
Neerslaglenzen: sterke ruimtelijke variatie

Ben van der Wal

Bij natuurontwikkelingsprojecten is het van belang inzicht te krijgen in de watersamenstelling in de wortelzone. Hydrologische effecten van herstelmaatregelen worden vaak bepaald met numerieke grondwatermodellen waarmee een ruimtelijk beeld van de effecten op de grondwaterstand en de kwelsituatie wordt verkregen. In dit artikel wordt een methode besproken die, gekoppeld aan een numeriek grondwatermodel, een ruimtelijk beeld geeft van de vorming van neerslaglenzen en daarmee inzicht geeft in de te verwachten watersamenstelling in de wortelzone.

Inleiding

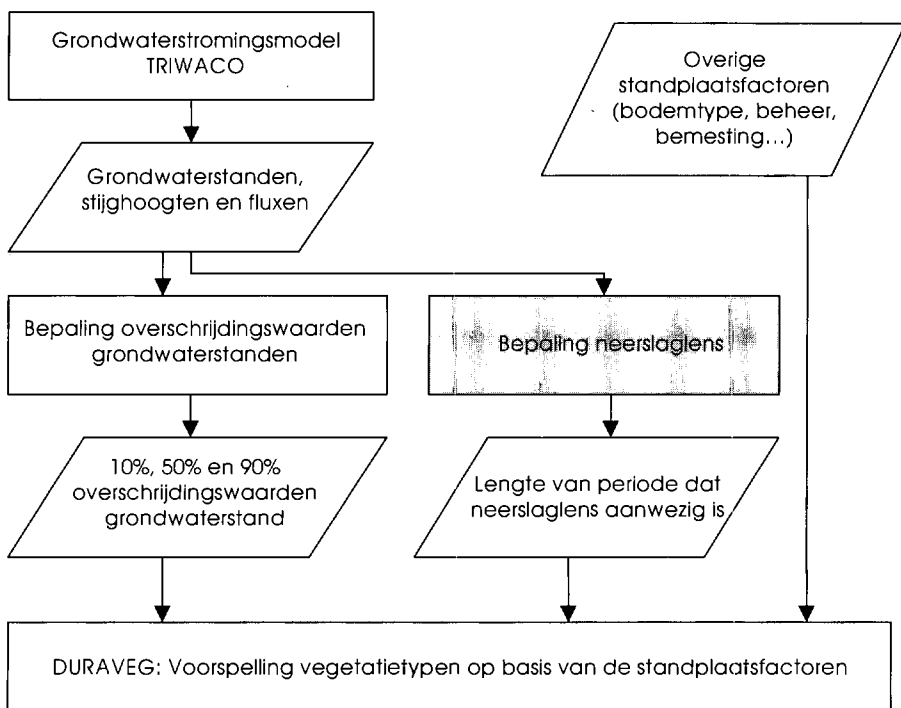
Door infiltratie van neerslagwater in de bodem ontstaat een zone in de ondergrond met de watersamenstelling van neerslagwater. In kwelgebieden kan de zone zich slechts beperkt in de diepte verbreiden. Er is dan sprake van een neerslaglens in het grondwater met een afwijkende samenstelling van het grondwater onder de lens. Kennis van de watersamenstelling in de wortelzone is van belang omdat de watersamenstelling sterk onderscheidend is voor de mogelijke vegetatietypen in het gebied.

Te verwachten is dat door sterk wisselende omstandigheden in een gebied zowel de grondwaterstand als de watersamenstelling sterk kunnen variëren. Om deze reden is bij IWACO een ecohydrologische effectvoorspellingsmodule (DURAVEG) ontwikkeld die is gekoppeld aan het grondwaterstromingsprogramma TRIWACO (zie schema in figuur 1). Door de directe koppeling kan een ruimtelijke voorspelling verkregen worden van vegetatietypen op basis van een aantal standplaatsfactoren. Een voordeel is dat direct inzichtelijk wordt welke vegetatietypen in gradienten naast elkaar kunnen voorkomen.

Een belangrijk onderdeel van de module vormt een juiste vaststelling van de aanwezigheid van neerslagwater in de ondergrond. In dit artikel wordt de werking van het neerslaglensprogramma besproken en wordt aan de hand van een praktijkvoorbeeld zichtbaar gemaakt hoe sterk de te verwachten dikte van de neerslaglens kan variëren in een gebied. Als voorbeeld is gekozen voor een gebied tussen de grote rivieren in de omgeving van Gameren.

Bij de bespreking van de methode van de neerslaglensberekening wordt stilgestaan bij de vraag in hoeverre de wijze van schematisatie van de waterlopen in het grondwaterstromingsmodel de berekende dikte van de neerslaglens beïnvloedt. Daarnaast wordt dankbaar gebruik gemaakt van het artikel 'Neerslaglenzen: vorm en dynamiek' van Anton Poot en

B.J. van der Wal is werkzaam bij Royal Haskoning (voorheen IWACO; per 1 september is IWACO opgegaan in Royal Haskoning), afdeling Water en Ruimte, Bosveldweg 21, Postbus 525, 5201 AM Den Bosch; telefoon (073) 687 41 47, e-mail: b.vanderwal@royalhaskoning.com.



Figuur 1: Schema ecohydrologische effectvoorspellingsmodule met als onderdeel: Bepaling neerslaglens.

Paul Schot (2000) door uitkomsten van een tweetal hypothetische situaties te vergelijken met uitkomsten beschreven in genoemd artikel.

Neerslaglensberekening met een numeriek grondwatermodel; twee schematisatievormen

Het neerslaglensprogramma bepaalt de diepte van de neerslaglens op basis van fluxen berekend met het numerieke grondwatermodel TRIWACO (zie kader 'Methodiek berekening neerslagfront').

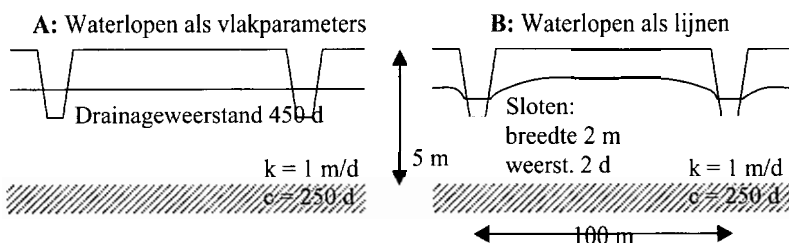
Waterlopen kunnen als lijnelementen in het grondwatermodel opgenomen worden. Het grondwatermodel berekent dan het verloop van de grondwaterstand tussen de waterlopen. Waterlopen of drainage kunnen ook geschematiseerd worden als vlakparameters. De exacte lokatie van de drainagemiddelen wordt in het model niet opgegeven. De drainerende werking wordt dan als het ware over het oppervlak versmeerd. Als de grondwaterstand boven het drainageniveau komt vindt afvoer van grondwater plaats. Naast een drainageniveau wordt een drainageweerstand opgegeven. Binnen TRIWACO kunnen 4 verschillende drainageniveau's onderscheiden worden, waaronder afvoer over maaiveld. Voor elk niveau kan een aparte weerstand opgegeven worden.

Gebruikelijk is dat in ieder geval de belangrijke primaire waterlopen als lijnelementen in het model worden opgenomen. Secundaire waterlopen, drains en rabatten worden vaak middels vlakparameters geschematiseerd. De gevolgen van de keuze voor de

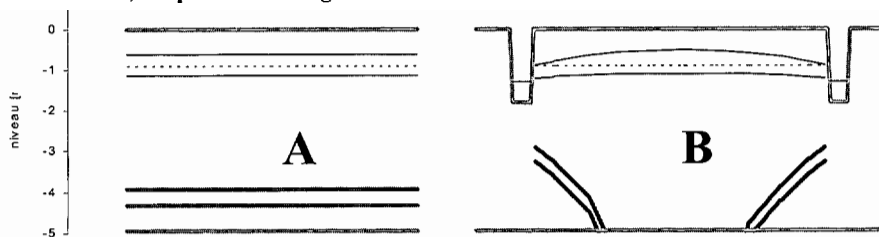
neerslaglenzen zijn met behulp van twee voorbeelden (zie figuur 2) zichtbaar gemaakt door de neerslaglenzen te berekenen zowel met de sloten geschematiseerd als lijnelementen als middels vlakparameters. Ten behoeve van de berekening waarbij de sloten zijn geschematiseerd middels vlakparameters is de drainageweerstand berekend met de formule van Bruggeman. Voor beide voorbeeldsituaties is een drainageweerstand berekend van 450 dagen (de vuistregel slootafstand=drainageweerstand gaat dus niet altijd op!).

Deze twee voorbeelden zijn dezelfde voorbeelden als gebruikt in het artikel 'Neerslaglenzen: vorm en dynamiek' van Anton Poot en Paul Schot (2000). De resultaten van de verschillende methoden zijn daardoor te vergelijken.

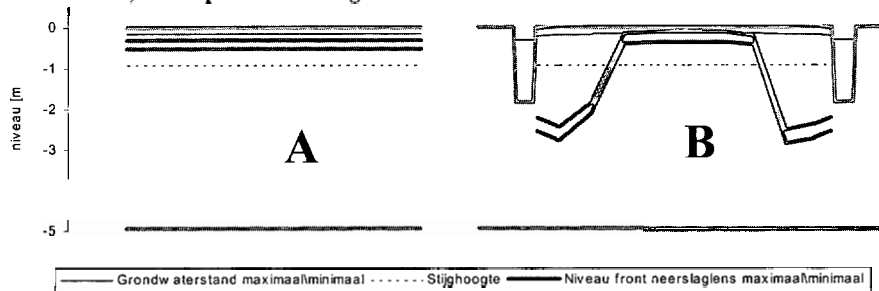
Schematisatie



Voorbeeld 1, Diepe ontwatering



Voorbeeld 2, Ondiepe ontwatering inclusief afvoer over maaiveld



Figuur 2: Berekende neerslaglenzen in twee voorbeeldsituaties, diepe (voorbeeld 1) en ondiepe ontwatering (voorbeeld 2), bij schematisatie van waterlopen als vlakparameters (A) en als lijnelementen (B).

In figuur 2 zijn de hoogst en laagst berekende waarden gepresenteerd van de grondwaterstand en het front van de neerslaglens. De berekeningen zijn tijdsafhankelijk uitgevoerd op basis van langjarig gemiddelde neerslag en verdamping. De hoogste en laagste grondwaterstand treden niet gelijktijdig op met de hoogste en laagste waarde van het front van de neerslaglens. Op basis van langjarig gemiddelde neerslag en verdamping is het front van

de neerslaglens het diepst begin mei en het minst diep eind september, terwijl de grondwaterstand in februari maximaal is en minimaal in juli-augustus.

In voorbeeld 1 is de stroming, bij de schematisatie als lijnelementen, in het midden van het perceel overwegend naar beneden gericht. Het front van de neerslaglens blijft zich neerwaarts verplaatsen en er wordt geen evenwicht berekend. Bij de sloten is de stroming steeds naar boven gericht en wordt wel een evenwichtsdiepte van het front berekend.

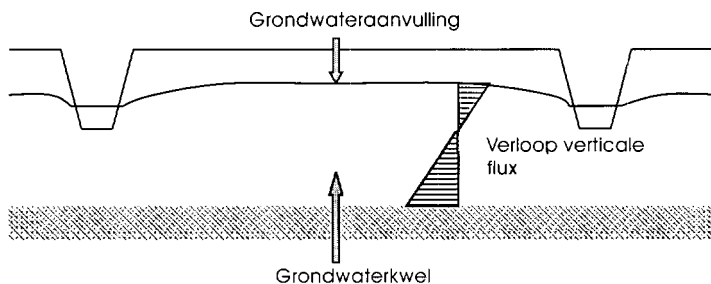
Bij een ondiepe ontwatering in combinatie met voldoende kweldruk, zoals in voorbeeld 2, komt in de natte periode water boven maaiveld dat vervolgens afgevoerd kan worden. Dit leidt tot een situatie waarin gedurende een groot deel van het jaar de stroming in het midden van het perceel omhoog gericht is. Er kan zich nauwelijks een neerslaglens vormen.

In figuur 2 zijn ook de resultaten zichtbaar gemaakt van de berekeningen waarbij de waterlopen middels vlakparameters zijn geschematiseerd. Het grondwaterstromingsprogramma berekent in dat geval een gemiddelde opbolling tussen de sloten die gelijk is aan driekwart van de maximale opbolling zoals berekend met de waterlopen als lijnelementen. In voorbeeld 1 is de berekende diepte van het front van de neerslaglens een gemiddelde diepte over het perceel als deze vergeleken wordt met de diepte berekend met de waterlopen als lijnelementen geschematiseerd. In voorbeeld 2 speelt de afvoer over maaiveld een

Methodiek neerslaglensberekening

Met het grondwaterstromingsprogramma wordt een tijdsafhankelijke berekening uitgevoerd. Vervolgens wordt met het neerslaglensprogramma voor elke tijdstap een vertikaal verloop van de flux bepaald. In het meest eenvoudige geval, als er geen drainage is, uitgezonderd runoff, is dit een lineair verloop (zie figuur 3) tussen de grondwaterspiegel en het niveau van de basis van het pakket. De flux varieert dan van de grondwateraanvulling boven in het pakket tot de grondwaterkwel onderin. Met de verticale flux wordt de snelheid en de verticale verplaatsing van het neerslagfront berekend.

Bij het gebruik van de vlakparameters kan opgegeven worden welk deel van het pakket meewerkt aan de drainage. In het geval van bijvoorbeeld rabatten is het denkbaar dat bij een gelaagde opbouw van het pakket slechts in het bovenste deel stroming naar de rabatten plaatsvindt.



Figuur 3: Verloop verticale flux

Onder de sloot zelf zal de neerslaglens bij voldoende kwel afwezig zijn. Er is voor gekozen met het programma het front van de neerslaglens vlak naast de waterloop in het perceel zichtbaar te maken waar nog wel een neerslaglens gevormd kan worden (zie figuur 2).

belangrijke rol en die is in beide gevallen op dezelfde manier gemodelleerd. Het front van de neerslaglens wordt dan ook nagenoeg op dezelfde diepte berekend als in het midden van het perceel bij de berekening met waterlopen als lijnelementen.

Geconcludeerd kan worden dat bij een schematisatie van de waterlopen middels vlakparameters goed inzicht wordt gekregen in de (gemiddelde) diepte van de neerslaglens. Bij de schematisatie als lijnelementen wordt meer inzicht in de vorm van de neerslaglens verkregen. Hoe gedetailleerder de stroming in de ondiepe ondergrond gemodelleerd wordt hoe beter ook de vorm en diepte van de neerslaglens berekend kan worden. Het gebruik van numerieke grondwaterstromingsmodellen maakt verdere detaillering van de ondiepe ondergrond goed mogelijk.

De berekende diepte en de dynamiek van de neerslaglensen blijken goed overeen te komen met de berekende diepte en de dynamiek zoals gepresenteerd door Poot en Schot (2000). Uiteraard is het van belang dat het gebruik van verschillende methoden niet tot zeer grote verschillen in resultaten leiden. Het is echter ook van belang de berekende resultaten te kunnen toetsen aan gemeten situaties. Aangezien metingen niet beschikbaar zijn is toetsing alleen mogelijk bij gebruik in de ecologische effectvoorspellingsmodule door de berekende dikte van de neerslaglensen te vergelijken met de zones waar grondwaterafhankelijke vegetatietypen voorkomen.

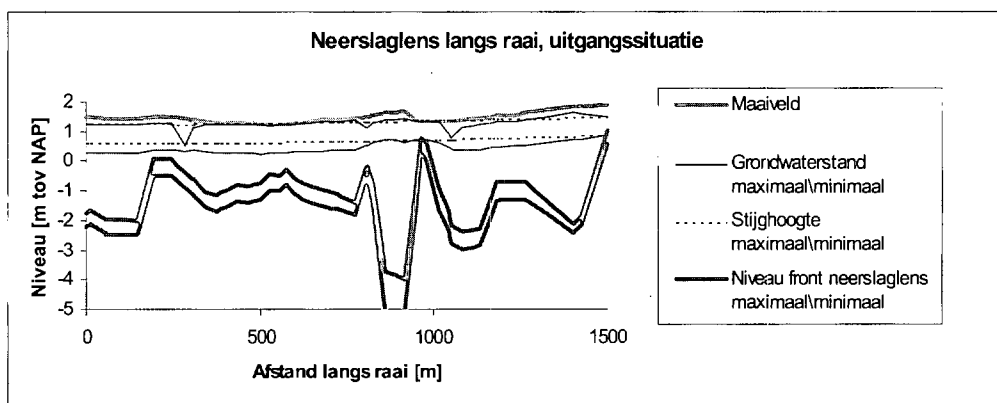
Berekende neerslaglens in het rivierengebied bij Gameren

In het rivierengebied tussen de Maas en de Waal is voor een natuurgebied bij Gameren een studie verricht naar de mogelijkheden om verdroging tegen te gaan (figuur 4). In het gebied is sprake van een beheerst oppervlaktewaterpeil, waarbij een relatief laag peil wordt gehandhaafd. Het gebied wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van een slechtdoorlatende deklaag boven een zeer goed doorlatend watervoerend pakket met noord-zuid gerichte grondwaterstroming van de Waal naar de Maas. De deklaag heeft een sterk wisselende dikte waardoor waterlopen de deklaag soms wel en soms niet doorsnijden.

De hoofdwaterlopen zijn als lijnelementen in het model opgenomen. Deze zijn duidelijk zichtbaar in figuur 4. De overige waterlopen zijn in het model middels vlakparameters opgenomen. Ook drains komen in het gebied voor en zijn in het model met behulp van vlakparameters opgenomen. Tenslotte is er rekening gehouden met afvoer over maaiveld.



Figuur 4: Het studiegebied bij Gameren.

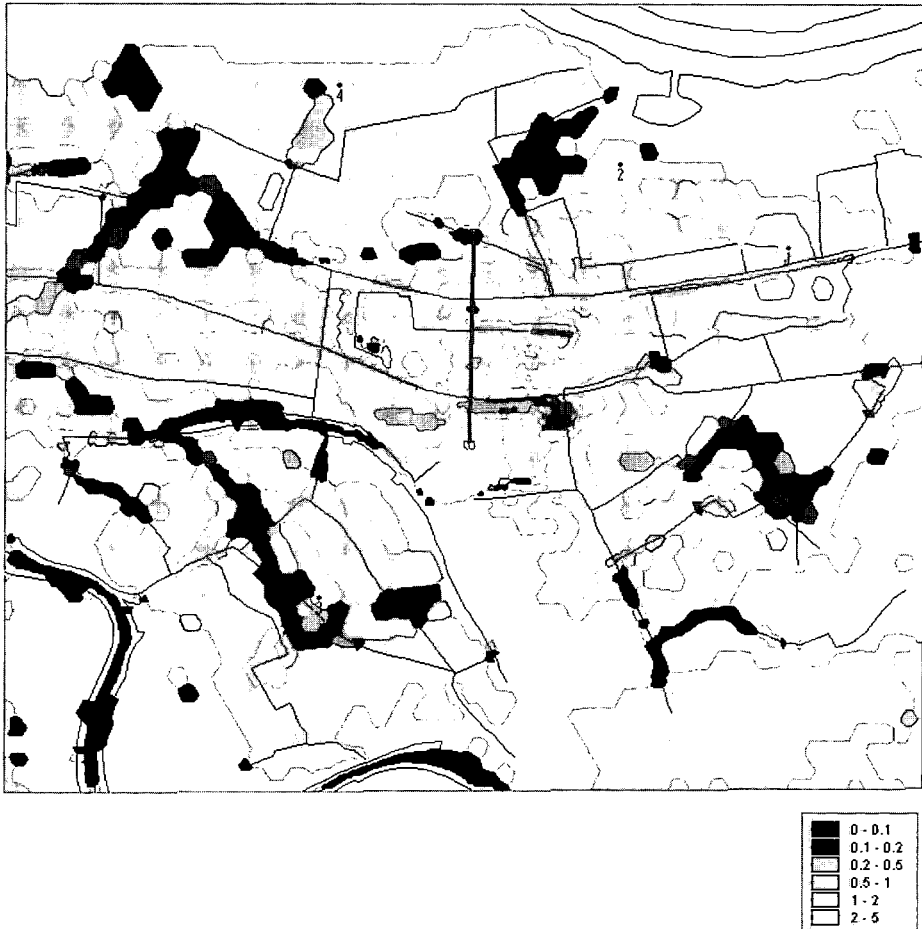


Figuur 5: Front van de neerslaglens en grondwaterstand langs raai a-a, zie figuur 4.

Het grillige verloop van het front van de neerslaglens zoals weergegeven in figuur 5 wordt voornamelijk veroorzaakt door de variatie in maaiveld en in hydraulische weerstand van de deklaag. De geringere diepte van het front van de neerslaglens op circa 250, 1000 en 1500 meter langs de raai wordt veroorzaakt door een lokaal lagere hydraulische weerstand. Door de lagere weerstand ontstaat een grotere kwelstroom opwaarts met het gevolg dat de neerslaglens minder dik is. Dat behalve een lage weerstand ook het maaiveld een rol speelt is te

zien langs de raai tussen circa 750 en circa 1000 meter. De hydraulische weerstand is hier laag wat blijkt uit het feit dat de grondwaterstand en de stijghoogte gelijk zijn. Echter alleen daar waar het maaiveld laag is kan door run-off in de winter de dikte van de neerslaglens beperkt blijven.

De minimale dikte van de neerslaglens is ook ruimtelijke weergegeven in figuur 6.



Figuur 6: De berekende minimale dikte van de neerslaglens [m].

Samenvatting en conclusies

Het gepresenteerde neerslaglensprogramma berekent de dikte van de neerslaglens tijdsafhankelijk op basis van de verticale fluxen zoals die worden berekend met een grondwaterstromingsmodel, opgezet met het programmapakket TRIWACO. Het berekenen van de dikte van de neerslaglens verschaft inzicht in de watersamenstelling van de ondiepe ondergrond. Kennis van de watersamenstelling in de wortelzone is van belang omdat de watersamenstelling sterk onderscheidend is voor de mogelijke vegetatietypen in het gebied.

Het programma voor de berekening van neerslaglenzen is dan ook onderdeel van de ecologische effectvoorspellingsmodule DURAVEG, waaraan later nog een artikel zal worden gewijd.

Een tweede voordeel van een directe koppeling aan een numeriek grondwaterstromingsmodel is dat de modellering van de stroming in de ondiepe ondergrond zeer gedetailleerd uitgevoerd kan worden. Dat de keuze van schematiseren invloed heeft op de resultaten van de neerslaglensberekening wordt zichtbaar bij de vergelijking die is gemaakt tussen schematisatie van waterlopen als lijnelementen en middels vlakparameters. Hoe meer detail verkregen wordt in het stromingsbeeld hoe meer detail te verwachten is in het berekende front van de neerslaglens.

De directe koppeling van de neerslaglensberekening aan een numeriek grondwaterstromingsmodel heeft het voordeel dat een ruimtelijk beeld wordt verkregen van de dikte van de neerslaglens. Dit is een belangrijk voordeel zoals het voorbeeld van het studiegebied bij Gameren illustreert, omdat de vorming van de neerslaglens sterk afhangt van lokale variaties in relief, ondergrond en afwateringspatroon binnen het gebied.

Referenties

- Immerzeel, C.H. van, U. Vegter en P.P. Schot (1996)** Toepassing van een neerslaglensmodel bij hydro-ecologische herstelprojecten; in: *H₂O*, jrg 26, nr 10, pag 293–296.
- Poot, A. en P.P. Schot (2000)** Neerslaglenzen: vorm en dynamiek; in: *Stromingen*, jrg 4, nr 6, pag 13–25.