

## **Verslag Symposium Leendert de Boerspolder**

### **Nieuw geteste rekenregel geeft accurate voorspelling stabiliteit waterkeringen**

**Op woensdag 6 april 2016 vond in Burgers' Zoo in Arnhem een symposium plaats over de dijkbezwijkproef die in oktober 2015 werd uitgevoerd in de Leendert de Boerspolder. De proef met een kleidijk op veen bood onderzoekers een unieke kans meer te weten te komen over de werkelijke sterkte van dit soort dijken. Bovendien kon de betrouwbaarheid worden getoetst van een nieuw opgestelde rekenregel voor het bepalen van de stabiliteit van regionale keringen. Tijdens het symposium werden de opgedane kennis en ervaringen gedeeld met de aanwezigen.**

Veendijken, of beter: venige dijken of dijken op een venige ondergrond. Sinds waterkeringbeheerders regionale keringen normeren en toetsen, vormt dit type keringen een lastige categorie. Dat heeft veel te maken met het feit dat de keringen met de bij de vorige toetsronde gebruikte rekenmethode voor stabiliteit vaak zijn afgetoetst en dus zouden moeten worden verbeterd. Met alle kosten vandien. Tegelijkertijd liggen veel van deze keringen vaak al honderden jaren in het landschap. Al die tijd hebben ze hun waterkerende taak naar behoren uitgeoefend. Deze tegenstrijdigheid heeft alles te maken met het feit dat in de gebruikte rekenregels conservatief wordt gerekend, omdat tot voor kort nog relatief veel onbekend is over de sterkte-eigenschappen van veen, of omdat de sterkte-eigenschappen van veen niet goed gemodelleerd kunnen worden.

#### **Groot succes**

Naar aanleiding van het bovenstaande drongen waterschappers er bij een kennisbehoeftepeiling door STOWA in 2014 op aan alle recent ontwikkelde kennis over dit type keringen en een nieuw opgestelde rekenregel voor stabiliteitsberekening te toetsen aan de praktijk. Het Hoogheemraadschap van Rijnland schoot te hulp, want het waterschap had een stuk boezemkade in de aanbidding dat mocht bezwijken. Het betrof een deel van de kade van de Leendert De Boerspolder nabij de Haarlemmermeer. Het hoogheemraadschap had deze kleine polder (6 ha) aangekocht om gedempt boezemwater mee te compenseren waterberging van te maken, aldus projectleider en initiatiefnemer van de proef Ben Blauw. Ondanks een strak tijdschema voor de herinrichting van de polder tot waterberging met natuur, wist hij binnen de geplande tijd het gehele project, inclusief dijkbezwijkproef, te realiseren. Volgens Blauw is tijdens de proef zeer veel kennis opgedaan en was het ook voor het imago van de Nederlandse watersector een groot succes." Als je het aan mij vraagt: zou Je morgen zo'n project opnieuw willen doen, dan was ik gisteren al begonnen," aldus een enthousiaste Blauw tegen de aanwezigen.

#### **Rekenregel deugt**

Diverse partijen, waaronder STOWA, enkele waterschappen en provincies brachten het voor de proef benodigde geld bij elkaar. De TU Delft vertaalde de vragen uit de praktijk naar een plan van aanpak voor de proef. Ook werden bedrijven uitgenodigd om de dijk te gebruiken om nieuwe technieken te testen en werd de nieuw opgestelde rekenregel voor de stabiliteit van waterkeringen in de praktijk getest. Hierin is veel kennis over de sterkte van veen en de stabiliteit van veenkaden verwerkt, die is ontwikkeld na de afschuiving van de veenkade in Wilnis. Hoewel de definitieve resultaten in juni worden gepresenteerd tijdens een

symposium door de TU, lijken de uitkomsten van de dijkbezwijkproef veel vertrouwen te geven dat de ontwikkelde nieuw ontwikkelde rekenregel deugt, aldus Robin Biemans van STOWA. Dat betekent een scherper oordeel over de veiligheid van dit type keringen, en tegelijkertijd minder onnodige kosten voor verbetering.

### **Structurele stresstesten**

Wouter ter Horst van HKV Lijn in Water hield tijdens deze dag een warm pleidooi voor het structureel meenemen van stresstesten als integraal onderdeel van de kennisontwikkeling rond het ontwerpen, toetsen en inspecteren van waterkeringen. Het is weliswaar niet goedkoop, maar als je de kosten van dergelijke testen afzet tegen de hoeveelheid geld die jaarlijks omgaat in dijkversterking, kan het volgens hem heel gunstig uitpakken. De winst van stresstesten zit onder meer in het feit dat je de zaken die je ervan leert, direct in de praktijk kunt toepassen en dat het zorgt voor scherpere toets- en ontwerpregels en daarmee voor doelmatiger waterbeheer.

Volgens sommigen kun je de resultaten van stresstesten niet extrapoleren, want iedere dijk en iedere ondergrond is weer net even anders. Maar volgens Ter Horst kun je door het systematisch uitvoeren van stresstesten en het meenemen van deze heterogeniteit juist heel veel leren over de sterkte van waterkeringen. Hij wierp nog wel enkele mogelijke struikelblokken op. Zoals de vraag of je juridisch gezien wel ongestraft dijken (bijna) kunt laten bezwijken. Ook zou het voor individuele waterschappen wellicht niet interessant zijn om tijd en geld te stoppen in een stresstest.

### **Grote overstap**

Henk van Hemert nam na de lunchpauze het technische deel van de dag voor zijn rekening. De nieuwe rekenregel die is getest symboliseert volgens Van Hemert een grote overstap, met een verandering van het grondmodel (Critical State Soil Mechanics in plaats van Mohr-Coulomb), van grondgedrag (voor relatief slecht doorlatende lagen wordt overgestapt van zogenoemd gedraineerd naar ongedraineerd gedrag) en aanwijzingen voor de schematisering van de schuifsterkte die aanpassingen van het grondonderzoek en labonderzoek vergt.

In de proef is een dijk van kleiig materiaal op een slappe veenondergrond verzwakt tot bezwijken. Dat was complex, aldus Van Hemert, omdat enerzijds de verzwakking in kleine stapjes moest gaan om nauwkeurig de kritieke toestand te kennen en anderzijds de afschuiving wel een significante afmeting en vervorming moest hebben. In het kader van de proef zijn de geotechnisch relevante kenmerken onderzocht volgens de aanbevolen beproevingen die horen bij de nieuwe rekenregel. Dit betrof naast nauwkeurige sonderingen ook intensief laboratoriumonderzoek, met (K0-) CRS-, Oedo-, DSS- en triaxiaalproeven. De sterkteproeven zijn uitgevoerd tot grote rek, zodat de (residuele) schuifsterkte bij grote vervormingen kon worden bepaald. De schematisering en berekening van de stabiliteit in het kader van de predicties zijn vervolgens uitgevoerd volgens de nieuwe rekenregel, qua grondmodel en grondgedrag.

Belangrijke conclusie van de proef is dat de nieuwe rekenregel een bijna perfecte voorspelling geeft van het moment van bezwijken (bij welke belasting). Belangrijke bevestiging van de juistheid van het model is dat ook de vorm van het glijvlak goed werd

voorspeld. Kanttekeningen daarbij zijn volgens Van Hemert dat deze voorspelling een dwarsprofiel betrof dat intensief is onderzocht en de water(over)spanningen bovendien konden worden bijgesteld op basis van metingen. Dit is o.a. van belang bij de inschatting van het grondgedrag: gedraineerd of ongedraineerd. Een keuze die zonder metingen voor speciaal siltige en zandige kleiën moeilijk te maken is.

Voor normale toetssituaties zijn deze gegevens minder goed bekend, en worden voorzichtige uitgangspunten gekozen. Bovendien wordt dan gewerkt met zogenoemde rekenwaarden: veilige (voorzichtige) waarden voor de sterkte-eigenschappen. Voor een voorspelling worden verwachtingswaarden gebruikt, en die laten zich eenvoudiger bepalen dan zgn. karakteristieke waarden. Dit vergt volgens Van Hemert nog de nodige aandacht bij de verdere analyse van de resultaten. Overige aandachtspunten die in de analyses worden beschouwd, zijn de rol van de heterogeniteit van het dijklichaam (vooral eerst uit oogpunt van volumiek gewicht) en de invloed daarvan op de berekende schuifsterkte, de bepaling van de grensspanning e.d.

### **Nieuwe materiaalmodellen**

Onno van Logchem en Jaap Stoop van Hoogheemraadschap Rijnland en Schieland en de Krimpenerwaard sloten de dag af met een presentatie getiteld 'Toepassing Nieuwe Materiaalmodellen'. Hun verhaal vond zijn oorsprong in de ontwikkeling die gaande is bij het doorrekenen van de sterkte van dijken: gedraineerd rekenen versus ongedraineerd rekenen. Henk van Hemert had daar al het een en ander over verteld. Op dit moment wordt bij regionale keringen vooral gedraineerd gerekend. Maar die methode geeft niet in alle gevallen het beste sterkte beeld van een dijk. In gevallen waar de dijk een lage waterdoorlatingsnelheid heeft (bij klei en veen), kan waarschijnlijk beter worden gewerkt met een methode waarbij gerekend wordt met ongedraineerde grond. In gevallen van dijken die snel water doorlaten kan (bijv. zanddijken), kan men beter blijven rekenen met de gedraineerde methode.

De presentatie van Onno en Jaap ging vooral over de kansen die volgen uit ongedraineerd rekenen aan regionale keringen, namelijk:

- een potentieel hogere sterkte van je dijk;
- een betere match met bezwijkgevallen uit het verleden;
- een efficiënte wijze van parameters verzamelen d.m.v. sonderingen;
- het delen van parameters tussen waterschappen (via de STOWA database).

De dijkbezwijkproef in de Leendert de Boerspolder proef leerde in ieder geval dat toepassing van dit nieuwe materiaalmodel goed functioneert bij dijkfalen.

Van Logchem en Stoop hadden nog wel een paar vragen bij het overstappen naar nieuwe materiaalmodellen. De belangrijkste:

- hoe goed zijn de parameters die je op basis van sonderingen verkrijgt?
- wat doe je met tussenzandlagen (niet alle sonderingen kunnen hier even goed tegen)?
- hoe ga je om met onzekerheid in je laagopbouw (gevallen waar je geen sondering voor hebt)?
- hoe sluit je uit dat de dijk niet toch gedraineerd faalt (of hoe kan je dit voorkomen door hier wat betreft beheer een goede invulling aan te geven)?

- hoe zorg je ervoor dat de methode niet te ingewikkeld wordt?