



Delft University of Technology

Invloed bebouwing op de betrouwbaarheid van een dijk

Jongerius, Yoeri; Voorendt, Mark; Kool, Job

Publication date

2016

Document Version

Final published version

Published in

Land + Water: vakblad voor civiel- en milieutechniek

Citation (APA)

Jongerius, Y., Voorendt, M., & Kool, J. (2016). Invloed bebouwing op de betrouwbaarheid van een dijk. *Land + Water: vakblad voor civiel- en milieutechniek*, 2016(9), 30-31.

Important note

To cite this publication, please use the final published version (if applicable).
Please check the document version above.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download, forward or distribute the text or part of it, without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license such as Creative Commons.

Takedown policy

Please contact us and provide details if you believe this document breaches copyrights.
We will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Invloed bebouwing op de betrouwbaarheid van een dijk

Voor veel gebouwen rondom dijken is de derde veiligheidstoetsing niet volbracht. Deze zijn destijds gewaardeerd met de uitslag: 'Geen oordeel'. In een afstudeeronderzoek aan de TU Delft is een aanzet voor een probabilistische methode ontwikkeld, die kan dienen om tot een toetsoordeel te komen voor gebouwen via een geavanceerde toetsing. Dit onderzoek is uitgevoerd in samenwerking met Royal HaskoningDHV.

Langs veel dijken in Nederland staan gebouwen. Het is echter in veel gevallen nog onduidelijk hoe deze de betrouwbaarheid van een dijk beïnvloeden. In de derde veiligheidstoetsing van de Nederlandse waterkeringen moesten deze gebouwen en andere niet-waterkerende objecten (nwo's) beoordeeld worden. Voor de veiligheidstoetsing is het 'Voorschrift Toetsen op Veiligheid Primaire Waterkeringen (VTV 2006)' gebruikt. Deze biedt de mogelijkheid van een geavanceerde toetsingsmethode voor nwo's, maar deze is voor gebouwen nog nooit volledig toegepast (vandaar de veelvuldige toetsuitslag 'geen oordeel'). Omdat het nieuw ontwikkelde instrumentarium (WBI-2017) beoordeelt op basis van overstromingskansen, is de methode die in dit onderzoek is ontwikkeld, probabilistisch opgezet. Een dijk kan via verschillende faalmechanismen bezwijken. De aanwezigheid van een gebouw binnen de invloedzone kan de werking van deze



Gebouwen aan de binnenkant van de Waaldijk. (Bron: Doris Jongerius)

faalmechanismen beïnvloeden en daardoor de betrouwbaarheid van een dijk aantasten. Het eventueel bezwijken van bebouwing kan de betrouwbaarheid verder ondermijnen. Specifieke gebouw- en locatie-eigenschappen bepalen hoe en of een gebouw de bestaande faalmechanismen beïnvloedt. In dit onderzoek is een methode ontwikkeld om de binnenwaartse stabiliteit van een dijk te toetsen voor een dijk waarbij een gebouw onderdeel is van het grondprofiel. Het eventueel bezwijken van een gebouw is in deze situaties extra relevant, omdat het veroorzaakt kan worden door een hoge waterstand tegen de dijk. Wanneer een gebouw intact blijft zou het, afhankelijk van de exacte locatie, de stabiliteit ook kunnen bevorderen. Echter, wanneer het gebouw bezwijkt, zal het grondprofiel aangetast worden, wat de stabiliteit negatief beïnvloedt.

Probabilistische methode

Het grondprofiel van het gecombineerde systeem van dijk en gebouw kenmerkt zich door twee verschijningsvormen, afhankelijk van het al dan niet bezwijken van het gebouw. Voor beide grondprofielen kunnen conditionele kansen op instabiliteit berekend worden. Voor beide profielen zal de kans op instabiliteit toenemen bij een stijgende waterstand, echter voor het profiel met een bezwiken gebouw zal voor een lagere waterstand de kans op instabiliteit al groter zijn. De kans op bezwijken van het gebouw zal, door

een toename van de krachten op het gebouw, ook stijgen naarmate het water stijgt. Dit betekent dat de stabiliteit van het gecombineerde systeem, gegeven een stijgende waterstand, op twee manieren wordt aangetast: doordat de kans op instabiliteit van het grondprofiel toeneemt en doordat de kans op bezwijken van het gebouw groter wordt.

Om de kans op instabiliteit van het gecombineerde systeem te bepalen, is een probabilistische methode ontwikkeld die bestaat uit drie stappen:

Constructief model

Het doel van dit model is om de prestatie van het gebouw te bepalen tijdens het optreden van hoogwater. Dit wordt uitgedrukt in de kans op bezwijken van het gebouw en de kans dat het gebouw intact blijft.

Geotechnisch model

Voor de tweede stap moeten de prestaties van de grondprofielen, gegeven dat het gebouw bezwijkt dan wel intact blijft, bepaald worden. Dit wordt uitgedrukt in conditionele kansen op instabiliteit van het grondprofiel bij een bezwiken gebouw en een intact gebouw.

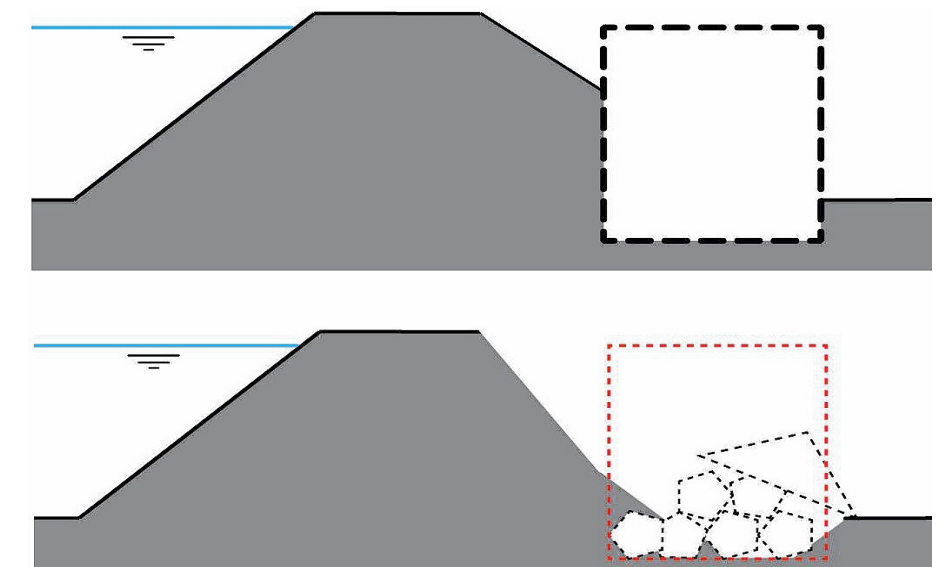
Integratie van beide modellen

Ten slotte moeten de resultaten van de beide modellen geïntegreerd worden naar een kans op instabiliteit van het gecombineerde systeem.

Casestudie

Om de ontwikkelde probabilistische methode te testen, is deze toegepast op een casestudie.

De case behelst een dijkprofiel waarbij een gebouw, met een metselwerk grondkerende muur, in het binnentalud staat. Constructief model: Net als een dijk kan ook een gebouw via verschillende faalmechanismen bezwijken. Om de prestatie van het gebouw gedurende een hoogwater te beschrijven, is in de casestudie een van deze mechanismen uitgelicht, ter invulling van het constructief model. Dit is bezwijken door uit het vlak buigen van de grondkerende muur. De muur is vervolgens geschematiseerd als een ligger op twee steunpunten met een verdeelde belasting (horizontale gronddruk en hydrostatische waterdruk). De sterkte van de grondkerende muur is lineair elastisch bepaald conform de Eurocode. De kans op bezwijken van het gebouw is vervolgens berekend door twee verschillende probabilistische methoden. Namelijk een 'Eerste orde betrouwbaarheidsmethode (Form)' en een Monte Carlo-analyse. Geotechnisch model: Binnen het geotechnisch model zijn voor de case conditionele kansen op instabiliteit, conform Bishop met stochastische freatische lijn, berekend met behulp van de probabilistische module van D-Geo-Stability. Hiermee zijn berekeningen uitgevoerd voor een grondprofiel zonder gebouw, een grondprofiel met een intact gebouw, en een profiel met een bezwiken gebouw. Een belangrijke versimpeling die gedaan is



Twee verschijningsvormen van het grondprofiel van een gecombineerd systeem van dijk en gebouw. (Boven wanneer gebouw intact blijft, beneden wanneer gebouw bezwijkt.)

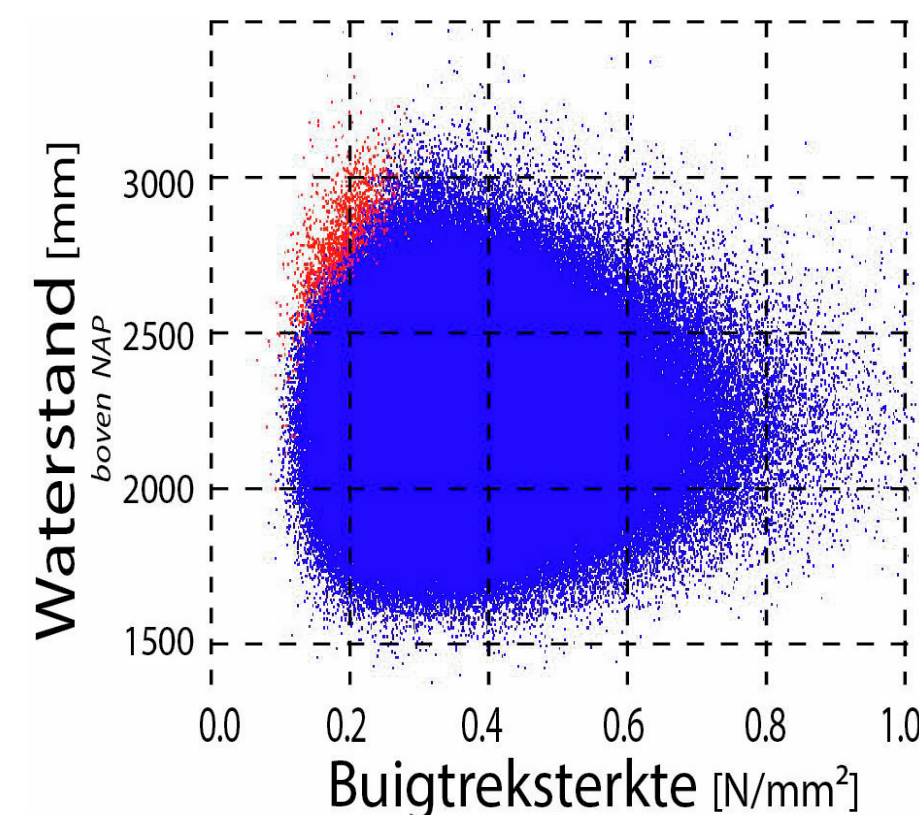
voor deze casestudie is dat alle onzekerheden geïnduceerd door modellen en of schematiseringen, buiten beschouwing gelaten zijn. Dit is gedaan omdat er nog meer informatie nodig is om deze model en schematiseringsonzekerheden te implementeren, voornamelijk binnen het constructief model. Een gevolg hiervan is dat de resultaten van de casestudie (nog) niet

gebruikt kunnen worden voor een risicoafweging in praktijk. Opvallend is dat blijkt dat binnen het constructief model de buigtreksterkte van het metselwerk een erg grote invloed heeft op het al dan niet bezwijken van de muur. Zeker gezien een buigtreksterkte, volgens de Eurocode, niet in rekening gebracht mag worden voor grondkerende muren van metselwerk. Dat betekent dat de grondkerende muren in dit soort huizen in dijken schijnbaar niet voldoen aan de Eurocode. Wanneer de probabilistische methode wordt toegepast op de case kan worden vastgesteld dat dit specifieke gebouw, wanneer eventueel bezwijken hiervan wordt inbegrepen, de kans op binnenwaartse instabiliteit wordt vergroot.

Conclusie

In dit onderzoek is een probabilistische methode ontwikkeld die als aanzet gezien kan worden voor het uitvoeren van een geavanceerde toetsing voor de stabiliteit van dijken met bebouwing in het grondprofiel, waarbij het bezwijken van de bebouwing de stabiliteit zou kunnen beïnvloeden. Wanneer de modellen en schematiseringsonzekerheden geïmplementeerd zouden worden in de modellen behorende bij de methode, kan deze gebruikt worden voor een risicoafweging in praktijk. In essentie kan de methode ook toegepast worden op andere situaties, waar een dijk twee verschijningsvormen kent die afhangen van één gebeurtenis.

Yoeri Jongerius studeerde af op dit onderwerp aan de TU Delft en werkt nu bij het team Waterveiligheid & Waterbouw van advies- en ingenieursbureau RPS. Mark Voorendt is onderzoeker en docent waterbouwkundige constructies aan de TU Delft. Job Kool is constructeur bij Royal HaskoningDHV.



Resultaten van Monte Carlo-berekeningen geplott voor de waterstand en de buigtreksterkte van het metselwerk (rood punt representeert een bezwiken gebouw, een blauw punt een intact gebouw).

IN 'T KORT - Nwo's

Gebouwen rondom dijken zijn niet-waterkerende objecten (nwo's)

Andere voorbeelden van nwo's zijn kabels, leidingen en bomen

Nwo's mogen geen negatieve invloed hebben op de veiligheid van de waterkering

Modelonzekerheden kunnen nog niet worden geïmplementeerd in de casestudie