



Jan van Bakel, Wageningen Universiteit en Research Centrum

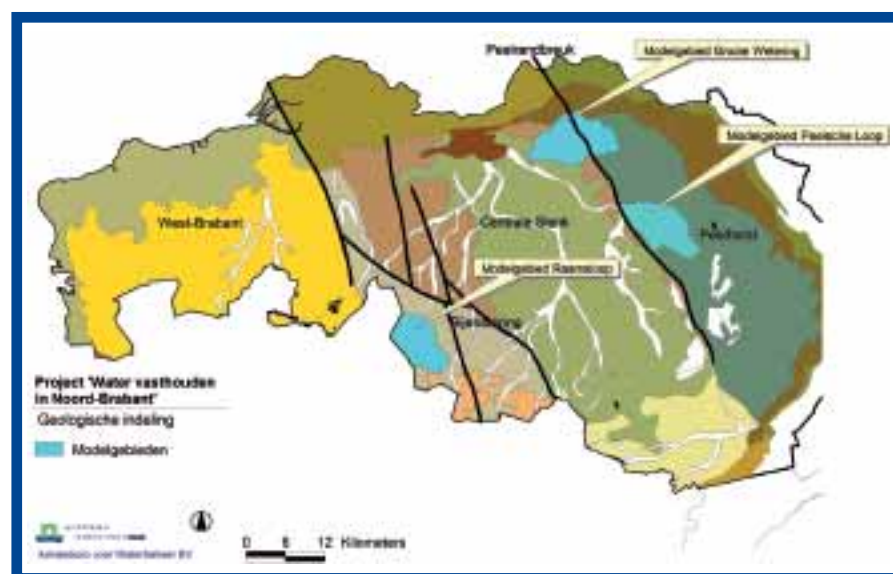
Mark van de Wouw, Waterschap De Dommel

Albert Poelman, Adviesburo voor Waterbeheer BV

Lodewijk Stuyt, Wageningen Universiteit en Research Centrum

# Water vasthouden aan de bron: inzicht door modelberekeningen

**Conform de NBW-afspraken is de trits vasthouden-bergen-afvoeren bij het 'op orde' brengen van het watersysteem de voorkeursvolgorde. De praktische invulling van deze trits blijkt echter lastig. Dat komt voor een deel door het gebruik van onduidelijke definities. 'Vasthouden' bijvoorbeeld betekent in de praktijk 'water bergen bij de bron'. Maar hoe definiëren we de brongebieden? Hebben we daar eenduidige criteria over afgesproken? Een tweede punt van zorg is dat het 'vasthouden' moet worden uitgevoerd door (vele) agrariërs en terreinbeheerders. De acceptatie van mogelijke nadelen is daarbij niet vanzelfsprekend.**



Afb. 1: Ligging van de drie modelgebieden in Noord-Brabant.

In een eerder artikel is op de vraag 'Werkt vasthouden?' uitgebreid ingegaan<sup>1</sup>. Inzicht in de mate waarin het vasthouden van water effectief kan zijn en specifiek in welke situaties, was voor de waterschappen in Noord-Brabant aanleiding opdracht te geven voor een studie met als motto 'inzicht door modelberekeningen'<sup>2</sup>. De studie geeft antwoord op twee kennisvragen: is 'vasthouden' een effectief middel voor reductie van piekafvoeren en is 'vasthouden' een zinvol instrument om kwelstromen te herstellen?

Binnen het vrij afwaterend deel van de provincie Noord-Brabant zijn drie stroomge-

bieden geselecteerd: de Peelsche Loop op de Peelhorst, de Groote Wetering, voor het grootste gedeelte gelegen in de Slenk en de Raamsloop ten zuiden van de Rijenstoring (zie de kaart).

Deze gebieden zijn met bestaande gegevens gemodelleerd, met behulp van een speciale versie van SIMGRO, waarmee het mogelijk is knijpconstructies en kortsluitstroming van water over het maaiveld bij de knijpconstructies te modelleren<sup>3</sup>. De randvoorwaarden voor het verzadigd grondwatersysteem zijn, in de vorm van zogeheten fluxrandvoorwaarden, ontleend aan het

Waterdoelenmodel Brabant van TNO Bouw en Ondergrond<sup>4</sup>. Een fluxrandvoorwaarde houdt in dat effecten van maatregelen niet kunnen 'weglekken' naar de omgeving, zoals min of meer het geval zal zijn als de maatregelen 'Brabantbreed' worden doorgevoerd. De schematisatie van het SIMGRO-model werd uitgevoerd met behulp van de GIS-schil AlterraAqua<sup>5</sup>. Een belangrijk onderdeel hierbij was de afsplitsing van 'brongebieden': deelstroomgebieden waarbinnen alleen waterlopen voorkomen die niet in onderhoud zijn bij de waterschappen (het detailont- en afwateringssysteem) en die afwateren op het hoofdafwateringssysteem. Deze brongebieden zijn gemiddeld 50 hectare groot; maatregelen om binnen deze gebieden tijdelijk water te bergen, zijn in beginsel maatregelen die het water doen vasthouden. Calibraties werden niet uitgevoerd, maar de plausibiliteit van de modeluitkomsten werd beoordeeld en - na diverse aanpassingen - in orde bevonden.

## De maatregelen

In nauwe samenspraak met de projectgroep, met vertegenwoordigers van de waterschappen Aa en Maas, Brabantse Delta en de Dommel, de provincie Noord-Brabant, de ZLTO, de Brabantse Milieufederatie en de terreinbeheerders instanties Brabants Landschap, Natuurmonumenten en Staatsbosbeheer zijn vijf maatregelen gedefinieerd om het water vast te houden.

Voordat deze maatregelen worden beschreven eerst nog iets over de knijpduiker. De installatie van 'stuwende duikers' - ook wel 'knijpduikers' genoemd - vindt plaats aan het benedenstroomse

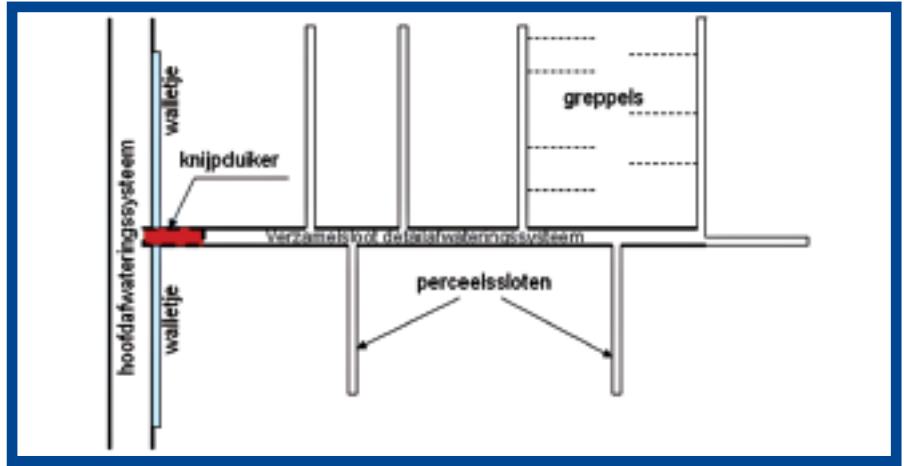
uitstroompunt van elk brongebied op het hoofdafwateringssysteem. Een knijpduiker is een kunstwerk in een waterloop waarmee het water van een subgebiedje wordt afgevoerd op het hoofdafwateringssysteem. Afbeelding 2 toont een situatieschets en afbeelding 3 de werking van de knijpduiker.

De werking berust op het feit dat boven- en benedenstrooms van de duiker een waterstandsverschil ontstaat dat bij groter wordende afvoeren verhoudingsgewijs snel toeneemt, vergeleken bij de situatie in open waterlopen waar dit verschil veel minder snel stijgt. Hierdoor stijgen bij hoge afvoeren de oppervlaktewaterstanden bovenstrooms van knijpduikers sneller dan in vergelijkbare situaties zonder duiker. Een gevolg is dat de intensiteit van grondwaterstromingen naar de ontwateringsmiddelen tijdelijk afneemt, waardoor de grondwaterstanden sneller stijgen. Deze tijdelijke extra berging resulteert in lagere piekafvoeren.

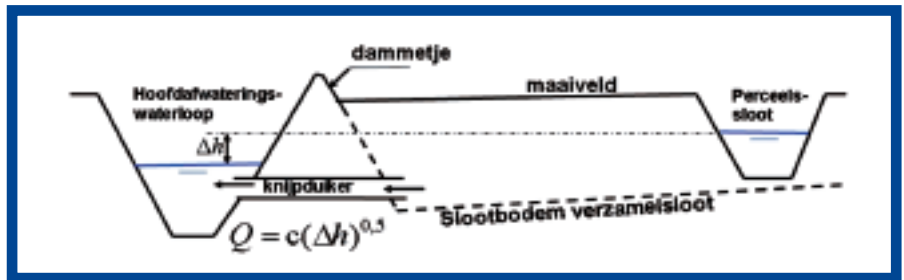
De mate waarin de duiker de afvoer 'knijpt', in combinatie met de hoogte van een dammetje waarmee kortsluitstroming van het oppervlaktewater via het maaiveld wordt tegengehouden, is bepalend voor het vasthoudeffect. In dit project is gekozen voor een ontwerp waarin de afvoer, bij een waterstand die bovenstrooms van de duiker tot aan het maaiveld reikt terwijl geen sprake is van opstuwing, gelijk is aan de maatgevende afvoer (8 mm/d). Kortsluitstroming werd gesimuleerd bij afwezigheid van een dammetje en bij een dammetje van 30 cm hoog.

De 'knijpduikervariant' kent dus twee varianten:

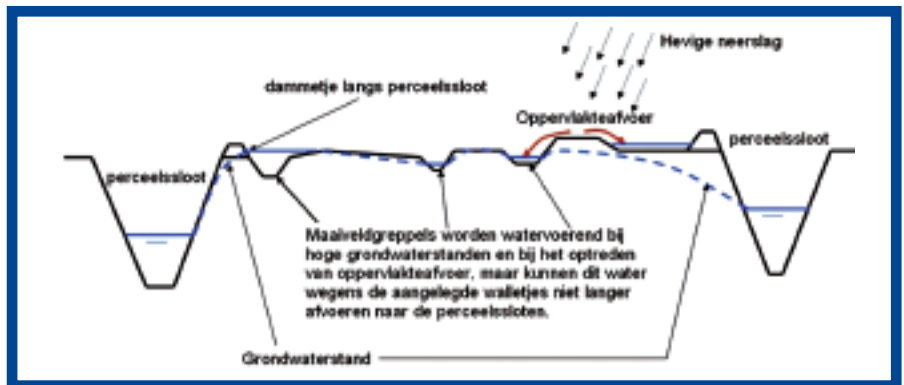
- knijpen zonder dammetje
  - knijpen met dammetje
- Daarnaast werden de volgende maatregelen gesimuleerd:
- alle waterlopen binnen het brongebied verbreden met tien meter, in combinatie met 'knijpen met dammetje'
  - het blokkeren van maaiveldafvoer
- Hoge afvoeren kunnen alleen ontstaan als de grondwaterstand tot in het maaiveld stijgt waardoor het maaiveld als ontwateringsmiddel gaat functioneren en water over het maaiveld wordt afgevoerd (afbeelding 4, links) of als de neerslagintensiteit de infiltratiecapaciteit overtreft, waardoor oppervlakteafvoer gaat optreden (afbeelding 4, rechts). Door het aanbrengen van een dammetje langs de perceelssloten worden beide vormen van maaiveldafvoer geblokkeerd en moet alle drainage door de grond plaatsvinden. Deze maatregel is doorgevoerd voor alle vormen van landgebruik, met uitzondering van stedelijk gebied.
- drainage conform 'Van Iersel'
- Deze laatste maatregel bestaat uit het vervangen van conventionele, enkelvoudige drainage door een samengesteld drainsysteem 'configuratie Van Iersel', waarbij de drains worden aangesloten op een buisvormige verzameldrain die uitmondt in een verticale buis. De hoogte van het uitstroompunt in deze buis - en daarmee de ontwateringsbasis - kan worden ingesteld door middel van een pijpje. Deze basis wordt



Afb. 2: Schematische voorstelling van het 'blokkeren van de maaiveldafvoer'.

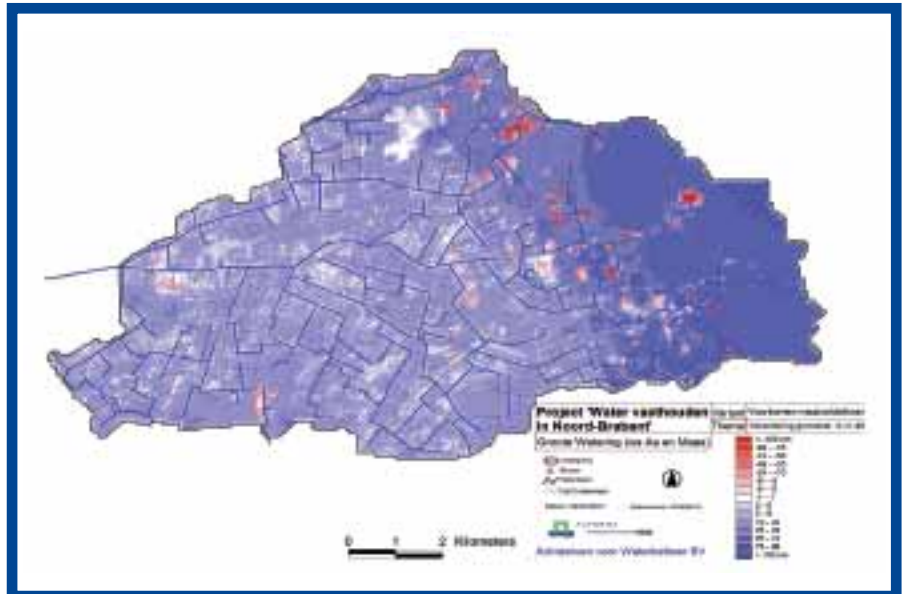


Afb. 3: Situatieschets van een knijpduiker.

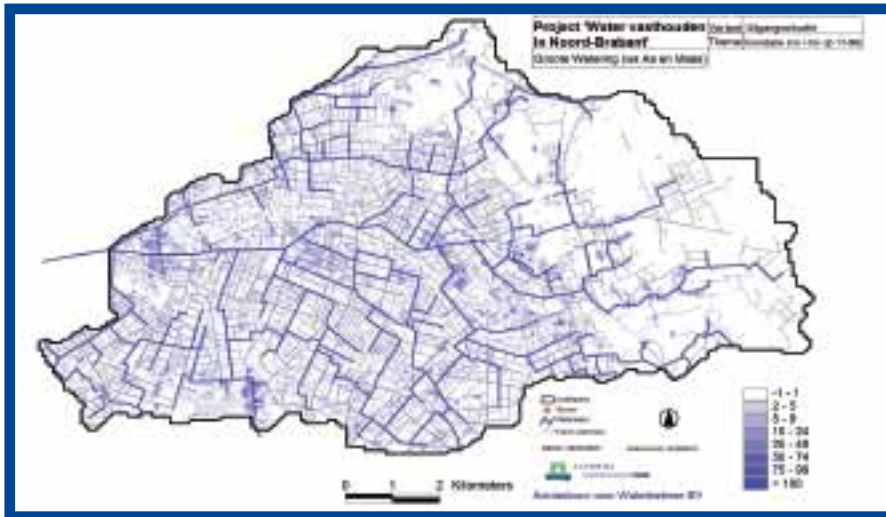


Afb. 4: Schematische voorstelling van een knijpduiker met dammetje.

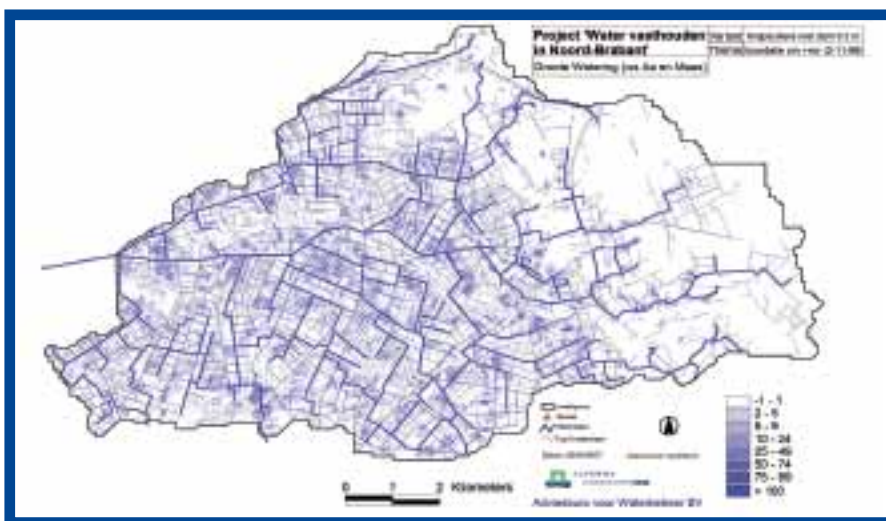
Afb. 5: Verhoging van de grondwaterstand ten opzichte van de uitgangssituatie, op 2 november 1998, als gevolg van het 'blokkeren van de maaiveldafvoer' in de Grootte Wetering.



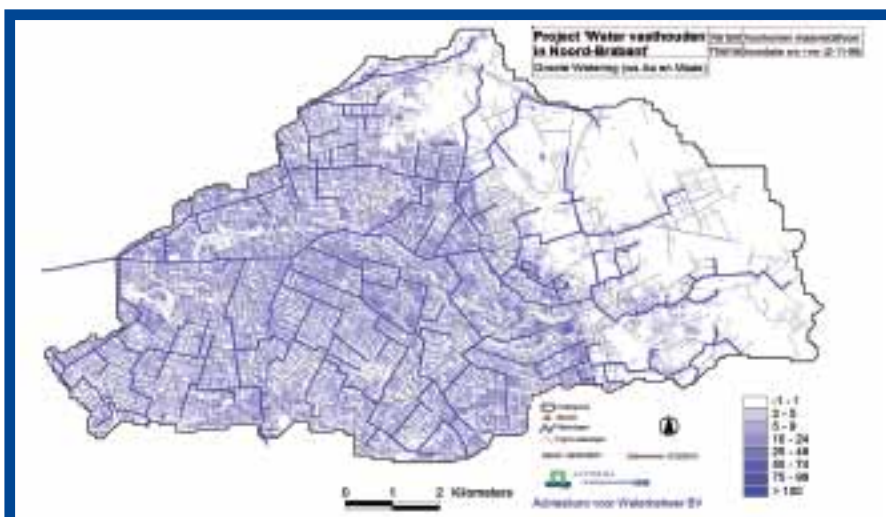




Afb. 6: Inundaties op 2 november 1998 in de uitgangssituatie in de Groote Wetering.



Afb. 7: Inundaties op 2 november 1998 bij 'knippen met dammetje' in de Groote Wetering.



Afb. 8: Inundaties op 2 november 1998 bij 'blokkeren van maaiveldafvoer' in de Groote Wetering.

in de regel aanmerkelijk hoger ingesteld dan bij conventionele drainage, in combinatie met een intensivering. In een eerder artikel is op dit systeem en de hydrologische gevolgen ervan in meer detail ingegaan<sup>6)</sup>.

## Resultaten

De maatregelen zijn beoordeeld op effecten op piekafvoeren, inundaties en berging in de

grond, grondwaterstanden en veranderingen in opbrengst voor de landbouw, en patronen van kwel of wegzijging.

### Piekafvoeren

De piekafvoeren zijn geanalyseerd met behulp van de methode van Gumbel<sup>7)</sup>. Daartoe zijn de hoogst gesimuleerde dagafvoeren per zomer- en winterhalfjaar

geselecteerd, waarna afvoerpieken zijn geschat voor verschillende herhalings-tijden. Tabel 1 laat voor de winterafvoeren van de Peelse Loop zien dat 'knippen zonder dammetje' een effect van twee tot drie procent oplevert; met 'knippen met dammetje' is een reductie van zeven tot tien procent realiseerbaar; in combinatie met slootverbreding is een reductie te bereiken van tien tot 15 procent.

Blokkeren van maaiveldafvoer leidt tot ruim een halvering van de piekafvoeren, maar de effecten op inundaties en grondwaterstanden zijn dan aanzienlijk. Bij dit alles hoort de opmerking dat de gesimuleerde effecten van deze maatregel indicatief zijn, omdat het proces van maaiveldafvoer qua concept 'primitief' is gemodelleerd.

Drainage volgens de 'configuratie Van Iersel' leidt tot marginaal hogere piekafvoeren, omdat de grondwaterstanden van de gehedraineerde percelen structureel hoger worden.

### Inundaties en berging in de grond

Reducties van piekafvoeren vanuit de brongebieden kunnen alleen tot stand komen door tijdelijk meer water in de grond, op het maaiveld of in het detailont- en afwateringssysteem te bergen. Vergroting van de berging door slootverbreding is vooral effectief in vlakke gebieden met veel sloten, zoals in de Groote Wetering. De verhoging van de berging in de grond kan worden geïllustreerd door voor de dag met de hoogst gesimuleerde dagafvoer (2 november 1998) de verandering van de grondwaterstand weer te geven als gevolg van de maatregel 'blokkeren van maaiveldafvoer'. Afbeelding 5 geeft deze verandering van de grondwaterstand weer voor de Groote Wetering, waarbij vooral in het drogere oostelijk deel de grootste veranderingen optreden.

Op drie kaarten zijn voor dezelfde dag en hetzelfde voorbeeldgebied de inundatieplaatjes gegeven voor de huidige situatie (afbeelding 6), de maatregelen 'knippen met dammetje' (afbeelding 7) en 'blokkeren maaiveldafvoer' (afbeelding 8). De grootste veranderingen als gevolg van het blokkeren van de maaiveldafvoer treden nu op in het vlakke westelijke deel. De grotere bergingsmogelijkheid in de onverzadigde zone in het drogere oostelijke deel van het modelgebied van de Groote Wetering is de reden dat de grondwaterstanden meestal niet tot boven maaiveld stijgen. Dit in tegenstelling tot het westelijke deel van het modelgebied, waar berging boven maaiveld veelvuldig plaatsvindt en aanleiding geeft tot inundaties.

### Grondwaterstanden en effecten op de landbouw

Van enige structurele verandering van grondwaterstanden, uitgedrukt als veranderingen van de gemiddeld hoogste en laagste grondwaterstand (GHG en GLG) is alleen sprake bij de maatregel 'blokkeren van maaiveldafvoer'. De GHG en GLG stijgen daardoor met respectievelijk zo'n 20 en tien centimeter. Daardoor zijn ook de effecten van de maatregelen op de nat- en droogteschade in de landbouw,

met uitzondering van het 'blokkeren van de maaiveldafvoer', beperkt. De incidentele natschade is gekoppeld aan het aantal dagen dat de grondwaterstand hoger komt dan 30 cm -mv respectievelijk tot aan maaiveld. De gevolgen van inundaties op het maaiveld voor de bedrijfsvoering zijn beperkt, omdat deze erg kort duren en nauwelijks invloed hebben op de grondwaterstand en de regionale grondwaterstroming. Dit is zeker het geval als de 'doorgrondse' drainagecapaciteit door de aanleg van drainage groot is: de inundaties zijn dan na enkele dagen verdwenen. Dit in tegenstelling met inundaties in historische situaties<sup>9)</sup> die door de veel geringere 'doorgrondse' drainagecapaciteit (minder en ondiepere sloten, geen buisdrainage) veel langer duurden.

### Patronen van kwel of wegzijging

De maatregelen hebben nauwelijks invloed op patronen van kwel of wegzijging. Verreweg de meest ingrijpende verandering is de maatregel 'Blokkeren van maaiveldafvoer' in het stroomgebied van de Raamsloop (afbeelding 9).

### Conclusies

De studie heeft als belangrijk resultaat opgeleverd dat maatregelen om water vast te houden in hydrologisch opzicht effect sorteren. Dit inzicht wordt door alle betrokken partijen gedeeld. Een reductie van de piekafvoeren van tien procent of meer is echter alleen haalbaar door tijdelijke extra berging van water op het maaiveld of door het creëren van extra berging door middel van slootverbreding (alleen effectief in vlakke gebieden). De gevolgen voor de bedrijfsvoering van de extra inundatie op het maaiveld zijn zeer beperkt, omdat ze kortstondig zijn en nauwelijks structureel effect hebben op de grondwaterstanden en de regionale grondwaterstromingen. Herdrainage volgens 'Van Iersel' leidt tot marginaal hogere piekafvoeren, maar door de intensieve drainage treden inundaties als gevolg van de grondwaterstand tot in het maaiveld minder vaak op en zijn ze van kortere duur.

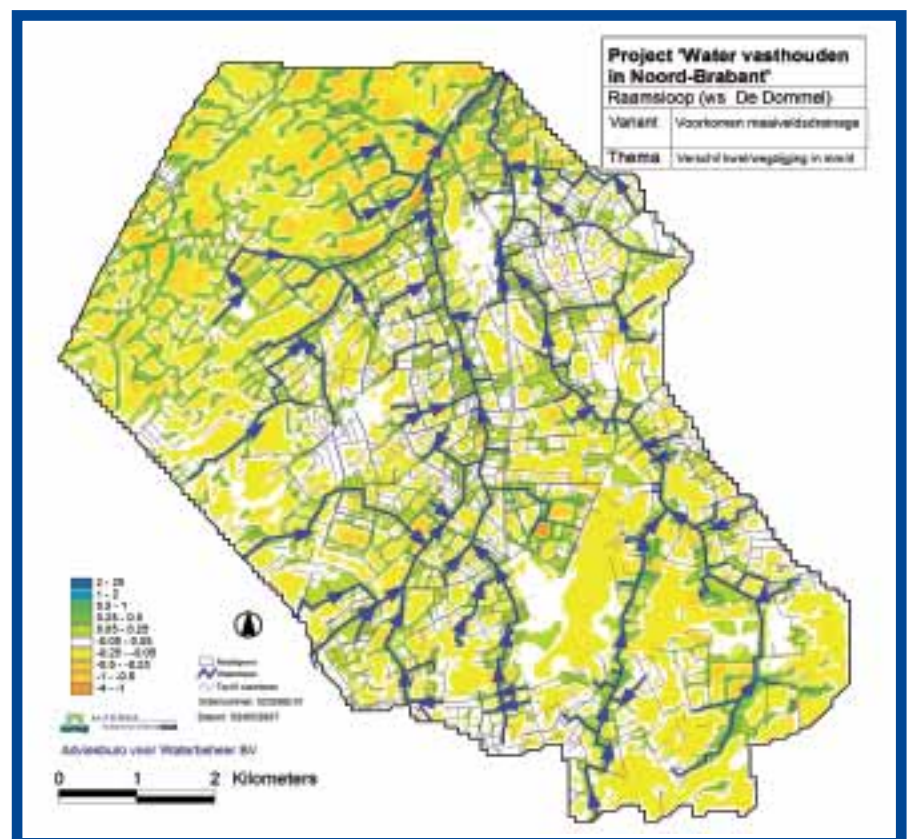
### Hoe nu verder?

In technische zin zijn de onderzochte maatregelen goed uitvoerbaar. Het is echter onduidelijk of draagvlak bestaat voor de beschreven maatregelen. Bovendien is onvoldoende praktijkkennis aanwezig om antiverdrogingsmaatregelen en 'vasthouden' optimaal op elkaar af te stemmen. Zowel in deze als andere studies is namelijk gebleken dat de afvoerpieken toe kunnen nemen door antiverdrogingsmaatregelen. Beide beleidsdoelstellingen dienen op elkaar afgestemd te zijn. De projectgroep stelt voor om met pilots meer praktijkervaring op te doen. Dat geldt ook voor de maatregel 'blokkeren van maaiveldafvoer', omdat langs sloten door ploegen en andere bewerkingen of bij de (verplichte) aanleg van bemesting- en spuitvrije perceelsranden, een maaiveldverhoging kan worden gecreëerd.

De maatschappelijke uitvoerbaarheid van deze (en de andere maatregelen) is niet onderzocht, maar koppeling met andere wateropgaven (met name de KRW-

**Tabel 1. Piekafvoeren bij zes herhalingstijden in de winterperiode (oktober-maart) voor het stroomgebied van de Peelsche Loop, berekend volgens de Gumbel-methode.**

herhalingstijd T van de piekafvoer (jaar)	2	5	10	20	50	100
referentie (m <sup>3</sup> /s)	2,32	4,13	5,34	6,50	8,01	9,13
knippen zonder dammetje	2,27	4,03	5,20	6,32	7,77	8,86
	98%	98%	97%	97%	97%	97%
knippen met dammetje	2,16	3,77	4,84	5,87	7,19	8,19
	93%	91%	91%	90%	90%	90%
knippen met dammetje, met slootverbreding	2,09	3,62	4,63	5,60	6,85	7,79
	90%	88%	87%	86%	86%	85%
blokkeren van maaiveldafvoer	1,10	1,88	2,39	2,89	3,53	4,01
	47%	45%	45%	44%	44%	44%
drainage 'Van Iersel'	2,37	4,26	5,51	6,70	8,25	9,41
	102%	103%	103%	103%	103%	103%



**Afb. 9: Verandering van het kwelpatroon als gevolg van het 'blokkeren van de maaiveldafvoer' in het voorbeeldgebied Raamsloop.**

opgaven) ligt voor de hand. Voorkomen van maaiveldafvoer is immers één van kansrijke maatregelen voor reductie van de nutriëntenbelasting vanuit de landbouw naar het oppervlaktewater.

De aanstaande waterbeheerplannen en waterhuishoudingsplannen (2009-2015) komen te snel om de nieuwe inzichten onderbouwd mee te kunnen nemen. Maar in de komende jaren zal een integrale afstemming tussen de diverse beleidsthema's nodig zijn om het systeem op orde te brengen.

### LITERATUUR

- 1) Bakel J. van (2004). Werk vasthouden? H<sub>2</sub>O nr. 14/15, pag. 19-21.
- 2) Bakel P. van, A. Poelman en L. Stuyt (2007). Water vasthouden in de provincie Noord-Brabant. Inzicht door modelberekeningen. Alterra. Rapport 1488.

- 3) Walsum P., J. Runhaar, A. Veldhuizen en P. Jansen (2006). Duurzaam waterbeheer Langbroekerwetering. Fase 2: Verkenning van het Gewenste Grond- en Oppervlaktewaterregime met Waterwijs. Alterra. Rapport 1155.
- 4) Stuurman R., G. van Beusekom en J. Reckman (2000). Watersystemen in beeld: een beschrijving en kaarten van de grond- en oppervlaktewatersystemen van Noord-Brabant - 3e versie. Provincie Noord-Brabant/TNO-NITG.
- 5) Dik P. (2004). SIMGRO 4.1.2.: Input en output. Alterra. Rapport 913.3.
- 6) Bakel P. van, J. Peerboom en L. Stuyt (2007). Drainage tegen verdroging en voor een beter milieu: paradox of werkelijkheid. H<sub>2</sub>O nr. 1, pag. 25-28.
- 7) Buishand T. (1983). Uitzonderlijk hoge neerslagen en de theorie van de extreme waarden. Cultuurtechnisch Tijdschrift nr. 1, pag. 9-20.
- 8) Gaast J. van der en H. Massop (2007). Reconstructie van de historische hydrologie. H<sub>2</sub>O nr. 7, pag. 36-40.