

Amstelland-West; toepassing van de modellen DYNHYD en EUTROWASP

Inleiding

Dit is het tweede artikel van een drieluik over het integraal waterhuishoudkundig onderzoek in het boezemstelsel van Amstelland-West. Het voorgaande artikel gaf een overzicht van de achtergronden, de doelstellingen en de organisatie van het project [1]. Deze bijdrage is meer technisch van aard. Naast een korte beschrijving van de gebruikte modellen en de gevolgde procedure voor de ijking van de modellen, zal uitgebreid worden ingegaan op het verkregen inzicht in het systeem.

de indeling in takken en knopen wordt gegeven in afbeelding 1. Het deel van het Amsterdam-Rijnkanaal, dat in het oosten grenst aan de boezem is bij de schematisering meegenomen. De noordgrens van het model wordt gevormd door de Berlagebrug in de Amstel en de ADM in het Amsterdam-Rijnkanaal (Knoop 700). In het zuiden is als systeemgrens knoop 10 gekozen, waar continu een peil werd geregistreerd.

Dezelfde schematisering wordt gebruikt voor het kwaliteitsmodel, waarbij in de

Samenvatting

In het kader van een integraal waterhuishoudkundig onderzoek, zijn het waterbewegingsmodel DYNHYD en het waterkwaliteitsmodel EUTROWASP toegepast op het boezemstelsel van Amstelland-West. In dit artikel wordt een beschrijving gegeven van de toegepaste modellen en wordt de ijking beschreven. Beide modellen werden gekalibreerd met behulp van gegevens verzameld tijdens uitgebreide meetcampagnes uitgevoerd in het kader van het onderzoek. Daarnaast wordt ingegaan op het verkregen inzicht in het systeem.



R. H. AALDERINK
Landbouwwuniversiteit
Wageningen



J. MANKOR
Provincie Utrecht



J. C. A. VAN ALPHEN
Zuiveringsschap
Amstel- en Gooiland



D. DE SMIT
Provincie Utrecht
Thans DHV Water BV

Voor wat betreft het laatst genoemde aspect geldt dat zowel gebruik gemaakt is van de informatie uit de intensieve meetprogramma's als van de resultaten van de simulaties met het model. Voor een beschrijving van het onderzoeksgebied en de meetprogramma's wordt eveneens verwezen naar het voorgaande artikel [1].

Gebruikte modellen

Gezien de grote samenhang tussen de waterbeweging en de waterkwaliteit en het dynamische karakter van de waterbeweging in de boezem is gekozen voor modellen, die het systeem dynamisch beschrijven. Er is gebruik gemaakt van het waterbewegingsmodel DYNHYD en het waterkwaliteitsmodel EUTROWASP. Beide modellen zijn ontwikkeld in de Verenigde Staten door de Environmental Protection Agency en zijn door de LUW aangepast, zodat ze voor dit onderzoek konden worden toegepast. Het model DYNHYD is een zogenaamd takken/knopen model, waarmee de waterbeweging in een netwerk van open waterlopen kan worden beschreven. Hiertoe wordt het netwerk onderverdeeld in knooppunten, die onderling worden verbonden door kanalen. In de kanalen wordt met behulp van de bewegingsvergelijking een stroomsnelheid en een debiet berekend en in de knooppunten wordt door toepassing van de continuïteitsvergelijking een waterpeil berekend. Een schematisch overzicht van

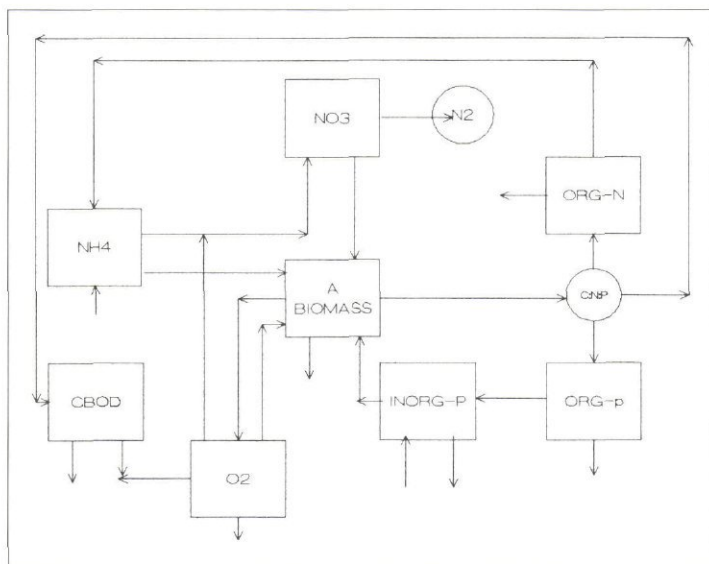
knopen concentraties worden gedefinieerd en de kanalen dienen voor de beschrijving van het transport. De modellen DYNHYD en EUTROWASP kunnen worden gekoppeld, waarbij de door het waterbewegingsmodel berekende debieten en waterpeilen, rechtstreeks in het kwaliteitsmodel worden ingelezen. Daar de tijdstap, gebruikt bij de simulatie van de waterbeweging en de waterkwaliteit, nogal kan verschillen, is het mogelijk de waterbeweging te middelen over een aantal tijdstappen. Voor het model van de boezem van Amstelland-West zijn tijdstappen gebruikt van 1 en 30 min. voor respectievelijk de waterbeweging en de waterkwaliteit.

Het model EUTROWASP is een eutrofiëringsmodel, waarin de kringlopen van stikstof, fosfaat, organische stof (uitgedrukt in BZV) en zuurstof worden beschreven. Voor een overzicht van de in het model gebruikte toestandsvariabelen en processen wordt verwezen naar afbeelding 2. Het fytoplankton neemt in dit type modellen een centrale plaats in. De primaire produktie is feitelijk de motor, die de kringlopen van koolstof, nutriënten en zuurstof op gang houdt. EUTROWASP is een relatief eenvoudig eutrofiëringsmodel. De groei van slechts één algensoort wordt beschreven. In de zuurstofhuishouding worden processen als reaëratie, oxydatie van organische stof en ammonium en de produktie van zuurstof door het

fytoplankton beschreven. In de stikstofkringloop worden de belangrijkste processen als nitrificatie, denitrificatie en de uitwisseling met de bodem meegenomen. De adsorptie en desorptie van fosfaat aan zwevende stof wordt op eenvoudige wijze beschreven. Er wordt aangenomen dat deze reacties snel verlopen en dat mag worden aangenomen dat het evenwicht tussen opgelost anorganisch fosfaat en geadsorbeerd fosfaat zich instantaan instelt. Voor het bepalen van de ligging van het evenwicht wordt gebruik gemaakt van een zogenaamde partiticoëfficiënt. Het model biedt de mogelijkheid om de uitwisseling tussen bodem en water dynamisch te beschrijven, door ook de actieve toplaag van het sediment in beschouwing te nemen. Van deze mogelijkheid is bij deze studie geen gebruik gemaakt. De uitwisselingsfluxen van fosfaat, stikstof en zuurstof zijn als functie van de tijd opgelegd. Er is gekozen voor deze optie omdat in het kader van het onderzoek onvoldoende informatie kon worden verzameld voor de ijking van een dynamische beschrijving van de sediment-water uitwisseling.

Ijking en verificatie van de modellen DYNHYD

Als uitgangspunt voor het maken van de schematisering van het gebied is gebruik gemaakt van de indeling gemaakt door TAUW voor een eerdere studie naar de waterbeweging in de boezem [2]. Dit betekent dat grotendeels gebruik kon worden gemaakt van bestaande gegevens over de dwarsprofielen, lengtes en dieptes van de kanalen en knopen. Ingrepen en aanpassingen in de boezem, zoals het op diepte brengen van bepaalde leidingsvakken en profielwijzigingen, zijn voor zover deze bekend waren doorgevoerd in de nieuwe schematisering. Bruggen en



Afb. 2 - Onderlinge relaties tussen toestandsvariabelen in EUTROWASP.

andere vernauwingen in het systeem zijn op eenvoudige wijze in de schematisering aangebracht. Het effect hiervan is meegenomen door de extra weerstand die deze kunstwerken veroorzaken, te verdisconteren in de weerstand van het kanaal waarin deze zijn opgenomen [3].

Om praktische redenen is voor de ijking van het kwantiteitsmodel het totale systeem onderverdeeld in drie deelgebieden. Deze indeling is zo gekozen dat voor de afzonderlijke deelgebieden zoveel mogelijk gebruik gemaakt kan worden van een gemeten debiet als randvoorwaarde.

De randvoorwaarden zijn als functie van de tijd opgegeven. Voor de debietranden is hierbij gebruik gemaakt van uurgemiddelde waarden en voor de peilgrenzen zijn de waarden om het uur opgegeven. De uitslag van de grote gemalen en de effluentlozingen van de rwzi's zijn eveneens als functie van de tijd ingevoerd. De uitslag van de kleinere gemalen en de inlaatdebieten zijn respectievelijk als constante lozing of onttrekking opgegeven. De twee parameters in het waterbewegingsmodel, die moeten worden vastgesteld zijn: de Manningcoëfficiënt en de windstress factor. De Manningcoëfficiënt is een maat voor de weerstand in een kanaal en de windstress factor bepaalt de invloed van de wind op de stroming.

Beide parameters zijn geschat door met behulp van gevoeligheidsanalyse die combinatie van parameters vast te stellen, waarbij de uitkomsten van het model zo goed mogelijk overeenkomen met de meetwaarden. Nadat de parameters per deelgebied zijn bepaald, zijn simulaties uitgevoerd voor het totale systeem.

In afbeelding 3 wordt een voorbeeld gegeven van de resultaten van een simulatie. In deze afbeelding worden de berekende peilen en debieten vergeleken met de meetwaarden. In het algemeen worden de variaties in het peil voor alle lokaties goed beschreven. Ook voor de debieten in de Amstel (K160 en K270) geldt dat de gesimuleerde waarden redelijk overeenkomen met de metingen. De gesimuleerde debieten in Waver (K540) worden enigszins overschat, wat tot gevolg heeft dat het debiet in de Winkel (K530) wordt onderschat. Uit de ijking bleek dat de waarden van de Manningcoëfficiënten, zoals die gebruikt zijn in de eerder verrichte studie door TAUW [2] voor de meeste leidingvakken gehandhaafd kon worden. Dit gold niet voor een aantal kleine watergangen in het zuiden en in het centrale deel van de boezem. Voor deze wateren bleek dat een verhoging van de Manningcoëfficiënt met 25% leidde tot een iets betere overeenstemming tussen de modeluitkomsten en de meetwaarden. Dit kan mogelijk verklaard worden uit het feit dat in deze watergangen de weerstand door de aanwezigheid van oeverbegroeiing en andere waterplanten enigszins groter is. Ook kunnen bochtverliezen in deze meer kronkelende waterlopen aanleiding geven tot een grotere weerstand.

Uit de ijking bleek dat de windinvloed op de stroming in de boezem gering is. Voor de kleinere wateren is dit voorstelbaar, gezien de beschutte ligging. Bovendien is door het grote aantal bochten en andere obstakels de strijklengte in deze watergangen gering. Het is echter opmerkelijk dat ook voor de Amstel de invloed van de wind gering was. Verhogen van de windstress factor leiden voor vrijwel alle

lokaties tot een slechtere overeenkomst tussen berekende en gemeten waterpeilen en debieten. Mogelijk wordt de invloed van de wind geheel overschaduwed door het effect van de pseudo getijdebeweging, die zich via het Amsterdam-Rijnkanaal en de stadsboezem van Amsterdam voortplant in de boezem.

Naast de vergelijking van de gesimuleerde peilen en debieten met meetwaarden over korte tijdschalen, zijn voor drie langere periodes de gemiddelde debieten vergeleken met de gemeten debieten (zie tabel I). Door middelen over een langere

TABEL I - Gemeten en gesimuleerde netto afvoer op een aantal plaatsen in de boezem in 1.000 m³/dag.

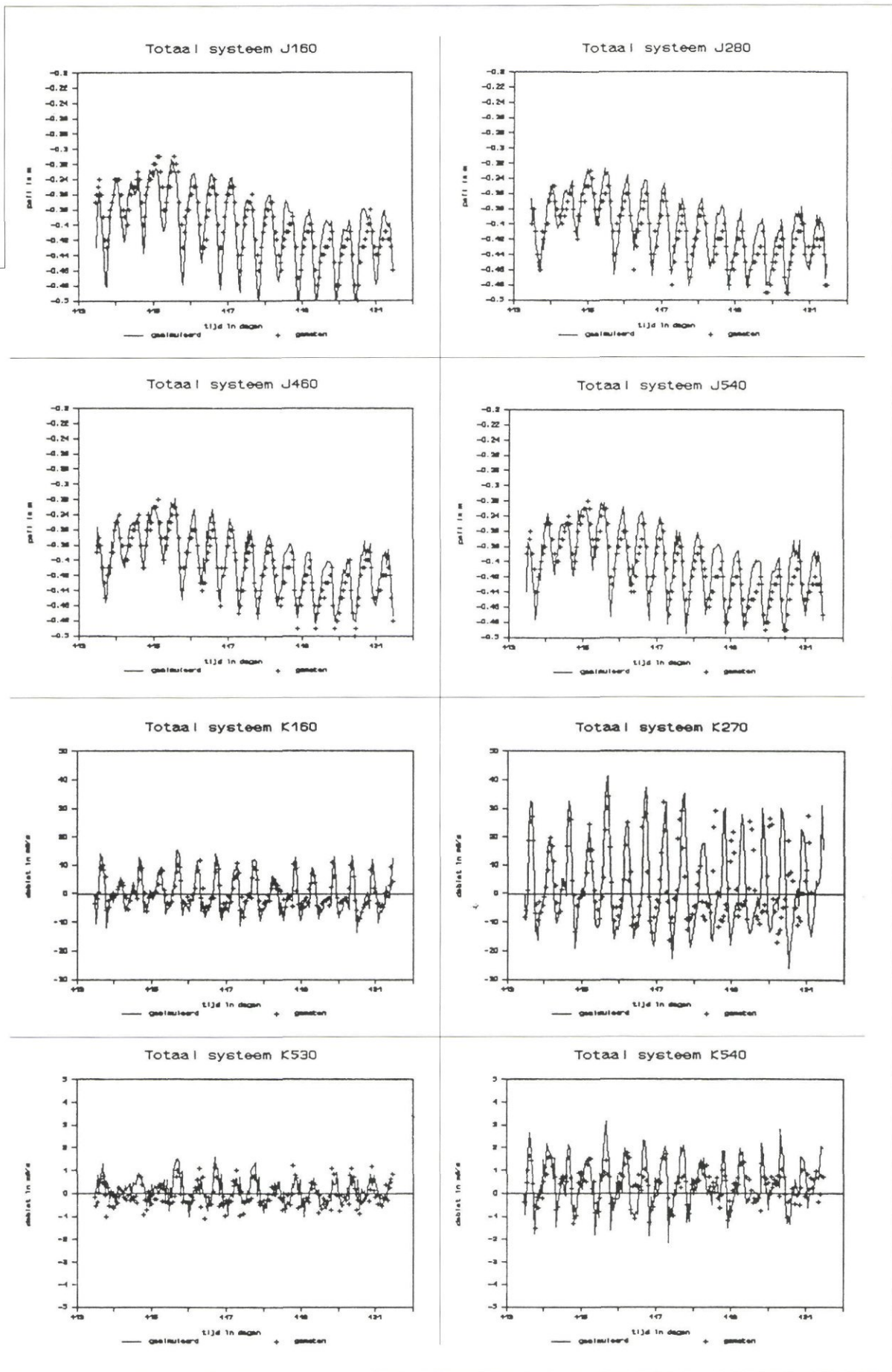
Plaats	Droge periode A (3 t/m 20/8 1989)		Natte periode B (1 t/m 20/4 1989)	
	gemeten	model	gemeten	model
Amstel				
Amsterdam (K270)	79	117	440	382 (461) ¹
Weespertrekvaart (K660)	75	-5	90	148 (68)
Amstel Uithoorn (K160)	-71	-18	-	102 (151)
Oude Waver (K540)	29	21	44	24 (18)
Winkel (K530)	10	2	28	14 (7)

¹ Tussen haakjes gemiddelde netto afvoer bij een simulatie, waarbij de inlaatdebieten naar de polders gelijk aan 0 zijn gesteld.

periode verdwijnt de invloed van het getij en wordt een indruk verkregen van de netto waterbeweging in het gebied. Uit deze tabel blijkt dat er grote verschillen tussen de gemeten en de gesimuleerde netto afvoer worden gevonden. Vooral de waterverdeling tussen de Amstel en de Weespertrekvaart bij de Berlagebrug wordt slecht beschreven. Voor de droge periode geldt dat volgens de simulatie vrijwel alle water dat via de Berlagebrug richting Amsterdam stroomt afkomstig is uit de Amstel, terwijl uit de metingen blijkt dat slechts de helft van de afvoer uit de Amstel afkomstig is en de rest wordt aangevoerd vanuit de Weespertrekvaart. De absolute grootte van de debieten bij de Berlagebrug in noordelijke en zuidelijke richting wordt echter wel redelijk beschreven. Zo bedraagt in de droge periode de gemiddelde gemeten afvoer in tak 270 naar het noorden 310.000 m³/dag en naar het zuiden 230.000 m³/dag, terwijl met behulp van het model waarden worden berekend van respectievelijk 320.000 en 200.000 m³/dag. Wat betekent dat de afwijking tussen de gemeten en berekende afvoer in de orde van grootte van 15% ligt.

In de Amstel bij Uithoorn wordt de berekende netto afvoer ook sterk onderschat. De orde van grootte van de

Afb. 3 - Gemeten en gesimuleerde peil in de Amstel bij Uithoorn (J160), de Amstel bij Amsterdam (J280), het Abcoudermeer (J460), de Oude Waver bij gemaal Groot Mijdrecht (J540) en de gemeten en gesimuleerde debieten in de Amstel bij Uithoorn (K160), de Amstel bij Amsterdam (K270), de Winkel (K530), de Waver (K540).



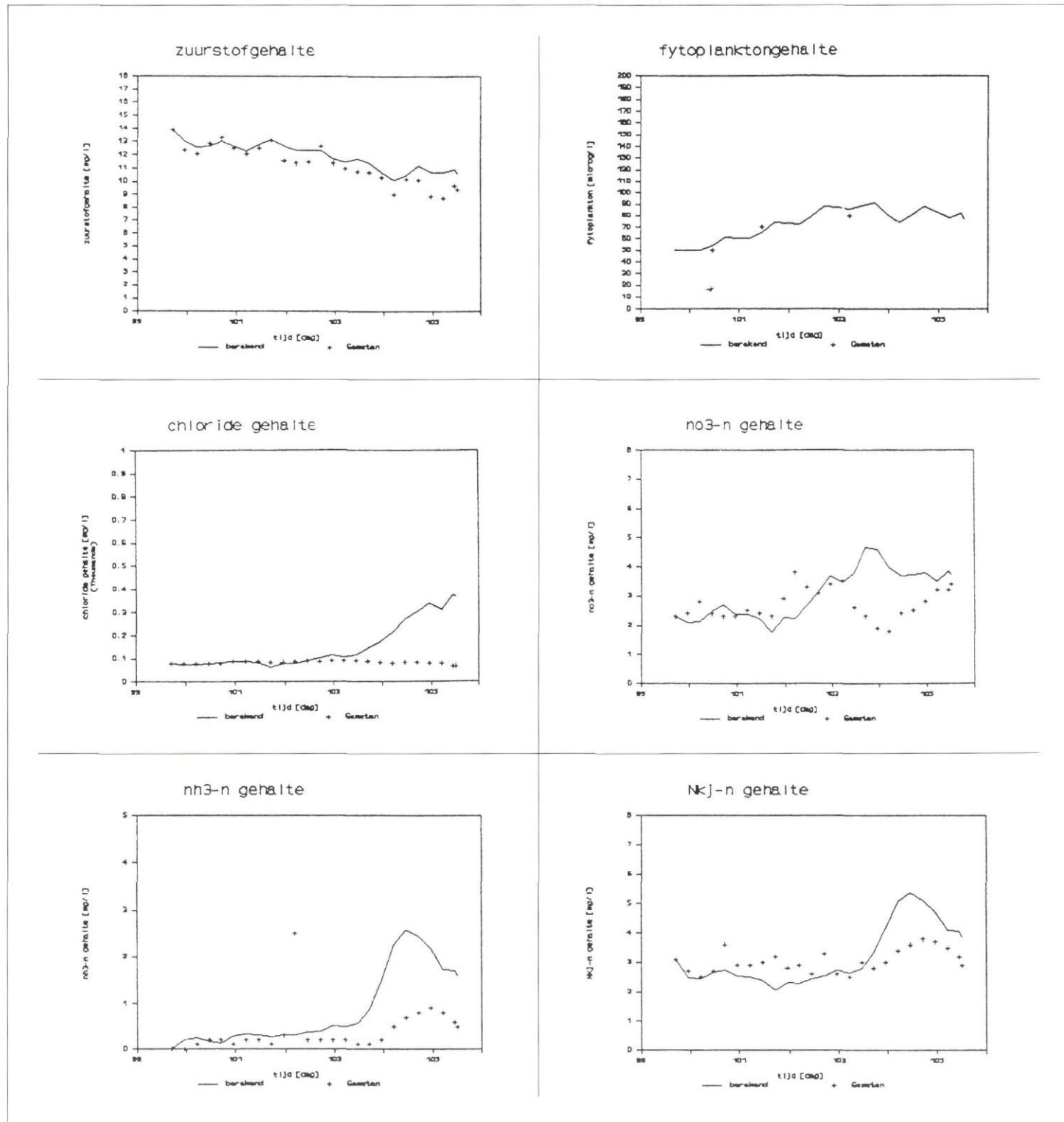
afvoer in de Waver en de Winkel daarentegen wordt redelijk beschreven. Het verschil tussen de gemeten en gesimuleerde gemiddelde debieten in positieve en negatieve richting bedraagt voor deze lokaties minder dan 10%.

Voor de natte periode B geldt juist dat de netto afvoer in de Amstel wordt onderschat en die in de Weespertrekvaart

wordt overschat. De oorzaak van de minder goede beschrijving van de netto waterverdeling moet worden gezocht in de gebruikte waarden voor de inlaatdebieten. Hiervoor zijn, zoals al eerder werd vermeld jaargemiddelde waarden gebruikt, terwijl in werkelijkheid afhankelijk van de waterbehoefte in de polders de grootte over het jaar sterk kan variëren.

Voor het droge scenario geldt bijvoorbeeld dat wanneer de inlaten naar de polders langs de Amstel en in het zuidelijk deel van de boezem worden onderschat het debiet in de Amstel wordt overschat. Het opleggen van een debietrand bij de Berlagebrug heeft dan tot gevolg dat voor de gemiddelde afvoer in de Weespertrekvaart een te lage waarde wordt

Afb. 4 - Gemeten en gesimuleerde verloop van een aantal variabelen in de Amstel bij Uithoorn (J160) in de periode van 10/4 t/m 17/4 1989.



gevonden. Illustratief voor de gevoeligheid voor de inlaatdebieten, zijn de ook in tabel I opgenomen resultaten van een simulatie voor de natte periode, waarbij de inlaatdebieten naar de polders gelijk aan 0 zijn gesteld. Nu wordt de netto afvoer in de Amstel overschat en die in de Weespertrekvaart juist onderschat. De netto waterverdeling is dus nogal gevoelig voor de inlaten, wat betekent dat deze nauwkeuriger dienen te worden vastgesteld. Een redelijke schatting kan worden verkregen door het model met behulp van de inlaatdebieten af te regelen op de gemeten waterverdeling.

EUTROWASP

Voor het waterkwaliteitsmodel is dezelfde schematisering gebruikt als voor het waterbewegingsmodel. Voor de randvoorwaarden en de lozingen zijn de in het kader van het achtergrondprogramma gemeten gehalten gebruikt. Voor het beschrijven van de primaire productie moeten de lichtintensiteit en de extinctie worden ingevoerd. Hiervoor werden de tijdens de meetcampagnes gemeten waarden gebruikt. Ook de gemeten temperatuur werd als invoervariabele opgegeven. Behalve de hierboven genoemde invoervariabelen, moeten aan een groot aantal parameters en constanten een waarde worden toegekend. In het model EUTROWASP gaat het om circa 40 parameters. Het is uiteraard niet mogelijk om al deze parameters te schatten op basis van de metingen. Bij hetijken van een waterkwaliteitsmodel moet dan ook onderscheid worden gemaakt tussen constanten, zoals de verhouding koolstof/stikstof, koolstof/fosfaat en koolstof/zuurstof, die door stoechiometrische overwegingen kunnen worden bepaald en echte parameters zoals de snelheidsconstanten voor de afbraak van organische stof. Voor de constanten kan veelal worden volstaan met het gebruik van waarden uit de literatuur. Parameters, zoals de snelheidsconstante voor de oxydatie van BZV en de maximale groeisnelheid van de algen zijn veelal specifiek voor de situatie, die wordt onderzocht en moeten dan ook per systeem worden vastgesteld.

Voor de boezem van Amstelland-West zijn de parameters in de beschrijving van de algengroei bepaald aan de hand van de primaire productie-experimenten. Ook voor het sedimentzuurstofverbruik zijn experimenteel vastgestelde waarden gebruikt. Verder zijn de belangrijkste parameters, zoals de snelheidsconstanten voor de mineralisatie voor zover mogelijk geschat door de gesimuleerde gehalten zo

goed mogelijk in overeenstemming te brengen met de metingen. Voor alle andere parameters en constanten zijn literatuurwaarden gebruikt.

In afbeelding 4 worden voor één van de trajecten voor een aantal variabelen de gesimuleerde en de gemeten gehalten met elkaar vergeleken. Over het algemeen geldt dat voor zuurstof en het chlorofyl- α gehalte het gemeten verloop redelijk wordt beschreven. Voor een aantal andere variabelen worden soms grote afwijkingen gevonden tussen de gesimuleerde en berekende waarden. Zo wordt voor chloride, ammonium- en Kjeldahl-stikstof gevonden dat de gemeten concentraties aan het einde van de periode plotseling sterk veranderen, terwijl deze sprong in de gehalten in de simulaties niet wordt teruggevonden. Dit duidt erop dat voor deze stoffen het transport niet goed wordt beschreven. Dit kan mogelijk het gevolg zijn van een foute beschrijving van de waterbeweging in deze periode. Naar achteraf bleek, zijn in deze periode in verband met hoogwater de verbindingen tussen het Amsterdam-Rijnkanaal en de boezem gesloten. Dit is bij de simulatie van de waterbeweging niet meegenomen. De slechte beschrijving van het transport kan ook zijn veroorzaakt door een verkeerde keuze van de initiële condities voor deze variabelen. Gezien het dynamische karakter van het systeem en het grote aantal lozingen dat hierop plaatsvindt ligt het voor de hand dat er in het systeem grote ruimtelijke concentratiegradiënten aanwezig zijn. Deze zijn echter niet bekend en voor de initiële condities voor alle segmenten is dan ook gebruik gemaakt van een waarde, geschat op basis van de gemeten concentraties op slechts twee meetpunten in een traject. Het effect van de onzekerheid in de initiële condities speelt vooral een rol voor die variabelen waarvoor het transport belangrijker is dan de processen. Voor zuurstof en chlorofyl zijn de processen belangrijker dan het transport, waardoor geen grote concentratiegradiënten aanwezig zullen zijn. Dat verklaart dat voor deze variabelen wel een redelijke beschrijving kan worden gevonden.

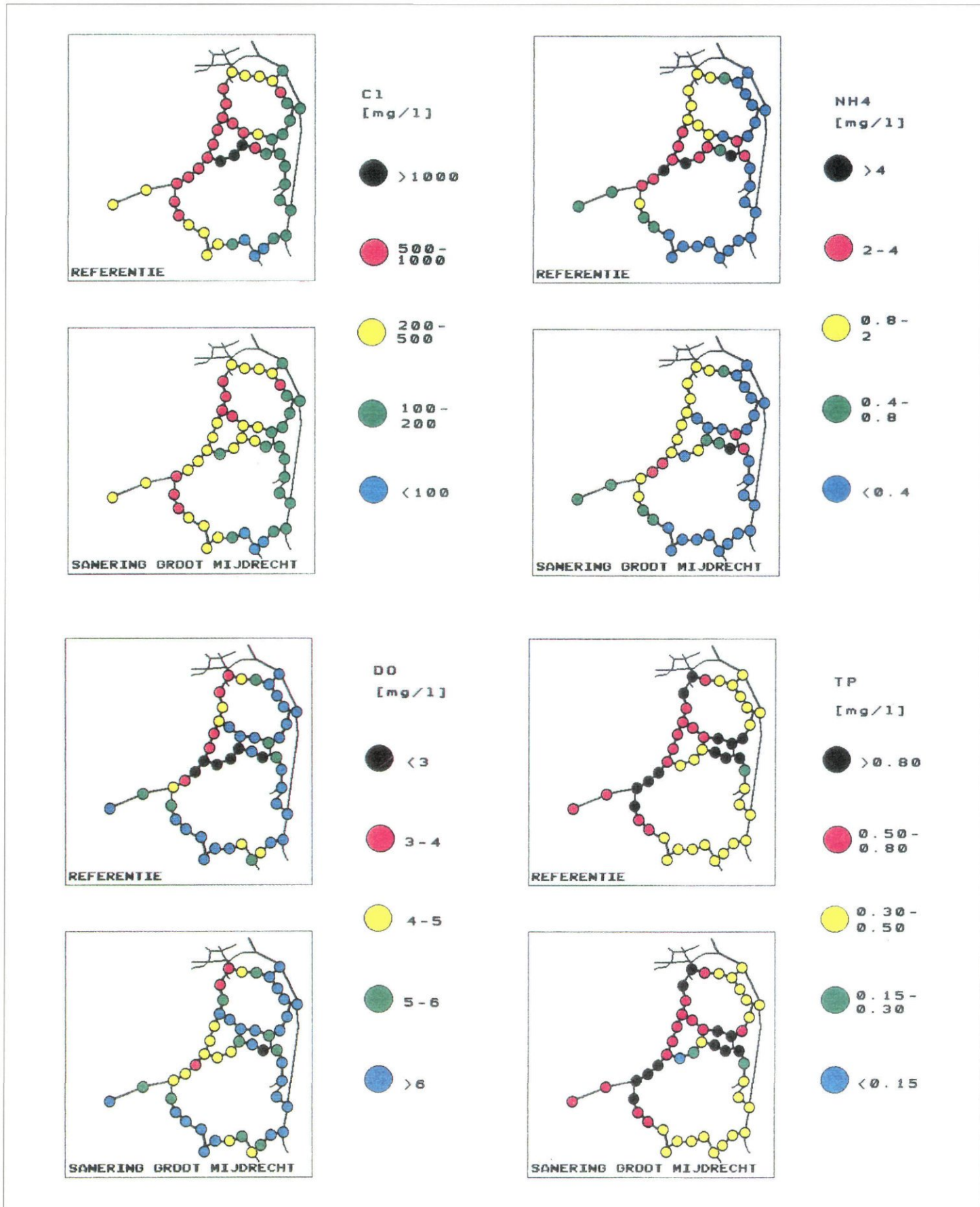
Het is niet mogelijk gebleken om over korte perioden de dynamiek van een aantal waterkwaliteitsvariabelen goed te beschrijven. Om toch een indruk te krijgen van de betrouwbaarheid en de bruikbaarheid van het model voor dit systeem zijn ook simulaties over langere perioden uitgevoerd. Voor dezelfde perioden als gebruikt bij het testen van het kwantiteitsmodel is ook de kwaliteit

gesimuleerd (zie afb. 7 referentie situatie). Hierbij zijn voor de kwaliteit van de lozingen zomer- of wintergemiddelde waarden gebruikt. De resultaten van de simulaties tonen zowel voor wat betreft de aard, intensiteit als de ruimtelijke spreiding dezelfde problemen, zoals die blijken uit het achtergrondmeetprogramma waterkwaliteit.

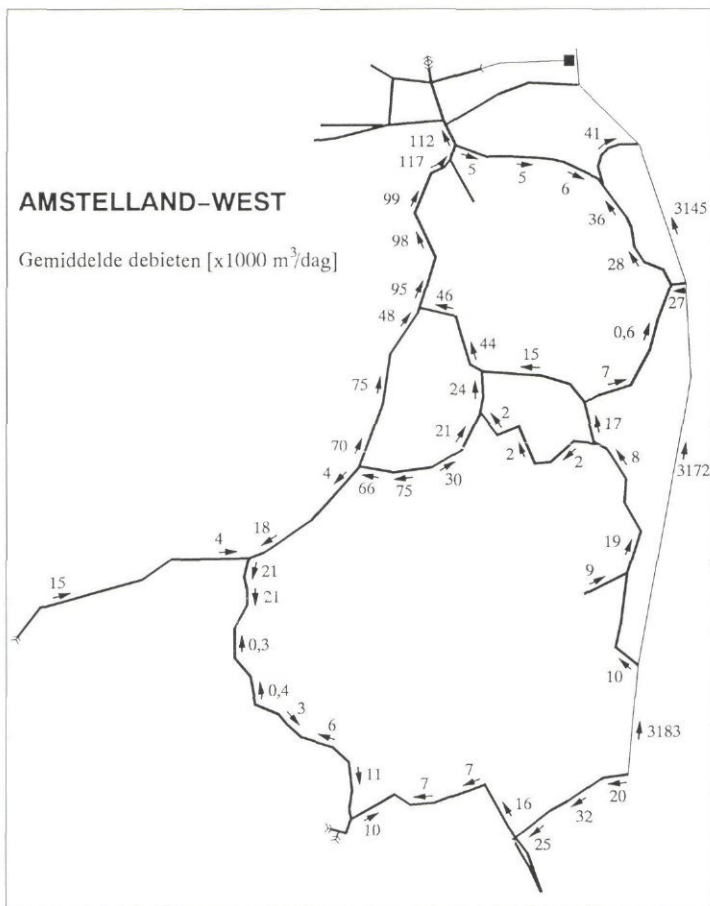
Samenvattend mag worden geconcludeerd, dat ondanks het feit dat de ijking van het kwaliteitsmodel over vooral kortere tijdschalen niet geheel naar tevredenheid is verlopen, geldt dat het model een redelijke beschrijving geeft van de werkelijkheid en kan worden toegepast om het inzicht in het systeem verder te vergroten en kan worden gebruikt om alternatieve maatregelen onderling te vergelijken.

Verkregen inzichten

De simulaties met het model en de resultaten van de uitgebreide meetprogramma's hebben het inzicht in de boezem sterk vergroot. De dynamiek van de waterbeweging in het gebied wordt vrijwel geheel bepaald door de externe invloed van de pseudo getijdebeweging op het Noordzeekanaal en het Amsterdam-Rijnkanaal. Dit uit zich in het hele gebied in sterk variërende peilen en grote fluctuaties in het debiet, waarbij 2 maal per dag de stroomrichting omkeert. De netto waterverdeling in het gebied wordt daarentegen voornamelijk bepaald door interne factoren. Afbeelding 5 toont de gesimuleerde gemiddelde waterverdeling over de droge periode van 3 t/m 24 augustus 1989. Hieruit blijkt dat de netto uitwisseling van water tussen de boezem en het Amsterdam-Rijnkanaal gering is. De totale inlaat vanuit het Amsterdam-Rijnkanaal is slechts 8% van de totale hoeveelheid water die de boezem in het noorden bij Amsterdam verlaat. De interne productie van water door lozingen en uitslag door polders, vormt de grootste term in de waterbalans over het gebied. Ook blijkt uit afbeelding 5 de grote invloed van het gemaal Groot Mijdrecht op de waterverdeling. Circa een derde deel van de uitslag van dit gemaal wordt via de Oude Waver, de Waver en de Bullewijk afgevoerd naar de Amstel. Het resterende deel wordt rechtstreeks via de Waver ook naar de Amstel afgevoerd. De totale afvoer van de Amstel bij de Berlagebrug is van dezelfde orde van grootte als de uitslag van Groot Mijdrecht. In het zuidelijk deel van de boezem wordt de netto waterverdeling bepaald door de inlaten naar de polders en de uitslag van de gemalen. In de Geer



Afb. 7 - Berekende concentratieverdeling voor chloride, ammonium, zuurstof en totaal-fosfaat aan het eind van de simulatieperiode van 3 t/m 24 augustus 1989. Referentiesituatie en na sanering Groot Mijdrecht.



Afb. 5 - Gesimuleerde gemiddelde waterbeweging in de periode van 3 t/m 24 augustus 1989 in m³/dag (x 1.000).

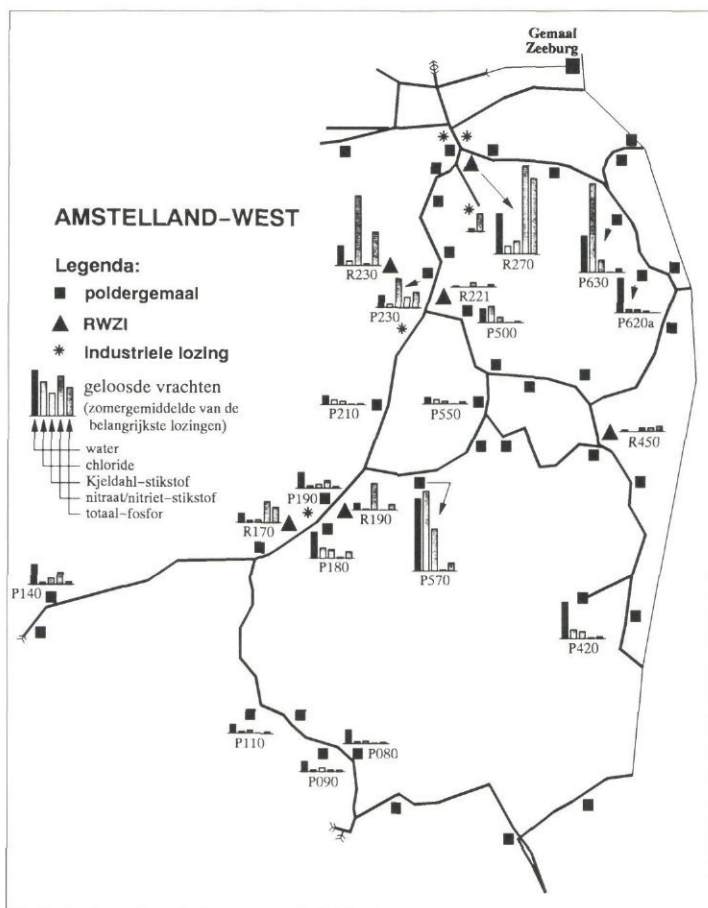
wordt grotendeels veroorzaakt door de uitslag van polderwater, waarbij de uitslag door het gemaal Groot Mijdrecht de grootste bron vormt. Ook hieruit blijkt de grote invloed van het gemaal Groot Mijdrecht. Door de grote hoeveelheid kwel in deze polder wordt de kwaliteit van het uitgeslagen water gekenmerkt door een hoog ammoniumgehalte, hoge concentraties aan chloride en een laag zuurstofgehalte. Het effect van deze lozing strekt zich uit over een groot deel van de boezem. De hoge concentraties aan chloride en ammonium in de Waver, de Oude Waver en de Amstel worden voor een belangrijk deel veroorzaakt door de uitslag van dit gemaal. Ook heeft deze lozing een belangrijke invloed op de zuurstofhuishouding in de Amstel. De lage zuurstofconcentratie in het centrale deel van de boezem worden ook veroorzaakt door de uitslag van zuurstofarm kwelwater. De invloed van het gemaal Groot Mijdrecht blijkt eveneens uit de resultaten van een simulatie, waarbij de kwaliteit van het door dit gemaal uitgeslagen water sterk is verbeterd (zie afb. 7, zie ook Van Alphen *et al.* [4]). Dit leidt tot een verhoging van het zuurstofgehalte in de Amstel en de Waver, terwijl de gehalten aan ammonium

• Slot op pagina 533

en in de Kromme Mijdrecht leidt dit zelfs tot omkering van de richting van de netto afvoer. De geringe doorvoer leidt tot zeer grote verblijftijden in het zuidelijk deel van de boezem. In de Kromme Mijdrecht is de netto doorvoer zelfs gelijk aan 0. Voor de droge periode is de verblijftijd in de Amstel ten zuiden van Uithoorn ook zeer groot (circa 55 dagen). In het noordelijke deel van de Amstel is, door de uitslag van Groot Mijdrecht, de doorspoeling aanzienlijk groter. De verblijftijden in dit deel bedragen circa 10 tot 15 dagen.

Ook voor de waterkwaliteit geldt dat deze vooral wordt bepaald door de lozingen in het gebied. Afbeelding 6 toont voor chloride, stikstof en fosfaat de geloosde vrachten van de belangrijkste bronnen in het gebied. In de totale belasting van de boezem met ammonium is het aandeel van de rwzi's circa 50%, waarbij de installaties van Amstelveen en Mijdrecht de grootste bijdrage leveren. Een andere grote bron van ammonium wordt gevormd door de uitslag van het gemaal Groot Mijdrecht. Voor totaal-fosfaat is de belasting door de rwzi's het grootst (63% van de totale belasting). De grootste bronnen voor fosfaat zijn de rwzi's van Amsterdam-zuid en Amstelveen. De belasting van het systeem met chloride

Afb. 6 - Overzicht van de belangrijkste bronnen voor chloride, stikstof en fosfaat.



Het maken van een goede, reële planning is gebleken één van de lastigste onderdelen van de projectopzet te zijn. Formaliteiten en besluitvormingsperiodes zijn, voor wat hun tijdsduur betreft, moeilijk in te schatten. Voor de gegevensverwerking geldt dat in mindere mate, maar hier lagen de problemen vooral in de lijnorganisatie van de deelnemende partijen. Afbeelding 4 geeft een overzicht van het uiteindelijk gevolgde tijdspad.

Tijd is dus het grootste probleem geweest. Vooral als de tijdsinvestering, zoals bij dit langlopende project nogal fluctueert, blijkt het in de loop van het project verrassend moeilijk weer de nodige tijd vrij te maken. Andere belangrijke zaken uit de dagelijkse werkzaamheden leggen ook hun prioriteiten.

Nochtans, het project wordt door de deelnemende partijen als geslaagd beschouwd. Het project heeft binnen het beschikbare budget het gewenste resultaat opgeleverd. De werksfeer is daarbij steeds probleemoplossend en prettig geweest.

Literatuur

1. Aalderink, R. H., Mankor, J., Smit, D. de en Alphen, J. C. A. van (1993). *Amstelland-West; toepassing van DYNHYD en EUTROWASP*. H₂O, elders in dit nummer.
2. Alphen, J. C. A. van, Aalderink, R. H., Rijdsdijk, R. E. en Mankor, J. (1993). *Amstelland-West; oriënterend onderzoek naar effecten en maatregelen*. H₂O, elders in dit nummer.
3. Zuiveringschap Amstel- en Gooiland (1976). *Verlag 'Waterkwaliteitsaspecten tijdens de proef Wateroorziening Rijnland in 1976'*.
4. Hoogheemraadschap Amstelland (1977). *Rapport 'Boezembeheer Amstelland-West'*. (TAUW)
5. Zuiveringschap Amstel- en Gooiland (1980). *Notitie 'Waterverversing als middel ter verbetering van de waterkwaliteit in het stroomgebied van de Amstel'*.
6. Hagemeijer, F. (1980). *Mogelijkheden tot terugdringing van de eutrofiëringstoestand van de Amstel*.
7. Hoogheemraadschap van Rijnland (1980). *Rapport 'Verversing vanuit Tolhuissluis (via Rijnlands Boezem)'*.
8. Provinciale Waterstaat Utrecht (1987). *Notitie 'Bundeling onderzoek Amstelland'*.
9. Heidemij Adviesbureau BV (1988). *Kwantitatief meetplan voor de boezem Amstelland-West*.
10. Zuiveringschap Amstel- en Gooiland, Provinciale Waterstaat Utrecht, Landbouwniversiteit Wageningen en Provinciale Waterstaat Noord-Holland (1988). *Meetplan waterkwaliteit, project Amstelland-West*.
11. Hoogheemraadschap Amstelland, Zuiveringschap Amstel- en Gooiland, Provinciale Waterstaat Noord-Holland en Provinciale Waterstaat Utrecht (1988). *Projectplan onderzoek Amstelland-West*.
12. Aalderink, R. H. (1991). *Het tijt keert ...; Een integraal waterhuishoudkundig onderzoek in de boezem van Amstelland-West; Samenvatting*.
13. Aalderink R. H. (1991). *Het tijt keert ...; Een integraal waterhuishoudkundig onderzoek in de boezem van Amstelland-West; Deelrapport I: Theoretische achtergronden van de modellen DYNHYD en EUTROWASP*.
14. Aalderink R. H., Raap, K. P. en Slobbe, L. C. J. (1991). *Het tijt keert ...; Een integraal waterhuis-*

houdkundig onderzoek in de boezem van Amstelland-West; Deelrapport II: Toepassing van de modellen DYNHYD en EUTROWASP op de boezem van Amstelland-West.

15. Aalderink, R. H. en Slobbe, L. C. J. (1991). *Het tijt keert ...; Een integraal waterhuishoudkundig onderzoek in de boezem van Amstelland-West; Deelrapport III: Simulatie van de waterbeweging en de waterkwaliteit in de boezem van Amstelland-West; een drietal scenario's*.

16. Aalderink, R. H. en Slobbe, L. C. J. (1991). *Het tijt keert ...; Een integraal waterhuishoudkundig onderzoek in de boezem van Amstelland-West; Deelrapport IV: Handleiding voor het gebruik modellen voor de boezem van Amstelland-West*.



Dynhyd en Eutrowasp

• Slot van pagina 541

en chloride in een groot deel van de boezem afnemen. In de Amstel zelf worden nog steeds relatief hoge gehalten aan ammonium aangetroffen. Dit is het resultaat van de lozingen door de rwzi's. Ook voor de zuurstofhuishouding is nu het effect van de rwzi's, die lozen op de Amstel beter te herkennen. In de omgeving van de rwzi's van Uithoorn en Amsterdam worden nog steeds lage zuurstofgehalten gevonden. Fosfaatconcentraties groter dan 0,8 mg P/l komen voor in de Amstel en in de Angstel, Holendrecht en Bullewijk. Deze hoge concentraties worden voornamelijk veroorzaakt door de effluentlozingen van de rwzi's op de Amstel en de rwzi van Abcoude, die loost op de Angstel. In het oostelijk deel van de boezem, grenzend aan het Amsterdam-Rijnkanaal liggen de totaal-fosfaatgehalten aanzienlijk lager. Ook voor de andere in beschouwing genomen waterkwaliteitsvariabelen geldt dat in het algemeen het Amsterdam-Rijnkanaal een positieve invloed heeft op de kwaliteit in de boezem. Behalve voor nitraat geldt dat de kwaliteit van het water in het Amsterdam-Rijnkanaal beter is dan in de boezem zelf. Dit water wordt gekenmerkt door lagere gehalten aan chloride, fosfaat, ammonium en een hoger zuurstofgehalte. De invloed van het Amsterdam-Rijnkanaal op de waterkwaliteit blijft echter beperkt tot de wateren die hieraan direct grenzen.

Opvallend is dat het effect van de uitslag van het gemaal Groot Mijdrecht zich over zo'n groot deel van de boezem uitstrekt. Zo is in de gesimuleerde periode de netto afvoer in de Amstel in noordelijke richting. Uit afbeelding 7 blijkt echter dat bijvoorbeeld voor chloride het effect van Groot Mijdrecht ook in het zuidelijk deel van de Amstel en zelfs in de Kromme

Mijdrecht merkbaar is. Dit wordt veroorzaakt door de getijdebeweging en door dispersie, waardoor stoffen zich over een veel groter gebied verspreiden.

Slot

Als één van de belangrijkste conclusies van het onderzoek kan worden aangemerkt dat de factoren, die de waterbeweging en de waterkwaliteit beïnvloeden vooral in het gebied moeten worden gezocht. Behalve de pseudo getijdebeweging, die veroorzaakt wordt door de spui in het Noordzeekanaal, geldt dat de waterverdeling grotendeels wordt veroorzaakt door de lozingen en de inlaten in de boezem zelf. Ook voor de waterkwaliteit geldt dat deze voornamelijk wordt bepaald door de lozingen en uitslag van polderwater in het gebied. Dit betekent dat aanknopingspunten voor het beheer dan ook in het gebied zelf moeten worden gezocht. Door de beheerder is dan ook als vervolg op dit onderzoek een start gemaakt met het ontwikkelen van maatregelen scenario's met als doel het verbeteren van de waterkwaliteit. Het ontwikkelde model kan hierbij als instrument worden gebruikt. Met behulp hiervan is het mogelijk de effecten van maatregelen door te rekenen en de resultaten van alternatieven onderling te vergelijken. Een eerste aanzet hiervoor wordt gegeven door Van Alphen *et al.* [4].

Literatuur

1. Smit, D de, Alphen, J. C. A. van, Schipper, C. en Vermaas, J. (1993). *Amstelland-West, het tijt Keert*. H₂O, elders in dit nummer.
2. TAUW (1977). *Boezembeheer Amstelland-West*. Rapportnummer: 13.404.22, Deventer, november 1977.
3. Lijkema, L. en Straten, G. van (1978). *Wind Induced Flow of Water in Network*. *Journal of the Hydraulics Division*, Vol 104, HY1, pp 104-109.
4. Alphen, J. C. A. van, Aalderink, R. H., Rijdsdijk, R. E. en Mankor, J. (1993). *Amstelland-West; oriënterend onderzoek naar de effecten van maatregelen*. H₂O, elders in dit nummer.



Basiscursus GIS voor waterschappen

Het Expertisecentrum Geo-informatiekunde Nederland (GEON) organiseert een basiscursus GIS voor waterschappen. De cursus vindt plaats op 12, 13 en 14 oktober 1994 in Groningen. Nadere inlichtingen: GEON, Postbus 3037, 9701 DA Groningen, telefoon 050 - 74 97 60.