Hatsi-kD

In de laatste twee afleveringen van deze rubriek is uitgebreid ingegaan op de vraag waar een grondwatermodeller de randen van zijn model zou moeten leggen. Een aanverwant probleem is hoe diep een model moet gaan. Het ligt voor de hand dat een modeller meer lagen moet meenemen naarmate zijn modelgebied groter is. Tenzij er echt een ondoorlatende basis aangewezen kan worden, natuurlijk. Wie kent er een handige regel?

Als de omvang van het model eenmaal vaststaat, treedt direct de volgende kwellende vraag op: *over welke periode ga ik mijn model ijken?* In de praktijk worden grondwatermodellen meestal eerst 'stationair' geijkt. Dat is verstandig, want het scheelt een vrijheidsgraad, en het is sowieso veel overzichtelijker dan het ijken van een niet-stationair model. Alleen: de werkelijke — gemeten — grondwaterstanden zijn zelden of nooit stationair, dus ik zal ze over een zekere periode moeten middelen voordat ze als stationaire ijkwaarden kunnen dienen. Die periode noem ik de *ijkperiode*.

Vuistregel 21:

Een goede ijkperiode voor een stationair model is een periode die met dezelfde grondwaterstand eindigt als waarmee hij begon.

Anders gezegd: een periode waarover de verandering van berging nul is. Dit moet niet alleen globaal gelden, maar in elk punt van het modelgebied. Hier zijn wel wat kanttekeningen bij te plaatsen, maar daar kom ik straks op. Eerst wil ik de vuistregel onderbouwen.

De differentiaalvergelijking die de tijdsafhankelijke grondwaterstijghoogte beschrijft, luidt:

$$kD\nabla^2\varphi = \varepsilon\frac{\partial\varphi}{\partial t} - N \qquad (1)$$

Dit is weliswaar slechts de eenvoudigst denkbare vergelijking — hij geldt voor één laag — maar hij volstaat om mijn redenering te illustreren. In (1) is kD vanzelfsprekend de kD-waarde; φ is de stijghoogte, ε is de freatische bergingscoëfficiënt en N is de aanvulling. De eerste term van het rechterlid beschrijft de verandering van de freatische berging in de tijd. Een stationair model kent zo'n term niet; het stationaire equivalent van vergelijking (1) ziet er als volgt uit:

$$kD\nabla^2\overline{\varphi} = -\overline{N} \qquad (2)$$

Ik heb met een streepje boven φ aangegeven dat het hier om de stationaire stijghoogte gaat, of liever: het gemiddelde van φ over een zekere periode Δt:

$$\overline{\varphi} = \frac{1}{\Delta t}\int_t^{t+\Delta t}\varphi\,\mathrm{d}t \qquad (3)$$

Evenzo is de gestreepte N de gemiddelde aanvulling over Δt. Hoe kom ik nu van de 'werkelijke' stijghoogte (vergelijking 1) op de 'stationaire' (vergelijking 2)? Als ik linker- en rechterlid van vergelijking (1) integreer van t tot $t + \Delta t$, dan krijg ik

$$\int_t^{t+\Delta t} kD\nabla^2\varphi\,\mathrm{d}t = \int_t^{t+\Delta t}\varepsilon\frac{\partial\varphi}{\partial t}\mathrm{d}t - \int_t^{t+\Delta t}N\,\mathrm{d}t \qquad (4)$$

of

$$kD\nabla^2\int_t^{t+\Delta t}\varphi\,\mathrm{d}t = \varepsilon\int_t^{t+\Delta t}\mathrm{d}\varphi - \int_t^{t+\Delta t}N\,\mathrm{d}t \qquad (5)$$

of

$$kD\nabla^2\overline{\varphi} = \frac{\varepsilon}{\Delta t}\left[\varphi(t+\Delta t) - \varphi(t)\right] - \overline{N} \qquad (6)$$

Om op vergelijking (2) uit te komen moet ik blijkbaar de periode Δt zó kiezen dat de eerste term van het rechterlid van vergelijking (6) nul wordt. Die constatering leidt tot vuistregel 21.

Per peilbuis beschouwd is zo'n periode altijd wel te vinden, maar als men een flink aantal peilbuizen ineens in ogenschouw neemt, dan zal aan deze eis vaak alleen bij benadering voldaan kunnen worden. Is het echt moeilijk om zo'n periode te selecteren, zorg dan in ieder geval dat Δt groot is; dan wordt de eerste term van het rechterlid van vergelijking (6) klein ten opzichte van de tweede. Dus: als aan vuistregel 21 niet goed voldaan kan worden, hanteer dan

Vuistregel 21a:

Een lange ijkperiode is in het algemeen beter dan een korte.

Het helpt natuurlijk als de tweede term (de aanvulling) zelf groot is. M.a.w.:

Vuistregel 21b:

Een natte ijkperiode is in het algemeen beter dan een droge.

Vuistregels 21a en 21b kunnen elkaar tegenwerken. In dat geval is er een optimale lengte van de ijkperiode aan te wijzen.

Mijn afleiding houdt geen rekening met bergingsveranderingen in de onverzadigde zone, die bij diepere grondwaterstanden een rol kunnen spelen. De term N is dus niet de effectieve neerslag, maar de aanvulling ter plaatse van het freatische vlak. Verder is mijn redenering *alleen* geldig voor *lineaire systemen*. In de periode waarover geijkt wordt, mogen bijvoorbeeld geen sloten droogvallen of gaan afvoeren; zelfs niet tijdelijk. Veel ijkels nemen met deze ernstige beperking van het stationaire ijken een loopje. Persoonlijk geef ik geen cent voor een drainageweerstand die bepaald is over een periode waarin de sloten regelmatig droog stonden; zelfs de kD-waarden vertrouw ik dan niet meer. Ik denk wel dat er trucs bestaan om in zulke gebieden toch stationair te kunnen ijken. Men zou bijvoorbeeld afzonderlijk kunnen ijken op de gemiddelde grondwaterstand over een aantal natte perioden en op die over een aantal droge perioden, maar daarmee heb ik geen ervaring. Wie wel?

Als er echt geen geschikte stationaire ijkperiode te vinden is, moet men wel instationair ijken. Dat roept weer een andere interessante vraag op, namelijk: hoe lang is de inschakelperiode van een niet-stationair model? Als u daarvoor een vuistregel kent, stuurt u hem dan op naar

Kees Maas
Kiwa Onderzoek en Advies
Postbus 1070
3430 BB Nieuwegein

TU Delft, Sectie Hydrologie en Ecologie

kmaas@kiwaoa.nl