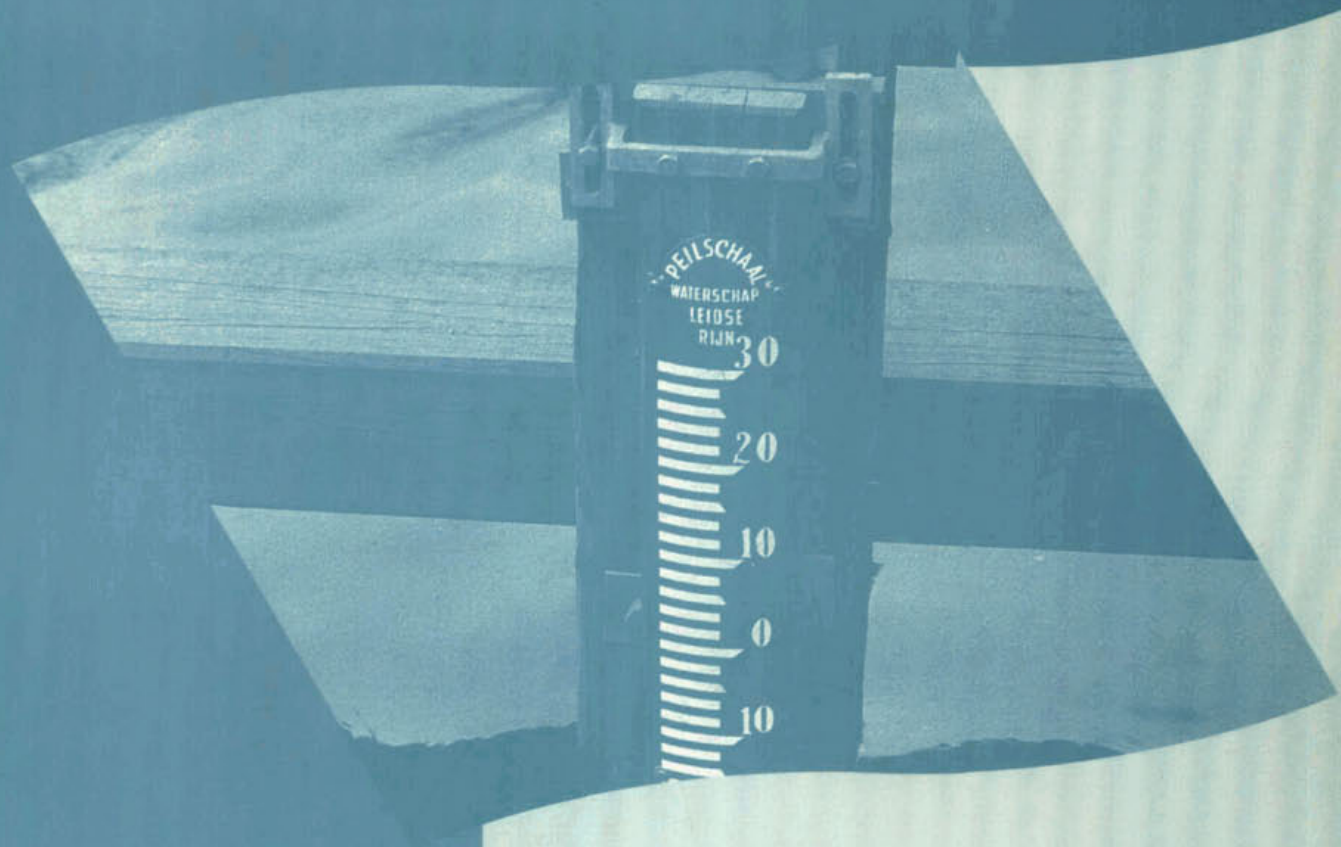


Behoeftenonderzoek Consensusmodellenlijn

Hoofdrapport



97 01

Behoeftenonderzoek Consensusmodellenlijn
Hoofdrapport

97 01

Arthur van Schendelstraat 816
Postbus 8090, 3503 RB Utrecht
Telefoon 030 232 11 99
Fax 030 232 17 66

Publicaties en het publicatie-
overzicht van de STOWA kunt u
uitsluitend bestellen bij:
Hageman Verpakkers BV
Postbus 281
2700 AC Zoetermeer
o.v.v. ISBN- of bestelnummer en
een duidelijk afleveradres.
ISBN 90.74476.67.8

Ten Geleide

De STOWA stelt zich de ontwikkeling voor van een modellenlijn voor het waterbeheer, de consensusmodellenlijn, uitgaande van de gegevensstandaard van de Unie van Waterschappen (waterschapslegodoos) en het STOWA-standaarduitwisselingsformaat (stekkerdoos water). Ten aanzien van de ontwikkeling van deze modellenlijn dient vanuit de regionale waterbeheerders te worden gedefinieerd wat op korte termijn hard nodig is om de beheerstaak te kunnen uitvoeren en wat in de toekomst nodig zal zijn, welke bijzondere wensen er zijn en welke brede(re) behoefte er bij de beheerders zal gaan ontstaan.

Doel van het voorliggende behoeftenonderzoek consensus modellenlijn is het vaststellen van de behoeften van regionale waterbeheerders aan modelinstrumenten, voor het operationele waterbeheer en voor planvorming op tactisch niveau en strategisch niveau, en dient uit te monden in een programma van eisen. Om te komen tot het programma van eisen is door middel van interviews, bij waterschappen en provincies als gebruikers en instituten en instellingen als aanbieders, een beeld gevormd van het huidige gebruik van modellen en de te voorziene ontwikkelingen. Vervolgens heeft de begeleidingscommissie gemeend het hieruit ontstane beeld te completeren met haar ervaringen.

In het onderliggende rapport wordt geconcludeerd dat directe interventie, zoals het zelf ontwikkelen van modellen als DUFLOW, ORPHEUS, SIMBA en PRIMAVERA, in het verleden zeer succesvol is geweest. De voorwaardenscheppende benadering, zoals de ontwikkeling van de Stekkerdoos Water, mits in samenhang met de achterban en bestuurlijk ondersteund (bijvoorbeeld door het sluiten van convenanten) lijkt op termijn de meer aangewezen weg. Bovendien kan hierdoor de markt een richting van ontwikkeling worden geboden, waardoor de marktwerking tegen een goede prijs/kwaliteitsverhouding gestimuleerd kan worden. Ook is er behoefte aan het promoten van "good modelling practices" en het ondersteunen van de waterbeheerders hierbij door middel van het (mede) organiseren van lezingendagen en/of cursussen. Tevens wordt aan het bestuur van de STOWA voorgesteld om, los van de bestaande programmacommissies, specifiek op bovengenoemd terrein een aparte commissie in te stellen.

Het onderzoek is uitgevoerd door EDS te Leidschendam met als projectmedewerkers ir. L.P. van der Sluys Veer (projectleider vanaf oktober 1996), drs. B. van Adrichem, ir. J.J. Noort (projectleider tot oktober 1996) en ir. O.G. Huisman. Het project is begeleid door een begeleidingscommissie, waarvan de leden afkomstig zijn uit deelnemers in de stichting en bestaande uit: dr.ir. J.V. Witter - voorzitter (Hoogheemraadschap West-Brabant), dr.ir. E.S.B. van Duin (Hoogheemraadschap van Rijnland), ir. P.J.M. Mulder (Provincie Zuid-Holland), dr.ir. F.H.M. van der Ven (RIZA) en ir. L.R. Wentholt (STOWA).

Utrecht, januari 1997

De directeur van de STOWA

drs. J.F. Noorthoorn van der Kruijff

0. Samenvatting

Het beheer van de Nederlandse wateren vindt plaats in een veranderende wereld. Mondiger burgers, open planprocessen, afstemming met meerdere partijen en veranderende politieke aandachtspunten maken het werk van de waterbeheerder er niet eenvoudiger op. Inzicht geven in de gevolgen van (beleids)maatregelen, daarbij rekening houdend met alle aspecten en beleidsterreinen, is daardoor nog belangrijker geworden. Wiskundige modellen en ontwikkelingen op het gebied van de informatietechnologie spelen hierin een steeds belangrijkere rol. Het gebruik van modellen neemt daardoor toe, al wordt er niet altijd zelf gerekend. Vooral bij de provincies wordt veel rekenwerk aan externe partijen uitbesteed.

Gezien de doelstelling van de STOWA, om te komen tot een consensusmodellenlijn, was een inventarisatie van de wensen van de waterbeheerders opportuun. Dit heeft geresulteerd in een onderzoek, waarvan onderhavig rapport het resultaat weergeeft. In dit onderzoek is op grond van interviews bij waterschappen en provincies als gebruikers, en instituten en instellingen als aanbieders een beeld gevormd van het huidige gebruik van modellen en de te voorziene ontwikkelingen.

Het gebruik van modellen kent knelpunten. Toepassing van modellen kost doorgaans veel tijd en vereist deskundigheid. Ook is het verwachtingspatroon vaak te hoog gespannen. De modellen zelf zijn niet altijd even toegankelijk. De gebruikersvriendelijkheid laat te wensen over en ook de uitvoer is niet in de vorm die gewenst is. Ook het benaderen van relevante gegevens en het combineren van modellen geeft in de praktijk problemen. Verder zijn er schaalproblemen en hebben bepaalde modellen een gebrekkige functionaliteit. Op sommige terreinen bestaan er lacunes in kennis.

Informatie-technologische ontwikkelingen kunnen een deel van deze problemen verminderen. Geografisch georiënteerde gebruikersinterfaces, betere en inzichtelijkere uitvoer, schillen rond modellen, betere en uniforme benadering van gegevens, uitwisseling van gegevens, resultaten en modellen via Internet maken modellen toegankelijker. De nadruk bij ontwikkelingen zou de komende jaren dan ook moeten liggen bij een betere ontsluiting van de modellen in plaats van een verdere ontwikkeling van de modellen zelf. Het gebruik van eenzelfde architectuur (gebaseerd op de legodoos van de Unie van Waterschappen), het kunnen uitwisselen van gegevens (via de STOWA stekkerdoos) en de ontwikkeling van eenduidige gebruikersinterfaces dienen te worden nagestreefd.

De STOWA heeft twee mogelijkheden om in deze ontwikkeling te sturen. In de eerste plaats door zelf modellen te laten ontwikkelen. Deze methode is in het verleden succesvol gebleken bij DUFLOW, ORPHEUS en PRIMAVERA. De tweede mogelijkheid tot sturing is het scheppen van voorwaarden voor consensus. De rol van dit tweede sturingsmechanisme dient sterker ingezet te worden. Bijvoorbeeld door convenantvorming kan de markt een richting van ontwikkeling geboden worden. Regelmatig herhalen van het behoeftenonderzoek is hierbij van belang. Marktwerking wordt hierdoor gestimuleerd hetgeen de prijs/kwaliteitverhouding ten goede komt. De ontwikkeling van de stekkerdoos past in deze laatste mogelijkheid. Daarnaast is er behoefte aan het promoten van "good modelling practices".

Met betrekking tot het modellengebruik in de toekomst worden de volgende aanbevelingen gedaan:

1. Het blijven volgen van de ontwikkelingen van de behoeften bij de participanten in STOWA;
2. Het vormgeven van de voorwaardenscheppende benadering in samenspraak met andere afnemers zodat de geconstateerde behoeften optimaal worden vervuld;
3. Het ombuigen van de lijn van directe interventies, maar op zo'n manier dat er voldoende concurrentie blijft op de modellenmarkt en er tevens voldoende stimulans is om de STOWA stekkers te ontwikkelen. Directe interventie is wellicht wel noodzakelijk om samen met Rijkswaterstaat/RIZA een schil te realiseren voor de toe te passen modellen;
4. Het opzetten van gebruikersondersteuning;
5. Het benaderen van universiteiten en wetenschappelijke instituten in verband met lacunes op het gebied van proceskennis.

Aanbevolen wordt tevens om hiervoor een aparte STOWA-commissie in te stellen.

INHOUD

0. Samenvatting	2
1. Leeswijzer	6
2. Inleiding	7
3. Huidige modellen	9
3.1. <i>Geschiedenis</i>	9
3.2. <i>Huidig gebruik van modellen</i>	10
4. Knelpunten	12
5. Ontwikkelingen	15
5.1. <i>Ontwikkelingen in het waterbeheer</i>	15
5.1.1. <i>Externe ontwikkelingen</i>	15
5.1.2. <i>Interne ontwikkelingen</i>	15
5.2. <i>Ontwikkelingen in relevante kennis</i>	16
5.2.1. <i>Relevante ontwikkelingen in de informatietechnologie</i>	16
5.2.2. <i>Relevante ontwikkelingen in het kennisaanbod in Nederland</i>	19
6. Modellenlijn ten behoeve van waterbeheer na 2000	22
6.1. <i>Programma van eisen</i>	22
6.2. <i>Realisatiepad</i>	22
7. Conclusies en aanbevelingen	24
7.1. <i>Conclusies</i>	24
7.2. <i>Aanbevelingen</i>	25
Tabel I. Modelgebruik bij de waterbeheerders	I-1

Separaat

Bijlage A. Interviews waterschappen	A-1
1. <i>Vragenlijst</i>	A-2
2. <i>Interview Waterschap de Aa</i>	A-3
3. <i>Interview Zuiveringschap Amstel en Gooiland en Hoogheemraadschap Amstel en Vecht</i>	A-4
4. <i>Interview Hoogheemraadschap van Delfland</i>	A-5
5. <i>Interview Waterschap Dollardzijlvest</i>	A-6
6. <i>Interview Waterschap Friesland</i>	A-7
7. <i>Interview Waterschap Groot-Haarlemmermeer</i>	A-8
8. <i>Interview Waterschap Regge en Dinkel</i>	A-9
9. <i>Interview Hoogheemraadschap van Rijnland</i>	A-10
10. <i>Interview Waterschap Roer en Overmaas en Zuiveringsschap Limburg</i>	A-11
11. <i>Interview Hoogheemraadschap van de Uitwaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier</i>	A-12
12. <i>Interview Hoogheemraadschap West-Brabant</i>	A-13
13. <i>Interview Waterschap Salland, Zuiveringsschap West-Overijssel</i>	A-14

Bijlage B. Interviews provincies.....	B-1
1. Interview Provincie Drente	B-2
2. Interview Provincie Flevoland.....	B-3
3. Interview Provincie Noord-Brabant	B-4
4. Interview Provincie Noord-Holland	B-5
5. Interview Provincie Utrecht.....	B-6
Bijlage C. Interviews instituten en landelijke onderzoeksprojecten.....	C-1
1. Vragenlijst.....	C-2
2. Interview Aquest	C-3
3. Interview WSV.....	C-4
4. Interview NOVI3.....	C-5
5. Interview Staringcentrum.....	C-6
6. Interview KIWA	C-7
7. Interview LBL	C-8
8. Interview TNO.....	C-9
9. Interview WL	C-10

1. Leeswijzer

Het voorliggende rapport bevat:

- Een samenvatting (hoofdstuk 0).
- Een inleiding waarin de achtergrond, de probleemstelling, de uitgangspunten, de relaties met ander onderzoek en de gevolgde werkwijze worden beschreven (hoofdstuk 2).
- Een overzicht van het huidige gebruik van modellen (hoofdstuk 3).
- Een overzicht van de knelpunten die de waterbeheerders ondervinden bij het gebruik van modellen (hoofdstuk 4).
- Een overzicht van de ontwikkelingen op modelgebied die bij de verschillende waterbeheerders en instituten in gang zijn gezet (hoofdstuk 5).
- Een programma van eisen dat gezien de behoeften van de waterbeheerders en de mogelijkheden van de techniek gesteld moet worden aan de ontwikkeling van een consensusmodellenlijn. Dit wordt vergezeld van een realisatiepad (hoofdstuk 6).
- Conclusies en aanbevelingen (hoofdstuk 7).
- Verslagen van de interviews (Bijlagen)

2. Inleiding

Het waterbeheer is sinds het uitbrengen van de Derde Nota Waterbeheer, waarin een integrale aanpak van het waterbeheer werd gepropageerd, in korte tijd sterk veranderd. Het waterbeheer werd afgestemd op de ruimtelijke ordening en op het natuur- en milieubeleid. Kwaliteits- en kwantiteitsbeheer werden met elkaar en met het grondwaterbeheer op één lijn gebracht. Tegelijkertijd werd de burger mondiger en moest het waterbeheer zich door een nieuwe wet- en regelgeving steeds meer gaan verantwoorden. Vooraf bij vergunningsverlenings- en inspraakprocedures, het vaststellen van beheersplannen en het afwegen van beleidsalternatieven. Achteraf in de dagelijkse beheerspraktijk en bij juridische procedures.

Door deze veranderingen zijn de waterbeheerders in toenemende mate gedwongen in de toekomst te kijken, effecten van maatregelen te voorspellen door middel van simulatiestudies en de effecten van alternatieve maatregelen te vergelijken. Hiertoe maken ze gebruik van computermodellen. Deze modellen helpen de waterbeheerder niet alleen bij het voorspellen van maatregelen maar ook bij het presenteren en visualiseren van die effecten en bij het creëren van het benodigde maatschappelijk draagvlak.

Vandaar dat een heldere strategie met betrekking tot het modellengebruik een noodzaak is voor de waterbeheerder. Hierbij wordt koers gezet richting datgene wat nodig en mogelijk is. Te hoog gespannen verwachtingen worden op deze manier vermeden. Belangrijk daarbij is ook het aspect van de kostenbeheersing: informatica-projecten worden veelal gekenmerkt door uit de hand lopende kosten. Voor de regionale waterbeheerders - waterschappen en provincies - komt daarbij nog de noodzaak van niet zozeer uniforme als wel open systemen waardoor communicatie (tussen modellen, tussen beheerders) mogelijk blijft.

De STOWA stelt zich daartoe de ontwikkeling voor van een modellenlijn voor het waterbeheer: de consensusmodellenlijn. Bij de ontwikkeling van de consensusmodellenlijn wordt niet gedacht aan één bepaald model voor een bepaalde toepassing, maar aan meerdere modellen, waaronder ecohydrologische voorspellingsmodellen. Ten behoeve van de ontwikkeling van de modellenlijn dient bekend te zijn wat regionale waterbeheerders op termijn nodig hebben om de beheerstaak te kunnen uitvoeren en welke bijzondere wensen er zijn. Hiertoe is dit behoeftenonderzoek uitgevoerd.

Het behoeftenonderzoek heeft relaties met de volgende thema's uit het STOWA onderzoeksprogramma:

- Thema 9: verspreiding van nutriënten, zware metalen, en pesticiden;
- Thema 13: aanvoer van gebiedsvreemd water;
- Thema 16: waterbeheersing;
- Thema 21: verdroging.

Door het maken van afspraken waaraan modellen moeten voldoen, kan de beheerder zelf kiezen welk model gebruikt wordt. Daarbij moeten afspraken gemaakt worden over het uiterlijk en de werkwijze van het gebruikersinterface, de wijze waarop modellen hun gegevens benaderen en de wijze waarop modellen gegevens onderling en met andere programmatuur uitwisselen. Hierbij gaat de STOWA uit van de gegevensstandaard van de Unie van Waterschappen (met als

onderdeel daarvan de waterschapslegodoos) en het STOWA-standaard gegevensuitwisselingsformaat tussen oppervlaktewater-, grondwatermodellen en GIS (de stekkerdoos water). Deze afspraken en de samenhang tussen de afspraken worden neergelegd in een architectuur. Bij de ontwikkeling van de consensusmodellenlijn wordt er tevens van uitgegaan dat de modellen moeten kunnen communiceren met een Geografisch Informatie Systeem (GIS).

Het behoeftenonderzoek moet uitmonden in een programma van eisen en dient de behoeften van regionale waterbeheerders aan modelinstrumenten op de gebieden van operationeel waterbeheer en planvorming op tactisch en strategisch niveau in beeld te brengen. Hiertoe zijn vertegenwoordigers van 15 waterschappen en 5 provincies geïnterviewd (zie Bijlage A en Bijlage B). De provincies zijn in het onderzoek betrokken als grondwaterbeheerder en vanwege hun algemene betrokkenheid in het waterbeleid.

Het is belangrijk om in dit onderzoek in gang gezette relevante ontwikkelingen te verkennen. Hiertoe zijn naast de provincies en de waterschappen ook de projectleiders van Nationaal Onderzoeksprogramma Verdrogingen (NOV13), Aquest en Water Systeem Verkenningen (WSV) en vertegenwoordigers van het Waterloopkundig Laboratorium, Staring Centrum, Dienst Inrichtingen Beheer Landbouwgronden (LBL), TNO en KIWA geïnterviewd (zie Bijlage C).

Er zijn twee verschillende vragenlijsten gehanteerd: één voor de waterbeheerders en één voor de instituten en de landelijke projecten. De vragenlijsten inclusief een toelichting zijn vooraan opgenomen in Bijlage A en Bijlage C. Per beheerder of instituut zijn maximaal twee personen geïnterviewd. Het rapport is niet alleen gebaseerd op de interviews; de begeleidingscommissie heeft daaraan een eigen interpretatie toegevoegd.

Na afronding van het rapport is een workshop gepland. Het doel van deze workshop is te toetsen of de conclusies die door de begeleidingscommissie uit de interviews zijn getrokken, overeenkomen met de ideeën van de waterbeheerders. De conclusies van de workshop zullen ter kennis van de STOWA worden gebracht.

3. Huidige modellen

3.1. Geschiedenis

De afgelopen decennia is het gebruik van computermodellen ten behoeve van het waterbeheer sterk toegenomen. De fysische wetten waarop de waterbeweging van het oppervlaktewater is gebaseerd, de Saint-Venant vergelijkingen, zijn al sinds het einde van de vorige eeuw bekend, maar het ontbrak aan de mogelijkheid om ze op een efficiënte wijze op te lossen. Daarom behielp men zich met stationaire benaderingen (Manning en Chezy vergelijkingen) en met fysische modellen. Ook de theoretische basis voor de grondwaterbeweging is sinds lang bekend en ook hier werd het gebrek aan rekenvermogen gecompenseerd met het gebruik van (benaderingen) van analytische oplossingen van de differentiaalvergelijkingen (drainageformules), stationaire benaderingen (Darcy) en het gebruik van elektrische analogons. De PAWN-studies uit de zestiger jaren vormen de eerste grootschalige toepassing van een modelinstrumentarium.

Ook voor sedimenttransport zijn al sinds lang formules bekend. Dit zijn echter empirische relaties, die sterk afhangen van de omstandigheden waaronder ze zijn afgeleid. Een nauwkeurige voorspelling van sedimenttransport en sedimentatie is ook nu nog een moeilijke zaak, vanwege de gecompliceerde fysica en omdat het proces zeer sterk afhangt van de lokale condities (die dus zeer nauwkeurig gemodelleerd moeten zijn).

De eerste modellen voor waterkwaliteitsbeheer stammen uit de jaren zestig. Dit betrof stationaire modellen, deels empirisch, deels deterministisch. Het zuurstofmodel van Streeter-Phelps, toegepast om de zuurstofhuishouding in stromende wateren te berekenen, is hiervan het bekendste voorbeeld. Daarna volgt een ontwikkeling naar meer dynamische en meer complexe deterministische modellen voor fysisch-chemische processen, zoals modellen voor de nutriënthuishouding en het gedrag van zware metalen en organische microverontreinigingen. In deze modellen werd de koppeling met de waterbeweging veelal nog achterwege gelaten.

Voor biologische modellen verschenen de eerste empirische modellen, zoals het Vollenweider model voor algengroei, in de jaren zestig. Deterministische modellen voor fytoplanktongroei stammen uit het eind van de jaren zestig/ begin jaren zeventig, met als bekendste de modellen voor de Great Lakes van O'Connor, Thomann en DiToro. Modelleren van hogere ecologische soorten begint in de jaren tachtig. Toepassing van dergelijke modellen blijft voornamelijk beperkt tot onderzoeksdoeleinden.

In de jaren zeventig wordt een aanvang gemaakt met de koppeling tussen waterbeweging, sedimenttransport, fysisch-chemische processen en biologische processen. Aanvankelijk is de koppeling nog maar zeer beperkt (voornamelijk zoutindringingsmodellen) en zijn de modellen vooral bedoeld voor grootschalige onderzoeksprogramma's. De modellen waren nog zeer beperkt met betrekking tot de te modelleren processen; calibratiegegevens en kennis over de toe te passen parameterwaarden waren veelal schaars. Bovendien waren de modellen gebruikersonvriendelijk en zeer arbeidsintensief. Daarnaast stelden de modellen hoge eisen aan de beschikbare computer-infrastructuur. Pas aan het eind van de

tachtiger jaren, begin negentiger jaren worden deze beperkingen (in snel tempo) opgeheven.

3.2. Huidig gebruik van modellen

Er bestaan diverse typeringe om modellen te karakteriseren. Zo zou een indeling naar strategisch versus operationeel gehanteerd kunnen worden. Het bezwaar hier-tegen is dat in het waterbeheer diverse modellen zowel strategisch als operationeel worden gebruikt. In dit rapport worden waterkwantiteits-, waterkwaliteits-, en ecologische modellen onderscheiden. Er is verder onderscheid gemaakt tussen waterschappen en provincies als gebruiker van modellen. Tabel I. bevat een overzicht van de verschillende toepassingen van (simulatie)modellen door waterbeheerders, gebaseerd op de interviews die ten behoeve van dit onderzoek zijn afgenomen.

Kwantiteitsvraagstukken waarbij modellen worden toegepast, zijn ondermeer:

- Beoordelen van het effect van infrastructurele ontwikkelingen op de waterhuishouding;
- Doorrekenen van hoogwatersituaties;
- Onderzoeken van de gevolgen bij voorgenomen wijzigingen in het peilbeheer (opstellen peilbesluiten);
- Onderzoeken van de gevolgen van eventuele dijkdoorbraken;
- Waterconservering;
- Sturing van watersystemen;
- Verdrogingsbestrijding;
- Voorspellen van morfologische veranderingen, het opstellen van baggerplannen.

In het algemeen verschuift de inzet van modellen in het kwantiteitsbeheer van inrichting naar beheer en sturing.

Kwaliteitsvraagstukken waarbij modellen worden toegepast, of waarbij men modellen wil gaan toepassen zijn:

- Voorspellen van gevolgen van wateraanvoer op de waterkwaliteit;
- Opstellen van ontwerp-eisen aan rioleringsstelsels;
- Verkrijgen van inzicht in het effect van het gevoerde beleid op de waterkwaliteit;
- Bepaling van de optimale lokatie van zuiveringsinstallaties, c.q. lozingen;
- Ondersteuning van de vergunningsverlening in het kader van de WVO;
- Het modelleren van processen in baggerspeciestortplaatsen.

Gebruik door waterschappen

Er worden veel verschillende modellen gebruikt door de waterschappen¹. Veelgebruikte oppervlaktewatermodellen zijn: DUFLOW, SOBEK en HYDRA/DIWA. HYDRA/DIWA wordt in de regel gebruikt voor het uitvoeren van zeer gedetailleerde berekeningen, bijvoorbeeld voor het doorrekenen van ontwerpsituaties. DUFLOW en SOBEK worden meer gebruikt bij globalere studies. Met SOBEK worden vooral uitgebreide schematisaties opgezet en doorgerekend; DUFLOW wordt zowel gebruikt in uitgebreide netwerken als in kleine detailsituaties. Voor waterkwaliteitsberekeningen wordt momenteel vooral DUFLOW gebruikt. Voor het grondwater worden de modellen MODFLOW, MICROFEM, MLAEM en TRIWACO en voor de onverzadigde zone SWARTRE en MUST gebruikt. Daarnaast

¹ De opsommingen in dit hoofdstuk zijn niet uitputtend

worden ook de modellen TAUWSIM, TEWOR (DUFLOW module), ANIMO, DELFT3B gebruikt. Voor het modelleren van processen in baggerspeciestortplaatsen wordt ORPHEUS toegepast. Ten behoeve van het vergelijken van maatregelen op hun milieurendement wordt vooral het model PRIMAVERA gebruikt.

Aquatische ecologische modellen worden door de waterschappen, de provincies en het rijk (RWS) regelmatig gebruikt. Voor de hogere trofische niveaus van de aquatische ecologie zijn beperkt modellen beschikbaar, bijvoorbeeld PCLAKE/PCDITCH. Aan de andere kant bestaat juist bij het actief biologisch beheer behoefte aan de mogelijkheid om scenario's door te kunnen rekenen.

Hydro-ecologische modellen voorspellen de veranderingen van de vegetatie aan de hand van de veranderingen in standplaatsfactoren. Met name statistische modellen zoals ICHORS/ITHORS, DEMNAT en MOVE zijn beschikbaar, maar nog niet gemakkelijk toepasbaar. Binnen verdrogingsprojecten zouden deze modellen wel een belangrijke rol kunnen spelen in combinatie met ecohydrologische modellen.

Ecohydrologische modellen voorspellen veranderingen van abiotische factoren door ingrepen in de waterhuishouding. Dit zijn dus in wezen fysisch-chemische modellen voor de onverzadigde/verzadigde zone, bijvoorbeeld MOZART en SWATRE gecombineerd met ANIMO. Kennis van deze processen en modellen is aanwezig bij instituten maar toepassing door regionale waterbeheerders vindt nauwelijks plaats door de complexiteit van de modellen en de te modelleren processen.

Provincies

Bij de provincies is het gebruik van modellen in zijn algemeenheid veel minder. Tot het eind van de jaren tachtig voerden provinciale overheden nog veel regionale en locale studies zelf uit. Ten gevolge van bezuinigingen en het concentreren op kerntaken, is dit in de jaren negentig sterk afgenomen en wordt het merendeel van de modellering uitbesteed aan adviesbureaus. Deze trend lijkt zich de komende jaren voort te zetten. Een nadeel is dat hierdoor de kennis op het gebied van modelleren kan verdwijnen bij de provincies hetgeen de beoordeling en begeleiding van studies uitgevoerd door derden bemoeilijkt.

Toepassing van modellen bij de provincies geschiedt bij:

- Regionale studies;
- Vergunningsverlening bij grondwateronttrekkingen;
- Ter ondersteuning van vergunningsverlening in het kader van de Wet Milieubeheer;
- Opstellen van waterbeheersingsplannen (zowel grondwater als oppervlaktewater);
- Toetsen van peilbesluiten.

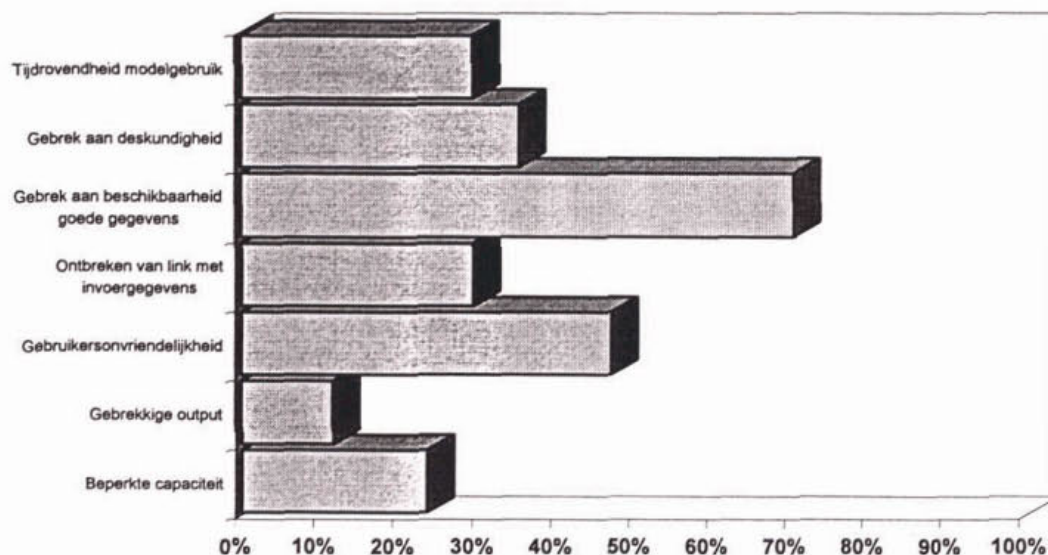
Grondwater is voor de provincies al decennia lang een hoogst actueel aandachtsgebied. Bij de provincies worden de grondwatermodellen MLAEM, MODFLOW, MICROFEM en TRIWACO vaak toegepast.

Steeds meer aandacht wordt er door zowel provincies als waterschappen geschonken aan de interactie oppervlaktewater-grondwater (zie LBL-project 'Waterlood' en het STOWA-project 'Operationeel peilbeheer'). Deze aandacht heeft ook tot gevolg dat modellering bij dit aspect een steeds grotere rol krijgt.

4. Knelpunten

Het gebruik van (simulatie)modellen kent een aantal knelpunten. Deze worden ingedeeld naar algemene, technische en inhoudelijke knelpunten. Inhoudelijke knelpunten hebben betrekking op de mathematische, fysische, chemische en ecologische kennis. Technische knelpunten behelzen meer de verschillende automatiseringsaspecten.

In figuur 4-a worden de tijdens het behoeftenonderzoek door de respondenten gesignaleerde algemene en technische knelpunten samengevat.



Figuur 4-A: Percentage respondenten in het behoeftenonderzoek dat algemene en technische knelpunten bij het gebruik van simulatiemodellen signaleert

Algemene knelpunten

Onder algemene knelpunten worden verstaan:

- **Tijdrovendheid**

In de eerste plaats is modellengebruik tijdrovend. De spreekwoordelijke "druk op de knop" bestaat niet. In plaats daarvan kost het schematiseren van het te simuleren natuurlijk systeem, het onderhoud van de schematisaties en de calibratie van de modellen enorm veel tijd. Een veelvoud van de tijd die achter de computer wordt doorgebracht, is echter nodig voor het doen van metingen: peilingen, boringen, metingen van grond- of oppervlaktewaterkwantiteit en -kwaliteit, vegetatie opnames, enzovoort.

- **Ontbreken van deskundigheid**

Het gebruik van modellen vereist ook deskundigheid. Bijvoorbeeld voor de parametrisering, het opzetten van schematisaties en de beoordeling van de resultaten. Daarbij gaat het niet alleen om deskundigheid met betrekking tot de te simuleren processen maar ook om deskundigheid in de simulatietechniek. Het is niet voor niets dat er vakgebieden zijn ontstaan als "computational hydraulics"

en "mathematical ecology".

Zoals vele waterbeheerders al uit ervaring hebben ondervonden, is het zeker niet zo dat bij uitbesteding beide problemen zijn opgelost. De opdrachtgever blijft verantwoordelijk voor de (kwaliteit van de) benodigde metingen en heeft deskundigheid nodig om de resultaten te beoordelen. Gebruik van modellen vereist van de waterbeheerder een lange adem om de benodigde infrastructuur en deskundigheid op te bouwen en vereist ook een zorgvuldige planning.

- **Interpretatie van de uitkomsten**
Doorgaans zijn de uitkomsten van modellen niet direct geschikt voor gebruik maar dienen deze door de gebruiker geïnterpreteerd te worden. Deze interpretatie kan zowel betrekking hebben op variaties in tijd (andere periodes) als variaties in plaats (andere, grotere regio's). Hiervoor kan de gebruiker meerdere periodes dan wel gebieden simuleren, maar ook gebruik maken van vuistregels. De betrouwbaarheid van de uitkomsten neemt hierdoor af en is door gebrek aan gegevens of kennis vaak moeilijk te bepalen. Het gevolg is dat de bandbreedte in de uitkomsten afwezig is en door de gebruiker zou moeten worden ingeschat.
- **Te hoog gespannen verwachtingspatroon**
Het verwachtingspatroon omtrent het gebruik van modellen is in het algemeen te hoog gespannen. Vaak worden op te korte termijn resultaten verwacht en wordt onvoldoende aandacht geschonken aan het verwerken en aggregeren van rekenuitkomsten tot informatie op grond waarvan beslissingen kunnen worden genomen.

Technische knelpunten

Tot de "technische" onvolkomenheden van veel modellen kunnen gerekend worden:

- **Het ontbreken van de link met de invoergegevens**
Waterkwantiteits- en kwaliteitsmodellen profiteren van een directe link met database systemen (ten behoeve van de randvoorwaarden en calibratiemetingen) en met geografische informatiesystemen (ten behoeve van de schematisatie).
- **Gebruikersonvriendelijkheid**
De bestaande modellen zijn zonder uitzondering weinig of geheel niet gebruikersvriendelijk.
- **Tekortschietende presentatiemogelijkheden**
De reeds langer bestaande modellen kunnen in het gunstigste geval grafieken met resultaten presenteren. Gezien de trend naar Decision Support Systems of Beleid Ondersteunende Systemen is dit volstrekt onvoldoende. Veel modellen zijn nog niet in staat om grafische resultaten te presenteren op een geografische ondergrond; een onvoldoende heldere presentatie van de resultaten veroorzaakt veel misverstanden.
- **Capaciteitsproblemen**
De bestaande modellen kunnen vaak alleen systemen van beperkte omvang simuleren.

Inhoudelijke knelpunten

Bij de "inhoudelijke" onvolkomenheden worden onderscheiden:

- Gebrekkige functionaliteit van bestaande modellen.
Bepaalde deelprocessen kunnen niet gesimuleerd worden ondanks dat wetenschappelijk gezien de bestaande proceskennis wél beschikbaar is. Dit komt veel voor bij kwaliteitsmodellen. Soms kan een model een gesimuleerde situatie niet aan (bijvoorbeeld het droogvallen van leidingen). In een ander geval is een model ontwikkeld voor slechts een bepaald gebruik. Tot slot zijn bepaalde interacties vaak niet in het model opgenomen (bijvoorbeeld oppervlaktewater met grondwater of verdamping).
- Schaalproblemen
In een aantal gevallen, vooral bij de WVO-vergunningsverlening is de waterbeheerder geïnteresseerd in processen die op een kleine ruimtelijke schaal plaatsvinden. Doordat de relevante processen op deze schaal moeilijk zijn te simuleren (bijvoorbeeld het zwevende stof transport), laat staan van calibratiegegevens zijn te voorzien, is het gebruik van modellen hier maar beperkt mogelijk. Vuistregels en eenvoudige analytische oplossingen leiden hier tot resultaten van vergelijkbare nauwkeurigheid.
- Lacunes in fundamentele kennis.
In een aantal gevallen ontbreekt voldoende wetenschappelijk onderbouwde proceskennis. Dit wordt weergegeven in tabel 4-a. De lacunes doen zich vooral voor bij waterkwaliteits- en ecologische modellen.

Toepassingsgebied	Lacunes in proceskennis
Oppervlaktewaterkwantiteit	--
Oppervlaktewaterkwaliteit	Dynamiek van de zwevende stof en verdelingscoëfficiënten
Waterbodem	Dynamiek van de zwevende stof en verdelingscoëfficiënten, modellering van afbraak- en bindingsprocessen, interacties tussen verschillende processen en toxiciteit van afbraakproducten; voorts: uitwisseling waterbodem/oppervlaktewater (sedimentatie en resuspensie)
Grondwaterkwantiteit	--
Grondwaterkwaliteit	Modellering van afbraak- en bindingsprocessen in de bodem, interacties tussen verschillende processen en toxiciteit van afbraakproducten, verspreidingssnelheid van vervuiling
Stroming in pijpen	--
Aquatische ecologie	Geen kwantitatief onderbouwde responsmodellen, met name van de hogere trofische niveaus
Terrestrische ecologie (onder invloed van water)	Responsies, schaalproblemen (schaalniveau grondwatermodellen te grof)
Multi-criteria methoden	--

Tabel 4-A: Toepassingsgebieden van (simulatie)modellen en relevante lacunes in (proces)kennis.

5. Ontwikkelingen

5.1. Ontwikkelingen in het waterbeheer

De ontwikkelingen in het waterbeheer zijn niet alleen een gevolg van externe ontwikkelingen, maar ook van het in de afgelopen jaren gevoerde eigen beleid. Een aantal ontwikkelingen die voor het modelinstrumentarium relevant zijn, wordt hier vermeld. Ook wordt aangegeven wat de gevolgen ervan zijn voor het gewenste instrumentarium.

5.1.1. Externe ontwikkelingen

De belangrijkste autonome ontwikkelingen die van invloed zijn op het waterbeheer zijn:

- **Klimaatverandering, zeespiegelrijzing en bodemdaling**
Het KNMI geeft in het rapport "De toestand van het klimaat in Nederland, 1996" de volgende projectie voor het jaar 2050: "De jaarlijkse neerslaghoeveelheid zal met enkele procenten toegenomen zijn. De toename concentreert zich in het winterseizoen. Situaties met langdurige hevige winterneerslag leveren 5 - 20% meer neerslag op, per regendag. Zware zomerbuien zijn heviger. Hun maximale neerslagintensiteit ligt 5 - 20% hoger." Het KNMI geeft echter ook aan dat het nog lang niet zeker is dat deze voorspelling ook werkelijk zal uitkomen. Met name de bescherming door overstromingen zal meer aandacht krijgen bij bovengenoemde veranderingen.
- **Ontwikkelingen op het gebied van de informatietechnologie**
Deze leiden onder andere tot de komst van de PC en van netwerken. Geografische Informatiesystemen zijn op ruime schaal beschikbaar. Gegevens komen makkelijker ter beschikking maar het is moeilijker om vast te stellen waar bepaalde informatie gezocht moet worden.
- **Toename van het kennisniveau en van de mondigheid van de burger; opkomst van de interactieve besluitvorming**
Dit leidt tot grotere behoefte aan inspraak gedurende het gehele planvormingstraject en een veranderde informatiebehoefte. Het verscherpt de "not in my backyard" problemen.
- **Toename van de snelheid waarmee informatie beschikbaar moet komen.**
De tijd is voorbij dat voor een onderzoek maanden kon worden uitgetrokken. Informatie moet "gisteren" beschikbaar zijn.

Naast de fysische omgeving verandert dus ook de technologische en de sociale omgeving van de waterbeheerder.

5.1.2. Interne ontwikkelingen

De werkwijze van de waterbeheerder verandert aanzienlijk. Tot de belangrijkste veranderingen kunnen worden gerekend:

- **Veranderde benadering van het waterbeheer**
Door de opkomst van integraal waterbeheer is de watersysteembenadering uitgangspunt geworden. Binnen watersystemen zien we een groeiende afstemming tussen de sector water en andere sectoren zoals ruimtelijke ordening en het milieubeleid. Gebiedsgerichte benadering is hiervan een logisch uitvloeisel. Daarbij is ook de normstelling steeds meer toegesneden op de regio in kwestie. Veel problemen in het waterbeheer laten zich op dat regionale schaalniveau beter oplossen. Mede als gevolg hiervan neemt het detailniveau van de modelberekeningen toe. Naast aandacht voor de ecologische effecten van ingrepen, groeit ook de aandacht voor de economische en de sociale gevolgen van het waterbeheer.
- **Open planvorming en intensievere communicatie**
Doordat de planvorming steeds meer interactief en open plaatsvindt, wordt de communicatie tussen deskundigen, betrokken burgers en de bestuurders geïntensiveerd. Ingelanden willen een heldere onderbouwing van de financiële consequenties van plannen en ze willen overzien wat de maatschappelijke gevolgen kunnen zijn. Een verdere (inter)nationale afstemming ligt dan ook voor de hand.
- **Veranderde organisatie**
De schaalvergroting bij de waterschappen, de veranderde samenstelling van het bestuur en de afstemming van het kwantiteits- en het kwaliteitsbeheer hebben geleid tot grotere beheerseenheden. Hierdoor is er meer kennis aanwezig binnen de organisaties en bestaat er een grotere behoefte aan informatie-uitwisseling.

5.2. Ontwikkelingen in relevante kennis

5.2.1. Relevante ontwikkelingen in de informatietechnologie

De algemene ontwikkeling op het gebied van de informatietechnologie richt zich meer op de omgeving van het instrumentarium (gebruiksvriendelijkheid, interfaces) dan het instrumentarium zelf. Enkele relevante ontwikkelingen zijn het toastermodel als architectuur, het gebruik van Internet en gegevensbenaderingen zoals datawarehousing.

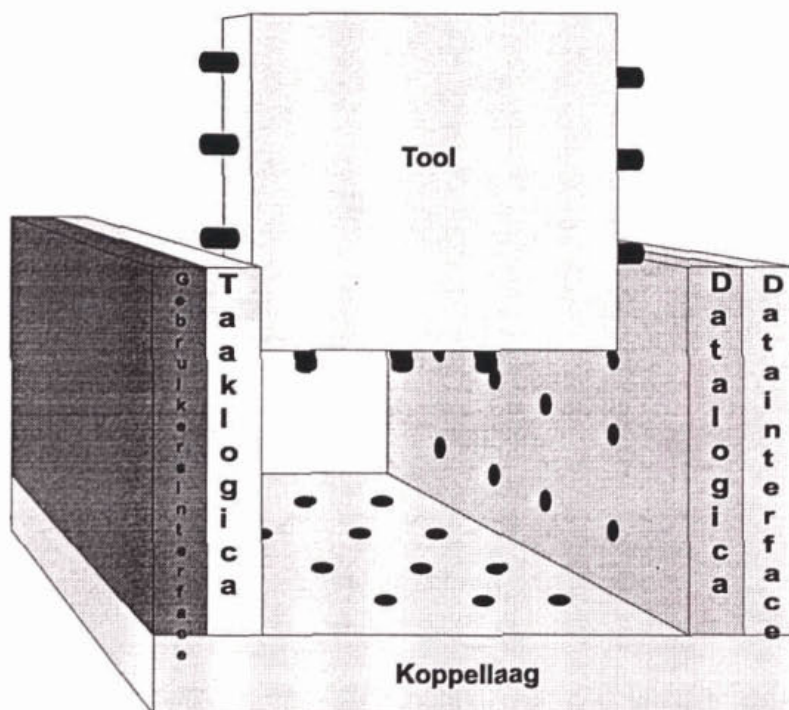
Toastermodel

Bij gebruikers van modellen komt in toenemende mate de behoefte op om flexibeler en meer integraal te kunnen werken. Onder flexibel werken wordt onder andere verstaan het kunnen veranderen van een model afhankelijk van de situatie. Denk hierbij aan het inzetten van een klein, snel model voor eenvoudige situaties of situaties waar men snel een indicatie van een oplossing wil hebben tegenover het inzetten van een zwaarder model als er gedetailleerdere antwoorden of complexere situaties doorgerekend moeten worden.

Bij een integrale aanpak worden meerdere factoren in ogenschouw genomen. Doorgaans zal voor het doorrekenen van deze factoren niet één enkel model beschikbaar zijn. Het koppelen van verschillende modellen is daarmee een van de wensen van gebruikers voor hun instrumentarium.

Deze modellen worden geleverd door verschillende leveranciers. Daar waar modellen van één leverancier onderling lang niet altijd koppelbaar zijn, is dit zeker voor modellen van verschillende leveranciers op dit moment nog toekomstmuziek. Wel wordt op dit moment gewerkt aan een architectuur om een integrale en flexibele aanpak mogelijk te maken. In het LWI (Land Water Milieu Informatietechnologie) programma wordt in samenspraak tussen leveranciers (GTI's, ingenieurbureau's en IT-bedrijven) en gebruikers (bijvoorbeeld Rijkswaterstaat) gewerkt aan afspraken. Deze afspraken hebben het zogeheten toastermodel als raamwerk.

Het toastermodel beschrijft op conceptueel niveau welke functies een systeem moet ondersteunen om de juiste mate van flexibiliteit te hebben. Het toastermodel heeft zijn naam te danken aan zijn vorm (zie figuur 5-a). Het model kan gezien worden als een broodrooster waarin, net als bij een "echte" broodrooster, modellen als broodjes worden gestopt.



Figuur 5-A Toastermodel

Het toastermodel gaat uit van de wens om een systeem te hebben waarbij functies naar behoeven opgenomen kunnen worden. Als een gebruiker de wens heeft om meer of andere functionaliteit te gebruiken, wordt het 'programma' dat die functie biedt in het systeem geklikt. Dit is vergelijkbaar met Windows. Als een gebruiker als extra wens heeft om plaatjes in zijn rapporten op te nemen, dan installeer je een programma dat dit kan maken. Door de manier waarop Windows werkt kun je vervolgens de grafieken in je rapport 'knippen en plakken'. Voor modellen betekent dit dat het complete model wordt samengesteld door losse deelmodellen (modules) in het raamwerk op te nemen.

In het toastermodel zijn zes onderdelen te onderscheiden:

1. Gebruikersinterface

Hierin wordt geregeld wat een gebruiker op zijn scherm ziet en hoe hij het systeem moet bedienen. Door deze afspraken zien alle tools er hetzelfde uit en

zijn ze op dezelfde manier te bedienen (zelfde "look and feel"). De gebruiker leert zo sneller met het model om te gaan.

2. Taaklogica

Deze laag regelt de sturing van de verschillende modules. Bijvoorbeeld eerst model A draaien, daarna B.

3. Data-interface

In deze laag staan (technische) afspraken over het benaderen van de gegevensbestanden.

4. Datalogica

Deze laag bevat het datamodel. In deze context is dat het standaard gegevensmodel van de Unie van Waterschappen.

5. Koppellaag

Deze laag regelt de technische kant van de koppeling van de verschillende deelmodellen. Deze laag wordt door de stekkerdoos vervuld als het gaat om een off-line koppeling.

6. Tools (modules)

De modules leveren de functies die de gebruiker wil. Dit zal hier niet alleen modelfunctionaliteit (waterbeweging, kwaliteit, ecologie, ...) zijn, maar ook bijvoorbeeld de analysefaciliteiten van een GIS. Om in het toastermodel opgenomen te worden moet een module over de geschikte interfaces ('stekkers') beschikken.

Het toastermodel standaardiseert dus niet welke functies er geleverd moeten worden. Wel worden er standaards voor de stekkers (interfaces) opgesteld, zodat functies naar wens kunnen worden ingezet. Een voorbeeld van zo'n stekker is het Standaard Uitwisselings Formaat (SUF) van de Unie van Waterschappen. In 1997 zal de Unie van Waterschappen in samenwerking met de STOWA het idee van de modulaire opbouw uitwerken in het project "Waterschapslegodoos" (rondom het thema metingen).

Er zijn verschillende ontwikkelingen waarbij het toastermodel (meestal impliciet) wordt ingevuld. De ontwikkeling die hier het meest relevant is, is die van de procesflow management (PFM) systemen. Deze systemen maken het mogelijk om een keten van modellen op een gecontroleerde wijze te sturen. Hierbij worden de gegevens (zowel de data als de beschrijvende meta-data) beheerd (invulling data-interface en koppellaag), wordt het proces gestuurd (taaklogica) en wordt aan een deel van het gebruikersinterface invulling gegeven. Vaak bevatten deze systemen ook enkele tools om (proces)gegevens te presenteren en te kunnen invoeren. Voorbeelden van deze PFM-systemen zijn het Open Modellen Framework van het WL, ARIS-flow van ARIS, MIME van het Staring Centrum en Olympus van het RIVM. Ook binnen het LWI-project wordt aan deze systemen gewerkt.

Internet

De komst van Internet zal de wijze waarop mensen werken, veranderen. Door middel van Internet (of netwerken die Internet zullen opvolgen) zullen computersystemen onderling verbonden worden. Hierdoor kan gebruik gemaakt worden van gegevens en programma's die elders beschikbaar zijn. Internet opent voor de gebruikers van modellen twee nieuwe mogelijkheden:

(1) Internet als **medium om nieuwe modellen en extra gegevens te vinden.**

(2) Internet als **verbindend medium**. In verschillende onderzoeken (o.a. in LWI-verband) wordt gekeken of, en hoe Internet een deel van de functies die nu in de stekkerdoos zitten, kan overnemen. Deze aanpak richt zich op het gekoppeld gebruik van modellen. In plaats van lokaal alles te draaien, wordt een model gedraaid bij de leverancier van dat model. Op deze manier draaien er tegelijk meerdere modellen op meerdere lokaties. Internet vormt de brug tussen deze modellen.

Datawarehousing en datamining

Door de tendens om problemen in toenemende mate integraal aan te pakken, moeten gegevens van verschillende instanties gecombineerd worden. Het ideaal is dat dit op een dusdanige manier gebeurt dat het voor een gebruiker niet uitmaakt waar het gegeven staat. Voor de gebruiker is het één grote database. Deze techniek heet datawarehousing. Bij datamining wordt het door het toevoegen van meta-kennis (kennis over de gegevens) mogelijk om meer informatie uit een database te halen. In tegenstelling tot datawarehousing wordt hierbij dus niet de breedte maar de diepte ingegaan. Voor beide technieken zijn een veelvoud van hulpmiddelen beschikbaar, vaak gebaseerd op database-pakketten.

5.2.2. Relevante ontwikkelingen in het kennisaanbod in Nederland

Hieronder worden de ontwikkelingen beschreven in het kennisaanbod in Nederland zoals die vanuit de geïnterviewde instituten gezien of geïnitieerd worden. Ook is een korte bijdrage vanuit het LWI-programma opgenomen.

Vanuit het Staringcentrum zal naast het bestaande modelleninstrumentarium gefocust gaan worden op een tweetal te modelleren vraagstukken, te weten neerslag-afvoer-relaties en waterkwaliteitsproblemen vanuit de landbouw. Bij de neerslag-afvoer-relaties zullen de gevolgen van het peilbeheer op de gewasgroei en de invloed van het maaibeheer op de afvoer beschreven worden. Daarnaast wordt gewerkt aan de implementatie van een model voor het operationeel beheer. Vanuit de landbouwproblematiek zal gekeken gaan worden naar de effecten van het mest- en pesticidengebruik op de waterkwaliteit en zal de uitspoeling en verwaaiing van pesticiden beter worden gemodelleerd.

Vanuit het KIWA worden als belangrijke ontwikkelingen op het gebied van de watervoorziening een evenwichtige winning van het oppervlakte- en grondwater en de verdere uitwerking van de kringloopgedachte rond de drinkwatervoorziening onderkend. Op het gebied van de proceskennis wordt gewerkt aan het verbeteren van het inzicht in de invloed van kwel op het ecologisch systeem en de interactie tussen grond- en oppervlaktewater. Bij het KIWA wordt gewerkt aan een model dat op basis van trendanalyse de toekomstige voorspelt onder invloed van bijvoorbeeld landgebruik, bodem, depositie en grondwateraanvulling. Tevens wordt gewerkt aan een geïntegreerd transportmodel dat het transport van chemische stoffen door de bodem beschrijft. Tot slot dient de ontwikkeling van het NICHE model te worden genoemd. Dit is een Decision Support System dat natuurwaarden berekent op basis van onder andere grondwaterstanden, hydrochemie, landgebruik, bodemsoort en depositiegegevens.

Bij het Waterloopkundig Laboratorium (WL) worden modellen ontwikkeld voor het bestuderen van waterkwaliteitsvraagstukken, waarbij de interactie tussen deelsystemen kan worden meegenomen (koppeling tussen polders en boezem). Er

wordt veel aandacht besteed aan de omgeving waarin de modellen moeten draaien. Zo is er een PFM (zie paragraaf 5.2.1 Relevante ontwikkelingen in de informatietechnologie) ontwikkeld als onderdeel van het Beslissing Ondersteunend raamwerk DelftDSS. Tevens is het WL nadrukkelijk betrokken bij de definiëring en realisatie van de stekkerdoos van de STOWA. Als kennisinstituut participeert het WL verder in verschillende hier relevante projecten, waaronder LWI, WSV en AQUEST.

In WSV kader wordt gewerkt aan het beschrijven van de fysische, chemische en biologische karaktertrekken van alle watersystemen in Nederland, alsmede de beschrijving van het gebruik van die systemen. Dit gebeurt zowel voor de actuele situatie als voor een toekomstige situatie, die zowel huidig beleid als mogelijke veranderingen daarin via scenario's beschouwt.

Vanuit NOV-kader wordt voorzien dat de aandacht voor 'verdroging' zal afnemen en zich steeds meer zal gaan richten op 'waterschaarste' en dan vooral op de gevolgen van deze schaarste voor de landbouw en de drinkwatervoorziening. De ontwikkeling van een informatiesysteem wordt onderzocht dat de droogtebestrijding zowel preventief als curatief ondersteunt. Het systeem moet in staat zijn zowel kwantiteits- als kwaliteitsprocessen te simuleren en de effecten daarvan op de beschouwde omgeving aan te geven. In de meeste gevallen zal er een koppeling van modellen en vuistregels plaats moeten vinden. Het volstaat doorgaans niet om één van de bestaande modellen te gebruiken om antwoord te vinden op een vraag. Meerdere modellen moeten in een "modellentrein" worden geschakeld om de hele oorzaak-gevolg keten in beeld te brengen. Ook de koppeling naar hydro-ecologische modellen verdient aandacht. In NOV is ondermeer gewerkt aan de ontwikkeling van ATLANTIS, een model voor afwegingen ten aanzien van de locatie van onttrekkingspunten voor drinkwaterwinning en aan DEMNAT waarmee natuurwaarden (kentallen) kunnen worden bepaald.

In AQUEST kader werkt Rijkswaterstaat aan een samenhangend en flexibel instrumentarium voor de ontwikkeling van de besluitvorming van het waterbeheer op met name nationaal niveau. Met het oog op de gewenste open besluitvorming zullen de uitkomsten van de nieuwe generatie modellen beter moeten aansluiten op de belevingswereld en de informatiebehoefte van de burger en de bestuurder. De samenhang van deze modellen van het (inter)nationale, provinciale en regionale niveau moet gewaarborgd zijn. Bestuurlijke afwegingsmodellen kunnen een onderdeel gaan vormen van de modellenlijn. In de simulatiemodellenlijn moeten eveneens effectmodellen worden opgenomen. De effectverwachting moet beschreven kunnen worden in termen van economische effecten, ecologische effecten, aanslag op milieugebruiksruimte, effecten op de veiligheid en het welzijn en risico's voor de volksgezondheid.

TNO voorziet voor de nabije toekomst een verdere noodzakelijke integratie van modellen. Punt van zorg hierbij vormt de standaardisatie, waarin TNO gaarne, bijvoorbeeld via REGIS, een rol wil spelen.

LWI, Land Water Milieu Informatietechnologie, is een samenwerkingsverband tussen bedrijven die werkzaam zijn op het gebied van de civiele techniek, informatietechnologie, technische instituten, universiteiten en de overheid. Doel van deze samenwerking is de kennisinfrastructuur van Nederland te versterken en de concurrentiepositie van het Nederlandse bedrijfsleven te vergroten. Twee van de

werkterreinen van LWI zijn *Estuaria en Kusten* en *Rivieren*. In de projecten die onder deze groepen vallen, wordt gewerkt aan beslissingsondersteunende systemen. Modellen spelen daarin een centrale rol. Door de veelheid van betrokken instanties staat de verbetering van de communicatie tussen en de samenhang van de modellen hoog op de agenda.

6. Modellenlijn ten behoeve van waterbeheer na 2000

6.1. Programma van eisen

In het voorgaande is gebleken dat door de komst van het 'integraal waterbeheer' de behoefte groeit aan een veelomvattend modelinstrumentarium voor het waterbeheer. Gezien de knelpunten bij het huidige gebruik (hoofdstuk 4) en de mogelijkheden ten gevolge van ontwikkelingen in kennis (IT en proces) kunnen een aantal eisen worden opgesteld voor dat modelinstrumentarium.

Vanuit de gesignaleerde tekortkomingen kan worden gesteld dat een nieuwe generatie modellen zeer gebruikersvriendelijk moet zijn (zoveel mogelijk een zelfde "look and feel"), een directe verbinding tot de relevante gegevens dient te hebben en zodanig modulair opgebouwd moet zijn dat eenvoudig andere modelsystemen gekoppeld of geraadpleegd kunnen worden. Presentatiemogelijkheden moeten veelzijdig zijn en afgestemd worden op de wensen van de gebruiker van het model als op degene die de informatie dient te interpreteren. Presentatie van de modelresultaten op een geografische achtergrond zijn een "conditio sine qua non". Om dit alles te kunnen verwezenlijken, zullen afspraken over zowel de architectuur (zie toastermodel / legodoos) als de gegevensuitwisseling (gegevensstandaard, SUF) moeten worden gemaakt.

De toenemende mondigheid van de burger, interactieve besluitvorming en de verdergaande gebiedsgeoriënteerde aanpak stellen ook hun eisen aan het modelinstrumentarium. Het instrumentarium moet de informatie leveren (al dan niet na een interpretatie door deskundigen) waar bestuurders en burgers om vragen; in aansprekende begrippen uitgedrukt. De gebiedsgeoriënteerde aanpak vraagt samenwerking tussen diverse instellingen. Het instrumentarium moet om kunnen gaan met wisselende modellen en invoer vanuit verschillende bronnen. Hiertoe zal een verdergaande koppeling tussen gegevensbronnen (landelijke databases) bij verschillende partijen via Internet en/of datawarehousingtechnieken gevraagd worden.

6.2. Realisatiepad

In het verleden heeft STOWA de ontwikkelingen op het gebied van het gebruik van modellen op twee manieren trachten te sturen:

1. Door voorwaardenscheppend in overleg met marktpartijen standaards voor gegevensuitwisseling te definiëren. In dit kader is het standaard uitwisselingsformaat ontwikkeld in samenwerking met de Unie van Waterschappen.
2. Door directe interventies waarbij modellen (verder) ontwikkeld en tegen geringe kosten beschikbaar gesteld werden aan de waterbeheerders. Het betreft de modellen DUFLOW, Primavera en Orpheus.

In de afgelopen jaren is circa 25% van het budget voor modelontwikkeling besteed aan het voorwaardenscheppende spoor en circa 75% aan directe interventies.

De vraag is of beide instrumenten voldoende krachtig zijn om het gewenste doel (van consensusmodellen die voldoen aan het programma van eisen) te bereiken en of de benadering van directe interventies geen doodlopende weg is, gezien de veelheid van modellen die nodig is en de hoge kosten die gemoeid zijn met het "in de lucht houden" van een model. Duidelijk is in ieder geval dat bij beide benaderingen meer samengewerkt moet worden met de andere belangrijke afnemers van modellen (inclusief Rijkswaterstaat/RIZA). Duidelijk is ook dat de eerste lijn versterkt moet worden: door eisen te stellen aan modelgebruik en wellicht door convenanten te sluiten met marktpartijen. Hierbij wordt daar waar de markt in de richting gaat van het in paragraaf 6.1 beschreven Programma van eisen aan deze marktpartijen een extra stimulans geboden. Directe interventies dienen zoveel mogelijk initiërend te zijn en zich niet te richten op het "in de lucht houden van modellen". Beide benaderingen dienen ondersteund te worden door meer aandacht van de STOWA voor het propageren van "good modelling practices" en door een gestructureerde benadering vanuit de STOWA van universiteiten en instituten om lacunes in proceskennis onder de aandacht te brengen.

7. Conclusies en aanbevelingen

7.1. Conclusies

De wereld waarin de waterbeheerder zijn beslissingen moet nemen, is aan sterke veranderingen onderhevig. Niet alleen moet meer naar de toekomst worden gekeken en pakketten van maatregelen worden afgewogen. Ook moeten de uitkomsten gepresenteerd en gecommuniceerd worden. Modellen voor het waterbeheer en de informatie-technologie spelen hierbij een grote rol.

Uit de gehouden interviews kan worden afgeleid dat bij de waterbeheerders een grote verscheidenheid aan modellen in gebruik is en dat het modellengebruik toeneemt. Bij de waterschappen wordt een breed scala van vraagstukken gemodelleerd. Bij de provincies wordt minder gerekend dan bij de waterschappen en neemt uitbesteding een steeds belangrijker plaats in. Op het gebied van waterkwaliteit en waterkwantiteit is een veelheid aan modellen beschikbaar. Voor ecologische en biologische vraagstukken is het aanbod veel geringer.

Bij modelgebruik worden algemene, technische en inhoudelijke knelpunten onderscheiden. Tot de belangrijkste algemene knelpunten kunnen de tijdrovendheid van het modelgebruik, de benodigde deskundigheid en het vaak te hoog gespannen verwachtingspatroon van de inzet van modellen worden gerekend. Vanwege de steeds complexer wordende modellen ontwikkelt ook het kalibreren en valideren zich steeds meer tot een specifieke wetenschap. De belangrijkste technische onvolkomenheden van modellen zijn het ontbreken van directe verbindingen met relevante databases, de gebruikersonvriendelijkheid, de beperkte presentatiemogelijkheden en de beperkte rekencapaciteit. Gebrekkige functionaliteit, schaalbeperkingen, en lacunes in fundamentele proceskennis vormen de belangrijkste inhoudelijke bottlenecks.

Ontwikkelingen op het gebied van het waterbeheer zijn in dit rapport onderverdeeld in extern (autonoom), intern, informatie-technologisch en toegepast wetenschappelijk (kennis).

Tot de belangrijkste externe ontwikkelingen kunnen de toegenomen mondigheid en betrokkenheid van de burger en de toename van de snelheid waarmee informatie beschikbaar moet komen, worden gerekend. Nadrukkelijker afstemming met andere sectoren, het open planproces, de veranderde organisatie binnen het regionale waterbeheer en de daarmee gepaard gaande schaalvergroting vormen de belangrijkste interne ontwikkelingen.

Vanuit informatie-technologisch oogpunt ontwikkelen zich de behoeftes steeds meer richting een flexibeler, veelomvattender en integraler instrumentarium van naar keuze (modulair) gekoppelde modellen. In alle gevallen zal de schil die de verschillende modellen of modules aanspreekt veel belangrijker zijn dan de applicaties. Een architectuur gebaseerd op de concepten van het zogenaamde "toastermodel" zou hierbij de basis kunnen vormen. Ook de eisen die aan het instrumentarium qua presentatie worden gesteld, nemen toe. De uitkomsten zullen op anschouwelijkere wijze dienen te worden gepresenteerd en door een steeds grotere doelgroep worden geïnterpreteerd.

Bij processen die betrekking hebben op zwevende stof modellering, uitwisseling van de waterbodem met het oppervlaktewater, afbraak- en bindingsprocessen in de bodem en responsies in de aquatische en terrestrische ecologie bestaan er lacunes in de kennis.

De sectorale benadering en de intensievere samenwerking tussen de verschillende waterbeherende instanties vereisen dat stringente afspraken worden gemaakt over éénduidig modelgebruik of te gebruiken architectuur, te raadplegen gegevensbanken en standaarden voor gegevensuitwisseling. De STOWA heeft ten principale een tweetal mogelijkheden voor sturing op dit gebied tot haar beschikking:

(1) Voorwaarden scheppen voor consensus door voorop te gaan in de ontwikkeling van gegevensstandaarden en gebruikersschillen, bijvoorbeeld door het sluiten van convenanten met marktpartijen, (2) interveniëren via de (verdere) ontwikkeling van een aantal (voorkeurs)modellen. Alhoewel beide mechanismen hun beperkingen hebben, wordt geconcludeerd dat de voorwaardenscheppende lijn versterkt dient te worden, bijvoorbeeld doordat de waterbeheerders bij aanschaf van modellen, of bij uitbesteding van het gebruik van modellen door derden, bovengenoemde punten als randvoorwaarden meenemen bij opdrachtverlening.

De knelpunten aan de kant van de organisatie waarbinnen de modellen dienen te draaien zoals een reëel verwachtingspatroon, beschikbare kennis, tijd en middelen blijven een probleem van de gebruiker zelf. In verband hiermee wordt geconcludeerd dat de STOWA ook een taak heeft met betrekking tot het verantwoord modelleengebruik, bijvoorbeeld door middel van het regelmatig organiseren van lezingendagen hierover.

7.2. Aanbevelingen

Voor de periode 1995 - 1999 is in het onderzoeksprogramma van de STOWA circa 20% van het voor modelontwikkelingen gereserveerde budget besteed dan wel toegezegd voor de voorwaardenscheppende benadering (stekkerdoos, consensusmodellenlijn) en circa 65% voor directe interventies. In het kader van het nationaal Onderzoeksprogramma Verdroging wordt aan modelontwikkeling samen met derden circa 15% van het laatstgenoemde budget voorzien aan "indirecte" directe interventies. Voor het consensusmodellenlijn-project is 15% van het voor modelontwikkelingen gereserveerde budget gereserveerd.

Op termijn dient de STOWA te streven om van het voor modelontwikkelingen te reserveren budget van 75% te besteden aan de voorwaardenscheppende benadering en 25% aan directe interventies.

In het voorgaande is geconcludeerd dat de lijn van directe interventies moet worden omgebogen. Meer nadruk moet gelegd gaan worden op het bevorderen van de vrije-marktwerking. Directe marktinterventie is wellicht wel geboden om de gewenste schil ontwikkeld te krijgen. Voorwaarde is acceptatie door de belangrijkste afnemers van modellen (inclusief Rijkswaterstaat/RIZA) en door de belangrijkste marktpartijen. De mogelijkheid van een gezamenlijk voorstel van Rijkswaterstaat/RIZA en STOWA (met de daarbij behorende financiële impuls) aan de meest betrokken marktpartijen zou moeten worden nagegaan. Voorgesteld wordt om hiervoor in beide jaren 1998 en 1999 budget te reserveren.

Voor de periode 1997 - 1999 liggen er voor 1997 claims bij de STOWA van f 170.000 voor een dosis-effect model voor aquatische systemen, f 85.000 voor een koppeling MODFLOW-DUFLOW, f 90.000 in 1997 voor een koppeling tussen GIS legger-applicaties en 1D-oppervlaktewatermodellen en f 75.000 voor een pilot metingen in het kader van de waterschapslegodoos. Daar het dosis-effect model voor aquatische systemen zich richt op het lagere trofische niveau passen deze claims allen in de aanbevelingen van dit rapport.

Conform het Programma van eisen wordt aanbevolen om hiervoor een nieuwe STOWA-commissie (gedurende de looptijd van het onderzoeksprogramma) in te stellen. Het gaat aan de ene kant om programma-ontwikkeling (in samenspraak met de bestaande programmacommissies PCKG en PCKW), en aan de andere kant om een permanente voorbereiding van STOWA-beleid. De taken van deze commissie zouden zijn:

1. Het blijven volgen van de ontwikkelingen van de behoeften bij de participanten in STOWA;
2. Het vormgeven van de voorwaardenscheppende benadering in samenspraak met andere afnemers zodat de geconstateerde behoeften optimaal worden vervuld;
3. Het ombuigen van de lijn van directe interventies, maar op zo'n manier dat er voldoende concurrentie blijft op de modellenmarkt en er tevens voldoende stimulans is om de STOWA stekkers te ontwikkelen. Directe interventie is wellicht wel noodzakelijk om samen met Rijkswaterstaat/RIZA een schil en een Proces Flow Management systeem te realiseren voor de toe te passen modellen;
4. Het opzetten van gebruikersondersteuning;
5. Het benaderen van universiteiten en wetenschappelijke instituten in verband met lacunes op het gebied van proceskennis.

Tabel I. Modelgebruik bij de waterbeheerders

Behoeftenonderzoek waterbeheerders

versie 2.0	algemeen				waterkwaliteit							waterbodem								
	plannen onderhoud en maken herstelplannen	maken waterbeheersingsplannen en peilbesluiten	bepalen effect grondwateronttrek- kingen / infiltratiegebieden	sluiten waterakkoorden en vergunningverlening	Berekening waterstand onder invloed van getij en windopzet	Optimaliseren waterverdeling	Optimaliseren bediening t.b.v. peilbeheer	Faalkans bepalen aan de hand van historische reeksen	berekening verwachte schade bij wateroverlast	beantwoorden herinrichtingsvraagstukken	bepaling verdrogingseffecten bij herinrichting	voorspelling afvoergolven	gebruik waterbassins voor opvang afvoerpieken	inundatie berekeningen	Ber. effect weersontwikkeling op waterkwaliteit op lange termijn	Morfologische berekeningen	Berekening gedrag slijbgebonden micro's in ow in relatie met bodem	Berekening chemische processen in water en bodem	Modelleren van processen in gestorte bagger	Ber. ontwikkeling bodemkwal. o.i.v. van waterkwaliteit
Totaal gebruik (g)	4	2	2	2	0	0	0	0	0	6	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Totaal wens (w)	2	0	1	1	1	4	2	2	1	1	0	1	2	0	1	2	2	2	1	1
Totaal lange termijn (l)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Totaal on-line (on)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totaal off-line (off)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totaal Nee	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totaal niet beantwoord	11	15	14	14	16	13	13	15	16	10	16	16	15	16	15	15	14	15	16	16

Behoeftenonderzoek waterbeheerders

versie 2.0	bagger	waterkwaliteit				ecologie									Koppelingen				
		Optimaliseren waterzuivering (ontwerp RWZI)	Bepaling herkomst van stoffen	Model voor onverzadigde zone (kwant.&kwal.)	Ber. effect riooloverstorten	bepaling invloed vuilstorten	bepaling effecten en optimalisatie van inlaten gebiedsvreemd water	Berekening effect natuurgerichte maatregelen op ecologie	ber. hydr. ecologisch effect van maaien	Ber. landbouwrendement bij beregening	Ber. vernattingsschade	Ber.eff. gw-kwal.&kwant. op voork. van biotaxa/op natuurw.	Primavera of soortgelijk model	voorspellen verspreiding en groei algen	Ber. effect waterkwaliteit op ecologie	Koppeling gw - na	Koppeling gw - ow	On-line koppeling ow-na	Koppeling ow - GIS
	bepaling andere methoden van verwerking bagger	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	baggerverwerking bij storten in diepe putten	1	1	4	1	4	0	2	2	3	1	2	2	1	0	4	0	2	6
	Simulatiemodellen- functionaliteit wat gebruikt wordt of waar behoefte aan is	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
	Totaal gebruik (g)	0	1	1	1	1	0	2	2	3	1	2	2	1	0	4	0	2	6
	Totaal wens (w)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
	Totaal lange termijn (l)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
	Totaal on-line (on)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
	Totaal off-line (off)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
	Totaal Nee	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
	Totaal niet beantwoord	16	15	12	14	16	14	14	14	13	15	14	14	14	16	11	15	8	8

Behoeftenonderzoek waterbeheerders

versie 2.0	Koppelingen (vv)				Modelsystemen										Gegevens				nieuwe technieken				
	Koppeling gw - GIS	Koppeling opslag leggergegevens en GIS	Koppeling gw - ecohydrologische modellen	koppeling model met ecologische beoordelingssysteem	neerslag-afvoermodel / onverzadigde zone model	stoffenbalans	duflow kwantiteit	duflow kwaliteit	sobek kwantiteit	sobek kwaliteit	andere 1d modellen	module voor het uitvoeren van een gevoeligheidsanalyse	detailmodel uit een overzichtsmode kunnen halen	1d stromingsmodel voor hellend gebied	grondwatermodel	beter beschikbaarheid meetgegevens	beter beschikbaarheid gebiedsinformatie	Neurale netwerken t.b.v. bediening	Ber. stroming in buizenstelsels	2D-3D model	2d berekening waterkwaliteit		
Totaal gebruik (g)	0	0	0	0	6	0	8	7	5	0	5	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0		
Totaal wens (w)	1	1	0	1	1	1	0	1	0	3	0	1	1	2	1	5	5	0	1	1	1		
Totaal lange termijn (l)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0		
Totaal on-line (on)	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Totaal off-line (off)	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Totaal Nee	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1		
Totaal niet beantwoord	8	16	16	16	10	16	9	9	12	14	12	16	16	15	14	12	12	16	16	13	15		

