

## **Nieuwe overwegingen voor maaibeheer met vlakdekkende informatie over vegetatie**

*Ellis Penning, Rik Noorlandt, Koen Berends (Deltares), Rob Fraaije (waterschap Aa en Maas) en Gé van den Eertwegh (KnowH2O)*

**Vlakdekkende informatie geeft inzicht in de daadwerkelijk aanwezige vegetatie in een stuwpand en het effect hiervan op de doorstroomcapaciteit. Met een multispectrale camera is de ruimtelijke verdeling van vegetatie over een proeftraject in kaart gebracht en de hydraulische impact van deze vegetatie op de waterpeilen gekwantificeerd. Hieruit blijkt dat het substantieel uitmaakt waar deze vegetatie zich bevindt. Voor een risicogestuurd maaibeheer is het nuttig om deze informatie voor een heel stuwpand te hebben en zo duidelijke keuzes te maken waar en wanneer er gemaaid moet worden.**

Vegetatiebeheer in watergangen gebeurt bij veel waterschappen door maaien via vooraf vastgestelde maaibestekken. Deze zijn vaak voor meerdere jaren vastgelegd. In veel gevallen zijn deze maaibestekken ingevuld op basis van ervaring over de mogelijk te verwachten risico's op wateroverlast in het betreffende gebied. Daarnaast zijn er waterschappen waar het maaien gebeurt op basis van een Maai-BOS (Beslis en Ondersteunend Systeem), dat bepaalt of de opstuwning in een stuwpand nog acceptabel is, door peilmetingen te vergelijken met modelberekeningen met een kritische weerstandswaarde. Als de opstuwning te hoog is, is er bij intensieve neerslag in het stroomgebied een verhoogd risico op wateroverlast. Om het risico te verlagen, kan aanwezige vegetatie worden verwijderd door de watergang te maaien.

In de uitvoering wordt de betreffende watergang hierbij als 'homogeen begroeid' beschouwd. Dit betekent dat vooraf wordt aangenomen dat de vegetatie over het hele traject even dicht is. Daarom wordt het hele pand even intensief gemaaid, terwijl de aanwezigheid van vegetatie binnen een watergang in werkelijkheid sterk kan verschillen. Hierdoor worden vaak grote trajecten 'water gemaaid' (gemaaid zonder dat er planten zijn) of verdwijnt ecologisch waardevolle vegetatie terwijl deze geen beperking vormde voor de doorstroomcapaciteit.

Wanneer een vlakdekkend beeld kan worden verkregen van de daadwerkelijke opstoppingen die de vegetatie veroorzaakt, kan gericht en snel worden gemaaid; het zogeheten 'dottermaaien' [1]. Als ook kan worden bepaald hoe snel de vegetatie groeit en wanneer een risico kan worden verwacht, kan maaibeheer beter vooruit worden gepland. Door vlakdekkende informatie over de aanwezige vegetatie te koppelen aan informatie over groeisnelheden en de ecologische waarde kan wateroverlast tijdig worden vermeden en tegelijkertijd de ecologische waarde worden gehandhaafd of vergroot.

Om een stap voorwaarts te maken in de kwantificering van de relatie tussen peil-, stuw- en vegetatiebeheer in ruimte en tijd, wordt gebruik gemaakt van nieuwe monitoringstechnieken en rekenhulpmiddelen. In dit artikel wordt beschreven hoe beelden van een multispectrale camera (zie kader) op een drone (*remotely piloted aircraft system*, RPAS) kunnen bijdragen aan een beter gekwantificeerde methode om te bepalen waar en wanneer er gemaaid moet worden. Hiervoor zijn

metingen gedaan in de Lage Raam, een gestuwde beek in het beheergebied van waterschap Aa en Maas, waarvoor ook een Maai-BOS gemaakt is.

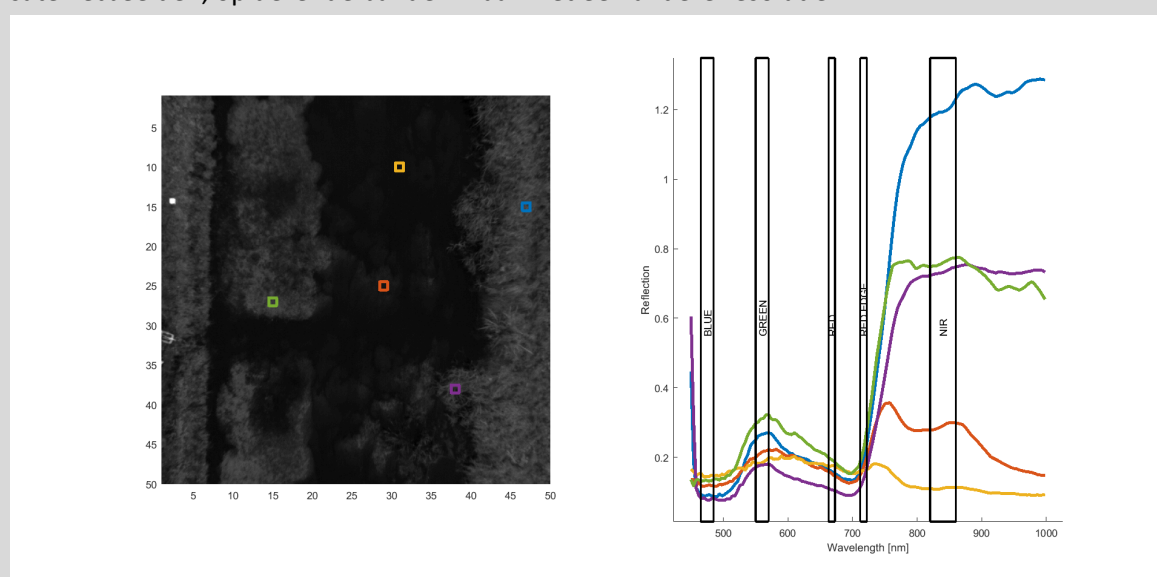
### Veldmetingen

Op 9 oktober 2017 zijn veldmetingen uitgevoerd op een beektraject van 400 meter lengte, waarvan de vegetatie vooral bestaat uit Sterrenkroos. Dit traject ligt direct benedenstreams van een stuw en is gemiddeld 20 meter breed en 1 meter diep, volledig rechtgetrokken en niet beschadwd. Op basis van expertinschattingen van de beheerder en veldbezoeken van het projectteam, is dit traject aangemerkt als homogeen, met een gelijkmatige, hoge vegetatiebedekking over het gehele traject. Tijdens de proef zijn eerst metingen gedaan in de volledig begroeide situatie. Na een maaibeurt, waarbij de opdracht was ‘volledig schonen vanaf de kant met een maaikorf’, zijn dezelfde metingen herhaald, om het effect van vegetatie op waterpeilen te kwantificeren.

Vóór en na het maaien zijn multispectrale opnames (zie kader) met een MicaSense RedEdge-M camera onder een drone gemaakt en aan elkaar gemonteerd tot een vlakdekkend beeld, gebruikmakend van Pix4D-software. Het debiet tijdens de proef is opgemeten met een StreamPro-ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler). De waterpeilen over het gehele traject zijn met een dGPS (Differential Global Positioning System) vóór en na het maaien ingemeten voor een gedetailleerd overzicht van het verschil in peil (verval) langs het gehele traject tijdens de proef.

#### Over multispectrale en hyperspectrale camera's

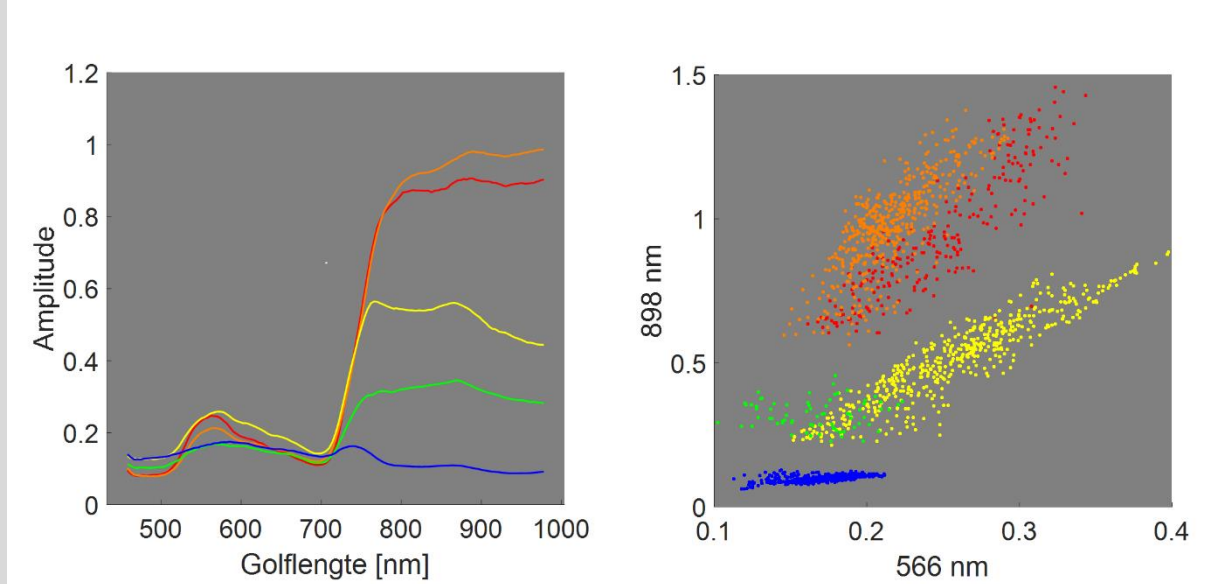
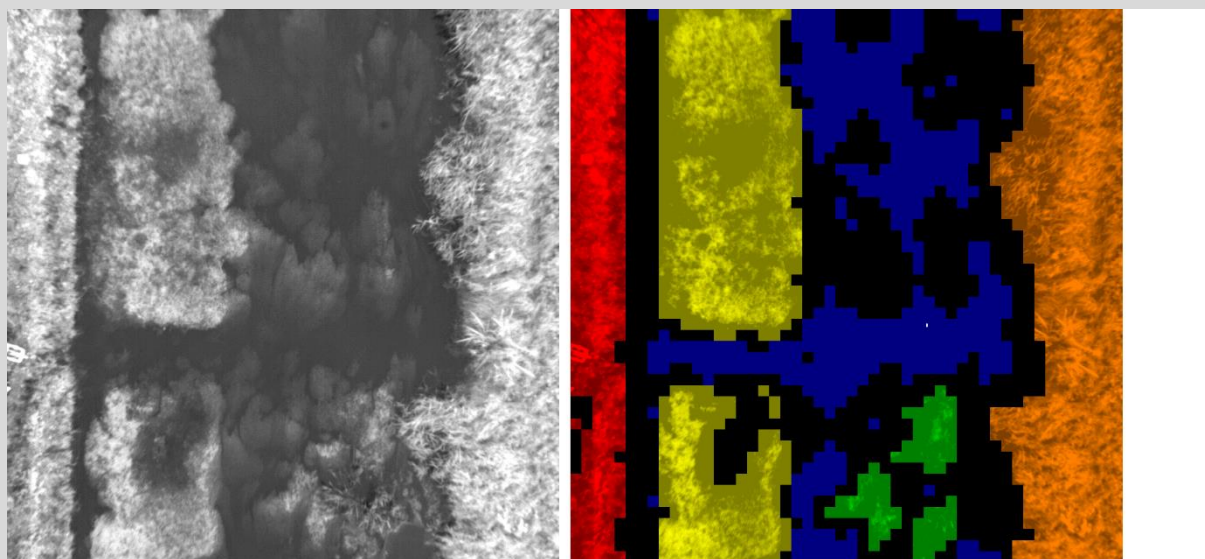
Multispectrale camera's leveren naast de gebruikelijke rood-groen-blauwe banden van een 'gewone' camera ook nog informatie over de weerkaatsing van licht op twee extra banden, te weten 'Red Edge' en 'Near InfraRed' (NIR). Hierdoor kan de reflectie van licht door vegetatie beter worden gekwantificeerd, omdat vegetatie juist in deze twee banden licht goed reflecteert. Met een multispectrale camera is het dus mogelijk om een goed beeld te krijgen van de hoeveelheid vegetatie in de proefsectie en deze beelden te vertalen naar een groen-index (NDVI). Dit is een maat voor de hoeveelheid biomassa. Deze index wordt ook veel gebruikt voor de analyse van satellietbeelden, op dezelfde banden maar met een andere resolutie.



Afbeelding 1. Zwart-witbeeld van een hyperspectrale camera (Cubert firefly), waarbij voor 6 pixels de reflectiespectra zijn geplot. (blauw: oevervegetatie, groen: dicht sterrenkroos tot het oppervlak, paars: liesgras)

*emergent, oranje: ondergedoken sterrenkroos, geel: water zonder begroeiing*)

Hyperspectrale camera's kunnen over een groot golflengtegebied gedetailleerde informatie per kleine golflengtebanden geven. Hiermee kan de reflectie van het licht over het totale spectrum worden gemeten, veelal in aaneensluitende klassen van enkele nanometers per band. Dit levert gedetailleerdere resultaten dan een multispectrale camera, waardoor ook classificatie van specifieke vegetatiekenmerken nauwkeuriger wordt. In onderstaande figuur (afbeelding 1) is voor vijf pixels aangegeven wat de reflectie in het totale spectrum is en welke banden de camera (in dit geval een MicaSense RedEdge-M) waarneemt (de zwarte balken in afbeelding 1). Het is duidelijk dat de hyperspectrale camera meer informatie geeft, vooral in het gebied tussen de Red Edge en de Near InfraRed-band. Dit kan onderscheidend zijn bij een classificatie van de vegetatie op basis van reflectiekenmerken (afbeelding 2).

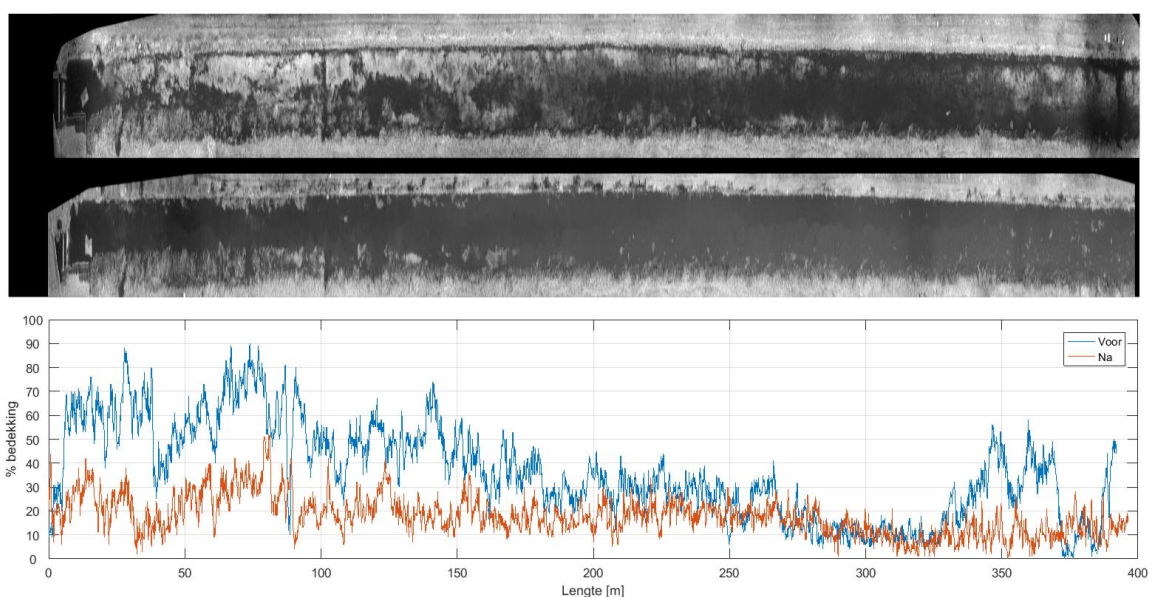


*Afbeelding 2. Voorbeeld van de mogelijkheden van de Cubert S185 Firefly SE hyperspectrale camera om verschillende vegetatie te classificeren. (a) Zwart-witbeeld (1000x1000 pixels), (b) selectie van verschillende klassen (50x50 pixels), (c) mediaanspectra van de verschillende groepen en (d) geïdentificeerde klassen, geplot voor de pixelwaarden van 898nm tegenover 566 nm. NB: de rode groep bestaat uit gemaide oevervegetatie*

gedomineerd door gras op het onderhoudspad, de oranje groep bestaat uit ongemaaide oevervegetatie gedomineerd door ruigere grassen en helofyten

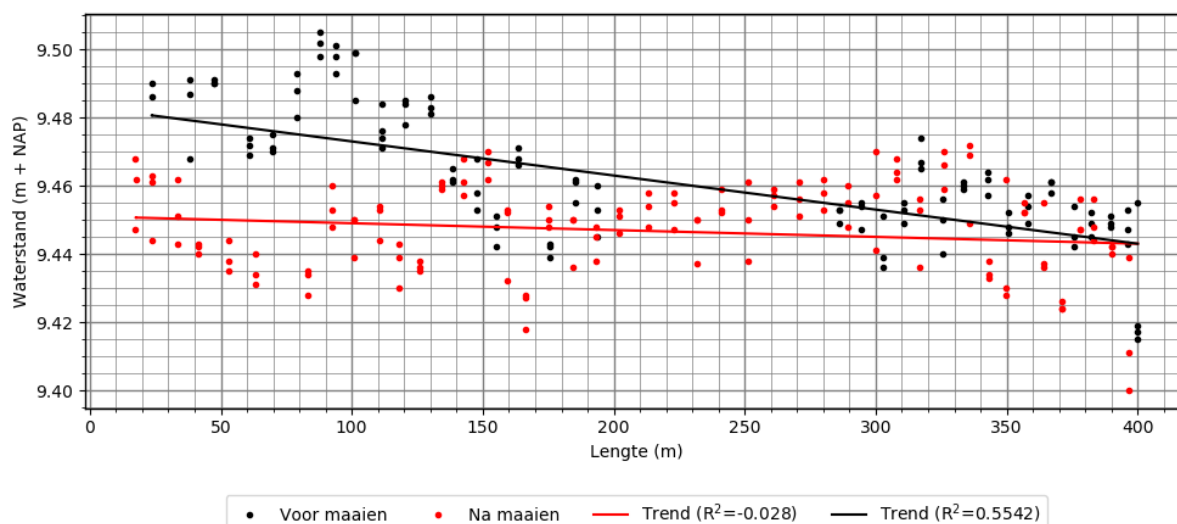
### Meetresultaten

In afbeelding 3 is te zien hoe de NearInfraRed-band (NIR) een goed beeld geeft van de vegetatieaanwezigheid over het traject en deze vertaalt naar een bedekkingspercentage. De invloed van het maaien op het resultaat is goed zichtbaar en toont ook dat het maaien op een deel van het traject weinig effect heeft gehad en wellicht niet nodig was geweest. Ook laat het zien dat het traject, dat op basis van visuele veldinspectie was aangemerkt als ‘homogeen begroeid’, in werkelijkheid juist vrij heterogeen begroeid was, met een hogere dichtheid aan de bovenstroomse zijde van het traject en hogere dichtheden aan de randen van de watergang dan in het midden.



Afbeelding 3. Bedekkingspercentage van watervegetatie vóór en na maaien van een 400 m lang proeftraject in de Lage Raam (stroomrichting van links naar rechts, met links de locatie het dichtst bij de bovenstroomse stuw)

Op basis van de ADCP-data is de afvoer gekwantificeerd op ongeveer 0,2 m<sup>3</sup>/s, zowel vóór als na het maaien. De gemeten waterpeilen over het traject vóór en na het maaien zijn weergegeven in afbeelding 4. Hieruit blijkt ook dat de veranderingen in peil vooral in de eerste 200 meter van het traject optreden.



Afbeelding 4. Veranderingen in waterstand over het lengteprofiel vóór en na maaien (stroomrichting van links naar rechts, met links de locatie het dichtst bij de bovenstroomse stuw)

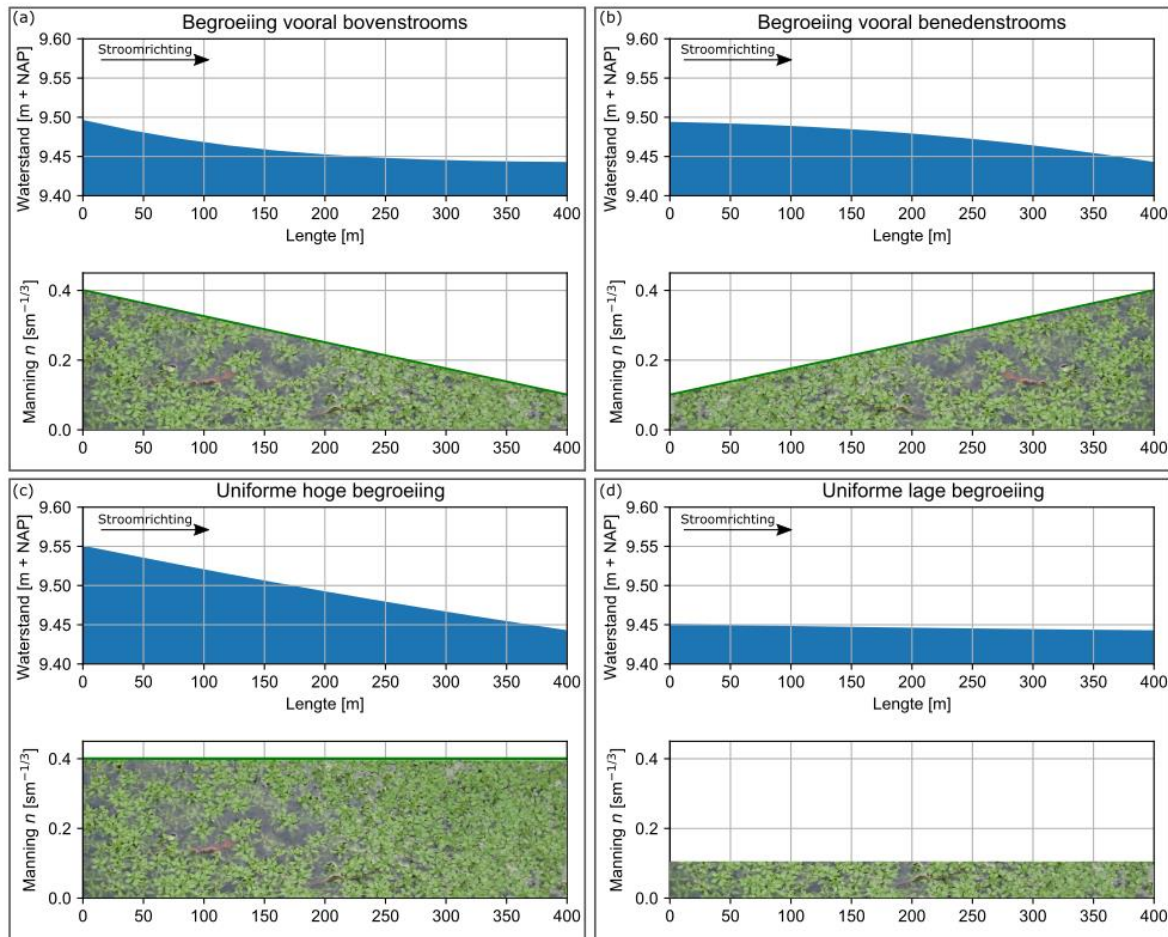
### Kwantificering van ruwheden

Om een relatie af te leiden tussen de bedekking in het traject en de bijbehorende ruwheid in relatie tot de waterstanden over het traject, is deze bedekking vertaald naar een ruwheid. Hiervoor is een SOBEK 3-model gemaakt van het proeftraject, met de door de ADCP gemeten afvoer van  $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$  en een benedenstroomse waterstand van  $9,443 \text{ m} + \text{NAP}$ . De dwarsprofielen zijn overgenomen uit het (SOBEK Rural-) MAAIRAAM-model dat is aangeleverd door Waterschap Aa en Maas en daar wordt gebruikt in het dagelijks peilbeheer. De ruwheid wordt in het model weergegeven als een homogene Manningcoëfficiënt. Omdat de vegetatie in het pand de totale ruwheid beïnvloedt is deze constante via iteratie aangepast aan de situatie voor en na het maaien, totdat de bovenstroomse waterstand de gemeten waarden bereikte van  $9,483 \text{ meter} + \text{NAP}$  vóór en  $9,451 \text{ meter} + \text{NAP}$  na het maaien. Hieruit kwam een ruwheid van  $0,40 \text{ s/m}^3$  voor en  $0,18 \text{ s/m}^3$  na het maaien. Deze waarden zijn in absolute termen hoog in vergelijking met andere watergangen, maar blijken normaal voor dit systeem.

### Invloed van heterogeniteit op peilen

De heterogeniteit binnen het beschouwde traject was groter dan op voorhand verwacht. Om te bepalen welk effect deze heterogeniteit, vergeleken met homogene vegetatie of andere ruimtelijke verdelingen van vegetatie, heeft op de gemeten peilen, zijn de meetdata gekoppeld aan verschillende vegetatiebedekkingsscenario's. De heterogeniteit in vegetatiebedekking is hiervoor weergegeven als een heterogeniteit in ruwheid over het beschouwde proeftraject. Vervolgens is berekend hoe deze verschillen zich vertalen in een waterstand over het traject (zie afbeelding 5). Wanneer de vegetatiebedekking een ruwheid geeft die overal homogeen hoog is (afbeelding 5c), geeft dit een lineair verband met de waterstand, met hoge waarden bij de stuw. Als de bedekking - en dus de ruwheid - homogeen laag is, geeft dit logischerwijs ook een laag peil bij de stuw (afbeelding 5d). Uit de praktijkproef blijkt echter dat de ruwheid aan het begin van het pand dicht bij de stuw hoog is (Manning  $0,4$ ) en aan het eind laag (Manning  $0,1$ ). Dit levert een niet-lineair peilverloop over het lengtetragect, met steeds sneller oplopende waterpeilen dicht bij de stuw (afbeelding 5a). Zou de relatie omgedraaid zijn, met een lage ruwheid bij de bovenstroomse stuw en

een hoge ruwheid verderop in het traject, dan is de verdeling van het peil over het traject merkbaar anders, met het grootste verschil halverwege het traject (afbeelding 5b). Dit laat zien dat risico's op wateroverlast voor terreinen halverwege het traject afhangen van waar in het traject een hoge vegetatie dichtheid voorkomt.



Afbeelding 5. Effecten van homogene tegenover veranderende ruwheid over het proeftraject op de waterstand

### Conclusie

De resultaten van deze studie laten zien dat inzicht in de locatie van vegetatie over het beschouwde stuwpand waardevol is, omdat de locatie van dichte begroeiing (de blokkade) invloed heeft op het peilverloop over het stuwpand. Hierdoor is het mogelijk dat blokkerende vegetatie dichtbij een bovenstrooms meetpunt (bijvoorbeeld een stuw) een vertekenend beeld geeft van de situatie meer benedenstrooms, waar vegetatie niet langer voor opstoppingen zorgt en dus ook niet verwijderd hoeft te worden.

Tegelijkertijd kunnen blokkades meer benedenstrooms over het hoofd worden gezien door alleen naar de metingen uit de peilen aan de stuwen te kijken. Het kunnen 'dotteren' van het stuwpand, dat wil zeggen alleen daar maaien waar het nodig is om de verstopping in het systeem weg te halen, biedt een alternatief voor het maaien van het totale traject. Zo kunnen zowel wateroverlastrisico's in kaart worden gebracht als de ecologische waarden van deze vegetatie worden beschouwd.

### **Opschalen naar grotere eenheden**

Het in deze studie beschouwde proeftraject is slechts 400 meter lang en beslaat daarmee niet het volledige stuwpand. De volgende stap in dit onderzoek is het opschalen naar het volledige stuwpand en de voor- en naliggende trajecten in de beek, beheereenheden die passen bij de dagelijkse maaipraktijk. Dit levert ook ruwheidsdata van andere dominante vegetatietypen op. Hiervoor zal in 2018 een vergelijkbare proef worden uitgevoerd binnen het kennisprogramma Lumbricus (2). Tevens wordt er in samenwerking met de werkgroep Bouwen met de Natuur, deelgroep stroombaanmaaien van de Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA) onderzocht hoe veranderingen in ruwheden door het seizoen het beste kunnen worden voorspeld in relatie tot de gekozen maaistrategie (3).

### **Dankwoord**

*Dit artikel is onderdeel van een serie over het 'Dotterproject' over doelgericht maaien. Een eerder artikel over dit onderwerp is hier te lezen: <https://www.h2owaternetwerk.nl/vakartikelen/1074-dotterproject-risicogestuurd-maaibeheer-door-betere-kennis-van-vegetatie>*

*Dit project is mede mogelijk gemaakt door het kennisprogramma Lumbricus, een consortium bestaande uit STOWA, Deltares, KnowH2O, KWR Watercycle Research Institute, FutureWater, Radboud Universiteit, Louis Bolk Instituut, Universiteit Twente, Wageningen University and Research en de waterschappen Limburg, Aa en Maas en Vechtstromen.*

*Assistentie bij de veldproef is verleend door Ralf Verdonschot (Wageningen Environmental Research), Johnny van Keulen, Daan Klaassen, Rene Louwers (waterschap Aa en Maas), Edvard Alrichs (Deltares) en Gijs van Schaik en Martijn de Lange (Wageningen Universiteit). Dronebeelden zijn geleverd door Euro Drone Inspections.*

### **Referenties**

1. Eertwegh, G. van den, Penning, E., Noorlandt R, Werf, M. van der & Berends, K. (2017). Dotterproject: risico-gestuurd maaibeheer door betere kennis van vegetatie. H2O online 170426.
2. <http://www.programmalumbricus.nl/>.
3. Penning, E., Berends, K., Noorlandt, R. & Eertwegh, G. van den (2018). Richting een bepaling van vegetatiegroeisnelheden voor ruwheidsvoorspellingen. Deltares rapport 11200712-000, Deltares, Delft.