

## Is het nog wel nodig? Regionale dijkversterkingen in de 21<sup>ste</sup> eeuw

*JaapJan Zeeberg (hoogheemraadschap van Rijnland), Marlies Zantvoort (Hydrologic), Bouke Rijnaker (hoogheemraadschap van Rijnland), Maarten Spijker (Hydrologic), Reinoud van Oosten (RPS)*

**Sinds de deltabeslissing Waterveiligheid uit 2014 gelden er nieuwe normen voor waterkeringen langs de kust en de grote rivieren. Centraal staat het Lokaal Individueel Risico (LIR), dat wordt bepaald door de kans op overstroming en de gevolgen ervan. Ook verlies aan mensenlevens is daarin meegenomen. Voor regionale dijken en wateren gelden nog de oude normen. Hoogheemraadschap van Rijnland paste de nieuwe normen toe op de polders rond het Braassemermeer, nabij Schiphol. De risico's bleken in dit geval – diepe polders nabij grote plassen – vergelijkbaar met risico's vanuit kust en grote rivieren. Regionale dijkverbeteringen zijn hier zeer kosteneffectief.**

Bij landing op Schiphol spiegelen rondom grote plassen water in het vlakke land en eenmaal op de grond, bijna vijf meter onder zeeniveau, is het tussen de snelwegen moeilijk voor te stellen dat ook hier twee eeuwen terug de waterwolf heerste. Het water is teruggedrongen in de meren en kanalen van de boezem, en in de drooggevallen polders liggen dorpen en honderden (veelal agrarische) bedrijven. De belangen zijn hier de afgelopen decennia onvoorstelbaar toegenomen, met een jaarlijks verdichtend netwerk van ondergrondse leidingen, snelwegen, groeiende drukte op de nationale luchthaven en een aldoor stijgende bevolkingsdichtheid. De gedachte dat een dijkdoorbraak vanuit het lokale watersysteem weliswaar hinderlijk is en veel schade zou kunnen veroorzaken, maar in beginsel weinig gevaarlijk, is achterhaald nu ook de diepste polders duizenden woningen herbergen.

In 2015 worden veel maatregelen afgerond die Nederland veiliger maken tegen grote overstromingen. Waterschappen hebben bij het prioriteren van dijkversterkingen gekozen voor gerichte investeringen op plaatsen waar de risico's het grootst zijn. Waterveiligheid wordt binnen het Deltaprogramma (dat gericht is op de primaire keringen) uitgedrukt als het 'lokaal individueel risico' (LIR) om te sterven tijdens een overstroming. Voor de 'voorkeur' van zee en grote rivieren is het doel om dit risico vrijwel geheel weg te nemen. Voor de regionale keringen ligt dat anders. De kans op een dijkdoorbraak is door de dijkversterkingen fors verminderd: de dijken zijn verbreed en plaatselijk met meer dan een meter klei fors steviger gemaakt. De waterveiligheid voldoet er de komende dertig jaar aan de (oude) wettelijke normen: in die tijd verzakt de dijk en loopt de kans op een dijkdoorbraak weer langzaam weer op. (De bodem daalt er met circa een centimeter per jaar, veel sneller ter vergelijking dan de stijging van de zeespiegel).

In dit artikel kijken we door de bril van het Deltaprogramma naar het gebied rond het Braassemermeer. Daarmee passen we het 'lokaal individueel risico' toe op een lokale situatie.

In de afgelopen vijf jaar is in het hele gebied ten zuiden van de Haarlemmermeer ruim 100 miljoen euro geïnvesteerd om de dijken te verbeteren. Er is zo'n 150 km aangepakt, waarvan 50 km in de acht polders rond het Braassemermeer (afbeelding 2). Over de noodzaak van de ingreep bestaat geen twijfel. Een aantal van deze polders is klein en diep – drie tot vijf meter onder boezempeil, waardoor ze snel vollopen bij een dijkdoorbraak – en herbergt woonkernen als Leimuider, Rijnsaterwoude, en Woubrugge (afbeelding 1). De snelheid waarmee deze dorpen vollopen en het volume van het achterliggende water zijn zodanig dat compartimenteren van de boezem (het afsluiten van delen van de boezem zodanig dat een overstroming vanuit de boezem beperkt blijft) geen optie is; zo'n compartimentering is niet mogelijk bij grote wateren als het Braassemermeer. Op veel plekken was de sterkte van de dijk minder dan het laagste veiligheidsniveau, met een 'overschrijdingskans' van 1/10 (overschrijding van het boezempeil eenmaal in de tien jaar). Dit komt volgens de nieuwe systematiek overeen met een kans op dijkdoorbraak ('overstromingskans') eenmaal in de ongeveer vijftig jaar. (De overstromingskans is circa 0,2 maal de huidige overschrijdingskans [1]).



**Afbeelding 1. Polder Oudendijk, met op de achtergrond Woubrugge**

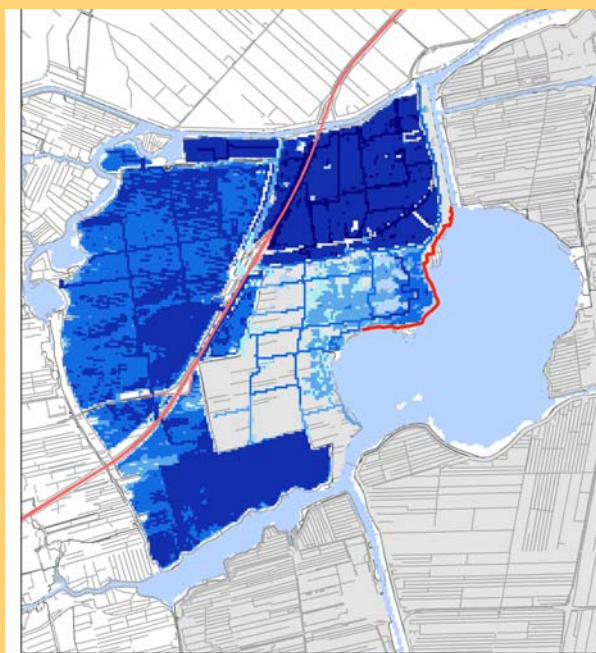
*De kade langs de zuidwestelijke oever van het Braassemermeer is in 2011 versterkt.*



**Afbeelding 2. De kades zijn verhoogd en verbreed om ze te stabiliseren en beter bestand te maken tegen golfploop, zoals hier aan de oostzijde van het Braassemermeer**

## Methodiek

Op vergelijkbare wijze als bij het Deltaprogramma, is de effectiviteit van regionale dijkverbeteringen in kaart gebracht door het 'lokaal individueel risico'(LIR) en de economische gevolgschade te berekenen. De grondslag voor beide berekeningen is het overstromingsmodel HIS SSM (Hoogwater Informatie Systeem/Schade en Slachtoffer Module). Het model kent een aantal beperkingen: het is vrij grof (100 x 100 m grid), en de invoer komt uit een verouderd hoogtemodel (AHN1, 2002). Het geeft daarom niet voor alle situaties een realistisch beeld. Voor het doel van deze studie is HIS SSM bruikbaar omdat het gaat om relatief kleine, diepe polders naast groter water, die snel vollopen (zie afbeelding). HIS SSM neemt indirecte schades niet volledig mee, zoals de schade aan een bedrijf dat na de overstroming niet direct open kan, of de schade die ontstaat door het inzakken van boezemland. De met HIS SSM berekende schades zijn daarom indicatief en vertegenwoordigen een



ondergrens. Net als bij het Deltaprogramma is er een vermenigvuldigingsfactor van de schadebedragen gehanteerd van 2,24 [2].

### Afbeelding

*Het Braassemermeer en de Veender- en Lijkerpolder ten weerszijden van de snelweg A4. De polder is tot 5 meter diep en overstroming veroorzaakt schade in en om Roelofarendsveen. In rood het maatgevende deel van de kadering die gebruikt is voor het LIR. Er is voor een vereenvoudigde benadering gekozen door alleen het overstromingspatroon bij dit ringdeel weer te geven. Overstromingen vanuit de rest van de ring kunnen een verhoging van het LIR geven*

Omdat in het beschouwde gebied de stijgsnelheden en waterdiepten hoog zijn, is de kans op dodelijke slachtoffers groot, hoewel de meeste van de duizenden getroffen en tijdig hogere gronden zullen bereiken. Bij historische dijkdoorbraken in het gebied – in januari 1788 en juni 1827 – konden inwoners wegglopen de dijk op – tegenwoordig is risico op slachtoffers groter simpelweg omdat de bevolkingsdichtheid enorm is toegenomen.

Voor alle buurten (CBS gegevens 2000, bevolkingsgroei 5%) is de waterdiepte én de stijgsnelheid na dijkdoorbraak geanalyseerd om de kans op overlijden (mortaliteit) te kunnen bepalen. De buurt met de hoogste mortaliteit is maatgevend voor de polder. Het berekende aantal slachtoffers is indicatief voor het 'worst case scenario' – een dijkdoorbraak tijdens de nacht, als iedereen thuis is – en geeft in de eerste plaats de kwetsbaarheid van een polder aan. Voor ieder dodelijk slachtoffer is een geldwaarde van 6,7 miljoen euro gehanteerd, voor iedere getroffene een waarde van 12.500 euro [2]. Dat leidt tot een bedrag voor de immateriële schade in het totale schaderisico.

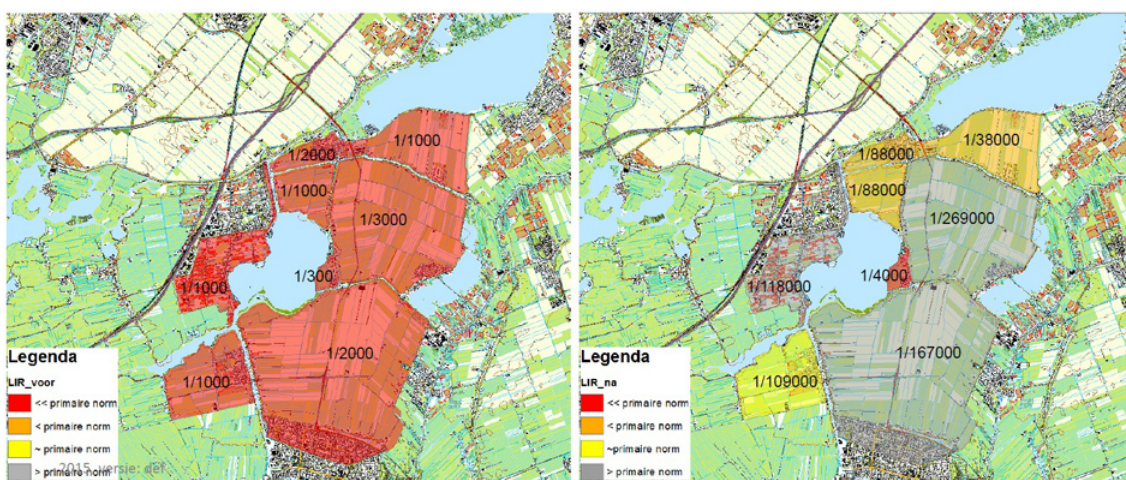
Om vast te stellen of een investering rendabel is, is vervolgens de 'netto contante waarde' (NCW) bepaald. Op basis van NCW worden de dijkversterkingskosten vergeleken met de baten gedurende de levensduur van 30 jaar waarop de kering ontworpen is. Simpel gezegd: leveren de euro's dijkversterking voldoende euro's risicoreductie op?



## Resultaat

De regionale dijkverbeteringen van de afgelopen vijf jaar hebben de kans op slachtoffers en schade fors verminderd. De keringen voldoen aan de huidige wettelijke IPO-normen (IPO = Interprovinciaal Overleg), en de nu berekende schadebedragen passen bij de IPO-klassen van 30-320 miljoen euro (geïndexeerd, slachtoffers niet meegenomen).

De nu voor het eerst voor regionale dijken berekende LIR voldoet voor vijf van de acht polders ook aan de primaire overstromingsnorm met een kans op overlijden niet hoger dan eens per 100.000 jaar. Door bodemdaling en zetting van de dijk loopt de kans op een dijkdoorbraak in de loop der tijd geleidelijk op en stijgt het risico, maar zelfs na dertig jaar voldoen nog altijd vier polders aan de LIR-norm (afbeelding 3).



**Afbeelding 3. Het 'lokaal individueel risico' (LIR) van acht polders ten zuiden van de Haarlemmermeer**  
 Links: voor de regionale dijkversterkingen (2009). Rechts: zoals verwacht dertig jaar na de nu uitgevoerde dijkversterking (2045). Opvallend is de Rijnsaterwoudesepolder, die ver onder de landelijk gewenste norm (voor de primaire keringen) blijft.

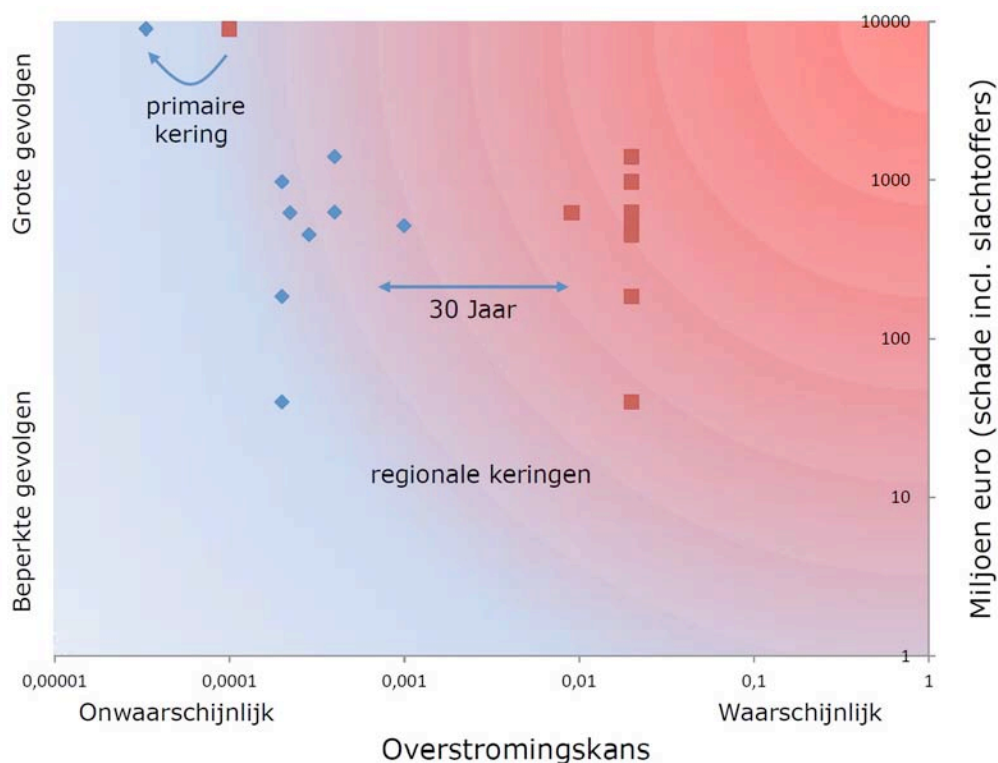
Ook de minder urgente dijkversterkingen, langs grote polders waarin het water uit boezemkanalen als de Drecht zich goed kan verspreiden, renderen doordat bij overstroming grote schade optreedt aan de waterweg en in de omgeving. In polders gelegen aan dergelijke boezemkanalen is in geval van een dijkdoorbraak compartimentering van de boezem mogelijk als maatregel om de overstroming te beperken, waardoor de risico's verminderen hoewel aanzienlijk blijven. Veel hangt af van de snelheid waarmee de maatregel kan worden uitgevoerd. Het overstromingsmodel neemt indirecte schades (aan een bedrijf, of schade aan de ondergrond) niet mee maar komt altijd nog op een totale risicoreductie voor een periode van 30 jaar van 14 tot 330 miljoen euro (NCW).

Er is winst geboekt maar de regionale overstromingsrisico's blijven hoog en benaderen in het merengebied van Rijnland het risico vanuit de primaire wateren. Na verbetering van de regionale keringen resteert in het merengebied een jaarlijks risico van 0.2 tot 1.5 miljoen euro. Ter vergelijking: het geaccepteerde risico van doorbraak van de (primaire) IJsseldijk bij Gouda is

circa 0,3 miljoen euro per jaar. (Dit volgt uit een overstromingskans van 1/30.000 en een gevolgschade van circa 9 miljard euro incl. slachtoffers [310] en getroffen en [113.000], [2]). De conclusie is dat de rond het merengebied uitgevoerde dijkversterkingen zeer rendabel zijn en een veelvoud aan risicoreductie geven in vergelijking met investeringen in de primaire keringen. De gevolgen van een doorbraak van bijvoorbeeld de IJsseldijk bij Gouda of Krimpen aan den IJssel zijn groter – maar de kans op een dergelijke calamiteit is tegelijkertijd een factor 100 kleiner (afbeelding 4).

Het risicodiagram (afbeelding 4) van de kans afgezet tegen de gevolgen (de totale gevolgschade inclusief slachtoffers en getroffen en), laat zien dat de regionale keringen rond het Braassemmeer blijvend een groot risico geven. Dit is niet slechts een financieel risico, een overstroming geeft ook langdurige ontwrichting. In zes van de acht polders is de kans groot dat er dodelijke slachtoffers vallen, in sommige polders meer dan tien.

De berekende risico's zijn niet voor alle acht polders gelijk. De spreiding in de schade bij overstroming (doorbraak) tussen de polders is een factor tien: 100 miljoen tot een miljard euro (afbeelding 4). In combinatie met de hoge kans op een dijkdoorbraak, maakt dit de verbetering van ook de minst urgente polder ruimschoots de moeite waard. In één polder (Rijnsaterwoude) blijft het risico zo hoog dat te overwegen valt om zwaardere maatregelen te nemen, bijvoorbeeld het aanbrengen van damwanden.



**Afbeelding 4. Risicodiagram voor de regionale keringen, vóór verbetering (rood) en na verbetering (blauw)**

Ter vergelijking is ook een primaire kering ingevoerd (IJsseldijk Gouda). De faal(overschrijdings)kansen zijn omgerekend naar overstromingskansen. Het schadebedrag is de totale directe schade, inclusief slachtoffers en getroffen en. De assen zijn logaritmisch.

### Sober of doelmatig verbeteren?

De waterschappen behartigen in 2015 meer taken tegen lagere kosten. Daarbij geldt een solidariteitsbeginsel dat maakt dat waterschappen een groot deel, soms het grootste deel van het veiligheidsbudget besteden aan primaire dijken buiten het eigen gebied. De prioriteit en omvang van dijkverbetering van een regionale dijk volgt uit een maatschappelijke kosten-baten analyse. Voor een waterschap met diepe polders grenzend aan groot water is de dreiging binnen het eigen gebied echter even relevant als de onwaarschijnlijke doorbraak vanuit het buitenwater.

De kans op doorbraak van de meest risicovolle dijken in het merengebied van Rijnland is de afgelopen vijf jaar fors verlaagd. Deze dijken zijn nu verstevigd, met marges die bedoeld zijn om ruimte te houden voor technische onzekerheden en menselijke fouten (gebouwen worden om die reden viermaal sterker gemaakt dan strikt noodzakelijk). En nog voldoen de regionale keringen, toekomstbestendig en al, slechts aan een maat die we redelijk en betaalbaar vinden.

Het eindresultaat moet in een eeuwenoud landschap passen en kloppen met de plannen voor ruimtelijke inrichting van gemeenten en de individuele burger die langs het water woont en recreëert. Er is in de afgelopen jaren veel discussie gevoerd, binnen de waterschapsbesturen en met bewoners over de gewenste mate van uitvoering en aantasting van het 'woongenot', want de tuinmeubelen moeten recht blijven staan. Om al deze redenen is er ingezet op een sobere uitvoering: minimale maatregelen om de kering weer aan de veiligheidsnorm te laten voldoen. De enorme gevolgen van een overstroming laten echter het belang zien om in voorkomende situaties enige 'overdimensionering' toe te passen. Juist in het regionale systeem rendeert de investering in waterveiligheid, en in vergelijking met de miljarden uitgaven die binnen het Deltaprogramma zijn geprojecteerd voor de primaire keringen, zijn deze investeringen te overzien. Het versterken en verzwaren van de oude veendijken is misschien 'ouderwets,' maar blijkt nog altijd een kosteneffectieve methode om bescherming tegen overstroming te verbeteren.

### Vijf conclusies

- Risicoanalyse (kans en gevolg) laat zien dat de gevolgen van primaire en regionale overstromingen vergelijkbaar zijn. De primaire en regionale risico's zijn goed in balans te brengen, maar het regionale risico blijft relatief groot en neemt sneller toe in de tijd.
- Het beschouwen van regionale keringen met de nieuwe LIR-normen voor het slachtofferrisico (naast de economische risico's) heeft meerwaarde om risico's vanuit zee en rivieren vergelijkbaar te maken met risico's vanuit binnenwateren.
- Veiligheid in een gebied wordt snel en effectief vergroot door het verbeteren van de meest gevaarlijke dijken in een prioritaire 'Top 25'. De combinatie van groot watervolume en een kleine polder maakt een polder gevaarlijk. Omdat het afsluiten van de boezem in zo'n situatie onmogelijk is, is dijkverbetering de aangewezen manier om de noodzakelijke risicoreductie te bereiken.
- Binnen een Top 25 van meest risicovolle regionale keringen is een versteviging niet snel te robuust en is een ontwerplevensduur van dertig jaar realistisch. In polders waar het LIR

hoog blijft valt te overwegen om zwaardere maatregelen te nemen en/of een levensduur van bijvoorbeeld 100 jaar te kiezen.

- Regionale dijkversterkingen zijn zeer kosteneffectief, ook als wordt gerekend met compartimentering van de boezem (voor zover mogelijk). Een aanvullende maatregel om de gevolgen van een overstroming te verminderen is om te zorgen dat het water weg kan, bijvoorbeeld door een noodventiel of zelfs het doorsteken van dijken naar achterliggende polders.

### **Referenties**

1. Meer, M.T. van der (1998). Achtergronden bij de richtlijn ter bepaling van het veiligheidsniveau van boezemkaden. Fugro, Nieuwegein.
2. Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2014). Factsheets behorende bij technisch inhoudelijke uitwerking eisen aan primaire keringen. DG Ruimte en Water, Directie Algemeen Waterbeleid en Veiligheid. Versie DPV 2.2 (definitief).

### **Contactgegevens**

JaapJan Zeeberg, Hoogheemraadschap van Rijnland, 071-3063347, [j.zeeberg@rijnland.net](mailto:j.zeeberg@rijnland.net)