

herleiden tot verschillen in vormgeving: de Waal kent zomerdijken die de rivier veelal binnen het zomerbed houden, de IJssel kent die niet, waardoor de uiterwaarden vaker overstroomden.

Thonon komt voor sedimentatie tot drie sleutelfactoren: de topografie van de rivier, de stromingscondities en samenstelling van het meegevoerde sediment, maar dat ligt voor mij zo voor de hand, dat je daar geen proefschrift voor hoeft te schrijven, lijkt me. De meetapparatuur bestond al, het rekenprogramma schijnt wel zelf ontwikkeld te zijn. Geen van beide worden kritisch beschreven, er worden geen nieuwe technieken aan toegevoegd. De IJssel kent meer sedimentatie dan de Waal, maar de slotsom van een proefschrift kan toch niet zijn dat er 18% meer slib sedimenteert in het 'alles-in-één-scenario' ten opzichte van een ander scenario waarvan ik de naam vergeten ben.

Thonon heeft dus begrepen waar het in hoofdlijnen bij sedimentatie om gaat, maar hoe gaat het nu verder? Kan hij me nu ook uitleggen hoe het in de Maas zal zijn? Ik mis een extrapolatie naar andere omstandigheden.

Over de koppeling tussen modelberekeningen en werkelijkheid kan ik minder positief zijn. De resultaten van de metingen worden niet gebruikt als input of kalibratie-data van de berekeningen. Het modelprogramma "performs reasonably well, despite not being calibrated nor optimized for the floodplain under study". De bijbehorende figuur (5.7) laat mij niet zien op basis waarvan Thonon dit durft te stellen. Integendeel: het laat zien dat het model het proces niet correct beschrijft. Dat over de hele rekenperiode de gemiddelde sedimentatie overeen komt met de metingen uit 2002 is niet meer dan een doekje voor het bloeden.

Ivo Thonon studeerde in 2001 af, en weet binnen vijf jaar tijd zijn proefschrift af te ronden. Van horen zeggen weet ik dat dat

knap is. Hij heeft in die vijf jaar niet stil gezeten, en getuige zijn CV ook nog vele nevenwerkse activiteiten ontplooid. Dat heeft er toe geleid dat hij de verschillen in sedimentatie tussen Waal en IJssel beter begrijpt. Helaas wordt mij niet duidelijk of, en zo ja, wat hijzelf nu aan nieuwe inzichten, nieuwe denkbeelden, nieuwe technieken heeft ingebracht. Voor zover ik het kan herleiden, heeft hij een bestaand meetapparaat gebruikt, en een sedimentatiemodel ontwikkeld op basis van bestaande technieken. De wijze waarop dat model in paragraaf 5.4.3 van parameterwaarden wordt voorzien en de wijze waarop de vergelijking met meetwaarden wordt beschreven, geeft mij niet de indruk dat het onderste uit de kan is gehaald. Het stoort me dat de metingen niet in de berekeningen worden toegepast. Ik mis een afweging of de vooraf geplande weg wel de beste is, en hoeveel beter het resultaat zou zijn als je weer es helemaal overnieuw zou beginnen. Ik vermoed dat daar om organisatorische redenen geen ruimte voor was, waarbij Thonon waarschijnlijk ook nog de pech heeft gehad dat 2003 een extreem droog jaar is geweest met extreem lage rivierstanden en er dus geen sedimentatiemetingen mogelijk waren.

Het lukt mij dus niet om enthousiast te worden over dit proefschrift. Het is mijn inschatting dat dat niet zozeer aan de promovendus ligt, maar aan de projectvoorwaarden waarbinnen hij moest werken.

*Harry Boukes*

### **Model-reduced Inverse modelling**

door Peter Vermeulen, april 2006. Technische Universiteit Delft, ISBN: 90-9020536-5, 179 pag.

Een tweede proefschrift kregen we toegestuurd. De auteur is Peter Vermeulen, die

zich de vraag stelt of al die grote modellen niet wat versimpeld kunnen worden. In een ietwat breedvoerige inleiding, relateert hij zijn missie ook gelijk weer: de reken capaciteit van een eigentijdse computer ontwikkelt zich nog zo snel, dat een inefficiëntie van het model over een paar jaar toch binnen acceptabele rekentijden doorgerekend kan worden. Aan de andere kant, als er nu al een factor twee gewonnen kan worden, waarom zou je een dergelijke tijdswinst laten liggen?

Vermeulen bewandelt twee sporen. Het eerste spoor in hoofdstuk 2 loopt vrij snel dood: je kunt wel met een grover netwerk modelleren, maar dan lever je ook gelijk aan nauwkeurigheid in. De enige manier om bij een grondwatermodel na opschaling een vergelijkbare nauwkeurigheid te houden, is door externe randvoorwaarden zoals de invloed van het oppervlaktewater in het oorspronkelijke detailniveau in te voeren. Als je dan verschillende scenario's door wilt rekenen, moet je wel zeker zijn dat het oppervlaktewater bij al die scenario's op een zelfde manier functioneert, anders moet je alsnog al die scenario's met het gedetailleerde niveau doorrekenen om de gewenste nauwkeurigheid te behouden, en dat was nu juist niet de bedoeling. Dat zou nog wel in stukjes kunnen, maar het blijft toch altijd een beetje dubieus of op die manier de gewenste nauwkeurigheid gehandhaafd blijft. Vermeulen besluit zijn energie te besteden aan een tweede spoor: modelreductie.

Bij modelreductie is het de bedoeling om alleen de essentie van het model mee te nemen, Vermeulen vergelijkt het met een fenomeen als data-compressie. Door de covariantie-matrix te berekenen en de meest bepalende eigen-vectoren te bepalen, krijg je patronen waar de modelvariabiliteit dominant is. Door het oorspronkelijke model te projecteren op die dominante ruimtelijke patronen, krijg je een laag-dimensionaal model dat een vergelijkbaar

gedrag heeft met het grote model.

In zijn derde hoofdstuk beschrijft Vermeulen hoe dit werkt. Hij kiest daarbij twee methoden om die patronen op het oorspronkelijk model te projecteren. Hij past die methode gelijk ook maar toe op het Brabant-model van TNO. Het blijkt allemaal goed te werken: RMAE <0,5 %, tenminste als je maar genoeg patronen in beschouwing neemt. Afhankelijk van de methode rekent het gereduceerde model 625 of 70 keer zo snel als het oorspronkelijke model. Dat is een mooi resultaat, maar Vermeulen gaat er wel van uit dat er geen niet-lineariteiten in zijn model zitten. Die zitten er natuurlijk wel in, maar de eerste inschatting is dat het effect daarvan niet heel groot is.

Toepassingen zijn onder meer te verwachten bij inverse modellering, ofwel automatische kalibratie, omdat je dan zeker weet meerdere runs met een model te moeten doen. Vermeulen werkt uit hoe het moet met een gereduceerd model, en past dat toe op een model van  $92 \times 93 \times 4$  elementen, en boekt dan een tijdswinst van 60%. Hij verwacht dat die winst nog aanzienlijk groter wordt bij grotere netwerken en instationaire berekeningen. Het is me niet helemaal duidelijk welke rekenprogramma's hij gebruikt, de beschrijving is hier wat mij betreft te compact. Dat geldt ook voor hoofdstuk 5 over data-assimilatie, waar het werken met gereduceerde modellen aanzienlijke tijdswinst oplevert, en stabielere rekenresultaten. Tenslotte worden in het laatste hoofdstuk twee methoden beschreven om een model te inverteren. Ik moet toegeven dat ik daar afhaak, ik begrijp domweg te weinig van de materie om het belang in te kunnen schatten.

Ondanks een wat wollige inleiding, zijn de hoofdstukken waar het om gaat compact en systematisch beschreven. De kracht van het werk zit 'm niet alleen in een theoretische beschrijving, maar direct ook in toepassing in een synthetisch en 'praktijk'geval. Vermeulen maakt aannemelijk

dat we voor complexe, grote, misschien wel instationaire modellen baat kunnen hebben bij gereduceerd modelleren. Die heldere conclusies over mogelijk nut mis ik dan weer in de samenvatting, het is net of hij niet helder op wil schrijven wat hij in de hoofdstuk-samenvattingen zo duidelijk verwoordt.

De kern van zijn werk wordt verwoord in zijn stellingen 2, 3 en 4: opschalen van een model leidt tot een beperktere inzetbaarheid van het model, en een gereduceerd model kan vaak wel complexe beelden reproduceren, maar dan moet je wel anders goed weten wat je doet en waarom.

Omdat we dit keer twee proefschriften kregen, ligt het voor de hand om beide werken te vergelijken. Ook Vermeulen heeft zijn proefschrift in een periode van vijf jaar tot stand gebracht. Daarbij kan ik mij niet aan de indruk onttrekken dat zijn vraagstelling, onder meer als resultaat van tien jaar werkervaring, rijper, beter overwogen is. Het is niet zo erg als er één spoor doodloopt: ook dat is een wetenschappelijk gegeven. Het tweede spoor biedt voldoende inhoud voor een grondige, systematische uitwerking. Daarbij heeft hij het voordeel dat hij zich beperkt heeft tot rekenkundige acties, en bijvoorbeeld niet op overstromingsmetingen in het droge jaar 2003 hoefde te wachten.

Het geeft ook een gevoel dat het werk af is. Uiteraard blijven er vragen ten behoeve van het onvermijdelijke nader onderzoek bestaan, maar deels moeten de toepassers dat maar uitzoeken.

*Harry Boukes*

## **Epiloog**

Al eerder heb ik geschreven dat een bespreking van een proefschrift een oneerlijke

strijd is: iemand werkt jarenlang aan een project, en ik doe een poging om daar in minder dan een dag een stukje over te schrijven. Het zou oneerlijk zijn om dan te pretenderen een evenwichtig oordeel over alle ins en outs te kunnen geven. Aan de andere kant zie ik symptomen dat een vijfjarig project geacht wordt een proefschrift op te leveren, mits de promovendus zich aan het vooraf gestelde plan houdt. Zelf heb ik het beeld nog van het proefschrift als lijdensweg waarvan het einde steeds wordt uitgesteld, om uit te groeien tot de nagel aan de doodskist, niet omdat de promovendus lui is, maar de materie weerbarstig. Hoe te handelen als in de planning geen rekening is gehouden met het gegeven dat de materie anders dan gepland zou kunnen zijn, nog los van de vraag of alle omstandigheden (dus buiten de schuld van de promovendus om) een wetenschappelijke analyse mogelijk maken? Langzaam voel ik me oud worden als ik toch maar opschrijf dat we vroeger dan tot uitstel van de promotie zouden hebben besloten.

*Harry Boukes*

## **Klimaatatlas van Nederland**

De normaalperiode 1971–2000

door Dick Heijboer en Jon Nellestijn (samenstelling); Elmar, Rijswijk, 182 blz, 2002, ISBN 90-389-1191-2.

Het KNMI verstrekt haar informatie op verschillende manieren, van het dagelijkse weerbericht tot de maandelijksse bulletins met meetreeksen. De gegevens over het klimaat worden gepresenteerd in de vorm van kaarten en tabellen met gemiddelden over een periode van 30 jaar. De eerste klimaatatlas was over de periode 1931–1960 en over de periode 1961–1990 is er een normalenboek met alleen maar tabellen gepubliceerd. In 2002 is er opnieuw een