget van € 180.000,- beschikbaar gesteld door het ministerie van EZ voor fase 1 en fase 2 van deze SBIR.

## **3. Beoordeling**

De beoordeling vindt plaats door deskundigen van hoogheemraadschap van Rijnland en het Netherlands Space Office. In de SBIR handleiding juli 2015 vindt u de voorwaarden en beoordelingscriteria die voor SBIR-projecten in het algemeen gelden.



Bij de beoordeling is per criterium maximaal het volgende aantal punten toe te kennen:

1. Impact op droogte-inspectie en –monitoring van kades: 40
2. Technologische haalbaarheid: 30
3. Economisch perspectief: 20
4. Prijs: 10

Voor deze SBIR zijn voor het eerste criterium “Impact op droogte-inspectie en –monitoring van kades” de volgende aspecten van belang:

- a. mate waarin de innovatie bijdraagt aan het oplossen van het (maatschappelijk) probleem
- b. kwaliteit van de onderbouwing van de impact
- c. mate van innovatie: hoe groot is de ‘doorbraak’ en hoeveel nieuwe functionaliteit ontstaat voor klanten?
- d. Bruikbaarheid en navolgbaarheid van de informatie voor gebruikers. Onder bruikbaarheid wordt verstaan de mate waarin de innovatie en technologie geschikt of geschikt te maken is voor de bedrijfssystemen en de beschikbare kennis en kunde bij de klant. Hoe personeels- en kennisintensief is het product/dienst voor de klant, is met enige bijscholing het eigen personeel in staat om het uit te voeren en te interpreteren? Rijnland moet zelf het risico van droogte kunnen blijven interpreteren om eventuele (juridische) verantwoordelijkheid bij falen te kunnen dragen.
- e. Hoeveel waarde levert het voorstel voor het gevraagde budget (‘value for money’)?

#### **4. Informatiebijeenkomst**

Op vrijdag 10 juni 2016 vindt bij het hoogheemraadschap te Leiden een informatiemiddag plaats. U kunt zich hiervoor aanmelden via de mail [info@spaceoffice.nl](mailto:info@spaceoffice.nl) met vermelding van uw persoons- en firmagegevens.

Het adres is: Hoogheemsraadschap Rijnland  
Archimedesweg 1  
2333CM Leiden  
071-3063063 (receptie)

Het programma van de informatiemiddag ziet er als volgt uit:

- 13:00-13:30 uur: Inloop met koffie en thee
- 13:30-15:30 uur: Presentaties en gelegenheid tot het stellen van vragen.
- 15:30-16:15 uur: Napraten met een drankje.



## 5. Uitvoering

Het Netherlands Space Office (NSO) voert samen met RVO.nl en het hoogheemraadschap van Rijnland deze SBIR uit. NSO als dé Nederlandse ruimtevaartorganisatie ontwikkelt in opdracht van en overleg met de Nederlandse overheid het Nederlandse ruimtevaartprogramma en voert dat uit. Een belangrijke randvoorwaarde voor het slagen van het Nederlandse ruimtevaartprogramma is een goede vraagsturing vanuit de overheid, de wetenschap en/of de markt, bijvoorbeeld via de topsectoren. Dit is essentieel voor het behoud van draagvlak voor investeringen in de ruimtevaart.

## 6. Informatie en contact

Alle informatie over deze tender vindt u op de volgende website:

<http://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/aanbesteden-van-innovaties-sbir>

Op <https://mijn.rvo.nl/aanbesteden-van-innovaties-sbir> vindt u de handleiding en formats voor het indienen van een SBIR offerte.

Heeft u vragen met betrekking tot de SBIR "Satellietdatagebruik bij droogte-inspectie en -monitoring van kades" dan kunt u deze stellen aan het emailadres: [info@spaceoffice.nl](mailto:info@spaceoffice.nl). Het NSO secretariaat is telefonisch bereikbaar op nummer 088-6024500

## 7. Indienen van de offerte

In de SBIR handleiding (paragraaf 2.1) staat beschreven waar een volledige offerte uit bestaat. Het elektronisch exemplaar moet voor 17:00 uur zijn ontvangen door NSO op [info@spaceoffice.nl](mailto:info@spaceoffice.nl) op de sluitingsdatum 27 juni 2016. Het papieren exemplaar mag de dagen daarna nog met de post binnenkomen.

De papieren offerte dient u aan te bieden bij:

Netherlands Space Office  
SBIR Natuubrandbeheersing 2016  
Prinses Beatrixlaan 2  
Postbus 93144  
2509 AC Den Haag

## 8. Publiciteit en intellectueel eigendom

In de SBIR handleiding staan de afspraken ten aanzien van publiciteit en intellectueel eigendom beschreven in paragraaf 4.2 en 7.2.



## 9. Tijdpad

Informatiebijeenkomst	10 juni 2016
<b>Sluiting tender</b> , indienen fase 1 offertes	<b>27 juni 2016</b>
Bekendmaking uitslag	4 juli 2016
Opdrachtverstrekking fase 1	8 juli 2016
Inleveren rapport fase 1 en fase 2 offertes	omstreeks 7 oktober 2016
Bekendmaking uitslag fase 2	omstreeks 21 oktober 2016
Opdrachtverstrekking fase 2	omstreeks 28 oktober 2016
Deadline eindrapport fase 2	omstreeks mei 2017

Het hoogheerraadschap van Rijnland en het Netherlands Space Office behouden zich het recht om bijgevoegd tijdpad indien nodig aan te passen. Dit zal tijdig aan (potentiële) opdrachtnemers worden gecommuniceerd.





## **BIJLAGE 1 ACHTERGROND; droogte-inspectie en –monitoring van kades voor het hoogheemraadschap van Rijnland**

De ondergrond van het gebied en van de dijken is opgebouwd uit een afwisseling van zand, klei en veen, waarbij het lokaal voorkomen van veen erg bepalend is op de kwaliteit van de waterkeringen en het onderhoud daaraan. Allereerst leidt een proces van veeninklinking tot een continue bodemdaling die variërend kan oplopen tot ruim 1 cm/jaar. Ca. 900 km secundaire keringen bestaan ten dele uit veen of liggen op veen en zijn daarom ook aan dit proces van daling onderhevig. Daarnaast is de stabiliteit van veen ook meer dan andere bodemsoorten erg gevoelig voor wisselingen in grondwaterstand en bodemvochtcondities. In de zomer kunnen tijdens periodes met weinig neerslag deze veenkades gaan uitdrogen, met alle mogelijke gevolgen voor de integriteit van de keringen en waterveiligheid van dien.

Rijnland borgt de waterveiligheid tijdens droogte door een inspectie- en evaluatieproces die sterk gefundeerd is in beheerdersoordelen over de kwaliteit van dijken. De historische kennis over alle dijken in het beheergebied, zoals onderhoudsgeschiedenis en schadebeelden, hebben geleid tot een lijst van 400 km veenkades anno 2016 die Rijnland beschouwt als droogtegevoelig of zeer droogtegevoelig. Deze kades inspecteert Rijnland tijdens aanhoudende periodes van droogte met grote regelmaat en met een grote inzet van financiële en personele middelen.

Deze inspecties dienen om schadebeelden aan de kades vast te stellen en waar nodig herstelmaatregelen te nemen. Belangrijk hierbij is dat deze inspecties visuele waarnemingen betreffen van de buitenste schil van de dijk. Met behulp van beheerdersoordelen wordt getracht een uitspraak te doen over mogelijke gevolgen voor de gehele dijk.

Rijnland maakt gebruik van verschillende informatiebronnen om tot dit oordeel te komen. De directe indicatoren van droogte zijn de visuele schadewaarnemingen tijdens de inspecties. De Digigids leidraad ([digigids.waterschapshuis.nl](http://digigids.waterschapshuis.nl)) wordt gehanteerd bij de omschrijving van de schadebeelden. Hierin worden schadebeelden zoals scheuren, extreme verdroging of vernatting en verzakking van kaden in beeld gebracht en geclassificeerd om tot een meer gestandaardiseerde beoordeling over de conditie van de kade te komen. De belangrijkste schadebeelden binnen het beheergebied van Rijnland worden hieronder omschreven, inclusief klassegrenzen.

Waar mogelijk wil Rijnland schadebeelden met satellietinformatie bepalen.

DIGIGIDS INDICATOR	DEFINITIE EN KLASSEGRENZEN
Bedekkingsgraad (kale plekken) grasbedekking	Definitie: de gemiddelde bedekking van een oppervlak van 5 bij 5 meter met vegetatie van gras en kruiden.(per 25m2) Klassegrenzen: <ul style="list-style-type: none"><li>- Goed: bedekking &gt; 85%</li><li>- Redelijk: bedekking 70-85%</li></ul>



	<ul style="list-style-type: none"><li>- matig: bedekking 60-70%</li><li>- Slecht: bedekking &lt; 60%</li></ul>
Natte plekken, kwel en piping	<p>Definitie: lokale plekken in de grasbekleding die afwijkend vochtig zijn</p> <p>Klassegrenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Goed: geen sporen van natte plekken</li><li>- Redelijk: sporen van verschil in bevochtiging echter geen vegetatieverschillen</li><li>- Matig: natte plekken met op natte omstandigheden aangepaste vegetatie</li><li>- Slecht: plekken met zichtbaar uittredend water</li></ul>
Scheuren (langs/dwars) en gaten	<p>Definitie: lijnvormige gleuven in bekleding</p> <p>Klassegrenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Goed: geen scheuren</li><li>- Redelijk: ondiepe scheuren met onregelmatig patroon, geen scherp scheurvlak, breedte kleiner dan 0.01 m</li><li>- Matig: korte wat diepere scheuren, lengte meer dan 3m en minder dan 6 m en met breedte van meer dan 0,01m en minder dan 0,03 m</li><li>- Slecht: doorgaande scheuren van meer dan 6 meter lengte en breder dan 0,03 m of scheuren met een steilrand van 0,05 m of meer</li></ul> <p>Er wordt hier opgemerkt dat de Digigids geen classificatie hanteert van diepte van de scheur, waar dit wel belangrijk lijkt.</p>
Verzakking of opbolling kade en teensloot	<p>Definitie: verheffingen of verzakkingen met een lengteschaal van enkele meters</p> <p>Klassegrenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Goed: geen verheffingen of opbollingen in het profielvlak</li><li>- Redelijk: verheffingen of opbollingen kleiner dan 0.1 m in het profielvlak met een lengte van 1-3 meter</li><li>- Matig: verheffingen of opbollingen groter dan 0.1 m en kleiner dan 0,2 m in het profielvlak met een lengte van 1-3 meter of een stijrand kleiner dan 0,05 m van enkele meters lengte of meer</li><li>- Slecht: verheffingen of opbollingen groter dan 0.2 m in het profielvlak met een lengte van 1-3 meter of een stijrand van meer dan 0,05 m over enkele meters of meer</li></ul>

Andere factoren spelen echter ook een rol bij droogte. De belangrijkste factoren die in de meeste gevallen een indirecte indicator zijn van droogte zijn hieronder genoemd. Informatie over neerslagtekort wordt aan Rijnland aangeleverd (Hydronet) en is bepalend voor het moment waarop inspecties worden uitgevoerd. Bodemopbouw van de keringen zijn ook bekend en worden meegenomen in de beheerdersbeoordeling droogtegevoeligheid en risico. Grondwaterstanden worden in zeer geringe mate actief



gemeten tijdens droogte, temeer de totale lengte van secundaire kades (1208 km) te groot is voor een dicht meetnetwerk. Schematisaties worden gebruikt, waarvan bekend is dat die niet overal en altijd helemaal kloppen.

INDICATOR	OMSCHRIJVING
Bodemvochtgehalte	Een directe indicator van droogte en een indirecte indicator van de hoogte van het freatisch vlak in het veenpakket.
Evapotranspiratie/ Verdamping	Verdamping vanuit de grasbedekking van kaden zal in de meeste gevallen significanter zijn dan directe verdamping uit de bodem, maar beide vormen van verdamping kunnen een indicatie geven van de mate van verdroging. SPEI wordt door sommige waterschappen al toegepast, maar nog niet door Rijnland.
Grondwaterpeil/ Stijghoogte	Vooraf van belang tijdens droogte is de daling van het grondwaterpeil. Dit kan leiden tot oppervlakteschade (scheuren, verzakkingen etc.) en potentieel tot opdrijving van het uitdrogende veenpakket op de diepere ondergrond bij hogere grondwaterdruk (stijghoogte).
Neerslagtekort en overige klimaatfactoren	De neerslagtekort en verdamping wordt momenteel gebruikt als mate van verdroging. Deze informatie wordt direct ingekocht door Rijnland bij Hydronet. Andere klimaatfactoren zoals luchtvochtigheid, temperatuur, evapotranspiratie, windsnelheid en zonnestand worden niet direct gemeten en meegenomen door Rijnland.
Bodemopbouw (kortsluiting, opdrijving, ontbreken kleilaag op talud)	Niet verkrijgbaar uit satellietwaarnemingen, maar wel data beschikbaar. Bodemopbouw is fundamenteel bij de gevoeligheid voor droogte en Rijnland onderneemt momenteel een verdere classificatie van bodemopbouw die praktisch is te integreren bij droogte-inspecties. Van belang zijn zaken zoals de diepte en dikte van het veen in de kade, de eventuele slappe deklaag die op de veenkade ligt, aanwezigheid van zandlagen (kortsluiting), de afwezigheid van kleilagen (gewicht veenlaag) en freatisch vlak/stijghoogte (grondwaterdruk).