

Multifunctionele waterkeringen aantoonbaar veilig

Uit de school geklapt

De ruimte langs het water is gewild; we willen er wonen en werken, en er verdedigingswerken tegen het water bouwen. Het zou praktisch zijn als we verschillende functies konden combineren. Het afstudeeronderzoek van Jeroen van Mechelen (TU Delft) helpt wellicht een handje. Hij toonde aan dat het mogelijk is om een aantoonbaar veilige multifunctionele waterkering te ontwerpen.



AFSTUDEERDER

Jeroen van Mechelen

PROJECT

Multifunctional flood defences - Reliability analysis of a structure inside the dike

WAAR

TU Delft, faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen, afdeling Waterbouwkunde

Multifunctionele waterkeringen zijn keringen die niet alleen bescherming bieden tegen overstromingen van het achterland (primaair), maar nog een tweede belangrijke functie vervullen (secundair). Historisch gezien is dit principe niet nieuw, denk hierbij aan wegen op de dijk of wonen op de dijk. Met het oog op toenemende druk op de ruimtelijke ontwikkeling in en rond steden gelegen aan een rivier of kustlijn zal er steeds meer vraag ontstaan naar het gebruik van de ruimte op en in de waterkeringen. Het wordt interessanter naarmate de verschillende functies van de waterkering ook constructief gecombineerd gaan worden tot een integrale variant. Een constructie die de secundaire functies van een waterkering vervult, werkt dan ook mee aan de sterkte van de waterkering.

Als afstudeeronderwerp aan de TU Delft is een ontwerp gemaakt voor een multifunctionele waterkering bestaande uit een parkeergarage in een dijk. De doelstelling van de studie was het vinden van een juiste methode om een aantoonbaar veilige multifunctionele waterkering te ontwerpen.

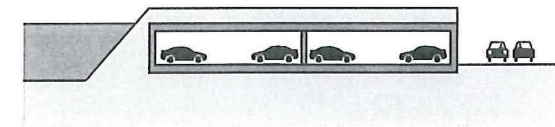
Waterveiligheid en overstromingsrisico zijn belangrijke begrippen voor een laaggelegen land als Nederland. Het combineren van functies op of in de waterkering mag de bescherming van het achterland tegen

overstroming niet aantasten. Binnen de huidige methodiek voor het beoordelen van de veiligheid van waterkeringen worden objecten die de multifunctionaliteit vertegenwoordigen beoordeeld op de mate waarin ze de sterkte van de waterkering reduceren of de belasting verhogen. Als men een constructie in een dijk wil bouwen, neemt de constructie een zodanig groot gedeelte van de waterkering in beslag dat het niet meer mogelijk is om te spreken van een sterktereductie. De sterkte van de waterkering wordt in dat geval deels (of geheel) bepaald door de sterkte van de constructie en de interactie tussen het grondlichaam en de constructie.

Binnen het huidige Nederlandse toetsinstrumentarium voor waterkeringen is multifunctioneel gebruik van de waterkering mogelijk, maar toetsregels dienen in veel gevallen nog opgesteld te worden. Daarnaast zijn er de (strengere) Eurocodes die eisen stellen aan de constructieve veiligheid van alle mogelijke bouwconstructies. Voor het toetsen van waterkeringen vindt een verschuiving plaats van een semiprobabilistische naar een probabilistische methode. Deze verschuiving gaat samen met het voornemen om de normering van waterveiligheid te veranderen van een benadering gebaseerd op de overschrijdingsfrequentie naar een integrale faalkansmethodiek. Voor



Referentieproject in Zwijndrecht: een ondergrondse parkeergarage maakt de kademuur van de Maasboulevard multifunctioneel. (Foto: Van Mechelen)



Schematische weergave van het ontwerp dat beschouwd is in het afstudeerwerk. (Beeld: Van Mechelen)

bouwconstructies is deze verschuiving naar een probabilistische methode (nog) niet waarneembaar. De verschuiving van een semiprobabilistische naar een probabilistische methode voor waterkeringen leidt tot een verschil tussen de methode gebruikt voor het toetsen van waterkeringen en voor het toetsen van bouwconstructies. Een belangrijk onderdeel van het ontwerpproces is dan de wijze waarop omgegaan wordt met een multifunctionele waterkering waarbij de bouwconstructie als een waterkering is op te vatten.

Het constructieve ontwerp van de multifunctionele waterkering in het afstudeeronderzoek is getoetst met zowel de semiprobabilistische als de probabilistische methode om het verschil tussen beide methoden te kunnen waarnemen en beoordelen. Het resultaat met behulp van de semiprobabilistische methode hangt sterk af van de keuze voor de representatieve waterstand en de daarbij behorende veiligheidsfactor. Een combinatie van een waterstand met een al kleine kans van optreden én een veiligheidsfactor leidt ook tot een dubbele introductie van veiligheid in de berekeningen. Daarnaast verschilt de afhankelijkheid van de waterstand per faalmechanisme, waardoor er per faalmechanisme een wisselende veiligheidsmarge in de berekeningen wordt geïntroduceerd. De probabilistische methode is toegepast om het ontwerp te toetsen door de faalkans te berekenen. Wanneer deze faalkans wordt vergeleken met de vereiste faalkans, valt op dat het ontwerp ruimschoots voldoet aan de vereiste faalkans. Met andere woorden, de eisen

die een semiprobabilistische methode stelt aan het ontwerp, zijn te conservatief. De voornaamste reden is de keuze voor een representatieve waterstand. Het is lastig om een waterstand te bepalen waarbij wordt voldaan aan alle eisen, zonder een veel te conservatieve keuze te maken, vanwege het verschil in afhankelijkheid van de waterstand voor individueel faalmechanisme.

Uit dit onderzoek blijkt dat het toepassen van een semiprobabilistische methode in een conservatief ontwerp resulteert. Met de toepassing van een probabilistische methode kan winst behaald worden vanwege een minder conservatief ontwerp. Daarnaast resulteert een probabilistische methode in extra informatie over de faalkans ten opzichte van een semiprobabilistische methode. Deze informatie is nodig om een aantoonbaar veilig ontwerp te kunnen maken en daarom is het nodig de multifunctionele waterkering met een probabilistische methode te ontwerpen. De vraag naar multifunctionele waterkeringen zal in de toekomst zeker gaan toenemen als gevolg van een toenemende druk op de ruimtelijke ontwikkeling. Dit onderzoek toont aan dat de gevolgde methode geschikt is voor het aantoonbaar veilig ontwerpen van multifunctionele waterkeringen.

Meer informatie

Ga voor meer informatie naar de digitale versie van dit artikel in de Verdieping: www.cob.nl/verdieping

'Een goed perspectief voor de verdere ontwikkeling'

prof. dr. ir. S.N. Jonkman, afstudeerbegeleider, TU Delft

dr. ir. G. van Meurs, afstudeerbegeleider, Deltares

ing. M.Z. Voorendt, promotieonderzoek multifunctionele waterkeringen, TU Delft

"Het constructief combineren van secundaire functies in waterkeringen heeft nog een aantal praktische bezwaren. In dit afstudeerwerk is echter aangetoond dat de techniek geen struikelblok hoeft te zijn: Jeroen van Mechelen heeft onderzocht hoe (secundaire) constructies de veiligheid van de dijk kunnen beïnvloeden. Daarbij zijn verschillende faalmechanismen door middel van een betrouwbaarheidsanalyse beschouwd. Ook zijn de verschillen tussen de ontwerprichtlijnen

voor gebouwen en waterkeringen onderzocht. In een casestudie heeft hij laten zien hoe een parkeergarage veilig in een dijk kan worden geïntegreerd. De studie heeft geresulteerd in inzicht in de wijze hoe constructies veilig kunnen worden ontworpen als deel van een (multifunctionele) waterkeringszone. Het werk biedt een goed perspectief voor de verdere ontwikkeling van de ontwerpmethodologie van multifunctionele waterkeringen."