

---

# Een kwantitatieve methode voor aquatisch-ecologische effectvoorspelling

## Casestudie Vechterweerd

G.H.P. Arts, M. Maessen, T.C. Croese en A.F.M. Meuleman

---

*In dit artikel wordt ingegaan op een kwantitatieve methode voor het bepalen van ecologische effecten van veranderingen in de oppervlaktewaterhuishouding (o.a. inlaat van rivierwater, verandering verhouding kwel/wegzijing). Dergelijke kwantitatieve methoden zijn thans nog schaars. De methode bestaat uit 3 stappen:*

- 1 Berekeningen van de oppervlaktewaterkwaliteit met het model DUFLOW. ;*
- 2 Vaststellen van tolerantieranges van plantengemeenschappen ten aanzien van waterkwaliteitsparameters;*
- 3 Voorspellen van vegetaties van water- en oeverplanten.*

*Op basis van een natuurwaarderingsschaal voor de vegetaties worden de effecten beoordeeld. Deze natuurwaarderingsschaal wordt in dit artikel niet gepresenteerd.*

*De ontwikkelde methode kan onder meer worden toegepast in milieu-effectrapportages bij het beoordelen van de effecten van ingrepen in de waterhuishouding en effecten van (oever)grondwaterwinning.*

### Kader

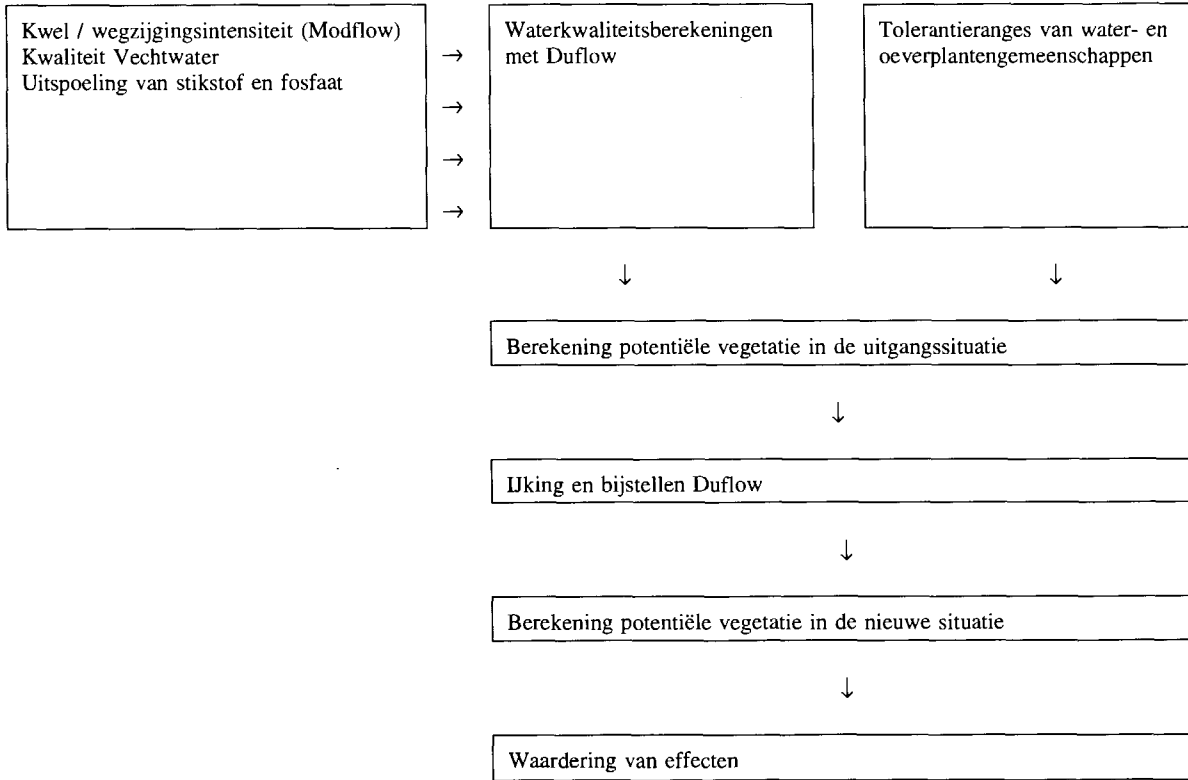
Om verdroging terug te dringen zien waterleidingmaatschappijen zich voor de opdracht gesteld om hun grondwaterwinning ten behoeve van de drinkwaterwinning te reduceren en bij toekomstige uitbreiding van waterwinningen alternatieven te ontwikkelen. Één van de mogelijke alternatieven vormt oevergrondwaterwinning. Bij uitbreiding van winningen binnen de Overijsselse Vechtstreek heeft de provincie Overijssel haar voorkeur uitgesproken voor oevergrondwaterwinning, onder meer langs de Overijsselse Vecht. Een lokatie-onderzoek door Waterleiding Maatschappij Overijssel (WMO) en het IKC-Natuurbeheer heeft Vechterweerd als meest geschikte lokatie aangewezen.

Voor het realiseren van een oevergrondwaterwinning dient de procedure voor een milieu-effectrapportage te worden doorlopen. Voor de lokatie Vechterweerd is deze recent opgesteld in opdracht van Waterleiding Maatschappij Overijssel en Waterschap Bezuiden

---

**G.H.P. Arts** heeft meegewerkt aan deze studie bij Grontmij Advies & Techniek en is thans werkzaam bij IBN-DLO, afdeling Aquatische Ecologie, Postbus 23, 6700 AA Wageningen. **M. Maessen** is werkzaam bij Grontmij Advies & Techniek, Adviesgroep Water. **T.C. Croese** en **A.F.M. Meuleman** zijn werkzaam bij Kiwa Onderzoek en Advies.

Figuur 1 : Samenstelling van de toegepaste methode.



De Vecht (Grontmij/Heidemij/Kiwa, 1995). De voorgenomen oevergrondwaterwinning is geïntegreerd met een wateraanvoerplan ter compensatie van verdroging. De milieu-effect-rapportage betrof de oevergrondwaterwinning in combinatie met de aanvoer van water uit de Vecht.

In toenemende mate wordt binnen milieu-effectrapportages als eis gesteld dat niet alleen effecten op grondwaterafhankelijke vegetaties worden gekwantificeerd, maar ook effecten op de water- en oevervegetaties. In het kader van de milieu-effectrapportage Vechterweerd is voor de ecologische effecten in het aquatisch milieu daarom een methode ontwikkeld (Grontmij/Kiwa, 1995). Voor de effecten op terrestrische vegetaties bestond reeds een methode (NICHE; Meuleman e.a., 1996). Deze methode is ook binnen de milieu-effectrapportage oevergrondwaterwinning Vechterweerd toegepast en wordt in dit artikel niet nader beschouwd. De nieuwe methode die is toegespitst op het aquatisch milieu, bestaat uit berekeningen van veranderingen in oppervlaktewaterkwaliteit met het model DUFLOW en het voorspellen van de te verwachten vegetaties van water- en oeverplanten in de nieuwe situatie. Dit artikel gaat nader in op deze methode en de toepassingsmogelijkheden.

### **Opzet methode ecologische effectvoorspelling aquatische vegetatie**

Bij het opzetten van de methode zijn de volgende aannames gehanteerd:

- De samenstelling van de water- en oeverplantenvegetatie is de resultante van het abiotisch milieu.
- De methode voorspelt de effecten op basis van de standplaatsfactoren waterkwaliteit, waterbodemkwaliteit en aan- of afwezigheid van kwel. Het beheer is als factor niet meegenomen.
- Voor het berekenen van tolerantieranges van plantengemeenschappen met betrekking tot deze standplaatsfactoren is een landelijke dataset gebruikt. De tolerantieranges gelden binnen Nederland en zijn niet regionaal gedifferentieerd. Ze zijn binnen de gevolgde methode echter wel regionaal toegepast in het studiegebied Vechterweerd.

De methode bestaat uit de volgende stappen (figuur 1):

- 1 het berekenen van de waterkwaliteit met het model DUFLOW;
- 2 het vaststellen van de tolerantieranges van water- en oeverplantengemeenschappen op basis van een landelijke dataset van de Universiteit van Nijmegen (De Lyon en Roelofs, 1986);
- 3 het voorspellen van water- en oeverplantengemeenschappen op basis van de berekende waterkwaliteit en de vastgestelde tolerantieranges.

Omdat gegevens over de vegetatiesamenstelling van oevers en sloten alleen ten oosten van het gebied van de oevergrondwaterwinning Vechterweerd volledig zijn, was een voorspelling op basis van de actuele waarden niet mogelijk. Om deze reden heeft een inschatting van de effecten op basis van de potentiële waarden plaatsgevonden. Onder potentiële waarden wordt hier verstaan de waarden die op grond van het abiotisch milieu op een plaats verwacht mogen worden. De potentiële waarden konden worden omschreven met behulp van historische gegevens (Hacquebord en Koch, 1979; K.N.N.V., 1975) en expertkennis. De gegevens over de soortensamenstelling van de vegetatie ten oosten van de oevergrondwaterwinning Vechterweerd zijn wel gebruikt voor ijking van het voorspellingsmodel.

## Waterkwaliteitsberekeningen

### *Het model DUFLOW*

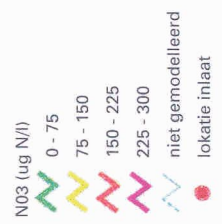
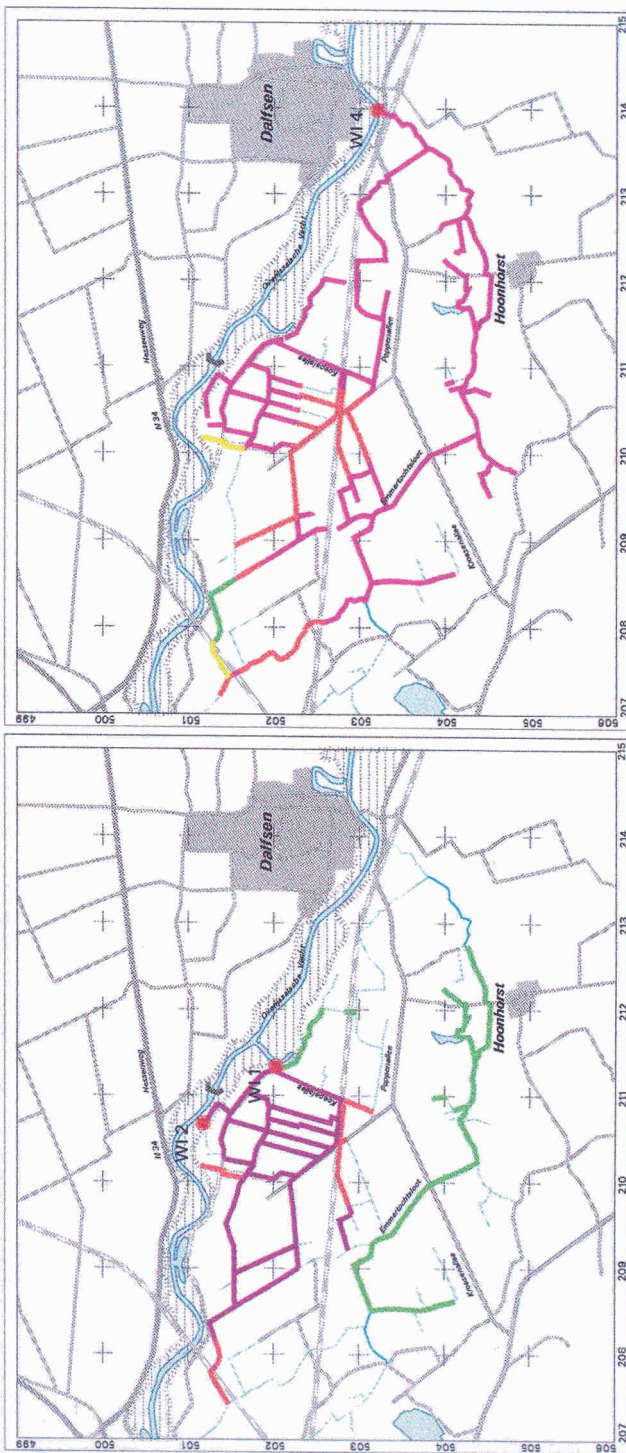
Het model DUFLOW is opgebouwd uit een waterkwantiteitsdeel en een waterkwaliteitsdeel. In het waterkwantiteitsdeel zijn alle morfologische kenmerken en alle waterstromen van en naar het watersysteem ingebracht. Uitgegaan is van het bestaande slotenpatroon, aangevuld met enkele wijzigingen zoals aangegeven in het wateraanvoerplan. Omdat het gemiddelde netwerk op de grenzen balanceert van wat DUFLOW nog aankan, zijn niet alle zijslotjes in het netwerk opgenomen. De profielen van de sloten zijn gebaseerd op bestaande afmetingen van kunstwerken en waterlopen, zoals deze vastgelegd zijn in de legger van het waterschap. Ten behoeve van de waterkwaliteitsmodule is het model dusdanig vereenvoudigd dat op ieder knooppunt slechts één waterstroom uitkomt. De wateraanvoerbehoefte van het gebied is berekend, waarbij rekening is gehouden met een extra waterbehoefte voor doorspoeling. Omdat het droogvallen van watergangen bij de waterkwaliteitsberekeningen problemen oplevert, is er bij de uiteindelijke schematisatie voor gezorgd dat sloten niet droog kwamen te staan.

De waterkwaliteit is berekend met behulp van een aangepaste versie van de waterkwaliteitsmodule EUTROF2, die standaard bij DUFLOW hoort. De aanpassingen aan dit kwaliteitsmodel betreffen het toevoegen van de ionen  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  en  $\text{HCO}_3^-$ , uitbreiding van de fosfaatkringloop en beveiligingen voor negatieve en extreem hoge waarden. In het model zijn verder processen opgenomen – nitrificatie en denitrificatie – en groei van algen. Uitvoerparameters van het model zijn concentraties aan ammonium, nitraat, totaal stikstof, ortho (vrij) fosfaat, totaal fosfaat, bicarbonaat, sulfaat, calcium, chloride, algenbiomassa, (organisch) zwevend materiaal en turbiditeit in de waterlaag en totaal fosfaat, totaal stikstof en organisch materiaal in de bodem. Deze parameters worden per sectie berekend. Bij de berekeningen zijn de secties die geen stabiele resultaten opleverden, buiten beschouwing gelaten.

Zoals aangegeven in figuur 1 vormen kwel/wegzijging, kwaliteit van het Vechtwater en uitspoeling van stikstof en fosfaat belangrijke input parameters voor het kwaliteitsgedeelte van DUFLOW. De kwel/wegzijgingsintensiteit volgt uit berekeningen met het geohydrologisch model MODFLOW. Oppervlaktewaterkwaliteitsgegevens zijn afkomstig van de waterkwaliteitsbeheerder. Gegevens ten aanzien van de grondwaterkwaliteit zijn afkomstig uit literatuur (Pebesma en De Kwaadsteniet, 1994). Voor de mate van uitspoeling van stikstof en fosfaat zijn aangepaste waarden gebruikt gebaseerd op Kroes e.a. (1990).

### *IJking*

IJking van het model is uitgevoerd voor een gedeelte van het modelgebied waar voldoende gegevens voorhanden waren ten aanzien van waterkwaliteit en vegetatie, namelijk deelgebied de Emmertochtsloot. Berekende waterkwaliteitsparameters en voorspelde vegetatietypen zijn getoetst aan veldgegevens. Door aanpassing (onder meer bijstelling van de uitspoeling) werd uiteindelijk een geijkt model verkregen. Met het geijkte model zijn twee scenario's van waterwinning en wateraanvoer doorgerekend.



Figuur 2: Berekende nitraatconcentraties bij twee verschillende inlaatvarianten

Figuur 2: Berekende nitraatconcentraties bij twee verschillende inlaatvarianten.

## **Voorspelling van de aquatische vegetatie**

Met behulp van beschikbare vegetatiekaarten en inventarisatiegegevens van soorten uit verleden en heden zijn voor het studiegebied potentiële plantengemeenschappen van sloten en oevers onderscheiden. In totaal gaat het om 24 water- en 8 oeverplantengemeenschappen. De plantengemeenschappen zijn zoveel mogelijk onderscheiden en benoemd volgens Schaminée e.a. (1995). Voor de watervegetaties is een beschrijving van de gewenste waterkwaliteit gegeven op basis van een databestand van de Katholieke Universiteit van Nijmegen. Het betreft de originele dataset waarop de rapporten van Van Katwijk en Roelofs (1988) en De Lyon en Roelofs (1986) zijn gebaseerd. De dataset bestaat uit gegevens over het voorkomen van een groot aantal water- en oeverplanten in relatie tot water- en waterbodempkwaliteitsparameters. Uit deze dataset zijn de zomermetingen en de metingen waarbij de bedekking van de betreffende soorten groter is dan 2% geselecteerd. Op basis van deze gegevens is voor elke soort de tolerantierange voor een bepaalde parameter bepaald in de vorm van de P5- en P95-waarde. Voor de plantengemeenschappen die potentieel in het gebied kunnen voorkomen is vervolgens de tolerantierange bepaald door van de karakteristieke soorten de overlap te nemen, dat wil zeggen de hoogste P5-waarde en de laagste P95-waarde.

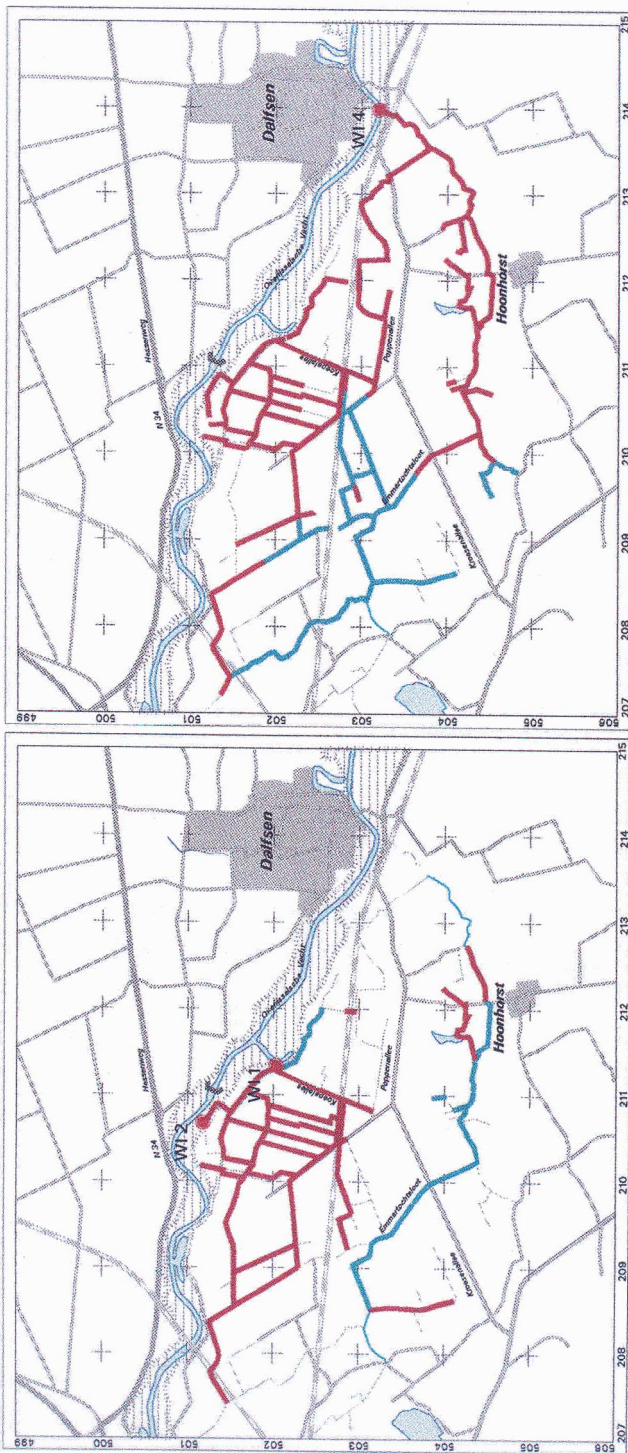
Vanwege rekentechnische beperkingen is voor de berekeningen gebruik gemaakt van een geselecteerd parameterpakket bestaande uit ammonium, nitraat, ortho(vrij)fosfaat, troebelheid, calcium, alkaliniteit, chloride en sulfaat, waarbij van de macro-ionen de anionen zowel absoluut (meetwaarden) als relatief (percentage van totaal anionen) zijn meegenomen. Genoemde waterkwaliteitsparameters bepalen in sterke mate het voorkomen van water- en oeverplantenvegetaties (Bloemendaal en Roelofs, 1988). Bij de berekeningen is de stelregel gehanteerd dat een plantengemeenschap alleen kan voorkomen indien alle berekende waarden van genoemde parameters passen binnen de tolerantie-range van de gemeenschap. Pas dan wordt – in ieder geval voor het aspect waterkwaliteit – voldaan aan de randvoorwaarden waarbinnen een gemeenschap kan voorkomen.

Voor oevervegetaties zijn soortgelijke tolerantie-ranges vastgesteld, waarbij gebruik is gemaakt van gegevens over het voorkomen van plantesoorten in relatie tot de waterkwaliteit van De Lyon en Roelofs (1986), Nieuwenhuis e.a. (1992) en Van Leerdam en Vermeer (1992). Omdat gebruik van meerdere datasets noodzakelijk was, was het niet mogelijk de P5- en P95-waarden te berekenen. Om die reden bestaan de tolerantieranges voor oevergemeenschappen uit minimale en maximale concentraties van stoffen. De tolerantierange voor een parameter is bepaald door van de karakteristieke soorten van een gemeenschap de overlap in concentraties te nemen.

Op basis van expertkennis en informatie over landelijke zeldzaamheid van de aangetroffen oever- en watervegetaties is een waarderingsschaal opgesteld. Aan de hand van deze waarderingsschaal zijn de effecten beoordeeld. Deze waarderingsschaal wordt in dit artikel verder niet besproken. Hiervoor wordt verwezen naar Grontmij/Kiwa (1995).

## **Resultaten**

Figuur 2 illustreert van twee varianten de effecten van inlaat van Vechtwater op de waterkwaliteit aan de hand van de parameter nitraat. Bij de eerste variant wordt water ingelaten ten westen van Dalfsen (punt WI2). De tweede variant gaat uit van waterinlaat ten oos-



**Figuur 3:** Potentiële verspreiding van de Rompgemeenschap van Holpijp (*Equisetum fluviatile*) bij twee verschillende inlaatvarianten

**Legenda**

-  Waterkwaliteit geschikt voor de Rompgemeenschap van Holpijp
-  Waterkwaliteit ongeschikt voor de Rompgemeenschap van Holpijp
-  Lokatie inlaat

**Figuur 3:** Potentiële verspreiding van de Rompgemeenschap van Holpijp bij twee verschillende inlaatvarianten.

ten van Dalfsen (punt WI4). In de figuur is de nitraatconcentratie weergegeven na 30 dagen van waterinlaat. Bij de eerste variant wordt het gehele gebied ten noorden van de spoorlijn door het ingelaten Vechtwater beïnvloed. Uit de berekeningen blijkt dat na 5 à 10 dagen al het gebiedseigen water vervangen is door Vechtwater. Daardoor stijgen de nitraatconcentraties van 0,2 mg.l<sup>-1</sup> naar 3,5 mg.l<sup>-1</sup>. Bij de tweede variant wordt ook het gebied ten zuiden van de spoorlijn door Vechtwater beïnvloed. Bij deze variant zien we dat aan de noordzijde van het beïnvloede gebied lagere concentraties worden berekend. Deze sloten liggen het verst verwijderd van de lokatie waar Vechtwater wordt ingelaten. Nitraat wordt in het watersysteem slechts langzaam door sediment en biotische componenten opgenomen. Hierdoor vertonen de concentraties in de gepresenteerde figuren nauwelijks (bij de eerste variant) of slechts in lichte mate (bij de tweede variant) een gradiënt vanaf het inlaatpunt inwaarts het gebied in.

In tegenstelling tot de verspreiding van nitraat laten de fosfaatconcentraties wel een ruimtelijke gradiënt zien. Nabij de inlaatpunten lopen de concentraties *o*-fosfaat (vrij fosfaat) na waterinlaat op tot bijna 0,1 mg.l<sup>-1</sup> P. Naarmate het aanvoerwater verder het beïnvloede gebied instroomt, nemen de concentraties af tot 0,06 mg.l<sup>-1</sup> P. Dit kan verklaard worden uit het feit dat *o*-fosfaat vrij snel wordt opgenomen door algen, planten en sediment. Naarmate waterinlaat echter langduriger zal plaatsvinden, zal fosfaat verder het gebied binnendringen en zullen ook stroomafwaarts van het inlaatpunt hogere fosfaatconcentraties ontstaan.

In figuur 3 zijn de effecten weergegeven van waterinlaat op de Rompgemeenschap van Holpijp (*Equisetum fluviatile*). Deze gemeenschap wordt op dit moment vooral aangetroffen in de omgeving van de Emmertochtsloot. Bij de eerste variant kan deze gemeenschap in het gebied ten noorden van de spoorlijn potentieel slechts in één sectie van het slotenstelsel voorkomen. Het gebied van de Emmertochtsloot ten zuiden van de spoorlijn wordt bij de eerste variant niet beïnvloed. Holpijp komt hier dominant voor, hetgeen samenhangt met de voeding van de Emmertochtsloot met kwelwater vanuit de omgeving. De goede waterkwaliteit in de Emmertochtsloot wordt teniet gedaan wanneer hier Vechtwater wordt ingelaten (tweede variant). De Rompgemeenschap van Holpijp kan dan potentieel alleen nog worden aangetroffen aan de westzijde van het studiegebied, dat het verst van het inlaatpunt van Vechtwater verwijderd is.

In algemene zin is bij waterinlaat de invloed van Vechtwater dermate groot dat slechts enkele plantengemeenschappen kunnen gedijen. Grondwaterafhankelijk vegetaties, zoals de Rompgemeenschap van Holpijp, komen nog slechts spaarzaam voor en zullen op den duur verdwijnen. Zij worden vervangen door gemeenschappen van zeer voedselrijke omstandigheden, zoals de Rompgemeenschap van Liesgras (*Glyceria maxima*).

### **Toepassing van de methode**

Het voordeel van de ontwikkelde methode is dat de waterkwaliteit in de nieuwe situatie daadwerkelijk wordt berekend. Dit onderscheidt de methode van andere wijzen van effectvoorspelling. Dit betekent wèl dat bij toepassing in andere gebieden opnieuw een schematisatie van het betreffende gebied - of een representatief deelgebied - en een nieuwe opzet van het model DUFLOW dient plaats te vinden.

De mate waarin de methode naar tevredenheid kan worden toegepast staat of valt met de beschikbare gegevens. Om een goede modellering met DUFLOW te realiseren, zijn, naast



voldoende gegevens ten aanzien van waterkwaliteit, ook gegevens noodzakelijk over de (geo)hydrologie van het gebied, zoals kwel en wegzijging. Daarnaast zijn vlakdekkende vegetatiegegevens een eerste vereiste om een goede vergelijking met de bestaande situatie mogelijk te maken (de ijking). Indien vegetatiegegevens in onvoldoende mate beschikbaar zijn, kan op grond van potenties een vergelijking worden gemaakt. Dit is ook in de milieu-effectrapportage Vechterweerd gedaan. Vlakdekkende vegetatiegegevens leveren echter een nauwkeuriger nulsituatie (de huidige situatie) en zijn daarom te prefereren.

De methode is in eerste instantie gericht geweest op gebruik binnen de milieu-effectrapportage oevergrondwaterwinning Vechterweerd. Daarom is uitgegaan van 32 plantengemeenschappen die binnen het studiegebied van de milieu-effectrapportage oevergrondwaterwinning Vechterweerd voorkomen of in potentie voor kunnen komen. De methode is zonder problemen uit te breiden naar andere deelgebieden (holoceen, pleistoceen) en andere bodemtypen binnen Nederland.

## Dankwoord

Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Waterleiding Maatschappij Overijssel nv en Waterschap Bezuiden de Vecht. Het onderzoek werd mede tot stand gebracht door G. van Ee en L.J. Broersma (Grontmij Advies & Techniek, Adviesgroep Water) en A.J.M. Jansen (Kiwa Onderzoek en Advies). De GIS-werkzaamheden zijn uitgevoerd door G.J. van der Weijden, M. van der Meulen en P. van Capelleveen (Grontmij Advies & Techniek).

## Literatuur

- Bloemendaal, F.H.J.L. en J.G.M. Roelofs (red) (1988)** Waterkwaliteit en waterplanten; Stichting Uitgeverij van de Koninklijke Natuurhistorische Vereniging, Utrecht, en Vakgroep Aquatische Oecologie en Biogeologie, K.U. Nijmegen.
- Grontmij/Heidemij/Kiwa (1995)** MER Oevergrondwaterwinning Vechterweerd.
- Grontmij/Kiwa (1995)** Waterkwaliteits- en vegetatieontwikkelingen Oevergrondwaterwinning Vechterweerd; Methodiek en berekeningen.
- Hacquebord, L. en I. Koch (1979)** Advies betreffende de ruilverkaveling "Marshoek-Hoonhorst" (O.); Natuurwetenschappelijke Commissie van de Natuurbeschermingsraad; 36 pag.
- Katwijk, M.M. van en J.G.M. Roelofs (1988)** Vegetaties van waterplanten in relatie tot het milieu; rapport Afd. Aquatische Oecologie, K.U. Nijmegen; 133 pag.
- K.N.N.V. (1975)** Inventarisatie 1974/1975 de Horte; Zwolle, 5 pag.
- Kroes, J.G., C.W.J Roest, P.E. Rijtema en L.J. Locht (1990)** De invloed van enige bemestingsscenario's op de afvoer van stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater in Nederland; Staring Centrum, Wageningen; rapport nr 55.
- Leerdam, A. van en J.G. Vermeer (1992)** Natuur uit het moeras! Naar een duurzame ecologische ontwikkeling in laagveenmoerassen; Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.
- Lyon, M.J.H. de en J.G.M. Roelofs (1986)** Waterplanten in relatie tot waterkwaliteit en bodemgesteldheid; Deel 1 (tekst) en deel 2 (tabellen); rapport Afd. Aquatische Oecologie, K.U. Nijmegen.

**Meuleman, A.F.M., R.A. Kloosterman, W. Koerselman, M. den Besten en A.J.M.**

**Jansen, (1996)** NICHE: een nieuw instrument voor hydro-ecologische effectvoorspelling; in: *H<sub>2</sub>O*, jrg 29, nr 5, pag 137-139.

**Nieuwenhuis, J.W., A. Barendregt en B. Besteman (1992)** Milieu-indicatiewaarden van moerasplanten in Noord-Holland.

**Pebesma en De Kwaadsteniet (1994)** Een landsdekkend beeld van de Nederlandse Grondwaterkwaliteit op 5 tot 17 m diepte in 1991; RIVM rapportnr 714810014.

**Schaminée, J.H.J., E.J. Weeda en V. Westhoff (1995)** De vegetatie van Nederland; Deel 2; Plantengemeenschappen van wateren, moerassen en natte heiden; Opulus Press, Uppsala.