

Betere voorspellingen waterspanningen dankzij nieuw rekenmodel

Het nieuwe rekenmodel PlaxFlow kan tijdsafhankelijke grondwaterstroming in dijklichamen modelleren. Het model beschrijft de stromingsprocessen in een gedeeltelijk verzadigde dijk. Daardoor zijn waterspanningen nauwkeuriger te voorspellen, wat weer van belang is voor stabiliteitsberekeningen.

Waterspanningen in een dijk hangen samen met verschillende factoren, zoals de buitenwaterstand, neerslag, verdamping en golfoverslag. Stijgt de buitenwaterstand, dan nemen de waterspanningen toe, daalt hij, dan nemen ze af. Beide processen verlopen echter niet gelijktijdig. De waterspanningen reageren vertraagd en gedempt op de stand van het buitenwater door de stromingsweerstand en de berging in de grond. Tot voor kort was het niet mogelijk om deze tijdsafhankelijkheid mee te nemen bij het berekenen van waterspanningen, omdat de beschikbare modellen alleen de stationaire situatie en alleen het verzadigde deel beschreven. Daarin is verandering gekomen met de ontwikkeling van PlaxFlow door een consortium in Delft Cluster-verband. GeoDelft, Plaxis, Alterra en de Dienst Weg- en Waterbouw van Rijkswaterstaat waren de consortiumpartners.

Tijdsafhankelijkheid

Met PlaxFlow kunnen tijdsafhankelijke berekeningen worden uitgevoerd. Dat heeft als voordeel dat de waterspanningen voortaan nauwkeuriger zijn te bepalen. Bij stationaire berekeningen wordt bij iedere buitenwaterstand uitgegaan van de maximaal mogelijke waterspanning, vaak benaderd met een conservatieve ontwerpformule. In veel gevallen is dat té conservatief en zijn de werkelijke waterspanningen lager door de vertraagde reactie. Bij een kortdurende hoogwatergolf zullen ze dus minder toenemen dan bij een langdurige hoge waterstand. PlaxFlow houdt hiermee rekening en komt daardoor tot realistischer waarden. De tijdsafhankelijke berekening kan echter ook aanduiden dat de situatie minder veilig is dan gedacht. Bij langdurige droogte zal het gewicht van een dijklichaam lager zijn waardoor de weerstand tegen afschuiven vermindert. Tegelijk is er een sterkteverhogend effect van de lagere waterspanning, maar het netto effect kan een lagere sterkte zijn.

Hoogwatergolf

De grotere nauwkeurigheid is vooral van belang bij stabiliteitsberekeningen. Immers, de waterspanning in een dijk bepaalt in hoge mate de stabiliteit. Vanwege deze belangrijke toepassing is PlaxFlow zodanig ontwikkeld dat het eenvoudig te koppelen is aan bestaande Plaxis-rekensoftware voor complexe stabiliteitsberekeningen. Hierdoor kan onder andere worden berekend welke invloed een dynamische belasting, zoals een hoogwatergolf, heeft op de stabiliteit van een dijk, wat het effect is van neerslag voorafgaand aan een hoogwatersituatie en hoe snel een binnentalud van een dijk door overslag verzadigd raakt en afschuift. PlaxFlow is daarnaast als *stand alone* programma te gebruiken voor de analyse van grondwaterstromingsproblemen, zoals het berekenen van de grondwaterdruk bij het ontgraven van een bouwput. Ook is het model geschikt voor agrarische toepassingen zoals het berekenen van het vochtgehalte tussen twee drainagebuizen.

Toetsing

Het rekenmodel is tijdens het ontwikkelingstraject uitgebreid getest en gevalideerd met behulp van de meetgegevens die zijn verzameld bij de praktijkproef in Bergambacht (2001). Bij deze proef is met waterspanningsmeters in de dijk, zowel in de verzadigde als in de onverzadigde zone, nauwkeurig gemeten wat de effecten waren van waterstandsverhogingen en neerslag. Aan de hand van de waterstands- en neerslaggegevens hebben de onderzoekers de effecten ook berekend met PlaxFlow. Deze bleken goed overeen te komen met de gemeten effecten. Inmiddels is PlaxFlow ook gebruikt bij de toetsing van een stuk IJsselmeerdijk. Het resultaat daarvan was positief voor de beheerder: door uit te gaan van de nauwkeuriger waterspanningen in de stabiliteitsberekening, bleek de eerder verwachte dijkversterking niet nodig te zijn.

PlaxFlow in het kort

GeoDelft, Plaxis, Alterra en de Dienst Weg- en Waterbouw van Rijkswaterstaat hebben in Delft Cluster verband een nieuw grondwaterstromingsmodel ontwikkeld. Het onderzoek heeft zich gericht op het ontwerp van een robuust rekenmodel waarmee gedeeltelijk verzadigde grondwaterstroming tijdsafhankelijk kan worden beschreven. Als onderdeel van dit onderzoek is gezocht naar een praktische methode voor het beschrijven van materiaalgedrag in de onverzadigde zone en de bepaling van begincondities. Het rekenmodel is geverifieerd aan de hand van analytische oplossingen en de toepasbaarheid is onderzocht voor een prototype proef. Het onderzoek heeft geresulteerd in een praktische ontwerptool: PlaxFlow.

Het eindige-elementenmodel PlaxFlow is robuust en heeft een gebruiksvriendelijke *user interface*. Hiermee kan de geometrie eenvoudig worden ingevoerd, waarbij de mogelijkheid bestaat om damwanden, tunnels, drains, bronnen en putten toe te voegen. Grondsoorten zijn eenvoudig aan te klikken en randvoorwaarden als buitenwaterstanden en neerslag zijn simpel te variëren in de tijd. Het model is uitgevoerd met een automatische *mesh* generatie en geeft een animatie van de berekende situatie. Voor technische details: www.plaxis.nl.

Voor nadere informatie over dit onderzoek kunt u contact opnemen met John van Esch, j.m.vanesch@geodelft.nl.
(Deel)rapportages van het onderzoek vindt u op www.geonet.nl/3.961.html

tekst: Peter Juijn Teksten
redactie: GEONET