
Verslag van en opinie mede gebaseerd op de 'Tijdreeksanalyse van Grondwaterstanden (en iets meer) Twee-Daagse'

Wat & Wanneer:
Verdediging Proefschrift Jos von Asmuth (5 maart) & KWR-TU Delft-NHV Symposium Tijdreeksanalyse (6 maart);
Waar: Aula TU Delft (5 maart) & KWR Nieuwegein (6 maart);
Verslaggever: Joost Heijker

"... in the context of water resources development a model is something to be used rather than something to be believed."

(Dooge, 1972)

"[...] In all these cases, mathematics has been used to redefine a hydrologic problem rather than solve it. Box (1976) calls such use of mathematics "mathemategy" and laments:

"In such cases areas as sociology, psychology, education, and even, I sadly say, engineering, investigators who are not themselves statisticians sometimes take mathemategy seriously. Overawed by what they do not understand, they mistakenly distrust their own common sense and adopt inappropriate procedures devised by mathematicians with no scientific experience."

(It is ironic that much of the oversophisticated mathemategy currently practiced in hydrology is being advanced under the banner of Box-Jenkins modelling)"

Klimes (1986)

"The main point of my criticism has been the apparent confusion about the nature of the problem which has led to the pursuit of high mathematical rigour which, at best, is of marginal importance in this context while neglecting the important matters such as the hydrological information content of the data and the practical decision-oriented (rather than theoretical-statistical) purpose of the analysis."

Klimes (1993)

"Things that are complex are not useful, things that are useful are simple."

Michail Kalashnikov

Dag 1

Wat moet het fijn zijn om een zeer bewonderd pionier binnen je vakgebied als opponent te hebben. Die tevens gast is op een symposium dat gewijd is aan je eigen promotie en het afscheid van je hydrologische leermeester. Ik had het maar wat fijn gevonden wanneer ik een congres of iets dergelijks had georganiseerd waar

Vit Klemes aanwezig was geweest, iemand die ik zeer bewonder om vele redenen. Klemes is auteur van de ultieme hydrologische klassieker *Dilettantism in Hydrology* (zie ook de bloemlezing van zijn werk: *Common sense and other heresies*) dat thans iets meer dan 25 jaar geleden uitkwam en waarin ook de beroemde Box wordt geciteerd, zoals de Stromingen lezer van dit stuk ondertussen weet.

Helaas is deze grote stochastisch hydroloog op 8 maart 2010 overleden - op de respectabele leeftijd van 77 - en zullen we hem niet meer verwelkomen op een NHV Voorjaars- of Najaarsbijeenkomst. Ik troost me enigszins met de gedachte dat zijn intellectuele geest in elk geval door mijn hoofd rondwaarde op de TRA 2-daagse waar ik gelukkig bij was.

De twee hoofdrolspelers van die dagen, Jos von Asmuth -die promoveerde - en Kees Maas - die afscheid nam -, hebben beide een niet te onderschatten en zeer positieve rol gespeeld bij de operationalisering van de tijdreeksanalyse voor de modellering van grondwaterstanden. Zij stonden daarbij op de schouders van (andere) reuzen op dit vlak¹, zoals daar zijn nationaal Marc Bierkens, Martin Knotters, Paul Baggelaar en Frans van Geer en internationaal Box, Jenkins, McLeod en Hipel. We verkeerden in de gelukkige omstandigheden dat die laatste in ons midden verkeerde.

Voor ik aan het verslag van het TRA symposium begin toch even een paar korte woorden over Jos zijn proefschrift en de verdediging ervan. Wat mij betreft is dit magnum opus een toonbeeld van hoe een proefschrift er inhoudelijk, qua structuur en qua opmaak uit hoort te zien. Iedereen die op zoek is naar een modern naslagwerk over tijdreeksanalyse van (met name freatische) grondwaterstanden

kan gerust ademen: Dat ligt er nu. In die zin is het volstrekt complementair aan het heel vaak geciteerde *Time Series Modelling of Water Resources and Environmental Systems* van Hipel & McLeod (1994). Dit boek is out of print kwam ik achter, maar gelukkig waren de auteurs zo sympathiek om dit boek gratis online aan te bieden in pdf vorm, zie:

<http://www.systems.uwaterloo.ca/Faculty/Hipel/Time%20Series%20Book.htm>

Het boek van Hipel & McLeod (1994) is natuurlijk wat algemener van karakter en het bewandelt ook andere paden. Bijvoorbeeld het beroemde Hurst fenomeen (zie overigens ook Klemes (1994): *The Hurst Phenomenon: A puzzle?*) en de 'ARMA-modellering', waar binnen Jos' proefschrift de nodige, al dan niet terechte kritiek op wordt geleverd.

Valt er dan niets aan te merken op *Groundwater System Identification through Time Series Analysis?*

Nou, om eerlijk te zijn, in sommige passages vind ik het proefschrift wat al te 'aanvallerig' naar andere methoden, b.v. de al genoemde ARMA-modellen, maar ook de welbekende (en veelal onterechte) kritiek op ruimtelijk verdeelde, fysisch gebaseerde modelconcepten.

Hier worden vrij klakkeloos en zonder eigen redenerie de dogma's van Beven, Savenije en andere critici gevolgd, terwijl de tegengeluiden (zie o.a. *'Physics-based hydrologic response simulation: platinum bridge, 1958 Edsel, or useful tool'* van Keith Loague en Joel E. VanderKwaak (2004)) steeds luider worden. Zeker in een data-rijk land als Nederland is het kalibreren van modellen enkel op basis van grondwaterstanden of afvoeren dubious

¹ Of hielden er gelijke tred mee; het rapport *Grondwaterspiegeldynamica* van Kees - waar Jos' oorspronkelijk research proposal op is gebaseerd als ik het goed heb - stamt immers uit 1995

practice die het equifinaliteitsprobleem in de hand werkt, maar dat ligt niet zo zeer aan het rekenconcept. De term 'equifinaliteit' viel overigens geregeld (ook tijdens het TRA symposium), maar daarbij wordt dus vergeten dat ook tijdreeksmodellen kunnen leiden aan dit euvel. Actieve gebruikers van Menyanthes krijgen er naar mijn idee mogelijk mee te maken bij het schatten van de verdampingsfactor en/of de drainagebasis weet ik uit eigen ervaring. Vanwege het meer wetenschapsfilosofische karakter van deze discussie doet e.e.a. uiteraard niets af aan de inhoudelijke kwaliteit van het proefschrift.

Dan de verdediging van het proefschrift. Door de opposenten werd Jos het vuur aan de schenen gelegd, met name ook over de rol van de onverzadigde zone en de in beperkte kring veel bediscussieerde *evaporation factor* en wat die nu eigenlijk voorstelt. En ook: hoe zit het eigenlijk met interceptie? Goede vraag (en dan nog wel van een geohydroloog!), maar helaas was de tijd op. Mijn inschatting is dat wanneer je al dat soort processen mee wilt nemen in een tijdreeksmodel je uiteindelijk toch op iets SWAP-achtigs uitkomt. Een geruststellende gedachte in zekere zin.

Waar ook over werd doorgevraagd was de vraag waarom in het proefschrift niet het predicaat "*Decision Support System*" voor Menyanthes werd gebruikt. Jos gaf daar een wat afwachtend antwoord op, terwijl het toch eigenlijk vrij eenvoudig is: beslissers hebben geen behoefte aan puntdata of -informatie, maar aan vlakdekkende schattingen van doelvariabelen of -parameters (b.v. de GxG per natuurgebied of peilgebied). Dergelijke informatie is alleen uit Menyanthes te halen wanneer er b.v. geostatistische routines en dergelijke worden geïmplementeerd.

Ook het schatten van nauwkeurigheden is een erg belangrijk onderwerp, dat binnen Jos zijn proefschrift wordt behandeld in hoofdstuk 4. Met name Arnold

Heemink (TU Delft) ging daarop in en deze uitte kritiek op het naar zijn idee wel heel eenvoudige model dat is gebruikt. Werkt de aanpak ook bij meer complexe problemen was de vraag. Ik vroeg me ook al af of er niet beter een Kalman Filter had kunnen worden ingezet, zowel voor toestandsreconstructie en parameter-optimalisatie. Helaas konden door tijdgebrek de echt moeilijke vragen niet worden gesteld. Wel jammer, want vooral op dit vlak zou naar mijn idee de komende jaren meer onderzoek moeten worden verricht dat hopelijk aan gaat sluiten bij het werk van mensen als Jasper Vrugt ((MO)SCEM-UA, SODA en DREAM) en Kavetski (BATEA). Klein puntje van kritiek, ook richting opposenten: meerdere malen werd tijdens de verdediging gesteld dat Menyanthes gebruik maakt van de gemeten verdamping, maar dat moet natuurlijk zijn: de berekende referentie gewasverdamping volgens Makkink. Toch echt iets heel anders. Verder was het mijn indruk, ook kijkende naar de gelaatsuitdrukkingen van onze kersverse NHV voorzitter, dat Jos zijn proefschrift meer dan voldoende heeft verdedigd.

Na dit formele gedeelte was de beurt aan Kees Maas (initiator van het onderzoek en mentor van Jos) om een zowel humoristische als ontroerende speech te geven. Dat deed hij uiteraard met verve. Hulde daarvoor. En het dunkt me dat dit nog eens iets anders - en beters! - is dan de volgende uitspraak van een der opposenten van Wilbert Berendrecht, als verwoord in het verslag van de verdediging in Stromingen 10 (2004), nummer 4: "*Eén van de opposenten ging echter wel héél ver in zijn lofuitingen door te stellen dat nu alles bereikt is wat er op het gebied van grondwaterstandsreeksen te bereiken is, waarop overigens enig gekuch uit de zaal opsteeg, maar dat terzijde.*" Je moet inderdaad het lef maar hebben

om een dergelijke uitspraak te doen! Gelukkig geldt nu net zoals toen: Jos heeft hele flinke stappen voorwaarts gezet, maar we zijn er nog niet en dat is maar goed ook.

Dag 2

De tweede dag bestond uit 2 onderdelen:

Morning symposium on Hydrogeological Time Series Modeling

georganiseerd door KWR Watercycle Research Institute en de TU Delft en een mini-symposium, georganiseerd door de NHV werkgroep Tijdreeksanalyse, genaamd:

Tijdreeksanalyse in hydrologisch toepassingsperspectief.

Het is inmiddels de tweede keer dat de NHV een symposium over tijdreeksanalyse organiseert (dit keer met partners) en dat zegt natuurlijk heel wat. Ik denk, hoop en verwacht dat velen ook zijn gekomen om eer te bewijzen aan een van de grondleggers van ons clubblad, inhoudelijke gangmaker binnen onze vereniging, en met een aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid de meest geniale geohydroloog die Nederland rijk is: Kees Maas.

Hoe het ook moge zijn: de dag begon vrij vroeg, eindigde vrij laat en was tussen-door gevuld met een smakelijk programma, dat werd ingevuld door Nederlandse en internationale coryfeeën. Een optreden van de veel geciteerde, maar weinig 'geziene' A. Zwamborn had ik overigens ook op prijs gesteld, maar dat terzijde.

Het morgendeel was in het Engels, naar ik aanneem vanwege de aanwezigheid van de hooggeleerde Hipel. Als morgenvoorzitter fungeerde Theo Olsthoorn (TU Delft/Waternet). Theo startte zelf met de lezing:

Well over a quarter century of time-series analysis: From esoteric novelty to indispensable tool for groundwater hydrologists (toptitel overigens).

Hij schetst daarin de geschiedenis van de tijdreeksanalyse van grondwaterstanden en stijghoogtes binnen Nederland, en gaf ook aandacht aan de expliciete rol van de al door mij genoemde Nederlandse hoofdrolspelers. Ook laat hij zien waarom het zo lang duurde voor de tijdreeksanalyse transformeerde van een obscure, soms wat esoterische ambacht tot een onderdeel van het standaardpakket van de moderne hydroloog. Terecht werd gesteld dat Menyanthes daarbij een niet te onderschatten rol heeft gespeeld. Zouden we vaker moe en doen, dit soort lezingen. Goed voor het historische besef van ons hydrologen.

Jos von Asmuth (KWR) haakte hierop in met zijn lezing: **Menyanthes 2.0: from time series analysis to system identification**. Jos zijn morgenpraatje schetste in feite in vogelvlucht de geschiedenis van de totstandkoming van het proefschrift. Was het oorspronkelijk het idee om met ARMA modellen aan de slag te gaan om ecohydrologisch relevante informatie te extraheren uit tijdreeksen van (freatische) grondwaterstanden, als snei bleek dat het in batch kunnen afleiden van deze modellen noodzakelijk was om het enorme DINO Data Kerkhof te kunnen plunderen, in de positieve zin des woords uiteraard. Vanuit die gedachte is het nu voorliggende, op een continuous time framework gebaseerd alternatief geboren, dat wij kennen als het PIRFICT model concept, waarmee op een gebruiksvriendelijke en snelle wijze kan worden gewerkt via het programma Menyanthes. Deze aanpak, zo vertelde Jos, sluit ook beter aan bij meer physically based methoden om te modelleren, en dat is natuurlijk winst, want zo veranderen op een gegeven moment de grenzen tussen

de diverse modelconcepten en gaan we straks allemaal met hybride technieken aan de slag. Althans, dat is mijn hoop en verwachting.

Het praatje genaamd **The Application of Time Series Models in Regular Groundwater Models**, door Mark Bakker (TU Delft), liet zien hoe de tijdreeks-analyse (ook een vorm van grondwater-modellering) complementair aan numerieke, deterministische, ruimtelijke verdeelde modellen, gebouwd met b.v. MODFLOW, zoals het NHI, kan worden ingezet. Naar mijn idee het verhaal van de toekomst, en ik kijk reikhalzend uit naar de verbetering van het NHI via deze weg. Weinig Deltariënen aanwezig overigens, maar misschien hebben die het te druk met het op tijd en adequaat functionerend opleveren van het NHI en AZURE. Het gebruik van de momenten aanpak voor de aanmaak van kalibratiedata voor het NHI vind ik een interessant en mogelijk waardevol idee, maar ik ben bang dat er teveel uitzonderingsgevallen zijn, waardoor de spoeling qua bruikbare metingen dun wordt. Tel daarbij op de beperkte budgetten en de strakke planning en een kalibratie o.b.v. gekarteerde GxG-Gt-GD informatie ligt veel meer voor de hand. Los van dat alles zal een kalibratie er ben ik bang niet voor gaan zorgen dat we een fatsoenlijk opererend NHI krijgen, omdat de problemen elders liggen, en dan met name in het oppervlaktewatersysteem. Gelukkig wordt er door Deltares Delft, RWS en de waterschappen hard gewerkt om deze problemen op te lossen.

Keynote speaker Keith Hipel (University of Waterloo) kreeg vervolgens het woord, en die hield een presentatie (genaamd: **The Decision Support System GMCR II in Negotiations over Groundwater Contamination**) over een besluitvormingsproces m.b.t. de aanpak van een grondwaterverontreiniging en de inzet van een

Decision Support System (DSS) daarbij (a ha, vandaar de vragen tijdens de verdediging), waarbij het DSS dan ook weer gebruik maakte van o.a. tijdreeksanalyse. Gegeven de aanleiding en het onderwerp van de dag misschien wat weinig, maar ik vond het behoorlijk interessant om te zien hoe de speltheorie werd ingezet. Zijn duiding van Canada en zijn bewoners, met name ook ten opzichte van hun zuiderburen (hoewel ik niet echt van het amerikanen bashing ben overigens) was gewoonweg hilarisch en daarom alleen al zou ik zijn presentatie een keer nalezen op de NHV site, waar ook alle andere presentaties staan overigens.

Marc Bierkens' presentaties (in dit geval: **Simple stochastic differential equations to analyze non-linear hydrological systems**) lijken vaak op liedjes van Slayer: altijd opgedist in een straf tempo, to the point en daarom efficiënt, effectief en zeer goed te pruimen. Dit 'exemplaar' over stochastische tijdreeksanalyse vormde daarop -gelukkig- geen uitzondering. In sneltreinvaart werden ons de wiskundige analogieën duidelijk gemaakt tussen het beschrijven van ondiepe grondwaterstanden en de hydro-meteo feedbacksystemen in de Sahel. Wat moet het fijn zijn om zover boven de materie te staan. Of de meerderheid van de zaal het allemaal kon volgen weet ik niet, ik prees mezelf gelukkig dat ik de papers had gelezen waaraan beide voorbeelden ontleend zijn, waardoor ik het in grote lijnen kon volgen.

Groundwater models are only another type of time series model is de titel van het laatste praatje van het morgendeel en wie anders dan Kees Maas is degene die de eer te beurt viel om dit te geven. Deze titel is neem ik aan (deels) ironisch bedoeld, want anders ben ik toch bang dat we kunnen gaan praten over de ironie van het ironische, zoals Mulisch

al een keer deed in de gelijknamige polemiek die gericht was op G.K. van het Reve - hoewel Harry van Reve's ironie bar weinig had begrepen naar mijn idee. Laten we hopen dat ik Kees beter begrijp. Mocht het serieus bedoeld zijn dan zou ik het in elk geval eerder omdraaien: tijdreeksmodellen zijn ook maar een type grondwatermodellen. Kees heeft natuurlijk wel een punt wanneer hij stelt dat we op bepaalde vlakken zijn doorgeschoten met de inzet van computers en numerieke modellen (lees: we moeten meer vanuit de data gaan redeneren) en ook denk ik dat hij een punt heeft wanneer hij denkt dat de klassieke, op statistische principes gebaseerde tijdreeksmodellen zullen integreren met numerieke, ruimtelijke verdeelde modellen. Hoe dat gaat gebeuren weet ik eerlijk gezegd nog niet zeker, maar ik denk dat een van de methoden zal zijn het gebruik van momenten principes, zoals Mark Bakker dat eerder op de dag al uiteen zette. In feite dus *Ground-water System Identification through Time Series Analysis* of wat mij betreft: *Hydrological System Identification through Time Series Analysis*. Overigens sluit deze filosofie/denkwijze nagenoeg naadloos aan bij de aanpak zoals Patrick Willems die heeft beschreven in: Willems P. (2009) Methodologie voor modellering van hydrologische extremen; in: Stromingen, jaargang 2009, kwartaal 4, 26-41.

Het Middagprogramma van dag 2

Als gezegd was er aansluitend 's middags het wetenschappelijke mini-symposium 'Tijdreeksanalyse in hydrologisch toepassingsperspectief' door de NHV werkgroep Tijdreeksanalyse georganiseerd, in de vorm van zes lezingen waarin verschillende aspecten van tijdreeksen en tijdreeksanalyse aan de orde kwam, met een nadruk op grondwaterstandsverloop,

en een - uitstekende - lezing over trendanalyse van oppervlaktewaterkwaliteit. De rol van middagvoorzitter, die eigenlijk door Marc Bierkens zou worden vervuld, werd overgenomen door Frans van Geer (TNO/UU). Eigenlijk is dat ook niet meer dan logisch, want als iemand het predicaat van voorloper op het vlak van tijdreeksanalyse verdient dan is hij het wel. Bovendien heeft hij een belangrijke bijdrage aan Marc's carrière als stochastisch hydroloog geleverd. Frans' eigen werk op dit vlak en vooral ook het gebruik van het Kalman Filter in die context kan niet worden overschat zou ik haast zeggen. Zijn lezing **Tijdreeksanalyse: Introductie en aandachtspunten** schetst de basis principes van het analyseren en modelleren van tijdreeksen van grondwaterstanden met behulp van tijdreeksmodellen, met een focus op transfer/ruis modellen. Gedegen praatje, en het daarvan afgeleide Stromingen artikel zal vast en zeker bruikbaar zijn als startpunt voor elke beginnend tijdreeksanalyse modelleur. Beter gezegd: iedereen die een hydrologisch systeem wil doorgronden met als primaire basis een op monitoring gebaseerde tijdreeks.

De meest pragmatische praktijkgerichte lezing (en dat is uiteraard positief bedoeld) werd gegeven door Koen van der Hauw (Grontmij Nederland B.V.):

Evaluatie Waterproject Ruinen - een praktijktoepassing van interventie-analyse met Menyanthes.

In het Waterproject Ruinen is één van toegepaste de maatregelen uit het afkoppelen van hemelwater via een infiltratietransportsysteem. Op een twintigtal locaties heeft de Gemeente Ruinen grondwaterstanden gemeten in de periode vóór en ná de maatregel. Aan Grontmij is gevraagd om middels tijdreeksanalyse na te gaan of er effect zichtbaar is op de grondwaterstanden. Op zich is tijdreeksanalyse de manier om dit soort vraag-

stukken op te pakken, naast natuurlijk de locaties waar gemonitord dient te worden. Ondanks de vele voordelen die Menyanthes biedt om snel tot tijdreeksmodellen te komen op basis van monitoringdata - mits in een bepaald format -, en zelfs in batch, blijken er in de praktijk toch vele inhoudelijke hobbels genomen te moeten worden om uiteindelijk iets van een uitspraak te kunnen doen. Want wanneer is een effect nu significant (het verschil moet immers observeerbaar zijn) en wanneer is het tijdreeksmodel voldoende geschikt om de formele uitspraken op te baseren. Een waarschuwend verhaal voor alle mensen die wat al te makkelijk denken snel en eenvoudig via tijdreeksanalyse tot de juiste antwoorden te komen. Zeer belangrijk op een dag als deze.

Martin Knotters (Alterra) vertelde, op de voor hem kenmerkende wijze, iets over de **Validatie van tijdreeksmodellen**. Dit naar mijn idee didactisch genie gaf een bijzonder grondige lezing over het o zo belangrijke validatie-proces. De term Validatie wordt te pas en te onpas verkeerd gebruikt en wordt vaak verward met Verificatie, Toetsing, Check en zelfs Kalibratie. Kan ik me erg druk over maken (waarschijnlijk onterecht), dus goed dat iemand als Martin het nog eenmaal (hopelijk) haarfijn uitlegt in de context van tijdreeksmodellering. Ook zijn hiervan afgeleid Stromingen artikel wordt hopelijk een van de stukken waar beginnende hydrologen op terugrijpen wanneer ze zich in deze materie willen verdiepen. Het gaat om hele basale zaken als: Hoe beoordeel je of je tijdreeksmodel goed genoeg is voor het doel, hoe test je deze hypothese, welke informatie kan uit statistische graadmeters als de restvariantie, percentage verklaarde variantie worden gehaald en ga zo maar door. Belangrijke vragen waar Martin, vanuit zijn grote praktijkervaring op dit vlak, heel zinnige en bruikbare antwoorden op gaf.

De titel (**Grondwatermodellen versus tijdreeksmodellen: het geval Tewisscha**) doet al het nodige vermoeden (nog meer wanneer je deze in het Duits vertaald trouwens) en de spreker: Kees Maas (voorheen KWR en TU Delft, thans Maas Geohydrologisch Advies) loste mijn verwachtingen volledig in. Tijdens een van de vele (vele) onderzoeken naar de invloed van de grondwaterwinning Terwisscha ('De Bermuda-driehoek van het hydrologische onderzoeksgeld' zeg ik, vrij naar Martin Knotters) op de stijghoogten in de omgeving - en aldus de landbouwkundige bedrijfpbrengsten- bleek dat de in de loop van de tijd met tijdreeksmodellen geschatte invloed groter was dan de invloed zoals die werd berekend met numerieke grondwatermodellen. De tijdreeksmodellen waren onderling consistent met elkaar, de numerieke grondwatermodellen idem dito. Hoe is dit mogelijk? Kees zocht naar antwoorden en vond ze. De details kunt u vinden in Kees' artikel op pagina [43]. Topverhaal, ik kan het niet anders zeggen.

Ik kon me wel in Martin Knotters' overpeinzing vinden toen die, na het einde van de presentatie, zichzelf hardop de vraag stelde of al dat onderzoek naar droogteschade niet kostbaarder is dan het uitbetalen van de uiteindelijke schade zelf. Die vraag heb ik me in het kader van natschade-onderzoek ook weleens gesteld en ik denk soms dat het antwoord ja is. Martin wil zich na zijn pensionering gaan vastbijten in dit vraagstuk, maar ik stel bij deze voor om dit samen al veel eerder op te pakken. Wordt hopelijk vervolgd.

Hoewel ik - om hier niet nader te noemen redenen - een grondige hekel heb aan de term 'meetnet' ben ik verder vol lof over de lezing **Trendanalyse van een meetnet waterkwaliteit** van Paul Baggelaar (Icastat), die een toelichting verzorgde over een werkwijze die automatische trendanalyse mogelijk maakt van duizen-

den monitoringdatareeksen. Het blijkt in de praktijk van de analyse van oppervlakte-waterkwaliteitsdata zo te zijn dat (al dan niet onbedoeld) toch te vaak de aanname wordt gedaan dan de data gaussisch verdeeld is e.d., waardoor de gevonden verbanden vaak gewoon niet kloppen. Paul heeft samen met een collega een methode ontwikkeld waarmee met relatief weinig inspanning kan worden vastgesteld, op statistisch wel verantwoorde wijze, waar en voor welke parameters er verschuivingen in trends e.d. optreden. De methode houdt rekening met specifieke kenmerken van waterkwaliteitsgegevens (scheefheid, seizoenseffecten e.d.), onder de aanname dat de steekproef waar de monitoring-campagne op is gebaseerd deugt, en dat is natuurlijk vaker niet dan wel zo. Voor dit soort toetsingsvraagstukken geldt immers maar een devies en dat is een kanssteekproef in ruimte en tijd. Andere prangende vraag die bij mij leeft is in hoeverre Paul's methode is geland in de waterschapswereld en wat we er vanuit beleidsmatig oogpunt mee zouden moeten. Mijn gevoel zegt me: een hele, hele hoop.

Met Weerstand en wegzijging in natte natuurgebieden kwam er eindelijk een praatje dat recht doet aan de ecologische afkomst van Jos (voor de niet-ingewijden: Jos is van oorsprong een Wageningse ecoloog) en dat aansluit bij mijn oude liefde (die nog steeds niet is geroest): de verdrogingsbestrijding. In natte natuurgebieden staat de grondwaterstand bij voorkeur hoog, liefst aan het maaiveld (afhankelijk van het beheertype natuurlijk). Dit betekent vanuit het perspectief van de hydrologisch tijdreeksmodelleur dat natte natuurgebieden niet-lineair gedrag vertonen, dat beschreven kan en moet worden met een tijdreeksmodel dat om kan gaan met drempelovergangen. Dergelijke modellen zijn eenvoudig en fysisch gebaseerd. Jos liet in zijn presen-

tatie hoe goed die benadering voldoet (vrij goed naar mijn idee), en hoe goed wij hydrologen parameters als de weerstand en de wegzijging kunnen schatten m.b.v. Tijdreeksanalyse (minder goed, omdat die vaak schaal- en schematisatie-specifiek zijn). Een leuke uitsmijter uit minder onverwachte hoek dan het wellicht lijkt.

Na deze lange dag was iedereen toe aan een borrel -ga ik even van uit- en die werd, wederom begeleid met uitstekende hapjes, en de ietwat klinische kantine van KWR geserveerd. Resumerend: een zeer geslaagde dag (of dagen), goede sprekers van hoog niveau, geschikte zaal, prima lunch, koffie, thee en borrel. Kon het altijd zo maar gaan.

Ik merk al schrijvende, maar ook tijdens de dagen zelf, dat de primaire focus op het analyseren van grondwaterstanden, met tijdsreeksanalyse, ondanks de diverse scholen die de revue passeren, me toch opzadelt met wat prangende vragen. Als hydroloog, en als zodanig en per definitie iemand die de waterbalans als geheel bestudeert, is me dit toch te eenzijdig. Waar is de integraliteit, de inbedding van diverse technieken binnen een *unifying framework*? Het lijkt soms verder weg dan ooit (maar met het praatje van Mark Bakker dichterbij dan ooit). Een model dat wiskundig klopt hoeft niet per definitie een (meer)waarde voor de hydrologie te hebben, er kan zelfs sprake zijn van het tegenovergestelde. '*Being right for the wrong reasons*', zeggen we dan terecht.

We moeten deze impasse doorbreken en daarvoor moeten we denk ik o.a. af van titels als geohydrologen, afvoerhydrogen en ecohydrologen (daarvoor is de hydrologie te eenvoudig en qua omvang beperkt wat betreft wetmatigheden) en het elkaar bevechten op wiskundige en statistische methoden. In plaats daarvan moeten we gezamenlijk toe gaan werken naar dat ge-

integreerde raamwerk. En zo'n raamwerk is best te definiëren. Ik zou zeggen we werken toe naar een systeem, waarmee we de waterbalans op alle ruimte- en tijdschalen kunnen inschatten, een resultaat dat ik zou willen noemen de heilige graal van de hydrologie, qua wensbeeld. Het lijkt me dat de inzet van tijdreeksmodellering binnen een dergelijk systeem belangrijk, maar mogelijk summier zal zijn en dat met name remote sensing based monitoring in combinatie een integraal, fysisch gebaseerd, ruimtelijk verdeeld model systeem de kernonderdelen gaan vormen. Tijdreeksanalyse kan een grote rol spelen als facilitator van adequate kalibratie- en validatie data, t.b.v. de ruimtelijk verdeelde modellen waarmee we doelvariabelen en -parameters vlakdekkend schatten, maar ook voor modellen waarmee het neerslagafvoergedrag van stroomgebieden kan worden beschreven. Zo kunnen we een belangrijk deel van de valkuilen waar Klemes ons al in 1986 voor waarschuwde (en waar we naar mijn idee nog te weinig van hebben geleerd) eindelijk gaan omzeilen.

Los van dit alles is Menyanthes natuurlijk van onschatbare waarde voor het geautomatiseerd, en dus snel, persen van informatie uit data, zelfs uit datakerkhoven. En dat is zondermeer de grote meerwaarde van Jos promotiewerk en stuwende kracht die Kees vormde binnen dit geheel.

Tot zover deze wat filosofisch getinte uitweidingen waarin ik wel vaker verval. Ik eindig met enkele conclusies die ik voor mezelf heb getrokken, ontsproten aan het door deze tijdreeksanalyse twee-daagse ingezette, nee, eerder gekatalyseerde denkproces:

- I. Elk goed conceptueel, stochastisch model kent uiteindelijk ook een fysisch gebaseerde en ruimtelijke component en daar dit vice versa ook geldt, zullen uiteindelijk deze hydrologische

scholen naar elkaar toe moeten groeien, willen we als hydrologische gemeenschap wetenschappelijke progressie blijven boeken;

- II. De onderverdeling in geohydrologen, oppervlaktewaterhydrologen en andere 'typen hydrologen' vormt een der belangrijkste belemmeringen voor de vooruitgang van de hydrologie als wetenschap;
- III. De mismatch - in termen van aantallen - tussen modellerende hydrologen (oververtegenwoordigd) en experimentele hydrologen (ondervertegenwoordigd) vormt een der belangrijkste belemmeringen voor de vooruitgang van de hydrologie als wetenschap. Deze belemmering wordt verergerd door het gebrek aan kennis over steekproeftheorie bij een groot deel van de experimentele en modellerende hydrologen.

Literatuur

Dooge, J.C.I. (1972) Mathematical models of hydrological systems; In: Proc. Internat. Symp. on Modelling Techniques in Water Resources Systems (ed. by A.K.Biswas), vol 1, 171-189. Environment Canada, Ottawa.

Klemes, V. (1993) Probability of extreme hydrometeorological events - a different approach; In: Extreme Hydrological Events: Precipitation, Floods and Droughts (Proceedings of the Yokohama Symposium. IAHS Publ.no 213).

Klemes, V. (1996) Dilettantism in Hydrology; In: Water Resources Research, 22(9S), 177S-188S, doi:10.1029/WR022i09Sp0177S.