

De Maas : Interactie tussen grondwater en oppervlaktewater

Oppervlaktewater kan interageren met het grondwatersysteem door:

- draineren of
- infiltreren.

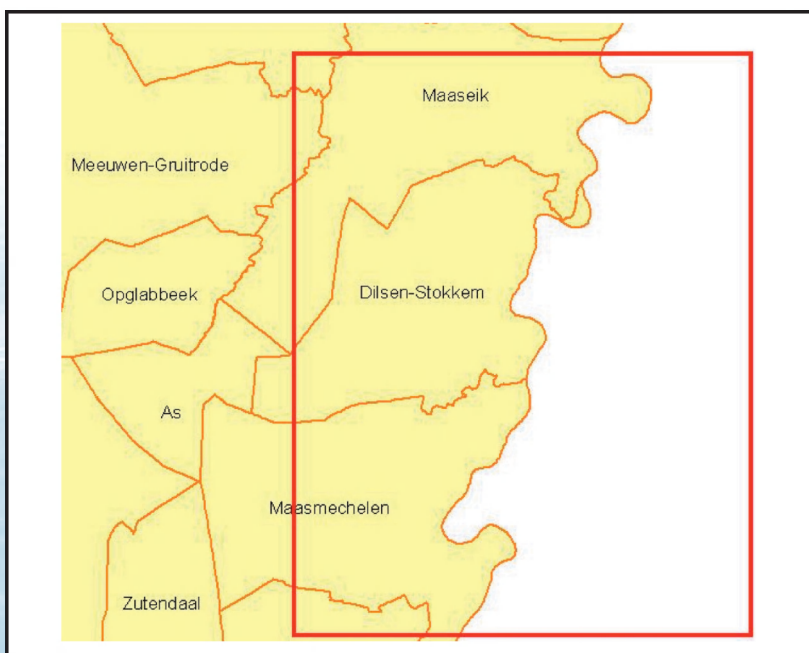
Het inschatten van de grootte van deze interactie en de systeemwerking zijn noodzakelijk voor het beheer en het bepalen van de impact van ingrepen aan het grond- en oppervlaktewatersysteem. Dit kan gebeuren aan de hand van metingen en modellen.

Nv De scheepvaart (Herman Gielen, Joke Verstraelen) en Haskoning hebben voor deze metingen, modelleringen en verwerking van de resultaten enkele nieuwe methodes en tools opgesteld. Deze methodiek werd opgesteld in het kader van ingrepen aan het grensmaassysteem en zal aan de hand van dit voorbeeld toegelicht worden.

Oppervlaktewater kan interageren met het grondwatersysteem door te draineren of te infiltreren. Het inschatten van de grootte van deze interactie en de systeemwerking zijn noodzakelijk voor het beheer en het bepalen van de impact van ingrepen aan het grond- en oppervlaktewatersysteem. Dit kan gebeuren aan de hand van metingen en modellen. Nv De Scheepvaart en Haskoning hebben voor deze metingen, modelleringen en verwerking van de resultaten enkele nieuwe methodes en tools opgesteld. Deze methodiek werd opgesteld in het kader van ingrepen aan het Grensmaassysteem en zal aan de hand van dit voorbeeld toegelicht worden. De Maas heeft namelijk een grote impact op het grondwatersysteem en is daarom een ideaal voorbeeld voor het bestuderen van de interactie.

Het studiegebied situeert zich daar waar de Maas de grens vormt met Nederland. De ingrepen aan het Maassysteem hadden in de eerste plaats als

Illustratie 1: situering van het projectgebied



doel om de veiligheid in het mijnverzakkingsgebied te verhogen (door de waterstand bij een hoogwatersituatie te laten dalen). Een belangrijke randvoorwaarde voor het project is dat de winning van de VMW niet in gedrang mag komen (geen waterstandsverlagingen bij laagwater). Daarnaast wenst men eveneens een meer natuurlijke Maasbedding.

De interactie tussen het grondwater en het oppervlaktewater kan zoals reeds vermeld bepaald worden aan de hand van metingen en modelleringen. Wat betreft metingen werden er peilbuizen ingemeten, peillatten opgemeten en infiltratie- en drainageweerstanden bepaald. Qua modelleringen werd er gebruik gemaakt van zowel een oppervlaktewatermodel als een grondwatermodel. Als oppervlaktewatermodel werd er gebruik gemaakt van WAQUA. Wat betreft het grondwater werd er gemodelleerd met Triwaco. Triwaco is een eindig elementenprogramma voor de berekening van stationaire en niet-stationaire grondwaterstromingen in een meerslagensysteem.

Triwaco heeft de volgende mogelijkheden :

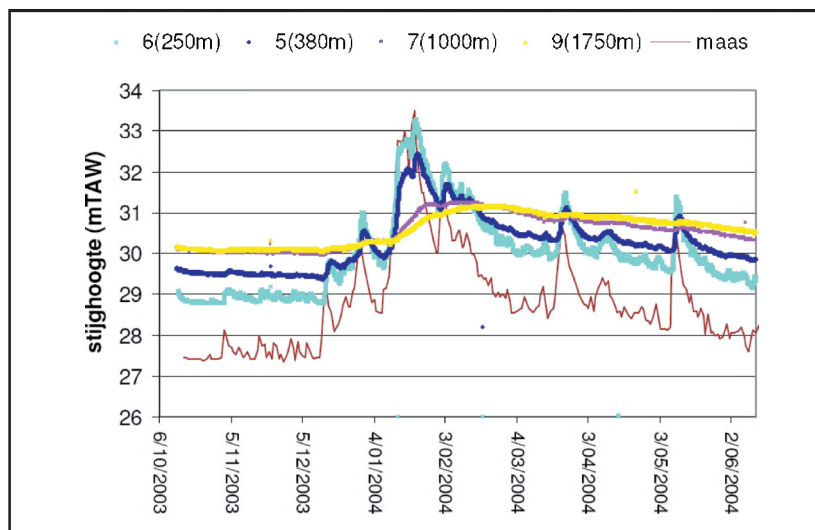
- Berekening van grondwaterstroming in meerdere lagen volgens de eindige elementenmethode;
- Stationaire en tijdsafhankelijke berekening van (freatische) grondwaterstanden en stijghoogten, fluxen en waterbalansen;
- Groot aantal opties voor modellering van de relatie tussen grond- en oppervlaktewater - (greppels, sloten, beken, rivieren, meren en plassen);
- Invoer van anisotropie en inhomogeniteiten;
- Mogelijkheid om het rekennetwerk op maat te maken met plaatselijke verdichtingen.

Metingen

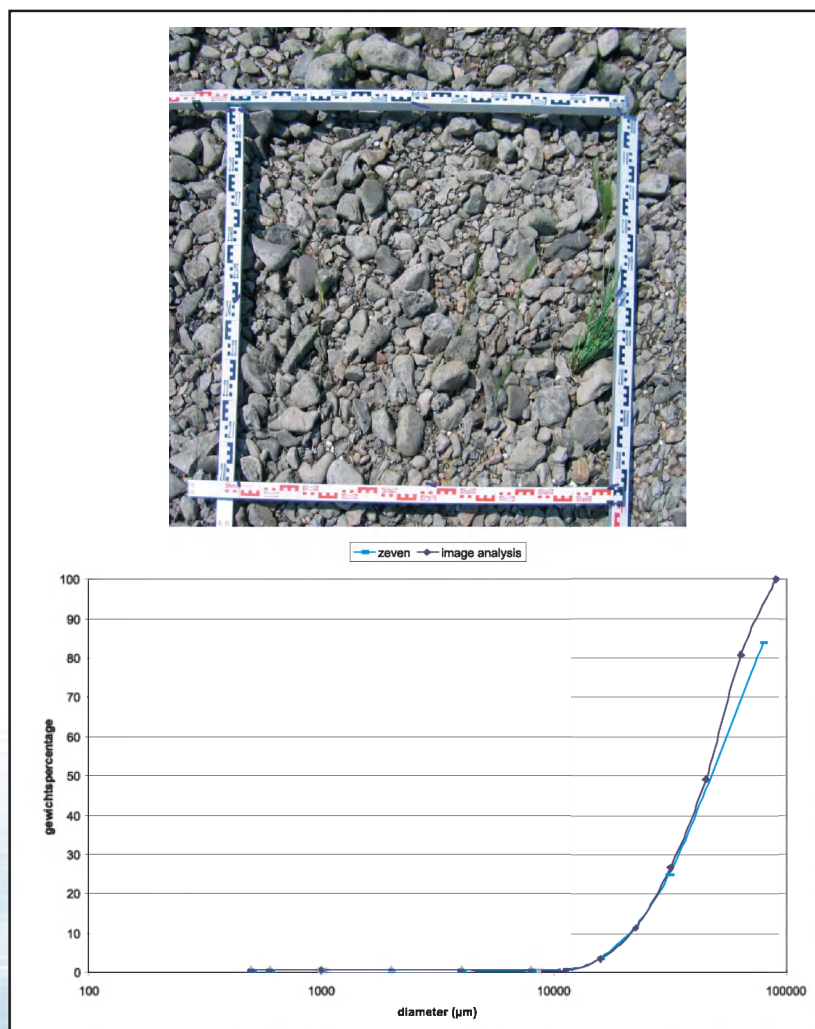
Peilbuizen

In een eerste fase werd een meetnet van peilbuizen uitgebouwd. Bij het uitzetten van dit meetnet werd

Illustratie 2: Peilbuismetingen op een raai loodrecht op de Maas



Illustratie 3: Bepaling van de korrelgrootteverdeling door image-analysis



er specifiek rekening gehouden met de invloed van de Maas zowel ruimtelijk als qua filterdiepte. Ook bij de bepaling van het aantal opmeetmomenten werd rekening gehouden met de Maas, meer bepaald met de grootte en de snelheid van de peilvariaties. Vervolgens werd op basis van deze opmetingen een eerste systeemanalyse uitgevoerd.

Illustratie 2 toont het stijghoogte- en Maasverloop vanaf oktober 2003 tot juni 2004. Het gaat om 4 peilbuizen die een raai loodrecht op de Maas vormen. Hoe dichter de metingen tegen de Maas vormen hoe groter de peilschommeling. Een tweede trend is de vertraging op de stijghoogtepiek. In de peilbuis het dichtst tegen de Maas valt deze samen met de piek van het hoogwater van de Maas. Hoe verder van de Maas gelegen hoe langer het duurt voor de piek bereikt wordt.

Bepaling van drainage- en infiltratie-weerstand

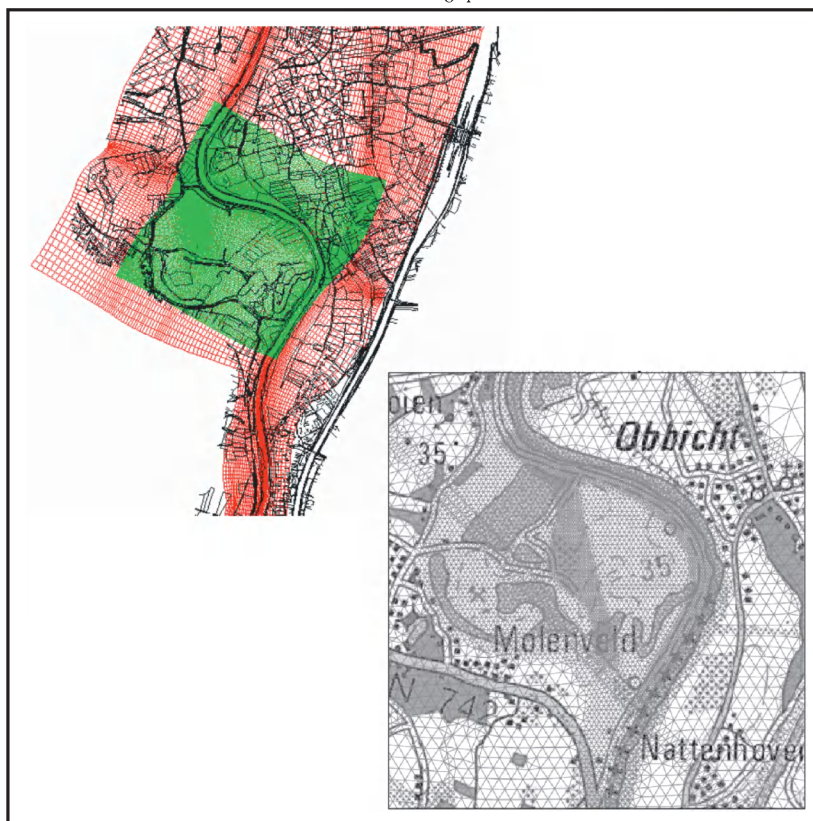
De drainage- en infiltratieweerstand van de Maas wordt in de eerste plaats bepaald door de afpleisterlaag. Om deze te karakteriseren werd door Haskoning een methodiek op basis van image-analysis geïmplementeerd. Over een regelmatig grid van de zomerbedding werden er foto's genomen van 1 op 1 meter. Van de afpleisterlaag binnen dit vierkant werd de B-diameter bepaald (De B-diameter is de middelste diameter van een ellipsoïde). Op basis hiervan kon de korrelgrootteverdeling bepaald worden. Als controle werden enkele monsters genomen van dergelijke gefotografeerde locaties. Op deze monsters werd een korrelgrootteanalyse door zeven uitgevoerd. De grafiek in illustratie 3 toont dat de korrelgrootteverdeling bepaald door zeving en door image-analysis bijna samenvallen. Dit geeft aan dat de image-analyse methode betrouwbaar is. Op basis van deze korrelgrootteverdeling werd met behulp van een aantal analytische formules (oa Sichardt en Allan Hazen) een inschatting gemaakt van de doorlatendheid. Deze doorlatendheid werd vervolgens gebruikt om de infiltratie- en drainageweerstand van de Maas te bepalen.

Modellen

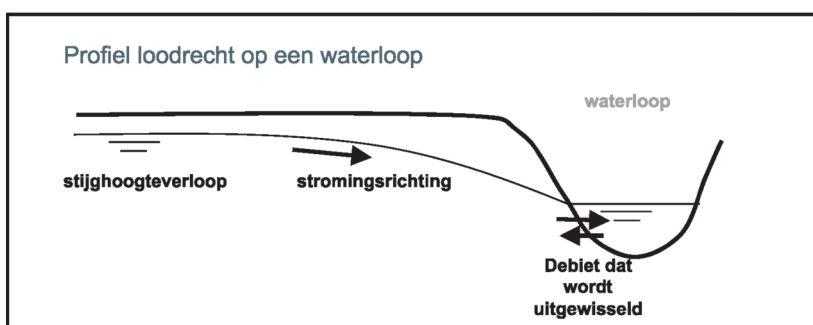
Oppervlaktewatermodel

Voor het ingrepengebied werd een oppervlaktewatermodel opgesteld. De resultaten van dit model werden via een speciaal hiervoor ontwikkelde tool (een combinatie van excel, enkele batchfiles en een DELPHI programma) één op één in het grondwatermodel ingevoerd. Hierbij werd de waarde per gridcel van het oppervlaktewatermodel toegekend aan het overeenkomstige gridknooppunt van het grondwatermodel. De wisselwerking werd vervolgens tijdens een aantal iteratiestappen geoptimaliseerd (dwz dat de met het grondwatermodel berekende infiltratie- en drainagegebieden van de Maas als randvoorwaarden werden gebruikt bij een nieuwe run van het oppervlaktewatermodel).

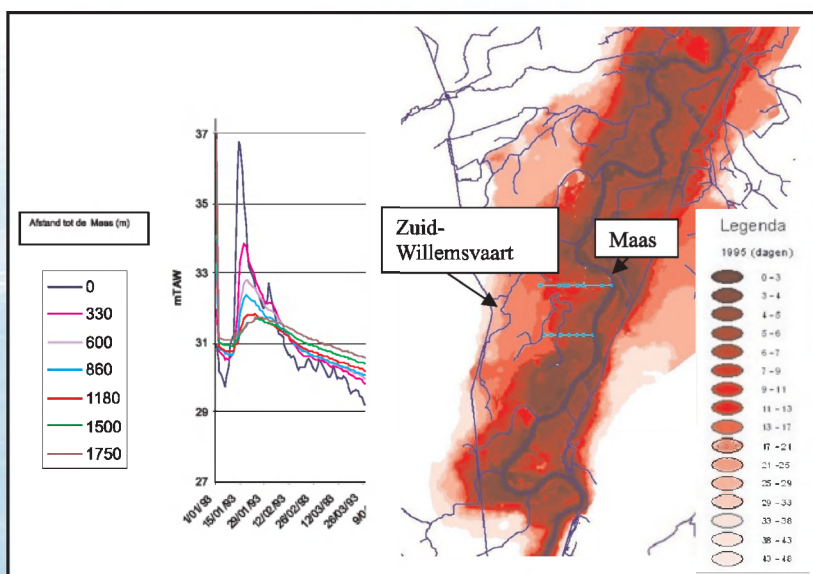
Illustratie 4: Oppervlakte- en grondwatermodelgrid ter hoogte van de kerningrepen



Illustratie 5: Weergave interactie grond- en oppervlaktewater



Illustratie 6: Naijlen hoogwaterpiek van de Maas in het grondwater



Grondwatermodel

De interactie tussen grondwater en oppervlaktewater kan op een aantal wijzen worden weergegeven:

- stijghoogte
- debiet
- stromingsrichting

Deze verschillende mogelijkheden worden in illustratie 5 getoond en worden hierna verduidelijkt aan de hand van enkele voorbeelden.

Interactieweergave door stijghoogteverloop

Uit de peilgegevens bleek reeds dat hoogwatergolven van de Maas naijlen in het grondwater. Ook in de modellering kwam hetzelfde fenomeen naar voor. Illustratie 6 toont dit zowel ruimtelijk als puntsgewijs op een raai loodrecht op de Maas (zoals in illustratie 2). De ruimtelijke weergave geeft aan dat de invloed van de hoogwatergolf tot ongeveer aan de Zuid-Willemsvaart reikt en daar pas na een maand tot uiting komt. De legende geeft weer hoeveel dagen na de piek op de Maas, de piek in het grondwater bereikt wordt. Hoe donkerder de kleur hoe sneller (vlak naast de Maas onmiddellijk), hoe lichter de kleur hoe langer het duurt voor het effect van de hoogwaterpiek op de Maas merkbaar is in het grondwaterverloop.

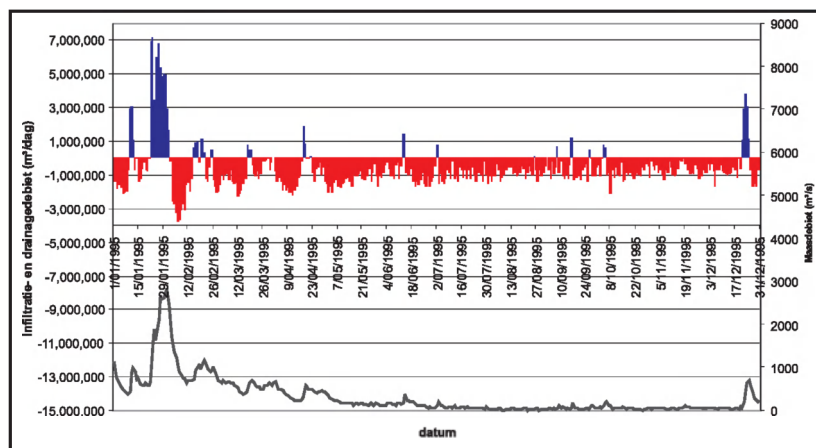
Interactieweergave door uitwisseling van debiet

Een tweede mogelijkheid tot weergave van de interactie tussen het oppervlakte- en grondwatersysteem is de uitwisseling van debieten. In illustratie 7 wordt dit verduidelijkt. Onderaan wordt het debiet van de Maas weergegeven tijdens 1995 met een hoogwater piek eind januari. Bovenaan wordt het debiet getoond dat wordt uitgewisseld tussen het grond- en oppervlaktewater. In het rood is het debiet te zien dat van het grondwater naar de Maas stroomt, in het blauw het aantal m³ dat van de Maas naar het grondwatersysteem loopt. Bij het hoogwater in 1995 was dit ongeveer 7000000 m³/dag.

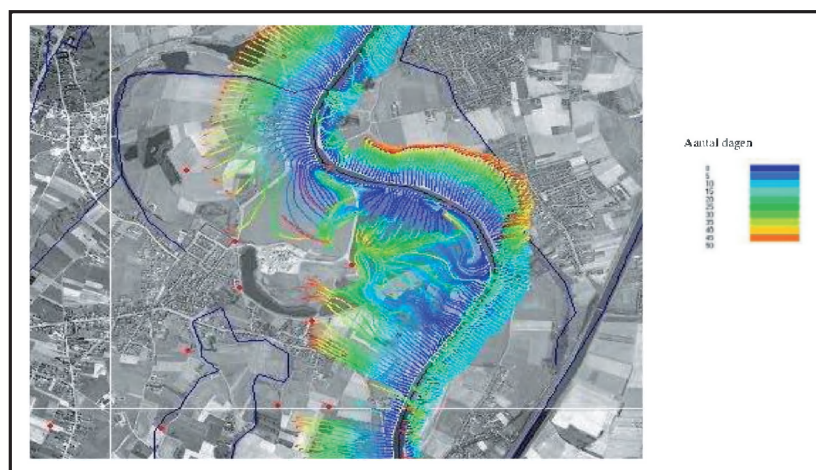
Interactieweergave door stromingsrichting

Zoals reeds te zien in illustratie 7 draineert de Maas het grootste deel van het jaar (debet van het grondwater naar het oppervlaktewater). Tijdens hoogwaters vindt echter de omgekeerde interactie plaats en infiltreert er Maaswater naar het grondwater. Illustratie 8 geeft aan tot hoever deze stroming landinwaarts bij de hoogwatergolf van 1995 ging. De stroombanen starten vanuit de Maas vanaf het tijdstip van het maximum van de hoogwaterpiek en stoppen op het ogenblik dat de stromingsrichting zich opnieuw naar de Maas richt (en de drainage opnieuw start). De verschillende gradaties geven het aantal dagen aan vanaf de start van de stroombaan.

Illustratie 7: Debietsuitwisseling tussen het grond- en oppervlaktewater.



Illustratie 8: Stroning landinwaarts bij een hoogwatergolf op de Maas



Conclusie

Uit de resultaten van deze gevalstudie kan geconcludeerd worden dat het oppervlaktewaterstelsel hier de belangrijkste bepalende factor is voor het grondwatersysteem. Effecten van ingrepen op het oppervlaktewaterstelsel hebben zeker in de nabijheid van de Maas effecten van ongeveer dezelfde grootteorde op het grondwatersysteem. Ingrepen moeten dus goed gedimensioneerd worden zodat het effect op het grondwatersysteem niet nadelig is. In dit geval wenste men bijvoorbeeld de waterstand bij een hoogwatersituatie te laten dalen maar dit zonder effect op het grondwater bij een laagwatersituatie zodat er geen negatieve effecten voor ecologie en waterwinning ontstonden. Op basis van de resultaten van het grondwatermodel en het oppervlaktewatermodel zijn de ingrepen iteratief aangepast tot deze het gewenste resultaat opleverden.

K. Herbos

Projectleider,
Haskoning België,
Hanswijkdries 80
2800 Mechelen,
tel. 015/405637,
fax. 015/405657