

Kantelstuwmeting op basis van beeldherkenning

Meinte Vierstra (Mobile Water management), Pim van Santen (waterschap Aa en Maas), Miriam Duijkers (hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden), Peter-Jules van Overloop (TU Delft/Mobile Water Management).

Een nieuwe manier van meten van kantelstuwstanden, de Mobile Tracker-FL, wordt momenteel getest bij het hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden. Waterschap Aa en Maas, heeft de meetmethode, na een uitgebreide pilot, in gebruik genomen. De methode werkt met een klein, speciaal waterpas, dat op de stuw gemonteerd wordt. Met een smartphone-app wordt een foto genomen, waarna beeldherkenningssoftware de hoek van de stuw bepaalt, en daaruit de stuwstand. De gegevens worden opgeslagen in het Water Informatie Systeem van het waterschap. De metingen zijn nauwkeuriger dan handmatig opgenomen waarden.

In Nederland staan vele duizenden stuwen, in het laagland maar vooral ook op de zandgronden in het midden, zuiden en oosten van het land. Veel van deze stuwen zijn van het type kantelstuw. Sommige kantelstuwen zijn geautomatiseerd, maar een groot deel is onbemeten of wordt handmatig gemeten met een lang waterpas en rolmaat. Automatisering van de meting heeft als voordeel dat de waarden ieder moment beschikbaar zijn, maar in veel gevallen is dit niet nodig en daarmee te kostbaar. Zo zijn er veel stuwen die maar een aantal keer per jaar worden versteld, bijvoorbeeld bij de overgang van winterpeil naar zomerpeil en andersom. In dat geval is het vooral van belang om te administreren wat de stuwstand is. Deze informatie is van belang voor het groeiend aantal Beslissing Ondersteunende Systemen (BOS'sen) bij de waterschappen, die de waterschappen helpen bij het maken van een goede inschatting van de huidige toestand van het watersysteem. Ook voor modelstudies die gebeurtenissen uit het verleden moeten nabootsen, is de informatie over de stand van de stuwen belangrijk. Daarnaast geeft de digitale beschikbaarheid van actuele stuwstanden de mogelijkheid om deze direct op kaart te tonen ten behoeve van het operationele waterbeheer.

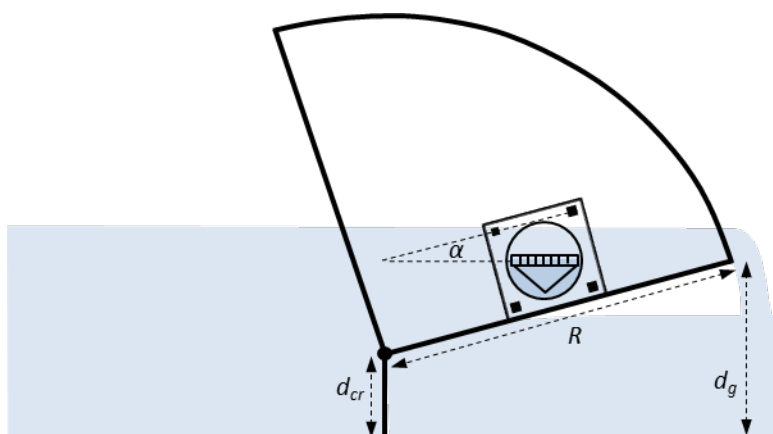
Nauwkeurigheid handmatig meten

Het meten van de stuwstand is echter vaak fysiek niet eenvoudig en kan ook tot onveilige situaties leiden. Het meten met rolmaat is redelijk nauwkeurig, maar voordat de waarde in de database zit, is er een aantal stappen waarin fouten kunnen worden gemaakt. Uit een studie door waterschap De Dommel [1, 2] blijkt dat het herhaald meten met een rolmaat door meerdere veldmedewerkers leidt tot een standaarddeviatie van 8,4 millimeter. Wanneer er echter naar de standaarddeviatie van de waarde in de database wordt gekeken nadat deze tweemaal handmatig is ingevoerd (eerst op een laptop en later van de laptop naar de database), is de standaarddeviatie 12 millimeter. Hierbij is nog niet meegenomen dat bij het meten van een stuwstand er behalve een rolmaat ook nog een lang waterpas gebruikt wordt, die aan één kant op een ingemeten bout wordt geplaatst om aan de andere kant te dienen als mNAP-referentie boven de stuw. Het gevolg is een nog grotere standaarddeviatie in de meting.

MobileTracker-FL

Een nieuwe manier om stuwen te meten is met de MobileTracker-FL. Deze methode is voortgekomen uit andere patroonherkenningsmethoden die recent zijn ontwikkeld voor het meten van watervariabelen en die de 'familienaam' MobileTracker dragen [3]. Het is een klein, speciaal waterpas dat op de kanteelstuw wordt bevestigd. Dit waterpas kan gefotografeerd worden met een app op een smartphone. De verdere administratie tot in FEWS, WISKI of Hydronet gebeurt volledig geautomatiseerd. Uit de foto wordt met speciale beeldherkenningssoftware [4] de hoek α bepaald tussen omsluitend vierkant en waterpas (zie afbeelding 1). Dit is dan tevens de hoek van de stuw. Aangezien de straal R en drempelhoogte d_{cr} bekend zijn, kan de kruinhoogte d_g worden berekend met:

$$d_g = d_{cr} + R \times \sin(\alpha)$$



Afbeelding 1. Schematische weergave van kanteelstuw met klein waterpas (MobileTracker-FL)

De onnauwkeurigheid van de patroonherkenning is ongeveer een halve graad en ligt daarmee bij stuwen met een straal van 1 meter en kleiner, onder de 10 millimeter voor wat betreft de absolute kruinhoogte.

Bij het hoogheemradschap De Stichtse Rijnlanden wordt de nieuwe meettechniek nog in pilotvorm toegepast. Waterschap Aa en Maas is inmiddels overgegaan tot aanschaf en toepassing in het dagelijkse operationele beheer. Afbeelding 2 toont stuw Haarsteeg118HD in het beheergebied van waterschap Aa en Maas, die is voorzien van het waterpas. De stuw heeft een straal van 85 centimeter en een drempelhoogte van 0,92 mNAP.

Meetresultaten

Op 17 juli 2014 zijn van stuw Haarsteeg118HD met de app 11 foto's gemaakt onder verschillende hoeken, van verschillende afstanden en met verschillende 'zoomniveaus' van de smartphonecamera. Uit de resultaten in afbeelding 3 is te zien dat dit weinig invloed heeft op de gemeten (constante) hoek. De gemiddelde waarde van de hoek is 39,3 graden en de standaarddeviatie is 0,3 graden. De stuwstand berekend volgens bovenstaande vergelijking, is

gemiddeld 1,458 mNAP en de standaarddeviatie is 3,4 millimeter. Ook van een andere stuw waarop de MobileTracker-FL is gemonteerd zijn die dag metingen genomen. Deze stuw (Haarsteeg118CE) heeft een drempelhoogte van 0,03 mNAP en een straal van 0,75 m. Voor de



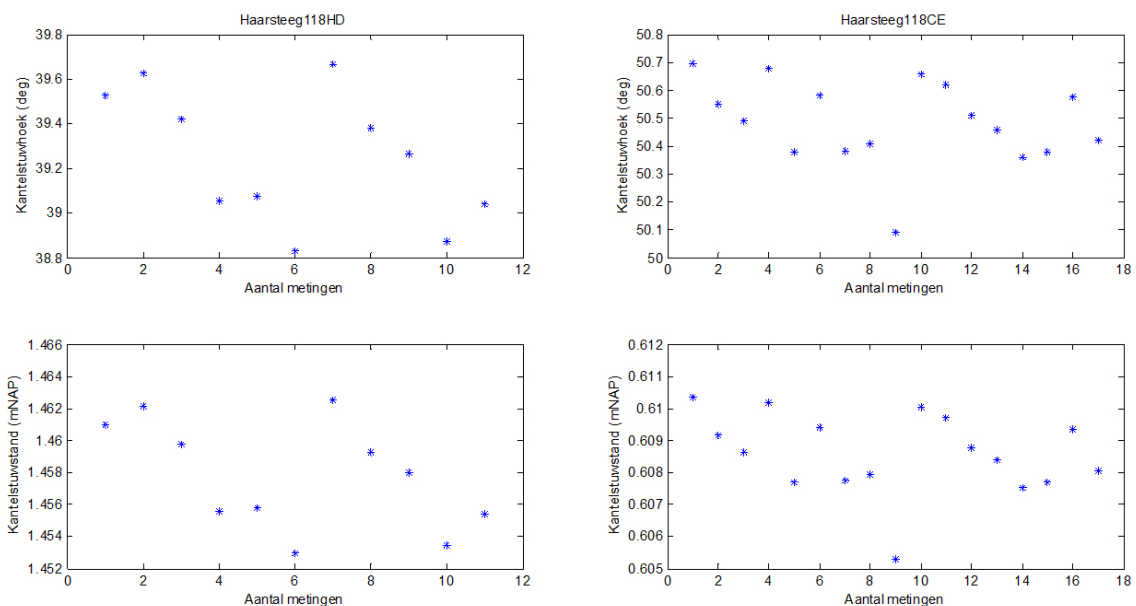
de stuw zijn de gemiddelde waarden en de standaarddeviatie van 17 metingen voor de stuwhoek en de stuwstand respectievelijk 50,5 graden met standaarddeviatie 0,2 graden, en 0,609 m NAP met standaarddeviatie 1,0 millimeter.

Afbeelding 2.

Kantelstuw Haarsteeg118HD met waterpas (MobileTracker-FL)

Discussie

Anders dan bij automatische metingen moeten veldmedewerkers natuurlijk nog steeds naar de stuw toe om de meting uit te voeren, maar omdat er tevens een handmatige verstelling nodig is, zijn ze toch al ter plaatse. Bijkomend voordeel van de meting met beeldherkenning en een waterpas is dat de meting niet gevoelig is voor hysteresis, een effect waarbij de stuw bij verandering van kantelrichting even niet beweegt vanwege speling in de aandrijving. Bij geautomatiseerde stuwen kan dit nog wel eens leiden tot enkele centimeters onnauwkeurigheid in de meting gedaan op de aandrijfjas.



Afbeelding 3. Metingen van kantelstuwen Haarsteeg118HD en Haarsteeg118CE met MobileTracker-FL

Als er een peilschaal naast de stuw is gemonteerd en de stuw vrij afstromend is, kan uit de foto ook direct het debiet worden gemeten. Dat is dan wel een momentopname aangezien de waterstand verloopt in de tijd.

Conclusies

Met de MobileTracker-FL kan er een hysteresis-vrije meting worden gedaan van een kantelstuw. Deze manier van meten is momenteel in gebruik bij waterschap Aa en Maas en wordt bij hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden getest. De nauwkeurigheid van de meting uitgedrukt in de standaarddeviatie is (voor stuwen met een straal van 1 meter en minder) kleiner dan bij handmatig meten. Bovendien kunnen er geen menselijke fouten worden gemaakt in het proces van noteren en invoeren in het waterinformatiesysteem.

Literatuur

1. Overloop, P. J. van, Kuijten, R., Klerk, W.J., Vierstra, M., 'Mobile Canal Control, an automatic administration system for manual canal operations using smart-phone Technology', USCID-Proceedings Seventh International Conference on Irrigation and Drainage, Phoenix, Arizona, 2013.
2. Overloop, P. J. van, Kuijten, R., Santen, P. van, Willemsen, J., Vierstra, M., 'Mobiel Water Meten', H2O-Online, oktober 2013, http://www.vakbladh2o.nl/index.php?option=com_easyblog&view=entry&id=67&Itemid=171.
3. Overloop, P.J. van, Davids, J.C., Vierstra, M.M., 'Mobile monitoring technologies: The MobileTracker and The RemoteTracker', Proceedings of USCID Conference, Sacramento, California, 2014.
4. Shih, F. Y., 'Image processing and pattern recognition, Fundamentals and techniques', John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 2010.