



Data Intelligence Labs



Slim watermanagement door Machine Learning en Artificial Intelligence

Jan Busser (Tauw bv), Peter den Hartog (Hal 24K)

Introductie

Hoe halen we het meeste rendement uit een m³ water op maatschappelijke, ecologische of economische gronden? Dat is de hoofdvraag van deze challenge. Ofwel: waar en wanneer maakt een m³ water het verschil in opbrengst of schade? Watermanagement is een complex geheel waar rekening gehouden dient te worden met verschillende partijen, vele randvoorwaarden en ingewikkelde samenhang van veel parameters en invloeden. Bij calamiteiten kunnen (te) late beslissingen of onvoorzien omstandigheden grote schade veroorzaken wat miljoenen kan kosten. Kleinschalig is het geheel te overzien, maar bij grotere schaal wordt het al snel zeer complex met veel knoppen (gemalen, sluizen, stuwen etc.) en een diversiteit aan watervraag en -aanbod. Deze complexiteit creëert echter ook extra mogelijkheden voor sturing en berging. De vraag die wij willen beantwoorden is daarom 'hoe kunnen wij die ene m³ water het beste beheeren als we het hele ARK/NZK gebied als één beheergebied gaan benaderen?'

In deze challenge hebben wij een eerste aanzet gemaakt om aan te tonen dat moderne methoden in data intelligentie de manier is om het operationeel (flexibel) peilbeheer op grote schaal en met hoge nauwkeurigheidsgraad vorm te geven. Door het gebruik van historische data en met behulp van *machine learning (ML)* en *artificial intelligence (AI)* kunnen wij water niveaus voorspellen voor grote en kleine gebieden waarmee gestuurd kan worden op (ecologische)schade, maatschappelijke veiligheid, energieverbruik en een optimale verdeling van water tussen de verschillende (peil)gebieden. Bij het beheeren maken we dan gebruik van de bestaande "knoppen", zoals gemalen en dynamische stuwen. Een goede definitie van 'slim beheer' is essentieel en kan alleen met waterkennis.

ML en AI als basis voor optimalisatie en sturing

Op dit moment wordt er in het waterbeheer veel gebruik gemaakt van modellering om het gedrag van het watersysteem te voorspellen. Daarnaast wordt veel data verzameld over waterpeilen, debieten, neerslag en veel meer. Mede doordat er meer data beschikbaar is en door de komst van snelle computers, zijn toepassingen van ML en AI steeds succesvoller in allerlei werkvelden. De algoritmes trainen een model dat leert van de data die wordt ingevoerd. Wanneer er genoeg data is, kunnen er voorspellingen gedaan worden. Hoe meer variatie in de data (zoals meer combinaties van databronnen en meer historische data), des te slimmer en nauwkeuriger de voorspellingen kunnen worden. Het feit dat meer juist beter is, maakt het een zeer schaalbare toepassing waarbij de relatieve inspanning niet extreem toeneemt. In tegenstelling tot oude modellen waar je regels invoert om voorspellingen te doen, leren deze slimme algoritmes de regels zelf zodat trends, zoals bv klimaatverandering, vanzelf meegenomen worden. Waar huidige modelleringen gebaseerd zijn op processen zoals we ze (denken te) kennen, laat machine learning de werkelijke data spreken en voorspellen. Zo wordt de sturing van het gehele systeem steeds beter.

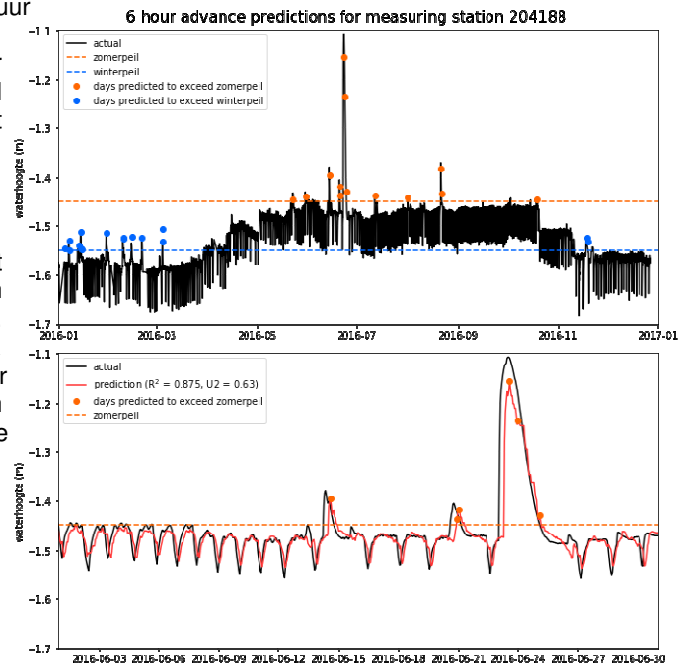
ML en AI vormen een sterk blok met de huidige modellen. Onze aanpak haalt het maximale uit de besturing van het systeem zoals deze bestaat, maar zegt niet hoe je het watersysteem moet ontwerpen. De machine leert daarom ook pas hoe deze om kan gaan met nieuwe watersystemen wanneer hier data over bestaat. Onze voorspellingen kunnen wel dienen voor input van conventionele modellen voor bv bestaande watersystemen. De nieuwe kennis uit deze methodes leidt tot snelle, proactieve en slimme besturing voor zowel lokale (peil)gebieden als op grote schaal, zoals heel het ARK/NZK beheersgebied. Zo kunnen we steeds beter overlastsituaties voorkomen of partijen in een gebied vooraf informeren over een extreme situatie, waardoor voortijdig grip vanuit de maatschappij wordt gekweekt.

Proof of Concept

Voor deze challenge hebben een groep waterexperts van Tauw (domeinkennis) en data scientists van HAL24K (ML & AI experts) samengewerkt. De data bronnen die beschikbaar zijn gesteld zijn heel geschikt gebleken voor ML en AI training. Voor de challenge hebben we gekozen voor een concrete afbakening, maar met een duidelijke visie voor de uiteindelijke uitwerking na de challenge. Voor het hele beheersgebied van Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden is gekeken naar wateroverlast en gedeeltelijke modellen gebouwd die waterstanden kunnen voorspellen. Hiervoor zijn de neerslaggegevens, pompgegevens, streefpeilen en oppervlaktewaterstanden van de afgelopen 5 jaar gebruikt.

De figuur laat een voorbeeld zien van een 6 uur voorspelling voor een enkel meetstation met een ML techniek. In het bovenste paneel is een jaar data te zien waar zowel winter- als zomerpeil overschrijdingen voorspeld worden. In het onderste paneel is een zoom te zien van 1 maand. Te zien is dat het reguliere pompbeheer goed voorspeld wordt, maar dat de kleine piekjes (beperkte overschrijdingen zomer- en winterpeil) iets te laat voorspeld worden. Omdat dit een eerste poging is, zijn wij enorm tevreden en gemotiveerd om hierop verder te bouwen. Naast deze 6 uren voorspelling hebben we ook eerste resultaten voor 24h voorspellingen. Voor de pitch hopen we de eerste resultaten van een algoritme te laten zien dat in één keer alle sensoren in een groot gebied kan voorspellen.

De resultaten tonen de enorme potentie van deze technieken en vormen een uitstekende basis voor een legio van toepassingen voor slim proactief watermanagement, beperken van overlast en schade of besparing van energie.



Ons voorstel

Om het waterbeheer in het aan- en afvoergebied van het Noordzeekanaal en Amsterdam-Rijnkanaal te verbeteren, zullen verdere stappen nodig zijn. Uit onze analyses is gebleken dat ML en AI een zeer kansrijk instrument is voor de vraagstelling en de inzet zeer schaalbaar is. We willen met betrokken beheerders een volledig model bouwen voor het totale ARK/NZK gebied en diverse thema's (overlast, droogte, kosten, kwaliteit, etc). Met deze alternatieve benadering kunnen nieuwe optimalisaties worden afgeleid op zowel de grote grensoverschrijdende- als op lokale schaal. Onze aanpak bestaat uit de volgende onderdelen:

1. **Selectie van relevante en geschikte data van alle beheergebieden:** We gaan op zoek naar data die ons model kunnen verrijken. Dit kunnen de beschikbaar gestelde data zijn maar ook andere vormen van data (bijvoorbeeld overlastmeldingen)
2. **Faalcriteria:** in een gezamenlijk proces met beheerders willen we de faalcriteria optimaliseren (wanneer faalt het systeem, bijvoorbeeld bij droogte in landbouwgebieden of overlast in stedelijke gebieden) en deze criteria samen waarderen ten opzichte van elkaar. Dit worden uitgangspunten voor het model bij het operationeel peilbeheer van het water.
3. **Scenario's naar keuze vergelijken:** Met het samengestelde model kunnen we vervolgens scenario's uitwerken. Om de resultaten van ML en AI aan u te tonen zullen we voor enkele historische (incident) situaties aangeven welk alternatief operationeel beheer hier volgens ML en AI het meest effectief was geweest en de verschillen tonen met het daadwerkelijk uitgevoerde beheer

Onze uitwerking zal niet alleen aantonen dat deze werkwijze geschikt is voor optimaal waterbeheer, maar ook aantonen dat ML en AI volop mogelijkheden bieden voor slimwatermanagement in Nederland en daarmee een alternatief biedt voor de gebruikelijke modelleringen.

Stip op de horizon

Met deze aanpak kan echter veel meer. Er is een algoritme ontwikkeld dat geschikt is voor operationeel beheer aan de hand van bijvoorbeeld 24-uurs weersvoorspellingen. De daadwerkelijke sturing zou eerst op een samenhangend deel van het totaal van beheergebieden kunnen worden gericht. In beginsel is een dergelijke sturing juist geschikt voor grotere beheergebieden. Daarnaast biedt ML en AI ook de unieke mogelijkheid om het systeem nog slimmer te maken op basis van alternatieve data die bijvoorbeeld vanuit gebruikers wordt aangeleverd (bijvoorbeeld meldingen overlast/schade of meningen).



Data Intelligence Labs



Data Challenge 2017 ‘Slim Watermanagement’:

Slim watermanagement door middel van Machine Learning en Artificial Intelligence.

Inzending Tauw en HAL24K

<p>Jan Busser Project owner Tauw</p> <p>Len Geisler Lead employee Tauw</p> <p>Water experts: Jacob Luijendijk Mark de Weerd Mark Zandvoort Sharon Clevers</p> <p>Tauw B.V. Deventer</p>	<p>Peter den Hartog Project owner HAL24K</p> <p>Jennifer van den Berg</p> <p>Data Science Team: Sam Blake Ondrej Urban Paul Verhaar Frank Kelly Esther Rimmelink</p> <p>HAL 24000 B.V. Amsterdam</p>
---	--