

Hydrologische effectbepaling Deltaprogramma Zoetwater

DORIEN HONINGH, MICHEL PEZIJ, WILBERT BERENDRECHT, WILCO TERINK,
GÉ VAN DEN EERTWEGH EN LUDO SCHUURMAN

Artikel

Hoe zorgen we ervoor dat er in Nederland in 2050 nog voldoende zoetwater beschikbaar is voor onder meer drinkwater, landbouw en natuur? En welke maatregelen helpen daarbij? Dit zijn vraagstukken waar het Deltaprogramma Zoetwater aan werkt in aanloop naar de herijking van de Deltabeslissing Zoetwater 2028-2033. Daarom heeft een consortium van HKV, KnowH2O en Berendrecht Consultancy in opdracht van Rijkswaterstaat en in interactie met de zoetwaterregio's een landelijke analyse uitgevoerd naar de hydrologische effecten van grond- en oppervlaktewatermaatregelen voor het verminderen van zoetwatertekorten. Het resultaat is onderdeel van de onderbouwing van maatregelen in aanloop naar de herijking. Dit artikel beschrijft de methodiek en resultaten van deze landelijke analyse. Met een stoplichtaanpak is het hydrologisch effect van meer dan 100 maatregelen in zowel het hoofd- als regionale watersysteem systematisch beoordeeld op uitgangspunten, werkwijze en orde van grootte van het berekende hydrologische effect. Aanvullende modelberekeningen voor het oppervlaktewater in het hoofdwatersysteem tonen dat het meest gunstige hydrologische effect behaald kan worden door het vergroten van de IJsselmeerbuffer in combinatie met flexibele sturing van de stuw bij Driel. De resultaten bieden waterbeheerders en bestuurders concrete aanknopingspunten inzake beleidskeuzes voor een meer robuust zoetwatersysteem.

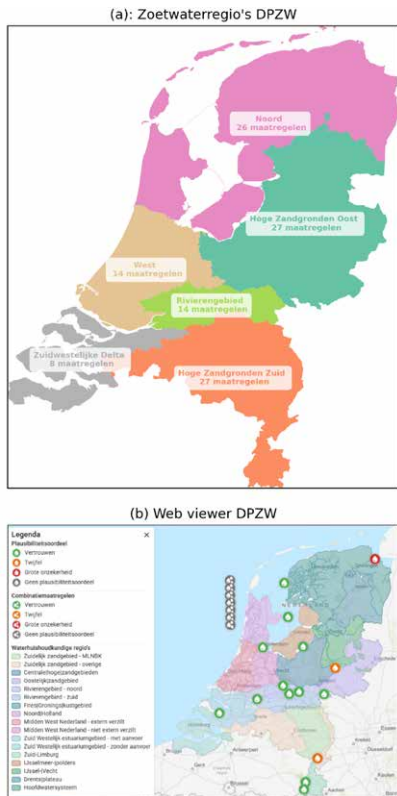
Inleiding: waarom deze landelijke analyse

Nederland staat voor een groeiende uitdaging op het gebied van zoetwaterbeschikbaarheid. Zowel grond- als oppervlaktewater zijn belangrijk om droge periodes door te komen. Door klimaatverandering en sociaaleconomische ontwikkelingen komt de zoetwatervoorziening onder druk te staan: het aanbod daalt, terwijl de vraag stijgt. Dit vraagt om een weerbaar zoetwatersysteem. In het kader van het Deltaprogramma Zoetwater (DPZW) werkt het Rijk samen met alle waterbeheerders aan oplossingen om zoetwatertekorten te beperken en voorkomen. Met de aanstaande herijking van de Deltabeslissing Zoetwater en het Deltaplan Zoetwater 2028-2033 is het essentieel om te weten welke maatregelen daadwerkelijk effectief zijn.

Rijkswaterstaat heeft daarom, in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, een landelijke analyse laten uitvoeren van alle uitvoeringsmaatregelen die zijn voorgesteld voor de 3e fase van het DPZW (2028-2033). De maatregelen zijn aangedragen door zowel de zoetwaterregio's als Rijkswaterstaat zelf. Het doel van de analyse was om de hydrologische effecten van deze maatregelen op een eenduidige en uniforme manier in kaart te brengen. De uitkomsten dienen als onderbouwing

voor de sociaaleconomische analyse van het DPZW, op basis waarvan de zoetwaterregio's vervolgens een voorkeurspakket aan maatregelen samenstellen.

In totaal gaat het om 116 regionale maatregelen afkomstig van de zes zoetwaterregio's (afbeelding 1a), 15 maatregelen voor het hoofdwatersysteem (afbeelding 1b) afkomstig van Rijkswaterstaat en combinaties van maatregelen voor het hoofdwatersysteem. De analyses zijn uitgevoerd door het consortium HKV, KnowH2O en Berendrecht Consultancy waarbij frequente afstemming met de zoetwaterregio's heeft plaatsgevonden.



Afbeelding 1 (a) Overzicht van de DPZW-zoetwaterregio's en (b) de webviewer voor ontsluiting van de resultaten naar waterbeheerders.

Aanpak: werkwijze en interactie met Rijkswaterstaat en zoetwaterregio's

De landelijke analyse richtte zich op twee onderdelen:

1. **Validatie van regionale maatregelen.** De zes zoetwaterregio's hebben zelf in 2024 de hydrologische effecten van maatregelen op oppervlaktewater en grondwater bepaald en ingediend bij het DPZW. In de landelijke analyse zijn deze effecten gevalideerd.
2. **Bepalen van effecten van maatregelen in het hoofdwatersysteem.** Het hydrologisch effect van de maatregelen in het hoofdwatersysteem zijn in de landelijke analyse bepaald met een landelijk waterverdelingsmodel en vervolgens gevalideerd volgens dezelfde methodiek die is gehanteerd voor de regionale maatregelen.

De validatie van de **regionale maatregelen** is beoordeeld met een stoplichtaanpak waarmee is bepaald of de aangeleverde hydrologische effecten plausibel en realistisch zijn. De beoordeling is gebaseerd op drie elementen: de gehanteerde uitgangspunten, de werkwijze van de effectbepaling, beoordeeld op zowel inhoudelijke correctheid als navolgbaarheid, en de ordegrootte van het berekende effect. Per element kreeg elke maatregel een kleurcode (groen, oranje of rood), wat leidde tot een advies aan Rijkswaterstaat over de validiteit van de aangeleverde effecten.

Een groen eindoordeel betekent dat er vertrouwen is in het berekende effect: de uitgangspunten zijn navolgbaar, de methodiek is transparant en verdedigbaar en de ordegrootte is realistisch. Een oranje oordeel geeft aan dat de uitgangspunten of werkwijze niet volledig navolgbaar zijn; het berekende effect is daarbij voorzien van aandachtspunten. Een rood oordeel betekent dat het ingeschatte effect zonder aanvullend onderzoek een grote mate van onzekerheid kent, bijvoorbeeld omdat cruciale uitgangspunten ontbreken, de werkwijze niet reproduceerbaar is, of de ordegrootte niet realistisch is. Kortom, rode en oranje maatregelen zijn niet hydrologisch ongeschikt, maar behoeven extra aandacht bij de verdere uitwerking.

Na een startoverleg in januari 2025 volgden zowel groepssessies als individuele gesprekken met regiotrekkers. In deze sessies werden de maatregelbeschrijvingen verduidelijkt en waar nodig aangescherpt. Deze werkwijze had een duidelijk effect op de kwaliteit en navolgbaarheid: veel maatregelen die initieel oranje of rood scoorden, werden na aanscherping alsnog als groen beoordeeld.



Afbeelding 2. De hydrologische effectiviteit van een hoofdwatersysteemmaatregel in een droog jaar voor zichtjaar 2050 in het STOOM-scenario. Ter illustratie wordt hier de maatregel Realisatie verminderen zoutindringing schutsluizen Kornwerderzand weergegeven.

Ook met de regionale onderdelen van Rijkswaterstaat is frequent overlegd. Daarbij werd gebruikgemaakt van een webviewer waarin de maatregelbeschrijvingen, hydrologische effecten en validatieresultaten waren samengebracht, zie afbeelding 1b en afbeelding 2. Via deze viewer konden zowel Rijkswaterstaat als de zoetwaterregio's de resultaten voor het hoofdwatersysteem op een laagdrempelige wijze inzien.

De hydrologische effecten van de **hoofdwatersysteemmaatregelen** zijn bepaald met QWAST (Quick Water Allocation Scan Tool), een waterverdelingsmodel voor de grote rivieren, kanalen en meren van Nederland (Deltares, 2020). QWAST is een vereenvoudigde en snelle variant van het Landelijk Hydrologisch Model (LHM) en berekent de waterverdeling op basis van de nationale verdringingsreeks, waarbij gebruiksfuncties een vastgestelde prioriteit krijgen. Het model is daarmee geschikt als verkennend instrument voor beleidsanalyses en bovenregionale afwegingen.

Als modelinvoer zijn de 100-jarige reeksen uit de Basisprognoses 2018 gebruikt. Per maatregel zijn berekeningen uitgevoerd voor drie Deltascenario's: REF2017, STOOM2050 en STOOM2085. Uit deze berekeningen is voor een gemiddeld jaar (T2) en een droog jaar (T20) de vermindering van het zoetwatertekort in het zomerhalfjaar afgeleid. Deze karakteristieke jaren zijn bepaald volgens de methode van Benard en Bos-Levenbach (1953). Door de uitkomsten te vergelijken met een nulvariant, zonder maatregelen, is het hydrologisch effect per maatregel bepaald, zowel op landelijke schaal als per zoetwaterregio, zie afbeelding 2.

Resultaten regionale maatregelen

Van de 116 gevalideerde regionale maatregelen kreeg uiteindelijk 78% het predicaat groen (90 maatregelen), 20% oranje (23 maatregelen) en slechts 2% (3 maatregelen) rood. Dit is een positief resultaat, vooral omdat in de eerste beoordelingsronde een aanzienlijk deel van de maatregelen nog oranje of rood scoorde. De verbetering onderstreept de meerwaarde van het interactieve proces met de zoetwaterregio's, waarin de onderbouwing van de hydrologische effecten gezamenlijk is aangescherpt.

De maatregelen met een groen oordeel leveren overwegend gunstige hydrologische effecten op voor het verminderen van zoetwatertekorten in het regionale watersysteem. De variatie in type maatregelen is breed: van optimaliseren van peil- en stuwbeheer en het dempen van sloten tot het aanleggen van waterbuffers en het hergebruiken van gezuiverd afvalwater.

Voor de oranje maatregelen zijn aandachtspunten geformuleerd, doorgaans rond onzekerheden in de uitgangspunten of aannames van de effectbepaling. Voorbeelden hiervan zijn het gebruik van kentallen die niet voldoende locatiespecifiek zijn of het onvoldoende onderbouwen van aannames. Deze aandachtspunten doen niets af aan de mogelijke bijdrage van deze maatregelen aan het verminderen van zoetwatertekorten. Bij verdere uitwerking verdient de onderbouwing echter extra aandacht. De drie rode maatregelen kennen een grote mate van onzekerheid van het hydrologisch effect door een onvoldoende onderbouwing of grote mate van onzekerheid in ontwerp. Bij verdere uitwerking verdient de onderbouwing extra aandacht.

Resultaten maatregelen hoofdwatersysteem

In totaal zijn 15 maatregelen in het hoofdwatersysteem aangedragen, waarvan 12 maatregelen zijn aangedragen door Rijkswaterstaat en 3 vanuit de regio Rivierengebied. Er zijn nauwelijks maatregelen doorgerekend voor West-Nederland, omdat hier met name verziltingsvraagstukken spelen en het modelinstrument QWAST in beperkte mate inzetbaar is voor waterkwaliteitsmodellering, waaronder verzilting.

De doorgerekende maatregelen voor het hoofdwatersysteem richten zich primair op optimalisatie van het huidige beheer en de waterverdeling. Het gaat om verschillende typen maatregelen, zoals verziltingsbeperkende maatregelen bij diverse schutsluizen, optimaliseren van de waterverdeling en sturingsmogelijkheden door onder andere nieuwe aanvoerroutes en inlaten, water beter vasthouden door het verminderen van lekverliezen of het vergroten en aanleggen van zoetwaterbuffers. Wat betreft de zoetwaterbuffer wordt zowel op kleinere schaal gekeken naar de aanleg van buffers langs de Maas als op grotere schaal naar het vergroten van de waterbeschikbaarheid van de IJsselmeerbuffer. De maatregelen waren vrij uiteenlopend qua omvang en effectiviteit.

We lichten hierna indicatief enkele maatregelen toe van verschillende categorieën en omvang. We maken daarbij onderscheid op drie schaalniveaus: landelijk, hoofdwatersysteem en regionaal. Voor een volledige beschouwing van de maatregelen verwijzen we naar de DPZW Hydrologische Effectbepalingsrapportage.

Aanpassing schuif Schellingwoude

Door de schuif bij Schellingwoude aan te passen kan in droge jaren gerichter water worden aangevoerd voor de doorspoeling van het Noordzeekanaal. Dit vermindert de hoeveelheid water die daarvoor vanuit het Markermeer nodig is.

Vermindering zoutindringing Kornwerderzand

Minder zoutindringing via de schutsluizen bij Kornwerderzand op de Afsluitdijk vermindert zoetwatertekorten in zowel het hoofdwatersysteem (IJssel- en Markermeer) als het regionale watersysteem, het IJsselmeergebied. Deze maatregel is met name effectief in droge jaren, wanneer zoetwatertekorten in en rond het IJssel- en Markermeer daadwerkelijk optreden.

Aanleg zoutriool Krammerput

Een zoutriool bij de Krammerput vermindert in droge jaren de zoetwatertekorten op het hoofdwatersysteem, doordat er meer water beschikbaar komt voor de doorspoeling van de Nieuwe Waterweg. Op regionale tekorten, zoals in het Zuidwestelijk estuariumgebied, heeft de maatregel volgens de berekeningen geen effect. Dit komt omdat in QWAST regionale onttrekkingen plaatsvinden uit het Mark-Dintel-Vlietsysteem en niet uit het Volkerak-Zoommeer. In de praktijk kan het vrijkomende zoete water echter ook aan regionale gebruikers worden geleverd. Daarnaast merken we op dat QWAST een doorspoeltekort op de Nieuwe Waterweg berekent bij afvoeren onder 1500 m³/s, terwijl in de praktijk pas bij lagere afvoeren echte tekorten ontstaan.

Waterbuffer ENCI-groeve

Een waterbuffer in de ENCI-groeve kan zoetwatertekorten rondom de Maas verminderen, zowel in gemiddelde jaren in de toekomst als in droge jaren bij huidig en toekomstig klimaat. In het huidige klimaat zijn er in gemiddelde jaren nauwelijks tekorten in dit gebied. Kanttekening is dat het hydrologische effect van de buffer in alle gevallen kleiner is dan de optredende tekorten. Lokaal kan de maatregel wel leiden tot een relatief grote toename van het debiet op de Gemeenschappelijke Maas.

Vergroting IJsselmeerbuffer

Het toestaan van een grotere peiluitzakking van het IJsselmeer is de meest effectieve maatregel om zoetwatertekorten in de omliggende regio's te verminderen. Door het peil verder te laten dalen in droge perioden komt meer buffercapaciteit beschikbaar. Dit zorgt ervoor dat langer aan de watervraag kan worden voldaan voordat tekorten ontstaan. Het effect is het grootst in droge jaren en in toekomstscenario's met klimaatverandering.

Ten slotte is ook naar een aantal combinaties van maatregelen gekeken. Uit deze berekeningen blijkt dat de combinatie van IJsselmeeruitzakking, flexibele sturing van de stuw bij Driel en een afvoerverdeling waarbij meer water naar het IJsselmeer gestuurd wordt (afvoerverdeling uit 1980) het meest gunstige hydrologische effect oplevert voor het IJsselmeergebied. Met een flexibele sturing van de stuw bij Driel wordt bedoeld dat de vaste verdeelsleutel wordt losgelaten en de verdeling aangepast wordt op basis van actuele omstandigheden, wat kan leiden tot betere benutting van het beschikbare water. Een eventuele aanpassing aan de afvoerverdeling waarbij meer water naar het IJsselmeer gestuurd wordt (afvoerverdeling uit 1980) betreft niet een kortetermijnmaatregel.

Bevindingen en aanbevelingen

Met de resultaten van deze landelijke analyse is een belangrijke stap gezet voor beleidsmakers, zodat ze gefundeerde keuzes kunnen maken om te komen tot een weerbaar zoetwatersysteem in 2050. De stoplichtaanpak biedt een transparant, uniform en navolgbaar beoordelingskader en het iteratieve proces met de zoetwaterregio's heeft de kwaliteit en navolgbaarheid van de onderbouwing aanzienlijk verbeterd.

Voor waterbeheerders en beleidsmakers levert dit project drie belangrijke inzichten op. Allereerst, de grote meerderheid van de voorgestelde regionale maatregelen blijkt hydrologisch effectief om zoetwatertekorten te verminderen, wat vertrouwen biedt voor verdere uitwerking en implementatie. Ten tweede heeft de interactie met en tussen de zoetwaterregio's geleid tot meer afstemming en uniformere uitgangspunten. Ten derde is gebleken dat het vergroten van de beschikbare zoetwatervoorraad van het IJsselmeer, door verdere uitzakking van het peil, een belangrijke rol speelt in de nationale zoetwaterstrategie.

Een terugkerend aandachtspunt tijdens de validatie was de beperkte integratie van grondwater, verzilting en waterkwaliteit. Daarbij is een onderscheid op zijn plaats. Voor grondwater waren indicatoren zoals GLG en LG3 wel gevraagd, maar werden deze in de praktijk vaak niet ingevuld; regio's rapporteerden doorgaans direct die zoetwatertekortvermindering omdat slechts één parameter ingevuld hoefde te wor-

den. Verder maakten verzilting en waterkwaliteit geen deel uit van de gehanteerde indicatoren en werden daardoor niet beoordeeld, terwijl deze aspecten wel degelijk relevant zijn voor zoetwaterbeschikbaarheid. Dit geldt in het bijzonder voor laag-Nederland, waar maatregelen zich richten op bijvoorbeeld het beperken van zoutproblematiek of het voorkomen van blauwalg. Deze effecten laten zich niet direct vertalen naar een vermindering van het zoetwatertekort.

Voor toekomstige analyses zien wij drie belangrijke aanbevelingen. Ten eerste vraagt het toegepaste landelijke modelinstrumentarium om doorontwikkeling. De huidige modellen in het instrumentarium schieten conceptueel en functioneel tekort om het effect van bepaalde maatregelen, met name ten aanzien van zout, verzilting, waterkwaliteit en de interactie tussen grondwater en oppervlaktewater, goed in beeld te brengen. Daarbij moet state-of-the-art kennis over verzilting en waterkwaliteit beter worden geïntegreerd in de modelinstrumenten. Immers, in laag-Nederland is over het algemeen de waterkwaliteit een beperkende factor, naast de waterkwantiteit voor peilhandhaving en doorspoeling. Investeren in beter op elkaar aansluitende rekeninstrumenten en degelijke validatie daarvan is daarom essentieel. Ten tweede is het wenselijk dat verzilting en waterkwaliteit in de volgende DPZW-fase als beoordelingscriteria worden opgenomen, en dat de DPZW-factsheets hierin faciliteren. Ten derde verdient grondwater meer aandacht. Vooral de effecten van maatregelen op grondwaterstanden in het zomerhalfjaar moeten beter worden gekwantificeerd. Grondwater is in Nederland een belangrijke eigen zoetwaterbron. Meer grondwater in de regio's kan gerealiseerd worden door én water als grondwater vast te houden in tijden van neerslagoverschot én door minder grondwater te gebruiken in het zomerhalfjaar. De kwantificering van effecten van regionale maatregelen op een hogere grondwaterstand in het zomerhalfjaar (bijvoorbeeld uitgedrukt als verandering van de GLG of LG3) ontbrak grotendeels in de informatie die we beoordeelden, omdat deze grondwater-karakteristieken niet verplicht aangeleverd hoefden te worden. In een volgende DPZW-ronde bevelen we aan om deze informatie verplicht toe te voegen. In alle andere gevallen kan niet beoordeeld worden of het grondwater binnen de regio's gediend is door voorgestelde maatregelen vanuit dezelfde regio's. Daarbij hoort ook kwantitatief inzicht over grondwateronttrekkingen (m^3 per zomerhalfjaar) door waterbedrijven, industrie en landbouw. Maatregelen die invloed hebben op deze onttrekkingen worden bij voorkeur in een volgende DPZW-ronde meegenomen door de regio's, inclusief beoordeling van de effecten ervan op onttrekkingshoeveelheden (hoeveelheden en trends). Een beoordeling van het maatregelenpakket in het DPZW voor zowel grondwater als oppervlaktewater, gespiegeld aan de zoetwatervraag en watervraagprognose voor 2050 ondersteunt de beoordeling of we goed op weg gaan naar een robuuste waterhuishouding in de nabije toekomst.

Zoetwaterbeschikbaarheid is een urgente opgave voor Nederland, onder meer door klimaatverandering en toenemend watergebruik. Effectieve maatregelen vergen jaren van voorbereiding en uitvoering. Tijdig programmeren en de juiste keuzes maken is daarom cruciaal. Een goede hydrologische onderbouwing is daarbij essentieel. Waterbeherend Nederland ziet reeds effecten van klimaatverandering en bovenstrooms watergebruik op rivierafvoeren, terwijl de grondwatervoorraden sterk afnemen in droge zomers. Er zal dus meer aandacht gegeven worden aan onze eigen grond- en oppervlaktewatervoorraden. Dit heeft gevolgen voor de maatregelen die uiteindelijk geïmplementeerd zullen worden. De hier gepresenteerde aanpak biedt een solide

basis voor gefundeerde besluitvorming over de inzet van financiële middelen. De uitdaging blijft om hydrologische effecten daadwerkelijk te realiseren, met oog voor kosten, uitvoerbaarheid en de bredere maatschappelijke afwegingen rondom landgebruik en gebruiksfuncties.

De auteurs blijven graag betrokken bij de professionele discussie over hoe de hier gepresenteerde methodieken en inzichten verder kunnen bijdragen aan de robuustheid van het Nederlandse watersysteem.

Dit artikel is gebaseerd op het eindrapport 'Hydrologische effectbepaling DPZW – Deltaprogramma Zoetwater fase 3' (oktober 2025), opgesteld door HKV, KnowH2O en Berendrecht Consultancy in opdracht van Rijkswaterstaat WVL. Het volledige rapport en de onderliggende analyses zijn beschikbaar via Rijkswaterstaat. Daarnaast is een viewer voor de geanalyseerde maatregelen in het hoofdwatersysteem beschikbaar via: <https://dpzw-hydrologische-effectbepaling.hkvservices.nl/>

Literatuur

Benard, A. en Bos-Levenbach, E.C. (1953) Het uitzetten van waarnemingen op waarschijnlijkheidspapier. *Statistica Neerlandica*. Volume 7, p167-173.

Deltares (2020) Quick Water Allocation Scan Tool: gebruikersdocumentatie.

Summary Hydrological Impact Assessment for the Dutch Freshwater Delta Programme (DPZW)

The Netherlands face growing challenges in freshwater availability due to climate change and increasing demand. In preparation for the 2028–2033 revision of the Delta Decision, a consortium of HKV, KnowH2O and Berendrecht Consultancy conducted a national analysis of the hydrological effects of more than a hundred proposed measures for water availability in the Netherlands.

Approach

Regional measures were validated using a traffic-light methodology, assessing each measure on its assumptions, methodology and the order of magnitude of the calculated hydrological effect (green/orange/red). Measures for the main water system were assessed for both average and dry years using QWAST, a national water allocation model.

Results for the regional measures

Of the regional measures, 78% received a green rating, 20% orange and only 2% red. The feedback process with the regions significantly improved the quality and traceability of the assessments.

Results for the main water system

Fifteen measures were assessed for the main water system, focusing on improving and optimizing the water distribution and storage. Key findings include that increasing the usable capacity of the IJsselmeer buffer is the most effective measure studied for reducing freshwater deficits.

Conclusions and recommendations

The study provides a solid evidence base for policy decisions on freshwater investment. Three main themes require further attention in future analyses: 1) improving national modelling tools (particularly for salinity and water quality), 2) incorporating salinity and water quality as formal assessment criteria, and 3) better quantifying the contribution of groundwater measures.

Auteurs

DORIEN HONINGH
HKV
honingh@hkv.nl

MICHIEL PEZIJ
HKV
m.pezij@hkv.nl

WILBERT BERENDRECHT
Berendrecht Consultancy
wilbert@berendrechtconsultancy.nl

WILCO TERINK
KnowH2O
terink@knowh2o.nl

GÉ VAN DEN EERTWEGH
KnowH2O
eertwegh@knowh2o.nl

LUDO SCHUURMAN
Rijkswaterstaat WVL
ludo.schuurman@rws.nl