

Inzicht in de prestatie van waterhangen

Thomas Berends, Pieter Buijs (Nelen & Schuurmans), Chris Smit (hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier)

De herfst is in aantocht en de maaiboten varen weer uit. Het baggeren en maaien van sloten staat gepland. Dit betekent lang niet altijd dat het ook echt nodig is. Visuele inspecties zijn echter tijdrovend en waterbeheerders willen voorkomen dat wateroverlast optreedt door slechte doorstroming. Dus wordt het zekere voor het onzekere genomen en periodiek onderhoud uitgevoerd in de watergangen. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier vraagt zich af of prestatie- en risicogericht gestuurd kan worden in het beheer van watergangen. In samenwerking met adviesbureau Nelen & Schuurmans is een prestatie-indicator (PI) voor de doorstroomcapaciteit ontworpen.

Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) heeft begin 2016 als eerste waterschap een Assetmanagementcertificaat ontvangen. Deze certificering houdt in dat bedrijfsmiddelen en daaruit volgende prestaties, risico's en kosten structureel beheerd worden. Dit in tegenstelling tot het verleden. Toen werd voornamelijk periodiek onderhoud uitgevoerd op basis van beleid, beschikbare mankracht, financiële middelen etc. Dit geldt bijvoorbeeld voor onderhoud van *assets*, zoals stuwen, gemalen en watergangen. Deze laatste worden gebaggerd en gemaaid om de doorstroomcapaciteit van een watergang op peil te houden. Door veldinspecties werd vastgesteld wat de conditie van een watergang is. Dit is een tijdrovend proces omdat HHNK duizenden kilometers watergang beheert. Door inzicht in de prestaties, risico's en kosten van het watersysteem kan het beheer gericht uitgevoerd worden en afwijkingen sneller opgespoord.

Inzicht in prestaties is te verkrijgen met behulp van prestatie-indicatoren. Deze indicatoren zijn opgesteld met het SMART-principe (Specifiek, Meetbaar, Acceptabel, Realistisch, Tijdgebonden). Dit betekent dus niet simpelweg een 'rekensom', maar een proces en definitie waarmee alle betrokkenen akkoord gaan. Bij betrokkenheid van meerdere afdelingen draagt een prestatie-indicator bij aan de onderlinge communicatie en het opzetten en toetsen van afspraken.

Ontwerp prestatie-indicator

Voor het watersysteem denkt men bij *assets* als eerste aan kunstwerken. HHNK beschouwt daarnaast watergangen en peilgebieden als 'zachte *assets*'. Een goede doorstroming van een watergang is belangrijk voor zowel waterkwantiteit als -kwaliteit en is onder andere afhankelijk van:

- Diepte van de watergang (mede afhankelijk van de dikte van de sliblaag)
- Breedte van de watergang (mede afhankelijk van begroeiing)
- Ruwheid in de watergang (afhankelijk van slib/begroeiing)

- Kunstwerken in een watergang (duikers, bruggen etc.)

Het effect van maatregelen als maaien en baggeren is vooral kwalitatief duidelijk en kan met rekenmodellen gekwantificeerd worden. Maar om het effect van maatregelen in de praktijk te analyseren, is een ander inzicht vereist. Een prestatie-indicator (PI) komt hier goed van pas om ook effecten op het beheer te bepalen. Zo wordt het mogelijk om kosten-batenanalyses uit te voeren voor het beheer.

Over de conditie van een watergang zijn weinig tot geen tijdreeksen beschikbaar, terwijl voor kunstwerken miljoenen gegevens beschikbaar zijn, met name tijdreeksen. Denk daarbij aan gemeten instroompeilen en bedrijfsstanden van pompen. In dit onderzoek is geanalyseerd of de werking van gemalen iets zegt over de doorstroomcapaciteit in polders. Daarbij is het doel om een prestatie-indicator op te stellen voor de doorstroomcapaciteit. Bij een positief onderzoeksresultaat biedt een dergelijke indicator mogelijkheden om:

- Overzicht te hebben van de actuele toestand van het watersysteem, zonder dure veld-campagnes;
- Tijd en geld effectief te besteden aan aandachtsgebieden;
- Werkzaamheden als baggeren en maaien uit te voeren vanuit de behoefte, niet uit gewoonte;
- Effecten van maatregelen te kwantificeren;
- Kosten-batenanalyses op te stellen.

Als vertrekpunt is gekeken naar afgeleiden van een slechte doorstroomcapaciteit. Deze kwalitatieve inzichten geven richting aan het kwantitatieve onderzoek om meetbare PI's af te leiden. Een slechte doorstroomcapaciteit uit zich op de volgende wijze:

1. Waterstandsverschil (verhang) tussen kunstwerken verspreid over de watergang in een periode met weinig afvoer.
2. Het waterniveau bereikt relatief snel na het aanslaan het afslagpeil (beperkte aanvoer).

Verhang als PI?

Bij meerdere watergangen is het verhang onderzocht. In een droge periode zonder windopzet wordt verondersteld dat het waterpeil in de polder constant is. Een moeilijkheid om dit goed vast te stellen ligt in de afwijkingen in de meetsensoren. Die afwijkingen zijn tijdsafhankelijk ('drift' van sensoren) en soms groter dan het verschil in verhang tussen meetpunten onderling. Dit is vaak het signaal dat een sensor geijkt moet worden.

Pendelen van het gemaal

Frequent pendelen (aan- en afslaan) van een gemaal is vaak een direct gevolg van een slechte doorstroomcapaciteit. Bij een verminderde doorstroomcapaciteit bereikt het gemaal sneller het afslagpeil door een langzamere aanvoer van water die kleiner is dan de gemaalcapaciteit. Andere factoren beïnvloeden echter ook het pendelgedrag:

- grotere afstroming bij neerslag;
- opstuwing van water door wind;

- instelfout van aan- en afslagpeil;
- symptoombestrijding door verschil tussen aan- en afslagpeil te verhogen;
- hydraulische knelpunten in het watersysteem, zoals krappe duikers of watergangen.

Om enkel de relatie tussen pendelgedrag en doorstroomcapaciteit te onderzoeken is de dataset gefilterd op bovenstaande factoren. Dagen waarop neerslag is gevallen en de dag erna zijn verwijderd uit de dataset. Bij windcondities van windkracht 5 en hoger zijn de dagen ook verwijderd.

De doorstroomcapaciteit is gerelateerd aan de waterstandsdeling bij het aanslaan van het gemaal. Aan de hand van de waterstandsmeting bij het gemaal is de waterstandsdeling te berekenen over de tijdsperiode dat de pomp draait. Dit resulteert in een gradiënt. De gradiënt geeft direct informatie over kwalitatief inzicht 2; het niveau bereikt relatief snel het uitslagpeil (beperkte aanvoer).

De methodiek is echter onbruikbaar door de manier waarop meetwaardes geregistreerd worden in het telemetriesysteem. Waterstanden zijn niet bekend op het moment van aan- en afslaan van het gemaal, maar zijn beschikbaar met een tijdsinterval van 15 minuten. Hierdoor is de gradiënt niet te berekenen.

Bedrijfsstanden van een gemaal worden wel instantaan geregistreerd. Daarmee is de tijd tussen aan- en afslaan te bepalen en te analyseren of een gemaal sneller het afslagpeil bereikt. Informatie over waterstanden blijft belangrijk om de bruikbaarheid van de dataset te bepalen. Veranderingen in bandbreedtes tussen aan- en afslagpeil hebben namelijk direct effect op de tijd tussen aan- en afslaan.

Vanuit de tijd tussen aan- en afslaan, de inbedrijfstijd, kan een PI afgeleid worden. De PI is dimensieloos uitgedrukt om bemalingsgebieden te kunnen vergelijken. Voor het ontdekken van een trend is de data gemiddeld over een tijdsperiode. Dit maakt de PI robuust voor incidentele gebeurtenissen. De mate van pendelen is bepaald als de gemiddelde inbedrijfstijd over twee maanden, gedeeld door de langjarig gemiddelde inbedrijfstijd:

$$pendelen_t = \frac{\text{Gemiddelde inbedrijfstijd per twee maanden}}{\text{Langjarig gemiddelde inbedrijfstijd}}$$

Perioden van twee maanden bevatten minimaal 10 pompcycli, voldoende om de gemiddelde inbedrijfstijd over te berekenen en kort genoeg om processen als slibaanwas en begroeiing te kunnen waarnemen. Met deze formule is het gedrag van het gemaal onafhankelijk gemaakt van het gedrag van het watersysteem zelf. Zo kan het gemaal bijvoorbeeld een sterke overcapaciteit hebben en sowieso snel afslaan. Maar dat gedrag zit ook in het langjarige gemiddelde besloten.

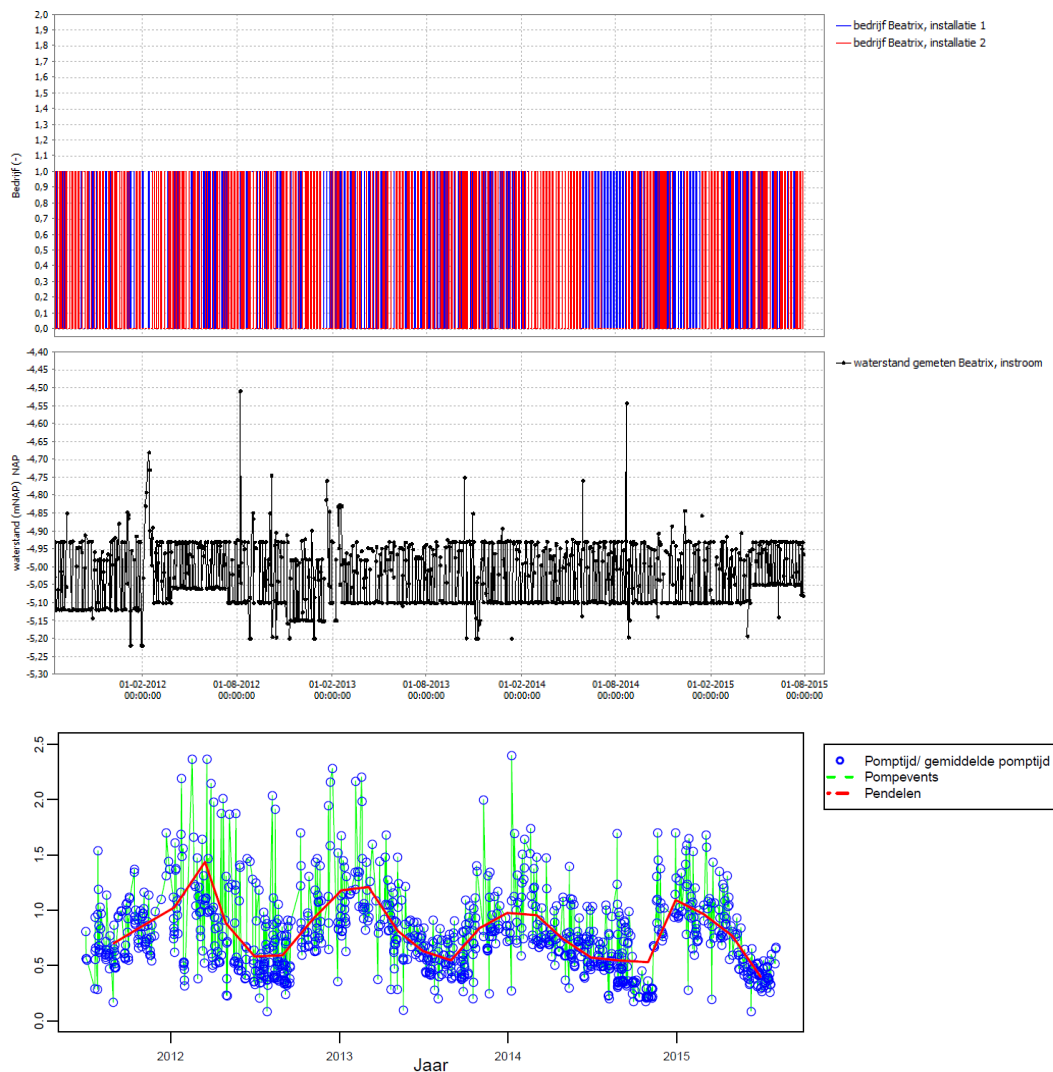
Casus Beatrixgemaal

De PI is getoetst aan de hand van de polder Schermer-Noord, die wordt bemalen door het Beatrixgemaal (zie afbeelding 1). De waarde van de PI ligt rond de 1. De waarde 1 betekent een inbedrijfstijd gelijk aan het langjarig gemiddelde. Indien de rode lijn kleiner is dan 1, betekent dit een pomptijd korter dan het langjarig gemiddelde. Het gemaal heeft dan sneller zijn

afslagpeil bereikt, wat een verminderde doorstroming impliceert. Een pendelwaarde groter dan 1 geeft aan dat de pomptijd langer was dan het langjarige gemiddelde. Het duurde langer voordat het afslagpeil werd bereikt, kortom een betere doorstroming.

Het pendelen van de Beatrix vertoont een duidelijk seizoenspatroon. Er zijn wijzigingen in aan- en afslagpeilen geweest. Dit verklaart het seizoenspatroon niet, want de waterstandsmetingen tonen geen wijzigingen in peilen tussen begin 2013 en midden 2015. Ieder jaar verslechtert de doorstroomcapaciteit in het voorjaar en verbetert deze in het najaar. Een mogelijke oorzaak van het pendelgedrag is begroeiing met riet en waterplanten. De verbetering komt daarmee mogelijk door het afsterven van de planten of het maaien van de watergangen. Informatie over het maaibeheer is echter niet beschikbaar, waardoor deze hypothese niet te toetsen is.

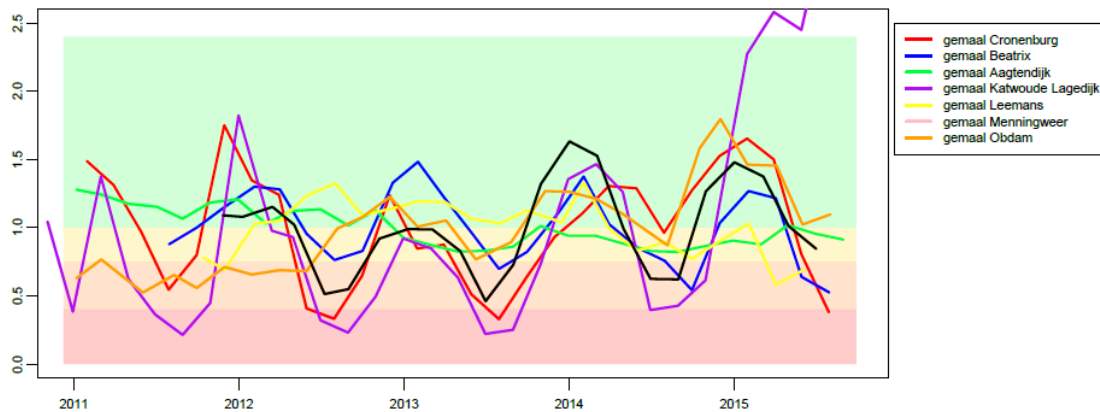
De berekening van de PI levert de rode lijn op in onderstaande afbeelding. In het blauw zijn de pompmomenten gevisualiseerd. Voor het Beatrixgemaal zijn dit 1.061 pompcycli verspreid over ruim 4 jaar.



Afbeelding 1. De bovenste twee grafieken tonen data voor het Beatrixgemaal van inbedrijf-standen en waterstanden. De onderste grafiek toont het pendelen van het gemaal over de jaren

Toetsing bij zes gemalen

Eenzelfde seizoensfluctuatie als bij het Beatrixgemaal is te zien bij bijna alle gemalen (zie afbeelding 2). Opnieuw veroorzaakt begroeiing waarschijnlijk de grootste variatie in het pendelgedrag door het jaar heen. Gemalen Leemans en Aagtendijk vertonen als twee van de weinige gemalen geen seizoenspatroon in het pendelen. De aanvoersloot van de Leemans is een brede watergang die weinig begroeiing kent en maar eens in de twintig jaar gebaggerd wordt. Het pendelen voor het gemaal Katwoude Lagedijk toont een enorme stijging in 2015 ten opzichte van het langjarig gemiddelde. In die tijd zijn waterlopen in de polder gebaggerd, wat een verklaring kan zijn voor de enorme stijging. Het water stroomt nu veel makkelijker richting gemaal, waardoor het langer achter elkaar aan kan staan. De PI stelt zichzelf bij als de nieuwe metingen in het langjarige gemiddelde worden meegenomen.



Afbeelding 2. Pendelen berekend voor zeven gemalen

Besparing mogelijk

Er kan een PI voor de doorstroomcapaciteit afgeleid worden uit data van het hoogheemraadschap. Hierbij is gekozen voor een PI op basis van de tijdsspanne tussen aan- en afslaan van een gemaal. Bij een kortere pomptijd is het afslagpeil eerder bereikt. Dit kan onder andere komen doordat de aanvoer verslechterd is door:

- verstopte duikers;
- begroeiing van de watergang;
- verondieping door slibaanwas.

Vijf van de zeven geanalyseerde gemalen vertoonden een duidelijk seizoenspatroon in de aan- en afslagfrequentie bij droog weer. Vermoedelijk vermindert de stroomcapaciteit door begroeiing van riet en waterplanten in het voorjaar en de zomer. Het afsterven of maaien in het najaar en de winter verbetert de doorstroming. Dit terugkerend patroon is duidelijk terug te zien in de vijf geanalyseerde jaren. Ook werd het effect van baggerwerkzaamheden voor één gebied gekenmerkt door een sterke stijging van de doorstroomcapaciteit. De PI geeft niet aan wat de oorzaak is.

Om de mogelijke oorzaken te bevestigen is informatie van het beheer nodig. Het hoogheemraadschap is bezig precieze data van onderhoud op te slaan in een onderhoudsbeheersysteem.

