



Albert Poelman, Adviesburo voor waterbeheer bv

Freek Willems, Waterschap De Dommel

Jan van Bakel, Wageningen Universiteit en Researchcentrum

Jos Spier, Bureau Waardenburg

Herstel hydrologisch systeem van bovenlopen van Brabantse beken

Waterschap De Dommel wil voor het stroomgebied van de Aa of Goorloop en het Dalemstroompje een samenhangende inrichtingsvisie opstellen. De visie moet beeldend en in heldere taal weergeven hoe het waterschap haar doelstellingen in dit beekdal wil realiseren. De doelstellingen zijn gekoppeld aan de functie waternatuur voor de beken en het herstel van drie zogeheten Natte NatuurParels. Voor het opstellen van de visie is inzicht nodig in het hydrologisch functioneren van het gebied, in de huidige situatie en na realisatie van maatregelen, om daarmee de hydrologische effectiviteit van ingrepen in het landgebruik en de waterhuishoudkundige inrichting en beheer te kunnen aangeven. Daartoe is een modelonderzoek uitgevoerd dat in dit artikel wordt beschreven.

Het streefbeeld van Waterschap De Dommel is herstel van het hydrologisch systeem van de typische bovenlopen van de Groote Beerze. De beek Aa of Goorloop ontspringt in België en stroomt via het gebied Zwarte Horstweijer, de landbouwenclave De Pielis, de Natte NatuurParel Boswachterij de Kempen, het landgoed Ten Vorsel, het landbouwgebied Troprijt en de Natte NatuurParel Goorland Hapert naar het noorden (zie afbeelding 1). Het Dalemstroompje ontspringt ten zuiden van de Natte NatuurParel Cartierheide en stroomt langs Dalem door de Cartierheide en het landbouwgebied Steenakkers en komt uit in de Aa of Goorloop. De beken vormen samen de bovenlopen van de Groote Beerze. Op de kaart is tevens de begrenzing van het stroomgebied van de Aa of Goorloop en het Dalemstroompje aangegeven.

Het stroomgebied ligt op de overgang tussen het westelijker gelegen Brabants massief en de noordoostelijker gelegen Centrale Slenk. Het onderzoeksgebied is opgeheven. Oude zandpakketten, die zijn afgezet door Rijn en Maas in het Pleistoceen, hellen daardoor in noordoostelijke richting af. Later heeft de ruimere omgeving van het gebied de huidige (noord)westelijke helling gekregen, die zichtbaar is in het huidige maaiveldverloop. Het studiegebied ligt in een textuurzone waar diverse (sub)bruiken tengevolge van tektoniek voorkomen.

De bodems van de beekdalen bestaan uit moerige gronden; op de randen van de beekdalen komen veelal gooreerdgronden voor met enige roestsporen en op de ruggen tussen de beekdalen haarpodzolgronden en veldpodzolgronden¹⁾.

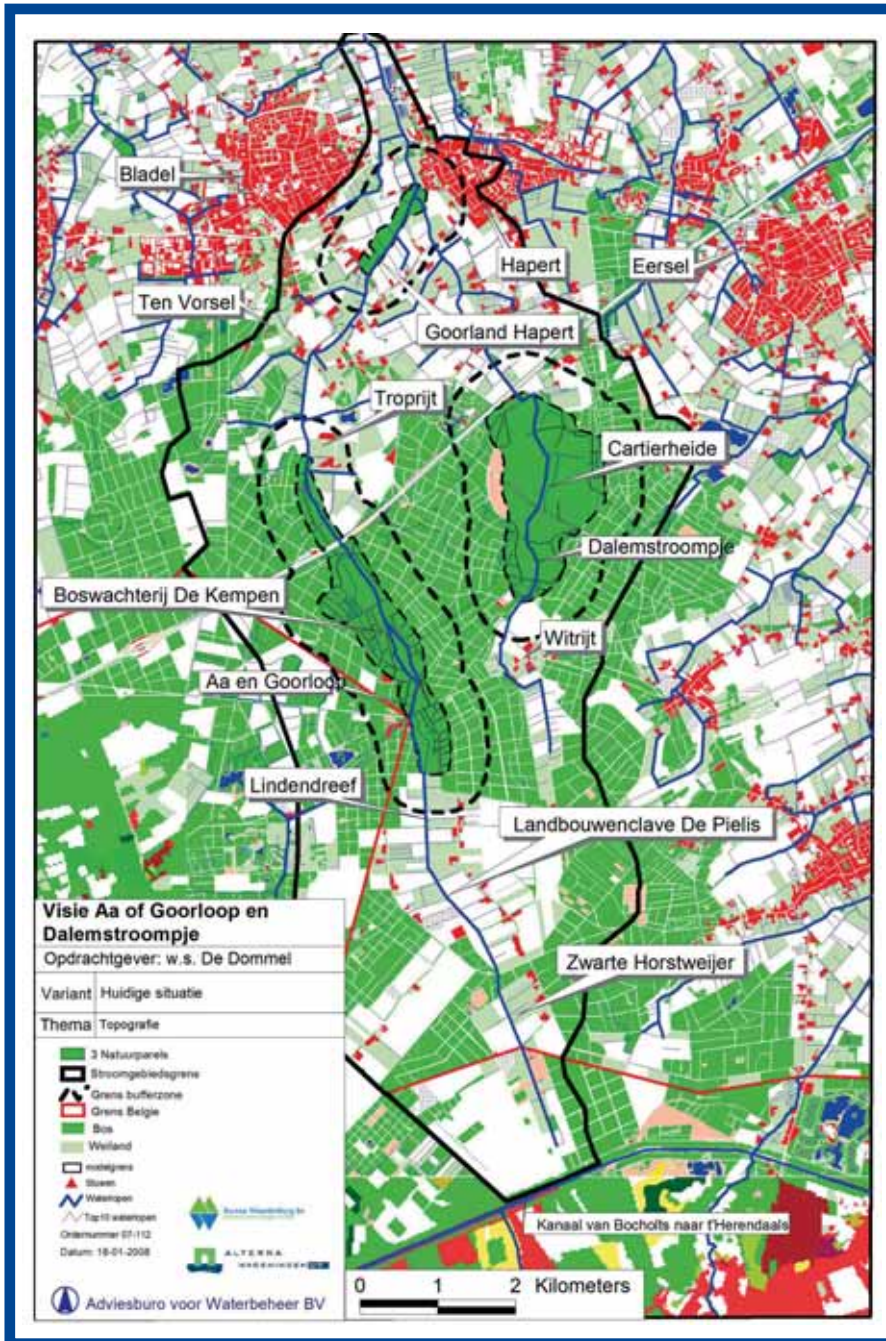
Het oppervlaktewaterstelsel in het onderzoeksgebied bestaat naast de twee genoemde beken uit diverse zijsloten die vrijwel alleen in een strook langs de beekdalen voorkomen. In de natuurgebieden zijn ze overwegend zeer ondiep; in als landbouw in gebruik zijnde gebieden hebben de sloten 'landbouwkundige' afmetingen. Ook is een aantal percelen gedraineerd. In grote delen van het gebied is er geen zichtbare ontwatering en wordt het neerslagoverschot afgevoerd via de diepere ondergrond naar de beken en naar de aanwezige grondwateronttrekkingen.

Modellering

Om een goed inzicht te krijgen in het functioneren van het hydrologische systeem is het stroomgebied en omgeving gemodelleerd met hulp van het computerprogramma SIMGRO²⁾. Dit programma (en bijbehorende schil AlterraAqua) is bijzonder geschikt om de hydrologie van een stroomgebied integraal en niet-stationair in beeld te brengen. Daarbij moeten veel (min of meer arbitraire) keuzes worden gemaakt.

De belangrijkste zijn:

- de begrenzing van het modelgebied: op ongeveer twee kilometer afstand van de grens van het stroomgebied, om randeffecten te minimaliseren;
- de keuze van de rekenperiode en de randvoorwaarden: dagwaarden van neerslag en referentiegewasverdamping van het station Eindhoven van de periode 1991-2000;
- de ruimtelijke indeling in knooppunten: grof buiten stroomgebied, matig grof in de hoge delen van het stroomgebied, fijn in de Natte NatuurParels en bijbehorende buffers en in de bufferstrook langs de beken, zeer fijn vlak langs de beken en extreem fijn de beken zelf;
- schematisatie ondergrond: voor het Nederlandse deel is het door Haskoning³⁾ aangepaste Waterdoelenmodel⁴⁾ met 17 lagen omgezet naar een 9-lagenmodel; voor het Belgische deel is extrapolatie toegepast van de gegevens van het Waterdoelenmodel;
- schematisatie onverzadigde zone: via een relatietabel zijn de bodemeenheden van de Bodemkaart 1:50.000 omgezet naar bodemfysische eenheden. Per eenheid zijn de lagenopbouw en bijbehorende bodemfysische eigenschappen bekend. Ook is de maximaal bewortelbare zone gekoppeld aan de bodemfysische eenheid;
- bergingsmogelijkheden op het maaiveld: via een relatietabel is per element dit

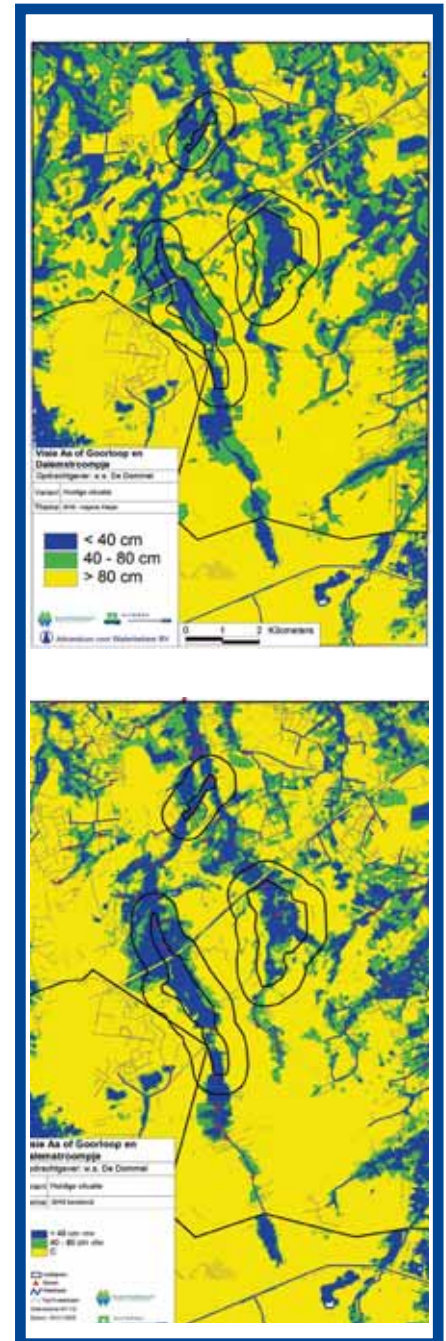
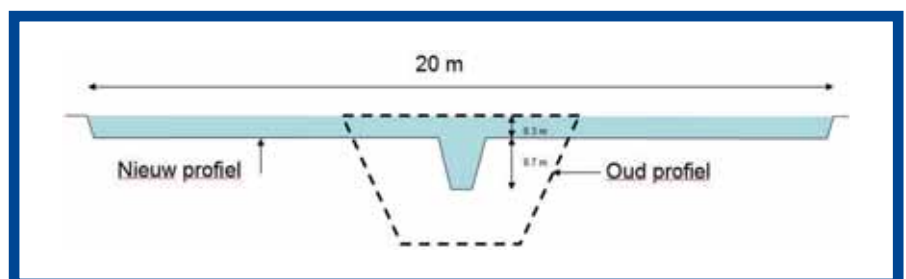


Afb. 1: Topografie van het stroomgebied en weergave van de bufferzones rond de drie Natte NatuurParels.

- gegeven bepaald uit de maaiveldshoogteverdeling, afgeleid uit het Algemene Hoogtebestand Nederland;
- verdampingseigenschappen en dikte wortelzone: per element is de landgebruiksvorm ontleend aan de Landgebruikskaat van Nederland; per landgebruiksvorm is een relatietabel beschikbaar;
- schematisatie interactie grondwater-oppevlaktewater: per element is op basis van dichtheid waterlopen en geohydrologische eigenschappen de lekweerstand berekend; voor de geometrie van de waterlopen worden voor de expliciet in model gebrachte waterlopen gegevens van de legger gebruikt, voor de overige waterlopen standaardwaarden. Voor gedraineerde percelen en het maaiveld als drainagemiddel zijn standaardwaarden gehanteerd;

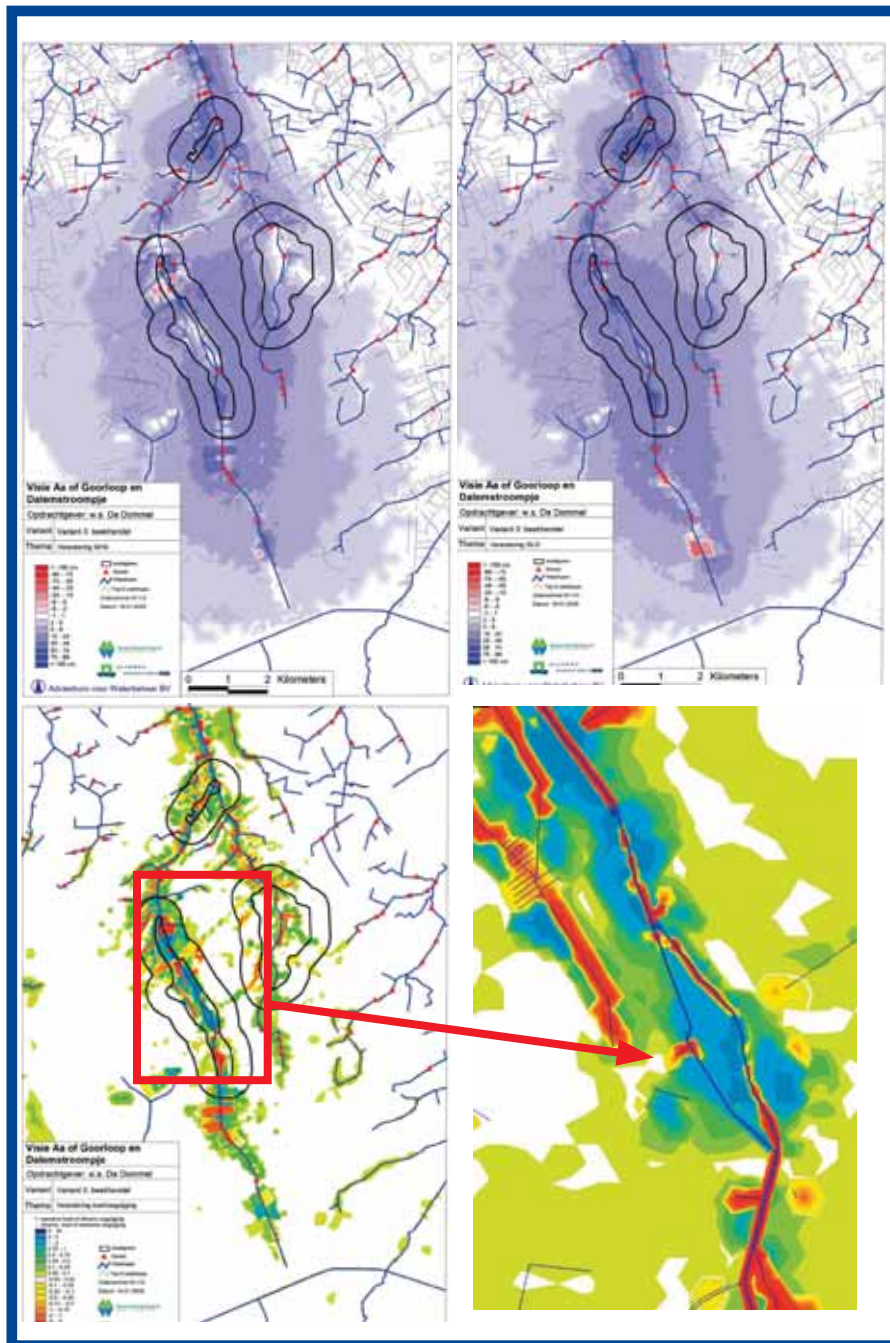
- schematisatie afwateringsstructuur oppervlaktewatersysteem: de grote waterlopen zijn expliciet in model gebracht en samen met de deelstroomgebieden is de volledige afwateringsstructuur gedefinieerd;
- randvoorwaarden: de stromingsfluxen van watervoerende lagen uit het

Afb. 3: Verbreden en verondiepen beekprofiel.



Afb. 2: Vergelijking tussen gekarteerde (boven) en gesimuleerde (onder) GHG-classes.

Waterdoelenmodel van NITG-TNO van de MODFLOW-cellen op de modelrand zijn omgezet naar randfluxen per element van de bijbehorende watervoerende lagen van het SIMGRO-model. Daardoor worden effecten van ingrepen met grote ruimtelijke uitstraling, zoals uitzetten van permanente grondwateronttrekkingen,



Afb. 4: Verandering GHG, GLG en kwel/wegzijing voor de maatregel 'beekherstel' met detailvergroting voor de verandering van de kwel/wegzijing.

overschat omdat alle effecten binnen het modelgebied blijven.

Gegeven deze keuzes zijn met behulp van AlterraAqua aan alle knooppunten parameters toegekend en randvoorwaarden gespecificeerd. Dit model is bijgesteld aan de hand van een vergelijking tussen gesimuleerde en gemeten grondwaterstanden en afvoeren en gevalideerd aan de hand van een vergelijking tussen gesimuleerde en gekarteerde GHG-lassen⁵⁾ (zie afbeelding 2). Het model blijkt geschikt voor verdere analyse van (ingrepen in) het hydrologisch systeem.

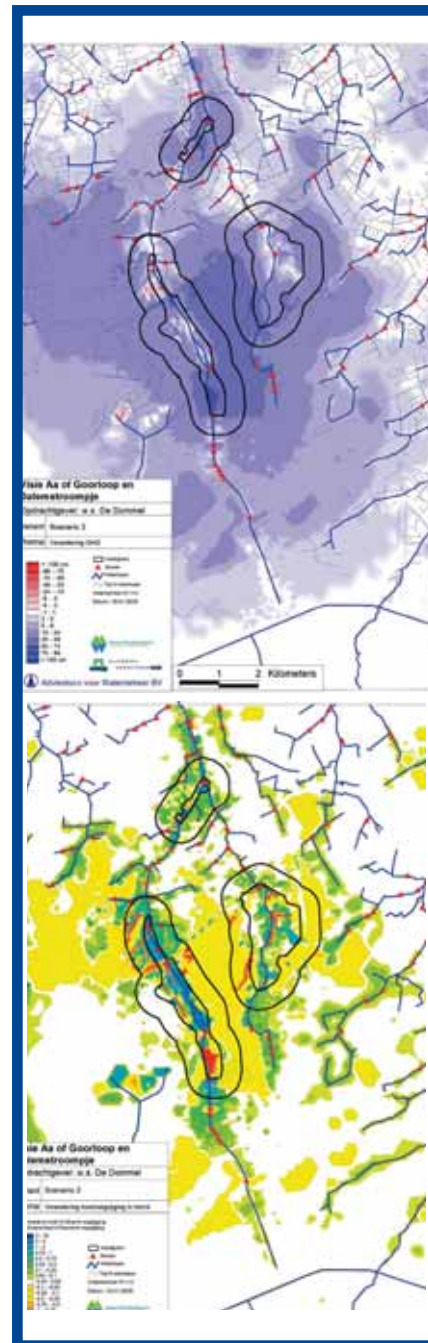
Effecten eenvoudige maatregelen

Het model is allereerst gebruikt om inzicht te krijgen in de werking van het hydrologisch systeem: hoe reageren de voor de natuurontwikkeling van de Natte NatuurParels

relevante hydrologische variabelen als grondwaterstanden en kwel en hoe de voor beekherstel relevante variabelen als beekwaterstanden en beekafvoeren op diverse maatregelen? En wat zijn de hydrologische gevolgen voor de landbouwgebieden? Deze berekeningen leveren de bouwstenen waarmee scenario's (zie verderop) kunnen worden gebouwd. Omdat het visievorming betreft, zijn aan de economische en maatschappelijke uitvoerbaarheid in deze fase geen al te grote beperkingen opgelegd.

De volgende (min of meer eenvoudige) maatregelen zijn gedefinieerd die, voor van toepassing, in het gehele stroomgebied worden doorgevoerd:

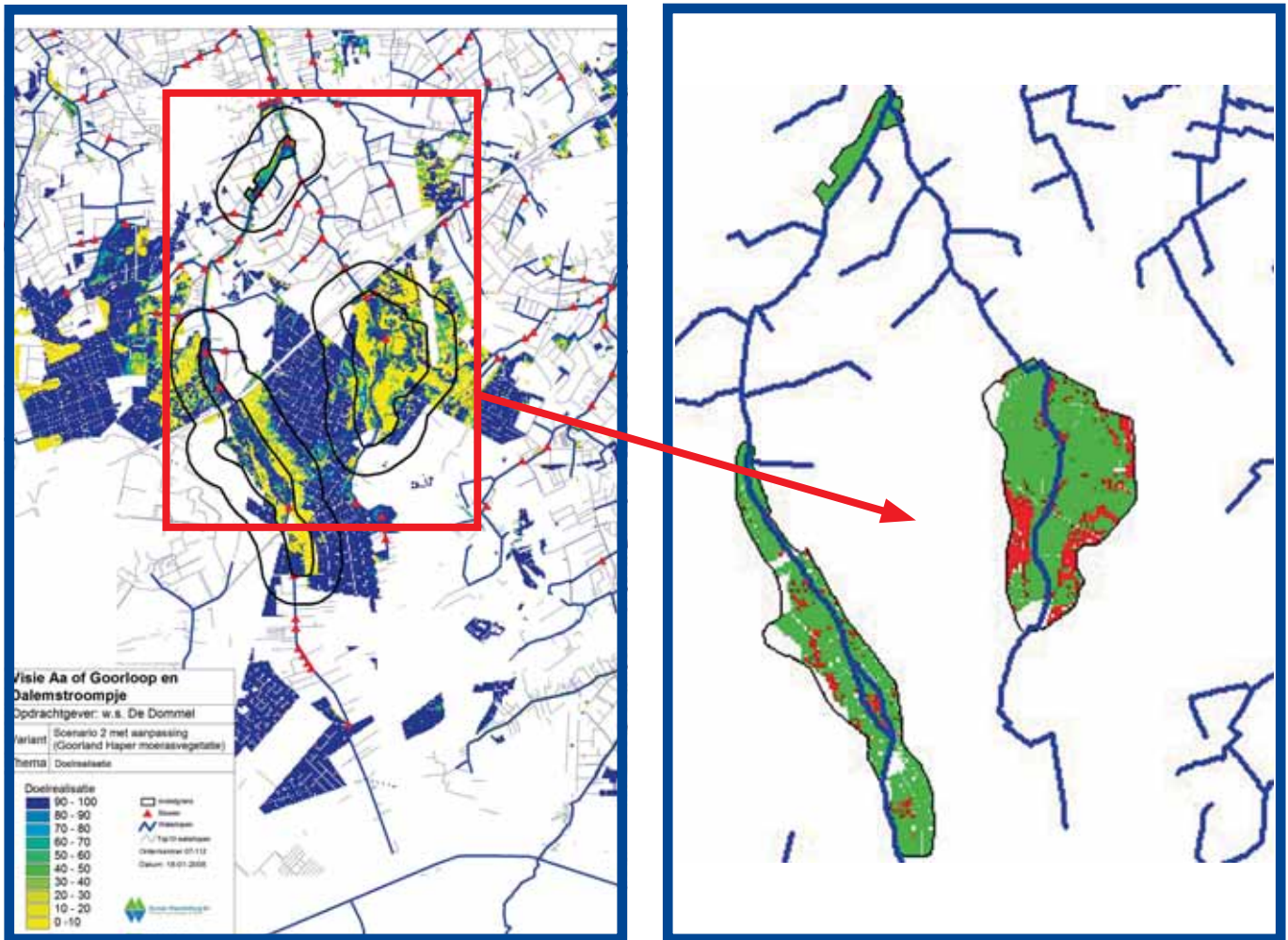
- maximale vernatting van de Natte NatuurParels door in alle Natte NatuurParels en in een 500 meter brede bufferzone alle sloten te dempen en



Afb. 5: Het verschil in het tweede scenario ten opzichte van de uitgangssituatie voor wat de gemiddelde hoogste grondwaterstand betreft en de kwel/wegzijing.

berekening te stoppen. Daardoor is landbouw in de bufferzones praktisch niet meer mogelijk;

- landbouwkundige nog net toelaatbare vernatting van de bufferzones door opzetten van de streefpeilen tot 40 cm -mv, in combinatie met intensivering van de drainage en stoppen van berekening. In bosgebieden buiten de bufferzone worden de diepe sloten gedempt;
- beekherstel, door in de Aa of Goorloop en het Dalemstroompje alle stuwen te verwijderen, de diepte van de beek te beperken tot maximaal één meter en een accoladeprofiel aan te brengen met een bovenbreedte van 20 meter met een 'knik' op 0,3 m -mv, met bijbehorende afvoerrelatie (zie afbeelding 3). In de Natte NatuurParels, de beekdalen en de



Afb. 6: Totale natuurdoelrealisatie van het tweede scenario met in detail de verandering van de natuurdoelrealisatie van dat scenario ten opzichte van de huidige situatie.

- bufferzones worden verder alle sloten gedempt en beregening beëindigd;
- naaldbossen omzetten naar droge heide;
- stoppen met permanente grondwateronttrekkingen.

Aan de hand van kaarten (waarop de wijziging staat ten opzichte van de huidige

situatie) van de GHG, de GLG en de kwel, en verschillen in waterbalanstermen, is een goed inzicht ontstaan in de werking van beschreven maatregelen. Afbeelding 4 geeft een voorbeeld van het effect van het beekherstel op de grondwaterstanden en kwel/wegzijing in het stroomgebied. De detaillering laat duidelijk zien dat de kwel

naar de beek zelf afneemt (rood), maar naar een strook van circa 400 meter naast de beek toeneemt (groen).

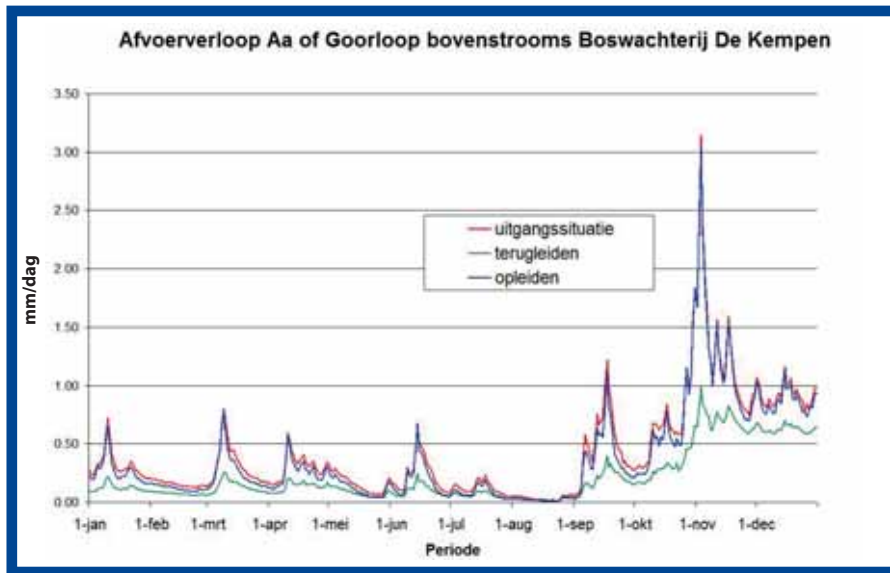
In het algemeen kan geconcludeerd worden dat vooral beekherstel, het omzetten van naaldbout in droge heide en het stoppen van permanente grondwateronttrekkingen in één of meer Natte NatuurParels veel hydrologisch effect hebben.

Specificatie van maatregelen per scenario.

	scenario		
	1	2	3
basismaatregelen			
beekherstel (geen, matig, extreem), op kaart aangegeven	■	■	■
omzetten naaldbout in loofhout conform kaart Staatsbosbeheer	■	■	■
vernattingsmaatregelen in Natte NatuurParels: sloten dempen, beregening gehandhaafd	■	■	■
gebiedsspecifieke maatregelen			
Cartierheide: sloten landbouwgebied in buffer dempen, beregening gehandhaafd	■	■	■
Boswachterij de Kempen: natuurdoeltype Berkenbroekbos/Elsenbroekbos; sloten landbouwgebied in buffer dempen, beregening gehandhaafd	■	■	■
Goorland Hapert: natuurdoeltype moerasvegetatie; bufferzone geen maatregelen	■	■	■
Goorland Hapert: hoger natuurdoeltype; landbouwgebied in buffer maximaal vernatten en beregening stoppen	■	■	■
Zwarte Horstweijer: vernatten door het stoppen van beregening, het verwijderen van drainage, het dempen van sloten, alles grasland	■	■	■

Of deze effecten ook het beoogde herstel teweegbrengen c.q. leiden tot veel landbouwschade, is daarmee niet aan te geven. Hiertoe moeten de effecten worden omgezet in effecten op natuur en landbouw. Met Watnood⁶⁾ zijn de betreffende doelrealisaties bepaald.

Bij gebruik van de door de provincie Noord-Brabant opgestelde natuurdoeltypenkaart en de door Staatsbosbeheer opgestelde eigen natuurdoeltypenkaarten kwam naar voren dat de huidige situatie in grote delen van de beekdalen te nat was voor het natuurdoeltype eikenbos/berkenbos. Een 'verbetering' kan dan alleen worden bereikt door maatregelen die de grondwaterstand verlagen en dat staat haaks op alle ideeën omtrent herstel van watersystemen in dit type gebieden. In overleg is daarom besloten dit natuurdoeltype te vervangen door berkenbroekbos/elzenbroekbos. Voor de nu nog in landbouwkundig gebruik zijnde Natte NatuurParel Goorland Hapert is het



Afb. 7: Afvoerverloop bij gesimuleerde bronmaatregelen bovenstrooms van Boswachterij de Kempen voor 1998.

natuurdoeltype 'moerasvegetatie' genomen. De daarvoor benodigde vernatting kan door de voorgestelde maatregelen ruimschoots worden gehaald.

Scenarioberekeningen

De hiervoor beschreven enkelvoudige maatregelen zijn gebruikt als bouwstenen voor het samenstellen van in eerste instantie drie realistisch geachte scenario's, waarbij voor elk scenario op kaart wordt aangegeven welke maatregel waar wordt toegepast en in welke mate. Dit laatste omdat voor beekherstel twee varianten zijn gedefinieerd: gematigd (de beekbodem maximaal één meter diep) en extreem (waarbij de beekbodem maximaal 60 centimeter diep is) én het omzetten naar droge heide niet haalbaar werd geacht maar wel omzetten naar loofhout. Ook is de maatregel 'bronherstel' toegevoegd die inhoudt dat water in de bovenste delen van het stroomgebied maximaal wordt vastgehouden via het dempen van sloten, het stoppen van beregening en het verhogen van het stuwpeil. De maatregel 'stoppen permanente grondwateronttrekkingen' werd niet haalbaar geacht en is daarom niet meer meegenomen. In de tabel op de vorige pagina zijn per scenario de maatregelen aangegeven.

Voor elk scenario zijn kaarten gemaakt voor de GHG, GLG en kwel/wegzijing. Daarnaast zijn ook voor elk scenario kaarten gemaakt die aangeven wat gewijzigd is ten opzichte van de uitgangssituatie. In afbeelding 5 zijn voor het tweede scenario de kaarten met de wijzigingen gepresenteerd.

Vervolgens zijn met het programma Watnood de doelrealisaties voor natuur en landbouw bepaald. In afbeelding 6 is voor het tweede scenario de totale doelrealisatie voor natuur weergegeven en in de detaillering het verschil met de uitgangssituatie (groen: verbetering, rood: verslechtering).

Uit de drie scenarioberekeningen zijn voor de visievorming belangrijke conclusies

getrokken voor de mogelijkheden van verhoging van natuurwaarden in de drie Natte NatuurParels, en met welke combinatie van maatregelen dat kan worden gerealiseerd.

Met het model zijn ook de mogelijkheden van bronherstel nagegaan. Bronherstel is vertaald naar de hydrologische opgave: is door inrichtingsmaatregelen zowel vernatting van brongebieden als demping van de afvoer (lagere piekafvoeren en kortere perioden van afvoerloosheid) te bereiken? Daartoe zijn de stuwen in de Aa of Goorloop bovenstrooms van Boswachterij de Kempen één meter verhoogd zonder dat de stuwen worden geknepen, en is de afvoer van zijsloten op twee verschillende manieren vastgehouden, namelijk terugleiden oftewel de afvoer van de sloten terugpompen de helling op, én de afvoer van de sloten in een evenwijdig aan de beek lopende sloot opvangen en benedenstrooms zo veel mogelijk weer tot infiltratie brengen.

Vernatting is heel goed te realiseren maar het gewenste effect op de afvoerdynamiek wordt niet bereikt (zie afbeelding 7).

De piekafvoeren worden lager maar de lage afvoeren worden ook lager (met langere perioden van afvoerloosheid). Door de vernatting wordt namelijk een groter deel van het neerslagoverschot via het grondwatersysteem naar buiten het stroomgebied afgevoerd. De conclusie is dat, zonder knijpen van de afvoer, de gewenste demping van de afvoer niet wordt bereikt.

Het modelonderzoek⁷⁾ laat duidelijk zien dat in het stroomgebied van Aa of Goorloop en het Dalemstroompje de gewenste hydrologische situatie te realiseren is voor de bestaande en nog te ontwikkelen natuur. Uit het onderzoek blijkt zelfs dat voor enkele natuurparels hogere natuurdoeltypen haalbaar zijn, zoals in Goorland Hapert en De Kempen. Scenario 2 (zie tabel) lijkt de best haalbare keuze. Met dit scenario wordt invulling gegeven aan onder andere maximaal beekherstel (meandering) in de

natuurgebieden en gematigd beekherstel waar mogelijk. Daarnaast bieden maatregelen in het kader van het tegengaan van verdroging in de vorm van het omzetten van naaldhout naar loofhout en in de vorm van het dempen van sloten in de bufferzones rond de Natte NatuurParels, een bijdrage aan de gewenste natuurontwikkeling. Voor het bovenstrooms van Boswachterij de Kempen gelegen landbouwgebied kan, door middel van de aanleg van een bufferstrook langs de Aa of Goorloop, zo goed mogelijk invulling worden gegeven aan het principe 'water vasthouden'.

Voor natuurontwikkeling in het stroomgebied ligt er een grote opgave, (de ecologische hoofdstructuur, de Natte NatuurParels, de Robuuste Ecologische Verbindingszone én beek- en bronherstel). Getracht wordt zoveel mogelijk deze opgaven te combineren. Het uitgevoerde modelonderzoek blijkt een nuttig instrument voor het invullen van deze opgave voor natuurontwikkeling.

LITERATUUR

- 1) Stiboka (1968). Bodemkaart van Nederland schaal 1:50 000. Toelichting bij de kaartbladen 50 Oost, 51 West, 56 en 57 West.
- 2) Van Walsum P., A. Veldhuizen, P. van Bakel, F. van der Bolt, P. Dik, P. Groenendijk, E. Querner en M. Smit (2004). SIMGRO; theory and model implementation. Alterra. Rapport 913.
- 3) Van der Wal B. (2007). Mondelinge mededelingen betreffende het geohydrologische datamodel door Haskoning gebouwd voor het stroomgebied van De Dommel.
- 4) NITG-TNO (2002). Waterdoelen. Gewenst Grond- en Oppervlaktewater Regime.
- 5) Kleijer H. (2002). Veldkartering grondwaterstandsklassen in de winter voor Waterschap De Dommel.
- 6) STOWA (2005). Watnoodinstrumentarium versie 2.0.
- 7) Poelman A. en P. van Bakel (2008). Modelling van het stroomgebied van Aa of Goorloop en het Dalemstroompje ten behoeve van visievorming.