

prof. dr. ir. S.N. (Bas) Jonkman,
hoogleraar Waterbouwkunde,
sectie waterbouwkunde, TU Delft
prof. dr. ir. M. (Matthijs) Kok,
hoogleraar Waterveiligheid,
sectie waterbouwkunde, TU Delft

De recente overstromingen in het buitenland (New Orleans, Thailand, Japan en New York) laten zien hoe groot de maatschappelijke ontwrichting na een overstroming is en wat het belang van een goed waterkeringsstelsel is. Hoewel Nederland één van de best beveiligde delta's in de wereld is, voldoet een derde van onze hoofdwaterkeringen niet aan onze wettelijke normen. De komende jaren is het van belang om onder meer in het hoogwaterbeschermingsprogramma en Deltaprogramma voortvarend vorm te geven aan uitwerking en implementatie van versterkingen. De overstromingsrisicobenadering kan helpen om te komen tot kosteneffectieve investeringen in hoogwaterbescherming.

Werken aan een veilige delta

Lessen uit buitenlandse overstromingen

Algemeen

In de afgelopen tien jaar hebben verschillende overstromingsrampen nieuwe inzichten gegeven. In het jaar 2005 overstromde New Orleans door orkaan Katrina. De dijken bleken onveilig te zijn ("It was only a system in name", volgens het Army Corps of Engineers), zelfs als het water nog onder de kruin stond, en het crisismanagement faalde jammerlijk. De schade liep in de tientallen miljarden en er vielen honderden dodelijke slachtoffers in de stad. Pas dagen na de ramp konden de eerste hulpverleners het gebied bereiken en kwam de hulpverlening enigszins op gang. Zou dit in ons land beter gaan?

Meer recent kwamen overstromingen in Frankrijk (2010), Australië (2011), Thailand (2011), de tsunami in Japan (2011) en de effecten van 'superstorm' Sandy op New York (2012) in het nieuws. Voor ons laaggelegen land is kennis over de oorzaken en gevolgen van overstromingen van groot belang. Overstromingen komen in Nederland, mede door het relatief hoge beveiligingsniveau, weinig voor. Daarom is praktijkervaring alleen te verkrijgen door kennis op te doen bij grootschalige experimenten in eigen land - bijvoorbeeld door de beproeving van de IJkdijk - of bij rampen in het buitenland. Door Nederlandse experts is onderzoek gedaan naar de lessen die wij uit deze gebeurtenissen kunnen leren. Deze hebben betrekking op waterkeringen, maar ook op de gevolgen van overstromingen en strategieën om de risico's te beperken.

Waterkeringen

Een belangrijke oorzaak van de overstromingen in New Orleans en Frankrijk was het gebrekkige ontwerp en onderhoud van het waterkeringsstelsel. In New Orleans zijn op diverse plaatsen dijken door geotechnische faalmechanismen bezweken, terwijl het water nog onder de dijk kruin stond. Een harde conclusie moest zijn dat er niet ontworpen was met de meest recente inzichten, zodat de waterkeringen feitelijk onveilig werden gebouwd. Ook waren op een aantal plekken de waterkeringen te laag, vanwege zettingen en zakkingen. In Thailand en New Orleans bleek dat de aansluitingen tussen dijken en constructies (zoals sluisen) kwetsbaar zijn. Kennis over het faalgedrag van deze aansluitconstructies is nog onvoldoende en daarom krijgen deze aansluitingen in de toekomst meer aandacht bij de ontwikkeling van toets- en ontwerpregels in Nederland.



Overstroming van de Honda fabrieken in Rojana Industrial Estate nabij Bangkok. Deze lagen tot maanden na de overstroming stil.

Foto: Wikipedia

Recent was orkaan Isaac (augustus 2012) de eerste echte test van het nieuwe dijkenstelsel rond New Orleans, een systeem waarin na orkaan Katrina \$ 14 miljard is



Globale aangifte dijkringen Rijkswaterstaat met veiligheidsnorm
Bron: Data-ICT-Dienst RWS

geïnvesteed. New Orleans heeft Isaac goed doorstaan. Eerste schattingen laten zien dat zonder deze investeringen grote delen van de stad weer waren overstroomd, met miljarden schade tot gevolg. Dit laat zien dat het op orde brengen en houden van waterkeringen zeer verstandig en nodig is. Dit is een belangrijke les voor Nederland waar een substantieel deel van de waterkeringen niet aan de huidige normen voldoet.

Daadwerkelijke schade

De verwoestingen in New Orleans, Thailand en Japan maakten in alle gevallen diepe indruk op de

Nederlandse experts die deze gebieden bezochten. De kracht van het water was met name nabij bressen enorm, waardoor hier alle bebouwing werd weggevaagd. Een vaak gehoorde uitdrukking was: “het lijkt wel een oorlogsgebied waar een bom is gevallen”. Bij onverwachte overstromingen in kustgebieden blijken er veel dodelijke slachtoffers te kunnen vallen. In New Orleans en Frankrijk waren de slachtoffers in de meeste gevallen ouderen.

De schade blijft niet beperkt tot slachtoffers en directe schade aan bebouwing en infrastructuur. De indirecte schade door bedrijfsuitval en productieverlies is zeer groot. Dit was zo in Japan en in Thailand, waar de grote industriële productiecentra rond Bangkok in de eerste maanden na de overstroming stil bleven liggen (zie foto). Daarnaast kunnen er door overstroming onverwachte keteneffecten optreden, zoals de ramp met de Japanse kernreactor in Fukushima na de tsunami heeft laten zien. Met indirecte schade en keteneffecten in stedelijke en geïndustrialiseerde gebieden wordt in de huidige analyses en beleidsafwegingen in Nederland nog nauwelijks rekening gehouden. Ook op dit gebied is kennisontwikkeling zeer noodzakelijk.

Overstromingsrisico's in Nederland

In eigen land is het afgelopen decennium via verschillende lijnen meer inzicht ontstaan in de overstromingsrisico's. Bijna 3800 kilometer aan waterkeringen zijn in 2001, 2006 en 2011 getoetst aan de geldende normen. Uit de recente toetsing kwam naar voren dat ongeveer een derde van de keringen niet aan de eisen voldoet. Vanwege deze achterstand in veiligheid is het te betreuren dat er in het Bestuursakkoord Water besloten is om deze APK keuring niet iedere zes jaar, maar slechts eens per twaalf jaar uit te voeren. Zo dreigen we het zicht op de veiligheid van de waterkeringen te verliezen.

De huidige ontwerpregels leggen veel nadruk op de hoogte van de waterkering. Mede door de ramp in New Orleans en recente studies als *Veiligheid Nederland in Kaart* (VNK) is naar voren gekomen dat vooral ook de sterkte van de dijk (bepaald door de eigenschappen van de ondergrond en de breedte) van belang is. Vooral het faalmechanisme *piping* blijkt gevaarlijk, en het belang van dit mechanisme is tot nu toe onderschat. Hierbij kan er bij een hoogwater in de rivier water onder de dijk gaan doorspoelen wat leidt tot ondermijning. Het mechanisme is niet alleen ‘op papier’ een gevaar, dijkdoorbraken in New Orleans (2005; zeer snelle doorbraak), Zalk (1926) en Californië (o.a. 2006) onderschrijven dit. In de toekomst zullen extra versterkingen nodig zijn om de kans op doorbraak door piping voldoende klein te maken.¹

¹ Zie ook Expertise Netwerk Waterveiligheid (ENW), *Piping: realiteit of rekenfout*, 2010.



Superstorm Sandy

Orkaan Sandy en New York

Recent is de noordoostkust van de Verenigde Staten getroffen door orkaan Sandy. Vooral in het gebied rondom New York was de schade enorm. Hier zijn de lagergelegen kustgebieden en lagere delen van Manhattan – de zogenaamde waterfronts – overstroomd.

De totale schade door orkaan Sandy door de effecten van overstroming, wind en regenval wordt geraamd op meer dan 65 miljard US \$ en in de omgeving van New York waren 53 slachtoffers te betreuren. Ook hier bleek het belang van de indirecte effecten. Belangrijke ondergrondse infrastructuurverbindingen, zoals trein en metro, lagen in de weken na de ramp plat, en vele bedrijven zijn naar verwachting maanden gesloten. Op het moment wordt mede met Nederlandse inbreng nagedacht over oplossingen om de risico's in New York te beheersen. Typische Nederlandse oplossingen, zoals dijken en stormvloedkeringen, kunnen een rol spelen. Gelet op de hoge kosten van dergelijke maatregelen, lijkt het ook verstandig om andere strategieën, zoals lokale bescherming van kades en tunnels, uit te werken. Een belangrijke vraag in deze beschouwing zal zijn of orkaan Sandy een extreme en weinig voorkomende gebeurtenis was, of een storm die we de komende decennia vaker zullen mogen verwachten.

Vooruitblik

In de jaren '50 van de vorige eeuw heeft de toenmalige Deltacommissie de risicobenadering in de wereld van hoogwaterbescherming geïntroduceerd. De kans op een dijkdoorbraak en de gevolgen ervan bepalen samen het overstromingsrisico. In de afgelopen decennia is de risicobenadering verder ontwikkeld tot een praktisch toepasbaar instrument. Recente studies in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu geven inzicht in de economische en slachtofferrisico's in verschillende delen van het land. Met name in het rivieren- en Rijnmond gebied lijkt het op grond van deze resultaten verstandig na te denken over aanscherping van de normen. Veelal gehanteerde criteria bij deze beoordeling zijn: de verhouding van kosten van maatregelen en baten (de reductie van het overstromingsrisico), en de aanvaardbaarheid van (grote aantallen) slachtoffers. Besluitvorming rondom aanvaardbaar risico is politiek: het gaat om het vergelijken van maatschappelijke kosten en maatschappelijke baten, in relatie tot andersoortige risico's. In de bepaling van de gevolgen van grootschalige overstromingen lijkt tot nu toe te weinig aandacht te zijn voor de grootschalige economische effecten. Door logistieke principes als 'Just In Time', de toegenomen afhankelijkheid van ICT en de globalisering van de economie is het te verwachten dat deze effecten zijn toegenomen, in vergelijking met (bijvoorbeeld) 20 jaar geleden. Aan de TU Delft is inmiddels een onderzoek gestart om deze effecten beter

in beeld te krijgen. Uit de risicoanalyses blijkt daarnaast ook dat de huidige dijkkringenkaart niet meer volledig voldoet. Deze kaart heeft als uitgangspunt dat de waterkeringen in de dijkkring overal dezelfde norm hebben (bij de overgang naar een overstromingskans per dijkkring geldt dit niet noodzakelijk, maar hier geldt ook dat de zwakste schakel de sterkte van de gehele dijkkring bepaalt, waardoor de vrijheid om te differentiëren binnen een dijkkring niet heel groot is). De gevolgen van een doorbraak kunnen echter behoorlijk verschillend zijn, waardoor het efficiënt kan zijn om verschillende normen voor verschillende delen van de dijkkring te hanteren. Het onderzoek en de besluitvorming rondom de normering vindt plaats in het kader van het Deltaprogramma dat is opgezet na het verschijnen van het advies van de tweede Deltacommissie in 2008. We zijn inmiddels vier jaar verder, en binnen de verschillende deelprogramma's was er tot op heden nog relatief weinig aandacht voor concrete uitwerking van strategieën en het effect van deze strategieën op het overstromingsrisico.

Het begrip meerlaagsveiligheid (zie figuur) staat wel centraal in de belangstelling. Dit betreft de combinatie van preventieve maatregelen zoals dijkversterking en rivierverruiming (laag 1), gevolgbeperkende maatregelen door ruimtelijke ordening of waterrobuust bouwen (laag 2) of rampenbeheersing en evacuatie (laag 3). Het is van belang dat discussies over dit thema gevoerd worden vanuit een nuchter en realistisch perspectief. Daarbij zijn de haalbaarheid en efficiëntie van de diverse maatregelen van belang. Ingrepen in alle drie de lagen zijn technisch mogelijk. Voor binnendijkse gebieden in Nederland zijn – vanwege het hoge beschermingsniveau en de hoge kosten – grootschalige ingrepen in de tweede en derde laag doorgaans niet kosteneffectief.

Daarnaast zullen gevolgbeperkende maatregelen slechts een deel van de gevolgen bij dijkdoorbraak reduceren: door rampenbeheersing kan wel het aantal slachtoffers dalen, maar de (economische) schade wordt nauwelijks gereduceerd, en in laag 2 zal alleen de schade aan specifieke objecten of (nieuwe) woonbebouwing gereduceerd worden.

Bij investeringen in het beheersen van overstromingsrisico's gaat het om het verdelen van schaarse middelen. Preventie is voor dichtbevolkte stedelijke gebieden (Bangkok, New Orleans, Tokyo), en dus ook in Nederland de meest efficiënte maatregel, zo blijkt uit de diverse studies die op dit gebied zijn uitgevoerd. Er zijn situaties waarin de inzet van laag 2 en 3 aantrekkelijk kan zijn. In Nederland geldt dit voor buitendijkse gebieden die frequent overstromen, lokale risicoconcentraties in binnendijks gebied (bijvoorbeeld een kerncentrale), of zeer kostbare lokale knelpunten bij dijkversterking in stedelijk gebied. Het verdient

aanbeveling om onder meer in het Deltaprogramma concreet en consistent uitwerking te geven aan meerlaagsveiligheid voor verschillende gebieden. Daarbij is het van belang om een meerlaagsveiligheidsstrategie vanuit technisch, economisch en maatschappelijk perspectief te vergelijken met andere oplossingsrichtingen. Voor delta's in het buitenland geldt in het algemeen niet dat preventie nagenoeg altijd de meest efficiënte maatregel is. Met name in rurale gebieden kunnen maatregelen uit de tweede en derde laag bijdragen aan een efficiënte beheersing van de overstromingsrisico's. Een voorbeeld hiervan zijn de shelters in de kustgebieden in Bangladesh. Waarschijnlijk nog wel een belangrijker opgave betreft het realiseren van de benodigde dijkversterkingen die volgen uit de toetsing en de nieuwe inzichten met betrekking tot de sterkte van de dijk. De risicobenadering kan helpen om die versterkingen te identificeren die tegen lage kosten het meeste bijdragen aan reductie van overstromingskansen in gebieden met grote gevolgen. Deze benadering (gebaseerd op de uitkomsten van het onderzoeksproject Veiligheid Nederland in Kaart) kan nu al toegepast worden om de versterkingen te prioriteren. Zo kunnen we de komende jaren verder werken aan een veilige delta.



Concept meerlaagsveiligheid