

# 12 Veiligheid tegen overstromingen

**Auteurs** Toon Verwaest<sup>1</sup>, Daphné Thoon<sup>2</sup>, Jaak Monbaliu<sup>3</sup>, Frank Mostaert<sup>1</sup>, Peter Van Besien<sup>2</sup>, Chantal Martens<sup>4</sup>, Ine Moulaert<sup>4</sup>, Tina Mertens<sup>4</sup>

**Lectoren** Steven Vandenborre<sup>5</sup>, Eline Damman<sup>6</sup>, Kristien Veys<sup>7</sup>, Philippe De Maeyer<sup>8</sup>, Bob Peeters<sup>9</sup>

<sup>1</sup> Departement Mobiliteit en Openbare Werken - Waterbouwkundig Laboratorium (MOW-WL)

<sup>2</sup> Agentschap Maritieme Dienstverlening en Kust – Afdeling Kust

<sup>3</sup> Katholieke Universiteit Leuven (KU Leuven), Departement Burgerlijke Bouwkunde

<sup>4</sup> Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ)

<sup>5</sup> Federale Overheidsdienst Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu, Dienst Marien Milieu

<sup>6</sup> Departement Mobiliteit en Openbare Werken (MOW) – Afdeling Beleid

<sup>7</sup> De Blauwe Cluster (DBC)

<sup>8</sup> Universiteit Gent (UGent), Vakgroep Geografie

<sup>9</sup> Vlaamse Milieumaatschappij (VMM)

Verwaest, T., Thoon, D., Monbaliu, J., Mostaert, F., Van Besien, P., Martens, C., Moulaert, I., Mertens, T. (2022). *Veiligheid tegen overstromingen*. In: Dauwe, S. et al. (Eds). *Kennisdigids Gebruik Kust en Zee 2022 - Compendium voor Kust en Zee*. p. 201-215.

© foto: Glenn Strypsteen



Overstromingen langs de kust kunnen worden gedreven door stormvloed en zeespiegelstijging. In Europa zijn de regio's met het hoogste risico hiervoor de Noordzeekusten van België, Nederland en Duitsland, maar ook het Mediterrane kustgebied van Noord-Italië (EEA Report 2017). De Noordzeekust van België, gekenmerkt door kustduinen, zandstranden en van nature zachte vooroevers, kan kwetsbaar zijn voor hevige stormvloed (Quante en Colijn 2016). Tot op heden kon geen verhoogde erosie voor de Belgische kust aangetoond worden omdat de kustlijn in stand gehouden wordt door suppletiewerken en er in bepaalde zones ook een natuurlijke voeding optreedt (zie ook het CREST-project).

De overstroming van laaggelegen polders ten gevolge van hevige regenval komt ook voor aan de kust, maar is daarom niet uniek voor de kustzone. Het is belangrijk om eveneens rekening te houden met mogelijke overstromingen van het achterland, te meer gezien de neerslagwijzigingen tegen 2100 10% hoger kunnen uitvallen aan de kuststrook dan in het binnenland (Van Steertegem 2009). Door de sterke toename van extreme, kortstondige regenbuien, zullen riolerings- en andere afwateringssystemen bijkomend belast worden in de toekomst (Brouwers et al. 2015). Een bijkomende uitdaging in de kustzone betreft de integratie van overstromingsrisico's vanuit de binnenwateren (zoals de IJzer) enerzijds en vanuit de zee anderzijds (bv. Willems 2013). Zo vraagt de afname van het tijdsvenster voor lozingen van overtollig water vanuit het hinterland naar zee ten gevolge van de zeespiegelstijging extra aandacht. In deze thematekst wordt overstroming van het achterland echter grotendeels buiten beschouwing gelaten.

### Klimaatinvloeden: zeespiegelstijging en stormvloed

De Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) heeft, o.a. in samenwerking met Afdeling Kust, het [Klimaatportaal Vlaanderen](#) ontwikkeld, waarin de klimaattoestand in kaart gebracht wordt met kaarten, kerngetallen en grafieken. In dit portaal kunnen de huidige klimaattoestand (temperatuur, neerslag, etc.), de effecten (overstroming, hitte, droogte, etc.) en de impact (slachtoffers, kost, etc.) van klimaatverandering worden geraadpleegd, maar kunnen evenzeer klimaatscenario's tot 2100 in beeld worden gebracht.

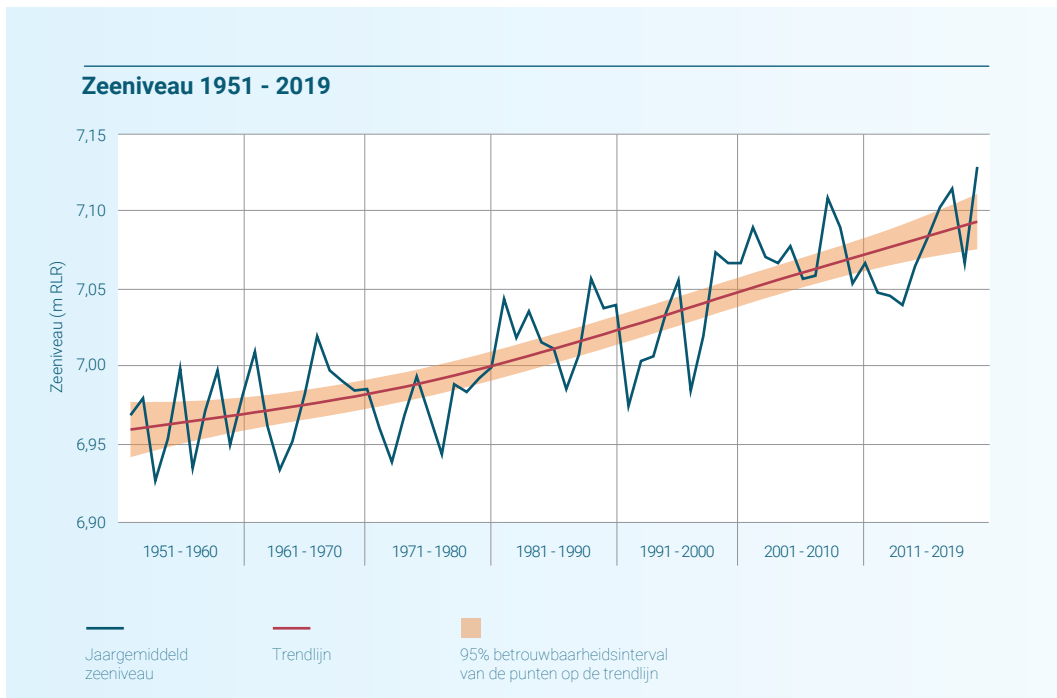
Globale lange termijn klimaatscenario's worden gepubliceerd door het *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC). In [Brouwers et al. \(2015\)](#) wordt verder een overzicht gegeven van de beschikbare scenario's met betrekking tot de zeespiegelstijging en stormvloed voor de Belgische kust. Vanuit het project [Kustvisie](#) en het CREST-project werden klimaatprojecties voor de IPCC-klimaatscenario's: RCP2.6<sup>1</sup>, RCP4.5, RCP8.5 en één extreem scenario, opgemaakt met tijdshorizon 2100 ([CREST-project en Vlaamse overheid 2018](#)). Dergelijke inschattingen zijn belangrijk om het beleid met betrekking tot veiligheid tegen overstromingen gedegen te kunnen onderbouwen.

Tussen 1902 en 2015 nam het gemiddeld zeeniveau op aarde met 0,16 m toe. De gemiddelde stijging per jaar is in die periode niet gelijk gebleven, maar versnelt. Inmiddels bedraagt het mondiale gemiddelde (berekend over de periode 2006-2015) 3,6 mm per jaar. Wat overeenkomt met ongeveer 2,5 keer het tempo als de gemiddelde stijging van 1,4 mm per jaar tussen 1901 en 1990 (IPCC 2019). Daarmee wordt de duurzaamheidsdoelstelling van maximum 2 cm stijging per decennium overschreden (Brouwers et al. 2015). Menselijke activiteiten zijn de dominante oorzaak van zeespiegelstijging sinds 1970 (Slangen et al. 2016, IPCC 2019). De grootte van de zeespiegelstijging kan lokaal verschillen. Dit kan onder meer verklaard worden door de niet-uniforme verdeling van veranderende waterdichtheid, een verschillende impact van wijzigingen in oceaancirculatie, en lokale verticale (zowel op- als neerwaarts) bewegingen van de aardkorst (website [Milieurapport](#)). De statistische analyse van de meetwaarden is niet eenvoudig omdat het zeeniveau niet enkel door de klimaatverandering wordt beïnvloed, maar eveneens door natuurlijke schommelingen. Toch kan uit de meetreeks van de Belgische kust afgeleid worden dat het jaargemiddelde van het zeeniveau<sup>2</sup> in 2019 significant hoger ligt dan bij het begin van de metingen. In Oostende gaat het om een stijging van 134 mm tussen 1951 en 2019 (figuur 1). Ook Zeebrugge en Nieuwpoort lieten in voorgaande decennia significante toenames optekenen van het jaargemiddeld zeeniveau (website [Milieurapport](#)). Naast het zeeniveau kunnen ook hoog- en laagwaters geanalyseerd worden. In Oostende wordt een bij benadering lineaire trendstijging vastgesteld van de hoogwaterstanden met 2 cm per decennium (Willems 2015). Sinds 2013 liggen de jaargemiddelde hoogwaterhoogten er systematisch hoger dan de trendlijn. Verder onderzoek moet uitwijzen of dit effectief een versneld stijgende trend is, of te wijten is aan langjarige oscillaties (Willems 2019). Uit een data-analyse van de extreme hoogwaters te Oostende blijkt de stormopzet<sup>3</sup> naast de jaargemiddelde stijging

<sup>1</sup> RCP-scenario's (*Representative Concentration Pathway*) zijn scenario's die de ontwikkeling van broeikasgassen tot 2300 beschrijven en die gebruikt worden in het vijfde rapport van het *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC). Het RCP8.5-scenario is het meeste extreme, pessimistische scenario en impliceert dat er niets wordt ondernomen om klimaatopwarming tegen te gaan. Dit is het zogenaamde *business-as-usual* scenario (Bron: Koninklijk Meteorologisch Instituut van België (KMI)).

<sup>2</sup> Het zeeniveau in figuur 1 wordt uitgedrukt in m RLR (*Revised Local Reference*). Daarbij zijn de data van een lokale referentie (voor de Belgische kust is dit de TAW of Tweede Algemene Waterpassing) omgezet naar het internationaal referentieniveau.

<sup>3</sup> De stormopzethoogten kunnen op twee manieren berekend worden: de zogenaamde rechte opzet of de scheve opzet. De scheve opzet is deze waarbij de totale hoogwaterhoogte wordt verminderd met de astronomische hoogwaterhoogte tijdens dezelfde tijdsperiode, waarbij beiden zich vaak niet op hetzelfde ogenblik voordoen. De rechte opzet is deze waarbij de totale hoogwaterhoogte wordt verminderd met de astronomische hoogwaterhoogte op hetzelfde ogenblik (Willems 2019).



**Figuur 1.** Evolutie van het zeespiegelniveau aan de Belgische kust (Oostende, 1951-2019) (Bron: website Milieuraapport).

van de astronomische component van 1,8 mm/jaar, een kleine bijkomende stijgende trend van 0,2 mm/jaar te vertonen. Deze trend is echter statistisch niet significant rekening houdend met de natuurlijke fluctuaties in het voorkomen van stormen (Willems 2019).

Events zoals stormen en stormvloed worden ingedeeld aan de hand van hun retourperiode. Deze retourperiode geeft de herhalingsperiode van een event weer. Een retourperiode van 100 jaar wil zeggen dat een bepaald event zich gemiddeld om de 100 jaar voordoet, en dat er dus 1 kans is op 100 dat een bepaald event zich in het komende jaar zal voordoen. Het is hierbij interessant om op te merken dat bij een (extra) zeespiegelstijging van ongeveer 50 cm, de huidige retourperiode van een storm met een niveau van + 7,0 m TAW (Tweede Algemene Waterpassing) zal verschuiven van 1 kans op 1.000 naar 1 kans op 100 per jaar (tabel 1). Een verhoogde stormfrequentie kon vooralsnog niet worden aangetoond voor het Belgisch deel van de Noordzee (BNZ) (Van den Eynde et al. 2011, CLIMAR-project BELSPO, Hossen en Akhter 2015). Op basis van voorspellingen met klimaatmodellen, uitgaande van een RCP8.5 scenario voor de laatste dertig jaar van de 21<sup>ste</sup> eeuw, wordt er geen belangrijke toename van de stormopzettingen verwacht, al wordt er wel een toename van de extreme windsnelheden verwacht (Van den Eynde et al. 2019).

**Tabel 1.** Een overzicht van de overstromingsrisico's anno 2015 in de Belgische kustzone voor verschillende stormvloedpeilen en retourperiodes met daarbij een inschatting van het aantal dodelijke slachtoffers en de directe economische schade (Vanneste et al. 2018) (In deze cijfers zijn ook de overstromingsrisico's in de voorhavens van Zeebrugge inbegrepen, weliswaar met vereenvoudigende aannames).

Overstromingsrisico's in de Belgische kustzone			
Stormvloedpeil	Retourperiode	Dodelijke slachtoffers	Directe economische schade
+ 6,5 m TAW	~100 jaar	40	1,061 miljard euro
+ 7,0 m TAW	~1.000 jaar	215	3,884 miljard euro
+ 7,5 m TAW	~4.000 jaar	570	6,873 miljard euro
+ 8,0 m TAW	~17.000 jaar	2147	10,491 miljard euro

## 12.1 Beleidscontext

Op Europees niveau is in 2007 de Hoogwater- of Overstromingsrichtlijn (Richtlijn 2007/60/EG) aangenomen vanuit de bezorgdheid over de schadelijke gevolgen van iedere overstroming op mens, natuur, erfgoed, economie, etc. en de mogelijke toename van het aantal overstromingen in het kader van de klimaatverandering. De richtlijn is van toepassing op alle Europese kust- en binnenwateren. In het kader van deze richtlijn worden door de lidstaten de rivierbekkens en geassocieerde kustgebieden die vatbaar zijn voor overstromingen geanalyseerd. In uitvoering van de voornoemde richtlijn moeten door de lidstaten overstromingsgevaarkaarten (fysische eigenschappen van een overstroming zoals de omvang en diepte) en overstromingsrisicokaarten (potentiële negatieve gevolgen voor mens, milieu, erfgoed, etc.) worden opgesteld. Deze kaarten kunnen voor Vlaanderen geraadpleegd worden via de [kaartencatalogus van Waterinfo](#).

In Vlaanderen werden deze overstromingsrisicobeheerplannen geïntegreerd met de stroomgebiedbeheerplannen die opgemaakt werden in het kader van de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW, Richtlijn 2000/60/EG) (zie thema **Natuur en milieu**). Het beleid omtrent waterbeheer behoort sinds 1980 tot de bevoegdheden van de gewesten (bijzondere wet van 8 augustus 1980). Het belangrijkste wetgevend instrument binnen dit beleid betreft het decreet Integraal Waterbeleid van 18 juli 2003, gecoördineerd op 15 juni 2018 in het Waterwetboek, dat sinds 2010 voorziet in de Vlaamse omzetting van de Europese Overstromingsrichtlijn. De overstromingsrisicobeheerplannen van onder meer het Vlaams kustgebied worden meegenomen in het stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde ([Maatregelenprogramma bij Stroomgebiedbeheerplannen voor Schelde en Maas 2016-2021](#), [Stroomgebiedbeheerplannen voor Schelde en Maas 2016-2021](#))<sup>4</sup>, en een stroomgebiedbeheerplan voor de Belgische kustwateren ([Stroomgebiedbeheerplan voor Belgische Kustwateren 2016-2021](#)) (zie ook thema's **Natuur en milieu** en **Schelde-estuarium**). De [Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid](#) organiseert overleg op Vlaams niveau tussen de diverse beleidsdomeinen en bestuursniveaus die bij het waterbeleid betrokken zijn.

Voortbouwend op de Europese adaptatiestrategie (COM (2013) 216) (website [Climate-ADAPT](#)) die in 2013 gelanceerd werd, werd in de Europese [Green Deal](#) (COM (2019) 640) een update van deze adaptatiestrategie meegenomen (COM (2021) 82). In het kader van de *Green Deal* is sinds 29 juli 2021 een Europese Klimaatwet (Verordening (EU) 2021/1119) in voege die onder andere de Europese doelstelling van klimaatneutraliteit tegen 2050 juridisch verankert.

In België ligt het zwaartepunt van het beleid met betrekking tot de kust bij het Vlaams niveau. Hoewel de federale overheid bevoegd is zeewaarts vanaf de basislijn (i.e. laagwaterlijn), heeft de Vlaamse overheid ook enkele bevoegdheden met impact voorbij de basislijn, met als voornaamste de zeekering (kustveiligheid) en de instandhouding van de vaarpassen naar de vier Vlaamse zeehavens. Specifiek voor overstromingen vanuit zee, is [Afdeling Kust](#) (onderdeel van het Agentschap Maritieme Dienstverlening en Kust (MDK), dat valt onder het Vlaamse beleidsdomein van Mobiliteit en Openbare Werken (MOW)) bevoegd voor de beveiliging tegen overstromingen van de Vlaamse kust.

Uit een toetsing van de Vlaamse zeekering in 2007 en 2008 bleek dat op dat moment, ongeveer een derde van de rechte kust<sup>5</sup> en de kusthavens bijkomend beschermd dienden te worden tegen de impact van hevige stormvloeden. Het [Masterplan Kustveiligheid \(2011\)](#) beschrijft de maatregelen die moeten genomen worden voor een afdoende bescherming van de kustlijn en de aangrenzende laaggelegen polders tegen een stormvloed met een retourperiode van 1.000 jaar met 2050 als tijdshorizon. Hierbij werd rekening gehouden met een zeespiegelstijging van 30 cm<sup>6</sup>. Het plan wordt sinds de goedkeuring door de Vlaamse Regering op 10 juni 2011 stapsgewijs uitgevoerd en is intussen al ver gevorderd. Een update van de toetsing in 2017 wees uit dat op de locaties waar al maatregelen in het kader van het Masterplan Kustveiligheid (2011) zijn uitgevoerd, het beschermingsniveau sterk gestegen was, maar dat op sommige locaties nog maatregelen nodig waren om het vooropgestelde veiligheidsniveau te halen. Hierbij wordt zoveel mogelijk gestreefd naar het inzetten van 'zachte' (strandsuppletie, duinsuppletie, etc.) zeeeringsmaatregelen, aangevuld met 'harde' zeeeringsmaatregelen (stormmuren, golfdempende uitbouw van de zeedijk, etc.) waar nodig. Voor een overzicht van de maatregelen, inclusief de stand van zaken, wordt verwezen naar tabel 2. Naast de maatregelen in het kader van het Masterplan Kustveiligheid, worden ook strandsuppleties uitgevoerd als onderhoud, of zoals in Nieuwpoort (2017), als natuurcompensatie voor de aanleg van het OW-plan Oostende ([Gysens 2009](#)).

<sup>4</sup> De nieuwe Stroomgebiedbeheerplannen voor Schelde en Maas 2022-2027 gaan in op 1 januari 2022. Zie thema **Natuur en milieu**.

<sup>5</sup> Rechte kust: het geheel van de stranden, vooroevers, duinen en zeedijken.

<sup>6</sup> De waterstand op zee bedraagt bij een 1.000-jarige storm momenteel ongeveer +7 m TAW. Door de zeespiegelstijging zal de waterstand stijgen. Het Masterplan Kustveiligheid (2011) gebruikt volgende aannames omtrent zeespiegelstijging: +30 cm tegen 2050, +80 cm tegen 2100 (t.o.v. het jaar 2000); een constante versnelling van 0,08 mm/jaar, hetgeen in overeenstemming is met de versnelling van de wereldwijde zeespiegelstijging zoals die gemonitord wordt via satelliet sinds de jaren '90 (IPCC 2019).

**Tabel 2.** Een overzicht van de gekozen beschermingsmaatregelen en de status van uitvoering per aandachtszone anno voorjaar 2021. De geplande hoeveelheden zand voor de suppleties zijn afkomstig uit het [Masterplan Kustveiligheid \(2011\)](#). De sectienummers verwijzen naar de individuele kustlijngedeeltes (met een gemiddelde lengte van 250 m) waarin de Belgische Kust is opgedeeld. De nummering loopt van 2 (aan de Franse grens) tot 255 (op de grens met Nederland).

Aandachtszone	Gekozen maatregelen, inclusief de geplande suppletiehoeveelheden	Stand van zaken van de uitvoering (anno 2021)
De Panne - sectie 8	<ul style="list-style-type: none"> <li>Duinsuppletie;</li> <li>Hoeveelheid: 22.000 m<sup>3</sup> zand.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uit een gedetailleerde veiligheidsbeoordeling blijkt dat de normen m.b.t. het overstromingsrisico niet overschreden worden waardoor een duinsuppletie niet noodzakelijk is.</li> </ul>
De Panne-centrum (sectie 13 tot 18)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Strandsuppletie met hoog strand;</li> <li>Hoeveelheid: 85.000 m<sup>3</sup> zand.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2011: aanleg strandsuppletie;</li> <li>2017: onderhoud;</li> <li>2020: onderhoud.</li> </ul>
St. Idesbald - Koksijde-centrum (sectie 21 tot 31)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Strandsuppletie met hoog strand;</li> <li>Hoeveelheid: 248.000 m<sup>3</sup> zand.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2011: aanleg strandsuppletie;</li> <li>2017: onderhoud.</li> </ul>
Koksijde - sectie 39	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ophogen weg door duindoorgang te suppleren in combinatie met heraanleg weg;</li> <li>Hoeveelheid: 1.800 m<sup>3</sup> zand.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2013: duindoorgang opgehoogd en heraanlegd.</li> </ul>
Haven Nieuwpoort	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bouw stormvloedkering.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2018: start van de bouw van de stormvloedkering; de werken zullen meer dan drie jaar duren;</li> <li>Afwerking van het landhoofd op de rechteroever is voorzien voor 2022.</li> </ul>
Middelkerke - Westende (sectie 74 tot 88)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Strandsuppletie met laag strand in combinatie met golfdempende uitbouw en stormmuur zeewaarts van casino;</li> <li>Hoeveelheid: 1.700.000 m<sup>3</sup> zand.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2013-2015: gefaseerde aanleg suppletie voor een strand lager dan het zeedijkniveau;</li> <li>2017: onderhoud;</li> <li>2021: start gefaseerde heraanleg van de zeedijk: aanleg van een grasdijk en golfdempende uitbouw.</li> </ul>
Raversijde - Oostende Wellington (sectie 97 tot 108)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Strandsuppletie met laag strand in combinatie met hoge stormmuur of aangepaste zeedijkhelling en golfdempende uitbouw/verbreding zeedijk ter hoogte van Raversijde;</li> <li>Hoeveelheid: 1.500.000 m<sup>3</sup> zand.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2013-2014: verbreding en verhoging van de stranden;</li> <li>2014: aanleg suppletie;</li> <li>2018: onderhoud;</li> <li>2020-2021: bouw van een stormmuur van ongeveer 40 cm hoog op de zeedijk van Mariakerke;</li> <li>2021: Aanleg van een duin voor dijk als maatregel tegen het opwaaiend zand op de N34 en tramsproren en de heraanleg van de zeedijk te Raversijde;</li> <li>2021: onderhoudssuppletie.</li> </ul>
Oostende centrum (sectie 109 tot 117) + Haven Oostende + Oostende-Oost (sectie 118 tot 120)	<ul style="list-style-type: none"> <li>OW-Plan Oostende (stormmuren haven, strandsuppletie en golfdempende uitbouw zeedijk, mobiele stormmuren op dijk Oostende centrum).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2012: zeedijk Albert I-promenade over de volledige lengte versterkt en voorzien van een volledig wegneembare mobiele stormmuur; Zeeheldenplein ter hoogte van het Klein Strand volledig vernieuwd en versterkt;</li> <li>2013: aanleg suppletie;</li> <li>2018: onderhoud;</li> <li>Vanaf 2014: bouwen van een stormmuur op de kaaien in de Vismijnlaan, Wandelaarkaai en Slijkense Steenweg;</li> <li>2020-2021: bouw van de mobiele stormmuur tussen het Zeeheldenplein en de Visserskaai;</li> <li>2021: Het voorkeursalternatief voor de bescherming van de achterhaven van Oostende wordt vormgegeven.</li> </ul>
Oostende-Oost (sectie 121)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Strandsuppletie in aansluiting met OW-plan, deelplan voor geïntegreerd kustzonebeheer Oosteroever (sectie 119 en 120);</li> <li>Hoeveelheid: 85.000 m<sup>3</sup> zand.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2014: aanleg suppletie;</li> <li>2021: ontwikkeling van natuurlijke duingroei voor de Spinoladijk, aanplanting helmgras.</li> </ul>
De Haan - Wenduine (sectie 172 tot 176)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Strandsuppletie met laag strand in combinatie met stormmuren op rotonde en zeedijk/verbreding zeedijk;</li> <li>Hoeveelheid: 700.000 m<sup>3</sup> zand.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2012: aanleg suppletie van west naar oost ter hoogte van de volledige zeedijk;</li> <li>2014, 2016, 2017, 2018, 2020: onderhoud;</li> <li>2015: gerenoveerde verbrede zeedijk, voorzien van waterkerende elementen en stormmuren;</li> <li>2021-2023 [bijkomend aan plannen Masterplan Kustveiligheid] gefaseerde aanleg van een geoptimaliseerd strandhoofdenveld om erosie tegen te gaan.</li> </ul>



Aandachtszone (vervolg)	Gekozen maatregelen, inclusief de geplande suppletiehoeveelheden	Stand van zaken van de uitvoering
Haven Blankenberge	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bouw stormmuur op +8,0 m TAW in combinatie met erosiewerend talud rondom haven.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2016-2018: bouw stormmuur (fase 1);</li> <li>2020: bouw van nieuwe kaaimuren, mobiele keringen en een testopstelling met een zelfsluitende mobiele kering;</li> <li>2021 [bijkomend aan plannen Masterplan Kustveiligheid] bouw van een nieuwe strekdam voor de havengeul.</li> </ul>
Blankenberge (sectie 185 tot 195)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Strandsuppletie met laag strand;</li> <li>Hoeveelheid: 384.000 m<sup>3</sup> zand.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2014-2015: gefaseerde aanleg suppletie; jaarlijks gebruik van gebaggerd zand uit de havengeul.</li> </ul>
Haven Zeebrugge	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bouw stormmuur op +8,0 m TAW rondom Prins Albert I-dok en aansluitend op sluisen in combinatie met erosiewerend talud rondom haven.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2018: Bouw van de stormmuren in ontwerp;</li> <li>2020-2021: bouw van de stormmuren tussen de New Yorklaan en de Visartsluis en tussen de Zweedse Kaai en de Vandammesluis.</li> </ul>
Knokke-Heist (sectie 225 tot 243)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Strandsuppletie (profiel tussen steil en laag strand);</li> <li>Hoeveelheid: 3.620.000 m<sup>3</sup> zand.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2012, 2013, 2014, 2015, 2017: voorafnames aan de geplande suppletie;</li> <li>gefaseerde aanleg van een suppletie van in totaal 2.000.000 m<sup>3</sup>: gestart in 2020 met een vooroeversuppletie, einde voorzien in 2023-2024;</li> <li>2021: suppletie op het strand van Duinbergen.</li> </ul>
Zwin (sectie 250 tot 255)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zwinproject.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2016-2019: bouw van 4 km lange Zwindijk, in combinatie met maatregelen tegen verzilting.</li> </ul>
Renovatie stuwen en sluisen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Havens van Blankenberge, Oostende en Zeebrugge.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deze projecten worden uitgevoerd in verschillende fasen.</li> </ul>

Parallel aan de opmaak van het Masterplan Kustveiligheid (2011), en verder bouwend op initiatieven die sinds 2009 zowel vanuit een privé-initiatief ([THV Noordzee Kust 2009](#)), als vanuit de overheid ([Masterplan Vlaamse Baaien 2014](#)) werden genomen, werd in 2017 de [startbeslissing](#) genomen van het [project Kustvisie](#). Dit project wil een langetermijn aanpak ontwikkelen voor de bescherming van de Vlaamse kust, uitgaande van een zeespiegelstijging tot 3 m. Het project werd geïnitieerd binnen de procedure [Complexe Projecten](#). Op 25 juni 2021 werd door de Vlaamse Regering beslist om deze procedure stop te zetten en de ontwikkeling van het project Kustvisie verder te zetten met een aanpak op maat.

Daarnaast dient ook het [Sigmaplan](#) van de Vlaamse overheid vermeld te worden. Dit plan regelt de bescherming tegen overstromingen vanuit de Schelde en haar zijrivieren, en loopt nog tot 2030, maar wordt hier niet in detail behandeld (zie ook thema [Schelde-estuarium](#), [ScheldeMonitor](#) en de website van de Vlaams-Nederlandse Scheldecommissie ([VNSC](#))).

België en Vlaanderen zetten, elk binnen de contouren van hun bevoegdheden, in op zowel mitigatie van als adaptatie aan klimaatverandering. Op federaal niveau is er de Nationale Klimaat Adaptatie Strategie ([National Climate Commission 2010](#)). Op Vlaams niveau zorgde het Vlaams Adaptatieplan 2013-2020 ([Departement LNE 2013](#)) voor de structurele integratie van adaptatie in het beleid en in de werking van de verschillende beleidsdomeinen. Vanaf 2021 gelden op Vlaams niveau het [Vlaamse Energie- en Klimaatplan \(2019\)](#) en de Vlaamse Klimaatstrategie ([Vlaamse Overheid 2019](#)) als transversale beleidsplannen.

Om alle zeeverende maatregelen te verwezenlijken, dient tevens de milieuwetgeving gerespecteerd te worden door de opmaak van milieueffectenrapportages en dienen verder voor harde maatregelen omgevingsvergunningen te worden aangevraagd. Dit betekent een nauwe samenwerking met in het bijzonder de [dienst Marien Milieu](#) van de FOD Leefmilieu, het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen ([KBIN](#)), het Agentschap voor Natuur en Bos ([ANB](#)) (dat valt onder het Vlaams beleidsdomein Omgeving) en het [Departement Omgeving](#) met betrekking tot de aflevering van omgevingsvergunningen.

100% veiligheid kan nooit gegarandeerd worden, daarom blijven noodplannen nodig. Alle kustgemeenten dienen een gemeentelijk noodplan tegen overstromingen vanuit zee (bijzonder nood- en interventieplan overstromingen, kortweg 'BNIP-overstromingen') op te maken. Indien de (verwachte) impact van een stormvloed het gemeentelijk niveau overstijgt, wordt de noodplanning naar het provinciaal niveau (met een coördinerende rol voor de provinciegouverneur) opgeschaald, of zelfs naar nationaal niveau indien de provinciale noodplanning ontoereikend is. De [Provincie West-Vlaanderen](#) is verantwoordelijk voor de opmaak en de coördinatie van het provinciaal 'BNIP-overstromingen'. Het Crisiscentrum van de FOD Binnenlandse Zaken kan de coördinatie overnemen door o.a. de inzet van het Nationaal Noodplan Overstromingen en Hoog Water.

## 12.2 Ruimtegebruik

In het [Masterplan Kustveiligheid \(2011\)](#) wordt de locatie van de aandachtszones aan de Vlaamse kust, alsook de te nemen beschermingsmaatregelen voor elk van deze zones beschreven (zie tabel 2 voor een overzicht van de maatregelen). De status van de werken in elke zone is te volgen op de website van [Afdeling Kust](#). De ruimtelijke verspreiding van het overstromingsgevaar (de fysische eigenschappen van een overstroming zoals omvang en diepte) en de overstromingsrisico's (potentiële negatieve gevolgen voor mens, milieu, erfgoed, etc.) kunnen voor Vlaanderen geraadpleegd worden via de [kaartencatalogus](#) van [waterinfo.be](#). Voor het [project Kustvisie](#) wordt het ruimtegebruik uitgewerkt in het geïntegreerd onderzoekstraject.

De bescherming van de kust (zeewering) komt eveneens aan bod in het marien ruimtelijk plan (MRP 2020-2026, KB van 22 mei 2019, zie ook [Verhalle en Van de Velde 2020](#)). Voor wat betreft de bescherming van de kust, is in de langetermijnvisie ([FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu 2020](#)) voldoende ruimte voorzien om de doelstellingen van het Masterplan Kustveiligheid (2011) te realiseren. Ter hoogte van de Broersbank (voor de kust van De Panne) is een zone voorzien waarin nieuwe methodes voor zeewering kunnen worden getest (zie ook **12.5.1 Nature-based Solutions**). Er wordt in het MRP 2020-2026 uitgegaan van een zo duurzaam mogelijke ontginning van zand en grind, onder meer in functie van de bescherming van de kust tegen overstromingen. In principe is kustbescherming overal in het BNZ mogelijk. Dit is belangrijk aangezien er zich nieuwe vormen van kustbescherming ontwikkelen waarvan sommige zich dieper in zee kunnen situeren. Voor de aanleg van een testeiland werden in de acties tot uitvoering van het MRP specifieke voorwaarden geformuleerd.

### 12.2.1 Types kustbescherming

Afhankelijk van het type kustbescherming dat ingezet wordt, zal ook de vereiste ruimte variëren. De publicatie *Kust en Klimaat: gids voor een gebiedsgerichte aanpak* ([De Bruyn et al. 2020](#)) geeft een overzicht van de drie verschillende types kustprofielen die voorkomen langs de Vlaamse kustlijn: duinenlandschap, badplaatsen en havens, elk met een eigen behoefte aan en mogelijkheden voor kustbescherming. Afhankelijk van de beschermingsnoden en de lokale randvoorwaarden, waaronder de beschikbare ruimte, zal het gepaste type kustbescherming toegepast worden. Hierbij wordt van oudsher het onderscheid gemaakt tussen zachte (suppleties van strand, vooroever of duin, etc.) en harde kustbescherming (stormmuren, dijkverhogingen, duinvoetversterkingen, etc.). Vaak wordt hierbij ook voor hybride oplossingen gekozen, bv. een combinatie van strandsuppletie en versterking van de dijk. De laatste jaren is er een toenemende aandacht voor zogenaamde *Nature Based Solutions*. Deze worden verder behandeld in **12.5 Duurzaam gebruik**.

## 12.3 Maatschappelijk belang

### 12.3.1 Schade en slachtoffers bij overstromingen

Meer dan 85% van het Belgische en Nederlandse kustgebied (zone tot 10 km landinwaarts voor overstromingen vanuit zee) ligt lager dan +5,0 m TAW en dus onder het peil van een jaarlijkse storm (+ 5,5 m TAW) ([EEA 2006](#), [Eurosion-project](#), [EEA 2013](#), [EEA 2017](#)). Ongeveer 15% van het oppervlak in Vlaanderen ligt minder dan 5,0 m boven het gemiddeld zeeniveau. Bovendien is de Belgische kustlijn de meest bebouwde van Europa. In 2000 was ruim 30% van de kuststrook (zone tot 10 km landinwaarts) bebouwd en bijna 50% van de strook tot 1 km van de kustlijn. In de provincie West-Vlaanderen woont 33% van de bevolking in laaggelegen poldergebieden die gevoelig zijn voor overstromingen door toedoen van de zee ([Brouwers et al. 2015](#)). Naast bewoning zijn in de kustzones van Nederland en België belangrijke economische activiteiten ondergebracht, onder meer door de aanwezigheid van zeehavens. Hierdoor kan in geval van overstroming, het verlies aan mensenlevens en de materiële schade zeer groot zijn ([Publications office of the European Union 2010](#), [Kellens 2011](#), [Boelaert 2017](#), [EEA 2017](#), [Coppens et al. 2018](#)). Zonder mitigatie- en adaptatiemaatregelen kan de jaarlijkse schade door kustoverstromingen in de EU sterk toenemen, tot bijna 814 miljard euro in 2100, waarbij minstens 3 miljoen EU-burgers worden getroffen door kustoverstromingen ([European Commission 2020](#)). In België kan de jaarlijkse schade in 2100, uitgaande van een op fossiele brandstoffen gebaseerde verdere ontwikkeling en RCP8.5, geraamd worden op 20 miljard euro en waarbij 31.700 mensen te kampen krijgen met overstromingen ([Vousdoukas et al. 2020](#)).

De studie die werd uitgevoerd om de beschermingsmaatregelen van het [Masterplan Kustveiligheid \(2011\)](#) vast te leggen, omvat naast de veiligheidstoetsing van de zeewering ook overstromingsrisicoberekeningen. Hiervoor worden door het [Waterbouwkundig Laboratorium](#) (Departement Mobiliteit en Openbare Werken van de Vlaamse overheid) in samenwerking met Afdeling Kust ook overstromingskaarten opgemaakt en werden bijhorende inschattingen van slachtoffers en schade bij stormvloed voor het kustgebied gemaakt (zie ook: de

kaartencatalogus van [Waterinfo](#), waar ook de informatie over potentiële economische schade en de economische risico's bij overstromingen kan worden teruggevonden). Voor de berekening van het overstromingsrisico (wat slachtoffers en schade betreft) werd binnen Vlaanderen, door het Waterbouwkundig Laboratorium en Universiteit Gent, de zogenaamde LATIS-software ontwikkeld. LATIS versie 4 zal toelaten de ecologische, sociale en culturele impact van overstromingen gebiedsdekkend voor Vlaanderen in kaart te brengen ([Beullens et al. 2017](#)). Deze overstromingsrisicoberekeningen worden op regelmatige basis geactualiseerd. De meest actuele resultaten zijn bepaald voor de toestand anno 2015 ([Ruiz Parrado et al. 2017](#), [Vanneste et al. 2018](#)).

Tabel 1 vat de berekeningsresultaten samen voor een reeks aan extreme stormvloedpeilen. Opmerkelijk is dat de directe economische schade in absolute waarde hoger ligt dan de cijfers uit de voorgaande berekening in 2006 ([Meire et al. 2011](#)). Dit is enerzijds het gevolg van verbeteringen in de LATIS-software en anderzijds het resultaat van een actualisatie van de monetaire waarde van de bebouwing en infrastructuur op de zeewering en de kustvlakte. De aanhoudende ruimtelijke ontwikkelingen in de kustregio zorgen er immers voor dat de economische en menselijke verliezen potentieel steeds groter worden. De schade die een storm met een bepaalde kans van voorkomen kan aanrichten, wordt daarbij normaliter steeds groter ([Plan-MER voor het Geïntegreerd Kustveiligheidsplan: kennisgeving 2009](#), [Kellens 2011](#)). Ten opzichte van de voorgaande berekening in 2006 wordt wel een daling van de schade en het aantal slachtoffers vastgesteld voor de toestand 2015, wanneer voor beide tijdstippen dezelfde (monetaire) basisgegevens gebruikt worden als invoer in de berekeningen. Dit is te danken aan de reeds uitgevoerde maatregelen van het Masterplan Kustveiligheid (2011).

Verder werd in het kader van het Masterplan Kustveiligheid (2011) een kaart uitgewerkt met de verspreiding van een overstroming in het geval van een 1.000-jarige stormvloed, meest recent onder de omstandigheden anno 2020 (figuur 2). De grootste materiële risico's situeren zich in de buurt van de vier havens waarbij deze ook behoren tot de zwakste gebieden op het vlak van kustveiligheid. Voorafgaand aan de uitvoering van het Masterplan Kustveiligheid (2011) scoorden voor de badplaatsen vooral de zones: Oostende-centrum, Oostende-Raversijde, Oostende-Mariakerke, Oostende-Wellington en De Haan-Wenduine slecht. Ook in Middelkerke-Westende was het schaderisico en het risico op slachtoffers relatief hoog. Ondertussen is het risico gereduceerd in de badplaatsen door het uitvoeren van de voorziene ingrepen van het Masterplan Kustveiligheid (2011).

### 12.3.2 Investerings in kustveiligheid

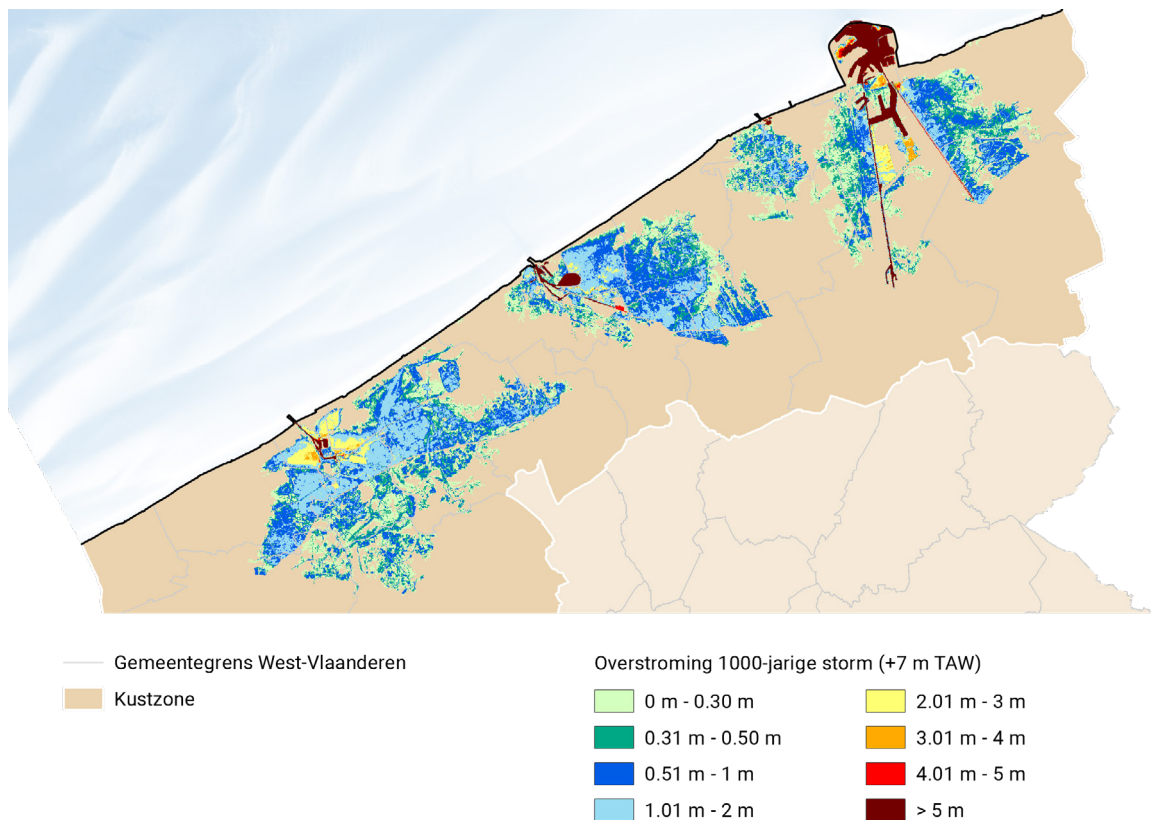
Voor de periode 1998-2015 wordt geschat dat de totale kosten voor kustbescherming en klimaatadaptatie (kusten beschermen tegen overstromingen en erosie) voor de EU opliepen tot 15,8 miljard euro ([DG Maritieme Zaken en Visserij 2009](#)). In het project [ClimateCost \(2009-2011\)](#) werden deze kosten eveneens berekend voor verschillende toekomstscenario's ([Brown et al. 2011](#)). Andere Europese projecten die deze problematiek hebben behandeld, zijn o.a. [COASTANCE \(2007-2013\)](#), [ANCORIM \(2009-2012\)](#), [Theseus \(2009-2013\)](#), [CoastAdapt \(2009-2011\)](#), [CLAMER \(2010-2011\)](#), [SCAPE \(2016-2020\)](#) en [LISCOAST \(2018\)](#).

Een recent rapport in opdracht van de Blauwe Cluster ([Bilsen et al. 2019](#)) over de economische en maatschappelijke relevantie van de Blauwe Economie, gaat ook in op het economisch en maatschappelijke belang van kustbescherming. Het rapport stelt dat in België jaarlijks zo'n 18 miljoen euro wordt uitgegeven aan kustbescherming. Deze uitgaven gebeuren onder andere in het kader van het reguliere onderhoud van de stranden en van de uitvoering van het Masterplan Kustveiligheid (2011).

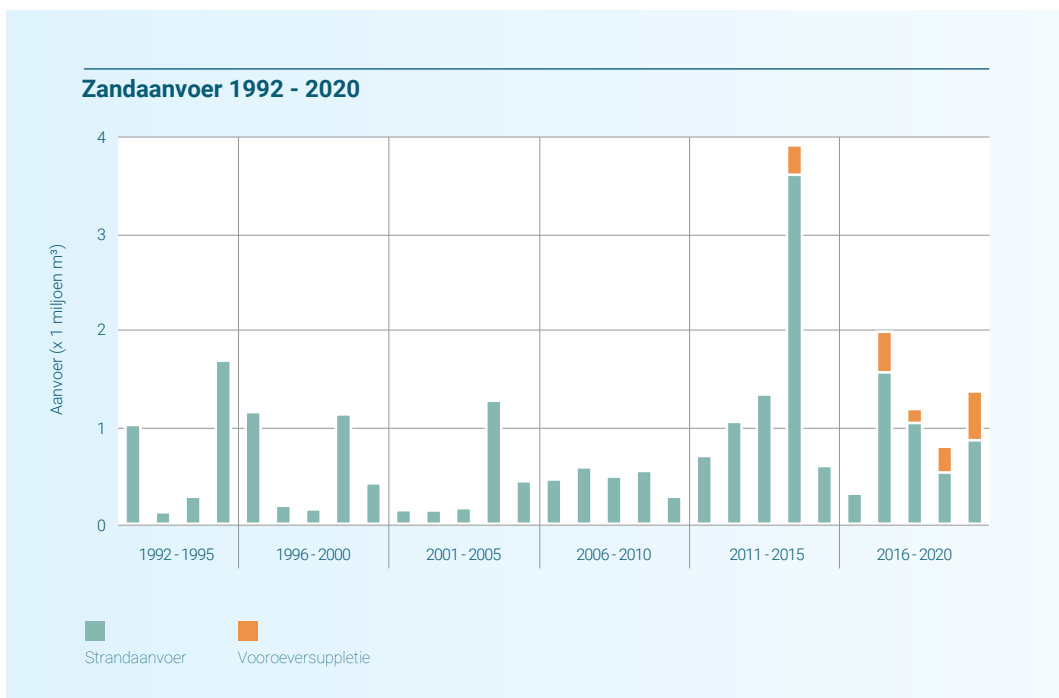
De totale kostprijs van het Masterplan Kustveiligheid (2011) werd destijds geraamd op ruim 300 miljoen euro. Een belangrijke kost die in deze raming vervat zit, betreft de renovatie en versterking van sluisen, stuwen en uitwateringsconstructies in de havens. Daarnaast werd geschat dat voor het periodiek onderhoud van de nieuwe stranden jaarlijks gemiddeld 600.000 tot 700.000 m<sup>3</sup> zand nodig zou zijn. Voor aanvang van het Masterplan Kustveiligheid (2011) werd op de Vlaamse stranden jaarlijks gemiddeld 550.000 m<sup>3</sup> zand per jaar gesuppleerd (opgespoten met persleidingen of met vrachtwagens aangevoerd) ([Maelfait en Belpaeme 2007](#), [Vandewalle et al. 2008](#), [Masterplan Kustveiligheid 2011](#)). Figuur 3 toont de jaarlijkse volumes zand, aangevoerd voor strandsuppleties en vooroeversuppleties. Een belangrijke reden voor de grote hoeveelheden in 2014 en 2017, zijn de noodsuppleties na grote stormen (bv. Sinterklaasstorm in december 2013, storm Dieter in januari 2017) (zie ook thema **Zand- en grindwinning**).

Daarnaast investeert de Vlaamse overheid in onderzoek over hoe kustveiligheid duurzaam en kosteneffectief in te passen in de ruimtelijke ontwikkeling van de kustzone. Dit gebeurde onder meer in het [CREST](#)-project. Het [Living Lab Raversijde](#), gegroeid uit het CREST-project, voorziet onder meer in een op maat van onderzoek gebouwde testdijk die moet leiden tot meer inzicht in de processen van golfoverslag en golfkracht op structuren, en in een langjarige, gedetailleerde hydrografische monitoring van de zachte zeewering te Raversijde om onderzoek en innovatie te faciliteren (incl. pilootstudies).





**Figuur 2.** Berekening van de verspreiding van de overstroming bij een 1.000-jarige stormvloed (+7,0 m TAW storm) onder de omstandigheden anno 2020 (Masterplan Kustveiligheid 2011, Vanneste et al. 2021).



**Figuur 3.** Evolutie van de jaarlijkse volumes zand aangevoerd voor strandsuppleties en vooroeversuppleties (Bron: Afdeling Kust). Bij strandsuppleties wordt zeezand via baggerschepen boven de laagwaterlijn aangebracht. Bij vooroeversuppleties wordt het zand onder de laagwaterlijn aangebracht.

## 12.4 Impact

De beschermingswerken en -infrastructuur aan de Vlaamse kust brengen, al naargelang de gebruikte techniek, een impact op een aantal omgevingsaspecten met zich mee. Zowel de harde als zachte kustbeschermingswerken zijn dan ook onderhevig aan de Europese MER-Richtlijn (Richtlijn 2014/52/EU), waardoor een milieueffectenrapportage (MER) moet worden uitgevoerd vooraleer de milieuvvergunningen worden gegund.

Algemeen werden in de MER-studies van het [Masterplan Kustveiligheid \(2011\)](#) de milieueffecten ingeschat die kunnen optreden tijdens de aanleg, na de uitvoering en ten gevolge van onderhoudswerken. De effecten moeten dus als potentiële effecten beschouwd worden die projectafhankelijk zijn. De effecten voor de exploitatie van de benodigde grondstoffen (bv. zandwinning op zee) werden in afzonderlijke MER-rapporten opgenomen. Tabel 3 geeft een overzicht van de mogelijke effecten waarmee rekening dient gehouden te worden in de beoordeling van kustbeschermingsmaatregelen en de bijhorende literatuur die hier verder op in gaat. Voor een meer gedetailleerde beschrijving wordt verwezen naar volgende publicaties: [Geïntegreerd Kustveiligheidsplan. Niet-technische samenvatting \(2009\)](#), [Plan-MER – Plan voor kustverdediging en maritieme toegankelijkheid van Oostende \(2007\)](#).

Naast een algemeen plan-MER die de milieueffecten van de beschermingsmaatregelen van het Masterplan Kustveiligheid (2011) in zijn totaliteit in kaart brengt, wordt er (wanneer nodig) ook een project-MER opgemaakt om de lokale effecten van de afzonderlijke projecten te beoordelen. Zo werd in 2016 het project-MER voor de stormvloedkering te Nieuwpoort goedgekeurd ([Departement Leefmilieu, Natuur en Energie 2016](#)) en werd in 2021 de aanmelding gedaan voor de project-MER voor de maatregelen tegen de verzanding van de jachthaven in Blankenberge ([Darras 2021](#)). In de meeste gevallen kan evenwel een ontheffing van een project-MER worden aangevraagd.

Binnen het kader van de ecosysteemvisie voor de Vlaamse Kust werd een effectbeoordeling ontwikkeld die toelaat om wetenschappelijk gefundeerde informatie te verschaffen over de impact van een ingreep op het ecosysteem, en beleidsmakers te informeren over de mogelijke gevolgen van een keuze ([Van der Biest et al. 2017a](#), [Van der Biest et al. 2017b](#), [Van der Biest et al. 2020](#)). De praktische toepassing van het ecosysteemdiensten concept op een aantal mariene infrastructuurprojecten werd uitgewerkt in [Boerema et al. \(2016\)](#) en [Boerema et al. \(2021\)](#).

## 12.5 Duurzaam gebruik

Een veerkrachtige kust kan invloeden of fluctuaties in de omgeving doorstaan en zal door natuurlijke processen en duurzaam gebruik niet wezenlijk veranderen. Een veerkrachtige zeegeving werd als kernelement gedefinieerd voor een duurzaam Vlaams kustecosysteem in de Ecosysteemvisie Vlaamse Kust (2017). Deze studie voorziet in een streefbeeld voor de ontwikkeling van de zeegeving op lange termijn gekoppeld aan een ecologisch toetsingskader ontwikkeld om de (langetermijn) impact van toekomstige ontwikkelingen i.k.v. kustbescherming te beoordelen ten aanzien van de haalbaarheid van dit streefbeeld ([Van der Biest et al. 2017a](#), [Van der Biest et al. 2017b](#)).

Gezien de vele gebruikersfuncties die actief zijn in de kustzone, formuleerde Europa in 2002 een aanbeveling voor een geïntegreerd beheer van kustgebieden (GBKG - ICZM, 2002/413/EG). In kader van het [Masterplan Kustveiligheid \(2011\)](#) werden de principes van het geïntegreerd kustzonebeheer gevolgd bij de uitvoering van de maatschappelijke kosten/baten-analyse. Het in 2017 gestarte [project Kustvisie](#) richt zich in de eerste plaats op kustveiligheid maar bekijkt eveneens mogelijke baten op economisch, maatschappelijk en natuurlijk vlak (zie ook nota [Rondelez en Pirlet 2018](#) met focusgebied Oostkust).

Binnen deze context wint de aanpak vanuit de *quadruple helix* (waarbinnen overheid, onderzoek, de bedrijfswereld en de bredere bevolking gezamenlijk betrokken worden) aan belang. Een voorbeeld hiervan is de [Think Tank North Sea](#), een neutrale en ongebonden entiteit waarin belanghebbenden vanuit deze *quadruple helix* zich buigen over thema's zoals: 'Leven met Klimaatverandering' ([Mertens et al. 2020](#)) of 'Werken met de Natuur' ([Degraer et al. 2020](#)). De onderlinge samenwerking tussen overheden, kennisinstellingen, bedrijven en burger speelt een belangrijke rol bij het uitwerken van innovatieve concepten, die binnen kustbescherming meer en meer aan belang winnen. [De Blauwe Cluster](#) is daarbij als speerpuntcluster een ondersteuning voor bedrijven bij het opzetten van partnerschappen met andere bedrijven, kenniscentra en overheidsinstellingen met het oog op de ontwikkeling en de bevordering van economische activiteiten op zee. Een aantal initiatieven, demonstratie- en innovatieprojecten voor een geïntegreerde kustbescherming worden weergegeven in tabel 4.

**Tabel 3.** Een overzicht van de mogelijke effecten waarmee rekening dient gehouden te worden in de beoordeling van kustbeschermingsmaatregelen en de bijhorende literatuur.

Discipline	Mogelijke effecten	Literatuur
Water	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertroebeling in de waterkolom;</li> <li>• Wijziging stromingspatroon en stroomsnelheid zeewater;</li> <li>• Hydrologische effecten - veranderingen grondwaterstanden in de duinen en in het aangrenzende gebied;</li> <li>• Grondwaterkwaliteitsveranderingen (afhankelijk van de kwaliteit van het suppletiezand).</li> </ul>	Plan-MER – Plan voor kustverdediging en maritieme toegankelijkheid van Oostende (2007), Geïntegreerd Kustveiligheidsplan. Niet-technische samenvatting (2009), Lebbe 2011
Bodem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impact op de aanwezige zeebodem, strand-, duin- en polderbodems (mate van bodemverstoring) en effect op de morfologie.</li> </ul>	Plan-MER – Plan voor kustverdediging en maritieme toegankelijkheid van Oostende (2007), Geïntegreerd Kustveiligheidsplan. Niet-technische samenvatting (2009), Houthuys 2012, Van den Eynde et al. 2012, Janssens et al. 2013, Houthuys et al. 2014, Colson et al. 2016, INDI67-project BELSPO
Lucht	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emissies naar de lucht en hun impact op de menselijke gezondheid.</li> </ul>	Plan-MER – Plan voor kustverdediging en maritieme toegankelijkheid van Oostende (2007), Geïntegreerd Kustveiligheidsplan. Niet-technische samenvatting (2009)
Geluid en trillingen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geluidsimpact voor mens en dier en effecten op de menselijke gezondheid.</li> </ul>	Plan-MER – Plan voor kustverdediging en maritieme toegankelijkheid van Oostende (2007), Geïntegreerd Kustveiligheidsplan. Niet-technische samenvatting (2009)
Landschap, archeologie en bouwkundig erfgoed	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Functionele versnippering van het bodemgebruik;</li> <li>• Visueel-ruimtelijke effecten van het toevoegen of wijzigen van landschapselementen;</li> <li>• Verdwijnen en verstoren van historisch-geografische elementen en structuren;</li> <li>• Effecten op bouwkundig erfgoed en archeologie.</li> </ul>	Plan-MER – Plan voor kustverdediging en maritieme toegankelijkheid van Oostende (2007), Geïntegreerd Kustveiligheidsplan. Niet-technische samenvatting (2009)
Fauna en flora	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Effecten op biotoop, vegetatie, bodemleven en avifauna;</li> <li>• Biotoopcreatie door uitbreiding hoog strand en duinareaal;</li> <li>• Barrièrewerking voor bodemdieren.</li> </ul>	Engledow et al. 2001, Speybroeck et al. 2004, Volckaert et al. 2004, Speybroeck et al. 2006a, Speybroeck et al. 2006b, Speybroeck et al. 2007, Plan-MER – Plan voor kustverdediging en maritieme toegankelijkheid van Oostende (2007), Van Ginderdeuren et al. 2007, Geïntegreerd Kustveiligheidsplan. Niet-technische samenvatting (2009), Janssen en Rozemeijer 2009, Braarup Cuykens et al. 2010, Vanden Eede en Vincx 2011, Vanden Eede 2013, Van Tomme 2013, Van Tomme et al. 2013, Vanden Eede et al. 2014, Colson et al. 2016, Staudt et al. 2021
Mobiliteit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wijziging in de bereikbaarheid en toegankelijkheid.</li> </ul>	Plan-MER – Plan voor kustverdediging en maritieme toegankelijkheid van Oostende (2007), Geïntegreerd Kustveiligheidsplan. Niet-technische samenvatting (2009)
Ruimtegebruik (mens-ruimte)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wijziging toegangsmogelijkheden;</li> <li>• Wijziging recreatieve oppervlakte;</li> <li>• Functiewijziging;</li> <li>• (Hinder)beleving.</li> </ul>	Plan-MER – Plan voor kustverdediging en maritieme toegankelijkheid van Oostende (2007), Geïntegreerd Kustveiligheidsplan. Niet-technische samenvatting (2009)
Mens, gezondheids- en veiligheidsaspecten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mogelijke gezondheidseffecten als gevolg van blootstelling aan verontreinigde lucht, geluidsemissies en trillingen;</li> <li>• Verandering van de veiligheid voor recreanten en inwoners door wijziging van de zeestroming, door plaatsing of verwijdering van obstakels, door wijziging van de algehele kustveiligheid.</li> </ul>	Plan-MER – Plan voor kustverdediging en maritieme toegankelijkheid van Oostende (2007), Geïntegreerd Kustveiligheidsplan. Niet-technische samenvatting (2009)

## 12.5.1 Nature-based Solutions

Alhoewel reeds sinds de jaren '70 van de vorige eeuw gewerkt wordt rond thema's als *Low Impact Development of Best Management Practices*, is het vooral sinds 2007 dat de term *Nature-based Solutions* (NbS, Natuurgebaseerde oplossingen) in de literatuur verschijnt (Ruangpan et al. 2020). Er bestaan verschillende definities van NbS (o.a. Cohen-Schaham et al. 2016), waarbij steeds de nadruk ligt op de noodzaak om bij de toepassing van NbS een evenwicht te vinden tussen sociale, economische en milieudoelstellingen, en het belang van de duurzaamheid ervan op lange termijn (Martin et al. 2020).

De Europese Commissie definieerde in 2020 natuurgebaseerde oplossingen als: 'oplossingen die geïnspireerd en ondersteund worden door de natuur, die kosteneffectief zijn, tegelijkertijd milieu-, sociale en economische voordelen opleveren en veerkracht helpen opbouwen. Dergelijke oplossingen brengen meer, en meer diverse, natuur en natuurlijke kenmerken en processen in steden, landschappen en zeegezichten, door middel van plaatselijk aangepaste, hulpbronnefficiënte en systemische ingrepen'. Tegelijk is NbS niet de enige term die natuurlijke oplossingen voor klimaatuitdagingen aanduidt. Zo worden ook onder meer de termen: *Building with Nature* (De Vriend et al. 2015), *Ecological Engineering* (Borsje et al. 2011), *Nature-based infrastructure* (Sutton-Grier et al. 2018), *Natural and Nature-based features* (Bridges et al. 2021), *Ecosystem-based Coastal Defence* (Temmerman et al. 2013), *Werken met de Natuur* (Degraer et al. 2020), *Ecosystem Approach* (Adriana Gracia et al. 2018) gebruikt, waarbij de nadruk meer op de probleemoplossing dan wel op de beheersaanpak ligt. NbS kan dus worden gezien als een verzamelbegrip, waarin een breed gamma aan instandhoudings- en duurzaamheidsmaatregelen omvat zijn (Eggermont et al. 2015, Nesshöver et al. 2017, Gómez Martin et al. 2020, Vojinovic 2020). NbS zijn bij uitstek een onderwerp waar innovatie vanuit overheid, onderzoek en bedrijfsleven samenkomen. Natuurlijke of natuurgebaseerde beschermingsmaatregelen zijn onder meer ondiepe zandbanken, vooroeveren en suppleties; onderwaterriffen; slikken, schorren en intertidale zandplaten en duinen (Van der Biest et al. 2017a, Van der Biest et al. 2017b, Bonte et al. 2021). Voorbeelden van NbS langs de Vlaamse kust zijn de aanleg van een bijkomende duin voor dijk ter hoogte van Raversijde in 2021 (SARCC-project), de aanleg van biogene riffen met het oog op (toekomstige) kustbescherming, zoals de proefopstelling ter hoogte van De Panne (Coastbusters 2.0-project), het faciliteren van voeding van de kustlijn via zandtransport over kustaangehechte zandbanken (Verwaest et al. 2020) of de duinontwikkeling ter hoogte van Oostende Oosteroever (Strypsteen en Rauwoens 2021). Een overzicht van de mogelijkheden van NbS aan onze zandige kust wordt gegeven in Boerema et al. (2021).

**Tabel 4.** Een overzicht van pertinente studies, projecten en initiatieven in de context van kustbescherming.

Studies, projecten en initiatieven	Looptijd	Toelichting
CLIMAR-project (BELSPO) (Van der Biest et al. 2009, Van den Eynde et al. 2009, Van den Eynde et al. 2011)	2006-2011	In dit project werd een kader ontwikkeld waarin de aanpassingsmaatregelen die worden genomen om de impact als gevolg van klimaatveranderingen te beheersen, kunnen geëvalueerd worden, en dit voor zowel de ecologische, de sociale als de economische aspecten van het Noordzeemilieu.
QUEST4D-project (fase 1 en fase 2 BELSPO) (Van Lancker et al. 2012)	2007-2011	In dit project werden erosie/sedimentatiepatronen gekwantificeerd en werd de natuurlijke van de antropogeen geïnduceerde sedimentdynamiek onderscheiden.
CcASPAR (Allaert et al. 2012)	2009-2012	In dit project werd onderzoek verricht naar de ruimtelijke impact van klimaatverandering met als finaliteit het formuleren van ruimtelijke adaptatiestrategieën en duurzame beleidsimplicaties voor Vlaanderen op verschillende ruimtelijke schalen. De ontwikkelde strategieën werden getoetst aan de kust en de IJzervallei.
Kappa-plan (Kustwerkgroep Natuurpunt 2010)	2010	Natuurpunt en de West-Vlaamse Milieufederatie (WMF) pleiten voor een geïntegreerd klimaatadaptatieplan voor een duurzame visie voor kustbescherming. In dit Kappa-plan werd een bescherming van de kust met natuurlijke klimaatbuffers tegen klimaatsverandering en overstroming uitgewerkt.
Coastal communities 2150 (Stratton 2012)	2011-2014	Dit project had als doel de stakeholders in de kuststreken bewust te maken van de klimaatverandering en de gevolgen daarvan op de kust (erosie, overstromingen, etc.).
Metropolitaan Kustlandschap 2100 (verkennde en methodologische analyse van de Belgische kust, ontwerpgegevens en exploratief ontwerpend onderzoek deel 1, 2 en 3) (Geldof en De Bock 2014)	2012-2014	Dit initiatief van LABO Ruimte (Ruimte Vlaanderen en Team Vlaamse Bouwmeester) – in samenwerking met het Departement Mobiliteit en Openbare Werken en het Agentschap Maritieme Dienstverlening en Kust – verkende diverse toekomstscenario's voor de Vlaamse kust en vertrok daarbij vanuit een metropolitaan perspectief.

Studies, projecten en initiatieven (vervolg)	Looptijd	Toelichting
4shore-project (Colson et al. 2016)	2013-2016	Dit project heeft over een periode van drie jaar de ecologische veranderingen van vooroever- en strandsuppleties op temporele en ruimtelijke schaal in kaart gebracht voor het strand en de ondiepe kustzone (Mariakerke en Bredene). Binnen het 4shorebis-project werd het macrobenthos en de fysio-chemische eigenschappen van het bodemsediment ter hoogte van het strand van Middelkerke na een suppletie activiteit geëvalueerd.
Meetnet Vlaamse Kust – project Broersbank (Thoon 2016)	2013-2016	Dit studieproject heeft een unieke dataset en modelinstrumentarium opgebouwd die zullen bijdragen aan het verder onderzoek naar een veilige, robuuste kust. Om de impact van zandbanken op de reductie van golfenergie in detail te onderzoeken werd een meetnet opgestart dat bestaat uit zeven boeien voor de kust.
TILES-project (BELSPO) (Van Lancker et al. 2019)	2013-2017	Het TILES-project ( <i>Transnational and Integrated Long-term marine Exploitation Strategies</i> ) richtte zich op het samenstellen van voorspellingen en een adaptieve beheerstrategie op lange termijn, voor de exploitatie van geologische bronnen in de Noordzee.
ARGONAUTS (Montreuil et al 2017)	2013-2018	<i>ARGus and in-situ mONitoring of beAch and shoreface NoUrishmenT for Sustainable coastal safety</i> . Het doel van het project was om een vooroeversuppletie op Oostende (Mariakerke) te evalueren als alternatieve maatregel om uitgebreide/opgehoogde stranden te onderhouden.
Provoost et al. 2014	2014	In dit ecosysteemdienstrapport van het Natuurrapport 2014 werd de bescherming tegen overstromingen vanuit de zee door middel van zeeverende natuurlijke structuren uitgewerkt.
CORDEX.be-project (BELSPO) (Termonia et al. 2018)	2014-2017	Het doel van het CORDEX.be-project was het combineren van de bestaande en de nieuwe onderzoeksactiviteiten van negen Belgische partners op het domein van klimaatmodellering met als doel een consistente wetenschappelijke basis te creëren voor klimaatdiensten in België. De valorisatie van het CORDEX.be-project wordt besproken in Van Schaeymbroeck et al. (2021).
INDI67-project (BELSPO) (Fettweis et al. 2020)	2014-2019	Ontwikkeling van methodes om de monitoring van de Europese Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRMS)-indicatoren 6 (Integriteit van de zeebodem) en 7 (Hydrografische eigenschappen) te verbeteren.
CREST-project (Monbaliu et al. 2020)	2015-2019	Het CREST-consortium ( <i>Climate Resilient Coast</i> ) bestudeerde de robuustheid aan de Vlaamse kust onder een wijzigend klimaatregime. Meer bepaald werden de effecten op de kustdynamiek en de impact voor toekomstige veiligheidsstrategieën onderzocht. Dit innovatieproject bestudeerde de kustnabije en landwaartse fysische processen, maar ook de overstromingsrisico's langs de kust en de impact van de golfoverslag; de veerkracht van het natuurlijk kuststelsel in relatie tot stormen en wind en klimaatscenario's voor de Belgische kust. Het CREST-project omvatte drie kernactiviteiten: (1) geïntegreerde modellering van golven, stroming en sediment op multi-schaal, (2) geavanceerde modellering van overslagrisico's in kustgemeenten en (3) verbeterde kennis van kustprocessen.
Building With Nature	2015-2020	Dit project demonstreerde <i>Building With Nature</i> -projecten, die zorgen voor een verhoging van de kustveiligheidsoplossingen die gebruik maken van natuurlijke processen om overstromingsrisico's en kusterosie te beheren en tegelijk ecosysteemdiensten te verbeteren. Hiervoor werden op zeven kustlocaties en op zes locaties op stroomgebieden <i>Nature Based Solutions</i> toegepast. In Vlaanderen werd hiervoor een strandsuppletie in Oostende onderzocht.
SCAPE-project	2016-2020	Dit project had als doel kustgebieden te wapenen tegen de gevolgen van klimaatverandering zoals overstromingen en extreme regenval en ging daarbij uit van een landschapsg geleid ontwerp. Watermanagers, planners en architecten ontwikkelden een gezamenlijke aanpak om het landschap in te zetten tegen de watergerelateerde gevolgen van klimaatverandering.



Studies, projecten en initiatieven (vervolg)	Looptijd	Toelichting
Territoriaal Ontwikkelingsprogramma (T.OP) Kustzone	2016-lopend	T.OP Kustzone werd opgestart door het Departement Omgeving in samenwerking met de provincie West-Vlaanderen om een actiegericht programma op te stellen voor de ruimtelijke ontwikkeling van de kustzone op korte en middellange termijn.
Coastbusters (Coastbusters 2020)	2017-2020	In het innovatieproject Coastbusters werd de mogelijkheid getest om aan de hand van biogene riffen aan kustbescherming te doen. Het natuurlijke rif werd opgebouwd uit drie delen: zeewier of -gras, mosselrif en een rif van schelpkokerwormen. De mosselen werden als meest optimale soort bevonden om als rifbouwer en aldus als kustbescherming te dienen. Dit wordt verder als een vervolgtraject opgenomen in het <a href="#">Coastbusters 2.0</a> -project.
RS4Mody-project (BELSPO)	2017-2021	Dit project heeft tot doel de morfodynamica van een getijdestrand te onderzoeken van korte (stormgebeurtenis) tot lange termijn (>25 jaar) om op die manier beter inzicht te verkrijgen in de morfodynamiek van het strand en de implicaties die dit voor het kustbeheer met zich zal meebrengen.
ENDURE	2018-2020	Dit project richtte zich op duinbeheer om het 2 Zeeën-gebied weerbaar te maken tegen klimaatverandering. Om de voordelen van verschillende benaderingen van duinbeheer te visualiseren (harde engineeringaanpak versus ecosysteem gebaseerde aanpak), werd een aanbesteding gelanceerd voor de ontwikkeling van nieuwe cartografische oplossingen. Met een overzichtelijke visualisatie zouden kustbeheerders beter moeten kunnen begrijpen op welke manier hun maatregelen het kustgebied veranderen.
DataBeach	2019-2021	Het DataBeach project ontwikkelt baanbrekende nieuwe meettechnologie, machine learning-modellen en probabilistische rekenmethodes voor een disruptieve vooruitgang in het ontwerp van zachte zeeweringen. Binnen het Databeach project werd ook de Coastsnap paal te Oostende.
SARCC	2019-2023	Het project zoekt naar oplossingen om op een duurzame wijze de kuststeden te beschermen tegen gevolgen van de stijgende zeespiegel. De focus van het project ligt op het gebruik van natuurgerichte oplossingen (NbS, <i>Nature-based Solutions</i> ) binnen de kustwering, zowel in het beleid als de concrete aanleg van kustweringsprojecten. Een belangrijke poot vormt hierbij de opbouw van kennis over NbS, en kennisverspreiding naar besturen en bevolking.
Coastbusters 2.0	2020-2022	Voortbouwend op het onderzoek in Coastbusters, wordt binnen Coastbusters 2.0 verder onderzoek verricht naar een duurzaam ontwerp voor het ontwikkelen van een zichzelf instandhoudend mosselrif als kustbescherming. Er wordt onder andere ingezet op onderzoek naar duurzame en biodegradeerbare materialen, het ontwerp van een modulair biogeen rif concept, innovatieve monitoringsoplossingen en de ecosysteem randvoorwaarden en diensten van kustbeschermende riffen.
Coastsnap Belgium	Doorlopend sinds 2020	CoastSnap is een globaal <i>Citizen Science</i> -project dat de burger wil engageren om mee te werken aan wetenschappelijk onderzoek naar de aangroei en erosie van verschillende stranden. Het project voorziet hiervoor speciaal ontworpen houders op vaste "CoastSnap locaties" waar passanten hun smartphone in kunnen plaatsen om een foto van het strand te maken. Deze foto's vormen een dataset waarop wetenschappelijk onderzoek uitgevoerd wordt. In België zijn momenteel Coastsnap-palen geplaatst in Oostende (Oosteroever, i.k.v. het Databeach project) en Koksijde (i.h.k.v. het RS4Mody-project).
Bankbusters	2021-2024	In Bankbusters wil men de kennis met betrekking tot de ecosysteemprocessen, de randvoorwaarden daaromtrent en concepten voor het hergebruik van gebaggerd materiaal versterken om zo het herstel van geërodeerde getijdengebieden en draslanden te faciliteren en lokale ecosystemendiensten te verbeteren.

## Referentielijst wetgeving

Overzicht van de relevante regelgeving op Europees, federaal en Vlaams niveau. Voor de geconsolideerde Europese beleidscontext wordt doorverwezen naar [Eurllex](#). De nationale regelgeving kan geraadpleegd worden via het [Belgisch Staatsblad](#) en de [Justel-databanken](#), de Vlaamse wetgeving kan geraadpleegd worden via [Codex Vlaanderen](#).

Europese wetgeving en beleidscontext			
Afkorting	Titel	Jaar	Nummer
<b>Aanbevelingen</b>			
<a href="#">2002/413/EG</a>	Aanbeveling betreffende de uitvoering van een geïntegreerd beheer van kustgebieden in Europa	2002	413
<b>Mededelingen</b>			
<a href="#">COM (2013) 216</a>	Mededeling van de Commissie - Een EU-strategie voor aanpassing aan de klimaatverandering	2013	216
<a href="#">COM (2019) 640</a>	Mededeling van de Commissie: De Europese Green Deal	2019	640
<a href="#">COM (2021) 82</a>	Mededeling van de Commissie: Een klimaatbestendig Europa tot stand brengen - de nieuwe EU-strategie inzake de aanpassing aan klimaatverandering	2021	82
<b>Richtlijnen</b>			
<a href="#">Richtlijn 2000/60/EG</a>	Richtlijn tot vaststelling van een kader voor communautaire maatregelen betreffende het waterbeleid (Kaderrichtlijn Water)	2000	60
<a href="#">Richtlijn 2007/60/EG</a>	Richtlijn over beoordeling en beheer van overstromingsrisico's (Hoogwater- en Overstromingsrichtlijn)	2007	60
<a href="#">Richtlijn 2014/52/EU</a>	Richtlijn tot wijziging van Richtlijn 2011/92/EU betreffende de milieueffectbeoordeling van bepaalde openbare en particuliere projecten (MER-Richtlijn)	2014	52
<a href="#">Richtlijn 2014/89/EU</a>	Richtlijn tot vaststelling van een kader voor maritieme ruimtelijke planning (MRP-Richtlijn)	2014	89
<b>Verordeningen</b>			
<a href="#">Verordening (EU) 2021/1119</a>	Verordening tot vaststelling van een kader voor de verwezenlijking van klimaatneutraliteit, en tot wijziging van Verordening (EG) nr. 401/2009 en Verordening (EU) 2018/1999 (Europese klimaatwet)	2021	1119

Belgische en Vlaamse wetgeving		
Afkorting	Titel	Dossiernummer
<b>Decreten</b>		
Decreet van 14 juli 1993	Besluit van de Vlaamse regering betreffende de definitieve aanwijzing van de beschermde duingebieden en van de voor het duingebied belangrijke landbouwgebieden.	1994-11-16/33
Decreet van 18 juli 2003	Decreet betreffende het integraal waterbeleid	2003-07-18/72
Decreet van 25 april 2014	Decreet betreffende de complexe projecten	2014-04-25/18
<b>Koninklijke besluiten</b>		
KB van 22 mei 2019	Koninklijk besluit tot vaststelling van het marien ruimtelijk plan voor de periode 2020 tot 2026 in de Belgische Zeegebieden	2019-05-22/23
<b>Wetten</b>		
Bijzondere wet van 8 augustus 1980	Bijzondere wet tot hervorming der instellingen	1980-08-08/02

