

Regionale effecten van regelbare drainage op stroomgebiedsschaal

Marijn Kuijper, Perry de Louw (Deltares) Bas Worm (waterschap Vechtstromen), Frans Roelofsen (Deltares), Jan van Bakel (De Bakelse Stroom)

Wanneer kan regelbare drainage (RD) een bijdrage leveren aan de zoetwatervoorziening en wanneer niet? Dit artikel is het derde en laatste in de serie over de toepasbaarheid van regelbare drainage. In de beide voorgaande artikelen [1, 2] ging het vooral om de effecten ter plekke, dus op perceelsniveau. In dit derde artikel gaan we specifiek in op regionale effecten. De achterliggende vraag daarbij is: wat is de invloed van grootschalige toepassing van regelbare drainage op het watersysteem als geheel? Dit is onderzocht voor een studiegebied in hoog Nederland.

Onder de noemer 'Zoetwatervoorziening Oost-Nederland' (ZON) ontwikkelen provincies en waterschappen in Oost-Nederland maatregelenpakketten om in te spelen op huidige én toekomstige droogte. Het KNMI voorspelt voor Nederland hevigere neerslag in de winter en langere droge perioden in voorjaar en zomer [3, 4], waardoor de vraag naar alternatieve oplossingen voor de zoetwatervoorziening voor landbouw en natuur zal toenemen. De Europese 'Blueprint to Safeguard Europe's Water Resources' [5] noemt het gebruik van zogenaamde 'natural water retention measures' als een van de mogelijkheden om de beschikbaarheid van zoetwater te vergroten. Een van deze maatregelen kan het verhogen van oppervlaktewaterstanden zijn in combinatie met regelbare drainage. Uit voorgaand onderzoek [6] zijn de effecten op stroomgebiedsschaal van regelbare drainage als specifiek kennishiaat naar voren gekomen. Een hiaat dat ingevuld moet worden om grootschalige toepassing al dan niet te legitimeren en te stimuleren. In opdracht van de partijen verenigd in ZON, is door Deltares daarom een modelstudie naar de regionale effecten uitgevoerd. Doel van de deze studie was om inzicht te krijgen in de mogelijkheden om op regionale schaal water te conserveren, en specifiek welke rol regelbare drainage hierin kan spelen.

Regelbare drainage kan kansen bieden wanneer deze maatregel wordt gecombineerd met waterconservering door peilverhoging in het oppervlaktewater [6]. Voor grote delen van regio Oost is dit echter niet mogelijk, omdat dit gebied vrij afwatert, een groot deel van de sloten regelmatig droogvalt en wateraanvoer vaak niet haalbaar is. Bovendien is het gebied hellend waardoor het effect van een stuwpeilverhoging stroomopwaarts snel is uitgewerkt. Om toch een stijging van grondwaterstanden te bereiken, is verhoging van sloot- en beekbodems, al dan niet in combinatie met regelbare drainage, te prefereren boven stuwen.

Aanpak

Om inzicht te krijgen in de effectiviteit van maatregelen op regionale schaal, zijn vier maatregelscenario's doorgerekend met een regionaal grondwatermodel. Hierin is regelbare drainage toegepast, allereerst ter vervanging van bestaande buisdrainage en vervolgens grootschalig gesimuleerd op alle landbouwpercelen. Beide varianten zijn weer bekeken met en

zonder verhoging van alle sloot- en beekbodems. In totaal zijn er zo vier scenario's doorgerekend:

- Scenario 1: bestaande buisdrainage wordt vervangen door regelbare drainage.
- Scenario 2: bestaande buisdrainage wordt vervangen door regelbare drainage, in combinatie met sloot- en beekbodemverhoging.
- Scenario 3: op alle landbouwpercelen wordt regelbare drainage toegepast.
- Scenario 4: op alle landbouwpercelen wordt regelbare drainage toegepast, in combinatie met sloot- en beekbodemverhoging.

Details over de modellering: zie kader.

Geen van de vier scenario's verwachten we in de toekomst in precies de doorgerekende vorm, omdat het doorvoeren van de maatregelen op deze schaal een zeer grote investering van waterbeheerders en sectoren vergt. Eerder kan worden verwacht dat de maatregelen in delen van gebieden zullen worden toegepast, waardoor in de tijd een geleidelijke invoering van de maatregelen plaatsvindt. De scenario's kunnen daarom worden gezien als de maximale effecten, die kunnen optreden wanneer deze maatregelen in de regio extra worden gestimuleerd, met veelvuldige toepassing tot gevolg. Met deze berekeningen wordt duidelijk of, en hoe dit tot positieve effecten kan leiden.

Grondwatermodellering

Het recent opgeleverde grondwatermodel van de stroomgebieden van Regge en Dinkel [7] is gebruikt voor het berekenen van de regionale effecten van regelbare drainage met en zonder slootbodemverhoging. In het model wordt voor regelbare drainage het buisdrainageniveau per halfjaar aangepast, namelijk naar 40 cm -mv in de zomer en 70 cm -mv in het winterhalfjaar.

Naast verondieping betekent regelbare drainage ook een verlaging van de drainageweerstand. De reden voor deze kleinere drainageweerstand is gelegen in het feit dat in de praktijk bij regelbare drainage een kleinere afstand tussen de drainagebuizen gehanteerd wordt dan bij conventionele drainage. De nieuwe drainageweerstand is uitgerekend met het drainagecriterium, waarbij uitgegaan is van de vuistregel dat bij een afvoer van 7 mm/d een ontwateringsdiepte gewenst is van 30 cm voor grasland en 50 cm voor bouwland. In de scenario's met bodemverhoging is in de leggerwaterlopen een permanente slootbodemverhoging van 50 cm toegepast en in de overige waterlopen een verhoging van 30 cm. Wanneer het oppervlaktewaterpeil hoger ligt dan de daarin uitstromende buisdrainage is ook in de betreffende drainagebuizen de drainagebasis verhoogd.

In het grondwatermodel zijn het huidige drainage-areaal en de toekenning daarvan aan percelen gebaseerd op metingen, gecombineerd met grondwaterdiepte en landgebruik.

Met het grondwatermodel is een periode van 13 jaar doorgerekend (1989-2001) met stressperiodes op dagbasis. De scenario's zijn doorgevoerd en doorgerekend in het hele beheergebied van het voormalige waterschap Regge en Dinkel. Vervolgens is ingezoomd op twee voorbeeldgebieden die verschillen in geohydrologische opbouw, om de effecten op grondwaterstanden en afvoer, via waterlopen, drainagebuizen en maaiveld, in detail te bekijken.

In geohydrologisch verschillende gebiedstypen zal het effect van maatregelen verschillend uitpakken. We maken daarom onderscheid in twee typen vrij afwaterende gebieden:

- sterk hellende zandgebieden met een dun watervoerend pakket (voorbeeld: deel van het Dinkel-stroomgebied, Oost-Twente);
- zandgebieden met een dik watervoerend pakket (voorbeeld: deel van het Reggestroomgebied, West-Twente).

Voor beide gebieden zijn de effecten in beeld gebracht op grondwaterstanden, kwel, infiltratie en afvoerfluxen via verschillende afvoerroutes.

Resultaten

De meeste percelen hebben nu nog geen buisdrainage

Modelresultaten van scenario 1 laten zien dat het vervangen van conventionele drainage door regelbare drainage op regionaal schaalniveau weinig effect heeft op het grondwatersysteem en de afvoerfluxen. De oorzaak is dat het om slechts een klein deel van het gebied gaat. In de huidige situatie is namelijk slechts 4% van het landbouwareaal (4.030 van 95.000 hectare) door buisdrainage gedraineerd. De meeste drainage komt voor in recente landinrichtingsgebieden zoals Enschede-Zuid en Haaksbergen, en in de gebieden met een dun zandpakket op een slecht doorlatende ondergrond (keileem), zoals het Dinkelstroomgebied. In de overige percelen is drainage in de huidige situatie kennelijk niet nodig of niet rendabel verondersteld, omdat de grondwaterstanden zich ver genoeg onder maaiveld bevinden.

Slootboderverhoging kan zorgen voor flinke waterconservering

Door de combinatie van slootboderverhoging en regelbare drainage (scenario 2) kan een behoorlijk vernattend effect op zowel de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) als de gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) worden gerealiseerd.

Een gemiddelde stijging van de GHG met 0,17 m levert voor het gebied van 1350 km² een waterconservering van 68,3 miljoen m³ (uitgaande van een porositeit van 30%). Een gemiddelde stijging van de GLG met 0,13 m levert voor datzelfde gebied een waterconservering van 52,5 miljoen m³. Uit vergelijking met scenario 1 blijkt dat dit primair wordt veroorzaakt door de slootboderverhoging. In de meest gevoelige, momenteel al gedraineerde percelen, wordt het vernattende effect zo veel mogelijk beperkt door het aftoppen van de hoogste grondwaterstanden. In de momenteel niet-gedraineerde percelen stijgt de GHG met 0,20 m en de GLG met 0,14 m. Daarom kan verwacht worden dat in de praktijk ook in een deel van deze percelen de behoefte aan buisdrainage zal toenemen als gevolg van de bodemverhoging (zie ook scenario 4).

Slootboderverhoging noodzakelijk onderdeel van de oplossing

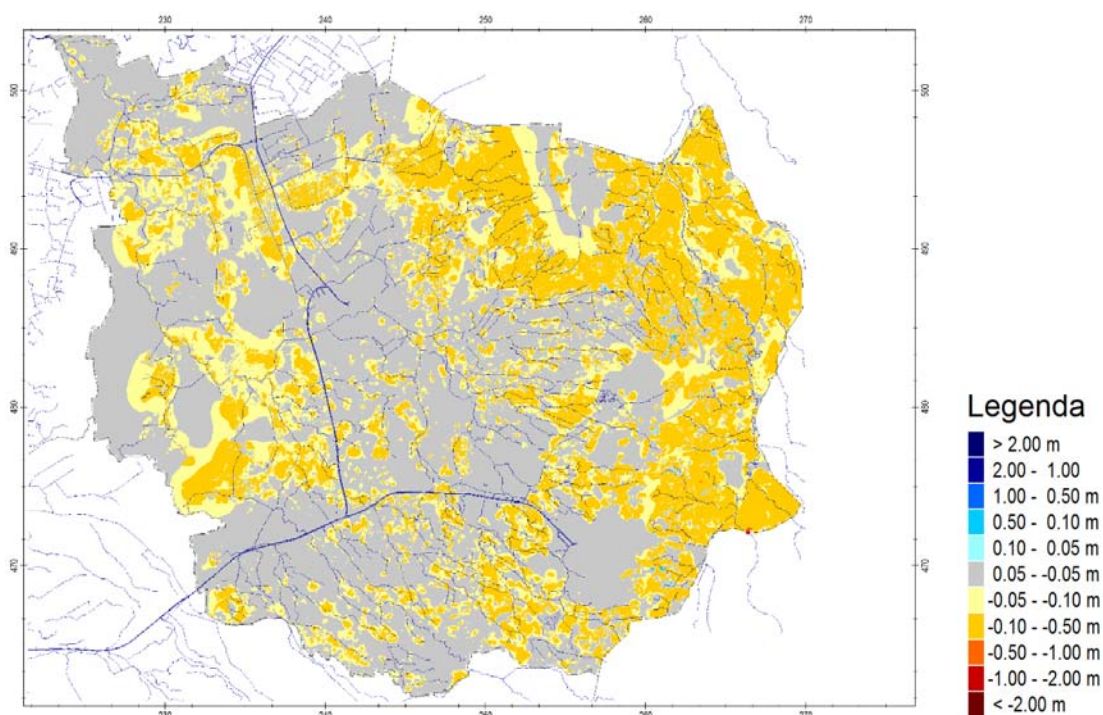
De modelresultaten laten duidelijk zien dat bij het enkel aanleggen van regelbare drainage op alle gedraineerde en niet-gedraineerde landbouwpercelen – dus zonder bodemverhogingen (scenario 3) – een sterke verlaging van grondwaterstanden optreedt (afbeelding 1 en 2). De verlaging van de GHG is in de orde van 0,1 – 0,5 m voor de intensief ontwaterde, intermediaire en kwelgebieden en is het sterkst voor Oost-Twente (afbeelding 1). In Oost-Twente worden momenteel namelijk hogere grondwaterstanden aangetroffen dan in West-Twente en het

effect van drainage is logischerwijs groter in gebieden met hogere grondwaterstanden. Dat in Oost-Twente hogere grondwaterstanden worden aangetroffen heeft te maken met de geohydrologische opbouw, die gekenmerkt wordt door een dun en matig doorlatend freatisch pakket. Alleen regelbare drainage biedt dus geen soelaas. Slootbodempverhoging is een noodzakelijk onderdeel van de oplossing, het is te beschouwen als een 'package deal'.

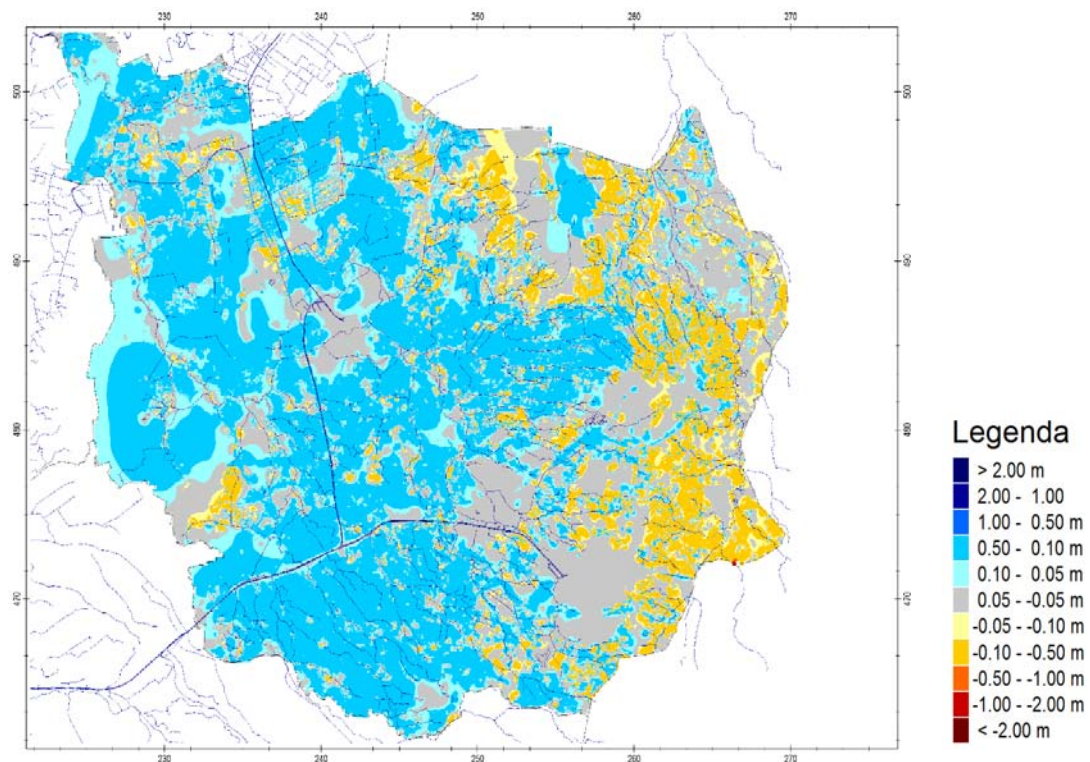
Wordt het natter of juist droger?

Regelbare drainage op alle landbouwpercelen in combinatie slootbodempverhoging (scenario 4) laat voor het grootste deel van Twente een flinke verhoging van de GHG (orde 0,1 – 0,5 m, afbeelding 2) en GLG zien. Deze verhoging wordt alleen door de slootbodempverhoging veroorzaakt omdat alleen regelbare drainage op regionale schaal verdrogend werkt, zoals scenario 3 laat zien. De buisdrainage is vooral actief tijdens natte perioden en zorgt voor aftopping van de hoogste grondwaterstanden. De GHG stijgt dus, maar niet onbepaald. Door de slootbodempverhoging wordt 's winters zo veel grondwater geconserveerd dat effecten significant doorwerken tot in de zomer (zie de verhoogde GLG's in afbeelding 3).

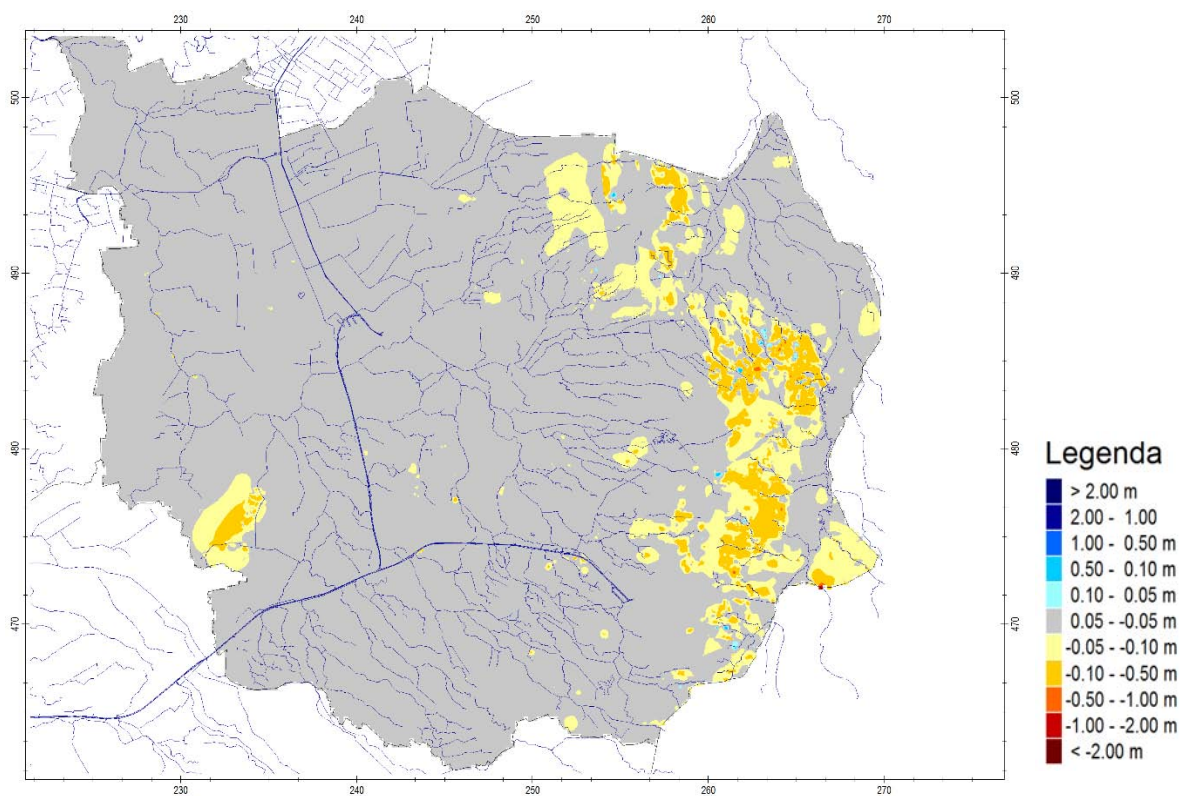
In het grootste deel van Oost-Twente is echter zelfs met deze flinke slootbodempverhoging een verlaging van de GHG te zien. Voor dit gebied heeft perceelsdrainage, zoals scenario 3 al liet zien, een dusdanig verlagend effect op de grondwaterstand in de winter, dat het zelfs het effect van de forse slootbodempverhoging overtreft (afbeelding 4), met extra verdroging tot gevolg. In Noordoost Twente en de beekdalen begint de slootbodempverhoging effectief bij te dragen in de loop van voorjaar en zomer als de grondwaterstand beneden het buisdrainageniveau zakt. Hier is dan nog net wel een verhogend effect op de GLG te zien, terwijl de GHG daalt als gevolg van de aanleg van regelbare drainage (vergelijk 2 met 4).



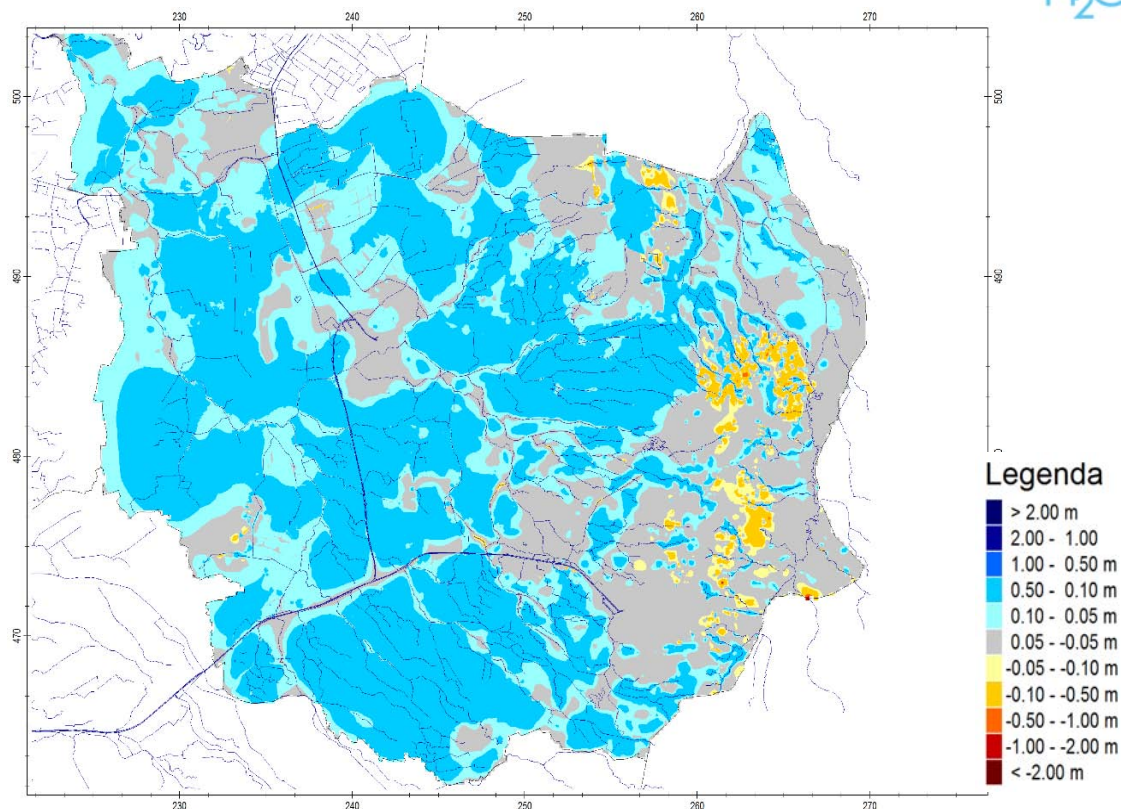
Afbeelding 1. Effect op de GHG in scenario 3, alle percelen regelbare drainage (+ stijging, -daling)



Afbeelding 2. Effect op de GHG in scenario 4, alle percelen regelbare drainage met slootbodempverhoging (+ stijging, - daling)



Afbeelding 3. Effect op de GLG als gevolg van scenario 3, alle percelen regelbare drainage (+ stijging, - daling)



Afbeelding 4. Effect op de GLG als gevolg van scenario 4, alle percelen regelbare drainage met slootbodempluiging (+ stijging, - daling)

Afname van de totale afvoer: in West-Twente meer waterconservering, in Oost-Twente minder maaiveldafvoer

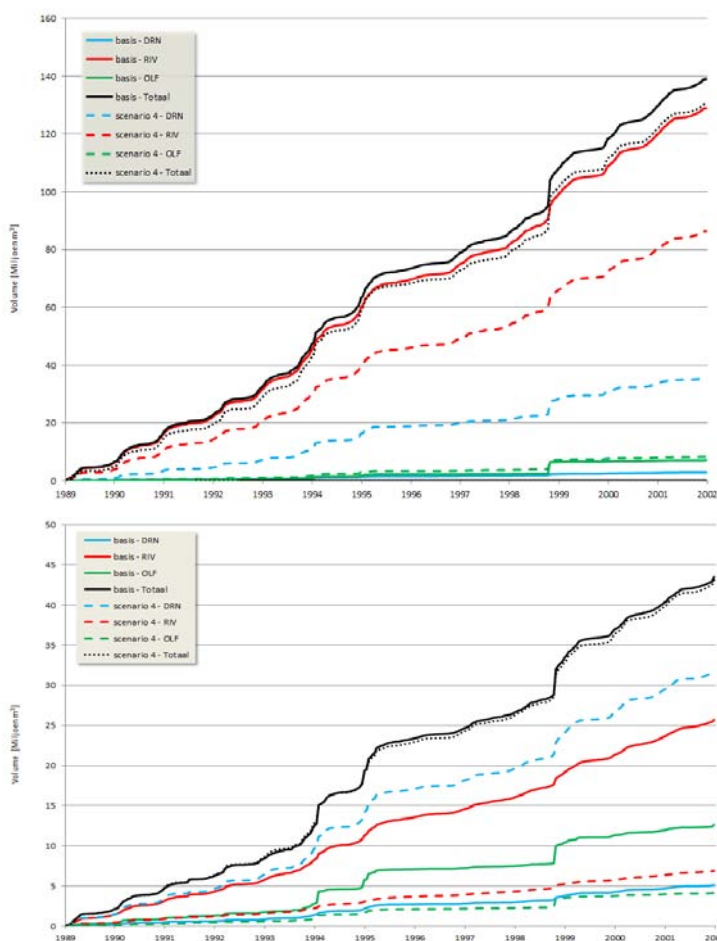
Het grondwatermodel onderscheidt drie verschillende afvoercomponenten: (1) via sloten en beken, (2) via drainagebuizen en (3) over het maaiveld (ofwel 'overland flow'). De verschillende scenario's laten grote verschuivingen zien in de bijdrage van deze afvoercomponenten aan de totale afvoer en ook zijn er verschillen in de afvoerdynamiek door het jaar heen.

In afbeelding 5 is te zien dat scenario 4 resulteert in een sterke afname van de sloot- en beekafvoer als gevolg van slootbodempluiging en een sterke toename van de drainageafvoer door toename van het areaal buisdrainage. Deze effecten zijn groter voor Oost-Twente dan voor West-Twente.

In Oost-Twente neemt oppervlakkige afstroming significant af door het grondwaterstandverlagende effect van de nieuw aangelegde buisdrainage (afbeelding 5, onder). De totale afvoer op jaarbasis blijft nagenoeg gelijk. Het aandeel van de buisdrainage is hierin sterk toegenomen.

In West-Twente (afbeelding 5, boven) is de rol van buisdrainage voor en na aanleg beperkt doordat grondwaterstanden veelal onder het buisdrainageniveau blijven. Verder valt op dat de *totale* afvoer van het stroomgebied in West-Twente afneemt. Deze afname wordt veroorzaakt door meer wegzijging naar het regionale grondwatersysteem dat buiten het stroomgebied tot afvoer komt, en een lichte toename van de evapotranspiratie door verhoogde

grondwaterstanden. Beide vormen kunnen als waterconservering en daarmee als gunstig voor de zoetwater-voorziening worden beschouwd.



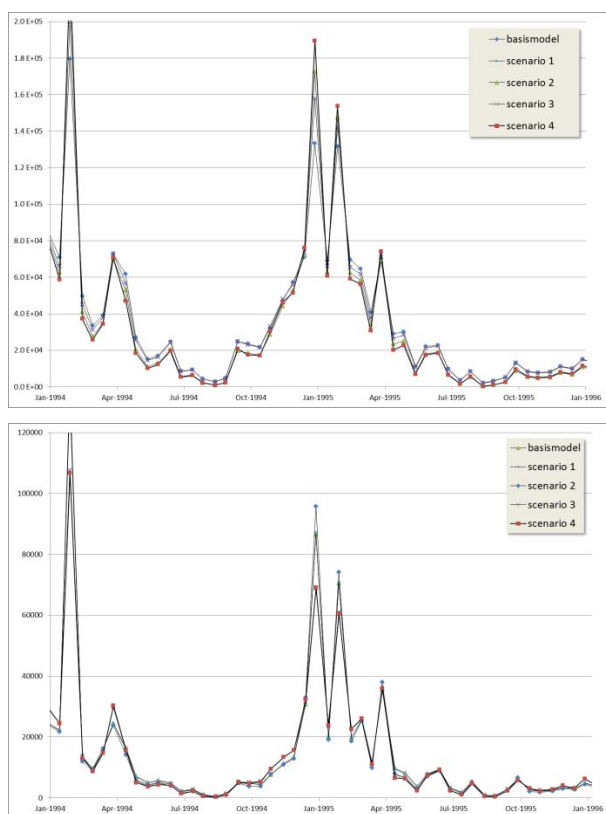
Afbeelding 5. Het effect van scenario 4 (alle percelen regelbare drainage met slootbodempverhoging) op de totale afvoer en afvoer van verschillende afvoercomponenten (cumulatief weergegeven) voor een stroomgebied in West-Twente (boven) en Oost-Twente (onder).

Afbeelding 6 laat de dynamiek van de afvoer zien voor de verschillende scenario's. Opvallend is dat voor West-Twente de hoge winterafvoeren altijd toenemen, ongeacht het scenario, terwijl voor Oost-Twente de hoge winterafvoeren juist afnemen wanneer op grote schaal regelbare drainage wordt ingevoerd. Dit laatste wordt veroorzaakt door een afname van de oppervlakkige afstroming.

In geen enkel scenario neemt de zomerafvoer toe, en hij neemt zelfs af bij slootbodempverhoging (scenario 2 en 4). Een verklaring hiervoor is dat de grondwaterstand in de aanloop naar de zomer sneller onder de verhoogde slootbodemp zakt en daardoor stopt de sloot eerder met afvoeren. Immers, de verhoging van de grondwaterstand door slootbodempverhoging is altijd kleiner dan de slootbodempverhoging zelf.

Te verwachten valt dat door de gerealiseerde hogere grondwaterstanden de basisafvoer in de lager gelegen delen (bijvoorbeeld in de kwelgebieden en beekdalen) wel zal toenemen, maar in

de modelscenario's zijn ook hier de beekbodems verhoogd, waardoor dit effect niet uit de modelresultaten kon worden gehaald. Differentiatie in de bodemverhoging zou hier een oplossing kunnen bieden zoals de berekeningen van Poelman e.a. [8] laten zien. Zij verlaagden bewust het beekpeil in de zomer waardoor de basisafvoer toenam.



Abbeelding 6. Het effect van de verschillende scenario's op de totale afvoer voor een periode van 2 jaar voor een stroomgebied in West-Twente (boven) en Oost-Twente (onder).

Discussie

Slootboderverhoging leidt tot aanzienlijke vernatting en is dus landbouwkundig gezien naar verwachting niet overal aanvaardbaar. Een voordeel van de combinatie met regelbare drainage is, dat je de GHG op het gewenste niveau kunt houden, of brengen, en de GLG aanzienlijk verhogen. Gemiddeld hogere grondwaterstanden (goed voor zoetwatervoorziening) en hogere gewasopbrengsten (lokaal profijt) zijn dan beide mogelijk. Dit werkt echter niet overal. De modelresultaten hebben laten zien dat uitgangssituatie, geohydrologie en huidige grondwaterstanden van grote invloed zijn op het effect van deze maatregelen.

Met regelbare drainage is beheer 'op het scherpst van de snede' mogelijk, mits slim uitgevoerd. Dat betekent wel dat er een behoorlijke inspanning van de agrariër wordt gevraagd, eventueel geholpen door een automatisch regelbaar systeem. Het automatisch regelen is technisch al mogelijk. Dit kan leiden tot gunstigere maar ook tot ongunstigere effecten dan berekend met het grondwatermodel, omdat het model een simplificatie van het drainagebeheer is (een vast winterpeil van 70 cm en een zomerpeil van 40 cm). Een combinatie

met verhoging van slootbodems is ook in dit geval echter noodzakelijk, om regionaal regionaal meer waterconservering te behalen.

Slootbodemverhoging kan ook gunstiger uitpakken voor de basisafvoer dan berekend met het grondwatermodel. Dit vergt meer maatwerk, waarbij je de bodems van waterlopen die afhankelijk zijn van voldoende grondwaterafvoer met rust laat.

Deze modelexercitie geeft daarmee een eerste inzicht in de regionale uitwerking van grootschalige toepassing van regelbare drainage en bodemverhoging, en laat zien waar verder maatwerk gewenst is.

Conclusies

Het uitsluitend uitbreiden van regelbare drainage leidt tot verdroging in plaats van waterconservering. Het uitsluitend vervangen van bestaande drainage door regelbare drainage heeft regionaal weinig effect door het beperkte areaal. Uitsluitend bodemverhoging leidt tot te hoge wintergrondwaterstanden voor de landbouw.

Waterconservering, door stijging van de grondwaterstand, kan wel worden bereikt door een combinatie van forse slootbodemverhogingen en regelbare drainage. Hieronder vatten we daarom de effecten van deze combinatie op regionale schaal samen, waarbij we verschillen in geohydrologie onderscheiden.

In gebieden met een dik watervoerend pakket met een grondwaterstand die regelmatig dieper ligt dan 0,7 m (West-Twente) stijgen de GHG en GLG als gevolg van de bodemverhoging, waarbij de hoogste grondwaterstanden door regelbare drainage kunnen worden gelimiteerd. Dit heeft een verschuiving van fluxen tot gevolg: meer afvoer via drainagebuizen, minder via direct uittreden in waterlopen. Effectief ontstaat een nieuw evenwicht waarin grondwaterstanden hoger zijn, de drainageweerstand is verkleind en de totale afvoer is afgenomen. Er wordt dus effectief water geconserveerd. Voor het deelstroomgebied in West-Twente (2352 ha) betekent dit een conservering van circa 1,1 miljoen m³/jaar door stijging van de grondwaterstand, waarvan 0,67 miljoen m³/jaar door afname van de afvoer. De afvoer vindt vooral plaats in natte perioden. Hoge afvoeren nemen toe, lage afvoeren nemen af. De daling van de totale afvoer wordt veroorzaakt door meer wegzijging naar het regionale grondwatersysteem en een lichte toename van de evapotranspiratie door verhoogde grondwaterstanden. Beide zijn vormen van waterconservering die gunstig bijdragen aan de zoetwatervoorziening.

In gebieden met ondiepe grondwaterstand en een dun watervoerend pakket (Oost-Twente), die momenteel al ondiepe grondwaterstanden kennen, daalt door de aanleg van (regelbare) drainage in combinatie met slootbodemverhoging de grondwaterstand. Veel van deze gebieden ondervinden een daling van GHG en GLG doordat de verminderde drainageweerstand het effect van bodemverhoging overtreft. Hierdoor neemt oppervlakkige

afstroming af en hoge winterafvoeren worden lager. In deze gebieden wordt zelfs door de combinatie van bodemverhoging en regelbare drainage dus geen waterconservering bereikt.

In beide typen gebieden neemt de zomerafvoer af door de verhoogde waterloopbodems. Differentiatie in bodemverhoging (bodems detailontwatering wel verhogen, bodems van kwelafhankelijke beken niet) kan er voor zorgen dat de hogere grondwaterstanden leiden tot meer basisafvoer in kwelafhankelijke beken. Dit laatste vergt nader onderzoek.

Consequenties voor waterbeheer

Waterschappen zijn functionele organisaties: zorgen voor een goed waterbeheer. De meeste schappen hebben als definitie van goed waterbeheer geformuleerd: 'zorgen voor de juiste hoeveelheid water van de juiste kwaliteit' (in verschillende formuleringen). Goed waterbeheer is gericht op de gebruiksfuncties en de waterdoelen zelf (KRW). Waterschap Vechtstromen heeft aan de definitie iets specifiek toegevoegd: '... met inachtneming van de natuurlijke kenmerken', en heeft dat niet zonder goede reden gedaan. In hellende, vrij afwaterende gebieden is het beheer, onderhoud en inrichting van het watersysteem wezenlijk anders dan in de vlakke, peilbeheerste gebieden. Een gegeven dat nu ook uitdrukkelijk in het Delta-programma (Deelprogramma Zoetwater) een plek heeft gekregen. In hellende gebieden is wateraanvoer technisch wel mogelijk, maar vanuit kosten oogpunt al heel snel niet rendabel meer. Bovendien liggen op de stuwwallen de nodige waardevolle beeksystemen die je niet wilt belasten met systeemvreemd water. De kunst is dus om in dit soort gebieden slim om te gaan met het water dat je jaarrond ter beschikking staat. Door de regio's zuid (Deltaplan Hogere Zandgronden) en oost (Zoetwatervoorziening Oost-Nederland) is daartoe de zoetwatertrits ontwikkeld: (be) sparen - aanvoeren (waar mogelijk) - adapteren & accepteren. En die trits is niet alleen van toepassing op de waterbeheerder, maar ook op de gebruiker(s).

Als je dus 'slim' wilt omgaan met je water in gebieden waar droogte een nu al voorkomend verschijnsel is, dat bovendien zal toenemen in de verschillende klimaatvoorspellingen, dan is een afweging soms lastig. Wat te doen als drainage op perceelsniveau voor de agrarische bedrijfsvoering wel gunstig kan zijn, terwijl het op stroomgebiedsniveau, zelfs gecombineerd met mitigerende maatregelen, juist ongunstig is? Het Dinkel-stroomgebied is daar, zoals in dit artikel beschreven, een voorbeeld van. Is het duurzaam om de huidige arealen gedraineerd gebied niet verder te laten toenemen, of om aan vervangingsinvesteringen de randvoorwaarde te stellen dat bestaande drainage regelbaar moet zijn? Deze discussie is voer voor beleidsmakers, bestuurders en de grondgebruikers (landbouw).

En hebben we de zaakjes wel goed geregeld? In plan- en gebiedsuitwerkingen (de vroegere ruilverkavelingen) worden door proactieve waterschappen moderne inzichten en uitgangspunten, zoals regelbare drainage, in de plannen ingebracht. Maar in het kader van de kavelaanvaardingswerken en de randvoorwaarden die daar vanuit de WILG (Wet Inrichting landelijk gebied) aan gesteld zijn, heeft men bij inbreng van gedraineerde percelen in het kavelruilproces ook het recht om gedraineerde percelen terug te krijgen; zelfs als die percelen momenteel nog geen drainage kennen. Waterschap Vechtstromen zet zich ervoor in om juist in

deze gevallen een oplossing te vinden, samen met de betrokken agrariërs, die bijdraagt aan landbouwopbrengst en zoetwatervoorziening, zonder dat onnodig extra gedraineerd wordt.

Vragen genoeg, maar waar het natuurlijk om gaat is dat we allereerst inzicht krijgen wat verschillende typen maatregelen voor effect op het lokale en op het regionale watersysteem hebben. Als je die kennis eenmaal vergaard hebt, dan kun je de vervolgstap bepalen: op welke manier wil ik die kennis toepassen en verankeren in beleid, verboden/bepalingen, stimulerings-regelingen, et cetera.

Duidelijk is wel, zoals ook in de twee voorafgaande artikelen al geponeerd en onderbouwd is, dat regelbare drainage een bijdrage kan leveren, maar niet als 'redder des waterlands' gezien kan worden. Het effect hangt altijd af van de uitgangssituatie, de combinatie met andere maatregelen en het geohydrologische systeem.

Literatuur

1. Bakel, P.J.T. van, B. Worm, M.J.M. Kuijper (2014). Regelbare Drainage: de feiten op een rij. H2O---Online, www.vakbladh2o.nl
2. Bakel, P.J.T. van, B. Worm, M.J.M. Kuijper (2014). Waar of niet waar? Over veronderstellingen rond Regelbare drainage. H2O---Online, www.vakbladh2o.nl
3. Hurk, B. van den, A. Klein Tank, G. Lenderink, A. van Ulden, G.J. van Oldenborgh, C. Katsman, H. van den Brink, e.a. (2006). KNMI Climate Change Scenarios 2006 for the Netherlands. KNMI Scientific Report WR 2006-01, De Bilt, The Netherlands.
4. Hurk, Bart van den, Peter Siegmund, Albert Klein Tank (Eds), Jisk Attema, Alexander Bakker, Jules Beersma, Janette Bessembinder e.a. (2014). KNMI '14: Climate Change scenarios for the 21st Century – A Netherlands perspective. Scientific Report WR2014-01, KNMI, De Bilt, The Netherlands. www.climatescenarios.nl
5. EC (2012). A Blueprint to Safeguard Europe's Water Resources. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. COM/2012/0673 final.
6. Kuijper, M.J.M., J.C. Rozemeijer, M. van Gerven en C. Geujen (2013). Effecten van peilgestuurde drainage op natuur. In: H2O, februari 2013.
7. Kuijper, M.J.M., N. Goorden en P.T.M. Vermeulen (2012). Update grondwatermodel Waterschap Regge en Dinkel. Deltares-rapport 1202490-0000-BGS-0008, Utrecht.
8. Poelman e.a. (2000). Waterverkenningen stroomgebied Baakse Beek. Grontmij-rapport 13/99009603.dm/POE p.n.: 13.5367.1.