

# Brieven

**Reactie op 'Tijdreeksanalyse nu ook toepasbaar bij onregelmatige meetfrequenties'** van Bierkens, Knotters en Van Geer in *STROMINGEN* 5 (1999), nummer 2.

In het artikel wordt uiteengezet, dat een TR-model gecalibreerd kan worden op een uitvoerreeks met een lagere frequentie dan de invoerreeks. Dit wordt geïllustreerd aan de hand van de analyse van een zeer frequent bemeten peilbuis met een kort transfermodel (1 delta en 1 omega).

Naast het feit, dat deze methode niet nieuw is, het wordt al jaren toegepast (Van de Vliet en Rolf, 1998), hetgeen niet wordt gerefereerd, heb ik het volgende bezwaar.

Het artikel pretendeert dat TR modellering kan worden verdicht (van maandfrequentie naar weekfrequentie), zolang er maar voldoende invoerdata beschikbaar zijn en wordt voldaan aan de gestelde criteria. De auteurs beweren met een case te kunnen aantonen dat hun stelling correct is.

Wat niet wordt bediscussieerd is de situatie van zogenaamde trage systemen. In deze systemen zal het TR-calibratieproces worden bemoeilijkt door een toenemend aantal te schatten parameters.

Trage modellen komen vooral voor in gebieden met dikke onverzadigde zones zoals bijvoorbeeld duinen en stuwwallen. Bij TR modellering van die grondwaterstanden op basis van gemiddelde maandcijfers blijken soms tot 9 omega's noodzakelijk te zijn. Dit houdt in, dat voor de modellering van de grondwaterstand van een bepaalde maand, rekening moet worden gehouden met de neerslag tot 9 maanden daarvoor.

Een TR model op basis van weekcijfers van de neerslag, gecalibreerd op maandcijfers van de grondwaterstand, heeft dan circa  $9 * 4 = 36$  geschatte omega's. Het is heel goed denkbaar, dat dit hoge aantal te

bepalen parameters de nauwkeurigheid van de modellering niet ten goede komt.

Ik denk dan ook dat algemene toepasbaarheid van frequentieverhoging niet geldt en enige nuancering, met name voor trage systemen, op zijn plaats is.

## Literatuur

**Vliet, R. van de en H. Rolf** (1998) Wateroverlast rond de duinen moet nog komen; in: *H<sub>2</sub>O*, nr 25, pag 8.

**Vliet, R. van de en R. Boekelman** (1998) Gebiedsdekkende bepaling van de impulsrespons met behulp van tijdreeksanalyse en de momentenmethode; een aanzet tot een nieuwe methode voor ecohydrologische effectvoorspelling en modelkalibratie; in *Stromingen*, jrg 4, nr 1, pag 45-54.

*Ronald van de Vliet*  
als hydroloog werkzaam bij IWACO B.V.

## Reactie auteurs op ingezonden brief door Ronald van de Vliet

Ronald van de Vliet geeft in een ingezonden brief een aantal kanttekeningen bij ons verhaal in *Stromingen*, jrg 5, nr 2 (Bierkens e.a. 1999a). Wij zullen in deze reactie trachten zo goed mogelijk op zijn vragen en bezwaren te reageren.

Van de Vliet merkt terzijde op dat de gepresenteerde methode niet nieuw is en al jaren wordt gebruikt. Voor zover wij echter weten is de combinatie van een transfer-ruis (TR)-model, het Kalmanfilter en het maximum-likelihood-criterium nog niet eerder in de hydrologie gerapporteerd. Ook bij de *peer review* van de Engelstalige versie van het artikel (Bierkens e.a., 1999b) is ons niet gerapporteerd dat de methode reeds gemeengoed was. Het vernieuwende van de

methode is niet zozeer dat een deterministisch model (i.c. het transfermodel) wordt gekalibreerd op een uitvoerreeks met een lagere frequentie dan de invoerreeks, maar dat zowel de transferfunctie als de ruisparameters hiermee *integraal* worden geschat, en wel op een efficiënte en statistisch zuivere manier. Van de Vliet refereert aan Van de Vliet en Rolf (1998) om aan te geven dat de methode niet nieuw is. Wij konden bij lezing van dit artikel echter niets vinden over de gebruikte methode om TR-modellen te kalibreren. De enige aanwijzing is een figuur. In deze figuur lijken de meetpunten keurig met min of meer regelmatige frequentie te zijn genomen. Verder toont de figuur een doorgetrokken lijn die de voorspelling met een transfermodel voorstelt. Deze lijn heeft zijn knikpunten precies op de tijdstippen van de meetpunten, hetgeen volgens ons betekent dat het TR-model voor deze figuur op dezelfde frequentie werkt als de uitvoervariabele.

Van de Vliet plaatst de kanttekening dat de voorgestelde methode niet zal werken voor trage systemen vanwege het grote aantal parameters dat zal moeten worden gekalibreerd. Dit zal zeker het geval zijn wanneer men de keuze van het type TR-model laat afhangen van een modelselectieprocedure op ruwe data. Dit levert dan TR-modellen met veel parameters op. Onze methode werkt inderdaad alleen voor simpele TR-modellen. Dat wil echter niet zeggen dat deze niet gebruikt kan worden voor trage systemen. Door de invoerreeks eerst te filteren (bijvoorbeeld via een lopend gemiddelde) en een verschuivingsterm toe te laten, kan het transfereerdeel voor het trage systeem worden gemodelleerd met een eenvoudig transfermodel met één  $\delta$  en één  $\omega$ , waarbij de  $\delta$  natuurlijk een zeer hoge waarde zal hebben. Een mooi voorbeeld van de goede relatie tussen gefilterd neerslagoverschot en grondwaterstand die zo ontstaat is te zien in het proefschrift van Hans

Gehrels (1999, pagina 19, Figuur 2.12). Op deze wijze hebben we een transfermodel met maar twee extra parameters (de verschuivingsterm en de breedte van de *window* van het lopend gemiddelde). Deze parameters kunnen gemakkelijk mee worden geoptimaliseerd met het voorgestelde algoritme.

Volgens ons kunnen problemen bij de toepassing van TR-modellen in systemen met dikke onverzadigde zones voor een belangrijk gedeelte worden opgelost door in plaats van het neerslagoverschot, de grondwateraanvulling als invoer te gebruiken. Wederom verwijzen wij hiervoor naar het proefschrift van Hans Gehrels.

Tenslotte merken wij nog op dat bij trage systemen een te kleine meetfrequentie bijna nooit een probleem zal zijn. Hoewel dit zeker mogelijk is (zoals hierboven beschreven), zal onze methode dan ook niet vaak op trage systemen worden toegepast. Een veel groter probleem bij trage systemen is dat de meetreeksen zeer lang moeten zijn om representatieve parameters van het TR-model te kunnen schatten.

Marc Bierkens  
Martin Knotters  
Frans van Geer

## Literatuur

- Bierkens, M.F.P., M. Knotters en F.C. van Geer (1999)** Tijdreeksanalyse nu ook toepasbaar bij onregelmatige meetfrequenties; in: *Stromingen*, jrg 4, nr 2, pag 43–54.
- Bierkens, M.F.P., M. Knotters en F.C. van Geer (1999)** Calibration of transfer function-noise models to sparsely or irregularly observed time series; in: *Water Resources Research*, jrg 56, nr 6, pag 1741–1750.