

# Economisch optimale niveaus voor de bescherming van dijkringen tegen grootschalige overstromingen

In de maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) Waterveiligheid 21e eeuw zijn economisch optimale beschermingsniveaus voor primaire waterkeringen berekend. Hiervoor is uitgegaan van de kosten van dijkverhoging (lees versterking) en de gevolgen (in brede zin) van een overstroming. De MKBA wijst op drie gebieden waar het economisch efficiënt is de normen in de periode tot 2050 te verhogen: het rivierengebied, delen van de regio Rijnmond-Drechtsteden en Almere. De MKBA geeft geen ondersteuning voor de aanbeveling van de Commissie Veerman om het beschermingsniveau voor alle gebieden in Nederland met een factor 10 te verhogen.

Het belangrijkste doel van de MKBA WV21 is om economisch optimale beschermingsniveaus voor dijkringen te berekenen. De analyse is gebaseerd op de kosten en baten van dijkversterking, omdat dit over het algemeen de goedkoopste manier is om de overstromingskansen te verkleinen. Daarmee wordt verondersteld, dat wanneer later gekozen wordt voor rivierverruiming in plaats van dijkversterking, het berekende economisch optimale beschermingsniveau nog steeds optimaal is. De extra kosten van rivierverruiming dienen dan nader afgewogen te worden tegen de extra baten die rivierverruiming oplevert (natuurbaten, ruimtelijke kwaliteit, etc.). De uitgevoerde analyse is een maatschappelijke kosten-batenanalyse, wat inhoudt dat niet alleen de financieel-economische schade wordt meegenomen maar ook de schade aan onder andere natuur, cultuurhistorie en het verlies aan mensenlevens.

Maatregelen die er op gericht zijn om - in plaats van de overstromingskansen - de gevolgen te beperken, zijn in de MKBA niet meegenomen. Deze maatregelen zullen de komende jaren in de gebiedsgerichte deelprogramma's van het Deltaprogramma alsnog onderzocht worden en kunnen dan - in elk geval in theorie - worden afgewogen tegen maatregelen die leiden tot een verkleining van de overstromingskansen.

## Methode

In de MKBA is gebruik gemaakt van een wiskundig model (OptimaliseRing). Dat is een

Aan de basis van de MKBA WV21 staat de economische analyse die de eerste Deltacommissie liet uitvoeren om een economisch optimaal beschermingsniveau voor dijkkring 14, Centraal Holland, te berekenen. Die methode komt erop neer dat de totale kosten van investeren in de waterkering en de verwachte schade worden geminimaliseerd. Afbeelding 1 schetst het principe. In de waterkering wordt net zolang geïnvesteerd totdat de kosten van de laatste investering net niet meer opwegen tegen de verdere afname van de verwachte schade. In dat punt zijn de totale kosten minimaal en is de hoogte van de waterkering (en daarmee het beschermingsniveau) economisch optimaal.

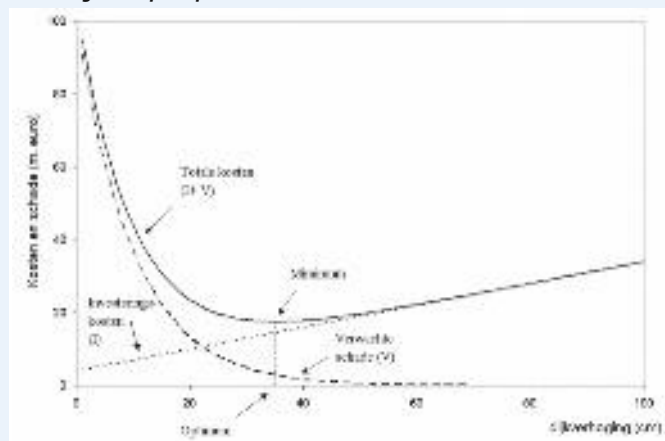
uitgebreide versie van het model dat het Centraal Planbureau eerder gebruikte voor het bepalen van economisch optimale beschermingsniveaus per dijkkring in het kader van de KBA Ruimte voor de Rivier. OptimaliseRing berekent een economisch optimale, investeringsstrategie in dijkverhogingen voor de lange termijn. 'Optimaal' wil zeggen dat de totale kosten van investeringen in dijkverhoging en de verwachte schade (kans maal schade) over een langere periode worden geminimaliseerd, waarbij rekening wordt gehouden met klimaatverandering en economische groei. Het model rekent een optimale investeringsstrategie uit met optimale tijdstippen en optimale omvang van dijkverhogingen. Uit de optimale investeringsstrategie worden vervolgens economisch optimale overstromingskansen voor dijkringen afgeleid.

Als gevolg van klimaatveranderingen en economische groei is het investeren in de waterkeringen een terugkerende beslissing. Omdat dijkverhoging gepaard gaat met een flink deel aan vaste kosten, is het efficiënt de

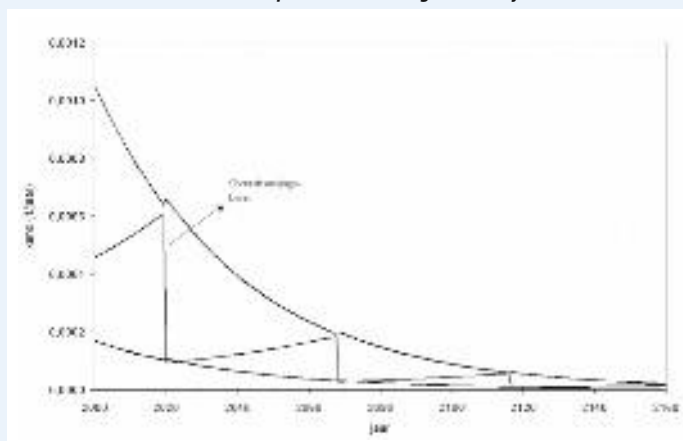
dijk periodiek flink te verhogen en dan weer een tijd lang te wachten. De vraag is dus niet alleen hoeveel een dijk moet worden verhoogd, maar ook wanneer en wanneer opnieuw. Hierdoor is het beschermingsniveau in de tijd ook niet constant: net na een investering is de overstromingskans het kleinst en net voor een investering het grootst. Het verloop van de overstromingskansen in de tijd vertoont een zaagtandpatroon met sprongen op de momenten van investeren. In afbeelding 2 is dit zaagtandpatroon weergegeven voor het eenvoudige geval waarin een dijkkring door één dijk wordt beschermd.

In afbeelding 2 neemt de overstromingskans ('zaagtand'-lijn) eerst toe als gevolg van klimaatverandering en bodemdaling, tot een bepaalde, vanuit economisch perspectief maximaal toelaatbare overstromingskans is bereikt (bovenste lijn). Op dat moment wordt geïnvesteerd, zodat daarna een hoog beschermingsniveau gehaald wordt (onderste lijn). De verhouding tussen vaste en variabele kosten bepaalt de omvang van

Afb. 1: Algemeen principe van de MKBA.



Afb. 2: Economisch efficiënt verloop van overstromingskansen bij herhaald investeren.





onzekerheden doorgaans voor alle dijkeringen in dezelfde richting doorwerken, zijn ondanks de grote bandbreedtes (zie afbeelding 6) de geschetste relatieve verhoudingen van de economisch optimale overstromingskansen tussen de dijkeringen significantier dan uit een bandbreedte zou kunnen worden geconcludeerd.

### Conclusie

Uit de MKBA volgen voor de verschillende dijkeringen economisch optimale beschermingsniveaus. Alhoewel deze niet één op één zijn te vergelijken met de huidige overschrijdingskansnormen, duiden de resultaten op drie gebieden waar het duidelijk economisch efficiënt is de normen in de periode tot 2050 te verhogen: het rivierengebied, delen van de regio Rijnmond-Drechtsteden en Almere. De aanbeveling van de Commissie Veerman het beschermingsniveau voor alle gebieden in Nederland met een factor 10 te verhogen, wordt door de uitkomsten van de MKBA niet ondersteund.

### Actualiseringskosten

Voor in het rivierengebied, delen van de regio Rijnmond-Drechtsteden en Almere zijn op grond van de MKBA-uitkomsten dus extra inspanningen te verwachten voor het verhogen van het beschermingsniveau. De kosten hiervan worden in de MKBA geraamd op een totaal van vijf tot tien miljard euro (inclusief BTW, prijspeil 2009). Dit zijn de kosten van dijkversterkingen, inclusief de kosten voor het verhelpen van de problemen met *piping*. De kosten zijn exclusief de kosten van lopende projecten en de kosten die nodig zijn voor het compenseren van de effecten van klimaatverandering en bodemdaling.

### Second opinion

Het Centraal Planbureau heeft op verzoek van het ministerie van I&M een *second opinion* opgesteld. Daarin is aangegeven dat 'de KBA WV21 beter is dan alle andere tot nu toe gemaakte veiligheidsberekeningen. Het vormt ook een goed uitgangspunt voor beleid, Mits goed rekening wordt gehouden met de genoemde kritiek die nader onderzoek vereist'. Over de Monte Carlo-analyse schrijft het CPB: 'Dit is een sterk vernieuwend onderdeel van deze kosten-batenanalyse, want het is vermoedelijk de eerste keer dat dit zo uitgebreid is gedaan.'

Jarl Kind (Deltares)

Johan Gauderis (Rebelgroup)

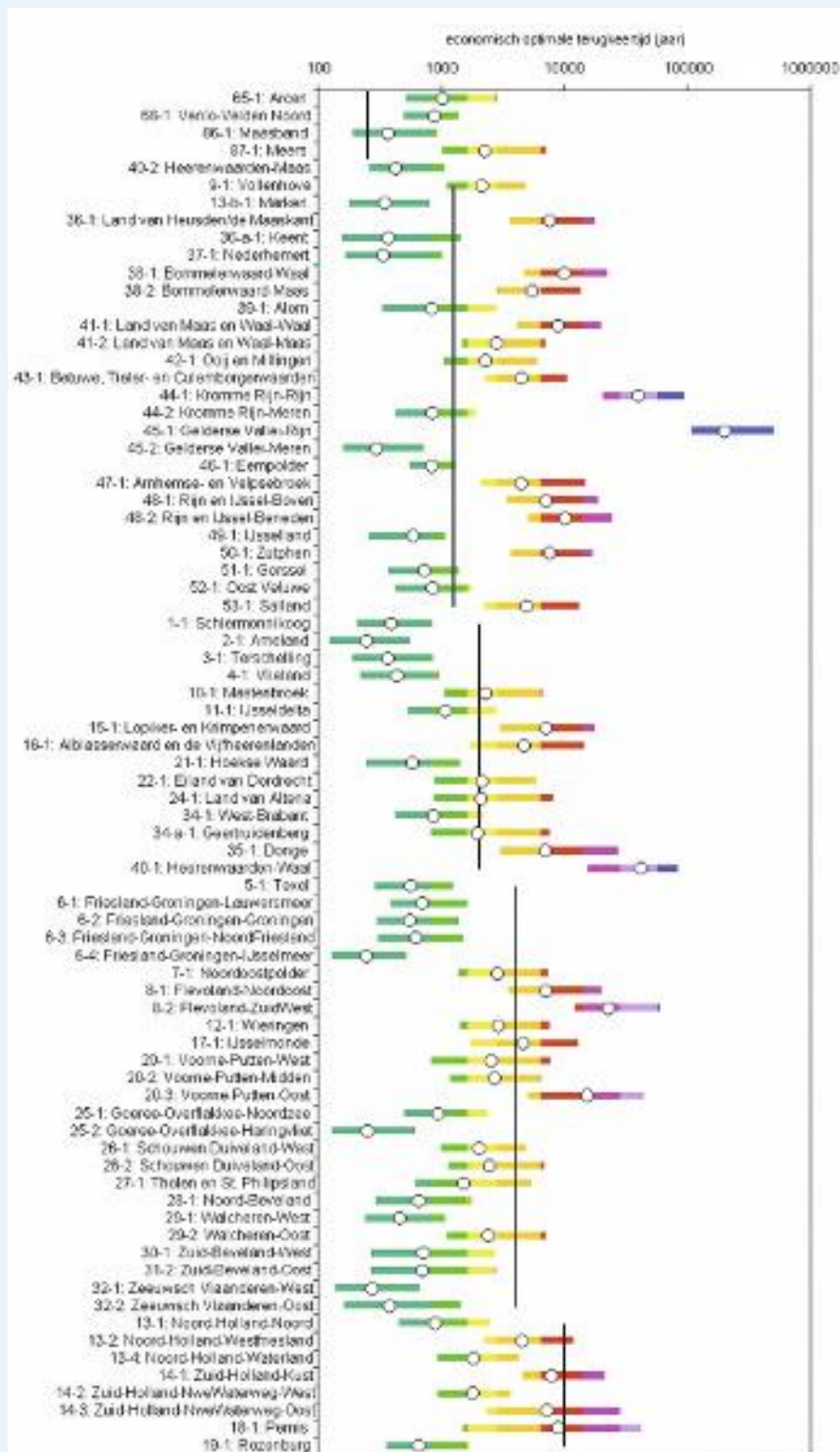
Matthijs Duits (HKV Lijn in water)

Carlijn Bak (Deltares)

Alle onderzoeksrapporten van Deltares voor WV21 zijn in te zien op de interpagina van Deltares.

#### NOTEN

1 Bockarjova M., P. Rietveld en E. Verhoef (2009). First results immaterial damage valuation: value of statistical life (VOSL), value of evacuation (VOE) and value of injury (VOI) in flood risk context, a stated preference study (III). VU Amsterdam, Department of Spatial Economics.



Afb. 6: 80 procent betrouwbaarheid rondom de economische optimale overstromingskansen (balkjes in kleur). Witte cirkel: gemiddelde waarde, horizontale lijn: huidige overschrijdingskansnorm.

- CPB (2011). Second Opinion Kosten-batenanalyse Waterveiligheid 21e eeuw. Op verzoek van het ministerie van Infrastructuur en Milieu, DG Water. CPB notitie, 31 augustus 2011.
- Dantzig D. van (1956). Economic decision problems for flood prevention. *Econometrica* nr. 24, pag. 276-287.
- Dantzig D. van en J. Kriens (1960). Het economische beslissingsprobleem inzake de beveiliging van Nederland tegen stormvloed. Deel 3, bijlage JI.2 van het rapport van de Deltacommissie.
- Duits M. (2011). OptimaliseRing - Technische documentatie van een numeriek rekenmodel voor de economische optimalisatie van veiligheidsniveaus van dijkeringen - Versie 2.3. HKV Lijn in water.
- Eijgenraam C. (2005). Veiligheid tegen overstromen - Kosten-batenanalyse voor Ruimte voor de Rivier, deel 1. Centraal Plan Bureau. CPB-document 82.
- Gauderis J. (2009). Schade ten gevolge van productie-uitval bij overstromingen. Discussienotitie in het kader van de KBA Waterveiligheid 21e eeuw. In opdracht van Deltares.