

Probabilistisch toetsmodel ook voor regionale keringen

Bij een globale toetsing hebben waterschappen ervaring opgedaan met het probabilistisch model Promotor voor het afleiden van extreme waterstanden. Het model geeft snel inzicht in de vraag of bijvoorbeeld neerslag of goloverslag de dominante factor is bij de hydraulische belasting.

IR. A.C. NEDERPEL / IR. B. KOLEN / ING. P.J. HOFMAN /
DRS. S. FRAIKIN

Neerslag en wind veroorzaken verhoogde waterstanden en golven. Diverse combinaties van deze onafhankelijke gebeurtenissen leiden tot extreme waterstanden. Promotor is een probabilistisch model voor het afleiden van deze extremen en voor het toetsen van hoogte, rekening houdend met al de mogelijke combinaties van neerslag en wind. Het gebruiksvriendelijke model is ontwikkeld voor de regionale keringen, in het bijzonder voor boezemkaden. Het gebruik, de functies, rekenregels en achterliggende filosofie zijn vergelijkbaar met de Hydra-modellen die worden gebruikt voor de primaire waterkeringen. De regionale keringen zijn inmiddels bij alle waterschappen in de 'verordening regionale waterkeringen West-Nederland' getoetst aan de vastgestelde normen.

Promotor

In de globale toetsing hebben waterschappen inmiddels ervaring opgedaan in het afleiden van extreme waterstanden met Promotor. De provincies Zuid-Holland, Noord-Holland en Utrecht wil-



Beukende golven bij de Westeinderplassen in Aalsmeer.

IN 'T KORT - TOETSEN

- Probabilistisch toetsmodel bewezen techniek voor primaire waterkeringen
- Waterschappen zetten verbeterde versie Promotor in gedetailleerde toetsronde in
- Verschil tussen deterministisch en probabilistisch bepalen van hydraulische belasting
- Waterschappen willen in Promotor meer handvatten voor doorlopen grove toetsing

len de waterschappen in een gedetailleerde toetsronde gebruik laten maken van Promotor, die is aangepast op basis van de gebruikservaringen uit de globale toetsronde. Promotor is in samenwerking met deze provincies en HKV LIJN IN WATER ontwikkeld en is bedoeld om op nauwkeurige wijze extreme waterstanden te bepalen; het basisgegeven om de waterkeringen te toetsen op veiligheid. Met een nauwkeurige inschatting van extreme waterstanden is ook meer inzichtelijk of de kering voldoende veiligheid biedt voor het achterliggende overstromingsgebied. De probabilistische benadering geeft bovendien inzicht in de bijdrage van verschillende combinaties van neerslag en wind.

Als blijkt dat de kering onvoldoende veilig is, is duidelijk in welke mate deze moet worden ver-

beterd. Ook is de kennis over de opbouw van de belasting te gebruiken bij het bepalen van maatregelen in het watersysteem om de kering te laten voldoen aan de norm. Uit een vergelijking blijkt dat de hoeveelheid benodigde gegevens voor de toetsing met gebruik van Promotor niet groter is dan zonder. Promotor standaardiseert bovendien het werkproces en voorkomt veel repeterende handelingen.

Hydraulisch belastingniveau

De boezemkaden in West-Nederland kennen vijf veiligheidsklassen: 10, 30, 100, 300 en 1.000 jaar. De hydraulische belasting wordt gebruikt om te beoordelen of de kering voldoet aan het gestelde veiligheidsniveau voor het faalmechanisme overloop en overslag. Onder invloed van neer-

slag en windcondities ontstaat bij de regionale kering deze hydraulische belasting. Het waterstandsverloop bij de kering dat maatgevend is, is de gezochte hydraulische belasting.

Afhankelijk van de ligging en oriëntatie van de kering binnen het watersysteem kan de neerslag óf de wind een groter aandeel hebben in de uiteindelijke hydraulische belasting die hoort bij het veiligheidsniveau van de kering. Voor de neerslag wordt gebruikgemaakt van waterstandstatistieken. In de belasting van de wind op het watersysteem maakt men onderscheid in drie belastingen, die alle bijdragen aan de hydraulische belasting op de regionale keringen en afhankelijk zijn van windsnelheid en -richting. Deze drie belastingen zijn langsopwaaiing, dwarsopwaaiing en golven.

De langsopwaaiing is het waterstandverschil tussen het bovenwindse en benedenwindse gedeelte van de boezem, ook wel scheefstand genaamd. Dwarsopwaaiing is een lokale waterstandverhoging, die ontstaat door opstuwing van water loodrecht op de waterkeringen, en is voornamelijk van belang bij brede wateren en meren. De grootte van golven bij de kering is afhankelijk van de geometrie van de kering, de waterdiepte en de strijklengte van de wind op het wateroppervlak.

Toetsen met Promotor

De gangbare methode bij het toetsen van keringen is van grof naar fijn. Als de kering onvoldoende veiligheid biedt op basis van conservatieve aannames, is het pas noodzakelijk om meer gedetailleerdere gegevens te verzamelen. Promotor maakt het mogelijk om deze strategie snel en eenduidig uit te voeren. Waterschappen hebben bij het gebruik van Promotor in de globale toetsing deze strategie van grof naar fijn toegepast. Bij het niet of niet volledig beschikbaar hebben van gegevens, is bijvoorbeeld gekozen voor een standaard profiel of is gerekend met een streng overslagcriterium. Op deze ma-

DETERMINISTISCH OF PROBABILISTISCH

De maatgevende hydraulische belasting kan deterministisch of probabilistisch worden bepaald.

Bij de deterministische benadering wordt vooraf bepaald welke combinatie van wind (richting en snelheid) en neerslag maatgevend is voor de kering. De combinatie kan bestaan uit bijvoorbeeld een extreme wind en een gemiddelde neerslag óf een extreme neerslag en gemiddelde wind. Elke denkbare combinatie is op deze manier door te rekenen. Op voorhand is het vrijwel niet mogelijk de maatgevende combinatie van neerslag en wind te kiezen, waardoor meerdere gebeurtenissen handmatig moeten worden doorgerekend.

Bij de probabilistische benadering wordt een representatieve set van combinaties van verschillende belastingen van wind (richting en snelheid) en neerslag doorgerekend. Op basis van de kans van voorkomen van de wind en neerslag en de correlatie blijkt per gebeurtenis de hydraulische belasting en de kans van voorkomen hiervan. De maatgevende hydraulische belasting bij de normklasse wordt bepaald op basis van alle mogelijke belastingen. Hieruit blijkt ook in welke mate de verschillende mogelijke gebeurtenissen bijdragen aan de maatgevende waterstand. Feitelijk volstaat één berekening per waterkering om de maatgevende hydraulische belasting te bepalen.

nier krijg men relatief snel een eerste inzicht in de toetshoogtes en zijn sterke en zwakke schakels in het systeem bekend.

Uit een inventarisatie naar het gebruik van Promotor bleek dat waterschappen meer handvatten willen hebben voor het doorlopen van een grove toetsing. In de handleiding van de nieuwe versie van Promotor wordt een stappenplan opgenomen om een dergelijke grove toetsing te doorlopen voor beheersbare systemen. Alleen bij afkeuren is dan een meer gedetailleerde toetsing nodig.

Dominante bijdrage

Promotor maakt inzichtelijk welke combinatie van gebeurtenissen het meest bijdraagt aan de belasting bij normfrequentie van de kering. Hiermee is inzichtelijk of de dominante bijdrage op de hydraulische belasting bijvoorbeeld neerslag, scheefstand of golfoverslag is. Dit geeft de gebruiker inzicht in het systeem, zodat een eventuele

ophoging van de kering ook is te vergelijken met aanpassingen aan het watersysteem of aanpassingen in het beheer van het watersysteem. Als op locaties bijvoorbeeld scheefstand de dominante bijdrage in het belastingniveau blijkt, is het instellen van een maalstop niet nuttig. Een betere oplossing zou bijvoorbeeld compartimentering van het boezemsysteem kunnen zijn om de mate van scheefstand te reduceren. Om een dergelijke analyse te vergemakkelijken wordt in de doorontwikkeling van Promotor gewerkt aan het gebruikersgemak. Om de gebruiker sneller inzicht te geven in het systeem worden de resultaten gevisualiseerd in een geografisch informatiesysteem. De gebruiker kan aanvinken welke gegevens moeten worden gepresenteerd. Bovendien geeft dit een goed overzicht van knelpunten in het systeem en de belangrijkste oorzaak ervan.

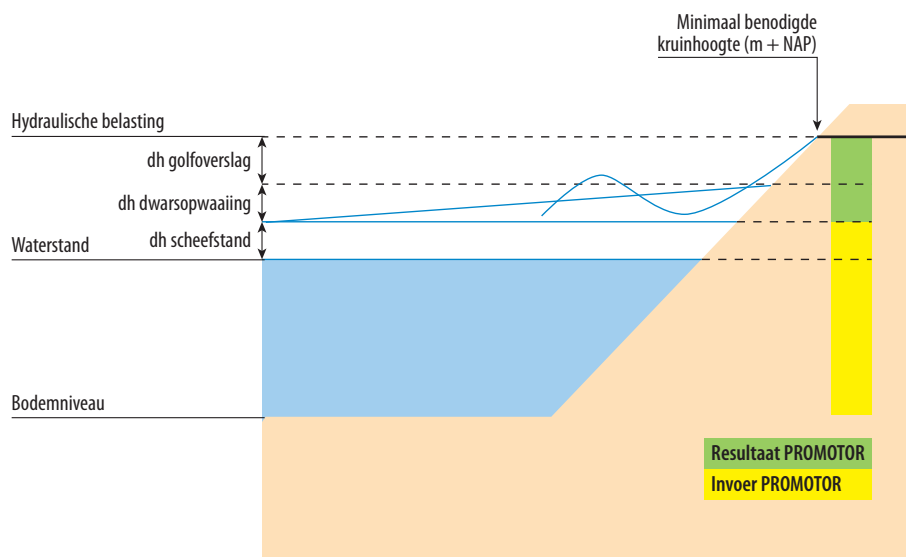
Ervaringen

Het op probabilistische wijze bepalen van hydraulische randvoorwaarden is voor regionale keringen nieuw, maar voor de primaire waterkeringen is het een bewezen techniek. Een nauwkeurige inschatting van extreme waterstanden geeft bovendien een meer betrouwbaar beeld van het veiligheidsniveau van de kering.

In een globale toetsronde hebben waterschappen inmiddels ervaring opgedaan met het gebruik van Promotor. Bij waterschappen is met beperkte gegevens en gebruik van standaard invoer inzicht verkregen in het boezemsysteem. Hiermee is bekend welke keringen als veilig of juist als mogelijk kritisch moeten worden beschouwd en wat de voornaamste oorzaak is.

Promotor is voor alle boezemsystemen in Nederland te gebruiken en eenvoudig uit te breiden voor toepassing bij andere regionale waterkeringen.

Andries Nederpel en Bas Kolen zijn werkzaam bij HKV Lijn in Water in Delft. Pieter-Jan Hofman en Sandra Fraikin zijn werkzaam bij de Provincie Zuid-Holland.



BELASTING

Opbouw van het hydraulisch belastingniveau.