

Hatsi-kD

Met deze Hatsi-kD los ik mijn belofte in om terug te komen op het begrip spreidingslengte, en ik doe dat onder het motto: Waar kies ik de modelrand?

Iedere numerieke grondwatermodeller kent het frustrerende moment waarop hij ontdekt dat hij de grenzen van zijn model te krap genomen heeft. Het model gaat dan 'aan de randen hangen', en dat is niet goed. (Analytische modellen kennen dit probleem gelukkig niet). Het is handig om vuistregels te hebben waarmee van te voren ingeschat kan worden hoever de modelranden van het interessegebied af moeten liggen om zulke teleurstellingen te voorkomen.

Er zijn drie bekende typen modelrand die alle aandacht van de theoretici voor zich opeisen, terwijl ze in de praktijk haast niet voorkomen, tenminste niet in Nederland. Het zijn: (1) de rand waar een aquifer abrupt overgaat in een diepe zee, (2) de rand waar een aquifer abrupt doodloopt tegen een rotswand en (3) een mengsel van deze twee. In de Nederlandse praktijk houden aquifers meestal helemaal niet op; ze strekken zich schier eindeloos uit, en dat plaatst de modeller voor het dilemma hoe groot hij het netwerk van zijn model moet maken.

Studieboeken bieden weinig houvast, afgezien van het wijdverbreide (maar zeer slechte) advies om de rand dan maar op een waterscheiding te leggen.

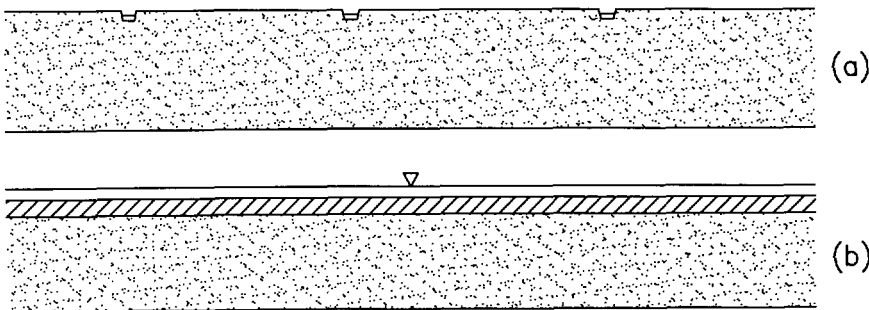
In Nederland overheerst de situatie waarin een stapeling van aquifers en slecht doorlatende lagen afgedekt wordt door een toplaag met sloten of beken die voor voeding zorgen. Doorgaans zijn zulke watergangen te klein om als modelrand te fungeren. Zo'n toplaag wordt dan in gedachten vervangen door een doorgaande weerstandslaag die onder water staat (figuur 1).

Als er maar één aquifer is, afgedekt door zo'n slecht doorlatende laag, dan bestaat er een eenvoudige formule om de positie van de modelrand te bepalen:

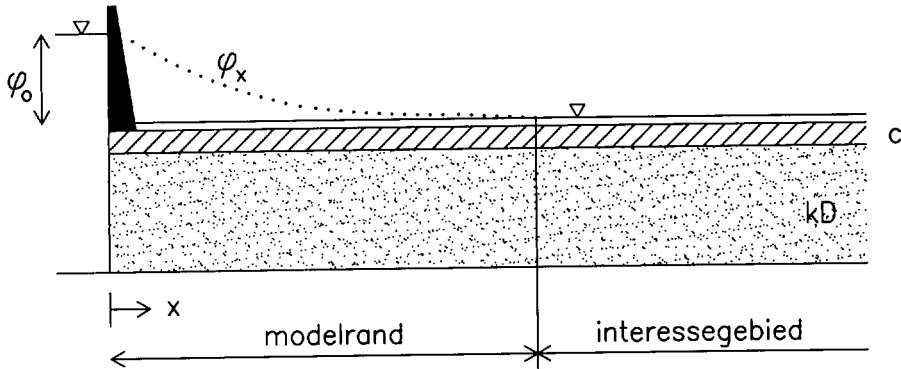
Vuistregel 15:

Kies de modelrand verder weg dan $3\sqrt{kDc}$

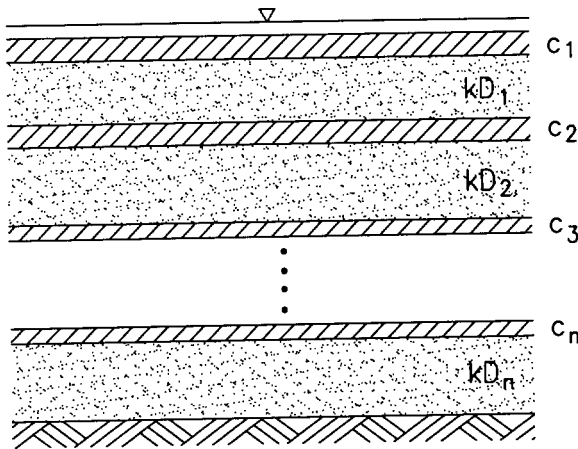
De term \sqrt{kDc} heet spreidingslengte. Dit is, denk ik, een algemeen bekende regel. Ik leerde hem ooit van G. Santing, destijds hoofd van de Geohydrologische Hoofdafdeling van het voormalige RID, en het zou Santing niet geweest zijn als er geen glasheldere onderbouwing voor bestond. Het idee is dat foutieve waarden van de stijghoogten in de randknooppunten het resultaat in het interessegebied niet mogen ver-



Figuur 1



Figuur 2



Figuur 3

knoeien. Laten we het rekenschema van figuur 2 beschouwen.

Voor de uitdamping van de randstijg hoogte geldt de formule van Mazure:

$$\varphi(x) = \varphi(0) \exp(-x \sqrt{kDc})$$

Invers geldt dan dat

$$x = -\sqrt{kDc} \cdot \ln \frac{\varphi(x)}{\varphi(0)}$$

Stel nu als eis dat een foute randstijg hoogte voor niet meer dan ca. 5% mag doorwerken in het interessegebied. Dus: $\varphi(x)/\varphi(0) < 0,05$. Blijkens vergelijking (1) is daaraan inderdaad voldaan als $x > 3 \sqrt{kDc}$.

Om deze vuistregel toe te kunnen passen, moet men een c-waarde kunnen toekennen aan de denkbeeldige afdekkende laag, die vaak 'slootweerstand' genoemd wordt. Het komt zelden voor dat de slootweerstand aan het begin van het modelleringsproces al bekend is. In die situatie heeft men houvast aan de volgende

Vuistregel 16:

De slootweerstand (in dagen) is gelijk aan de slootafstand (in meters).

Dit is nu eens een echte praktijkregel, want bij mijn weten bestaat er geen theoretische verklaring voor. Maar na calibratie blijkt de fout meestal niet groter te zijn dan een factor twee of zo. Weet iemand waarom hij zo goed werkt?

De vraag rijst nu of er ook een vuistregel te geven is waarmee de breedte van de modelrand bepaald kan worden als er meer dan één aquifer aanwezig is (figuur 3).

Ik heb het volgende voorstel:

Vuistregel 17:

Kies de modelrand verder weg dan

$$3 \text{ à } 4 \cdot \sqrt{\frac{kD_{\min} c_{\min} + kD_{\max} c_{\max}}{4 - 4 \cos \frac{\pi}{2n + 1}}}$$

Hierin is n het aantal aquifers, kD_{\min} is de kleinst voorkomende kD -waarde, c_{\min} is de kleinst voorkomende c -waarde, enzovoort. Deze regel omvat ook de vorige ($n = 1$), maar voor $n > 1$ is hij minder precies. Ik raad daarom aan om voor de zekerheid de factor 4 aan te houden, in plaats van 3. Voor wie over MATLAB beschikt heb ik een betere regel, maar die voert als vuistregel wat te ver.

Zoals u weet zijn de modelresultaten tussen het interessegebied en de rand niet te vertrouwen, maar niet iedere lezer van uw rapport beseft dat. Het zou daarom een goede gewoonte zijn om over dit deel van uw model helemaal niet te rapporteren.

De afleiding van de vuistregel 17 is op aanvraag te verkrijgen bij

Kees Maas
Kiwa Onderzoek en Advies
Postbus 1070
3430 BB Nieuwegein

TU Delft, Sectie Hydrologie en Ecologie

kmaas@kiwaoa.nl

Ook uw vuistregels zijn van harte welkom voor deze rubriek.