



Hydrologische optimalisatie in het beekdal van de Ruiten Aa

C. VAN IMMERZEEL, ROYAL HASKONING

W. MOLENAAR, BUREAU MOLENAAR

A. VAN DEN BERG VAN SAPAROE, DIENST LANDELIJK GEBIED

In en rondom het dal van de Ruiten Aa zijn waterhuishoudkundige maatregelen gepland voor de realisering van de ecologische hoofdstructuur (EHS-Westervolde). De geplande maatregelen moeten het gebied geschikt maken voor overwegend natte natuurdoeltypen. In dit onderzoek wordt een optimalisatie-methode gepresenteerd waarmee 'direct', dus zonder iteratieronden, het bijbehorende gewenste grond- en oppervlaktewaterregime (GGOR) kan worden vastgesteld. De methode maakt de knelpunten in het optimalisatieproces zichtbaar. Hierdoor kan een heldere belangenafweging plaatsvinden. De formele vorm van de optimalisatiemethode biedt een aanknopingspunt om in de toekomst het GGOR in natuur- en landbouwgebieden op een integrale manier te bepalen.

In het EHS-gebied zijn door de verschillende natuurbeherende instanties natuurdoeltypen vastgesteld. De bijbehorende gewenste grondwaterstanden zijn echter niet ingevuld. Ook is niet duidelijk welke oppervlaktewaterpeilen nodig zijn om de doeltypen te realiseren.

In opdracht van de Dienst Landelijk Gebied (DLG) heeft Royal Haskoning een optimalisatiemethode ontwikkeld om het gewenste grond- en oppervlaktewaterregime vast te stellen. De methode sluit aan bij het gedachtegoed van de 'Projectgroep Waternood'.

Dit artikel presenteert een optimalisatiemethode aan de hand van de toepassing in het Ruiten Aa dal. Eerst worden de twee modelinstrumenten beschreven die in het onderzoek een sleutelrol hebben gespeeld. Het gaat om een Triwaco grondwatermodel en het ecologisch voorspellingsmodel Duraveg. Daarna wordt duidelijk gemaakt hoe deze modelinstrumenten zijn gebruikt in de optimalisatiemethode. Ter illustratie worden van een deelgebied de resultaten van de methode getoond. In de evaluatie passeert een aantal plussen en minnen de revue.

Het grondwatermodel

In het onderzoek is een Triwaco-grondwatermodel gebruikt voor de berekening van de

hydrologische effecten van de maatregelen op de freatische grondwaterstand.

De uitkomsten van het grondwatermodel vormen het uitgangspunt voor het maken van de vertaalslag naar de ecologie. In verband hiermee zijn de effecten van de maatregelen tijdsafhankelijk met het grondwatermodel berekend. Gerekend is met een langjarige historische periode (1984-1996). De berekeningsresultaten zijn samengevat door middel van kaarten van de gemiddeld hoogste grond-

waterstand (GHG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG). De vertaalslag naar de ecologie is alleen mogelijk door de modelresultaten te relateren aan een gedetailleerde maaiveldshoogtekaart. In het onderzoek zijn de berekeningsresultaten weergegeven ten opzichte van de 1:10.000 maaiveldshoogtekaart. In totaal gaat het om circa 60.000 hoogtepunten.

Duraveg

Met het ecologisch model Duraveg is in het onderzoek vlakdekkend het voorkomen van vegetatietypen voorspeld. De kern van Duraveg wordt gevormd door een databestand van referentievegetaties. Aan iedere referentie is een optimaal grondwaterregime gekoppeld (m-mv). Tevens bevat het databestand per referentie-vegetatie de vereiste grondwaterkwaliteit en het vereiste bodemtype. Door de berekende (tijdsafhankelijke) grondwaterstanden te vergelijken met de optimale grondwaterregimes kan met Duraveg vlakdekkend worden voorspeld welke vegetaties mogelijk zijn.

De optimalisatiemethodiek

Afbeelding 1 toont schematisch de optimalisatiemethodiek zoals die is gebruikt in deze studie. De methodiek is erop gericht om het GGOR vast te stellen in een aantal peilvakken waarvoor een natuurdoeltype is geformuleerd. Zes stappen worden onderscheiden om zover te komen.

Per peilvak gaat het om het vaststellen van:

- het optimale grondwaterregime (GLG-opt & GHG-opt),
- de relaties (zomerpeil (ZP) - GLG) en (winterpeil (WP) - GHG),
- het optimale zomerpeil (ZP-opt) en het optimale winterpeil (WP-opt),
- de randvoorwaarden
- en de bijdrage aan de doelfunctie.

'Projectgroep Waternood'

Het oppervlaktewaterstelsel in het landelijk gebied is in het verleden ingericht en beheerd met als belangrijkste oogmerk de verbetering van de ont- en afwatering voor de landbouw. Bij het vaststellen van inrichtings- en beheersmaatregelen voor oppervlaktewatersystemen stelt de Projectgroep Waternood een nieuwe werkwijze voor. Die moet duurzame ontwikkelingsmogelijkheden scheppen voor alle aan het gebied toegekende functies. In de nieuwe werkwijze wordt een optimaal grond- en oppervlaktewaterregime vastgesteld en vergeleken met het actuele en het verwachte regime na uitvoering van maatregelen. Via een iteratief proces wordt getracht de mate van 'doelrealisatie' zo groot mogelijk te maken. Daarbij is de doelrealisatie gedefinieerd als het quotiënt van de werkelijke opbrengst van bijvoorbeeld landbouw en natuur en de opbrengst onder hydrologisch optimale omstandigheden.

De genoemde iteraties in de GGOR-methodiek kunnen tijdrovend zijn, omdat in elke iteratieronde de effecten van de maatregelen moeten worden geëvalueerd. Bovendien vergt iedere ronde een aanpassing van de maatregelen, waarbij niet altijd op voorhand vaststaat dat de aanpassingen leiden tot een grotere mate van doelrealisatie.

Door optimalisatie ontstaat in de zesde en laatste stap per peilvak het gewenste zomer- en winterpeil (resp. ZP-gewenst en WP-gewenst). De verschillende stappen van de optimalisatiemethodiek worden hieronder toegelicht.

Stap 1: het vaststellen van het optimale grondwaterregime (GLG-opt & GHG-opt)

In de eerste stap wordt bij de vastgestelde natuurdoeltypen via de Duraveg-database het optimale grondwatersregime bepaald. Ten behoeve van de optimalisatie wordt per peilvak één representatieve hoogte (m+NAP) voor de optimale GLG (en GHG) geschat. De representatieve optimale GLG (=GLG-opt, m+NAP) wordt gelijk gesteld aan de mediaanwaarde van alle optimale GLG-hoogten in het peilvak. Op een vergelijkbare manier wordt per peilvak de optimale GHG gevonden (=GHG-opt, m+NAP).

Stap 2: vaststellen de relaties (ZP-GLG) en (WP-GHG)

In de tweede stap wordt per peilvak het verband bepaald tussen het oppervlaktewaterpeil en de grondwaterstand. Hiertoe worden een aantal tijdsafhankelijke scenarioberekeningen met het grondwatermodel uitgevoerd. De scenario's verschillen onderling alléén met betrekking tot de zomer- en winterpeilen. Met behulp van het grondwatermodel ontstaan per peilvak op deze manier twee relaties. De eerste relatie beschrijft het verband tussen het zomerpeil (ZP) en de mediaanwaarde van de gemiddeld laagste grondwaterstand GLG (m+NAP). De tweede relatie beschrijft het ver-

Afb. 1: Schematische weergave van de optimalisatiemethodiek voor de bepaling van de gewenste zomer- en winterpeilen.

band tussen het winterpeil (WP) en de mediaanwaarde van de GHG (m+NAP)

Stap 3: het vaststellen van het optimale zomerpeil (ZP-opt) en het optimale winterpeil (WP-opt)

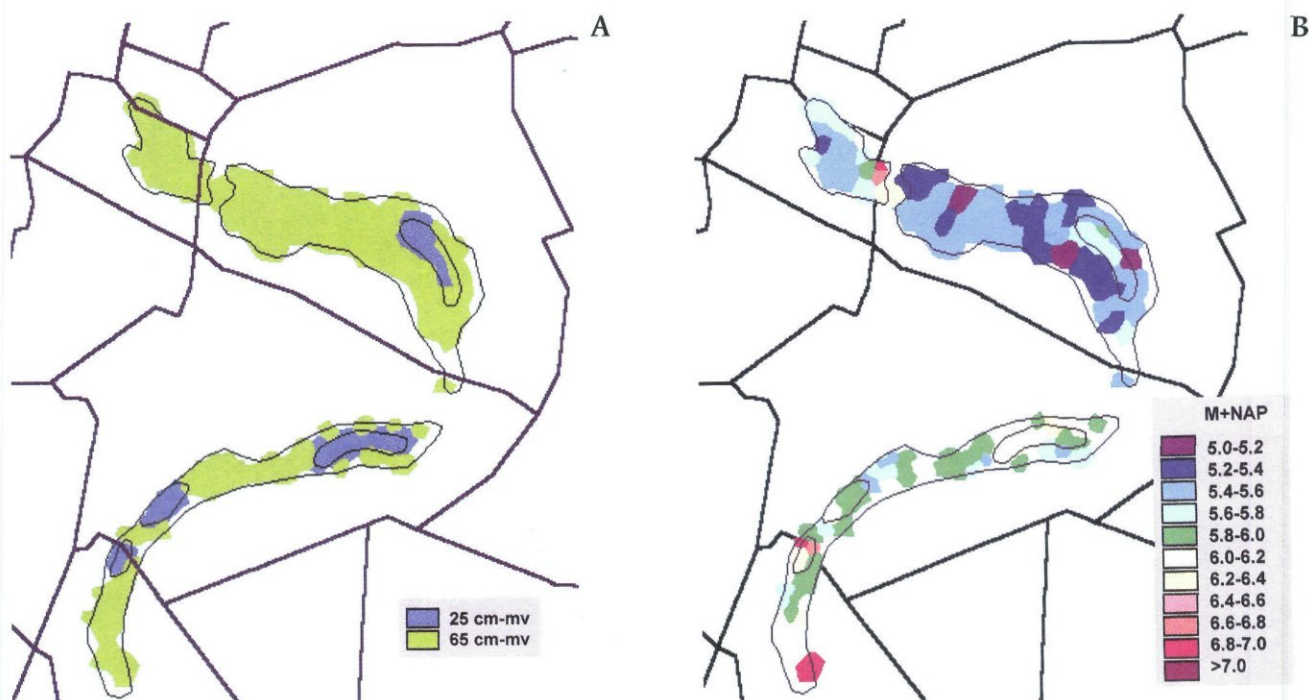
Deze relaties worden gebruikt om, samen met de optimale GLG (=GLG-opt) en de optimale GHG (=GHG-opt) per peilvak het optimale zomerpeil en het optimale winterpeil vast te stellen. Zonder randvoorwaarden zouden deze peilen in de peilvakken moeten worden ingesteld om een optimaal grond-

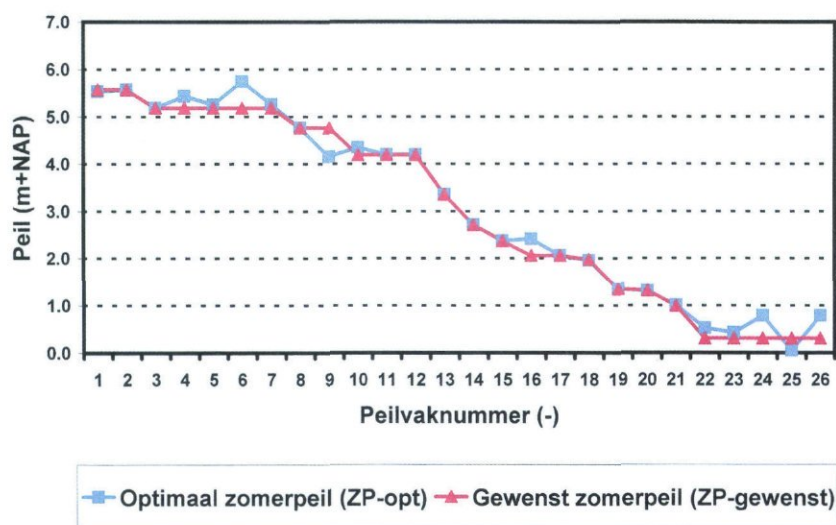
waterregime te realiseren voor de beoogde vegetatietypen.

Stap 4: het vaststellen van de randvoorwaarden

In ieder peilvak zal het zomer- en het winterpeil meestal aan één of meer randvoorwaarden moeten voldoen. Om te beginnen moet de afstroming gegarandeerd zijn: een hoger gelegen peilvak moet dus een peil toegewezen krijgen dat minimaal zo hoog is als een aangrenzend benedenstrooms gelegen peilvak. Daarnaast kan bijvoorbeeld het winterpeil in

Afb. 2: De optimale gemiddeld laagste grondwaterstand in het deelgebied 'De Vennekampen'. (a): cm-mv; (b): m+NAP.





Afb. 3: Het optimale zomerpeil en het peil na optimalisatie van een aantal peilvakken langs de Ruiten Aa.

een peilvak een maximum zijn gebonden in verband met landbouwbelangen en/of bebouwing. Voor natuurgebieden geldt meestal dat het wenselijk is dat het zomerpeil lager is dan het winterpeil. Al deze begrenzings van de zomer- en winterpeilen van de beschouwde peilvakken vormen samen de randvoorwaarden van de peiloptimalisatie.

Stap 5: het vaststellen van de bijdrage aan de doelfunctie

De vijfde stap bestaat uit het opstellen van de doelfunctie. Per peilvak maakt het zomerpeil en het winterpeil deel uit van de doelfunc-

tie. Dit zijn de afhankelijke variabelen: door optimalisatie wordt de best passende waarde gevonden. Doorgaans zal de doelfunctie per peilvak ook een gewichtsfactor bevatten. Deze kan bijvoorbeeld betrekking hebben op het oppervlak van het gebied met natuurwaarden en/of het belang van deze natuurwaarden.

Stap 6: optimalisatie van de zomer- en winterpeilen (ZP-gewenst & WP-gewenst)

Na de bovenstaande formalisatie van het probleem wordt het gewenste oppervlaktewaterregime (ZP-gewenst en WP-gewenst) gevonden door wiskundige optimalisatie. Tijdens

deze optimalisatie wordt net zolang 'geschoven' met de peilen, totdat deze zo min mogelijk afwijken van de optimale peilen, terwijl tevens aan alle randvoorwaarden wordt voldaan.

Resultaten

Hieronder wordt de beschreven methodiek geïllustreerd aan de hand van de resultaten in het deelgebied 'De Vennekampen'.

Afbeelding 2a toont de optimale GLG (cm-mv), zoals die is vastgesteld voor het beoogde natuurdoeltype in dit gebied. In afbeelding 2b is de optimale GLG weergegeven (m+NAP). Afbeelding 2b maakt duidelijk dat waarschijnlijk niet overal de optimale GLG zal kunnen worden gerealiseerd: hiervoor zijn de verschillen in maaiveldshoogte te groot. Gelukkig is dit ook niet nodig, omdat het optimale grondwaterregime van ieder vegetatietype een zekere bandbreedte kent. Deze bandbreedte is voor ieder vegetatietype in de Duraveg-database opgenomen.

De geformuleerde randvoorwaarden kunnen ertoe leiden dat de peilen na optimalisatie afwijken van de optimale peilen. Dit wordt geïllustreerd door afbeelding 3, waarin van een aantal peilvakken langs de Ruiten Aa het optimale zomerpeil (ZP-opt) en het peil na optimalisatie (ZP-gewenst) is weergegeven. In slechts 15 van de 26 peilvakken zijn deze peilen aan elkaar gelijk; in de overige peilvakken wordt het optimale zomerpeil begrensd door de randvoorwaarden.

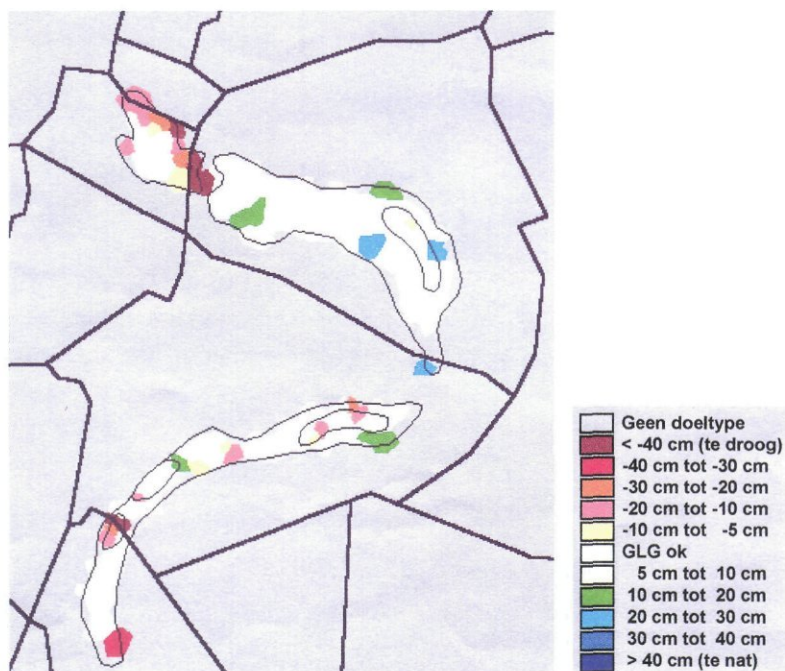
Afbeelding 4 toont een ruimtelijk beeld van de mate waarin de peiloptimalisatie (volgens het grondwatermodel) leidt tot de juiste GLG voor de gewenste natuurdoeltypen in de Vennekampen. In het grijze gebied is geen doeltype geformuleerd. Witte vlekken in afbeelding 4 geven aan dat de berekende GLG voldoet voor het gewenste vegetatie-type. De gekleurde vlakken duiden erop dat de berekende GLG sub-optimaal is voor het gewenste vegetatie-type. Uit afbeelding 4 blijkt dat over het algemeen de berekende GLG voldoet.

Evaluatie

Hierboven is beschreven op welke manier in het Ruiten Aa-dal het gewenste grond- en oppervlaktewaterregime (GGOR) is bepaald. De methodiek heeft een aantal voordelen:

- Tijdrovende trial-and-error ronden in de planvorming kunnen erdoor worden voorkomen;
- Discussies over de gewenste peilen kunnen zich beperken tot de randvoorwaarden van de optimalisatie en de vorm van de doelfunctie: de optimalisatie zelf verloopt 'automatisch';

Afb. 4: De mate waarin de berekende gemiddeld laagste grondwaterstand te nat of te droog is voor het beoogde natuurdoeltype in het deelgebied 'De Vennekampen'.



- Door de formele vorm waarin het optimalisatieprobleem is gegoten, kan het effect van het verwijderen of verzachten van bepaalde randvoorwaarden op de waarde van de doelfunctie makkelijk worden onderzocht. Als op deze manier bijvoorbeeld duidelijk wordt dat een bepaalde restrictie van het winterpeil veel afbreuk doet aan de waarde van de doelfunctie, dan kan deze restrictie ter discussie worden gesteld. Knelpunten worden zo expliciet en vergeleekbaar gemaakt;
- De optimalisatie kan met een standaard-module in een spreadsheet worden uitgevoerd.

De gepresenteerde optimalisatiemethode is gebaseerd op een aantal veronderstellingen waarop wel het één en ander af te dingen is. Zo wordt bijvoorbeeld een verband verondersteld tussen het winterpeil en de GHG (en analoog het zomerpeil en de GLG). Vooral in peilvakken met een extensieve ontwatering gaat deze veronderstelling niet op. Dergelijke peilvakken kunnen echter zonder veel bezwaar buiten de peiloptimalisatie worden gehouden: in een peilvak waarin nauwelijks sloten aanwezig zijn moet je niet het grondwaterregime willen sturen met het slootpeil.

Een andere veronderstelling is dat het peil in een peilvak geen invloed heeft op de grondwaterstand in een aangrenzend peilvak. In de onderhavige, overwegend 'natte' peilvakken met een intensief slotensysteem, valt dit 'uitstralingseffect' mee: de grondwatersituatie in een peilvak wordt vooral bepaald door de lokale ontwatering. Toch is het, mede met het oog op dit 'uitstralingseffect', verstandig om met het grondwatermodel en de gewenste peilen een eindberekening uit te voeren.

In dit onderzoek is, op basis van berekeningen met een hydraulisch model, gebleken dat de gewenste peilen in een aantal peilvakken toch nog wat bijgesteld moeten worden. Een iteratieslag is dus blijkbaar ook mét de optimalisatiemethodiek niet te voorkomen. Het aantal iteraties kan echter beperkt blijven.

Kritisch voor de bruikbaarheid van de optimalisatiemethode is de mate waarin het grondwatermodel in staat is nauwkeurig, tijdsafhankelijk de freatische grondwaterstand te berekenen. In verband hiermee zijn in dit onderzoek de 'berekende' grondwatertrappen vergeleken met 'gekarteerde' grondwatertrappen. Daarbij is gebleken dat de mate van overeenstemming redelijk is; de geconstateerde verschillen zijn vooral te verklaren doordat de gekarteerde grondwatertrappen niet meer actueel zijn in verband met de intensivering van de ontwatering die in het gebied heeft plaatsgevonden.

Uiteraard is in de optimalisatiemethode ook de juiste werking van de Duraveg-instrument belangrijk. Aan de hand van veldbezoek en ecologische gebiedskennis is vast komen te staan dat de met Duraveg 'voorspelde' huidige situatie redelijk overeenstemt met de werkelijkheid. Volledige overeenstemming is niet te verwachten omdat de voorspelde situatie steeds betrekking heeft op de eindtoestand van een vegetatieontwikkeling, terwijl de veldsituatie veelal een tussenstadium laat zien.

Door het instellen van de gewenste peilen creëert de inrichter de randvoorwaarden voor het beoogde natuurdoeltype. Hierdoor verschijnen echter zelden direct de gewenste vegetaties. Hiervoor is een langjarige inspanning van de natuurbeheerder vereist. Deze speelt

dan ook een belangrijke rol bij het feitelijk realiseren van de gewenste natuurdoeltypen.

In de gepresenteerde optimalisatiemethode zijn alleen natuurbelangen in de doelfunctie opgenomen. De methode is echter in principe ook geschikt voor het optimaliseren van de peilen in landbouwgebied. Het 'landbouwbelang' moet dan een plaats krijgen in de doelfunctie en worden afgewogen met het 'natuurbelang'. De manier waarop dit zou kunnen worden gerealiseerd vormt nog een onderwerp van discussie. 

LITERATUUR

- Projectgroep Waternood (1998). Grondwater als leidraad voor het oppervlaktewater, een op het grondwater georiënteerde aanpak voor inrichting en beheer van oppervlaktewater-systemen. Unie van Waterschappen, Dienst Landelijk Gebied.
- Royal Haskoning (2000). Hydro-ecologisch onderzoek EHS-Westerwolde, gebied Ter Borg - De Gaast. Rapportnummer 25244.