
Boeken

Climate Change: A Multidisciplinary Approach

door William J. Burroughs

Cambridge University Press (2001), 298 pag, prijs £ 18,95 (pbk), £ 52,50 (hbk), ISBN: 0-521-56771-8 (pbk), 0-521-56125-6 (hbk).

Dit boek over klimaatsverandering is in de eerste plaats bedoeld als *undergraduate textbook* voor studenten en andere geïnteresseerden uit verschillende disciplines, zoals aardwetenschappers, milieukundigen, meteorologen, geografen, historici, sociaal-economische wetenschappers, landbouwkundigen. Echter ook veel professionals zullen hun voordeel met dit werk kunnen doen. Om bij de hydrologie te blijven, bij veel onderzoek en beleidsbeslissingen speelt tegenwoordig een reconstructie van het paleo-klimaat of een analyse van recente fluctuaties en veranderingen in het klimaat een belangrijke rol. Veel onderzoekers en beleidsmedewerkers ontberen echter een degelijke achtergrond in de fysische aspecten van de klimatologie en bovendien heeft niet iedereen toegang tot de resultaten van het recente onderzoek op dit gebied; dit laatste geldt vooral voor informatie over klimaatsveranderingen op geologische tijdschaal. Het onderhavige werk biedt de kans om deze leemten in kennis aan te vullen.

Het boek begint met op bevattelijke en fysisch verantwoorde wijze uit te leggen welke elementen en processen het klimaat bepalen en welke factoren verantwoordelijk zijn voor fluctuaties en veranderingen van het klimaat. Vervolgens behandelt het de huidige informatie over de veranderingen in het klimaat op zowel geologische als recente tijdschaal en de consequenties die deze ver-

anderingen hebben gehad voor zowel aardwetenschappelijke als sociaal-economische condities. Dan volgen meet- en dateringsmethoden, proxidata en statistische analyses – in het bijzonder de analyse van tijdreeksen. Tenslotte worden de factoren besproken die de variaties in het klimaat kunnen hebben bewerkstelligd en wordt uitgelegd hoe de verschillende factoren en processen gemodelleerd worden in computersimulaties van klimaatsgedrag. Het laatste hoofdstuk gaat in op voorspellingen van klimaatsveranderingen en de betrouwbaarheid van onze kennis met betrekking tot de verschillende factoren die hierop van invloed zijn. Hierbij wordt ook enige aandacht geschonken aan het politiek-economische debat in verband met te nemen maatregelen om ongewenste menselijke invloeden op het klimaat terug te brengen.

Het boek bereikt een zeer goede balans tussen diepgang en bevattelijkheid, zodanig dat ook de lezer met slechts basale fysische kennis zich een tamelijk verantwoord beeld kan vormen van de stand van kennis op dit moment. Het is duidelijk dat de schrijver, die na een loopbaan als atmosferisch fysicus zich tot een bekend wetenschapspublicist op het gebied van weer en klimaat heeft ontwikkeld, bij uitstek geschikt is deze complexe materie voor een ruim publiek te behandelen. Kortom, wanneer u zich een mening wilt vormen over het broeikas-effect, maar u weet toch niet echt hoe het nu zit met de invloed van de El Niño Southern Oscillation (ENSO), La Niña en de North Atlantic Oscillation (NAO), dan is dit boek voor u een uitkomst. (De auteur begint overigens met uit te leggen dat de term 'broeikas-effect' voor het bedoelde fenomeen niet gelukkig is gekozen.)

Co de Vries

Regionalised time series models for water table depths

door Martin Knotters; proefschrift Wageningen Universiteit, Alterra Scientific Contributions 3, Wageingen, ISBN 90-327-0308-0.

Groucho Marx kreeg eens van een beginnend schrijver een boek ter beoordeling opgestuurd. Hij stuurde de jongeman daarop een briefje met de tekst: "Vanaf het moment dat ik uw boek ter hand nam tot het moment dat ik het neerlegde, heb ik aan één stuk door geschaterd van het lachen. Een volgende keer hoop ik uw boek ook te lezen".

Als ik een proefschrift krijg opgestuurd moet ik soms wel aan deze anekdote denken, omdat ik er niet altijd toe kom het boekwerk in te duiken. Maar laatst ontving ik een proefschrift dat ik al bij de postbus stond te lezen, louter omdat het over tijdreeksanalyse van grondwaterstanden ging, een onderwerp dat me al lange tijd boeit. Het betrof het proefschrift 'Regionalised time series models for water table depths', van Martin Knotters.

Tijdreeksanalyse van grondwaterstanden

Martin is als onderzoeker werkzaam bij Alterra en heeft daar ook ruimte gekregen voor zijn proefschrift over methoden om informatie uit meetreeksen van de grondwaterstand te filteren. Het proefschrift behandelt methoden om: (a) de fluctuatie van de grondwaterstand te karakteriseren, uitgaande van een korte tijdreeks; (b) de grondwaterstand in de ruimte en de tijd te voorspellen, in gebieden waar weinig bruikbare peilbuizen beschikbaar zijn. Specifiek wordt daarbij ook aandacht besteed aan de nauwkeurigheid van de geleverde informatie, omdat kennis daarvan de grondwaterbeheerders in staat kan stellen tot beter onderbouwde beslissingen te komen. De risico's van bepaalde beslissingen voor de

betrokken belangen kunnen dan immers zichtbaar worden gemaakt.

De promotie was 3 oktober jongstleden, in de aula van de Wageningen Universiteit. Het eerste kwartier van de plechtigheid – het zogenaamde Wagenings kwartiertje of lekenpraatje – gaf Martin een vrolijke PowerPoint-presentatie van zijn proefschrift. Die was vooral toegesneden op zijn talrijke neefjes en nichtjes, maar het was duidelijk dat het grootste deel van de circa 150 aanwezigen er plezier aan beleefde.

Karakteriseren fluctuatie grondwaterstand

Als eerste wordt in het proefschrift een aanpak gepresenteerd om de fluctuatie van de grondwaterstand onder de heersende hydrologische en klimatologische omstandigheden te karakteriseren, uitgaande van een korte tijdreeks (4–10 jaar). De aanpak kent de volgende stappen: (1) ontwikkelen van een tijdreeksmodel voor de relatie tussen het neerslagoverschot en de grondwaterstand, uitgaande van de korte meetperiode; (2) stochastisch genereren van een groot aantal grondwaterstandsreeksen van 30 jaar lengte met het model, waarbij de reeks van het neerslagoverschot van de afgelopen 30 jaar als invoer dient; (3) statistisch karakteriseren van de fluctuatie van de grondwaterstand, bijvoorbeeld met de GHG en de GLG, of met een duurlijn, aan de hand van de verzameling gegenereerde grondwaterstandsreeksen.

Voor deze exercitie zijn de prestaties van twee modellen vergeleken. Ten eerste een ééndimensionaal fysisch-mechanistisch model (SWATRE), aangevuld met een stochastisch ARMA-model voor de ruis en ten tweede het transfer-ruismodel, een lid van de Box-Jenkins-familie van tijdreeksmodellen. Alhoewel het fysisch-stochastische model op meer informatie is gebaseerd, functioneerde het toch niet noemenswaardig

beter dan het empirisch-stochastische transfer–ruismodel, vermoedelijk door onvolkomenheden in de invoergegevens en een te sterke schematisatie van het fysische proces (waaronder het niet verdisconteren van hysterese-effecten).

We mogen aannemen dat de boven beschreven aanpak leidt tot resultaten die representatiever zijn voor de heersende hydrologische en klimatologische omstandigheden dan de gebruikelijke methode, waarbij de fluctuatiekarakteristieken direct worden bepaald uit een grondwaterstandsreeks van 8 jaar lengte. De zuiverheid van de laatste methode wordt namelijk sterk bepaald door de representativiteit van het weersbeeld in die 8 jaar voor de klimatologische situatie (gedefinieerd als het gemiddelde weersbeeld over de laatste 30 jaar). Volgens beide benaderingen geschatte GHG's of GLG's kunnen wel meer dan 20 cm van elkaar afwijken.

Verdisconteren niet-lineariteit

De toegepaste standaarduitvoering van het transfer–ruismodel kan alleen een lineaire relatie beschrijven tussen het neerslagoverschot en de grondwaterstand. Maar in veel gevallen ligt het meer voor de hand dat de werkelijke relatie niet-lineair is, doordat er verschillende afwateringsniveaus bestaan, doordat er verschillende bodemlaagjes voorkomen, of doordat de opslagcapaciteit van de bodem varieert met de grondwaterstand. Daarom zijn ook de prestaties geëvalueerd van een niet-lineair stochastisch tijdreeksmodel, dat rekening kan houden met drempelovergangen in de relatie tussen het neerslagoverschot en de grondwaterstand. Bij de modelselectie is Martin ook afgegaan op fysisch inzicht in het aantal te verwachten drempelovergangen voor een bepaalde meetlocatie (afgeleid uit veldwaarnemingen van afwateringsniveaus en bodempopbouw). Een aantal bij de

tijdreeksmodellering geschatte drempels bleek inderdaad te verklaren uit veldwaarnemingen. Maar in andere gevallen kon een geschatte drempel alleen worden toegeschreven aan een niet-constante relatie tussen het neerslagoverschot en de grondwaterstand, zoals veroorzaakt door een niet-constante opslagcapaciteit van de onverzadigde zone. Ik vraag me dan af of de niet direct uit veldwaarnemingen te verklaren drempels wel altijd een causale achtergrond hebben, of dat het gewoon artefacten zijn, die te voorschijn komen als je een model teveel mogelijkheden geeft om de data te beschrijven. Zou het dan ook niet beter zijn de drempelovergangen 'hard' in het model te verdisconteren, in plaats van ze te laten schatten uit de gegevens? In de meeste gevallen kun je ze vermoedelijk wel vóóraf ramen uit veldstudie. Overigens bleken de prestaties van het niet-lineaire model niet duidelijk anders dan die van de eerder genoemde modellen, ondanks de sterk verschillende modelconcepten.

Modelselectie

Het proefschrift wijdt ook enige discussie aan de wijze waarop het model voor de relatie tussen het neerslagoverschot en de grondwaterstand wordt geselecteerd. De discussie gaat in feite over de keuze: objectief of subjectief modelleren.

Een manier om objectief – en reproduceerbaar – te modelleren is een automatische selectieprocedure te hanteren, gebaseerd op één of ander kwantitatief criterium, zoals het bekende Informatie-Criterium van Akaike, of – minder bekend – van Bayes. Martin stelt dat het echter onvermijdelijk is om bij de modelselectie ook fysisch inzicht in te zetten, om te vermijden dat een model wordt geselecteerd dat fysisch onlogisch is. Ik ondersteun die zienswijze van harte. Reproduceerbaarheid mag natuurlijk nooit ten koste gaan van de zeggingskracht.

Ik heb zelf al talrijke malen gemerkt dat een objectieve, louter empirische benadering, bij tijdreeksanalyse makkelijk leidt tot het uitvergroten van de niet-causale, puur statistische relaties die er kunnen bestaan tussen tijdreeksen van hydrologische variabelen. Dit risico op vertroebeling speelt des te meer als de grondwaterstand behalve door het neerslagoverschot ook nog door een andere factor met een seizoenale variatie wordt beïnvloed, zoals een grondwateronttrekking, omdat de verschillende invloeden op de grondwaterstand dan niet goed van elkaar zijn te onderscheiden.

Voorspellen grondwaterstand in ruimte en tijd met fysisch interpreteerbaar tijdreeksmodel

In het proefschrift wordt ook aangetoond dat het modelleren van de relatie tussen het neerslagoverschot en de grondwaterstand het fysisch inzicht kan vergroten. Als de relatie namelijk wordt gemodelleerd als een 1^e-orde autoregressief proces, in een zogenaamd ARX-model, dan geven de geschatte modelparameters informatie over bepaalde termen van de waterbalans. Dankzij de fysische verklaarbaarheid biedt dit model een geschikt uitgangspunt om op basis van de karakteristieken van een gebied de relatie tussen het neerslagoverschot en de grondwaterstand te voorspellen op niet-bemeten punten, zodat uiteindelijk het tijdsverloop van het grondwatervlak in een gebied kan worden voorspeld. Een geschikte toepassing is bijvoorbeeld het vervaardigen van een kaart die het risico weergeeft dat in een toekomstig jaar een kritische diepte aan het begin van het groeiseizoen wordt overschreden.

De aanpak met het ARX-model als basis biedt een alternatief in gebieden waar te weinig meetpunten voorkomen om de parameters van tijdreeksmodellen van de

grondwaterstand ruimtelijk te modelleren met een geostatistische methode. De benodigde fysische informatie betreft maaivelds-hoogten, locatie en afmetingen van sloten en bodemprofielbeschrijvingen, gecombineerd met bodemfysische standaardcurven. Dergelijke informatie is doorgaans reeds digitaal beschikbaar.

Een bezwaar vind ik dat het genoemde ARX-model in veel gevallen een beperkte beschrijving zal geven van de relatie tussen het neerslagoverschot en de grondwaterstand, al is het maar omdat er een mijns inziens te grote restrictie wordt opgelegd aan het model voor de ruis. Maar dat is blijkbaar de prijs die moet worden betaald om het geheel fysisch verklaarbaar te houden en zo ook bij weinig meetpunten tot een ruimtelijk beeld te kunnen komen.

De studie beschouwt een aantal varianten van de ruimtelijk-temporele voorspelmethode, met aandacht voor de nauwkeurigheid van de voorspelde grondwaterstanden en de nauwkeurigheid van geschatte kengetallen van de grondwaterstandsfluctuatie, zoals de GHG en GLG, de duurlijn en overschrijdingskansen. Enkele varianten van de voorspelmethode maken gebruik van een Kalmanfilter, gekoppeld aan een bepaalde kriging-variant voor de ruimtelijke voorspelling van de parameters van het ARX-model van de grondwaterstand. Uit kruisvalidatie bleken de varianten met het Kalmanfilter de temporele fluctuatie van de grondwaterstand het nauwkeurigste te voorspellen, ongetwijfeld omdat die varianten ook de meest recente meetinformatie over grondwaterstanden benutten, terwijl de andere varianten alleen gebruik maken van een lineaire transformatie van het neerslagoverschot.

De gehanteerde ruimtelijk-temporele voorspelmethode bleken overigens wel een te rooskleurig beeld op te leveren van de onzekerheid van de geschatte kengetallen van de grondwaterstandsfluctuatie. Dit kan

veroorzaakt zijn door een combinatie van de volgende effecten: (1) de voor de validatie gehanteerde metingen zijn onvoldoende representatief voor de grondwaterstandsfluctuatie in het gebied; (2) de onzekerheid van de geschatte parameters van het ARX-model is niet verdisconteerd in de eindresultaten en (3) de krigingstechnieken voorspellen een te glad oppervlak (het zogenaamde 'smoothing-effect').

Hoe om te gaan met gepresenteerde onzekerheden?

Martin stelt dat er in het grondwaterbeheer en –beleid een betere benutting moet komen van de informatie over onzekerheden die stochastische methoden, zoals gepresenteerd in zijn proefschrift, opleveren. Anders is alle extra inspanning om die onzekerheden te berekenen en te presenteren maar weggegooid geld.

Om een betere benutting te bevorderen adviseert hij om kennis van uiteenlopende gebieden te integreren, zoals hydrologie, statistiek, bestuurskunde, communicatiewetenschappen en zelfs psychologie. Maar zou je al niet een heel eind kunnen komen door de verschillende risico's te vertalen in kosten en baten? Het is wel niet altijd eenvoudig, maar als beloning sluit je informatie dan tenminste wel goed aan op de belewingswereld van de gebruikers.

Martin legde tijdens de promotie ook al het verband tussen de modelonzekerheid en geld: het symbool ϵ staat immers voor het modelresidu (dat de onzekerheid bepaalt) en het lijkt ook sterk op het symbool voor de Euro.

Evaluatie

De promovendus is alleen al een compliment te maken voor het groot aantal modellen dat is toegepast en geëvalueerd, in aanmerking

nemende dat het toepassen van één enkel tijdreeksmodel al veel inspanning vergt, vooral om het te programmeren. Verder zorgt het proefschrift voor een welkome uitbreiding van het theoretisch instrumentarium van de tijdreeksanalist. Twee van de ontwikkelde modelconcepten spreken mij hierbij met name aan. Ten eerste het niet-lineaire tijdreeksmodel, dat rekening kan houden met drempelovergangen. En ten tweede het geregionaliseerde ARX-model, dat de grondwaterstand in ruimte en tijd kan voorspellen als er weinig geschikte peilbuizen voorhanden zijn. In hoeverre ook het praktisch instrumentarium van de tijdreeksanalist is uitgebreid zal afhangen van de beschikbaarheid van de vereiste programmatuur.

Hoor ik daar een grondwaterstand?

Behalve op het gebied van tijdreeksen is Martin ook deskundig op het gebied van de muziek. Hij is een enthousiast bespeler van de traverso, de dwarsfluit uit de 18^e eeuw. Blijkbaar is hij ook uiterst creatief in het combineren van deze expertises, want het is hem gelukt een tijdreeks van halfmaandelijkse grondwaterstanden, die loopt van 1959–2000, om te zetten tot prettig klinkende muziek. Ondiepe grondwaterstanden klinken daarbij hoog en diepe grondwaterstanden laag. De voor- en achterkant van zijn proefschrift worden gesierd met het achterliggende notenschrift. Tijdens zijn promotie werd het deuntje ten gehore gebracht en het klonk best licht en vrolijk. Maar afgezien van veranderingen van toon door wat drogere of nattere perioden dan gebruikelijk, zat er weinig variatie op het thema. Ik ben bang dat er toch wat sterk fluctuerende grondwateronttrekkingen invloed op een grondwaterstand moeten krijgen, om het grondwaterstandsverloop hitpotenties te verschaffen.

Voor wie de grondwaterstand wil horen: op <http://www.alterra.wageningen-ur.nl> is een midi-file te vinden, onder de rubriek 'Eerder nieuws'.

Paul Baggelaar

Icastat Statistisch Adviesbureau
paulbagg@planet.nl

Searching for Equity

Conceptions of justice and equity in peasant irrigation
door Rutgerd Boelens en Glora Dávila (red), 473 pag, gebonden, 1998, Van Gorcum, Assen, ISBN 90-232-3385-9, f 49,50.

Spaanstalige editie: **Buscando la equidad**, 498 pag, ISBN 90-232-3385-9, f 49,50.

In tijden van een ongeremde bevolkings-groei nemen schaarste en ongelijkheid ongeveer even snel toe. Rechtvaardige verdeling van water en een passend water-beheer lijken op korte termijn twee belang-rijke *issues* te zullen worden. Waar het irri-gatie betreft zijn het vooral de boeren en de inheemse bevolking die de controle over het waterbeheer kwijt (dreigen te) raken. Tege-lijk zijn het deze mensen die de grootste betrokkenheid hebben bij een goed water-beheer. Maar al te vaak versterken overhe-

den en andere wet- en regelgevers tijdens 'ontwikkelingsingrepen' een onrechtvaar-dige verdeling van water en sociale moge-lijkheden – veelal evenwel zonder het zelf te beseffen. Daarnaast overziet men doorgaans de enorme diversiteit van de regels en gebruiken die dikwijls aanwezig is binnen de irrigatiesystemen van de boeren, en wordt deze diversiteit teniet gedaan. De paradox van de wens om als gelijken behandeld te worden, maar tegelijk het recht te hebben om verschillend te zijn, vormt de kern van «Searching for Equity», dat als «Buscando la equidad» in het Spaans is verschenen. "We are all equal but definitely not the same!" Het deed mij denken aan Barbra Streisand tijdens een concert in 1994, Madison Square Garden, New York City. Soms lijkt het wel alsof er meer mensen roepen dan luisteren.

De auteurs van het boek bepleiten dat irri-gatiesystemen van *peasants* die zijn geba-seerd op de voorstelling die de gebruikers hebben over rechten en plichten, meestal niet alleen eerlijker, maar ook duurzamer en productiever zijn dan andere systemen. Het boek gaat in op vragen als *what is equity and who defines its rules?, can peasant conceptions of equity in irrigation be assessed and how are they rooted in history and local culture?* en *how can we cope with the enormous diversity among peasant norms, as well as their contradictions and interaction with 'officialdom'?* «Searching for Equity» vormt een goede basis voor de beantwoording van dergelijke vragen.

De opbouw van het boek volgt een trech-terstructuur: van algemeen naar specifiek. Het boek is verdeeld in een inleiding, acht delen met algemene concepten en empiri-sche bevindingen, afgesloten door een aan-tal bespiegelingen. De laatste vier van de centrale acht delen richten zich vooral op *peasant irrigation* in de Centrale Andes.

Michael R. van der Valk

Searching for Equity

- Prologue: 'Agua'
 - I Equity and Justice
 - II Equity, Power and Peasant Rights
 - III Irrigation and Equity
 - IV Equity considerations in peasant irrigation: case studies around the world
 - V Irrigation in the Andes
 - VI Andean Irrigation: Policy and Legislation
 - VII Conceptions of Equity in Andean Irrigation: Experiences
 - VIII Andean Irrigation, Organisation and Equity Reflections
-