

Dijken bouwen met poepende bacteriën

C. Vuik*

Traditionele duinversterking leidt tot een enorme aantasting van het strand en de duinen. Het strand wordt afgesloten, de duinen worden afgegraven, waarna er een betonnen dijk aangelegd wordt. Na afloop worden de duinen zo goed mogelijk hersteld en wordt het strand weer opengesteld voor badgasten. Met de nieuwe techniek 'poepende bacteriën' kan het in de toekomst heel anders gaan. Bacteriën die in 'reincultuur' gekweekt zijn worden aan het duinzand toegevoegd. Daarna worden er toe- en afvoerputten gegraven waarmee een voedingsmiddel (ureum, een hoofdbestanddeel van urine) ingebracht wordt in het duinzand. Onder geschikte condities produceren de bacteriën hiermee calciëet waardoor de zandkorrels aan elkaar geplakt worden zodat zandsteen gevormd wordt dat even sterk is als beton. Een proces wat in de natuur duizenden jaren duurt kan nu in een enkele week plaatsvinden.

Wanneer kan deze techniek toegepast worden? Voor het versterken van de duinen kan het nu nog niet gebruikt worden. Het principe is overtuigend aangetoond in volumes ter grootte van een jampot. De moeilijkheid is nu om dit op te schalen tot volumes van enkele duizenden kubieke meters. De eerste stappen in het opschalen zijn gemaakt. Het blijkt ook te werken voor één kubieke meter en binnenkort zal de proef gedaan worden met een zeecontainer, die een volume heeft van 50 kubieke meter. Bij echte toepassingen kunnen we ons geen fouten veroorloven. Het moet in één keer goed zijn. Daarom willen we de experimenten ook virtueel gaan doen, dat wil zeggen we gaan simulaties doen met behulp van de computer.

Voor de simulaties hebben we een wiskundige beschrijving nodig van de stroming van het grondwater en het transport van het voedingsmiddel. In een buis gevuld met zand met een constante doorlaatbaarheid, hangt de snelheid van het grondwater lineair af van het drukverschil. Dus een twee keer zo groot drukverschil levert een twee keer zo grote snelheid op. Het probleem bij deze toepassing is dat de eigenschappen van het zand niet constant zijn. Dat komt omdat het duinzand niet overal hetzelfde is en de eigenschappen van het zand veranderen door de vorming van zandsteen. We lossen dit als volgt op. Stel we hebben een lange buis met variërende zand-eigenschappen. We verdelen de buis in 100 korte buisjes, waarvan de eigenschappen per buisje als constant beschouwd kunnen worden. Dit levert 100 onbekenden op, die met behulp van de computer bepaald kunnen worden. Een uitdaging is om dit uit te breiden naar een netwerk van buisjes zodat het volume van de zeecontainer of het duingebied hierdoor volledig opgevuld wordt. Omdat er 100 onbekenden per richting zijn levert dit $100 \times 100 \times 100$ is 1 miljoen onbekenden op. We hebben ideeën om dit efficiënt te kunnen oplossen. Er is echter verder onderzoek nodig om te zien of deze ideeën ook goede resultaten geven.

Ik wil afsluiten met de opmerking dat er veel meer toepassingen denkbaar zijn voor deze techniek. Voorbeelden zijn: versterking van een treinbaan, fundering voor hoogbouw in gebieden waar aardbevingen voorkomen, overstromingsgebieden maar ook het maken van een nestwand voor holenbroeders.

*Technische Universiteit Delft, Faculteit Elektrotechniek, Wiskunde en Informatica Delft Institute of Applied Mathematics, Mekelweg 4, 2628 CD Delft (c.vuik@tudelft.nl)