
Waterlood en duurzaamheid

Ir. Th.G.J. Witjes

1 Inleiding

De projectgroep Waterlood (een initiatief van de Dienst Landelijk Gebied en de Unie van Waterschappen) heeft in september 1998 het rapport 'Grondwater als leidraad voor het oppervlaktewater' opgeleverd. In dat rapport wordt een methode beschreven voor de inrichting en het beheer van oppervlaktewatersystemen, zowel voor het gewenste grondwaterregime als voor het oppervlaktewater zelf. Aanleiding voor het ontwikkelen van een nieuwe methode is de behoefte meer watersysteemgericht te normeren en te ontwerpen. Daarbij wordt de traditionele werkwijze, gebaseerd op landelijke (droogleggings)normen, los gelaten. In de methode Waterlood is de grondwaterstand sturend voor het oppervlaktewaterbeheer. Het doel van deze methode is een, vanuit waterperspectief, meer optimale situatie voor landbouw, natuur en bebouwd gebied te realiseren. Dit houdt in dat voor al deze functies gestreefd wordt naar een optimale waterhuishoudkundige situatie, binnen de mogelijkheden van het watersysteem en rekening houdend met elkaars belang.

De methode Waterlood wordt gedragen door de waterbeheerders, maar vraagt duidelijk om een andere werkwijze dan tot nu toe wordt gehanteerd in het oppervlaktewaterbeheer. Ook vraagt een grondwatergeoriënteerde aanpak voor de inrichting en beheer van het oppervlaktewater andere en mogelijk meer informatie op een ander detailniveau dan nu het geval is. De methode is verwoord in bovengenoemd rapport. Daarmee zijn vooral de filosofie en de verschillende processtappen in beeld. Deze methode behoeft nog verdere rekenkundige operationalisering: hoe kunnen de verschillende stappen uitgevoerd worden en overzichtelijk (op kaart) worden gepresenteerd. Bij deze rekenkundige operationalisering is door Witteveen+Bos bij verschillende studies afgelopen jaar ervaring opgedaan. Zo is de methode Waterlood toegepast in een case-studie voor twee gebieden in Noord-Brabant, is met de methode een peilbesluit opgesteld, een knelpuntenkaart gemaakt, is een case-studie uitgevoerd om te bestuderen of de methode ook toepasbaar is in stedelijk gebied (Amsterdam) en wordt de methode momenteel toegepast voor het ontwikkelen van een middellange termijnvisie voor het waterbeheer in Almelo-Wierden.

Bij de toepassing van de methode Waterlood binnen deze projecten hebben wij geconstateerd dat het 'dynamisch functioneren van het watersysteem' minder aandacht krijgt, omdat de methode Waterlood zich richt op het in beeld brengen van het gewenste grond- en oppervlaktewaterregime op basis van de bestaande functie en de standplaats (zijnde veelal een gebied met eenzelfde bodemopbouw en eenzelfde hydrologische karakteristiek). Het resultaat van een dergelijke toepassing kan met het oog op de dynamiek van het watersysteem een ongewenste situatie ontstaan die niet als duurzaam wordt beschouwd: een inrichting die voldoet aan de wensen die de verschillende functies stellen maar die leidt tot een situatie met een te snelle afvoer. Om aan dit bezwaar tegemoet te komen zijn door

De auteur is werkzaam bij Witteveen+Bos.

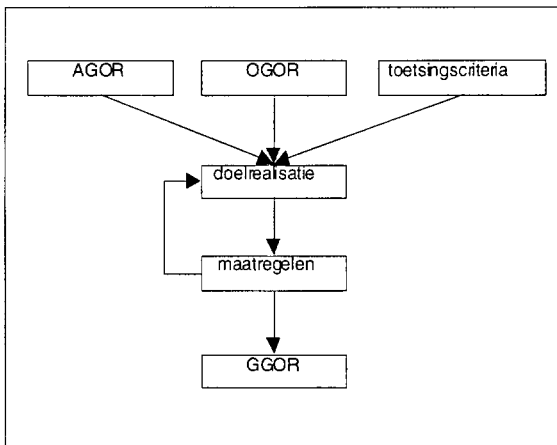
ons drie methoden toegepast om deze dynamiek van het watersysteem in de methode Waterlood onder te brengen, om tot een betere toepassing van de methode te komen, waarbij een duurzame inrichting wordt gerealiseerd.

In dit artikel willen wij een bijdrage leveren aan de discussie om de dynamiek van een watersysteem binnen Waterlood een plaats te geven. Hiertoe worden drie mogelijkheden beschreven die toegepast zijn in de bovengenoemde projecten. Deze mogelijkheden zijn veelal in discussie met de aanwezige waterbeheerders gekozen, en zijn daarmee niet de enige methoden die hiervoor beschikbaar zijn. Voorwaarden die gesteld zijn waren een relatief eenvoudige manieren van uitvoering, op basis van algemeen beschikbare informatie en dat de presentatie van de resultaten goed weergeven wat er in een bepaald deelstroomgebied gebeurt.

Ter illustratie zijn de verschillende stappen van de methode waterlood op hoofdlijnen en zeer vereenvoudigd in afbeelding 1 weergegeven. Daarbij worden de begrippen als volgt gedefinieerd:

- AGOR: actueel grond- en oppervlaktewaterregime;
- OGOR: optimaal grond- en oppervlaktewaterregime (waarbij alleen naar de eisen die het grondgebruik stelt wordt gekeken: sectoraal wensbeeld);
- GGOR: gewenst grond- en oppervlaktewaterregime (waarbij een afweging heeft plaatsgevonden);
- doelrealisatie: de mate waarin het actuele regime afwijkt van het optimale regime.

Voor een verdere technische en theoretische onderbouwing wordt verwezen naar het rapport van de projectgroep Waterlood.



Afbeelding 1: Waterlood.

2 Is de waterbeheerder uiteindelijk wel tevreden met Waternood?

De inzet bij de toepassing van Waternood is om voor de aanwezige functies het optimale grond- en oppervlaktewaterregime te bereiken, daar waar zich problemen voordoen een technische oplossing te kiezen en wanneer dit technisch, economisch of maatschappelijk niet mogelijk is, functieverandering te overwegen. Op deze wijze wordt aan de verschillende bestaande belangen tegemoet gekomen. Deze werkwijze is dus volgend naar de functies. De waterbeheerder wordt echter geconfronteerd met de consequenties van wateroverlast en verdroging omdat geen rekening wordt gehouden met de dynamische processen van het watersysteem.

Waternood zet de waterbeheerder dus strategisch aan de verkeerde kant: volgend in plaats van sturend ten opzichte van de ruimtelijke ordening. Waternood levert de waterbeheerder geen operationele invulling voor het begrip 'dynamiek' en leidt daarmee niet altijd tot een 'duurzaam watersysteem'. Indien de waterbeheerder het begrip dynamiek 'handen en voeten' kan geven om daarmee tot een duurzame inrichting van het watersysteem te komen die niet alleen afhankelijk is van de wensen die de verschillende gebruiksfuncties stellen, heeft het daarmee ook een instrument om sturend te zijn naar de ruimtelijke ordening in haar beheergebied.

3 Mogelijkheden voor dynamiek

Drie mogelijkheden zijn door ons in de verschillende projecten onderzocht om een beeld te krijgen van de dynamiek van het watersysteem:

- waterbalans;
- lineair reservoirmodel (J-model);
- lineair reservoirmodel gekoppeld aan een bodemvochtbakje (RAM-model).

Deze mogelijkheden zijn bekeken op toepasbaarheid en interpreteerbaarheid van het resultaat. Dat wil zeggen, de mate waarin het resultaat, ook bij weinig gebiedskennis en/of voor niet-technici, een duidelijk beeld geeft van de dynamische processen in het watersysteem.

3.1 Waterbalans

Per deelgebied wordt een waterbalans op dagbasis opgesteld. Aangenomen wordt dat een maat voor een duurzaam gebruik van water en watervoorraad is dat:

het neerslagoverschot maximaal tot uitdrukking komt in de bergingsterm.

Een gebied met een kleine berging (in de bodem of door peilstijging) heeft een snelle afvoer, een gebied met veel berging heeft een langzamere afvoer. Dit kan vanzelfsprekend een natuurlijke oorzaak hebben, maar door de waterbalansen vooral vergelijkendewijs te gebruiken, ontstaat inzicht in de dynamiek van de verschillende (deel)systemen.

Deze benadering is goed toepasbaar bij (regionale) watersystemen, waarbij infiltratiegebieden en bijbehorende kwelgebieden in hetzelfde systeem liggen. Voor Waternood-stu-

dies blijkt dat dit schaalniveau vaak te groot is. In veel deelsystemen is of alleen sprake van kwel of van infiltratie. Dit bemoeilijkt de toepassing van het maken van waterbalansen, aangezien de hoeveelheid infiltratie of kwel moeilijk te kwantificeren is. Dit vergt een grondwatermodel en dat lag niet in de bedoeling van de uitgevoerde projecten.

3.2 *J*-model

Het *J*-model is een lineair reservoirmodel waarmee met behulp van de formules van De Zeeuw–Hellinga of Krayenhoff van de Leur op basis van neerslaggegevens en de reservoircoëfficiënt (de *J*-waarde) een afvoer wordt berekend. De *J*-waarde kan op basis van terreinen en bodemeigenschappen worden uitgerekend. Deze *J*-waarde is een functie van :

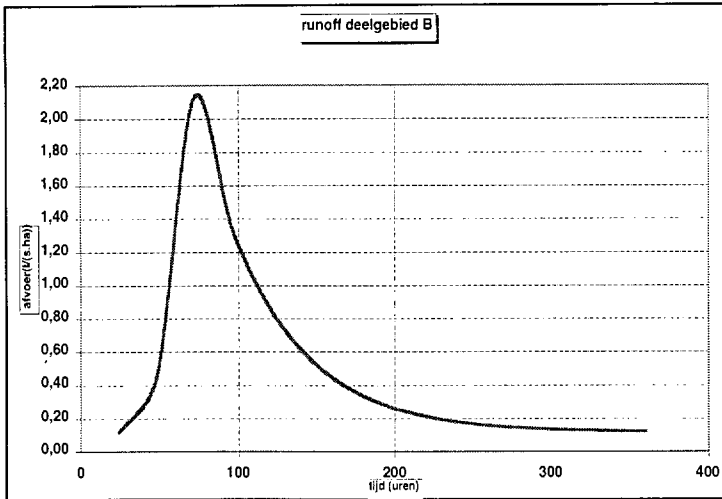
- de bergingscoëfficiënt (μ);
- de afstand tussen de ontwateringsmiddelen (*L*);
- het doorlaatvermogen van de grond (*kD*-waarde).

De *J*-waarde is berekend op basis van een digitaal bestand van de drainage-afstand, dat beschikbaar was bij het waterschap, en het doorlaatvermogen (REGIS). De bergingscoëfficiënt is aan de hand van vocht karakteristieken per bodemtype ingeschat.

In eerste instantie is getracht via de *J*-waarde een beeld te krijgen van de dynamiek van het systeem. Vervolgens is gekeken naar de bruikbaarheid van berekende afvoeren met het *J*-model.

Het resultaat van de berekening van de *J*-waarde is een kaart met blokjes van bijvoorbeeld 50 m × 50 m in verschillende kleuren, die corresponderen met de verschillende *J*-waardeklassen. Hoge *J*-waarden geven aan dat er sprake is van een langzame afvoer, lage waarden dat er sprake is van snelle afvoer. Het effect van verandering van de ontwatering of verandering van het landgebruik op de afvoer kan bepaald worden door het aanpassen van de bergingscoëfficiënt. Nadeel van de methode is dat de bergingscoëfficiënt verandert gedurende het afvoerproces en dus invloed heeft op de dynamiek van het systeem. Dit is niet eenvoudig in te brengen bij het berekenen van de *J*-waarde. Het effect van waterretentie op de afvoer van het deelstroomgebied kan niet gesimuleerd worden door verandering van een van de parameters die nodig zijn voor de berekening van de *J*-waarde. Het resultaat van de kaart met *J*-waarden geeft geen helder beeld dat eenduidig interpreteerbaar is ten aanzien van de dynamische processen in het gebied.

Een beter resultaat wordt verkregen als niet alleen de *J*-waarde wordt berekend, maar per deelstroomgebied een *J*-model wordt gemaakt, waarmee de afvoer van een deelgebied kan worden berekend. Het resultaat van het *J*-model is een grafiek van de afvoer per deelstroomgebied. Ter illustratie is het resultaat van een berekening weergegeven in afbeelding 2. De afbeelding geeft de afvoer in de tijd uit een deelgebied weer, bij een bepaalde hoeveelheid neerslag. Een hoge piek houdt in dat de neerslag snel wordt afgevoerd, er dus relatief weinig berging in de bodem of het oppervlaktewater plaatsvindt en er sprake is van een grote dynamiek. Dit geeft een duidelijk beeld van de dynamiek van het watersysteem. Echter ook hier geldt dat het effect van waterretentie niet direct is te bepalen met het *J*-model. Hiertoe moet een koppeling met een hydraulisch model gemaakt worden, dat vervolgens het effect van retentie op het afvoerloop berekent.



Afbeelding 2: Resultaat J-model.

Eventueel kan tevens gekozen worden voor alleen een neerslag-afvoerberekening zonder koppeling met een hydraulisch model, waarbij de berekening dus op empirische invoerparameters berust. Daarmee kan vooral het effect van veranderingen van grondgebruik en grondwaterstand snel en eenvoudig in beeld worden gebracht.

3.3 RAM-model

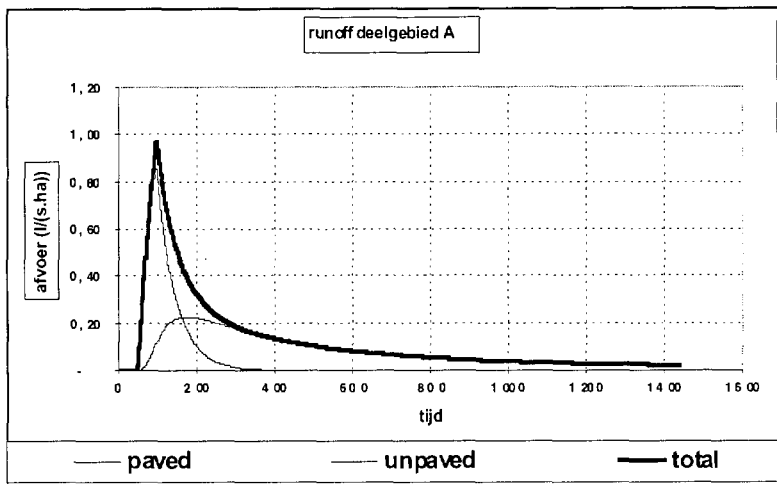
Het RAM-model is een lineair reservoirmodel met daaraan een bodemvochtbakje gekoppeld. Het RAM-model houdt rekening met processen zoals infiltratie, percolatie, capillaire opstijging, wegzijging en kwel.

Met het RAM-model worden de deelstroomgebieden gekarakteriseerd met behulp van neerslagafvoer-relaties. De afvoer van de deelstroomgebieden wordt bepaald door de volgende gebiedsparameters:

- bodemparameters;
- grondwaterstand;
- bodemgebruik;
- snelle afvoer (via drainage);
- langzame afvoer (via het (diepere) grondwater);
- de verhouding tussen deze twee afvoeren.

De laatste drie gebiedsparameters worden bepaald door kalibratie met een hydraulisch model.

Het effect van verandering van de ontwatering of van het bodemgebruik op de afvoer wordt bijvoorbeeld gesimuleerd door verandering van de vochtvoorraad. Het effect van retentie kan niet direct met het RAM-model worden berekend. Ook hier geldt dat daarvoor een koppeling met een hydraulisch model gemaakt moet worden, dat vervolgens het effect van retentie op het afvoerloop berekent. Door de bestaande koppeling tussen het RAM-model en DUFLOW is dit een eenvoudige handeling.



Afbeelding 3: Resultaat RAM-modellering.

Het RAM-model kan in principe op elk schaalniveau uitgevoerd worden. De benodigde invoerparameters zijn over het algemeen gebiedsdekkend digitaal beschikbaar, wat automatische verwerking vergemakkelijkt.

Het resultaat van het RAM-model is een grafiek per deelstroomgebied van de afvoer in de tijd bij een bepaalde neerslaggebeurtenis, die vergelijkbaar is met het resultaat van het J-model (afbeelding 3). Met het RAM-model worden echter tevens de afvoeren per type grondgebruik berekend. In afbeelding 3 is bijvoorbeeld onderscheid gemaakt in verhard en onverhard (paved en unpaved). Dit geeft een duidelijk beeld van de dynamiek van het watersysteem (NB afbeelding 2 en 3 betreffen verschillende gebieden.) Door de bestaande koppeling met DUFLOW kan het effect van waterretentie eenvoudig worden berekend.

Ook hier geldt dat eventueel gekozen kan worden voor alleen een neerslag-afvoerberekening zonder koppeling met een hydraulisch model, waarmee vooral het effect van veranderingen van grondgebruik en grondwaterstand snel en eenvoudig in beeld kan worden gebracht.

4 Conclusie

Van de bovenbeschreven methoden is ons inziens het berekenen van neerslag-afvoercurves het meest geschikt, om het dynamisch karakter van een watersysteem in de methode Waterlood onder te brengen om tot een meer duurzame inrichting van het watersysteem te komen. Belangrijk voordeel is dat het resultaat van de neerslag-afvoermmodellering helder te interpreteren is en dat de berekeningen op elk schaalniveau uitgevoerd kunnen worden op basis van beschikbare (digitale) informatie. Daarbij heeft het RAM-model de voorkeur boven het J-model, omdat de diverse processen die invloed hebben op het neerslag-afvoerloop in het RAM-model beter zijn verwerkt en bij de berekening gelijktijdig de afvoeren op de verschillende typen grondgebruik in één keer worden berekend. Daarnaast heeft het RAM-model een bestaande koppeling met een hydraulisch model. Waarschijnlijk biedt het

RR-model binnen sobek dezelfde mogelijkheden als de RAM-DUFLOW-combinatie. Deze is echter door ons in de voornoemde projecten niet toegepast. De waterbalans geeft een helder beleidsmatig streven, maar draagt niet bij aan een operationalisering van de begrippen 'dynamiek' binnen de methode Waterlood.

Met het resultaat van de neerslag-afvoermodellering kan de waterbeheerder makkelijk richting de ruimtelijke ordening de discussie aangaan bij veranderingen van de openbare ruimte. Elke functie kan op haar waterwensen worden bediend, echter onder de voorwaarde dat geen negatieve invloed op de neerslag-afvoerkarakteristiek van de huidige of toekomstig gewenste situatie ontstaat. Op deze wijze heeft de waterbeheerder een operationeel middel om sturend te zijn naar de ruimtelijke ordening in haar beheersgebied.

Wij hopen dat wij met dit artikel een bijdrage hebben geleverd aan het operationaliseren van de methode Waterlood. Vooralsnog zien wij dit als een eerste stap die de komende periode verdere uitwerking en aanscherping behoeft.

5 Verantwoording

Dit artikel is tot stand gekomen door de ervaringen die wij hebben kunnen opdoen in een aantal projecten. In deze projecten hebben de diverse project- en werkgroepleden een actieve inbreng gehad bij het operationaliseren van de methode en het operationaliseren van een kwantitatieve maat voor de dynamiek van het watersysteem om tot een duurzame inrichting te komen. Op deze wijze willen wij hen danken voor hun inspirerende bijdrage.