

Een veilige kust, ook in de toekomst

Johan Reyms, Toon Verwaest & Frank Mostaert

Waterbouwkundig Laboratorium, Vlaamse Overheid, Departement Mobiliteit en Openbare Werken;
johan.reyms@mow.vlaanderen.be

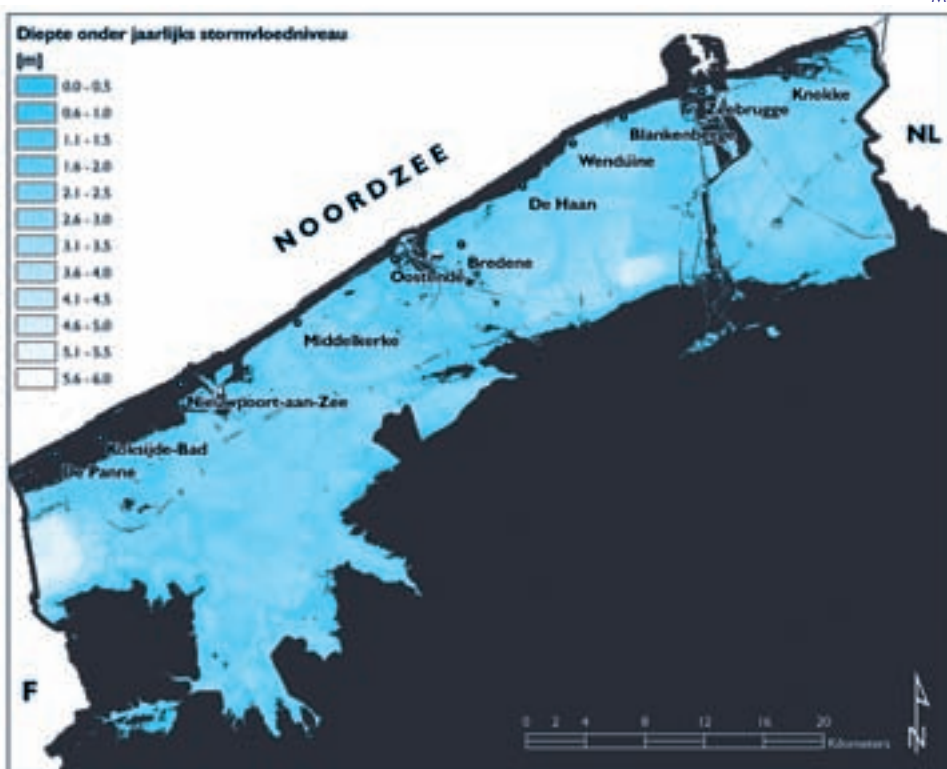
Zoals reeds te lezen in de vorige twee bijdragen, staat het voor de wetenschap vast dat het klimaat verandert. Wereldwijd neemt de temperatuur toe, smelten ijskappen en gletsjers, en op veel plaatsen stijgt de relatieve zeespiegel. Deze effecten zijn ook in België voelbaar: tijwaarnemingen in Oostende tonen dat de zeespiegel de afgelopen eeuw gemiddeld met iets minder dan 2 mm per jaar steeg. Deze stijging verloopt echter niet gelijkmatig. Terwijl de toename tot de jaren '90 ongeveer 1,5 mm per jaar bedroeg, lijkt deze in de laatste decennia beduidend versneld te zijn (zie "Zeespiegelstijging: moeten we vrezen voor natte voeten?"). Bovendien blijken de hoogwaterstanden sterker te stijgen dan de laagwaterstanden, waardoor de getijdenamplitude toeneemt. Alhoewel de tijdreeksanalyse van windvelden geen bewijs heeft geleverd van een te verwachten toename van de windsterkte (zie "En wat met de stormen, worden die talrijker en/of krachtiger?"), zullen stormgolven door de grotere waterdiepte de kust naar verwachting in de toekomst met grotere kracht kunnen aanvallen. De impact van een zware storm aan de kust zal in de toekomst dan ook onvermijdelijk toenemen.

Veranderende klimaatsomstandigheden met gevolgen voor de kustveiligheid

De Belgische kustvlakte (de "kustpolders") strekt zich over een afstand van ongeveer 65 km uit langs de zuidelijke Noordzee. Ze heeft een min of meer constante breedte van 15 km. Enkel ter hoogte van de IJzervallei loopt ze verder door naar het binnenland, tot voorbij Diksmuide. Het niveau van het maaiveld ligt er tussen 2 en 5 m TAW, d.i. tussen het gemiddeld zeeniveau en de gemiddelde hoogwaterlijn op het strand (zie figuur). Enkel de Moeren tegenaan de Franse grens en de Moeren van Meetkerke, bij Brugge, liggen nog lager. Dit wil zeggen dat het overgrote deel van de kustvlakte onder het stormvloedniveau ligt van een storm die statistisch één keer per jaar kan voorkomen. De strand- en duingordel vormen de enige natuurlijke bescherming tegen een dergelijke storm. Aan de Westkust is die gordel goed ontwikkeld, met een breedte van 1,5 tot 2 km, en duinen die lokaal een hoogte van



MD



De Belgische kustvlakte is zeer laag gelegen. Op deze kaart – die het hoogteverschil toont tussen het maaiveld en het stormvloedniveau van een storm die statistisch één keer per jaar kan voorkomen – is te zien dat het overgrote deel van de kustpolders bij een dergelijke storm én zonder kustbescherming, zou onderlopen. Enkel de duingordel weerstaat. Ook zijn de twee diepst gelegen polderdelen als "witte vlekken" zichtbaar: de Moeren te Adinkerke en de Moeren van Meetkerke (Brugge)(DHM Vlaanderen, AGIV 2006)

20 tot 30 m kunnen bereiken. Ook aan de Oostkust, tussen Zeebrugge en Nederland, is het duingebied relatief breed, zij het veel lager. Aan de Middenkust tenslotte, tussen Middelkerke en Blankenberge, is de situatie nijpender. De van nature smalle duinengordel is er op vele plaatsen kunstmatig verlaagd voor de bouw van flatgebouwen en woningen in de badplaatsen. Dit creëert een dubbel probleem: de van nature kwetsbare kustlijn verzwakt verder en het nieuwe vastgoed komt in de impactzone van een storm te liggen, zodat ook daarvoor extra beschermingsmaatregelen moeten worden voorzien. Deze situatie heeft ertoe geleid dat de meeste kustplaatsen vandaag beschermd zijn met harde (strandhoofden, zeedijken) en zachte maatregelen (strandsuppleties). Meer dan 80% van de kustlijn is op deze manier bijkomend versterkt (zie figuur).

Niets doen is geen optie

Een superstorm en de gevolgen

De socio-economische belangen in de kustzone zijn enorm. Elke hectare staat onder een zeer grote ruimtelijke druk vanuit de verschillende sectoren (toerisme, recreatie en industrie). In het kader van het CLIMAR-project (zie "Zeespiegelstijging: moeten we vrezen voor natte voeten?") werd op basis van data-analyse en literatuuronderzoek voor de Belgische kustzone een aantal scenario's opgesteld die mogelijke klimaatveranderingen beschrijven. Stormen komen voornamelijk uit de sector ZW-NW. Stormen uit het noordwesten zijn het gevaarlijkst omdat ze loodrecht op de kust invallen. Onder een gematigd klimaatveranderingsscenario zal de windsnelheid tegen 2100 toenemen met 4% en het gemiddeld zeeniveau stijgen met 80 cm. Bij een zogenaamd *worst case scenario* gaat men uit van een toename van de windsnelheid van 8%, en een stijging van het zeeniveau van 2 m tegen 2100. Om de impact van deze klimaatveranderingen op de kustveiligheid in te schatten, is een reeks van wiskundige modellen opgesteld, om de gevolgen van een representatieve superstorm in te schatten. De superstorm uit het NW bereikt onder de huidige meteorologische omstandigheden een stormvloedniveau van +8 m TAW in Oostende, met golfhoogtes vlakbij de kust van ongeveer 5 m. Achtereenvolgens wordt berekend hoe de hoogte en de richting van de vanuit diep water op de stranden aanstormende golven zullen veranderen. Deze golfcondities worden vervolgens gebruikt om de erosie van de stranden en de duinvoet te berekenen. Treedt er een bres op, dan wordt uit de modelresultaten van de overstromingsberekeningen van de kustvlakte afgeleid waar en hoeveel schade er te verwachten vallen (zie fig. p17). In deze berekeningen zijn de gevolgen door overstroming via de havens en op de



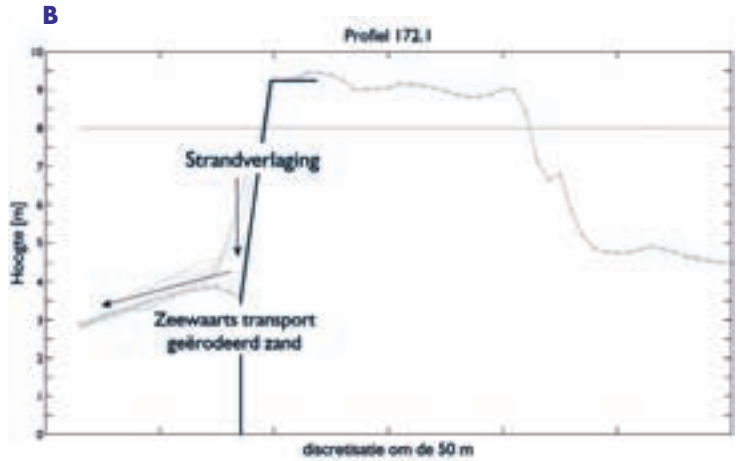
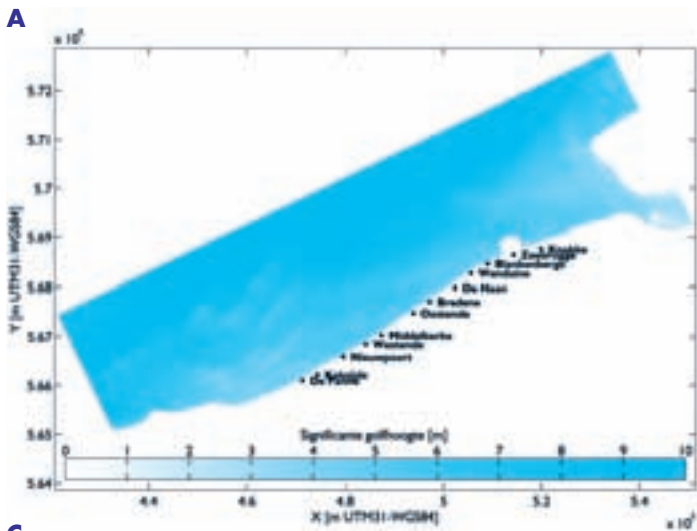
Overzicht van de kustverdedigingsmaatregelen in Vlaanderen, zoals geïnventariseerd in 2005. In de horizontale vensters zijn van boven naar onder weergegeven: (1) vooroeverbermen; (2) strandsuppleties; (3) badstrandophogingen; (4) longardbuizen; (5) strandkribben; (6) strandhoofden; (7) versterkte duinvoet; (8) zeedijk (actief zeewerend); (8) zeedijk (slapend) (Kustatlas 2005)



zeedijken zelf, door de complexiteit van de berekeningen op deze locaties, niet meegenomen. Er wordt dus binnen het CLIMAR-project gefocust op de problematiek van het risico van bresvorming van de zeewering in badplaatsen en duingebieden.

En wat bij een stijgende zeespiegel?

Onder invloed van een stijgende zeespiegel en een toename van de windsnelheid, zoals vooropgesteld in de weerhouden klimaatveranderingsscenario's, zullen de kenmerken van de beschouwde superstorm veranderen. Hierdoor zal tegen 2100 het stormvloedniveau onder het gematigde scenario toegenomen zijn van 8 m tot 8,8 m TAW, en onder het worst case scenario zelfs tot 10,4 m. Bij een dergelijke superstorm – zonder extra maatregelen – kan vandaag al bresvorming worden verwacht rond Oostende, Mariakerke en Wenduine (zie fig. p17). Bij een stijgende zeespiegel zal – onder het gematigde scenario – in 2100 de huidige zeewering falen in de zones Mariakerke-Oostende, Wenduine-Blankenberge en de Oostkust. Onder het *worst case* scenario zullen in 2100 zelfs langs de volledige kust grote delen van de zeewering bezwijken onder de superstormbelasting. Vooral de zeewering in de badplaatsen, die bestaat uit de combinatie van zeedijken en stranden, is gevoelig voor bresvorming bij een gewijzigd klimaat. De duingebieden zijn robuuster. Het is duidelijk dat niets doen met grote waarschijnlijkheid zal leiden tot niet te overziene gevolgen als een zeer zware storm zou optreden in de toekomst.



Om de schade als gevolg van een superstorm te kunnen berekenen, wordt een reeks wiskundige modellen ontwikkeld en na elkaar gedraaid. Deze modellentrein ter berekening van de gevolgen van een superstorm beschouwt achtereenvolgens: (A) de golfvergang van diep naar ondiep water (model SWAN); (B) de strand- en duinerosie (model DUROSTA); (C) de overstromingen (model MIKEFlood; achtergrond topografische kaart NGI, schaal 1:100.000); (D) de schade (model LATIS; achtergrond topografische kaart NGI, schaal 1:100.000). Voor de sectie Oostende-Nieuwpoort blijkt de voorspelde schade zich te concentreren rond Mariakerke, Raversijde en Middelkerke



Invloed van klimaatverandering op de bresgevoeligheid van de eerste zeeweringlijn. Grijs: bressen als gevolg van een representatieve superstorm vandaag; blauw: bressen als gevolg van een representatieve superstorm onder het worst-case scenario tegen 2100. Duidelijk af te leiden is dat de bresgevoeligheid van de kust sterk toeneemt als de zeespiegel drastisch stijgt met een extra 2m (WL)

Aanpassen dus maar...

De strategie

Uit berekeningen blijkt dat voor een gematigd en een worst case klimaatveranderingsscenario met een tijdshorizon van 2100, de schadewaarden respectievelijk met een factor 10 en een factor 100 toenemen. Bovendien neemt de beschikbare strandoppervlakte door de stijging van het gemiddeld zeeniveau af met respectievelijk 20 en 50%, als we aannemen dat de stranden niet voldoende snel meegroeien met de zeespiegelstijging. Daarbij komt dat, zelfs als we vandaag drastische reducties in de uitstoot van broeikasgassen weten te realiseren, het naijleffect toch nog zal zorgen voor een behoorlijke zeespiegelstijging gedurende de hele 21^{ste} eeuw.

Het moge duidelijk zijn, klimaatadaptatie of het zich wapenen tegen de gevolgen van bijvoorbeeld zeespiegelstijging via acties op lokaal niveau, is essentieel. Bij het opstellen van deze adaptatiemaatregelen dient zoveel mogelijk met een aantal basisprincipes rekening gehouden te worden:

(1) De genomen maatregelen dienen hoofdzakelijk, maar niet louter de verhoging van de veiligheid in de kustzone te beogen. Waar mogelijk moet getracht worden om een toegevoegde waarde voor de andere stakeholders te creëren, zoals bijvoorbeeld extra recreatiestrand.

(2) In het ideale geval kan best gestreefd worden naar zogenaamde *no-regret* maatregelen. Dit betekent dat de maatregel steeds een toegevoegde waarde heeft, ongeacht hoe het toekomstplaatje er uit ziet. Een toegenomen oppervlakte zeedijkpromenade kan als voorbeeld dienen. Een ander voorbeeld is de hoeveelheid van een zandsuppletie aanpassen naarmate het gemiddeld zeespiegelniveau meer of minder toeneemt in de toekomst.

(3) Tenslotte spreekt het voor zich dat alle genomen maatregelen een duurzaam karakter dienen te hebben. De ruimtelijke druk in de kustzone en de bijhorende conflicten tussen verschillende belangen zal naar verwachting enkel toenemen in de toekomst. In het kader van een duurzaam beheer van de kust moet dus in de mate van het mogelijke gezocht worden naar oplossingen die op lange termijn de leefbaarheid van de kustzone verhogen.

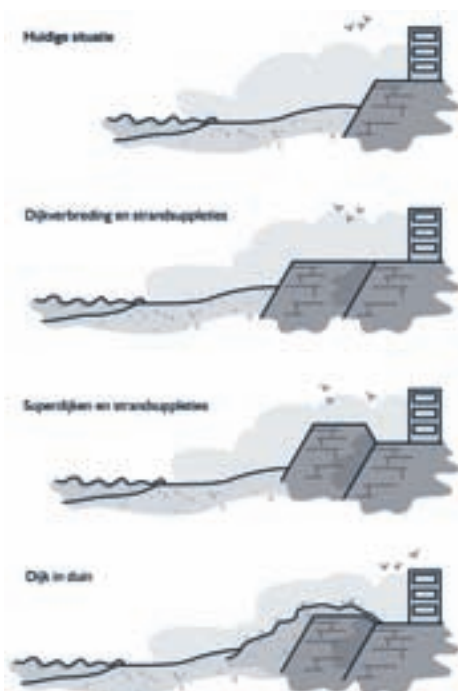
De maatregelen

In het kader van het CLIMAR-project werd op basis van bovenstaande criteria een oplijsting en evaluatie gemaakt van maatregelen die gedeeltelijk of volledig bescherming kunnen bieden tegen de gevolgen van klimaatverandering zoals vooropgesteld in de gematigde en *worst case* scenario's met tijds-horizon 2100. Deze maatregelen kunnen zowel structureel als niet-structureel van aard zijn. De meest effectieve maatregel om de kustveiligheid op peil te houden bestaat er in om de huidige zeeweringlijn te versterken. In de praktijk betekent dit de stranden en/of de zeedijken verhogen/verbreden, en plaatselijk ook de zwakke schakels in de duinen ophogen. Het versterken van de huidige zeeweringlijn in de badplaatsen kan gerealiseerd worden volgens verschillende concepten. Het zeewaarts uitbouwen van zeedijken en stranden – in al zijn vormen – wordt hierbij voor wat onze kust betreft, als meest kansrijk naar voor geschoven (zie figuur).

Investeren in de versterking van de eerste zeeweringlijn kan een oplossing bieden om de toename van de risico's door de klimaat-evolutie te vermijden. Daarbovenop kan extra onderzoek naar niet-structurele maatregelen de investeringen in de eerste zeeweringlijn helpen verminderen in vergelijking met de situatie waarin geen aanvullende niet-structurele maatregelen genomen worden. Voorbeelden van dergelijke aanvullende, efficiënte, niet-structurele maatregelen zijn: de opmaak van specifieke rampenplannen voor kustoverstromingen, de versterking van gebouwen zodat ze stabiel blijven bij een vloedgolf, en het bijschaven van allerlei ver-gunningsprocedures naar kustveiligheid toe.



■ Duinen en stranden vormen een natuurlijke bescherming tegen overstromingen vanuit de zee. Toch zullen bij een snelle zeespiegelstijging, zoals vandaag het geval is, bijkomende maatregelen nodig zijn om de kustlijn te vrijwaren en te wapenen tegen bressenvorming bij superstormen (MD)



■ Om de veiligheid te waarborgen bij een stijgende zeespiegel zijn diverse maatregelen mogelijk. Aanpassingen aan de eerste zeeweringlijn, waarbij stranden en dijken worden verhoogd/verbreed, wordt als meest kansrijk naar voor geschoven (WL)

Eilanden voor de kust, een oplossing voor kustveiligheid?

En wat met het idee om een nieuwe zeeweringlijn te creëren door zandbanken op te hogen of volledige nieuwe eilanden aan te leggen? Berekeningsresultaten met de CLIMAR-aannames en -modellentrein geven alvast aan dat dit géén volwaardig kustverdedigingsalternatief is in vergelijking met het versterken en zeewaarts uitbouwen van de bestaande zeeweringlijn. Ook de Tweede Deltacommissie in Nederland trok eerder vergelijkbare conclusies. Wellicht kunnen er vanuit andere sectoren wel eilanden ontworpen worden die lokaal een significante bijdrage leveren tot het verhogen van de kustveiligheid. In ieder geval dient elk vervolgonderzoek naar “slimme eilanden” te streven naar een maximale multifunctionaliteit en duurzaamheid (evenwicht ecologie-economie-veiligheid) waarbij een verhoging van de kustveiligheid slechts één aspect is waarmee maatschappelijke meerwaarde gerealiseerd wordt.

Bronnen

- Deltacommissie (2008). Samen werken met water: een land dat leeft, bouwt aan zijn toekomst. Bevindingen van de Deltacommissie: The Netherlands. pp. 134.
- Reyens J., T. Verwaest & F. Mostaert (2010). CLIMAR: Deelrapport 4 – Effect van het ophogen van de zandbanken voor de Belgische kust op de kustveiligheid bij een superstorm. Versie 2_0. WL Rapporten, 814_01. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België.
- Van der Biest K., T. Verwaest & J. Reyens (2008). Assessing climate change impacts on flooding risks in the Belgian coastal zone. LITTORAL 2008. A Changing Coast: Challenge for the Environmental Policies. Proceedings. 9th International Conference, November 25-28, 2008, Venice, Italy. pp. 12.
- Van der Biest K., T. Verwaest, J. Reyens & F. Mostaert (2010). CLIMAR: Deelrapport 2 – Kwantificatie van de secundaire gevolgen van de klimaatsverandering in de Belgische kustvlakte. Versie 2_0. WL Rapporten, 814_01. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België.
- Van der Biest K., T. Verwaest & F. Mostaert (2010). CLIMAR: Section report 3 – Adaptation measures to climate change impacts along the Belgian coastline. Version 2_0. WL Reports, 814_01. Flanders Hydraulics Research: Antwerpen, België.
- Van den Eynde D., R. De Sutter, F. Maes, E. Malfait, J. Reyens, E. Vanderperren, T. Verwaest & A. Volckaert (2011). CLIMAR: Evaluatie van de impacts van klimaatsveranderingen en aanpassingsmaatregelen voor mariene activiteiten: Conclusies en aanbevelingen. Rapport voor Federaal Wetenschapsbeleid, Contract SD/NS/01, 12p.
- Willems P., T. Verwaest, W. Vanneville, J. Berlamont & J. Monbaliu (2008). Invloed van klimaatverandering in Vlaanderen. Het Ingenieursblad, 11-12/2008, p. 2-6.