

Interreg
2 Seas Mers Zeeën
SARCC
European Regional Development Fund

Interreg
SARCC project
2017–2023

Middelkerke
Oostende
Blankenberge
Gravelines
Vlissingen
Southend-on-Sea
Newlyn

OP DE NATUUR GEBASEERDE OPLOSSINGEN VOOR KUSTSTEDEN

Interreg SARCC project 2017–2023

OP DE NATUUR GEBASEERDE OPLOSSINGEN VOOR KUSTSTEDEN

Middelkerke
Oostende
Blankenberge
Gravelines
Vlissingen
Southend-on-Sea
Newlyn

INHOUD

OP DE NATUUR GEBASEERDE OPLOSSINGEN VOOR KUSTSTEDEN

Inleiding . . . . . [4]

DEEL 1 - DE ZEESPIEGEL STIJGT

1. Klimaatverandering en zeespiegelstijging. Feiten en uitdagingen . . . . . [11]
2. Stormvloed. Gevaren van de zeespiegelstijging . . . . . [15]
3. Kustbescherming. Harde infrastructuur versus op de natuur gebaseerde oplossingen . . . . . [19]
4. Op de natuur gebaseerde oplossingen en ecosysteemdiensten . . . . . [29]
5. Internationaal beleid en doelstellingen . . . . . [33]
6. 2 zeeën, 4 landen, 7 steden. Kenmerken en nationaal beleid . . . . . [37]
7. De 'longue durée'. Historische trends en lange-termijnpatronen van kustverandering . . . . . [53]

DEEL 2 - PILOOTPROJECTEN

1. Middelkerke . . . . . [71]
2. Oostende . . . . . [81]
3. Blankenberge . . . . . [89]
4. Gravelines . . . . . [95]
5. Vlissingen . . . . . [103]
6. Newlyn . . . . . [111]
7. Southend-on-Sea . . . . . [119]

DEEL 3 - 10 LESSEN

Opschalen van de pilootprojecten . . . . . [128]

Bronnen . . . . . [142]

Colofon . . . . . [144]

Duurzame en veerkrachtige kuststeden



INLEIDING

Klimaatverandering is ongetwijfeld een van de grote uitdagingen van de eenentwintigste eeuw. De gevolgen van de opwarming manifesteren zich nu al overal ter wereld, met onder meer toenemende hittegolven, droogte, overstromingen, het smelten van zee- en landijs, de verzuring van de oceanen en het probleem dat in deze publicatie centraal staat: de zeespiegelstijging.

Het wereldwijde gemiddelde zeepeil zal volgens (voorzichtige) inschattingen stijgen met ongeveer 80 cm tegen 2100, en zal de komende eeuwen nog verder blijven stijgen. Hoeveel precies, dat weten we niet zeker, maar de prognoses van het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) lopen uiteen van 2 tot 5 m tegen 2300. Voor veel gebieden op aarde zal dit dramatische gevolgen hebben. Niet alleen afgelegen eilanden maar ook dichtbevolkte metropolen in de rivierdelta's en aan kusten worden bedreigd. Volgens de Verenigde Naties woont momenteel ongeveer 40% van de wereldbevolking binnen een afstand van 100 km van de kust. Ook de landen en regio's aan de Noordzee en het Kanaal moeten zich voorbereiden op en wapenen tegen een nog ongekende stijging van het water.

Wat moeten we doen? In de eerste plaats moeten we natuurlijk de oorzaken zoveel mogelijk weg nemen en onze koolstof- en methaanuitstoot drastisch beperken of zelfs tot nul brengen. Maar 'mitigatie' (het verminderen van de uitstoot) zal niet volstaan. Er is ook 'adaptatie' nodig, want veel van de gevolgen van de klimaatopwarming zijn onomkeerbaar. Ook als we vandaag volledig stoppen met de uitstoot van broeikasgassen, zal de zeespiegel nog eeuwen blijven stijgen. We moeten ons nu al aanpassen aan die nieuwe realiteit.

De voorbije eeuw hebben we onze kusten vooral beschermd tegen de zee met een 'harde' zeewering van betonnen dijken, stormmuren en waterkeringen. Deze publicatie voert een pleidooi om het over een andere boeg te gooien en ons te beschermen tegen de zee met de middelen die de natuur ons gegeven heeft.

Op de natuur gebaseerde oplossingen

SARCC is een Interreg 2 Zeeën-programma waarin zeven kuststeden in vier landen rond de Noordzee en het Kanaal hun krachten bundelen om te onderzoeken – én meteen ook te testen in pilootprojecten – hoe dit best kan gebeuren. SARCC staat voor 'Sustainable and Resilient Coastal Cities', of, in het Nederlands,



> **Deze publicatie voert een pleidooi om het over een andere boeg te gooien en ons te beschermen tegen de zee met de middelen die de natuur ons gegeven heeft.**

'Duurzame en Veerkrachtige Kuststeden'. Van 2017 tot 2023 voerde een brede internationale en interdisciplinaire coalitie – bestaande uit de zeven kuststeden, nationale en regionale overheden, kennisinstellingen en private partners – onderzoek naar de mogelijkheden, de voordelen en de haalbaarheid van zogenaamde *Nature-based Solutions* (NbS) of op de natuur gebaseerde oplossingen voor kustbescherming, als een alternatief voor of aanvulling op de gebruikelijke 'grijze' of 'harde' infrastructuur. Concreet gaat het in het 2 Zeeën-gebied over zachte oplossingen (vooroever-, strand- of duinsuppleties), soortengerichte oplossingen (biogene riffen, helmduinen of strandvegetatie) of hybride oplossingen met een combinatie van zachte en harde elementen (zoals bijvoorbeeld het realiseren van een duin-voor-dijk).

Waarom kiezen voor op de natuur gebaseerde oplossingen?

Tijdens het SARCC-traject werden verschillende hypothesen geformuleerd, onderzocht en getest. Deze publicatie schuift grosso modo vijf argumenten naar voren:

1) **Op de natuur gebaseerde oplossingen zijn beter voor milieu, klimaat en biodiversiteit.** 'Grijze' infrastructuur is doorgaans gemaakt van beton en staal, waarvan de productie erg koolstofintensief en schadelijk is voor milieu en klimaat. Terwijl die grijze infrastructuur een harde grens vormt tussen land en zee, met weinig kansen voor flora en fauna, zorgen op de natuur gebaseerde oplossingen net voor een herstel, een versterking of een uitbreiding van de biodiversiteit en ecosystemen.

2) **Op de natuur gebaseerde oplossingen zijn flexibel, dynamisch en robuust.** Hoewel harde zeeweringen effectief zijn in het beheersen van de zeespiegelstijging op korte termijn, zal het voor veel plekken erg moeilijk worden ze te beschermen tegen een zeespiegelstijging van meer dan 1 m. Op de natuur gebaseerde oplossingen daarentegen zijn op lange termijn vaak veerkrachtiger en in sommige gevallen zelfs in staat om mee te groeien met de stijging van de zeespiegel.

3) **Wat goed is voor de natuur, is goed voor de mens.** Gezonde en robuuste ecosystemen verlenen diverse voordelen en diensten aan mens en maatschappij: dat gaat van



voedsel, zuiver water, propere lucht en koolstofopslag tot landschapsbeleving, recreatie, gezondheid en psychisch welzijn.

4) **Op de natuur gebaseerde oplossingen zijn een troef voor de belevingswaarde en het toerisme.** Harde zeeweringen zoals dijken of stormmuren vormen ondoordringbare grenzen tussen land en zee, verstoren het landschap en het zeezicht, en zijn op lange termijn, wanneer de zeespiegel verder stijgt en steeds hogere muren nodig zijn, weinig aantrekkelijk voor bewoners en toeristen.

5) **Op de natuur gebaseerde oplossingen zijn op lange termijn wellicht goedkoper** dan klassieke, harde zeeweringen zoals dijken of stormmuren, die een intensief en duur onderhoud vereisen.

Drie delen

Deze publicatie is opgebouwd uit drie delen. In het eerste deel brengen we een beknopt overzicht van de wetenschappelijke kennis die vandaag bestaat over klimaatverandering en zeespiegelstijging. We beschrijven de dynamiek van de zee onder invloed van getij, wind en golfslag en lijsten de verschillende vormen van kustbescherming op die we kennen in onze contreien, van harde infrastructuur tot zachte, op de natuur gebaseerde oplossingen. Vervolgens gaan we dieper in op de verschillen en de gelijkenissen tussen de vier landen aan de Noordzee en het Kanaal, zowel op het vlak van hun landschappelijke, geografische, hydrologische, historische en economische context als hun beleidsmatige aanpak.

We sluiten het eerste deel af met een intrigerend essay door Garry Momber, directeur van de Maritime Archeology Trust (VK), waarin hij beargumenteert dat we de problematiek van kustbescherming en kusterosie in historisch perspectief moeten plaatsen en moeten kijken naar de *longue durée*. Momber trekt de verrassende conclusie dat wanneer de mens ingrijpt om de kustlijn te fixeren met harde infrastructuur, het land net méér onderhevig is aan erosie, en dat natuurlijke processen door de eeuwen heen een veel grotere veerkracht, stabiliteit en robuuste bescherming boden tegen klimatologische veranderingen.

In het tweede deel werpen we een blik op de zeven pilootprojecten die de voorbije zes jaren in het kader van SARCC zijn uitgevoerd en uitvoerig gemonitord. De op de natuur gebaseerde oplossingen in de zeven steden variëren van regio tot regio en zijn sterk afhankelijk van de specifieke landschappelijke en mariene

eigenschappen. In Gravelines, Middelkerke, Blankenberge en Oostende aan de Franse en Vlaamse Noordzeekust (waar zand in overvloed aanwezig is) gaat het hoofdzakelijk om het aanleggen en versterken van duinen in verschillende vormen (als natuurlijk duin of als hybride duin-voor-dijk of grasdijk). In Newlyn in het Engelse graafschap Cornwall is het landschap heel anders dan aan de continentale Noordzeekust. Hier vind je geen uitgestrekte zandstranden maar wel een rotsachtige kust. In het pilootproject werden 'ecoblokken' ontwikkeld om een pier aan te leggen die de golven breekt en het stadje beschermt tegen het binnenstromende water. De ecoblokken zijn gemaakt van materialen waarop het mariene leven zoals wieren, algen en weekdieren zich gemakkelijk kunnen vasthechten, zodat een rijk en levendig biotoop ontstaat. De stad Southend-on-Sea koos ervoor om niet één maar meerdere kleinere pilootprojecten te initiëren, die elk op hun manier een bijdrage leveren aan biodiversiteit en kustbescherming, van het herstel van strandvegetatie tot het aanleggen van een groene zeewering. Het pilootproject in het Nederlandse Vlissingen aan de monding van de Westerschelde ten slotte, is opmerkelijk en engszins controversieel. Hier heeft men ervoor gekozen om, in de plaats van steeds hogere dijken te bouwen om de stad tegen de zee te beschermen, de zee in de uitzonderlijke situatie van een zware stormvloed, gecontroleerd te laten binnenstromen in de stad, waarna het water opgevangen wordt in een spaarbekken.

In het derde deel tot slot, lijsten we tien lessen op die we hebben geleerd uit zes jaar intense internationale en interdisciplinaire samenwerking met al onze partners. Het zijn lessen die we graag meegeven aan al wie na ons aan de slag wil gaan met op de natuur gebaseerde oplossingen.

Opschalen van pilootprojecten

Harde kustbescherming zoals dijken en stormmuren hebben in het verleden hun efficiëntie bewezen, maar dat wil niet zeggen dat ze ons ook in de toekomst, wanneer de zeespiegel verder stijgt, afdoende kunnen blijven beschermen. In de loop van de twintigste eeuw hebben we de doeltreffendheid van natuurlijke systemen uit het oog verloren. En onbekend is vaak onbemind. Vandaag bestaat er nog veel weerstand bij beleidsmakers en burgers om te vertrouwen op zachte en op de natuur gebaseerde oplossingen. Daarom zijn de kennis en de ervaring die opgedaan zijn tijdens het SARCC-project zo cruciaal. Enkel door op de natuur gebaseerde oplossingen als pilootprojecten in de praktijk te implementeren, kunnen we niet alleen hun doeltreffendheid op het vlak van kustbescherming bewijzen, maar ook hun meerwaarde aantonen voor mens en natuur.

SARCC is zowel een onderzoeks- als een testprogramma. Het is een proces van 'al doende leren'. De vraag is natuurlijk hoe een pilootproject zijn eenmaligheid kan overstijgen. Blijft het bij die zeven pilootprojecten in de zeven steden, of kunnen de op de natuur gebaseerde oplossingen ook op andere plaatsen ingang vinden en op grotere schaal vermenigvuldigd worden? Belangrijke voorwaarden om pilootprojecten op te schalen zijn de uitwisseling, verspreiding en ontsluiting van kennis, niet alleen in de wereld van academici en beleidsmakers, maar ook bij een breed publiek, dat warm gemaakt moet worden om de nieuwe oplossingen te omarmen en weerstand te overwinnen. Deze publicatie wil hieraan een bijdrage leveren. Ze doet dit op een beknopte en toegankelijke manier. Maar eigenlijk is de kennis die hier verzameld is, slechts het topje van de ijsberg. Wij nodigen iedereen uit die begeesterd is door de pilootprojecten in deze publicatie om ook de verschillende studies en onderzoeksrapporten te raadplegen (u vindt de volledige lijst aan het einde van deze publicatie) die de voorbije zes jaar door beleidsmakers, ambtenaren en onderzoekers uit de meest uiteenlopende disciplines zijn opgesteld.

De redactie

Meer informatie op www.sarcc.eu



© MDK



De zeespiegel stijgt

De zeespiegel stijgt aan een ongezien tempo onder invloed van de klimaatopwarming. Hoe snel stijgt de zeespiegel? Wat zijn de gevolgen en de gevaren? En hoe kunnen we er ons tegen wapenen?

Klimaat-verandering en zeespiegelstijging

Feiten en uitdagingen



© Katty Cypers

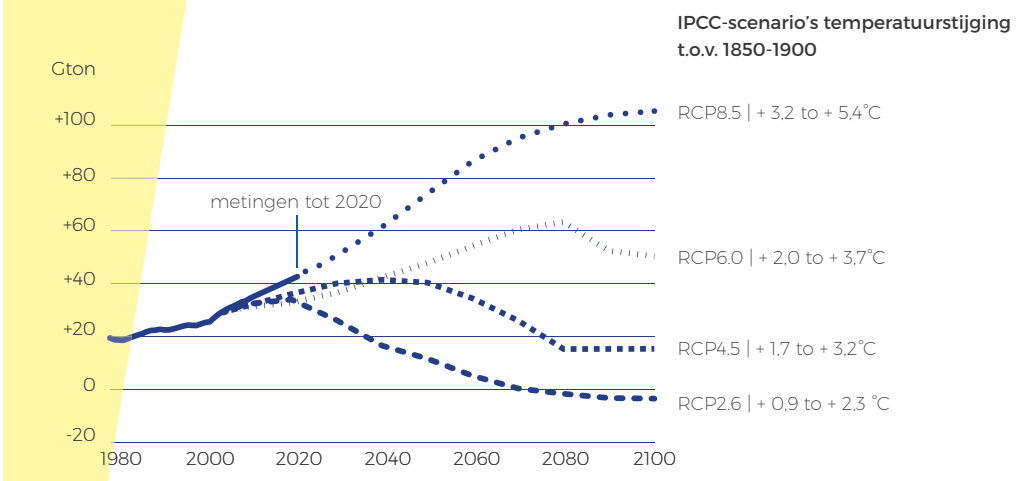
De aarde warmt op

Het klimaat verandert. De aarde warmt op. Wereldwijd is de gemiddelde temperatuur sinds de industriële revolutie gestegen met 1°C. De temperatuur zal deze eeuw verder (en in een steeds sneller tempo) blijven stijgen. Volgens de meest optimistische scenario's stijgt de temperatuur tegen 2100 met 1,5 à 2°C ten opzichte van het pre-industriële niveau. Volgens de meest pessimistische scenario's zelfs met 4°C of meer. Wetenschappers zijn het erover eens: de klimaatverandering is het gevolg van menselijke activiteit. Grote boosdoener is de uitstoot van broeikasgassen, en dan vooral van CO_2, dat vrijkomt bij de verbranding van fossiele brandstoffen.

Hoe sterk de aarde in de toekomst precies zal opwarmen weten we niet. Veel hangt af van het mondiale beleid, en dan vooral van de ambitie en mogelijkheden om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen of zelfs helemaal te bannen. Daarnaast zijn er nog andere onbekende factoren, zoals de mate van technologische innovatie (voor bijvoorbeeld het omschakelen naar hernieuwbare energie), de wereldwijde bevolkingsgroei, de responsabiliseringsinitiatieven en de economische groei.

Die vele onzekerheden in gedachten, brachten de wetenschappers van het klimaatpanel van de Verenigde Naties (Intergovernmental Panel on Climate Change of IPCC) ertoe om vier verschillende klimaatscenario's uit te rekenen, de zogenaamde Representatieve Concentratiepaden of RCP's. De scenario's bestrijken vier mogelijke trajecten voor de broeikasgasconcentraties in de atmosfeer tot het jaar 2100. De RCP's variëren van een forse reductie (RCP2.6) tot een scenario van aanhoudende toename van de uitstoot (RCP8.5) en alles wat daartussen zit. In het Klimaatakkoord van Parijs (2015) hebben beleidsverantwoordelijken wereldwijd beslist om de temperatuurstijging binnen de perken van 2°C ten opzichte van het pre-industriële niveau te houden, met de ambitie om deze te beperken tot 1,5°C. Vandaag wordt duidelijk dat deze ambitie wellicht niet meer haalbaar is.

Mogelijke scenario's voor de opwarming van de aarde.
Wereldwijde CO_2-uitstoot door het gebruik van fossiele brandstoffen, in gigaton.



Gevolgen van de klimaatopwarming

De gevolgen van de klimaatverandering zijn vandaag al duidelijk meetbaar. Sinds het begin der metingen, ongeveer in de eerste helft van de negentiende eeuw, tonen de statistieken significante verschuivingen in onder meer de gemiddelde temperatuur, de hoeveelheid neerslag en het zeeniveau. Enkele belangrijke gevolgen wereldwijd van de klimaatverandering zijn:

- Stijging van de gemiddelde jaartemperatuur.
- Meer extreem warme en tropische dagen, meer hittegolven.
- Toenemende problemen van droogte en verwoestijning.
- Meer extreme regenval.
- Verhoogd risico op overstromingen.
- Verhoogde risico's op stormweer.
- Opwarming van zeeën en oceanen.
- Stijging van de zeespiegel en verdwijnen van land.
- Ontwrichting van ecosystemen en aantasting van de biodiversiteit op land en in zee.

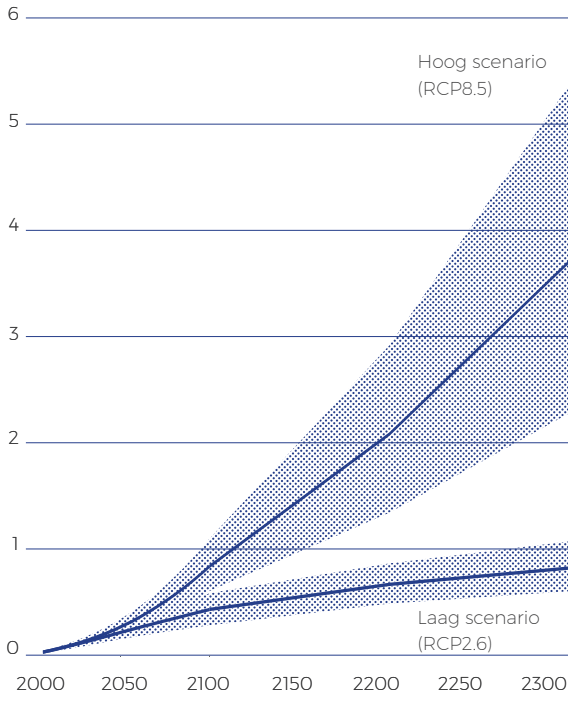
Stijging van de zeespiegel

De stijging van de zeespiegel heeft verschillende oorzaken, met als voornaamste de stijging van de temperatuur van het zeewater (water zet immers uit wanneer de temperatuur stijgt) en het afsmelten van landijs zoals ijskappen en gletsjers.

Tussen 1901 en 2015 nam het gemiddelde zeeniveau op aarde jaarlijks toe met 1,7 mm en met 19,5 cm in totaal. Sinds de jaren vijftig van vorige eeuw blijkt bovendien een significante versnelling van de wereldwijde zeespiegelstijging ingezet. Ter vergelijking: de gemiddelde zeespiegel is tussen de jaren 1993-2018 gestegen met een snelheid van 3,3 mm/jaar, terwijl ze tussen de jaren 2006-2018 is gestegen met een snelheid van 3,7 mm/jaar.

De klimaatmodellen van het IPCC verwachten dat het zeeniveau tussen 2015 en 2100 zal stijgen met 0,84 m in het warme RCP8.5-scenario. Ook na 2100 zal de zeespiegel volgens de wetenschappelijke voorspellingen blijven stijgen. De klimaatmodellen voorspellen tegen 2300 een stijging met 2,3 tot 5,4 m voor RCP8.5 en een stijging met 0,6 tot 1,1 m voor RCP2.6. Dat betekent dat heel wat kustgebieden ter wereld, zelfs in het meest optimistische scenario, ernstig bedreigd worden en onder water kunnen verdwijnen.

De zee kan vele meters stijgen. Hoogte van de zeespiegel t.o.v. nu, in meters. Ook na 2100 zal de zeespiegel blijven stijgen. De klimaatmodellen voorspellen een stijging met 2,3 tot 5,4 m tegen 2300 voor RCP8.5 en een stijging met 0,6 tot 1,1 m voor RCP2.6.



Lokale verschillen

Dat zijn gemiddelde cijfers. De zeespiegel stijgt niet overal ter wereld even sterk. Lokale verschillen hebben te maken met tal van factoren, zoals verschillen in waterdichtheid, de impact van de oceaancirculatie en zeestromingen, de aantrekkingskracht die land- en ijsmassa's uitoefenen op het water of op- en neerwaartse bewegingen van de aardkorst. In Europa bijvoorbeeld zal de zeespiegel naar verwachting in alle gebieden stijgen, behalve in het noordelijke deel van de Oostzee, waar de zeespiegel licht daalt. Dat is te wijten aan het smelten van gletsjers en landijs, waardoor het gewicht op het land afneemt en het land langzaam stijgt.

Sinds 1900 is de zeespiegel in België en Nederland sneller gestegen dan elders in Europa. In het Nederlandse Vlissingen bijvoorbeeld, is de zeespiegel gestegen met gemiddeld 2,34 mm/jaar, terwijl in Newlyn (Engeland) de zeespiegel gestegen is met gemiddeld 1,91 mm/jaar.

Verhoogde risico's bij stormweer

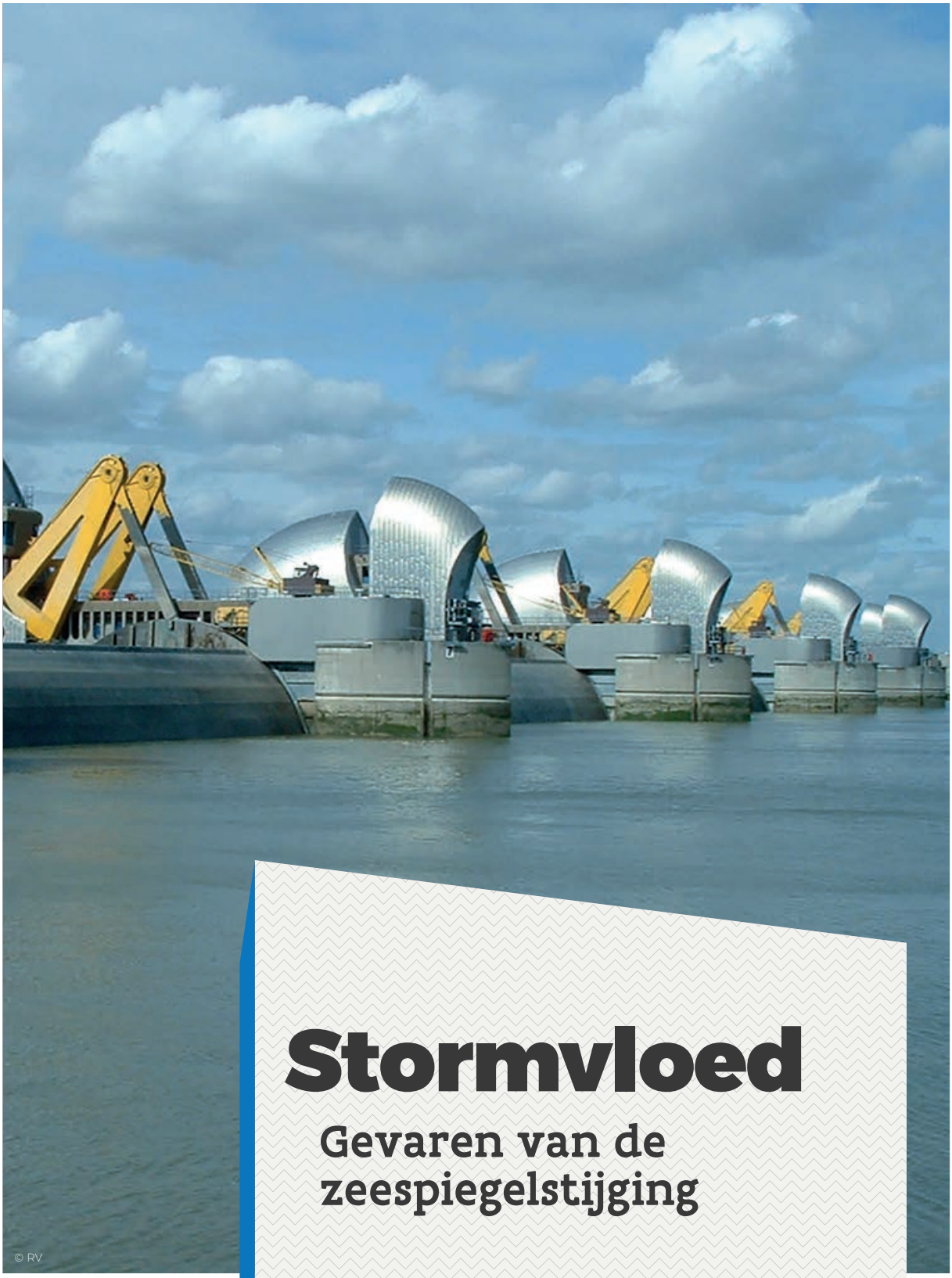
Een ander mogelijk gevolg van de klimaatopwarming is een toename van de frequentie en de kracht van stormen. Stormen kunnen heviger worden door invloeden zoals de veranderende temperatuur van het zeeoppervlak, de omvang van het zee-ijs en de positie en sterkte van mondiale straalstromen en golfstromen. Er is nog veel onzekerheid over hoe dit zich zal manifesteren: als een toename van de intensiteit van stormen, een grotere frequentie van stormen, een grotere kans op opeenvolgende clusters van stormen, of een combinatie van al deze effecten.

Ondanks die onzekerheden is het evident dat het risico op overstromingen en kusterosie door stormen groter wordt bij een stijgende zeespiegel. Een hoger zeeniveau verhoogt immers de impact van een stormvloed, doordat het water verder landinwaarts kan reiken, maar ook omdat de waterdiepte dicht bij de kustlijn toeneemt, waardoor de golfkracht sterker wordt. Bovendien gaan stormen meestal gepaard met hevige regenval, ook op het land, waardoor het gevaar van het water langs twee kanten komt.

Verstoring van mariene ecosystemen

De oceanen absorberen een groot deel van de CO_2 die door menselijke activiteit in de atmosfeer is terechtgekomen. Water (H_2O) neemt immers CO_2 op, zodat koolzuur (H_2CO_3) ontstaat. Het resultaat is dat de oceanen verzuren. De pH-waarde van het oceaanwater is sinds het begin van het industriële tijdperk gedaald van 8,2 naar 8,1 en zal, volgens de modellen, tegen 2100 wellicht verder opschuiven tot 7,7 of 7,8. De verzuring heeft nefaste gevolgen voor talrijke organismen (vooral als ze calciumcarbonaat of kalk gebruiken, zoals schelpdieren en koralen).

Het leven in het water is ook bijzonder gevoelig voor de temperatuurstijging. In de Noordzee zien we nu al een verschuiving in het verspreidingsgebied van organismen. In de afgelopen veertig jaar zijn bepaalde soorten dierlijk plankton uit de Noordzee en ten zuidwesten van de Britse eilanden zo'n 1100 km verder naar het noorden gemigreerd. In Noordzeewateren zien we almaar meer warmwatersoorten zoals sardine of ansjovis. De soorten die in koudere wateren leven (kabeljauw, schelvis, heilbot, grijze garnaal, verschillende week- en schaaldieren) migreren verder naar het noorden.



Stormvloed

Gevaren van de zeespiegelstijging

© RV

Als we niet verder kijken dan 2100, lijkt een stijging van de zeespiegel met 50 tot 80 cm (afhankelijk van het scenario) al bij al behapbaar. Maar het water van de zee staat natuurlijk niet stil. Het wordt opgestuwd en in beweging gebracht door de wind en de cyclus van eb en vloed.

Eb en vloed

Eb en vloed en wind oefenen grote krachten uit op het water. De getijden ontstaan door de aantrekkingskracht die de maan, en in mindere mate de zon, uitoefenen op de watermassa op aarde. Twee maal per maand, bij volle en nieuwe maan, staan zon en maan op één lijn en is de aantrekkingskracht maximaal en is het springtij. Eb en vloed gedragen zich niet overal op aarde hetzelfde. Aan de Vlaamse en Franse Noordzeekust bedraagt de getijdenamplitude – of het verschil tussen hoog- en laagwater – ongeveer 4 m, bij springtij zelfs 5 m. Aan de Engelse kust varieert de getijdenamplitude van 4 m (en 7 tot 8 m bij springtij) in Cornwall, tot 5 m in de monding van de Theems (en zelfs tot 6 à 7 m dieper in het binnenland). In de baai van de Mont-Saint-Michel bedraagt het verschil tussen eb en vloed maar liefst 15 m. In gesloten zeegebieden zoals de Middellandse Zee is het getijverschil amper 30 cm. Tal van factoren bepalen het getij, zoals de afstand tot de evenaar, de diepte van het water of de aanwezigheid en vorm van landmassa's. In de Noordzee is de getijdenamplitude relatief groot omdat het getij grote hoeveelheden water van de Atlantische Oceaan door de versmalling van het Kanaal perst.

Stormvloed

Stormvloed is een abnormale stijging van het water veroorzaakt door een storm, waarbij het water hoger komt te staan dan de voorspelde astronomische getijden. Behalve het getij oefent immers ook de wind een belangrijke invloed uit op de waterstand. Zware stormen kunnen gepaard gaan met een verhoging van de waterstand door de 'opwaaiing' of 'opstuwing' van het water in de richting van het land. Dit verschijnsel, waarbij een snelle wind het water over een lange afstand naar de kust duwt, heet 'windopzet'.

Stormvloed is een zeer complex verschijnsel dat beïnvloed wordt door tal van factoren, zoals (uiteraard) de snelheid en de kracht van de wind, maar ook de hoek waarmee de wind het land nadert, de vorm van de landmassa ten opzichte van de zee (denk bijvoorbeeld aan het verschil tussen een baai of een rechte kuststrook), de diepte van het water en de helling van het continentaal plat. Wanneer stormvloed samenvalt met springtij (bij volle of nieuwe maan) kan de waterstand erg hoog oplopen. De grote rampen uit de geschiedenis, zoals de Sint-Vincentiusvloed van 22 januari 1394 of de Watersnood van 1953, vielen niet toevallig samen met springtij. Ook de atmosferische druk speelt een (zij het geringere) rol. Zwaar stormweer wordt immers veroorzaakt door een laag drukgebied. Omdat er minder krachten op het zeeoppervlak werken, ontstaat er als het ware een uitgestrekte 'bult' op het wateroppervlak, waardoor het water licht stijgt.

Golfopzet

Stormvloed wordt gedefinieerd als de stijging van het waterniveau boven het normale getijdenniveau. Bovenop het stormvloedniveau komt nog eens de 'golfopzet'. Het effect

van golven, hoewel direct aangedreven door de wind, is te onderscheiden van de door de wind aangedreven stromingen van een storm (windopzet). Hoewel golven in open water relatief weinig water transporteren, kunnen ze verantwoordelijk zijn voor een aanzienlijk transport dichtbij de kust. De golfhoogte aan de kust wordt sterk beïnvloed door de onderliggende topografie. Een kust met relatief diep water en een steile overgang van land naar zee (zoals bijvoorbeeld in Cornwall) produceert meestal erg krachtige golven, maar kent een geringere stormvloed. Een kust met ondiep water en een zachte helling (zoals bijvoorbeeld de Vlaamse kust) produceert daarentegen meestal een krachtige stormvloed, maar kent een geringere golfslag.

Overstromingen door hevige neerslag

Het overstromingsgevaar komt niet enkel vanuit de zee, maar ook vanuit het land. Bij een zware storm, wanneer het hard regent, raakt het oppervlaktewatersysteem verzadigd. Zeker wanneer het land achter de zeewering laaggelegen is – denk maar aan de polders in Vlaanderen, Nederland en Noord-Frankrijk – kan het overtollige water bij een verhoogd zeepeil (omwille van stormopzet en/of springtij) niet meer of moeilijker op een natuurlijke manier naar zee afvloeien. Om hieraan te verhelpen zijn zowel harde als zachte maatregelen mogelijk. Harde maatregelen zijn het installeren van pompen die het overtollige water over de dijken pompen. Zachte maatregelen zijn het verbreden van rivieren, het aanleggen van overstromingsgebieden en ervoor zorgen dat het regenwater zoveel mogelijk op land en in de bodem gebufferd wordt. Zware regenval kan ook in grote estuaria – zoals bijvoorbeeld dat van de Theems – voor problemen zorgen, aangezien het water dat aangevoerd wordt door de stormvloed en het water dat stroomafwaarts van land in zee stroomt, elkaar ontmoeten in de kop van het estuarium.

De 1000-jarige stormvloed

Bij studies van de zeewering duiden we de kracht van een storm niet aan met de Beaufortschaal maar wel met de terugkeerperiode. Men spreekt bijvoorbeeld van een 100-jarige, een 1000-jarige of een 10.000-jarige stormvloed. De term is enigszins misleidend. Een 1000-jarige stormvloed is geen stormvloed die zich slechts één keer per millennium voordoet, maar een stormvloed die zich elk willekeurig jaar kan voordoen met een kans van 1 op 1000.

Het overstromingsrisico is het product van de kans dat er een overstroming plaatsvindt en de gevolgen die zo'n overstroming kan hebben (risico = kans x gevolg). Een super-stormvloed kan enorme economische schade toebrengen en zelfs mensenlevens kosten. De gevolgen zijn dus groot. Om het risico in te perken is het belangrijk om slechts een lage kans toe te laten. Vlaanderen heeft beslist om aan de kust slechts een kans van 1 op 1000 toe te laten. Nederland daarentegen, dat veel kwetsbaarder is voor zee-overstromingen, kiest voor het grootste deel van zijn kustgebied voor een zeewering die bestand is tegen een 10.000-jarige storm. Op plaatsen waar de kust veel diverser is op vlak van topografie, geologie, landgebruik, enzovoort – denk aan de Franse of de Engelse kust – zal er ook een diversiteit bestaan in het beschermingsniveau. In overwegend agrarische en dunbevolkte gebieden, waar de gevolgen van een overstroming minder dramatisch zijn, kan men een hogere kans toelaten.



© MDK

Kust-bescherming

Harde infrastructuur versus op de natuur gebaseerde oplossingen



Er zijn veel manieren om de kust te beschermen tegen de gevaren van de zee. Tot op heden koos men vaak voor harde infrastructuren zoals dijken, stormmuren of golfbrekers. Die methodes hebben in het verleden hun effectiviteit bewezen. Toch hebben dergelijke harde infrastructuren ook heel wat minpunten. De bouw ervan is erg duur, de productie is vaak heel koolstofintensief (het zijn immers meestal betonnen constructies), ze vergen voortdurend onderhoud en herstel en zijn niet altijd even gunstig voor milieu en biodiversiteit. Tot slot is hun effectiviteit vandaag geen garantie voor de toekomst. Wanneer de zeespiegel verder stijgt, zullen we die infrastructuren moeten verstevigen, verhogen of vervangen. Naast harde infrastructuren zijn ook 'zachte' of op de natuur gebaseerde oplossingen mogelijk om tot een performante kustbescherming te komen. Elke kustbescherming – hard of zacht – heeft haar voor- en nadelen en niet elke oplossing is geschikt voor elke omgeving. Soms is een hybride manier van werken aangewezen, waarbij harde infrastructuren en op de natuur gebaseerde oplossingen elkaar aanvullen.

HARDE INFRASTRUCTUUR

01
Strandhoofd

Strandhoofden zijn langgerekte structuren die op regelmatige afstand van elkaar tot diep in zee reiken. Ze zijn meestal opgebouwd uit blokken hardsteen, betonblokken, soms zelfs van hardhout. Strandhoofden dienen om de kustlijn te fixeren, de zeestroming parallel aan de kust af te remmen en sedimenten (zand) op te vangen.

02
Strekdam

Een strekdam of golfbreker is een stenen of betonnen constructie die parallel met of schuin ten opzichte van de waterlijn staat om de golven of de stroming te breken, zodat het water met verminderde kracht de kust, een riviermonding of een haven bereikt. Een strekdam zorgt er bijvoorbeeld voor dat schepen ongehinderd door zware golfslag en getijdenstromen de haven kunnen binnenvaren.

03
Dijk

Dijken zijn infrastructuren die het land beschermen tegen het water. Ze liggen meestal parallel met de branding en zijn opgebouwd uit harde materialen zoals beton of steen, zodat ze voldoende robuust zijn om de


02 © MDK


03 © MDK


04 © MAT


05 © MDK

krachten van de golven te weerstaan. De hoogte (kruin) van een dijk wordt bepaald door het overstromingsrisico. De vaak schuin aflopende taluds breken de golven, zodat zij minder snel over de kruin van de dijk slaan. Regelmatig onderhoud is belangrijk om de werking van de dijk te behouden.

04
Beschoeiing

Beschoeiingen zijn (doorgaans) hellende structuren van rots- of betonblokken die een zachte kust of een dijk beschermen tegen erosie door de golfenergie te absorberen.

05
Stormmuur

Een stormmuur is een muur die op de zeedijk of langs een haven gebouwd wordt om overslaande golven of te hoge waterstanden tegen te houden. Stormmuren worden gebouwd als blijkt dat de bestaande zeedijken of kaaimuren onvoldoende bescherming bieden. Een stormmuur kan een vaste constructie zijn die op de kaaimuur of dijk gebouwd wordt, maar kan ook een mobiele kering zijn. Die wordt dan opgesteld bij voorspellingen van stormvloed.

06
Golfdempende uitbouw

Een golfdempende uitbouw (GDU) is een tweede, vooruitgeschoven, vaak wat lager gelegen dijk voor een bestaande dijk. Een GDU bevat een 'kuip' of bassin tussen twee stormmuren waarin de overslaande golven hun energie verliezen, zodat ze een mindere bedreiging vormen voor de achterliggende gebieden.





OP DE NATUUR GEBASEERDE OPLOSSINGEN

07
Stormvloedkering

Een stormvloedkering is een waterbouwkundige constructie die bij springtij of stormvloed kan gesloten worden om te verhinderen dat er grote hoeveelheden water de haven, de monding van een rivier of een zeearm binnenstromen en tot overstromingen leiden. De Deltawerken, gebouwd na de Grote Watersnood van 1953, bevatten verschillende stormvloedkeringen in de zeearmen van de Schelde. Ook in de Theems is tussen 1974 en 1984 een stormvloedkering gebouwd die Londen moet beschermen tegen watersnood.

08
Duinen

Duinen zijn zandheuvels die ontstaan langs zandige kusten met een ondiepe zee waarbij de wind meestal van over zee komt. Duinen zijn geen gefixeerde habitats. Zolang de zandverstuiving blijft bestaan, beweegt een duin. Pas wanneer de zandverstuiving stilvalt door de kolonisatie van vegetatie, spreken we van vastgelegde duinen.

Een duin ontstaat doordat zoutminnende planten zoals zeeraket *(cakile maritima)* en biestarwegras *(elymus farctus subsp. boreoatlanticus)* kleine hoopjes opgestoven zand vasthouden. Dergelijke embryonale duinen zijn erg fragiel en kunnen door natuurlijk fenomenen (wind, springtij) of menselijke ingrepen (ruimen van het strand) snel vernietigd worden. Als de vegetatie echter voldoende kansen krijgt, zijn embryonale duinen in staat uit te groeien tot volwaardige duinen. Helmgras *(ammophila arenaria)* speelt een cruciale rol in dit proces. Helmgras is een snelle groeier en een sterke plant die goed bestand is tegen droogte, warmte, harde wind en stuivend zand. Het heeft een vertakt en diepgaand stelsel van wortelstokken (rhizomen) waarmee het een zandaanwas van 1 m per jaar kan bijhouden. Helm is, met andere woorden, goed in staat om mee te groeien met de overstuiving van zand. Hierdoor kan het duin snel groter worden.


08 © MDK


09 © MDK

Aan de Vlaamse, Franse, Nederlandse en Engelse kusten zijn op sommige plaatsen nog uitgestrekte, natuurlijke duinengordels te vinden, die soms ettelijke kilometers breed zijn. Zulke brede duingebieden vormen een natuurlijke, solide en erg efficiënte kustbescherming, die bovendien in staat is mee te groeien met de zeespiegelstijging. In het verleden is deze natuurlijke zeewering op veel plekken onderbroken om plaats te maken voor infrastructuur in functie van bebouwing, recreatie en toerisme, waardoor ze hun zeewerende functie voor een groot deel hebben verloren.

De rol van de duinen voor de kustbescherming is gekend, maar vaak is het vertrouwen bij de bevolking in dijken groter. Duinen zijn immers onderhevig aan erosie, denk maar aan de kliffen die soms ontstaan bij hevige stormen. Toch zijn duinen in staat om zichzelf te herstellen. Duinen zijn immers actieve, levende systemen: dankzij mariene en eolische sedimentatie (aanvoer van zand door de zee en de wind) en een biotische component (de cruciale aanwezigheid van vegetatie zoals helmgras) groeien ze vanzelf aan en kunnen ze zich na verloop van tijd herstellen na stormen. Duinen die afgesneden zijn van de natuurlijke dynamiek – bijvoorbeeld door het aanleggen van een duinvoet of dijk voor het duin – hebben een verminderd zelfhelend vermogen na een stormvloed.

Bestaande duinen kunnen op verschillende manier versterkt worden. Met duinsuppleties kan men duinen verbreden of ontbrekende segmenten opnieuw aanvullen, en al dan niet beplanten met helm om het zand te fixeren. Men kan duinen ook op een natuurlijke manier laten ontstaan of aangroeien. De SARCC-pilootprojecten in Gravelines, Oostende, Middelkerke en Blankenberge zijn elk op hun manier experimenten om embryonale duinen te laten uitgroeien tot een robuuste, natuurlijke zeewering.

Een van de grote voordelen van duinen is, behalve dat ze een solide bescherming vormen tegen stormen, ze zich spontaan kunnen aanpassen. Als duinen voldoende ruimte hebben om te bewegen, kunnen ze op natuurlijke wijze aangroeien als reactie op de stijgende zeespiegel.

09
Zandsuppleties op strand en vooroever

Brede zandstranden die met een lage helling aflopen naar zee – zoals aan de Franse, Vlaamse en Nederlandse Noordzeekust – vormen een uitstekende zeewering. Doordat het water geleidelijk aan minder diep wordt, breken de stranden de kracht van de golven.

Zandsuppleties op de stranden en de vooroever (het stuk strand net onder de laagwaterlijn) vormen vandaag een van de belangrijkste vormen van kustbescherming aan de Vlaamse en Nederlandse kusten. Stranden worden


10 © MDK


11 © Rijkswaterstaat

breder en hoger gemaakt met zand gewonnen op zee of in havengeulen. Baggerboten brengen het zand tot voor de kust en spuiten het met persleidingen op het strand of storten het op de vooroever. Dat proces wordt gemiddeld om de vijf of zes jaar herhaald.

Het spreekt voor zich dat strandsuppleties een veel grotere impact hebben op het afremmen van de golven dan vooroeversuppleties, die dieper in zee liggen. Het effect van vooroeversuppleties speelt meer over een langere termijn: het zand op de vooroever zal zich na verloop van tijd, onder invloed van natuurlijke processen zoals golven en zeestromingen, in een groter gebied in de richting van het strand verplaatsen en zo het strand versterken.

Zandsuppleties zijn een erg flexibele oplossing die ervoor zorgt dat de kust kan meegroeien met de zeespiegelstijging. Strandsuppleties vragen evenwel om een voortdurende monitoring van zwakke schakels en plaatsen waar erosie is opgetreden. Na een zware storm kunnen er bijvoorbeeld diepe kliffen geslagen zijn in het strand. Onderzoek toont echter aan dat het zand niet zonder meer 'verdwenen' is: het bevindt zich op de vooroever en na verloop van tijd zal het strand zich weer spontaan herstellen. Een bijkomend voordeel van strandsuppleties is dat ze zorgen voor een breder droogstrand, wat meer mogelijkheden schept voor toerisme en recreatie.

Zandsuppleties gebeuren het best in de winter, niet alleen om het toerisme niet te verstoren, maar ook omdat de stranden en zandbanken in de lente en zomer de kraamkamers zijn van tal van vissen, weekdieren en micro-organismen. Onderzoek wijst uit dat het bodemleven na een zandsuppleties één tot twee jaar nodig heeft om zich volledig te herstellen.

10
Duin-voor-dijk

Duinen vormen een natuurlijke en solide zeewering. Ook als er al een dijk aanwezig is – bijvoorbeeld in badsteden – kan een duin zeewaarts van de zeedijk extra bescherming bieden tegen overstromingen en golfslag. Bovendien zorgt het duin voor een grotere zandbuffer die strand en vooroever beschermt tegen erosie. In een ideaal scenario zorgt het duin ervoor dat de dijk niet verder verhoogd moet worden. Tot slot is het duin-voor-dijk-principe gunstig voor de biodiversiteit en kan het ook een toeristische meerwaarde hebben.

11
Zandmotor

Een alternatief voor regelmatige zandsuppleties is de aanleg van een 'zandmotor'. In plaats van het zand neer te leggen op de plaats waar men wil dat het komt, legt men het elders neer, bijvoorbeeld dieper in zee of als een groot schiereiland langs de kustlijn. Vervolgens



laat men de natuur haar werk doen. Onder invloed van getij, zeestromen, golven en wind zal het zand zich in de loop der jaren verder verspreiden langs de kust. Op termijn zal het zand ook daar zorgen voor een grotere en hogere kustvlakte die beter in staat is de golven te breken en de schade bij stormvloed te beperken. Terwijl zandsuppleties op regelmatige tijdstippen noodzakelijk zijn (ongeveer om de vijf of zes jaar), is een zandmotor een ingreep waarvan men verwacht dat die slechts om de twintig jaar herhaald moet worden, waardoor de schade aan het mariene ecosysteem aanzienlijk minder is.

In 2011 bouwde Nederland een zandmotor voor de kust van Hoek van Holland. Hier nam de zandmotor de vorm aan van een schiereiland van ongeveer 5 km lang en 1 km breed. Er was maar liefst 20 miljoen m^3 zand voor nodig. Vandaag, tien jaar later, blijkt dat de zandmotor op deze locatie een goede manier is om de kust op lange termijn te versterken. Uit evaluaties blijkt dat de kust in een zone van tientallen kilometers breder wordt, de duinaangroei goed op gang komt en recreanten het gebied erg waarderen.

In navolging van het Nederlandse experiment is ook een zandmotor aangelegd voor de kust van Bacton (VK). 1,5 miljoen m^3 zand werd langs de kust gestort om een gebied van 5 km – met onder meer de Bacton Gas Terminal – te beschermen tegen de zee.

12
Biogene riffen

Zandbanken op de vooroever vormen een uitstekende zeewering want ze dempen de kracht van de golven. Maar die zandlagen zijn onderhevig aan erosie en niet altijd even stabiel. Artificiële ecoriffen kunnen een efficient en natuurlijk middel zijn om het zand te stabiliseren of om de golfenergie te temperen. Momenteel lopen aan de Vlaamse kust een aantal proefprojecten om grote oppervlakken op de vooroever te 'fixeren' door gebruik te maken van organismen die zich vastzetten in de zeebodem. Een eerste experiment werkt met zeewier of zeegras dat aangeplant wordt op grote textielmatten die vastgemaakt zijn op de zeebodem. Een andere manier is het creeren van een mosselrif op een onderliggende textielmat. Mosselen klitten samen en creëren een natuurlijk rif met hun schelpen. Het derde experiment is er een met schelpkokerwormen. Kokerwormen nestelen zich in het zand en maken een kalken kokertje aan om zich te beschermen. Zo stabiliseren ze de bodem. Heel veel wormen samen zullen hun kokertjes steeds hoger bouwen, zodat een rif ontstaat.

In Newlyn, Engeland, loopt binnen het SARCC-project een pilootproject met 'ecoblokken'. Dat zijn artificiële, koolstofarme blokken die een ecologisch alternatief vormen voor rotsmateriaal of de klassieke betonnen blokken. De ecoblokken bieden een geschikte oppervlakte (met de juiste zuurtegraad) voor een snelle kolonisatie door mariene fauna en flora.

Biogene riffen hebben meerdere voordelen: de zandbank is minder onderhevig aan erosie en er ontstaan rijke ecologische habitats die ook als voedsel kunnen dienen voor andere organismen en dieren. De wieren en schelpdieren zouden ook kunnen dienen voor menselijke consumptie, of het decor kunnen vormen voor ecotoerisme (duiken en snorkelen).



13

13
Overstromingsgebieden

Paradoxaal genoeg kunnen ook overstromingsgebieden een bescherming vormen tegen de zee. Zoutmoerassen, slikken, schorren en wadden zijn natuurlijke milieus tussen land en zee die periodiek door het zeewater worden overspoeld. Dankzij de sedimenten die de zee afzet, zal het land op lange termijn aangroeien. Een vegetatie van halofyten (zouttolerante planten) of kolonisatie door wieren en schelpdieren zijn essentieel voor de stabiliteit van deze milieus omdat ze zand en andere sedimenten vasthouden. Aan de Noordzeekust is het areaal van slikken en schorren sterk gereduceerd door inpoldering sinds de middeleeuwen. Het Zwin en het Verdronken Land van Saeftinghe (op de grens tussen België en Nederland) zijn voorbeelden van slikken- en schorrengebieden die nog in direct contact staan met de zee. Maar aangezien zij door zeewerende dijken gescheiden zijn van de ingepolderde kustvlakte, is hun betekenis voor de zeewering relatief beperkt. Ze vormen wel een extra bescherming voor de dijken. In het VK vinden we op verschillende plaatsen nog uitgestrekte zoutmoerassen, onder meer in het estuaria van Theems, Crouch en Blackwater, waar zich talrijke kreken en eilanden bevinden. Het Environment Agency heeft langs de zuid- en oostkust van Engeland verschillende landherinrichtingen uitgevoerd om de zoutmoerassen te herstellen. Ook in de estuaria in het zuidwesten van Engeland zijn zoutmoerassen aanwezig, zij het in kleinere gebieden dan aan de oostkust.



> **In het Verenigd Koninkrijk vinden we op verschillende plaatsen nog uitgestrekte slikken- en schorrengebieden, onder meer in het estuaria van Theems, Crouch en Blackwater.**

Een bijzonder voorbeeld van een overstromingsgebied is het SARCC-pilootproject in Vlissingen. In plaats van de dijken steeds hoger te bouwen, besliste Vlissingen om het water, bij een uitzonderlijk zware stormvloed, over de dijk te laten slaan en gecontroleerd, via een bestaande weg, te laten afvloeien naar een bufferbekken dat gelegen is in een open gebied in het stedelijk weefsel.

14
Kunstmatig eiland

Bij extreme zeespiegelstijging kan er, in plaats van het versterken van de bestaande kust, ook worden gedacht aan het bouwen van een tweede, vooruitgeschoven kustlinie in zee, in de vorm van een kunstmatig eiland.

Een dergelijk eiland voor de kust kan een rol spelen in het dempen van de golven en de stroming. Tussen het eiland en de bestaande kust ontstaat een luwer gebied. Een dergelijk kunstmatig eiland kan een de vorm aannemen van een op de natuur gebaseerde oplossing (bijvoorbeeld een zandig eiland dat een nieuwe habitat vormt voor vogels en marien leven), maar kan evengoed opgevat worden als een harde infrastructuur (een betonnen dijklichaam in zee).

Op de natuur gebaseerde oplossingen en ecosysteem-diensten



© MDK

BINNEN HET SARCC-PROJECT WERD UITGEBREID ONDERZOEK GEVOERD naar de 'ecosysteemdiensten' (ESD) die op de natuur gebaseerde oplossingen leveren in vergelijking met klassieke, harde kustbeschermingsinfrastructuren zoals dijken of stormmuren.

Wat zijn ecosysteemdiensten?

Ecosysteemdiensten worden gedefinieerd als "al de goederen en diensten die ecosystemen aan de samenleving leveren". Ecosysteemdiensten worden opgedeeld in vier grote groepen:

1) **Producerende diensten**
   Dat zijn producten uit ecosystemen die de mens nodig heeft om in zijn levensonderhoud te voorzien, denk maar aan voedsel, water of hout.

2) **Regulerende diensten**
   Dat zijn de voordelen die de mens verkrijgt doordat ecosystemen bepaalde processen helpen reguleren, zoals bestuiving door insecten, waterzuivering in de bodem of bescherming tegen overstromingen.

3) **Culturele diensten**
   Dat zijn diensten die zorgen voor geestelijke verrijking, cognitieve ontwikkeling, recreatie of esthetische beleving.

4) **Ondersteunende diensten**
   Dat zijn alle diensten die voorgaande diensten ondersteunen, zoals bijvoorbeeld de kringloop van nutriënten, het proces van fotosynthese of een gezonde en levende bodem die landbouw mogelijk maakt.

De waarde van ecosysteemdiensten

De ecosysteemaanpak beoogt het ondersteunen, versterken en verbeteren van ecosystemen, opdat ze beter functioneren en zodoende diensten leveren die onze maatschappij ten goede komen. Ecosysteemdiensten worden vandaag nauwelijks of niet volledig gecapteerd in commerciële markten of beleidsbeslissingen. Ze worden – letterlijk en figuurlijk – niet 'naar waarde geschat'. Wetenschappers streven er dan ook naar om de verschillende ecosysteemdiensten in de mate van het mogelijke te kwantificeren in termen die vergelijkbaar zijn met economische diensten of geproduceerd kapitaal.

Aantasting van ecosystemen

De afgelopen honderd jaar heeft de mens de ecosystemen sneller en ingrijpender veranderd dan in welke vergelijkbare periode in de menselijke geschiedenis, grotendeels om te voldoen aan de snelgroeiende vraag naar voedsel, land, zoet water, hout, vezels en brandstof. Ongeveer 60% van de ecosystemen op aarde zijn vandaag aangetast of worden niet-duurzaam gebruikt. Er zijn sterke vermoedens dat veranderingen die de mens aanbrengt in ecosystemen leiden tot versnellende, abrupte en wellicht onomkeerbare veranderingen, met nefaste gevolgen voor het welzijn van de mens.

> **In feite is iedereen in de wereld volledig afhankelijk van de ecosystemen van de aarde en de diensten die zij leveren. In zekere zin is hun totale waarde voor de samenleving oneindig.**

De 'ontginning' van de planeet heeft bijgedragen tot een aanzienlijke nettowinst in menselijk welzijn en economische ontwikkeling. Een belangrijke kanttekening daarbij is dat niet alle regio's en groepen mensen in de wereld in gelijke mate van dit proces hebben geprofiteerd, terwijl de schadelijke effecten van de aantasting van ecosysteemdiensten onevenredig zwaar door de armen worden gedragen. Dit draagt bij tot toenemende ongelijkheid tussen groepen mensen, en zijn zelfs een oorzaak van sociale en geopolitieke conflicten.

De huidige onachtzaamheid voor ecosysteemdiensten kan uiteindelijk een duurzaam bestaan van de mens in de biosfeer in gevaar brengen. De samenleving op aarde zou tot stilstand komen zonder de diensten van ecologische en levende systemen. In feite is iedereen in de wereld volledig afhankelijk van de ecosystemen van de aarde en de diensten die zij leveren. In zekere zin is hun totale waarde voor de samenleving oneindig.

Ecosysteemdiensten aan de kust

In de kuststreek – in het bijzonder in de zeven pilootsteden – zijn economische, sociale en ecologische belangen sterk met elkaar verweven. Sommige kust-ecosysteemdiensten, zoals recreatie of visserij kunnen gekwantificeerd en uitgedrukt worden in een jaarlijkse 'baat'. Sommige ecosysteemdiensten kunnen niet worden uitgedrukt als een jaarlijkse baat, denk aan waterretentie, klimaatregulatie (koolstofstock in biomassa) of bescherming tegen overstromingen. Voor deze diensten is het van belang de bestaande stock te vrijwaren en, indien nodig, te doen aangroeien. Sommige 'diensten' zijn uiterst moeilijk te kwantificeren. Zo kan men stellen dat een gezond kustgebied bijdraagt aan het mentale welzijn van de mens. Het ondersteunen van de geestelijke gezondheid verbetert ook de algemene veerkracht van een gemeenschap, zowel in fysieke als in mentale zin.

Nemen we het voorbeeld van een duinengordel. Duinen leveren talrijke ecosysteemdiensten. In de eerste plaats zijn ze, indien breed en robuust genoeg, een performante vorm van kustbescherming, die bovendien, anders dan een harde infrastructuur, zich na verloop van tijd spontaan kan herstellen na een zware storm, én zelfs kan meegroeien met de zeespiegelstijging. Duinen leveren ook nog andere ecosysteemdiensten. Ze zijn aantrekkelijk voor recreatie en dragen op die manier bij tot het mentaal welzijn van de mens, het zijn waardevolle natuurgebieden en een habitat voor zeldzame flora en fauna. Tot slot zijn duinen van belang voor de infiltratie van

regenwater. Duinen zuiveren het water en bevatten een zoetwaterlens die nuttig kan zijn voor drinkwaterwinning en een buffer vormt tegen het zoute zeewater.

Om zoveel mogelijk ecosysteemdiensten te kunnen koppelen aan kustbeschermingstechnieken is het belangrijk om al in een vroege fase van het ontwerp rekening te houden met potentiële ecosysteemdiensten. Daarom moet men proberen om ecosysteemdiensten zo maximaal mogelijk en in een zo breed mogelijk spectrum te benutten (regulerend, producerend, cultureel, ondersteunend).





Internationaal beleid en doelstellingen

VERENIGDE NATIES

In het Klimaatakkoord van Parijs hebben beleidsverantwoordelijken wereldwijd beslist om de temperatuurstijging te beperken tot 2°C boven het pre-industriële niveau en te streven naar een beperking tot 1,5°C. Ook de Europese landen en het VK hebben zich verbonden aan dit akkoord uit 2015.

In februari 2022 publiceerde de Intergouvernementele Werkgroep inzake Klimaatverandering (IPCC) van de VN haar zesde rapport over de gevolgen van, de aanpassing aan en de kwetsbaarheid ten aanzien van klimaatverandering. Het rapport stelt dat zonder onmiddellijke en drastische vermindering van de emissies in alle sectoren, een beperking van de opwarming van de aarde tot 1,5°C boven het pre-industriële niveau buiten bereik ligt. Het rapport bevestigt dat de klimaatverandering niet meer weg te denken is en dat sommige effecten ervan nu onvermijdelijk zijn. Overal ter wereld brengt de klimaatcrisis levens en bestaansmiddelen in gevaar, vooral voor de meest kwetsbaren. Een van de belangrijkste bevindingen van het rapport is dat de door de mens veroorzaakte klimaatverandering de natuur en de mens nu al intenser, frequenter en over een groter geografisch gebied treft dan eerder werd gedacht.

Het rapport stelt dat we behalve mitigatie (het verminderen van de uitstoot) ook moeten inzetten op klimaatadapatie (het aanpassen van onze leefomgeving aan het veranderende klimaat) en verwijst in die context expliciet naar op de natuur gebaseerde oplossingen of *Nature-based Solutions* (NbS): "Op de natuur gebaseerde oplossingen [...] kunnen kosteneffectief zijn en sociale, economische en culturele voordelen opleveren, en tegelijkertijd bijdragen aan het behoud van de mariene biodiversiteit en het verminderen van cumulatieve antropogene oorzaken."




© MDK

EUROPESE UNIE
Green Deal en Klimaatwet

Klimaatverandering en milieuverontreiniging vormen een existentiële bedreiging voor Europa en de wereld. Om deze uitdagingen het hoofd te bieden, heeft de EU zich met de Green Deal en de Europese Klimaatwet bindend tot doel gesteld om tegen 2050 klimaatneutraal te zijn, dit wil zeggen dat er tegen 2050 geen netto-uitstoot van broeikasgassen meer is. Als tussenstap naar klimaatneutraliteit heeft de EU zich ertoe verbonden de uitstoot tegen 2030 met ten minste 55% te verminderen.

Behalve een drastische vermindering van de uitstoot van broeikasgassen, zet de Green Deal ook in op klimaatadaptatie. Op de natuur gebaseerde oplossingen nemen hierin een bevoorrechte plaats in, ook voor maritieme gebieden. In kust- en zeegebieden kunnen op de natuur gebaseerde oplossingen de kustverdediging versterken en tegelijk andere voordelen opleveren zoals koolstofopslag, toeristische mogelijkheden en behoud en herstel van biodiversiteit. De EU erkent met andere worden dat op de natuur gebaseerde oplossingen bijzonder geschikt zijn om de klimaateffecten te temperen.



© MDK

2 zeeën, 4 landen, 7 steden

Kenmerken en nationaal beleid

HET SARCC-PROJECT IS EEN SAMENWERKING tussen zeven steden of gemeenten uit vier landen rond de Noordzee en het Kanaal, die allemaal te maken hebben met min of meer vergelijkbare hydrodynamische en klimatologische omstandigheden. Dat neemt niet weg dat er grote verschillen bestaan tussen de landen en pilootsteden, zowel wat betreft hun natuurlijke, stedelijke of economische context, als hun planologische en bestuurlijke organisatie.

1 BELGIË / VLAANDEREN

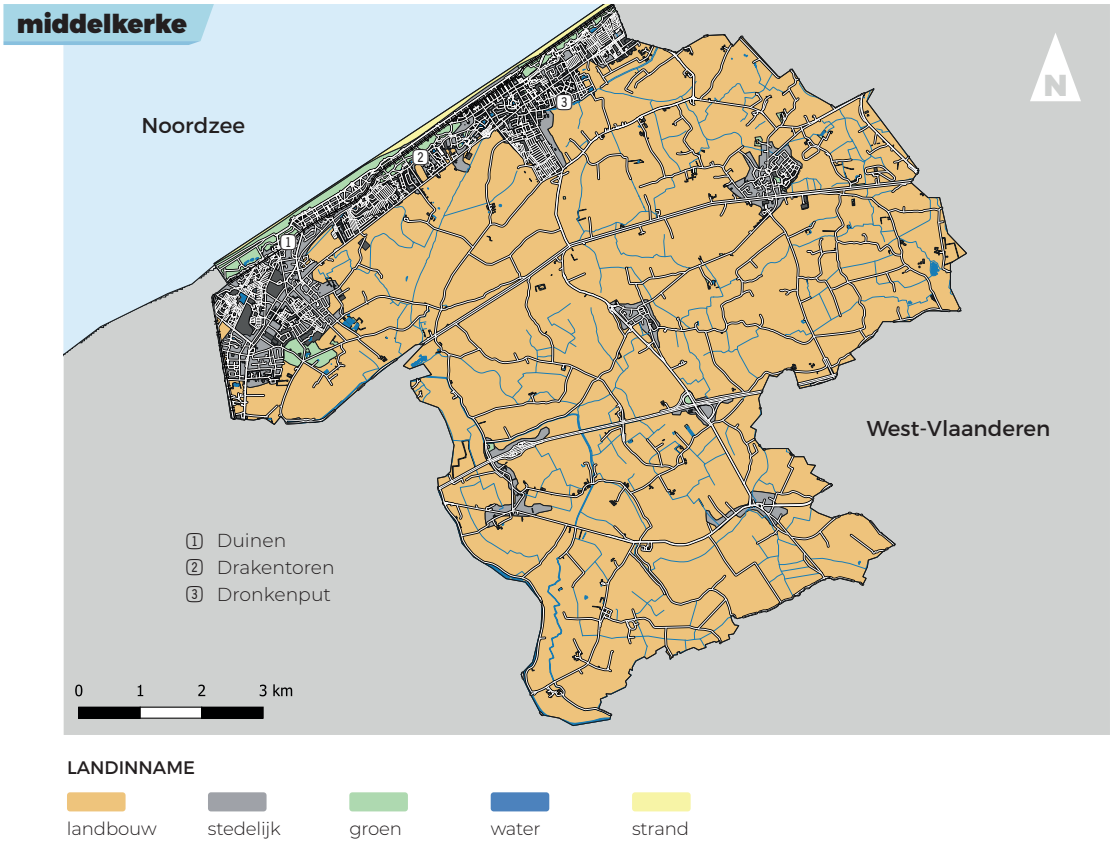
Zandstranden

De Vlaamse kust bestaat uit een min of meer rechte strook van 67 km lang. Over bijna de volledige lengte bevinden zich zandstranden die met een lage helling in zee overgaan. De historische duinengordel die van nature het hinterland beschermde tegen de krachten van de zee, is intussen op veel plaatsen doorsneden en vaak ook bebouwd. De steden en badplaatsen worden doorgaans beschermd door het strand en een verharde zeedijk of promenade. Door de verstedelijking is nog maar één derde van de oorspronkelijke duinengordel te herkennen als effectieve duinen. De meeste van die gefragmenteerde duinen zijn beschermd als natuurgebied (Natura 2000) of worden gevrijwaard van verdere bebouwing door het Duinendecreet van 1993.

Grote economische belangen

De Vlaamse kust is een van de meest dichtbebouwde en meest dichtbevolkte kustgebieden van Europa. De tien kustgemeenten (zonder de stad Brugge) tellen vandaag samen meer dan 220.000 inwoners. De uitgestrekte stranden met hun fijn zand zijn zeer geliefd bij toeristen. Het verblijfstoerisme kon in 2019, het jaar vóór het uitbreken van de coronapandemie, rekenen op 5,5 miljoen aankomsten aan de kust, goed voor in totaal 27,7 miljoen overnachtingen. Daarbovenop lokt de kust op topdagen soms nog meer dan 140.000 dagtoeristen. Behalve het toerisme spelen aan de kust nog andere grote economische belangen, denk aan de industriële zeehavens van Zeebrugge en Oostende, windenergie op zee, de jachthavens van Nieuwpoort en Blankenberge, de luchthaven van Oostende en de landbouw in de achtergelegen polders.

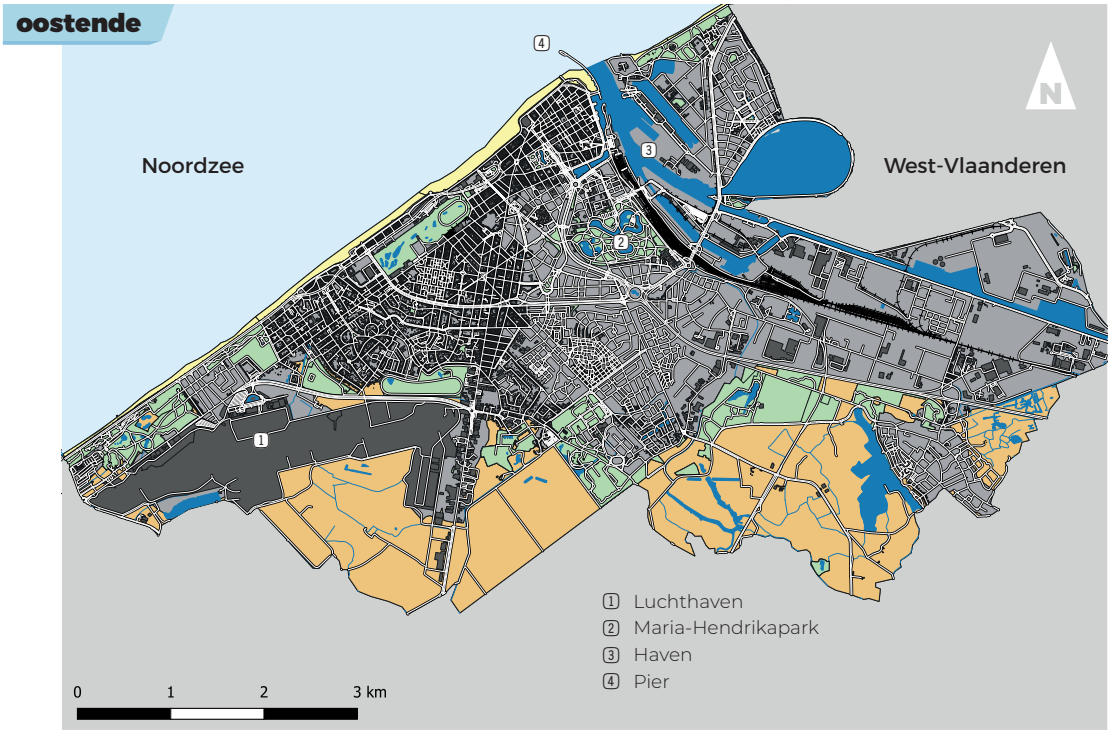
De Vlaamse kust en het hinterland zijn kwetsbaar voor zee-overstromingen. Het grootste deel van de polders achter de zeewering ligt lager dan het peil van een jaarlijkse stormvloed (+5,5 m TAW). De bebouwingsgraad van dit gebied varieert van 30 tot 50%. Overstromingen kunnen dan ook heel wat materiële schade aanrichten en zelfs mensenlevens kosten.



Masterplan Kustveiligheid

In de kuststreek en op zee zijn er verschillende bevoegdheden weggelegd voor de federale, Vlaamse, provinciale en lokale overheden. Voor de activiteiten tussen de laagwaterlijn en de internationale wateren is vooral de federale overheid bevoegd. Het Vlaamse Gewest – meer bepaald het Agentschap voor Maritieme Dienstverlening en Kust (MDK), dat valt binnen het Beleidsdomein Mobiliteit en Openbare Werken – is verantwoordelijk voor zeewering en kustbescherming, terwijl de Vlaamse, provinciale en lokale overheden bevoegd zijn voor stranden, duinen en hinterland. In 2011 keurde de Vlaamse overheid het Masterplan Kustveiligheid goed. Het Masterplan vertrekt van het principe "zacht waar het kan, hard waar het moet", en voorziet maatregelen die de Vlaamse kust tot minstens 2050 moeten beschermen tegen een 1000-jarige stormvloed. Het Masterplan houdt rekening met een zeespiegelstijging van 30 cm tegen 2050. Sommige constructies, zoals de stormvloedkering, hebben een hogere beschermingsstatus en langere levensduur en zijn ontworpen om weerstand te bieden tegen 80 cm zeespiegelstijging tegen 2100. Ondertussen, anno 2023, is de uitvoering van het Masterplan Kustveiligheid al ver gevorderd. Zowel 'zachte' (bijvoorbeeld strand- en duinsuppleties) als 'harde' (bijvoorbeeld dijken, stormmuren en waterkeringen) zeeweringsmaatregelen zijn gerealiseerd of in de nabije toekomst gepland.

Hoewel het Gewest bevoegd is hebben lokale overheden zoals steden, gemeenten en de provincie de mogelijkheid om de ingrepen met het oog op kustbescherming zelf mee te helpen vormgeven, mits ze passen binnen het kader van het Masterplan Kustveiligheid. Dit geeft de lokale overheden enige medezeggenschap in de uitwerking van de kustbescherming.



De binnen SARCC lopende pilootprojecten in Blankenberge, Middelkerke en Oostende zijn een antwoord op lokale noden op het vlak van onder meer toerisme, ecologie en openbare ruimte en passen binnen de krijtlijnen van het Masterplan.

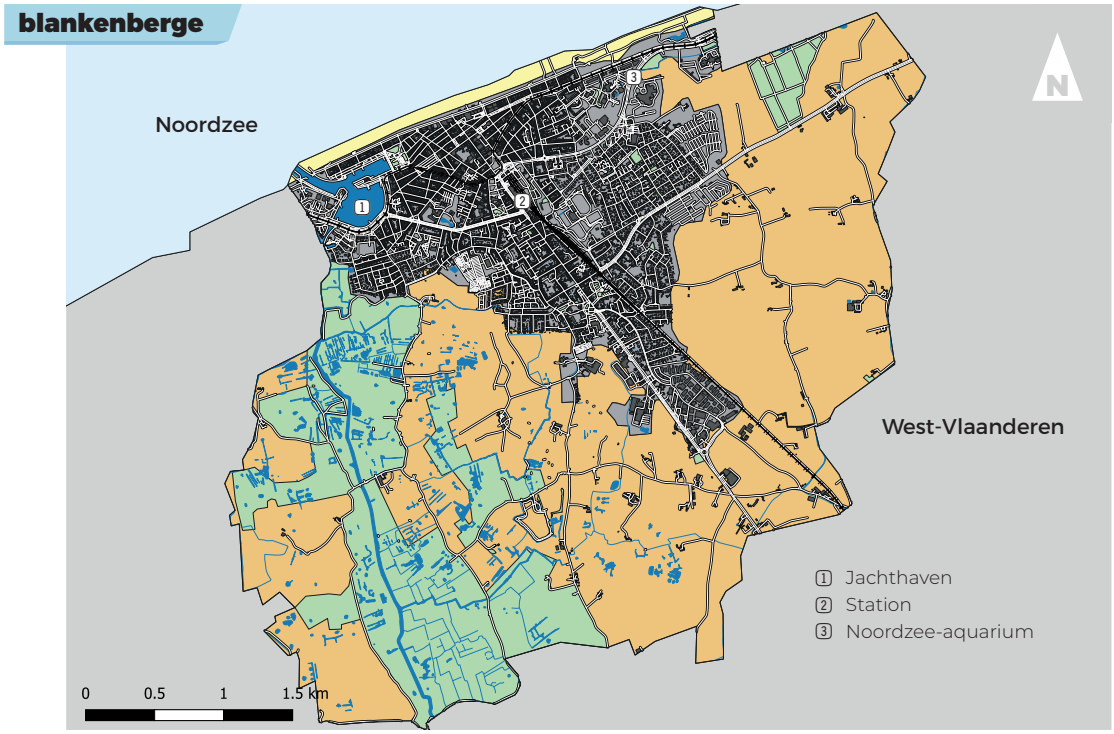
Kustvisie 2100

In december 2017 besliste de regering om het 'Complex Project Kustvisie' op te starten. Het beoogde een lange-termijnaanpak voor de bescherming van de kust met tijdshorizon 2100. In juni 2021 werd het complex project stopgezet en vervangen door een nieuw proces. Samen met heel wat betrokkenen binnen het kustgebied en experten onderzoekt het Departement Mobiliteit en Openbare Werken binnen welke ruimte de kustbescherming in de toekomst vorm moet krijgen. Gezien de hoge onzekerheden over de stijging van het zeeniveau en de grote economische en maatschappelijke belangen die spelen aan de Vlaamse kust, onderzoekt het Departement de meest wenselijke maatregelen bij een zeespiegelstijging tot 1, 2 en 3 m. Dat wil niet zeggen dat er op termijn overal aan de Vlaamse kust dijken of stormmuren gebouwd zullen worden van 3 m hoog, wel dat toekomstige maatregelen en ingrepen in staat moeten zijn mee te evolueren met een verdere stijging van de zeespiegel. Hierbij wordt niet enkel gekeken naar harde kustbescherming; ook in het traject van Kustvisie gaat de nodige aandacht naar het gebruik waar mogelijk van op de natuur gebaseerde oplossingen.

② VERENIGD KONINKRIJK

Een diverse kustlijn

Het Verenigd Koninkrijk bestaat uit meerdere eilanden in de Atlantische Oceaan en heeft een kustlijn van meer dan 12.000 km lang. Het is daarmee de langste kustlijn van alle landen in het SARCC-project. De pilootgebieden binnen het SARCC-project liggen aan de



Noordzee en het Kanaal. De kustlijn is zeer divers en wordt gekenmerkt door een afwisseling van stranden, duinen, kliffen, estuaria en getijdengebieden. Open natuur- en landbouwgebieden met soms verspreide bebouwing worden hier en daar onderbroken door zeer stedelijke en dichtbebouwde gebieden.

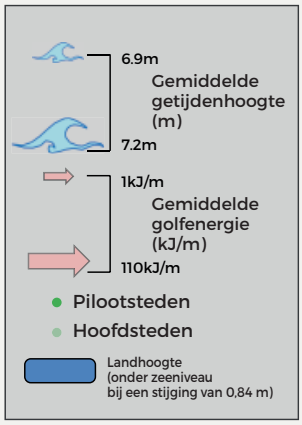
Divers gebruik

Het afwisselende kustlandschap kent een zeer divers gebruik. Op bepaalde plaatsen langs de kust ontwikkelden zich kleinere en grotere steden. Naast de bewoning ontstond op veel plaatsen een toeristisch en recreatief medegebruik, maar er ontstonden ook havens, die in de loop van de tijd uitgroeiden tot belangrijke economische poorten. Binnen het 2 zeeën-gebied zijn Southampton, Felixstowe en Dover daar voorbeelden van. Heel wat van de bebouwde gebieden zijn zeer kwetsbaar voor de zeespiegelstijging. Dit is niet alleen het geval langs de kust, maar ook landinwaarts. Denk maar aan de haven van Londen, die erg te kampen heeft met de gevolgen van een verhoogde zeespiegel.

De diversiteit aan kustlandschappen zorgt voor een verschil in blootstelling aan stormen. Beide SARCC-pilootprojecten in het Verenigd Koninkrijk zijn voorbeelden van die diversiteit aan contexten. Southend-on-Sea ligt in het noordoosten van het erg verstedelijkte estuarium van de Theems, terwijl Newlyn (nabij Penzance) gelegen is in het landelijke Cornwall, de meest zuidwestelijke uithoek van Engeland.

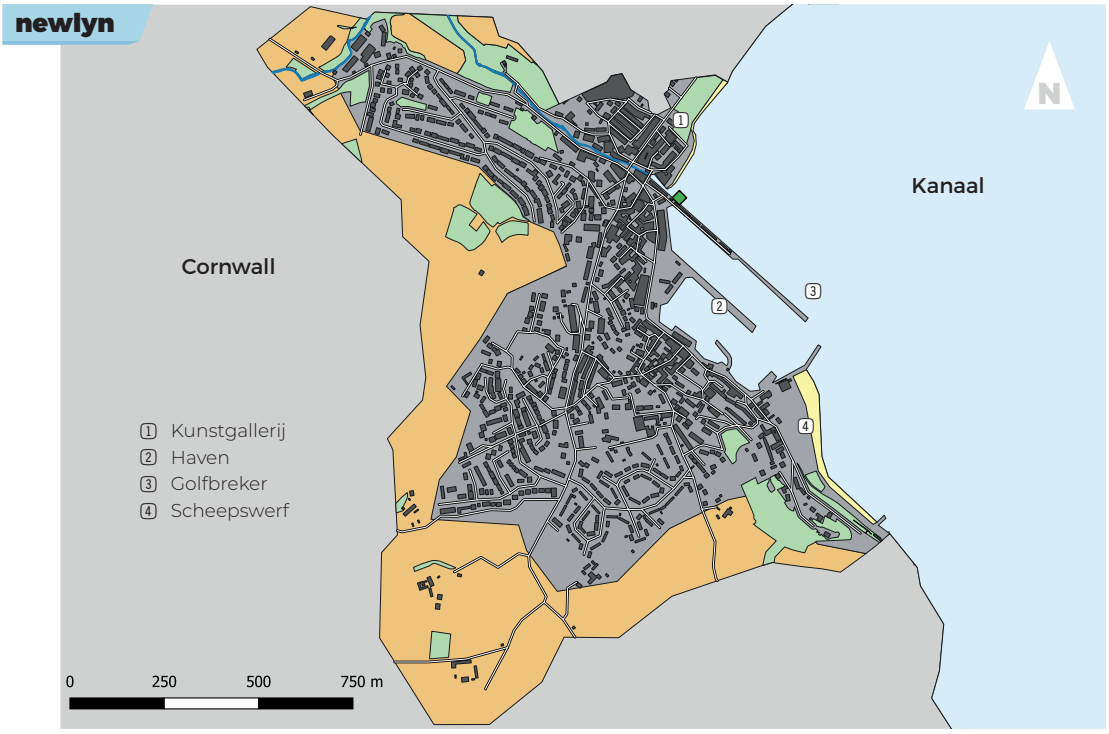
De kust van Cornwall wordt gedomineerd door hoge kliffen en is blootgesteld aan energieke golven, vooral tijdens krachtige Atlantische stormen. Meer naar het oosten is de kust veel zachter. Daar bevinden zich lage gletsjerrotsen en estuariene gebieden waar het stijgende waterpeil voor grote problemen kan zorgen. De verstedelijking in Newlyn heeft zich ontwikkeld langs de laaggelegen kust en breidde zich geleidelijk aan verder uit tot

zeedynamiek






Amsterdam
Noordzee
Nederland
Southend-on-Sea
Londen
Vlissingen
Blankenberge
Oostende
Brussel
Gravelines
Middelkerke
België
Kanaal
Frankrijk
Parijs



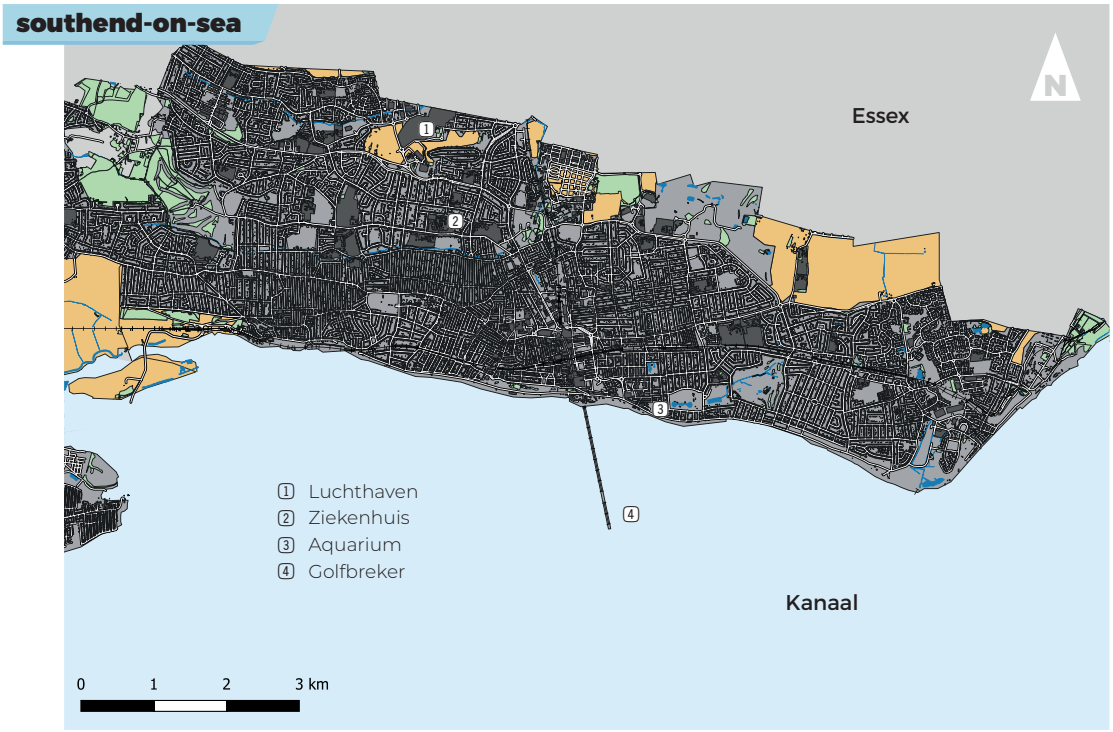
in de achterliggende heuvelachtige gebieden. Niet alleen de krachtige golven vanuit zee, maar ook de stroomopwaarts gelegen kleine, steile rivieren die snel op regenval reageren, vormen een groot risico voor dit stedelijk gebied en de haven. Het water kan immers moeilijk afgevoerd worden bij een hoge zeespiegel. Bovendien is er weinig ruimte voor op de natuur gebaseerde oplossingen omdat veel ontwikkelingen zich situeren aan de waterkant. De pilootprojecten willen het risico beheersen door op de natuur gebaseerde oplossingen te introduceren in het intergetijdengebied.

Southend-on-Sea is een belangrijke toeristische bestemming aan de monding van de Theems in de Noordzee. De stad ligt op hogere ruggen met een stevige bodemsamenstelling en is relatief goed beschermd tegen zee-overstromingen, maar doordat de regio voor het grootste deel verstedelijkt en verhard is, is de stad wel erg kwetsbaar voor overstromingen vanuit het land omdat het oppervlaktewater bij hevige regenval moeilijk kan afgevoerd worden naar zee.

Kustbeheer

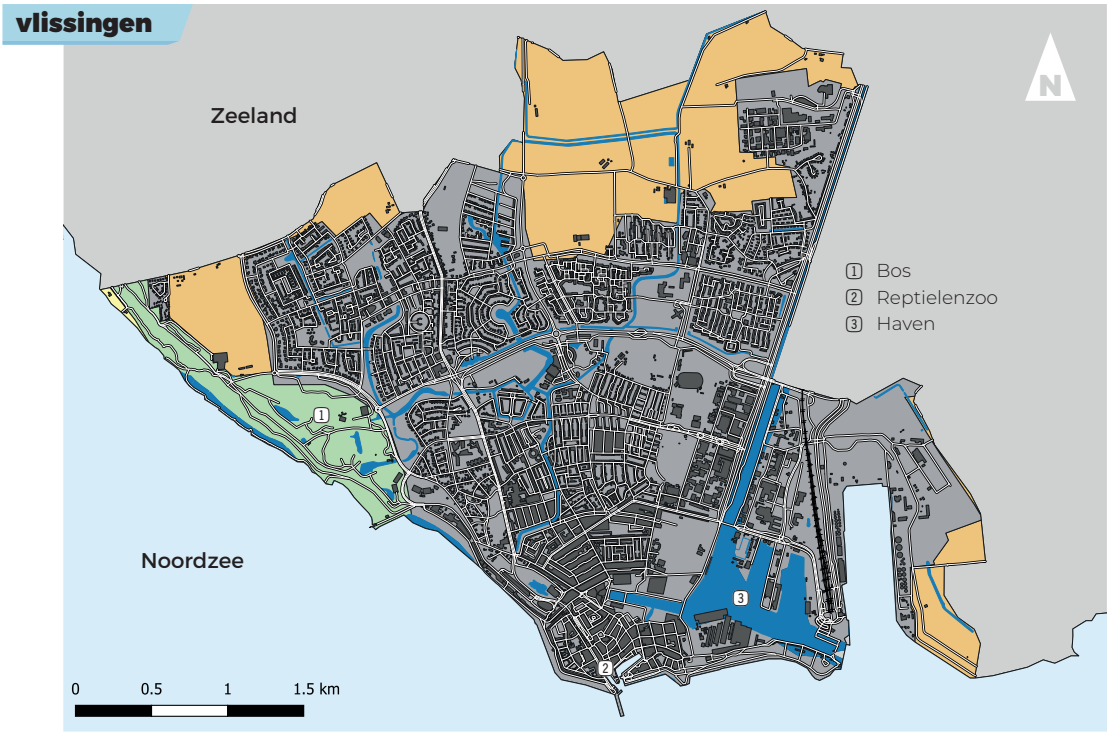
Het overstromingsrisicobeheer is in Engeland zeer gediversifieerd en de verantwoordelijkheden zijn verdeeld over diverse organisaties. De strategische en financiële verantwoordelijkheden voor overstromings- en kusterosierisicobeheer zijn centraal georganiseerd bij het ministerie van Landbouw, Voedsel en Plattelandszaken (Department for Environment, Food and Rural Affairs – DEFRA). Het overstromingsrisicobeheer gaat onder meer uit van op de natuur gebaseerde oplossingen.

In juli 2020 werd de beleidsverklaring over het beheer van overstromings- en kusterosierisico's (Flood and Coastal Erosion Risk Management) gepubliceerd. Deze beleidsverklaring beschrijft de ambitie van de regering om op lange termijn een land te creëren dat



beter bestand is tegen overstromingen en kusterosie. Een belangrijk punt hierin is het gebruik van de kracht van de natuur om het risico van overstromingen en kusterosie te verminderen. Ook het Milieuplan voor de komende 25 jaar (25 Year Environmental plan), gepubliceerd in 2018, voert een pleidooi voor het gebruik van natuurlijke oplossingen voor overstromingsbeheer.

In 2020 ontwikkelde het Milieuagentschap (Environment Agency) – de belangrijkste verantwoordelijke instantie voor overstromingsbescherming – een nationale strategie voor het beheer van overstromings- en kusterosierisico's (National Flood and Coastal Erosion Risk Management – FCERM). De strategie beschrijft een visie van een land dat klaar is voor en bestand is tegen overstromingen en kustveranderingen tot het jaar 2100. De belangrijkste plannen op regionaal niveau zijn de beheersplannen voor de kustlijn (Shoreline Management Plans – SMP's). Deze bepalen hoe de ambities van de nationale strategie binnen het lokaal beleid moeten worden gerealiseerd, bieden een risicobeoordeling van overstromingen en erosie aan de kust en beoordelen de gevolgen van een toekomstige zeespiegelstijging. De huidige twintig SMP's voor de kust van Engeland vormen een beleidskader voor het kustbeheer voor de eenentwintigste eeuw. Daarnaast zijn in heel het VK ontwerpoverstromingsrisicobeheerplannen (draft Flood Risk Management Plans – FRMP's) opgesteld. Daarbij hoort een nationaal document waarin wordt uiteengezet hoe organisaties, belanghebbenden en gemeenschappen van 2021 tot 2027 zullen samenwerken om het overstromingsrisico in heel Engeland te beheren. In dit document wordt specifiek aangegeven dat op de natuur gebaseerde oplossingen voor overstromingsrisicobeheer een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan de verbetering van het milieu voor mens en dier door het verbeteren van rivier- en kustwateren en het creëren en verbeteren van natuurlijke habitats.



3 NEDERLAND

Delta van Schelde, Maas en Rijn

Nederland is gelegen in de delta van Schelde, Maas en Rijn. Bijna een vijfde van de oppervlakte van Nederland bestaat uit water, ongeveer een vierde van het land ligt onder het zeeniveau en iets minder dan een derde is gevoelig voor rivieroverstromingen. De geschiedenis van Nederland is dan ook sterk vervlochten met een eeuwenlange strijd tegen het water. Zo staat de Waternoodramp van 1953, een overstroming vanuit zee die in Nederland meer dan 1800 levens kostte, nog steeds in het geheugen gegrift.

De volledige Nederlandse kustlijn heeft een lengte van ongeveer 523 km, 353 km ervan paalt aan de Noordzee, de rest aan de Waddenzee en de Westerschelde. Langs de kust beschermen 254 km robuuste duinen, maar ook dijken en waterkeringen het land tegen zee-overstromingen. Naast veel voorkomende zandstranden zijn ook open landbouw- en natuurgebieden en verspreide bebouwing, afgewisseld met stedelijke en dichtbebouwde gebieden aanwezig.

Diverse functies in een divers landschap

Het afwisselende kustlandschap wordt op zeer diverse wijze gebruikt. Op goed gelegen plaatsen langs de kust ontwikkelden zich kleinere en grotere steden. Na verloop van tijd vestigde zich hier naast bewoning op veel plaatsen een toeristisch en recreatief medegebruik. Er ontwikkelden zich ook havens die in de loop van de tijd uitgroeiden tot belangrijke economische poorten. Rotterdam is de grootste haven en bevindt zich aan de monding van de Rijn. De haven van Amsterdam is de tweede grootste haven.

Pilootstad Vlissingen is een kleine havenstad aan de monding van de Westerschelde in de provincie Zeeland. Zeeland is van oudsher bijzonder gevoelig voor overstromingen. Vrijwel

de hele provincie ligt op of onder zeeniveau en sinds de middeleeuwen loopt de strijd tegen het water als een rode draad door de geschiedenis van de provincie. Aanwinning en verlies van land wisselden elkaar af en de geografie van Zeeland is in de loop van de geschiedenis grondig gewijzigd. Vele kleinere eilanden groeiden langzamerhand samen tot de grote schiereilanden die we nu kennen.

Net als het grootste deel van de provincie ligt ook de stad Vlissingen onder het niveau van een jaarlijkse stormvloed. De stad wordt beschermd door een versterkte dijk in het zuiden en zandduinen in het westen. De binnenpolders worden ontwaterd door het Kanaal van Walcheren, dat via sluizen in verbinding staat met de zee.

Bevoegdheden en doelstellingen

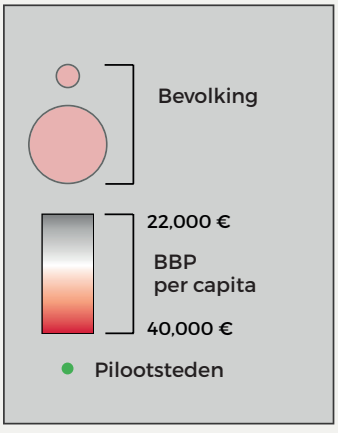
Sinds 1814 is waterbescherming in Nederland een nationale verantwoordelijkheid. De Nederlanders hanteren in vergelijking met andere landen een heel laag risico van een stormvloed met een gemiddelde terugkeerperiode van 10.000 jaar. Na de grote overstromingen van 1916 en 1953 is de kustlijn van Nederland zo kort mogelijk gemaakt, om een zo groot mogelijke controle te bekomen en risico's te verminderen.

In Nederland zijn de verantwoordelijkheden op het vlak van overstromingsrisicobeheer vastgelegd in de Waterwet (2010). Het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat is verantwoordelijk voor het nationale waterbeleid en de Rijkswaterstaat is hierbij de uitvoeringsorganisatie voor het beheer van grote wateren (zee en rivieren). De Waterschappen zijn op hun beurt verantwoordelijk voor de regionale wateren (kanalen en poldervaarten) en zorgen voor het behoud van waterkwaliteit en -kwantiteit. Zij staan eveneens in voor het beschermen van het land tegen overstromingen. Provincies hebben een coördinerende functie om toe te zien op de toestand van de primaire waterkeringen, het potentiële overstromingsgevaar en de overstromingsrisicokaarten. Gemeenten spelen een belangrijke rol bij het waarschuwen voor overstromingen en het ontwikkelen van evacuatieplannen.

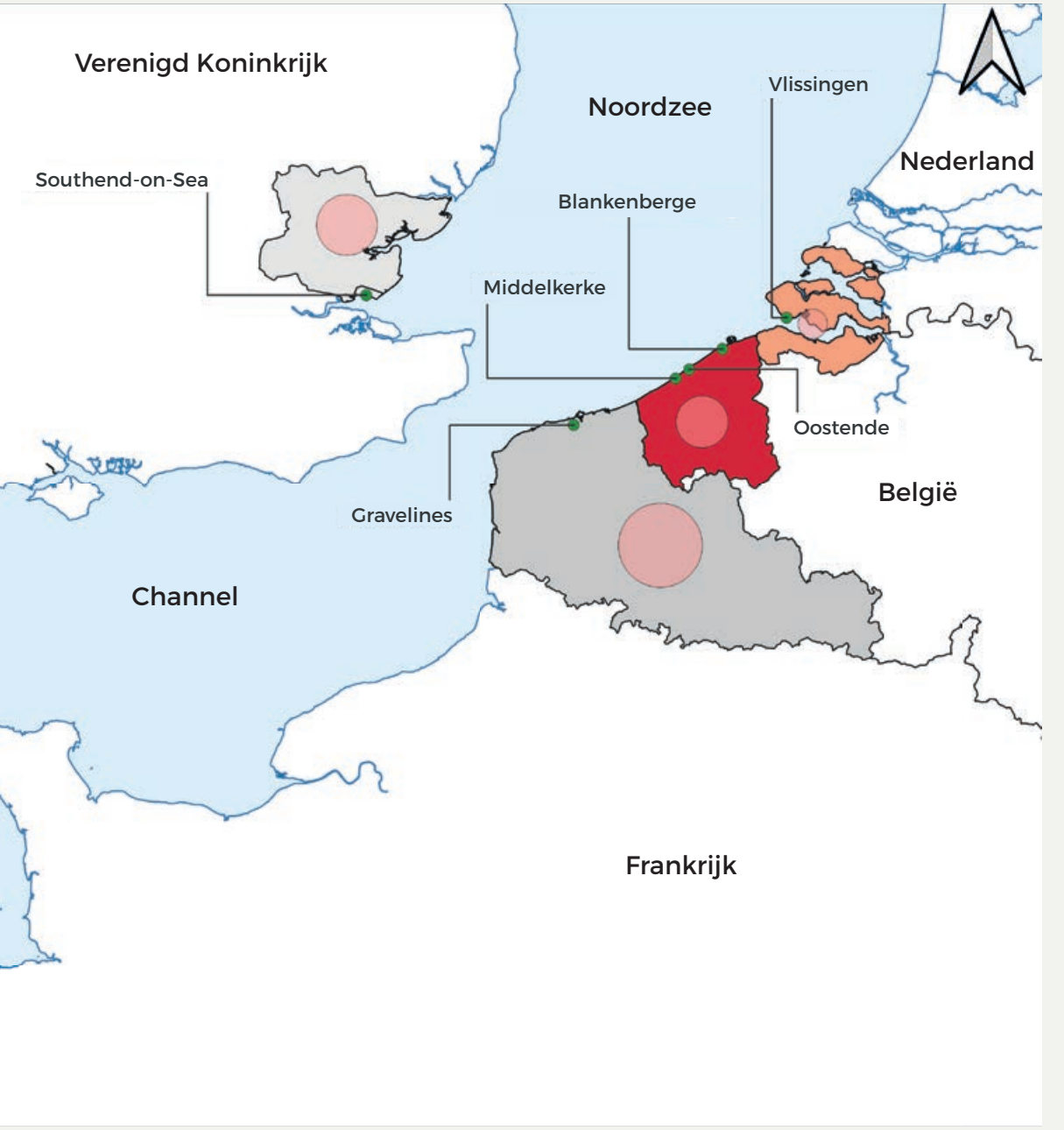
Het Nationaal Waterplan (2016-2021) bepaalt het Nederlandse beleid voor waterveiligheid en zoetwatervoorziening. Er wordt onder andere in onderzocht hoe het vele water dat Nederland rijk is, zo goed mogelijk kan worden ingepast in de ruimtelijke ordening. Het Deltaprogramma is dan weer een uitvoeringsprogramma voor het Nationaal Waterplan. Het Deltaplan zet de koers uit voor de toekomst: de overheid neemt het initiatief om Nederland nu en in de toekomst te beschermen tegen overstromingen en zorgt voor voldoende zoetwater. Momenteel wordt gewerkt aan het Nationaal Water Programma (2022-2027), dat het oudere Nationaal Waterplan (2016-2021) en het Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren bundelt.

Rond de verschillende thema's waterveiligheid, zoetwater en klimaatadaptatie zijn Deltabeslissingen uitgewerkt. Een hiervan is de Deltabeslissing Waterveiligheid, waarin de bescherming van mens en economie tegen overstromingen vanuit de zee, de grote rivieren en de grote meren voorop staat. De kern van de beslissing is dat de kans op overlijden door een overstroming voor iedereen achter de dijken in 2050 niet groter is dan 1 op 100.000 per jaar. Hiervoor wordt ingezet

Bevolking en BBP






Verenigd Koninkrijk
Noordzee
Vlissingen
Nederland
Southend-on-Sea
Blankenberge
Middelkerke
Oostende
Gravelines
België
Channel
Frankrijk

op versterking en onderhoud van primaire waterkeringen, duinen en stormvloedkeringen. Dit is onder andere uitgewerkt in het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) waarbinnen de 21 Waterschappen en het Rijk samen werken aan een grote dijkversterkingsoperatie die tegen 2050 moet voltooid zijn.

Aanvullend op de Deltabeslissingen werd de Strategische Beslissing Zand uitgewerkt. Hierin staat hoe het zand langs de Nederlandse kust het land op een natuurlijke manier kan beschermen onder het uitgangspunt "zacht waar het kan, hard waar het moet". De Rijkswaterstaat onderhoudt de kust met zandsuppleties. Dit is noodzakelijk, want door wind, golfslag en stroming verdwijnt er voortdurend zand in zee en verliezen de stranden en duinen hun natuurlijke beschermende functie. De suppleties dragen niet alleen bij aan het handhaven van de kustlijn, maar ook aan lokale en regionale doelen voor een economisch sterke en aantrekkelijke kust.

Natuurlijke en hybride benadering

Bij kustveiligheidsprojecten wordt, naast bescherming, ook rekening gehouden met de ruimtelijke kwaliteit van de kustzone. Voorbeelden zijn te vinden in Scheveningen, Vlissingen, Zeeuws-Vlaanderen, Hondsbossche en de Pettermer-zeewering. De traditionele harde kustverdediging is overgegaan in een hybride vorm van kustverdediging, waar op de natuur gebaseerde oplossingen en harde infrastructuur elkaar waar mogelijk afwisselen of aanvullen. In het Nationaal Water Programma is vastgelegd dat de Rijksoverheid op het vlak van waterveiligheid het bouwen met de natuur bevordert. In de kustzone is de afgelopen jaren al veel gedaan met dynamisch kust- en duinbeheer. De zandmotor is hier een mooi voorbeeld van.

④ FRANKRIJK

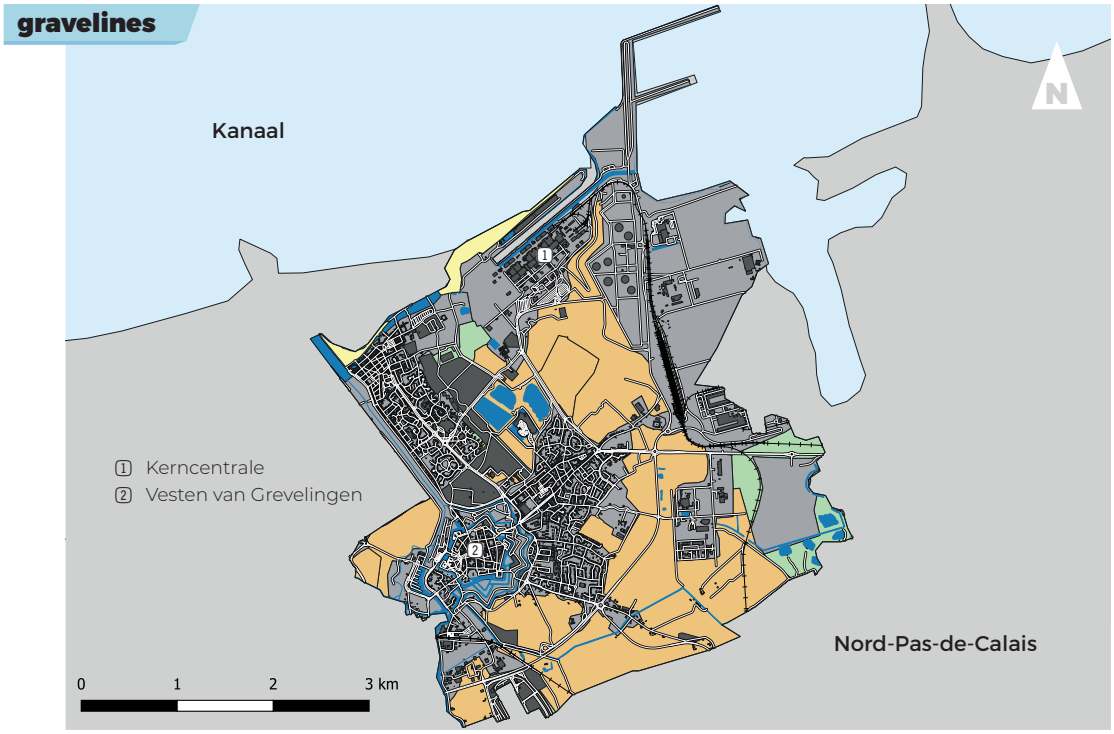
Veel zeeën

De Franse kustlijn is zeer divers en heeft, zonder de overzeese gebieden mee te rekenen, een lengte van meer dan 5800 km. Het land grenst aan de Noordzee, het Kanaal, de Atlantische Oceaan (de Keltische Zee en de Golf van Biskaje) en de Middellandse Zee. Er zijn zowel zandige kusten, moerassen en slikken als rotskusten, deze laatste soms met kliffen. Verspreid langs de kust zijn steden en gemeenten van diverse grootte aanwezig. Frankrijk heeft ook veel havens. De grootste zijn die van Marseille en Le Havre, maar ook in Brest, Calais, Duinkerke en Nantes zijn belangrijke zeehavens aanwezig. Het SARCC-project concentreert zich op de kusten langs de Noordzee en het Kanaal. Dat deel van de kust loopt van de Belgische grens in het oosten tot iets voorbij Roscoff in het westen.

In Frankrijk vormen overstromingen een groot risico. De overstromingsrisico's worden in hoofdzaak veroorzaakt door overstromingen vanuit zee en overstromingen vanuit rivieren en waterlopen. Specifiek voor overstromingen vanuit zee worden 1,4 miljoen inwoners blootgesteld aan het risico. Daarenboven hebben de meeste kustgemeenten een hoge toeristische capaciteit, het totale aandeel wordt geschat op 7 miljoen bedden.

Hauts de France

Het kuststadje Gravelines is gelegen in de regio Hauts de France, tussen Duinkerke en Calais. De kust van deze streek wordt de Opaalkust genoemd en bestaat hoofdzakelijk uit zandstranden. Meer westelijk, voorbij Calais, gaat de kust over in een kliffenkust. De Opaalkust heeft veel badplaatsen, maar is niet zo intensief bebouwd als de Vlaamse kust. Het achterland van Gravelines bestaat uit uitgestrekte polderlandschappen waar een uitgebreid



netwerk van kanalen, sloten en grachten (de zogenaamde *wateringues* of wateringen) zorgt voor de afwatering van de lagergelegen landbouwgebieden naar zee. Ook hier komt het overstromingsgevaar dus niet enkel van zee, maar ook van land.

Ter hoogte van Gravelines en Duinkerke is de kustlijn sterk verstedelijkt en gewijzigd door de aanleg van de haven van Duinkerke, de vele industrie en de viskwekerijen. De kerncentrale van Gravelines is de zesde grootste ter wereld en de grootste in West-Europa en is bedreigd in geval van een overstroming vanuit de zee. De verstedelijking, de aanwezigheid van zware industrie en de kerncentrale maakt dat de economische, sociale een ecologische risico's van een overstroming erg hoog zijn.

Bevoegdheden en doelstellingen

In Frankrijk voert men, met het oog op preventie van kustrisico's, maatregelen uit zoals het inschatten van risico's bij de ontwikkeling van gebieden, acties met het oog op kustbescherming en de ontwikkeling van waarschuwingssystemen. Dit is niet alleen de verantwoordelijk van de Franse staat, maar ook van de lokale overheden. Voor de meest kwetsbare gemeenten heeft de staat risicopreventieplannen (Plans de prévention des risques – PPR) opgesteld. Hierbij gelden verboden of voorschriften in specifieke gevarenzones en voorzorgzones. Deze plannen zijn niet opgesteld voor alle gebieden, maar ook als er geen plan voorhanden is, moet de lokale overheid rekening houden met de risico's.

Nationale strategie

Frankrijk is bijzonder blootgesteld aan natuurlijke overstromingsrisico's. Gezien dit feit en onder impuls van de overstromingsrichtlijn heeft Frankrijk in 2014 een nationale strategie voor overstromingsrisicobeheer (Stratégie nationale de gestion des risques d'inondation – SNGRI) opgesteld. Deze strategie omvat zowel het risicobeheer bij overstromingen vanuit zee,

rivieren en waterlopen als het risicobeheer bij de stijging van het grondwater. Aan die strategie werd ook een actieplan gekoppeld. Zo werkte de staat samen met de gemeenten plannen uit ter voorkoming van natuurrampen (Plans de prévention des risques naturels – PPRn) en, meer specifiek voor overstromingen, de PPRI (plans de prévention des risques d'inondation). De plannen brengen risicogebieden in kaart en linken die aan bouwkundige voorwaarden. Gebaseerd op de nationale strategie zijn eveneens overstromingsrisicobeheerplannen (Plans de gestion des risques d'inondation – PGRI) uitgewerkt. Die zijn gebaseerd op de Europese Kaderrichtlijn Water (la Directive Cadre sur l'Eau – DCE).

In 2002 werd het PAPI-systeem in het leven geroepen. Deze actieprogramma's ter voorkoming van overstromingen (Programmes d'actions de prévention des inondations) worden uitgevoerd door lokale overheden en vormen het kader voor overstromingspreventie in nauw partnerschap met de staat. Projecten die binnen dit kader opgezet zijn worden deels door de staat en deels door de lokale overheden gefinancierd.

GEMAPI

Sinds 2018 is de bevoegdheid over het beheer van de aquatische milieus en de preventie van overstromingen (Gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations – GEMAPI) toevertrouwd aan intercommunales. Metropolen, steden, gemeenten en agglomeraties moeten de handen in elkaar slaan om de stroomgebieden te ontwikkelen en te verdedigen, onder andere tegen overstromingen vanuit de zee. Hiermee wordt het gemeentelijk niveau overstegen, maar de financiering wordt wel aan de hand van gemeentelijke belastingen voorzien.

In de Franse wetgeving is momenteel minder ruimte voor op de natuur gebaseerde oplossingen. De GEMAPI bieden hier wel mogelijkheden als de intercommunales hier samen aan kunnen werken, al blijft het steeds hun eigen keuze. Dit is niet altijd evident en er is dan ook een nood aan een meer regionale aanpak om de voordelen van op de natuur gebaseerde oplossingen in de verf te zetten.

De ‘longue durée’

Historische trends en lange-termijnpatronen van kustverandering

GARRY MOMBER
Directeur van het Maritime Archaeology Trust



DE KUSTLIJN HEEFT ZICH GEVORMD door de lange-termijninteractie tussen land en zee. Het vroegere kustbeheer had nauwelijks kennis van die complexe processen. Waar grijze of harde infrastructuur werd aangelegd om het land te beschermen, verstoorde die het gevestigde evenwicht. Archeologische vondsten, historische kaarten, schilderkunst en fotografie brengen die paradox aan het licht en tonen de nefaste impact van harde infrastructuur op de kustlijn. Kennis van die processen kan een belangrijke bijdrage leveren aan het kustbeheer van vandaag.

Versnelling van de opwarming

De versnelling van het tempo van de klimaatverandering – met een toename van kusterosie, overstromingen en instabiliteit – zet stedelijke kustplaatsen onder druk. Veel verdedigingswerken die in de afgelopen eeuwen zijn gebouwd, zijn niet berekend op de omvang van die schommelingen. Dit komt doordat de kustveranderingen op lange termijn grotendeels onopgemerkt bleven, omdat ze zich voltrok op een tijdschaal die meerdere generaties oversteeg.

Aan het einde van de laatste ijstijd, 11.500 jaar geleden, lagen de wereldzeeën ongeveer 40 m lager dan nu. Toen het klimaat opwarmde, smolten de ijskappen en steeg de zeespiegel



Fig. 1 Solent. Blootgelegd intergetijdenlandschap bij laagwater, gedateerd op 2571-2347 BC. Op de voorgrond zijn de resten te zien van een houten pad. Een lijn van omgevallen boomstammen strekt zich uit in de richting van het water



Fig. 2 Solent. Visfuik uit de bronstijd, gedateerd op 1502-1401 BC. De fuik was millennia lang bedekt en beschermd, maar ligt nu bloot en erodeert snel.

in een periode van 6.000 jaar met maar liefst 35 m. Dit had drie belangrijke gevolgen voor het bestudeerde SARCC-gebied. Ten eerste, door het slinken van de ijskappen werd het gewicht op de aardkorst herverdeeld, waardoor een deel van het land in het zuiden daalde ten opzichte van de zee en een deel van de gebieden in het noorden steeg. Dit proces zet zich tot op vandaag verder. Ten tweede voerden snelstromende rivieren het glaciale smeltwater naar zee en daarmee ook grote hoeveelheden geërodeerde sedimenten. Ook op het land opgewaaid zand werd in het maritieme systeem gebracht. Ten derde werden (en worden) kustlijnen opnieuw gevormd. Zachte kliffen worden weggesleten en nieuwe zeewegen geopend. Zeestromingen blijven evolueren terwijl ze de mariene sedimenten door de ondiepe zeeën en kustlijnen transporteren. Die processen werken op verschillende tijdschalen en vele zijn nog niet afgerond. Nu de opwarming van de aarde in een versnelling is gekomen, worden ook de gevolgen sneller zichtbaar. Kennis van menselijke en natuurlijke invloeden langs de kust in het verleden en de gevolgen daarvan kunnen inzicht geven over toekomstige processen.

Solent

Om de langetermijninvloeden op de kustlijn aan te tonen, hebben we een casestudy onderzocht in de Solent. Deze waterweg tussen het Britse vasteland en het eiland Wight ondergaat veranderingen die vergelijkbaar zijn met veel pilootlocaties van het SARCC-project. Het was ooit een rivierdal dat door de stijging van de zeespiegel veranderde in een zeekanaal. Een grote hoeveelheid archeologisch en paleo-ecologische materiaal dat bewaard is gebleven, komt nu bloot te liggen en kan geanalyseerd worden.

Aan de noordkant van de Solent ligt een intergetijdenstrand dat op historische kaarten getekend is als een uitgestrekt waddengebied, maar langzaam maar zeker ontdaan is van zijn sedimenten. De zoutmoerassen zijn nu grotendeels verdwenen. Op één plaats bevat een oud kanaal, dat nu verzand is, een opeenstapeling van organische en minerale sedimenten die werden afgezet toen de zeespiegel steeg in 2571-2347 BC (Fig. 1). Daarnaast zijn er sporen blootgelegd uit het neolithicum (3346-3090 BC), de bronstijd (1502-1401 BC) en de Romeinse tijd (255-418 BC). De structuren zijn allemaal

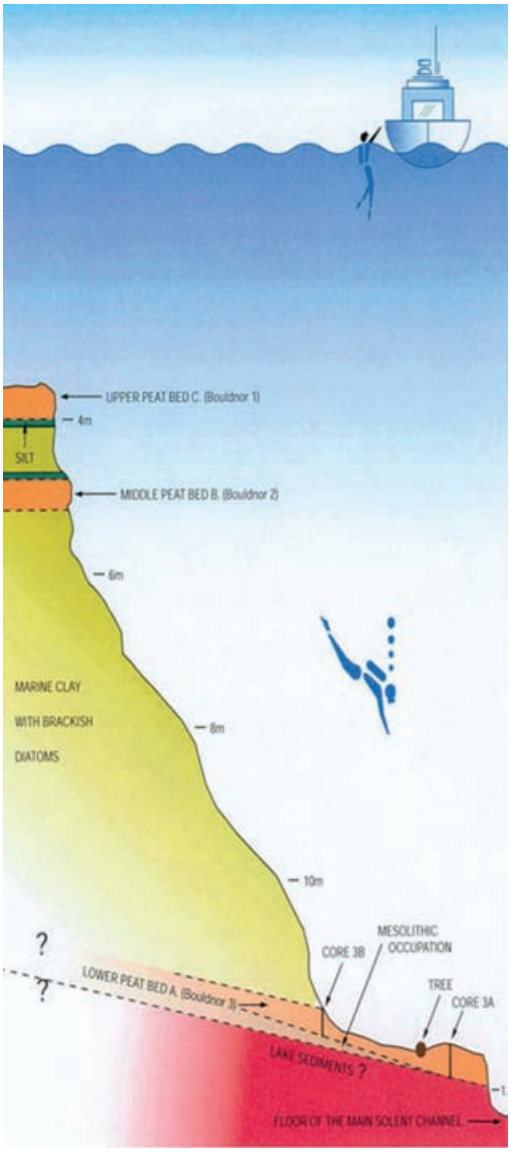


Fig. 3 Solent. Onderwaterdoorsnede door het veen bij Bouldnor Cliff.

van hout en eroderen snel. Toen ze voor het eerst aan de oppervlakte kwamen, waren ze allemaal in zeer goede staat, sommige zelfs met werktuigsporen, wat aantoont dat dit de eerste keer was dat ze werden blootgesteld sinds ze waren afgedekt door de sedimenten. Elke structuur is dateerbaar en biedt een referentiepunt voor het vroegere zeeniveau. Het bewijst dat de kustlijn beschut was in de periode waarin die structuren werden gebouwd. De archeologische vondsten tonen aan dat het strand daalt na duizenden jaren stabiel te zijn geweest (Fig. 2). Het optreden van erosie is een relatief modern verschijnsel dat samenvalt met de bouw van kustinfrastructuur en het indammen van sedimentrijke waterlopen.

Zoals veel rivieren in de ría-kustlijn (een ondergelopen riviervallei) rond de Noordzee en het Kanaal, bevat de Solent postglaciale afzettingen. Op de onderzeese locatie van Bouldnor Cliff, ten zuiden van de westelijke Solent, liggen alluviale sedimenten van 7 m dik, doorweven met veenlagen, die zijn opgehoopt boven een vallei als gevolg van de stijging van de zeespiegel. Ongeveer 5000 jaar geleden werd de vallei overspoeld en ontstond er een kanaal. De voorheen beschermde omgeving viel ten prooi aan erosie die een deel van het afgezette sediment verwijderde en een klif blootlegde waarin zich verschillende lagen kleiig slib en veen bevonden (Fig. 3). Op de toppen van de veenhorizonten zijn metingen verricht op locaties op 8,7 m, 3,1 m en 2,1 m onder de laagste getijden. De dieptes werden respectievelijk gedateerd op 6000-5920 BC, 4820-4435 BC en 4425-4230 BC.

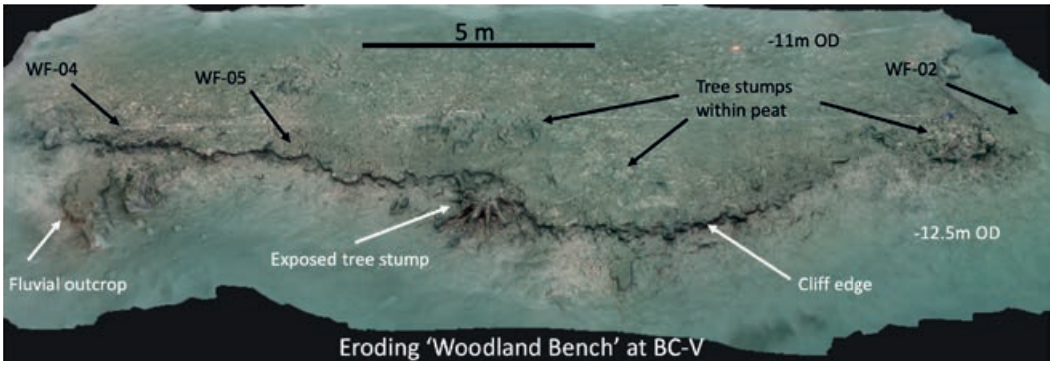


Fig. 4 Solent. 3D-fotogrammetrie van een voormalig bos met archeologische vondsten bij Bouldnor Cliff.

Door de erosie van het afdekmateriaal zijn archeologische ontdekkingen gedaan die tonen hoe de mensen zich aanpasten aan de veranderingen van het zeeniveau én dat zij in het oosten communiceerden met mensen op het Europese vasteland. De site bevat een dateerbare opeenvolging van bronnen die aantonen hoe lange-termijnprocessen (±8.000 jaar) de huidige kustlijn hebben beïnvloed en hoe vroegere nederzettingen onvermijdelijk onder water kwamen te staan als gevolg van de zeespiegelstijging (Fig. 4). Het SARCC-onderzoek heeft vastgesteld dat het erosieproces zich nog steeds doorzet. Door het verlies aan zeebodem in kaart te brengen, toont het onderzoek aan dat het systeem nog geen nieuw evenwicht heeft bereikt. Want naarmate de zeebodem erodeert, neemt ook de waterdiepte toe, waardoor ook de golfenergie toeneemt en de eroderende krachten langs de kustlijn nog sterker worden. De kliffen langs de Solent-kustlijn eredoren snel en kastelen, die ooit gebouwd werden om een aanval te trotseren, vallen nu in zee. Helaas wordt bij de kustbescherming in het Verenigd Koninkrijk nog geen rekening gehouden met de onderzeese zone.

PILOOTSTEDEN

Newlyn

Voor de kust van Newlyn ligt een 5000 jaar oud prehistorisch intergetijdenlandschap dat bewaard is gebleven en vergelijkbaar is met de noordzijde van de Solent. Het toont aan dat dit deel van Mount's Bay beschermd was tegen de verwoestingen van de open zee toen het water steeg tijdens de laatste fasen van de postglaciale zeespiegelstijging. De beschutte ligging zorgde ervoor dat sediment zich afzette en het oude landoppervlak bedekte. Wanneer het bloot komt te liggen, kunnen het paleo-ecologische materiaal en de archeologische sporen binnen enkele jaren verdwijnen. De afzettingen zijn bijzonder belangrijk omdat ze bewijs leveren van de evolutie van de kustlijn en het klimaat toen de zeespiegel steeg. Belangrijk is dat de blootstelling van de onderwaterlandschappen voor de haven van Newlyn in de afgelopen eeuw wijst op een nieuwe fase van erosie.



Fig. 5 Noordpier van Newlyn. Fragment uit Cornwall LXXiv.nW, 1908.
(Courtesy National Library of Scotland)



Fig. 6 Boven: Old Tolcarne Bridge, Newlyn, door Henry Pendarves Tremenheere,1804.
(Courtesy Penlee House Gallery and Museum, Penzance)
Onder: vandaag is de Tolcarne-brug verstikt door bebouwing. Het risisco op overstromingen is verhoogd.
(MAT, 2020)

Historische en artistieke bronnen tonen de veranderingen in het landschap, het strand en de kustlijn. Daaruit blijkt dat de erosie-processen van de afgelopen twee eeuwen zijn toegenomen als gevolg van de bouw-werkzaamheden rond de baai. De factoren die de grootste invloed gehad hebben zijn de ontwikkeling van de haven aan het einde van de negentiende eeuw, waar de noordelijke pier het water rechtstreeks in de monding van de rivier Coombe kanaliseert (Fig. 5). Dit proces wordt nog verergerd door het indammen van de riviergeul en door bebouwing in het overstromingsgebied (Fig. 6). Dat leidde tot een verlaging van het strandniveau en overstro-mingen van het dorp Tolcarne bij hoogwater.

Southend-on-Sea

Ongeveer 4000 jaar geleden was de zee gestegen tot haar huidige niveau en was het overstromingsgebied van de Theems omzoomd met slikken en schorren die bij elk opkomend tij overstroomden. De zoutmoerassen vormden een beschermende buffer tegen overstromingen landinwaarts, maar vanaf de dertiende eeuw, toen de bevolking toenam, werden de oevers van de Theems geleidelijk aan droog-gelegd en ingedijkt. Hierdoor ontstond nieuw land, maar werd ook de riviergeul smaller, waardoor de hoogte van het inkomende getij onbedoeld toenam en daarmee ook het risico op overstromingen.

Southend-on-Sea ligt aan de noordelijke oever van de monding van de Theems. Archeologische vondsten en historische

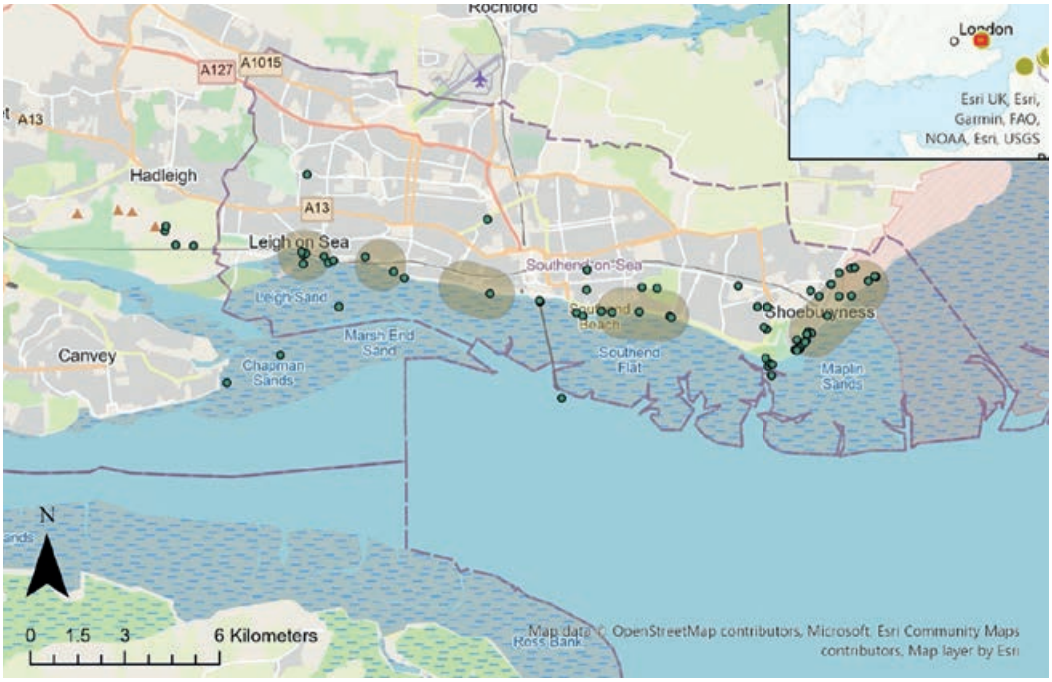


Fig. 7 Archeologische vondsten op de vooroever van Southend-on-Sea worden gebruikt om lange-termijnveranderingen te meten.
(Maritieme Atlas, SARCC)



Fig. 8 Southend-on-Sea. Fragment van de kaart van John Chapman & Peter André uit 1777. In vergelijking met huidige kaarten ziet men duidelijk de erosie langs de kustlijn van Wakering Marsh en East Beach, waar het heuvelfort uit de ijzertijd is afgekalfd.



Fig. 9 Southend-on-Sea. East Beach in de late negentiende eeuw. Het strand lijkt snel te eroderen.

kaarten tonen waar de kustlijn aan het eroderen is (Fig. 7). De zuidelijke kustlijn is nu gefixeerd. Hierdoor is het aanpassingsvermogen van het strand teloorgegaan en is er langs een deel van de harde kustlijn sprake van verzakkingen en uitschuringen. De studie wijst ook uit waar de sedimentenstroom was onderbroken door menselijk handelen en bouwwerkzaamheden aan de oostkust bij Shoeburyness. Als gevolg daarvan is de erosie langs East Beach versneld en moet het strand nu worden beschermd. De aantasting van een heuvelfort uit de ijzertijd door kusterosie in de afgelopen 200 jaar geeft de omvang van de

recente erosie aan (Fig. 8). Dit gebouw, samen met andere historische structuren, kan worden gebruikt als markering om de snelheid van het verlies te volgen (Fig. 9). Versnelde erosie langs een kustlijn kan gevolgen hebben voor de verzekering van eigendommen en voor de culturele waarde van een landschap.

Gravelines

Gravelines is ontstaan in een klein, beschut estuarium. Historisch materiaal toont aan hoe het sedimententransport op lange termijn de scheepvaart in de riviermonding verstoorde (Fig. 10). Een geul die dwars door het duinensysteem en het strand is gegraven, werkt nu onbedoeld als een soort golfbreker, waardoor de duinen in het westen zich kunnen ontwikkelen en de zee in de richting van de oostelijke stad wordt getrechterd. De bebouwing op het duinmassief langs het oostelijke strand heeft het aanpassingsvermogen van de kustlijn verzwakt. Kennis van de lange-termijnbewegingen van de vooroeversedimenten zou vroegere samenlevingen hebben geholpen om veranderingspatronen langs de kustlijn te voorspellen. Die kennis is vandaag wel beschikbaar voor kustbeheerders en kan worden gebruikt om op de natuur gebaseerde verdedigingswerken te ontwerpen die een antwoord bieden op de bedreiging van de zeespiegstijging.

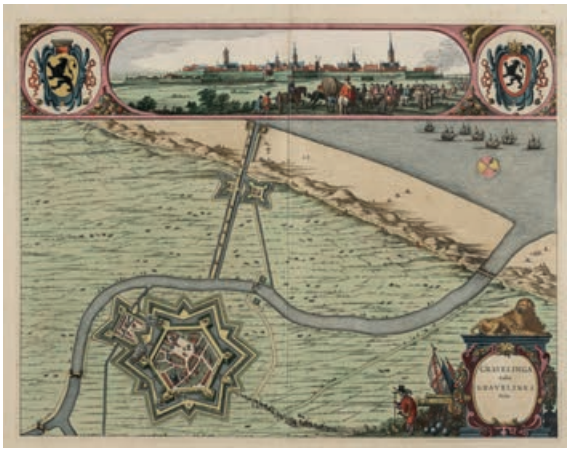


Fig. 10 Johannes Blaeu, Gravelines, 1649.
(Rijksmuseum, Amsterdam, CC0, Wikimedia Commons)

Middelkerke, Oostende en Blankenberge

Toen de zeespiegel tijdens de postglaciale dooi (± 5000 jaar geleden) begon te dalen, schoof de kustlijn van Vlaanderen op. Grote hoeveelheden sediment, afkomstig van kliffen en door de wind afgezette toendra, werden via





Fig. 11 Gravelines. Ten westen van het kanaal zijn uitgestrekte duinen ontstaan. De kaart uit de Maritieme Atlas toont de locatie van historische en archeologische data die gebruikt zijn voor de analyse van lange-termijnveranderingen. Boven het oostelijke strand en het gereduceerde duincomplex. Bij vloed is het hele strand overspoeld.

rivieren meegevoerd naar estuaria, waardoor het land zeewaarts werd uitgebreid. Rond de estuariene complexen van Rijn, Maas en Schelde ontwikkelden zich slikken en schorren en langs de kustlijn ontstonden duinen. Tegen het midden van het tweede millennium voor Christus strekte het land ter hoogte van Oostende zich 10 km verder uit naar zee in vergelijking met de huidige kustlijn, terwijl het veengebied aan de kust zich bijna 20 km landinwaarts uitstrekte. Tegen het eerste millennium voor Christus begon het zeeniveau te stabiliseren. De kustlijn werd relatief stabiel, tot de status quo werd ondermijnd door menselijke invloed. De turfwinning door de Romeinen verwijderde de bovenste bodemlagen, draineerde het land, verdichtte de bodem en verlaagde het grondniveau zodat de vroegere sedimentatieprocessen werden omgekeerd (Fig. 12).



Fig. 12 Blootstelling van een veenlaag tussen Oostende en Middelkerke, die nu zeewaarts van de zeewering ligt. De vormen in het veen wijzen op ontginnningen tijdens de Romeinse periode.

Vervolgens werden er dijken gebouwd die het water tegenhielden, maar tegelijk het water trechterden, waardoor het hoger kwam te staan en overstromingen verwoestender waren. Van de veertiende tot de zestiende eeuw kwamen overstromingen relatief vaak voor. Er werden grotere dijken gebouwd, waardoor de mensen meer vertrouwen kregen om naar plaatsen met verhoogde bescherming te verhuizen, met als gevolg dat overstromingen nog rampzaliger werden. Vandaag is de hele kustlijn afgebakend door vaste dijken en is het oorspronkelijke drainagesysteem ingedijkt en ingepolderd. Historische kaarten laten zien dat de gebieden met het grootste overstromingsrisico landinwaarts de oude, ingepolderde estuariene geulen zijn. Uit de historische gegevens blijkt dat de aanleg van kustdijken, promenades, wegen en tramlijnen langs de kustlijn het natuurlijke systeem heeft verstoord door het samenspel van strand en duinen te stoppen en het aanpassingsvermogen van de kustlijn in te perken (Fig. 13 en 14).

Harde verdedigingswerken kaatsen de golfslag af, waardoor de kracht van de terugslag toeneemt, wat leidt tot erosie en afbrokkeling van het strand (Fig. 15). De verdedigingswerken worden vervolgens zelf ondermijnd, waardoor hun vermogen om de gevolgen van stormvloeden te ondervangen in gevaar komt (Fig. 16). Binnen het SARCC-project worden op de proeflocaties opnieuw op de natuur gebaseerde oplossingen ontworpen in de vorm van duinsystemen voor de nieuwe zeeweringen. Hierdoor wordt de kustlijn weer veerkrachtig en meer in overeenstemming gebracht met het verleden. Historisch onderzoek wijst ons op de noodzaak van een andere aanpak en kan helpen om de meest geschikte oplossing te kiezen.

Vlissingen

De stad Vlissingen werd gesticht aan de monding van de Schelde om commerciële en militaire redenen veeleer dan als beschutte vestingplaats. Naarmate de haven zich ontwikkelde, werd de haveninfrastructuur zeewaarts uitgebreid. Daardoor werd ze nog meer blootgesteld aan de impact van langdurige natuurlijke processen in de monding van het estuarium (Fig. 17 en 18). Dit proces

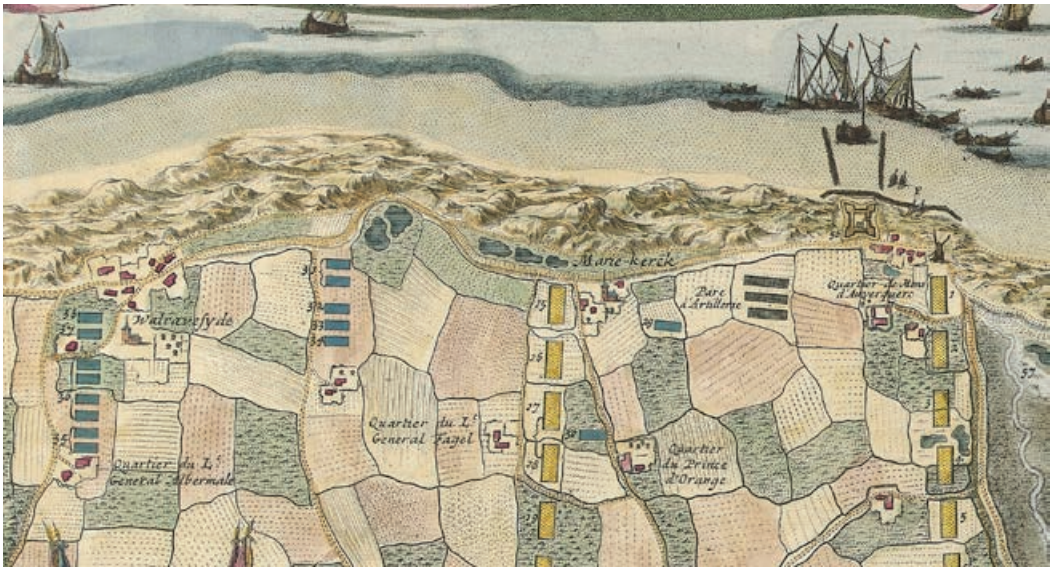


Fig. 13 Kaart van het gebied even ten westen van Oostende, 1706. Het natuurlijke duinenstelsel vormde, vóór de aanleg van de dijken, een robuuste natuurlijke verdediging.
(Jacobus Harrewijn, Rijksmuseum, Amsterdam, CC0, Wikimedia Commons)



Fig. 14 Vroeg-zeventiende-eeuwse gravure van Blankenberge, beschermd door duinen.
(Stadsarchief De Benne, Blankenberge, ID 454)



Fig. 15 Hotels in Mariakerke rond 1900. Bij vloed komt het water tot aan de dijk, wat hem kwetsbaar maakt voor erosie. Rechts hetzelfde gebied in 2021. Door de zandsuppleties is het strand opgehoogd tot het niveau van de dijk.
(Geneanet, Creative Commons, BY-NC-SA2.0)



Fig. 16 Storm in Oostende, 1924. De impact van een storm op harde verdedigingswerken kan verwoestend zijn.
(www.deplate.be)



Fig. 17 Johannes Blaeu, Vlissingen, 1649.
(Wikimedia Commons, 1645)



Fig. 18 Petrus Segaers, Vlissingen in vogelvlucht, 1669.
(WikiMedia Commons)

werd destijds niet ten volle doorgrond en de onophoudelijke slijtage door de zee veroorzaakte schade aan de stadsmuren. Omdat de strategische ligging niet in gevaar mocht komen, bouwde de overheid steeds grotere en betere verdedigingswerken in plaats van zich aan te passen. De stad ligt nu vele meters onder de hoogwaterlijn, dus een eventuele overstroming zou erg destructief zijn voor de bewoners en het stadscentrum en bovendien een grote impact hebben op de culturele waarde van Vlissingen (Fig. 19 en 20).

De gemeente heeft nu omvangrijke verdedigingswerken nodig als bescherming tegen de stijgende zeespiegel en de klimaatverandering, terwijl de aangrenzende gebieden in het oosten een meer natuurlijke weerstand hebben



Fig. 19 Vlissingen. De overgebleven toren op de zeedijk. De andere toren was beschadigd door stormen en werd afgebroken.



Fig. 20 Vlissingen. Boulevard de Ruyter met vuurtoren en standbeeld.
(Anefo, Nationaal Archief, CCO)

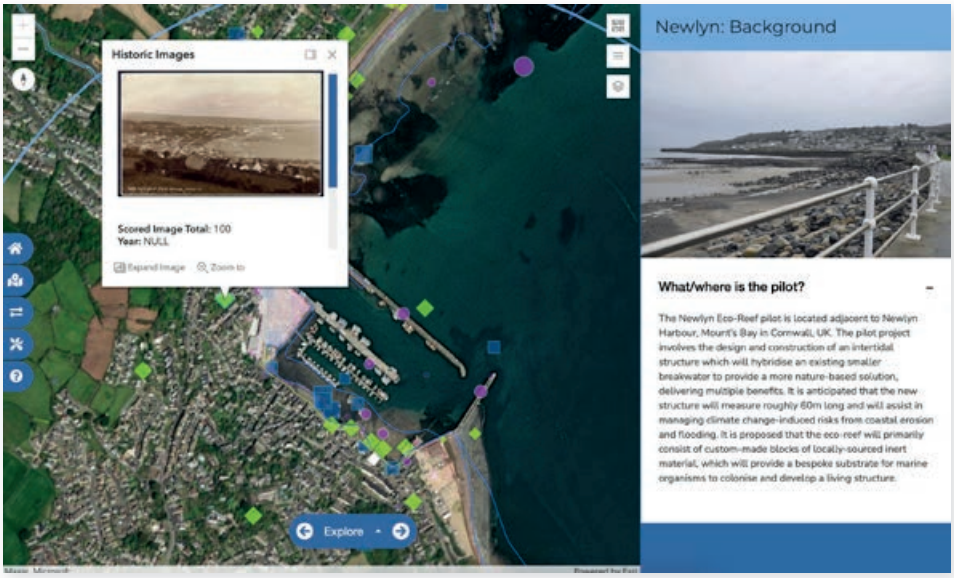
kunnen ontwikkelen dankzij het bestaande duinensysteem. De nevenschikking van harde en zachte kustbescherming laat zien hoe natuurlijke kustbescherming, met het vermogen om zich aan te passen aan wisselende omstandigheden, inspiratie kan bieden voor op de natuur gebaseerde oplossingen zonder dat uitgebreide menselijke interventie nodig is. Het integreren van natuurlijke processen in het ontwerp van de kustbescherming, leidt vaak tot meer economische oplossingen.

Conclusies

In het SARCC-project hebben we de historische veranderingen op lange termijn onderzocht aan de Solent en de zeven proeflocaties. Voor onze analyse hebben we gebruikgemaakt van archeologie, paleomilieuafzettingen, beeldende kunst, foto's, kaarten en grafieken, om zowel kwalitatieve als kwantitatieve informatie over de ontwikkeling van de kust te verkrijgen.

Het onderzoek heeft ons inzicht gegeven in vroegere, huidige en langetermijnveranderingspatronen van erosie, sedimentatie en stabiliteit. Historisch bewijsmateriaal toont aan hoe menselijke ingrepen de natuurlijke processen hebben verstoord, wat een grote impact heeft gehad op de kustlijn en de achterliggende kustvlakte.

Het SARCC-project heeft de waarde aangetoond van de studie van historische data. Het onderzoek naar de *longue durée* geeft wetenschappelijk bewijs over de mechanismen die de kustlijn hebben gevormd. De kennis over de veranderingen in het verleden is een waardevol instrument om de verschillende stakeholders en de bevolking te informeren over toekomstige kustaanpassingen en de creatie van op de natuur gebaseerde oplossingen.



Maritieme Atlas

Het onderzoek naar de *longue durée* toont aan hoe mens en natuur de evolutie van de kustlijn hebben beïnvloed. Het ondertzoek levert bewijsmateriaal op dat kan dienen om toekomstige projecten te voeden. Daarom hebben we een historische Maritieme Atlas opgemaakt die informatie verschaft over de lange-termijnprocessen van kustverandering, zeespiegelstijging en klimaatverandering. We hebben data verzameld uit historische bronnen zoals schilderkunst, archeologie, kaarten, kaarten, foto's en het paleomilieu. We hebben die data beoordeeld en geïnterpreteerd om gebeurtenissen en veranderingspatronen uit het verleden te kwalificeren. De resultaten zijn te raadplegen op een online portaal, de 'Maritime Atlas Viewer'. Het is een waardevolle gegevensbron die door kustbeheerders kan worden gebruikt om het ontwerp van kustbescherlminsmaatregelen te voeden en de bevolking te informeren over de noodzaak van een andere, meer op de natuur gebaseerde aanpak.

sarcc.maritimearchaeologytrust.org



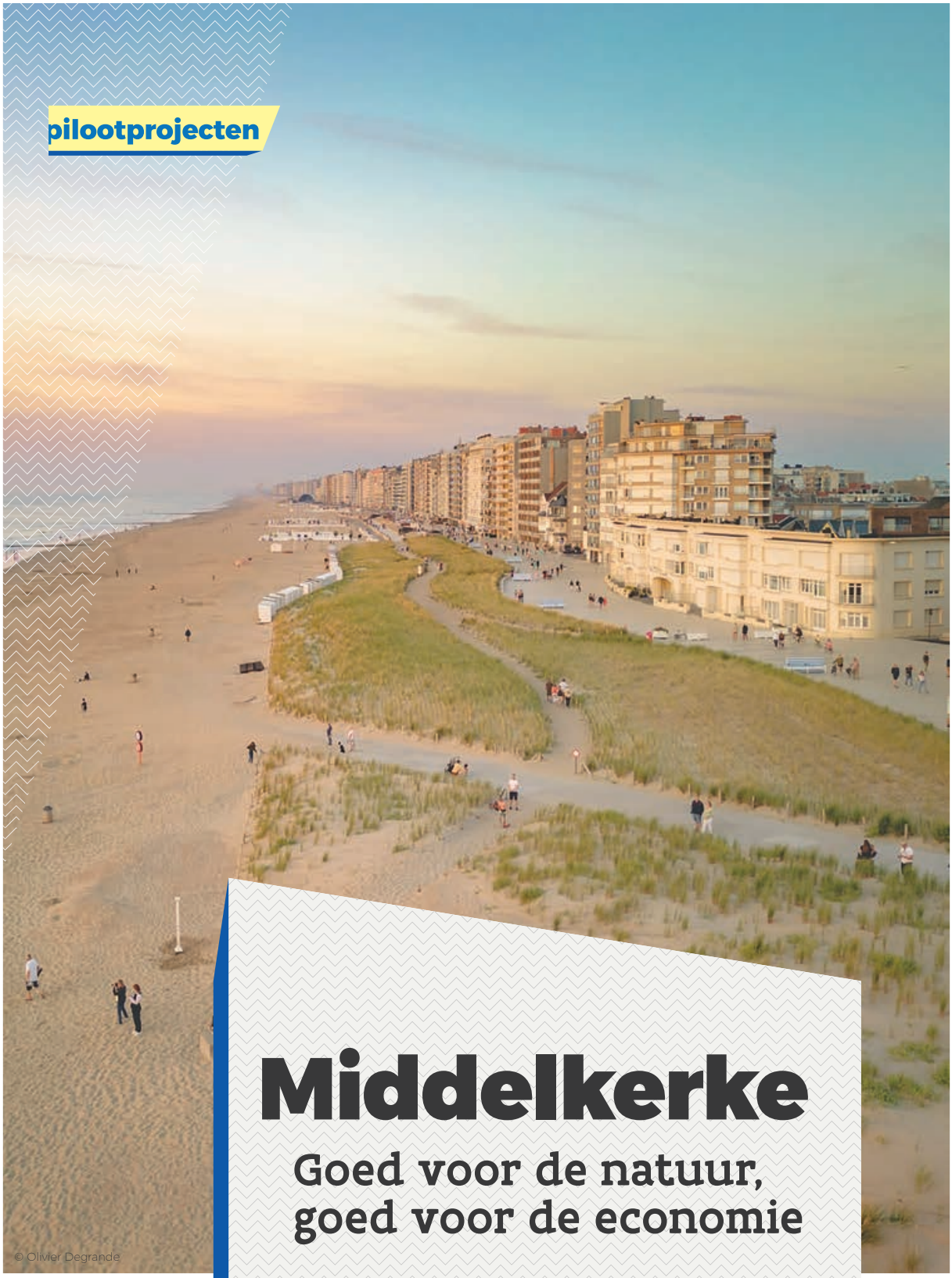
© MDK



Piloot-projecten

Zeven pilootsteden langs de Noordzee en het Kanaal experimenteren met innovatieve, op de natuur gebaseerde oplossingen voor hun kustbescherming.

pilootprojecten



Middelkerke

Goed voor de natuur, goed voor de economie

© Olivier Degrande

Middelkerke beschermt zich tegen een 1000-jarige storm met de materialen die van nature overvloedig aanwezig zijn aan de Vlaamse kust: zand en helmgras. Samen vormen ze een groene 'duin-voor-dijk'. Het innovatieve pilootproject is niet alleen veel goedkoper dan een harde, betonnen dijkconstructie, maar ook veel beter voor het milieu. Bovendien zorgt de 'grasdijk' voor een verhoogde belevingswaarde en geeft hij een boost aan het toerisme.

EEN BEETJE ONEERBIEDIG zou je kunnen stellen dat alle Vlaamse kustgemeenten een beetje op elkaar lijken. De Vlaamse kust is een generische 'lijnstad' die zich uitstrekt van De Panne tot Knokke-Heist en gebouwd is op maat van het toerisme. Grote delen van de kustlijn bestaan uit een hoge muur van appartementsgebouwen met zicht op zee. Tussen de badsteden door bevinden zich hier een daar nog stroken duin en natuur.

De zeespiegelstijging noopt de Vlaamse overheid en de kustgemeenten tot bijkomende maatregelen. Op de meeste plaatsen volstaan zandsuppleties ter bescherming tegen een 1000-jarige storm, maar in Middelkerke, een van de zwakke plekken op het vlak van kustveiligheid, is het nodig om ook de dijk te versterken. Maarten Van Nieuwenhove, projectleider voor SARCC bij de gemeente Middelkerke, vertelt: "Een paar jaar geleden hadden we het plan opgevat om een bijkomende harde infrastructuur in beton te bouwen, een zogenaamde GDU-constructie of 'golfdempende uitbouw'. Dat is een 'dijk-voor-dijk', waarbij de voorste dijk een trapje lager ligt dan de huidige dijk, en die de golven bij een storm dempt, zodat ze hun verwoestende kracht verliezen vooraleer ze de stad bereiken. Maar al snel bleek dat het kostenplaatje wel heel erg hoog lag, en dat de impact op milieu en klimaat aanzienlijk zou zijn."

Hybride kustverdediging

De gemeente Middelkerke en de Vlaamse overheid gingen op zoek naar alternatieven en namen de stedenbouwkundigen en landschapsarchitecten van MOP Urban Design en CLUSTER landschap & stedenbouw onder de arm. In samenwerking met de ingenieursbureaus Plantec en SBE ontwierpen ze een hybride kustverdediging met zowel harde als zachte infrastructuur. Van Nieuwenhove: "In de meer stedelijke zones, waar het gros van de handel is gegroepeerd, komt een







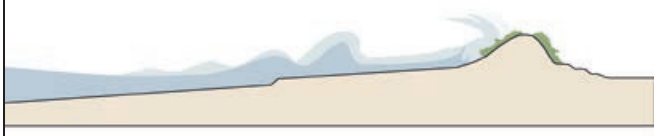




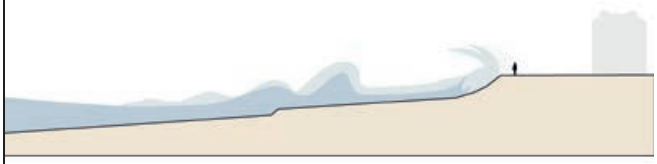
Evolutie

Evolutie van het kustprofiel van 1800 tot vandaag.

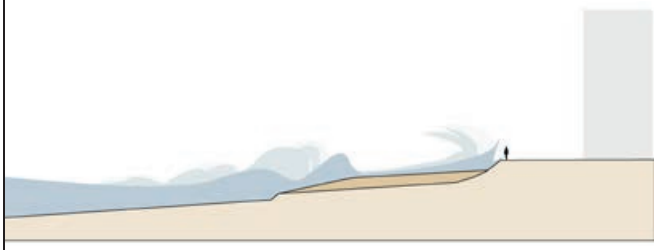
© Cluster



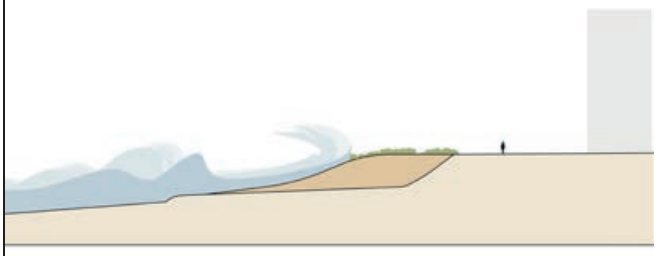
Duinen (1800)



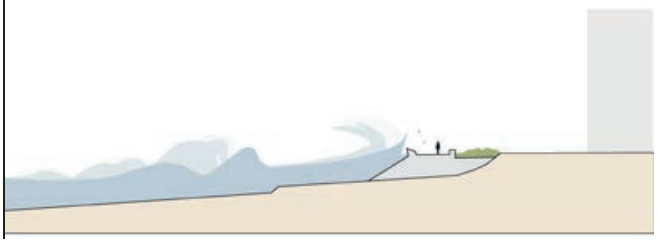
Dijk (1900)



Zandsuppleties (2000)



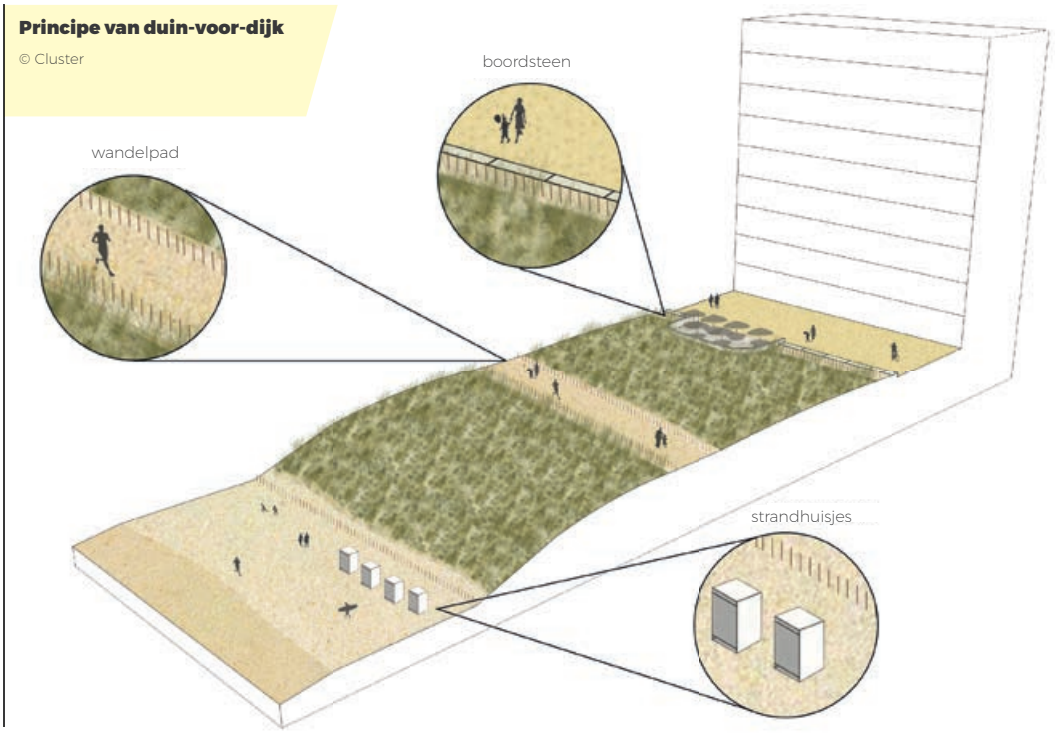
Duin-voor-dijk (2022)



Golfdempende uitbouw (2022)

Principe van duin-voor-dijk

© Cluster



golfdempende uitbouw of GDU. Die neemt de vorm aan van een verlaagde promenade tussen de bestaande zeedijk en het strand. De verlaagde promenade is aan de strandzijde voorzien van een breed overslagelement dat eveneens als borstwering dient. Als het water bij stormvloed overslaat, wordt het opgevangen in de verlaagde zone en vloeit het via openingen onderaan het overslagelement terug naar zee. In de meer residentiële zones daarentegen, hebben we de zogenaamde 'grasdijk' gerealiseerd. In totaal hebben we 500 m grasdijk aangelegd." Het is deze grasdijk die mee opgenomen is als pilootproject binnen SARCC.

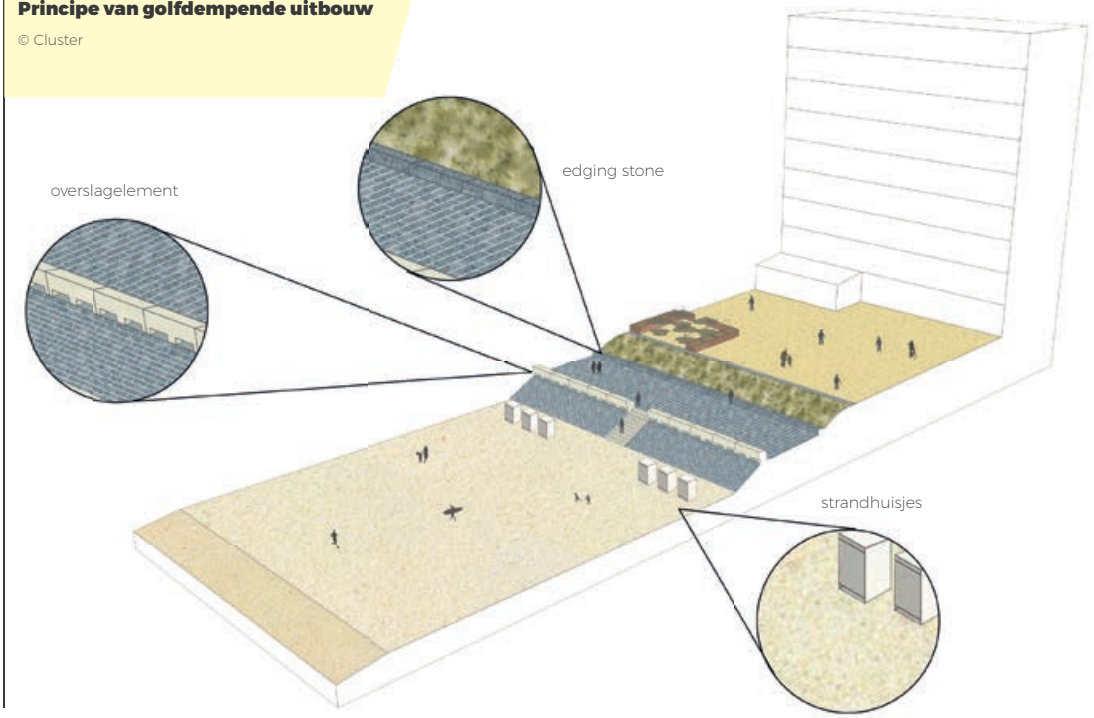
De grasdijk is een natuurlijk maar gecontroleerd systeem van lage duinen voor de bestaande dijk. Het duin is een kunstmatig duin, heel anders dan de pilootprojecten in Gravelines of Oostende, waar het duin op een natuurlijke manier ontstaat en aangroeit. In Middelkerke is het duin 'gemodelleerd': de ingenieurs berekenden dat het duin het meest stabiel en effectief is dankzij een parabolische voet. Helm en andere duinvegetatie fixeren het duin en zorgen ervoor dat het zand niet wegwaait.

Unicum voor Vlaamse badsteden

Tijdens het ontwerpproces organiseerde Middelkerke een participatietraject met bewoners en handelaars. Dat traject was nodig, want het idee van een duin-voor-dijk is een unicum voor de Vlaamse badsteden. Van

Principe van golfdempende uitbouw

© Cluster



Nieuwenhove: “Er leefden heel wat bezorgdheden. Veel mensen, vooral de bewoners van de appartementen op het gelijkvloers, vreesden dat ze door de aanleg van het duin hun geliefde zeezicht zouden kwijtraken. Sommigen vreesden dat het strand moeilijker bereikbaar zou zijn, omdat je eerst de barrière van het duin moet overbruggen.”

De stad heeft die bezorgdheden meegenomen in het ontwerp en de bewoners kunnen overtuigen van de meerwaarde van het project. In het uiteindelijke project ligt het duin nauwelijks hoger dan de dijk en blijft het zeezicht vanop de zeedijk en de gelijkvloerse verdiepingen gewaarborgd. In het duin zijn kleischelpenpaden – verharde wandelpaden op basis van natuurlijke materialen – aangelegd, die ook toegankelijk zijn voor rolstoelgebruikers. Bovendien werd de gehele dijk opnieuw aangelegd, wat een enorme meerwaarde betekent voor bewoners en handelaars. Van Nieuwenhove: “Het participatietraject is echt wel nuttig gebleken. We hebben weliswaar wat meer tijd en energie gestoken in de ontwerpfase, maar tijdens het openbaar onderzoek waren er geen protesten, zodat de uitvoering bijzonder vlot is gelopen.”

Flexibele zeewering

De voordelen van deze op de natuur gebaseerde oplossing zijn talrijk: “De duinen herstellen het contact tussen natuur en zee. Ze zijn goedkoper in aanleg en flexibeler in beheer dan harde zeeweringstructuren,





> **De grasdijk zorgt voor een verbreding en opwaardering van de publieke ruimte. Er is een nieuw park van maar liefst 100.000 m² ontstaan.**
>
> **Maarten Van Nieuwenhove**
> gemeente Middelkerke

© Olivier Degrande

die grote investeringen vergen en slechts een beperkte houdbaarheidsdatum hebben omwille van onvoorspelbare zeespiegelstijgingen. Dankzij de grasdijk is Middelkerke tot 2050 beschermd tegen een 1000-jarige storm. Maar bij een grotere stijging van de zeespiegel kan het duin, dankzij zijn natuurlijke structuur, simpelweg opgehoogd worden."

Ook de belevingswaarde is toegenomen. De grasdijk zorgt voor een verbreding en opwaardering van de publieke ruimte. Van Nieuwenhove: "Er is een nieuw park van maar liefst 100.000 m^2 ontstaan. Vroeger lag het grootste deel van de dijk, vooral 's morgens en 's middags, in de schaduw van de appartementen. Nu kunnen bewoners en toeristen op elk moment van de dag van de zon genieten."

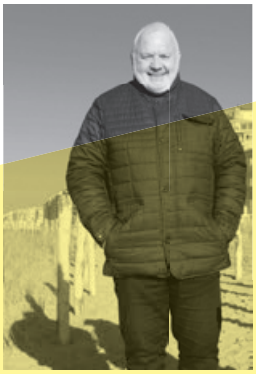
Niets dan voordelen dus. Toch maakt Van Nieuwenhove een kanttekening: "De zachte kustbescherming is weliswaar goedkoper dan een harde zeedijk, maar vraagt wel om regelmatig onderhoud. We hebben ons technisch personeel opnieuw moeten opleiden en een onderhoudsplan opgesteld om de vegetatie te beheren. Daarnaast zullen we, net omdat het een pilootproject is, het duin bij stormvloed steeds moeten monitoren, en indien nodig herstellen."

> **De grasdijk is een natuurlijk maar gecontroleerd systeem van lage duinen voor de bestaande dijk.**
>
> **Maarten Van Nieuwenhove**
> gemeente Middelkerke



Verdubbelde omzet

Het is geen evident project, en toch valt het in de smaak bij bewoners en toeristen. Van Nieuwenhove: "We zien dat de handelaars er wel bij varen. Een cafébaas vertelde me dat zijn omzet was verdubbeld na de aanleg van de grasdijk. De grasdijk is een toeristische trekpleister geworden. Het pilootproject beschermt onze gemeente tegen stormvloed, het heeft een gunstig effect op de financiën en op het milieu, en het is ook nog eens goed voor de lokale economie. Daarom zullen we dit concept de komende jaren verder uitrollen voor een volledige renovatie van onze zeedijk. We hebben plannen om dit model verder west- en oostwaarts te realiseren over een volledige lengte van 1500 m."



Burgemeester van Middelkerke

Jean-Marie Dedecker

"In een wereld waar er steeds op gewezen wordt om onze ecologische voetafdruk te beperken, is dit 'natural based design' een uitgelezen manier om aan kustbescherming te doen. Eenvoudig gezegd beschermen wij onze stad tegen een 1000-jarige storm met de reeds aanwezige materialen van onze kust: zand en ingeplante helmgrassen. Dit vormt een groene duin voor onze dijk, uitgevoerd met een minimum aan vervuilende effecten."

"We hebben ons meerjarenplan voor de renovatie van de zeedijk hierop gebaseerd. Onze dijk zal de komende jaren een renovatie ondergaan waarbij Nature-based Solutions een deel van de oplossing vormen, samen met een golfdempende uitbouw. In de toekomst zal onze zeedijk dus dynamisch beschermd worden door levende duinen, wat ons ook de mogelijkheid biedt om mee te evolueren met de natuur."



© Olivier Degrande

Oostende

En de natuur doet de rest...

pilootprojecten



Een duin-voor-dijk zorgt ervoor dat de wind het zand niet langer op de tramsporen blaast. De op de natuur gebaseerde oplossing biedt ook andere voordelen: er ontstaat waardevolle natuur en het duin biedt bijkomende bescherming tegen de zeespiegelstijging.

"ZACHT WAAR HET KAN, hard waar het moet", zo luidt het adagium van de kustverdediging in Vlaanderen. Dat was ooit anders. Nog geen vijftien jaar geleden waren dijken, strandhoofden en kaaimuren nog de voornaamste zeeweringsrecepten. De Vlaamse overheid veranderde het geweer van schouder. Om de kust te beschermen tegen een 1000-jarige storm werd het strand op veel plaatsen verhoogd met zandsuppleties. Dat heeft het uitzicht van veel badplaatsen erg veranderd. Tien jaar geleden sloegen in Oostende bij een zware storm de golven nog met veel geweld over de dijk, een spektakel dat altijd veel kijklustigen lokte. Met de zandsuppleties werd het strand een pak breder, zodat de golven niet langer de dijk bereiken bij stormvloed.

Zandsuppleties op strand en vooroever zijn een heel eenvoudige en doeltreffende manier van kustbescherming. Ze breken de golfkracht, ze zijn gemakkelijk te herstellen na een storm en ze hebben het voordeel dat ze kunnen meegroeien met de zeespiegelstijging. Toch zijn er ook wel wat nadelen aan verbonden. Zandsuppleties kunnen het mariene leven ernstig verstoren. Bovendien zijn de zandvoorraden voor de Belgische kust niet onuitputtelijk.

Zandoverlast

Daarnaast zijn er ook 'kleine ongemakken'. Door de zandsuppleties is het strand breder geworden, waardoor de wind het zand veel gemakkelijker over de dijk blaast en de stad te kampen heeft met zandoverlast. In het bijzonder in Raversijde-Mariakerke, even ten westen van het stadscentrum van Oostende, zorgt dit voor problemen. Hier lopen de Koninklijke Baan, de Kusttram en het fietspad op de dijk, vlak tegen het strand. Auto- en tramverkeer moeten regelmatig omgeleid of onderbroken worden omdat het zand de doorstroming verhindert. Karel Vanackere, projectverantwoordelijk voor SARCC bij de stad Oostende, licht toe: "De kosten voor het verhinderde

Het strand werd verhoogd met zand en vervolgens beplant met rijshouthagen en helmgras. Vanaf dan neemt de natuur het over. Dankzij mariene sedimentatie (zandaanvoer door getij en golven), eolische sedimentatie (zandaanvoer door de wind) en de begroeiing door helmgras begint het duin vanzelf te groeien.
© Oostende





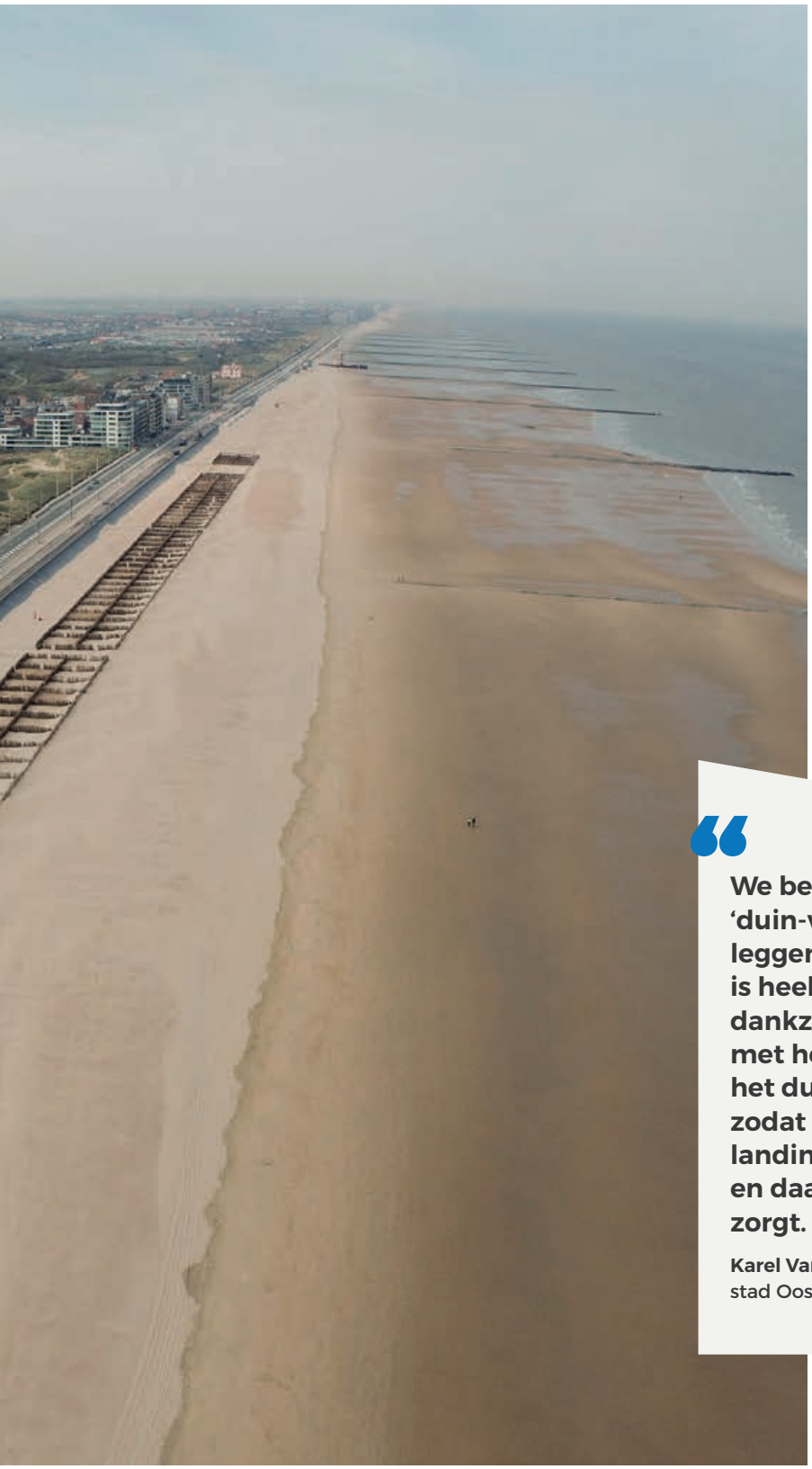

verkeer en de opruimwerken lopen hoog op. Daar komt nog bij dat het geruimde zand niet zomaar terug op het strand gegooid kan worden omdat het mogelijk verontreinigd is door het verkeer. Het wordt als 'afval' afgevoerd en verwerkt."

In eerste instantie vatte Oostende het plan op om een 'zandvang' te bouwen, een betonnen muur die het opwaaiende zand tegenhoudt. Dat is echter een dure en weinig elegante oplossing. Het SARCC-project bood nieuwe perspectieven. Vanackere: "We beslisten om, over een lengte van 700 m, een 'duin-voor-dijk' aan te leggen. Het principe is heel eenvoudig: het duin zou, dankzij de begroeiing met helmgras, het zand vasthouden, zodat het niet meer landinwaarts waait." Het strand werd verhoogd met zand en vervolgens beplant met rijshouthagen en helmgras. Het testgebied werd onderverdeeld in zones met telkens verschillende beplantingspatronen van rijshout en helm. Op die manier kan men testen wat de meest toekomstbestendige configuratie is.

Bouwen met de natuur

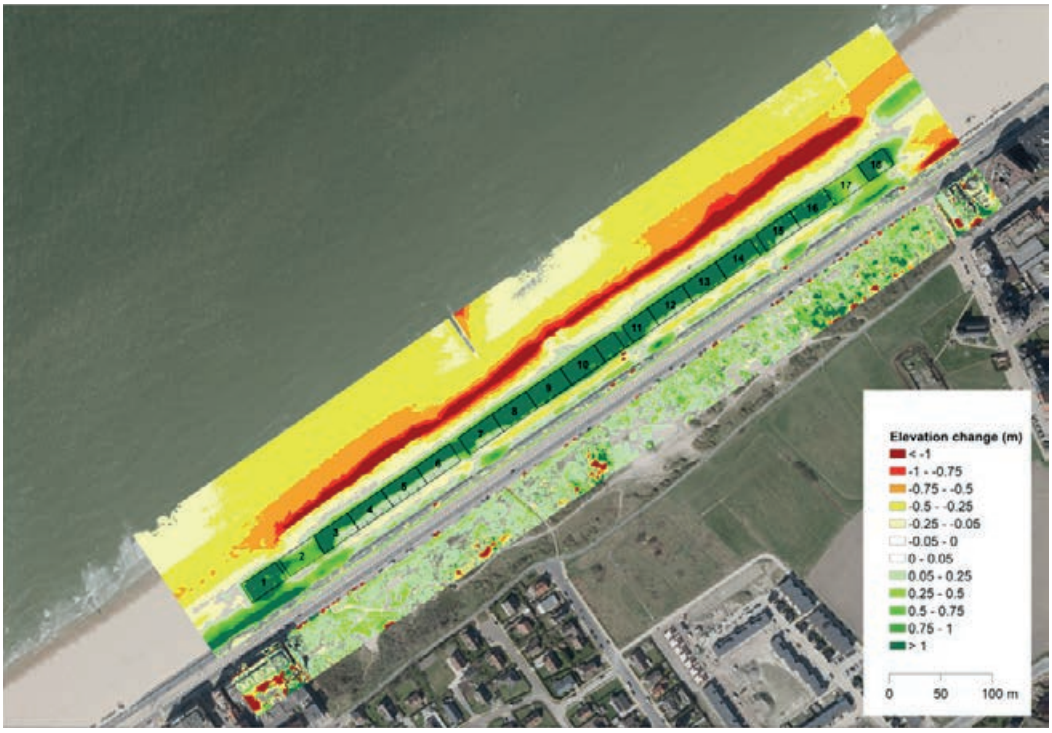
Bijzonder aan dit pilootproject is dat het niet enkel een 'Nature-based Solution' (NbS) is, maar ook een vorm van 'building with nature'. Het duin wordt niet als zodanig geconstrueerd, zoals in het pilootproject in Middelkerke het geval is, wel wordt de aanzet gegeven tot duinvorming, waarna natuurlijke processen het overnemen. Dankzij mariene sedimentatie (zandaanvoer door getij en golven), eolische sedimentatie (zandaanvoer door de wind) en de aanplanting van helmgras (die het zand vasthoudt) zou het duin vanzelf moeten aangroeien. Duinen zijn namelijk 'levende duinen'. In een natuurlijke situatie kunnen duinen





> **We beslisten om een ‘duin-voor-dijk’ aan te leggen. Het principe is heel eenvoudig: dankzij de begroeiing met helmgras houdt het duin het zand vast zodat het niet meer landinwaarts waait en daar voor overlast zorgt.**
>
> **Karel Vanackere**
> stad Oostende

© Waterbouwkundig Laboratorium



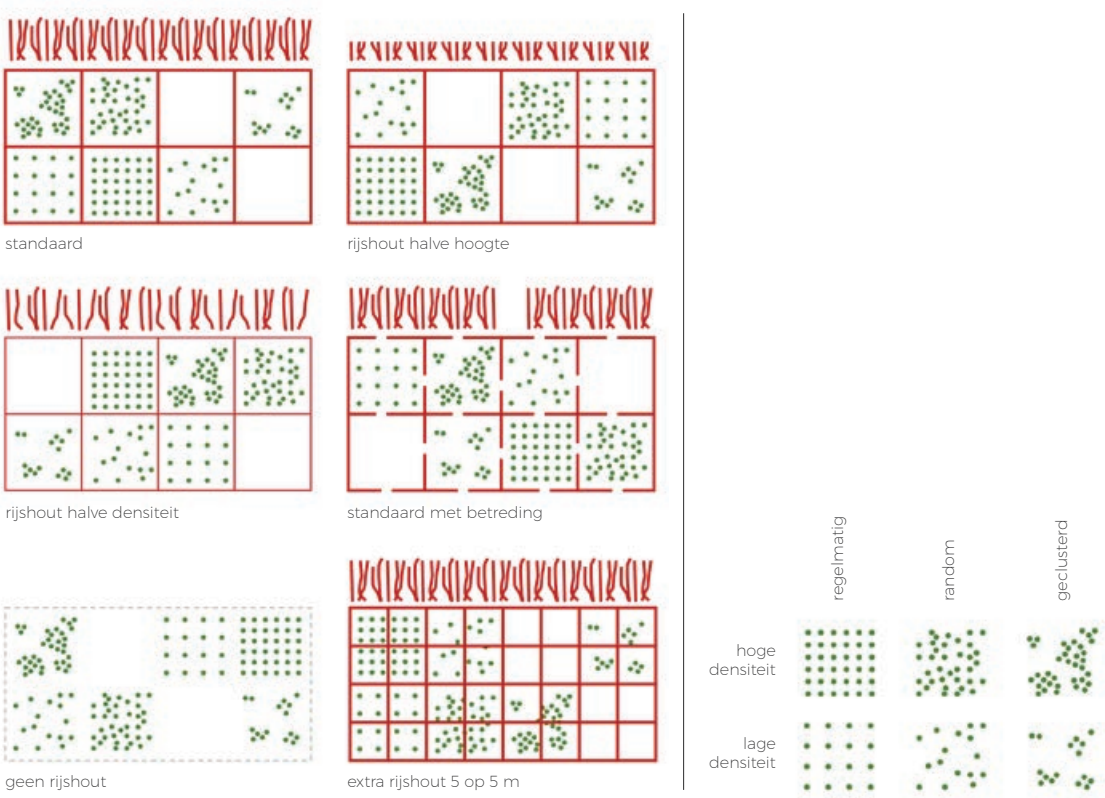
Monitoring
Interessant aan dit pilootproject is de nauwgezette monitoring door de Vlaamse overheid en de onderzoekers van de universiteiten van Gent en Leuven. Op geregelde tijdstippen voeren ze dronevluchten uit om de evolutie van de duinvorming gedetailleerd in kaart te brengen.
© Waterbouwkundig Laboratorium

vanzelf ontstaan, groeien en zich herstellen. Helmgras speelt hierin een cruciale rol: helmgras heeft een erg vertakt en diepgaand stelsel van wortelstokken waarmee het een zandaanwas van 1 m per jaar kan bijhouden. Helmgras is, met andere woorden, in staat om mee te groeien met de overstuiving van zand.

Vanackere: "De resultaten overtroffen al snel de verwachtingen. De werken startten in het voorjaar van 2021 en al in het eerste winterseizoen bleek dat het duin sneller was gegroeid dan voorspeld. De tramsporen en de rijweg bleven quasi vrij van zandophoping. Als we de vergelijking maken tussen het bouwen van een betonnen zandvang en het natuurlijke duin, is het laatste zowel op het vlak van kostprijs, ecologische waarde als esthetiek duidelijk veel interessanter. De efficiëntie blijkt voorlopig ook meer dan voldoende."

Open zicht op zee

Een van de mogelijke struikelblokken van dit pilootproject was dat het wijzigende landschap weerstand zou opwekken bij de



bevolking, omdat het open zeezicht vanaf de dijk zou verdwijnen. De stad Oostende organiseerde dan ook vooraf een participatietraject met de bewoners. Vanackere: "Het idee om een duin-voor-dijk te creëren als zachte maatregel kon op bijval rekenen, maar er was toch ook scepsis over het uitzicht vanop de dijk. De zorg in verband met de zee-ervaring is groot. Daartegenover staat dat werken met de natuur een levend landschap oplevert waar mensen zich aan kunnen aanpassen. Dit in tegenstelling tot een harde maatregel, die van de ene dag op de andere wordt gerealiseerd. Het proces van het tot stand komen van het duin wordt een belevenis op zich en zal op termijn het veranderende uitzicht ruimschoots compenseren."

Dronevluchten

Interessant aan dit pilootproject is de nauwgezette monitoring door de Vlaamse overheid en de onderzoekers van de universiteiten van Leuven en Gent. Op geregelde tijdstippen voeren ze dronevluchten uit om de evolutie van de duinvorming gedetailleerd in kaart te brengen. Vanackere: "Op basis van nauwkeurige hoogtepeilen berekenen ze hoeveel zand ter plaatse gehouden wordt en welke configuratie van beplanting het meest effectief is." De monitoring moet ook uitwijzen of de aanwezigheid van een duin een impact heeft op de noodzaak van zandsuppleties op strand en vooroever. Vanackere: "Zandsuppleties zijn een doeltreffende vorm van kustverdediging, maar ze moeten telkens opnieuw aangevuld

worden. De mogelijkheid bestaat dat we dankzij het nieuwe duin minder vaak zand moet aanvoeren. Dat kan een gunstig effect hebben op de kosten van de kustverdediging."

Oostende past het duin-voor-dijkprincipe inmiddels ook toe op andere plaatsen, meer bepaald op Oosteroever. Vanackere: "Toch is het principe niet overal toepasbaar. Grote delen van het strand zijn toeristisch erg waardevol. Een duin kan alleen maar ontstaan en groeien als het gebied tijdelijk afgesloten wordt voor betreding. Pas wanneer het duin 'volwassen' is en een zekere robuustheid heeft bereikt, is betreding weer mogelijk."



Vroegere situatie. Op deze plaats in Oostende loopt de Koninklijke Baan met zijn tramsporen vlak langs het strand, zodat de wind het zand op de weg en de tramrails blaast. Regelmatig moet het auto- en tramverkeer worden omgeleid of onderbroken omdat het zand de doorstroming verhindert.

© Oostende



Burgemeester van Oostende

Bart Tommelein

"We hebben geleerd dat als we van Oostende een duurzame en robuuste stad willen maken, dit niet alleen kan met harde infrastructurele maatregelen. Integendeel, de natuur is een bondgenoot die we inzetten om deze ambitie waar te maken. Het project in Mariakerke-Raversijde is veelbelovend en heeft al zijn deugdelijkheid bewezen. Simultaan voeren we gelijkaardige experimenten uit op Oosteroever waarbij we samen met de Vlaamse overheid en kennisinstellingen werken aan een geïntegreerde kustverdediging."

"Het SARCC-project draagt bij aan een mentaliteitswijziging waarbij op de natuur gebaseerde oplossingen als voorkeursalternatief worden bekeken bij het maken van beleidskeuzes."

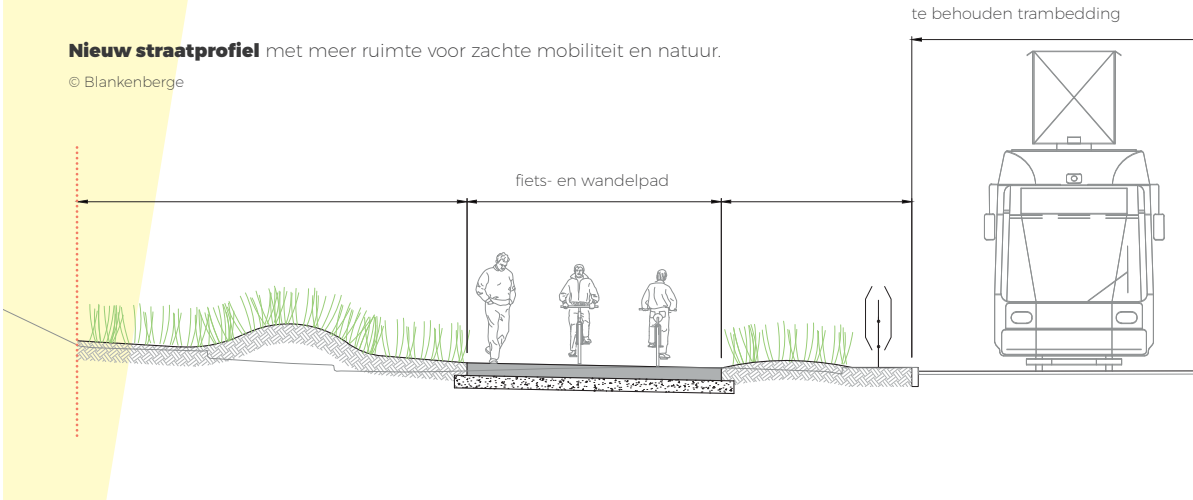


pilootprojecten

Blankenberge

Ontharden en verduinen

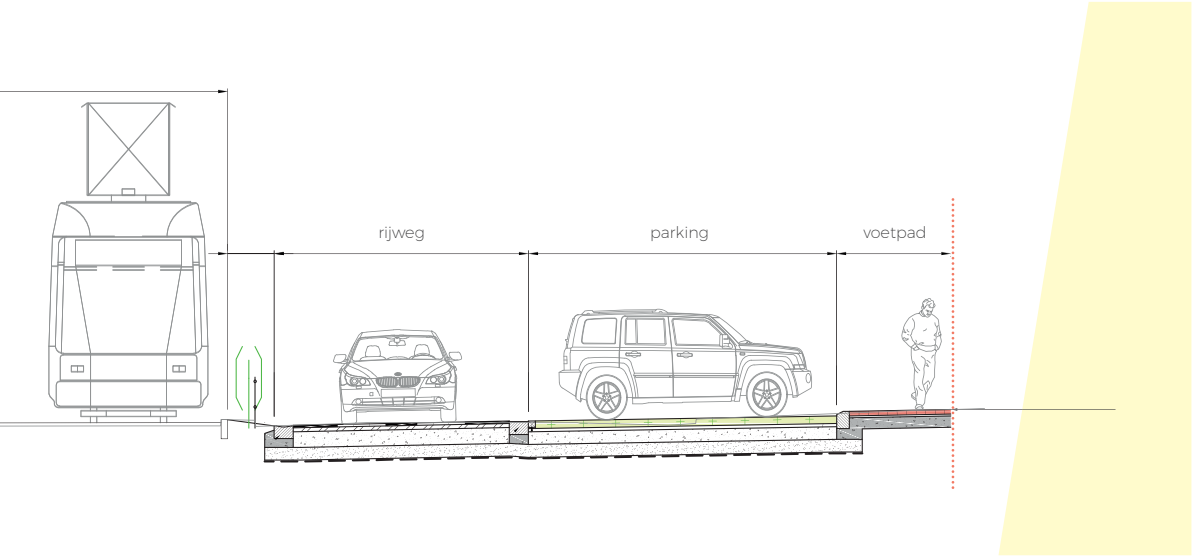
Ook in Blankenberge bestaan de basisingrediënten voor de op de natuur gebaseerde oplossingen uit weinig meer dan zand, helmgras en andere duinvegetatie. Maar anders dan in Oostende of Middelkerke groeit het nieuwe duin hier niet zeewaarts, maar landinwaarts. Om dit mogelijk te maken heeft Blankenberge een stuk van de overgedimensioneerde Koninklijke Baan onthard.



Nieuw straatprofiel met meer ruimte voor zachte mobiliteit en natuur.
© Blankenberge

DE KONINKLIJKE BAAN is een relict uit een ver verleden. De weg beslaat de volledige lengte van de Belgische kust, van De Panne tot Knokke-Heist, en werd vanaf het einde van de negentiende eeuw aangelegd op initiatief van koning Leopold I, met als doel om de kust te ontsluiten voor het opkomende toerisme, maar ook om vlotte militaire troepenbewegingen mogelijk te maken langs de zeegrens van de nog jonge natie. In de jaren 1950 groeide de weg uit tot een autosnelweg met twee maal twee rijstroken en aan beide zijden een pechstrook. Tot op vandaag vormt de Koninklijke Baan een drukke en overmaatse barrière die de kustlijn afsnijdt van de achterliggende polders.

Blankenberge vatte het plan op om, even ten oosten van het stadscentrum, één rijrichting van de Koninklijke Baan over een lengte van 700 m te ontmantelen en terug te geven aan de natuur. Op die plek, tussen de Koninklijke Baan en het strand, ligt een langgerekt en waardevol duingebied met duinmeertjes en vochtige duingraslanden dat verder oostwaarts overgaat in het natuurreservaat de Fonteintjes. Een strook van 11 m breed – achtereenvolgens het voetpad, het fietspad, de parkeerstrook, twee rijvakken en nog een parkeerstrook – werd opgebroken. Er blijft enkel nog een recreatief fietspad over, omringd door embryonale duinvorming. Alain Mengé, projectleider van het SARCC-project bij de stad Blankenberge, legt uit: “In september 2022 zijn we begonnen met het ontharden van maar liefst 6.700 m^2 wegdek. Het is een uitstekende opportuniteit om op die locatie een ‘Nature-based Solution’ te realiseren. We hebben namelijk besloten om die zone te laten verduinen, waardoor het bestaande duin aanzienlijk breder wordt en er een ‘duin-achter-duin’ ontstaat, die een bijkomende bescherming biedt tegen de stijgende zeespiegel. Door het vergroten van de duinvoet over een afstand van 700 m, geven we een sterke impuls aan natuur en biodiversiteit.”





Burgemeester van Blankenberge

Björn Prasse

"Het Masterplan Kustveiligheid van de Vlaamse overheid stelt verschillende maatregelen voor om onze kust te beschermen tegen een aanzienlijke zeespiegelstijging. In Blankenberge werd onder meer een muur gebouwd rond de jachthaven als extra bescherming tegen een mogelijke stijging van het niveau van het oppervlaktewater. Dergelijke harde infrastructurele maatregelen zijn niet altijd even duurzaam en daarom is het belangrijk om ook op de natuur gebaseerde oplossingen, de zogenaamde 'Nature-based Solutions', in te zetten tegen de gevolgen van de klimaatopwarming. In Blankenberge werden reeds verschillende kleinschalige, op de natuur gebaseerde oplossingen voorzien, zoals het aanleggen van geveltuinen en groendaken en het ontharden van voortuinen. Het is mijn wens dat het duin-achter-duin-project, dat gerealiseerd wordt in de A. Ruzettelaan, de aanzet kan zijn tot het uitvoeren van meer en vooral grootschaligere *Nature-based Solutions*."

Er zijn nog andere voordelen aan verbonden. "We hebben in Blankenberge de voorbije jaren sterk ingezet op zogenaamde 'onthardingsprojecten'. Die zijn nodig om meer natuur in de stad te brengen, maar vooral om het regenwater beter in de bodem te laten sijpelen. We hebben aan de kust te kampen met een veel te lage grondwaterspiegel. Dat kan, zeker in de droge maar drukke zomermaanden, leiden tot problemen voor drinkwatervoorziening en landbouw. Daarnaast werpt het zoete grondwater in de duinen een dam op tegen het zoute water van de zee. Brede duinen vormen een buffer tegen de verzilting van de achterliggende polders."

Belangrijke toegangsweg

Het downsizen van de infrastructuur geeft ook een impuls aan de omslag naar een zachtere en meer duurzame mobiliteit. Mengé: "De gehalveerde weg is een belangrijke toegangsweg naar het stadscentrum, zowel voor de bewoners, de bevoorrading van de handelaars, als het toeristisch verkeer richting Zeedijk en strand. We hebben het project vooraf voorgelegd aan omwonenden en lokale ondernemers. Door de toenmalige Covid-beperkingen kon dit helaas slechts op beperkte schaal gebeuren. Toch hebben we heel wat feedback van onder meer de uitbaters van de nabijgelegen handelszaken meegenomen in de verkeerstechnische maatregelen. We hebben onder meer beslist dat men via de Koninklijke Baan enkel nog Blankenberge kan uit rijden. De andere rijrichting wordt opgeheven."

De uitbraakwerken zijn begin september 2022 gestart, na het drukke toeristische seizoen. Vooraf had het Vlaamse Agentschap Natuur en Bos het bestaande duin aangepakt. "Er



Bestaande toestand
De Koninklijke Baan is een drukke en overmaatse barrière die de kustlijn afsnijdt van de achterliggende polders.
© Blankenberge



Ontharden
Blankenberge vatte het plan op om één rijrichting van de Koninklijke Baan over een lengte van 700 m te ontmantelen en terug te geven aan de natuur.
© Blankenberge



Nieuw fietspad
Er blijft enkel nog een recreatief fietspad over, naast een jong duin.
© Blankenberge



Duin
Het duin krijgt de kans om landinwaarts te groeien.
© Blankenberge

groeiden namelijk heel wat exoten zoals rimpelroos, die de oorspronkelijke duinvegetatie zoals helmgras verdrukken", vertelt Mengé. "En helmgras is nu net zo belangrijk om het zand vast te houden en het duin te laten groeien. Nu de weg is onthard, zullen we moeten kijken hoe het duin verder evolueert. Zal het duin vanzelf aangroeien dankzij wind, zand en vegetatie, of moeten we het een handje helpen? Dat weten we nog niet. Er zijn nog veel onbekenden, maar dat maakt het net zo interessant. Onze ingreep versterkt de biodiversiteit in het natuurgebied. Bovendien zal het pilootproject in Blankenberge een test zijn voor andere steden en gemeenten. Als het project succesvol is, kan het een impuls geven aan een verdere verduining en verduurzaming van de Vlaamse kust."

pilootprojecten



© Gravelines

Gravelines

Grootse dingen met beperkte middelen

In het noorden van Frankrijk, tussen Calais en Duinkerke, ligt de oeroude vestingstad Gravelines. Door de sterke verstedelijking en industrialisering en het stijgende water is het nodig om het stadje beter te beschermen tegen de zee. Het pilootproject in Gravelines doet grootse dingen met beperkte middelen. Het bestaat uit weinig meer dan het plaatsen van houten paaltjes op strategische plaatsen, waardoor het duin vanzelf kan aangroeien.

MET HAAR ZACHT HELLENDE zandstranden is de kustlijn van Noord-Frankrijk erg vergelijkbaar met die van Vlaanderen: zand, duinen, dijken en daarachter de polders. Toch ziet het kustlandschap er heel anders uit. Het toerisme is er veel minder sterk ontwikkeld dan in Vlaanderen. Hier vind je (nog) geen aaneensluitende rijen van torenhoge appartementsgebouwen. Wel veel industrie. De regio rond Duinkerke is een van de belangrijkste industriële regio's van Frankrijk. Duinkerke is de derde grootste haven van Frankrijk en in Gravelines bevindt zich de grootste kerncentrale van West-Europa, die dankbaar

Het pilootproject in Gravelines doet grootse dingen met beperkte middelen. Het bestaat uit weinig meer dan het plaatsen van houten paaltjes op strategische plaatsen. Vanaf dan doet de natuur haar werk.

© Gravelines





gebruikmaakt van het zeewater voor haar koeling. Tal van zware industrieën, die profiteren van de nabijheid van de haven en de goedkope stroom, zijn hier gevestigd: een aluminiumsmelter, petrochemische bedrijven, een datacenter en een viskwekerij. De aanwezigheid van de industriële infrastructuur maakt het gebied erg risicogevoelig.

De zeewering bestaat uit dijken, kaaimuren en duinen. Pierre-Philippe Richard, adviseur van de burgemeester van Gravelines, vertelt: "Gravelines ligt, net zoals de Vlaamse polders, onder de zeespiegel. We zijn dus erg kwetsbaar voor overstromingen. Het gevaar komt niet enkel van de zee, maar ook vanuit het land. De polders zijn een artificieel landschap. Het is een gebied dat door de eeuwen heen door de mens is gewonnen op zee. Om het regenwater naar zee af te voeren, is er een fijn vertakt netwerk van kanalen, sloten en grachten aangelegd, de zogenaamde wateringues. Via die wateringen wordt het overtollige regenwater weggepompt naar zee."

Gravelines heeft één groot, natuurlijk voordeel. Richard: "Gelukkig, en in tegenstelling tot veel andere steden aan de Opaalkust, die voortdurend zand verliezen op hun strand, heeft het zand de neiging zich op te hopen op onze kustlijn, een fenomeen dat 'accretie' of 'zandaanwas' wordt genoemd." Het pilootproject in Gravelines profiteert van de natuurlijke aanvoer van zand die de zeestroming op het strand en de vooroever afzet en die de wind vervolgens verder richting kustlijn blaast. Richard: "Om een natuurlijke zeewering te creëren die hoog genoeg is om ons te beschermen

Het zand hoopt zich op rond de hekken, waarna vegetatie zoals helmgras het overneemt. Helmgras fixeert het zand en versterkt de stabiliteit van het duin.

© Gravelines









Gelukkig, en in tegenstelling tot veel andere steden aan de Opaalkust, die voortdurend zand verliezen op hun strand, heeft het zand de neiging zich op te hopen op onze kustlijn, een fenomeen dat 'accretie' of 'zandaanwas' wordt genoemd.

Pierre-Philippe Richard
gemeente Gravelines

© Gravelines



Burgemeester van Gravelines

Bertrand Ringot

"Dankzij dit innovatieve project konden we een zeer kosteneffectieve oplossing implementeren om de inwoners van Gravelines beter te beschermen en tegelijkertijd de natuurlijke schoonheid van het strand te behouden. Aangezien het toerisme erg belangrijk is voor Gravelines, is deze op de natuur gebaseerde oplossing veel aantrekkelijker dan een grijze of harde infrastructuur. Het pilootproject komt ook ten goede aan de biodiversiteit. Economische actoren, beleidsmakers en bewoners zijn allemaal erg tevreden over wat het SARCC-project ons heeft opgeleverd."

tegen de zeespiegelstijging, hebben we een eenvoudig systeem ontwikkeld van houten hekken die het aanwaaiende zand tegenhouden. Het zand hoopt zich op rond die hekken, waarna vegetatie zoals helmgras het overneemt. Helmgras fixeert het zand en versterkt de stabiliteit van het duinareaal. We hebben ook verhoogde, houten paden aangelegd om bezoekers in staat te stellen gecontroleerd door het duin te wandelen."



Het pilootproject in Gravelines profiteert van de natuurlijke aanvoer van zand die de zeestroming op het strand en de vooroever afzet en die de wind vervolgens verder richting kustlijn blaast. Houten hekken houden het zand tegen.

© Gravelines



Richard: “Behalve een betere bescherming tegen overstromingen zijn er nog andere voordelen verbonden aan dit pilootproject: een hoger en breder duin is mooier en is goed voor de biodiversiteit. Planten groeien gemakkelijker in een dikker duin en dieren komen terug naar het strand en zwerven rond op de pilootlocatie. Het project valt ook in de smaak bij bewoners en toeristen. Het pilootproject toont aan dat we grote uitdagingen met eenvoudige, low-cost oplossingen kunnen aanpakken en tegelijk de natuur en de biodiversiteit kunnen versterken. In tegenstelling tot harde betonnen structuren is deze op de natuur gebaseerde oplossing kosteneffectief.”





Er werden verhoogde, houten paden aangelegd om bezoekers in staat te stellen gecontroleerd door het duin te wandelen. De paden zijn naar het oosten gericht om rekening te houden met de zandstromen door de wind.
© Gravelines

pilootprojecten



© Vlissingen

Vlissingen

Moeten wij wijken voor de dijken?

Nederland beschermt zich tegen een 10.000-jarige stormvloed door het voortdurend onderhouden, versterken en verhogen van zijn dijken en duinen. Vlissingen, eeuwenoude havenstad aan de monding van de Westerschelde, onderzoekt of het ook anders kan. Het pilootproject laat toe dat de zee in noodsituaties gecontroleerd het land binnendringt.

TERWIJL BELGIË, FRANKRIJK en het Verenigd Koninkrijk hun verstedelijkte kustregio's beschermen tegen een 1000-jarige stormvloed, legt Nederland de lat heel wat hoger. Hier is de norm een 10.000-jarige stormvloed. Niet onbegrijpelijk als je weet dat het grootste deel van Nederland onder de zeespiegel ligt. De rampzalige Watersnood van 1953, die nog diep in het collectieve geheugen gegrift zit, toont de noodzaak aan van een robuuste zeewering.

Door de gestage zeespiegelstijging zijn voortdurend bijkomende maatregelen nodig, ook in Vlissingen, eeuwenoude havenstad aan de monding van de Westerschelde. Bijkomende maatregelen vragen echter om ruimte, ruimte die niet altijd zomaar beschikbaar is in het sterk verstedelijkte kustgebied. Marije Verlinde van de gemeente Vlissingen legt uit: "In de stedelijke omgeving van Vlissingen zou een nieuwe verhoging van de zeewering leiden tot een diepe en ongewenste ingreep in de stedelijke structuur, waarbij een groot deel van de bebouwing in de nabijheid van de zee moet verdwijnen."

Vlissingen ging op zoek naar alternatieven. Verlinde: "We stellen ons al decennialang de vraag: moeten wij wijken voor de dijken? Moeten we steeds maar hogere dijken bouwen en er ons achter verschuilen?" Het pilootproject bood de kans om een heel andere – en gedurfde – strategie uit te testen, waarbij voor het eerst in Nederland het 'hold-the-line'-principe gedeeltelijk wordt opgegeven. "In plaats van steeds maar een hogere zeewering aan te leggen, zet ons pilootproject in op het meebewegen met de zee en de natuurlijke hoogteverschillen in het gebied. Bij de incidentele situatie van een 10.000-jarige stormvloed laten we het water gecontroleerd over de dijk lopen, en leiden we het af naar een lagergelegen waterbergingsgebied. Daarmee



De heraanleg van het plein en de straat is niet enkel een kustbeschermingsproject maar ook een stadsvernieuwingsproject.

© Vlissingen

voorkomen we dat het zeewater een druk bevolkt gebied instroomt en daar veel schade aanricht."

Het plein op de zeedijk aan de Coosje Buskenstraat was altijd al een kwetsbare plek in de kustverdediging van Vlissingen. Dat komt omdat de Coosje Buskenstraat vanaf de zeedijk sterk afhelt in de richting van de binnenstad, wat de stad erg kwetsbaar maakt als de golven over de dijken slaan. In het pilootproject wordt de straat heringericht als een rivier, die een bocht naar links maakt, zodat het water terechtkomt in de 'spuikom'. Dat is een voormalig waterbassin dat tot ver in de negentiende eeuw gebruikt werd om de getijdenhaven door te spoelen zodat die gevrijwaard bleef van slib en afval. In de jaren 1970 werd de spuikom gedempt. Een deel van het gebied werd bebouwd (met een bioscoop) en in gebruik genomen als parking. Het overige gedeelte bleef onbestemd braakland.

Wetenschappelijk onderbouwd

De risico's van een eventuele overstroming zijn groot. Het pilootproject is dan ook niet over één nacht ijs gegaan. "Wij hebben het concept uitgebreid laten toetsen door onderzoekers van de TU Delft, eveneens partner van het SARCC-project. Zij hebben onder meer berekend hoeveel zeewater er mogelijk over de dijk zou slaan en hoeveel water de spuikom kan bergen. In het huidige project kan de spuikom tot 80.000 m^3 water opslaan, maar indien nodig kan de capaciteit met heel eenvoudige ingrepen verhoogd worden tot 270.000 m^3."

Vlissingen tekende samen met de TU Delft en het ontwerpbureau Juust een nieuw ontwerp voor de straat. Aan beide zijden van de straat komt een brede groenstrook, met planten die de zilte zeelucht en de harde wind kunnen doorstaan. Het is deze groene buffer die het water opvangt, zodat het vertraagd kan wegstromen naar de spuikom. Het project is dus





> **Bij de incidentele situatie van een 10.000-jarige stormvloed laten we het water gecontroleerd over de dijk lopen, en leiden we het af naar een lagergelegen waterbergingsgebied.**
>
> **Marije Verlinde**
> stad Vlissingen

© Vlissingen



In het pilootproject wordt de straat heringericht als een rivier, die een bocht naar links maakt, zodat het water terechtkomt in de voormalige spuikom.

© Vlissingen

veel meer dan een zeeweringsproject, het geeft ook ecologische, toeristische en ruimtelijke impulsen aan de stad. Ook voor de spuikom ontwikkelde Vlissingen een visie. Het vergeten, ontoegankelijke en weinig aantrekkelijke braakland zal in de toekomst omgevormd worden tot een ecologisch waterpark en groene long in de stad.

De op de natuur gebaseerde oplossing biedt de mogelijkheid om ook andere klimaatgerelateerde problemen aan te pakken, zoals hevige neerslag. Dankzij de herinrichting van de openbare ruimte neemt de hoeveelheid water in het riool op piekmomenten af, omdat het water deels in de groenstroken wordt vasthouden en vertraagd terechtkomt in het stedelijke watersysteem. Verlinde: “Behalve de theoretische verkenning hebben we ook op locatie een proef uitgevoerd om de inrichting van de straat te testen. Vanuit een watertank hebben we in korte tijd 10.000 liter water



Burgemeester van Vlissingen

A.R.B. (Bas) van den Tillaar

"Wijken voor de dijken? Het is een vraagstuk dat de ontwikkeling van Vlissingen aan het begin van de jaren 1980 bezighield. Met durf, creativiteit en een visionaire blik is destijds door overheden, ontwikkelaars, architecten en aannemers gewerkt aan een unieke wijze van stedelijke ruimtelijke ontwikkeling in de kustzone. De opgave langs de kust blijft actueel en wordt urgent. Als gevolg van de klimaatverandering zullen stedelijke kustgebieden vroeg of laat te maken krijgen met de stijgende zeespiegel en de bedreigingen of beperkingen die dit met zich meebrengt. De gemeente werkt samen met lokale, regionale en (inter)nationale partners om hierop in te spelen. Het behouden en bereiken van een aantrekkelijke kuststad om te wonen, ondernemen, leren en leven is de blijvende ambitie."

"In Vlissingen gaan stedelijke ruimtelijke ontwikkeling en (langetermijn)kustverdediging samen. Daarbij wordt gekeken naar beproefde oplossingen en innovatieve concepten. Vlissingen kan hierbij als (inter)nationale proeftuin fungeren door zijn unieke ligging en divers kustlandschap en met oog voor de maritieme, historische en morfologische context. In de jaren 1980 werd met het 'Vlissings model' de oplossing gezocht en gevonden in aanpassingen aan nieuwe bebouwing aan de kust. In de eenentwintigste eeuw zullen we de volgende stap zetten. Niet alleen het gebouw, maar de hele stedelijke structuur van kustplaatsen moet in het licht van de klimaatverandering bezien worden. Ook hier ontstaat weer ruimte voor innovatie en flexibiliteit, met kansen voor op de natuur gebaseerde oplossingen. Niet wijken voor de dijken, maar 'wijken op de dijken'!"

laten wegstromen. De proef toonde aan dat de afwatering in de groenstrook gebufferd en vertraagd afgevoerd kan worden."

De eigen straat

Verlinde: "Nederlanders zijn gewend om te vertrouwen op de duinen en dijken die ons land beschermen. Het vraagt van de burger dan ook een grote omslag in denken om te accepteren dat er af en toe zeewater wordt toegelaten in de stad in plaats van dat dit door een harde zeewering wordt tegengehouden. Dat betekent tevens het accepteren van mogelijke schade in een klein gedeelte van het bewoonde gebied om een groter gebied te beschermen tegen het water."

Tijdens het ontwerpproces van straat, plein en spuikom consulteerde de stad haar bewoners en ondernemers. Een selectie van burgers vormde een klankbordgroep, die het project

van nabij opvolgde. Verlinde: “Initieel vreesden we dat er veel weerstand zou zijn tegen de plannen. De zeespiegelstijging en de effecten hiervan op de stad zijn opgaven die veraf staan van de burgers. Het gevoel van urgentie leeft nog niet. Om een abstract onderwerp als de zeespiegelstijging bespreekbaar te maken, hebben we dit gekoppeld aan heel concrete opgaven voor de publieke ruimte. Als we het project terugbrengen tot het schaalniveau van de eigen straat of wijk, zijn burgers beter in staat om mee te denken en wordt ook de klimaatopgave tastbaar en bespreekbaar gemaakt. Het was mooi om te zien dat veel participanten – dankzij hun opgedane kennis van de toekomstige uitdagingen – ‘ambassadeurs’ werden van de op de natuur gebaseerde oplossingen.”

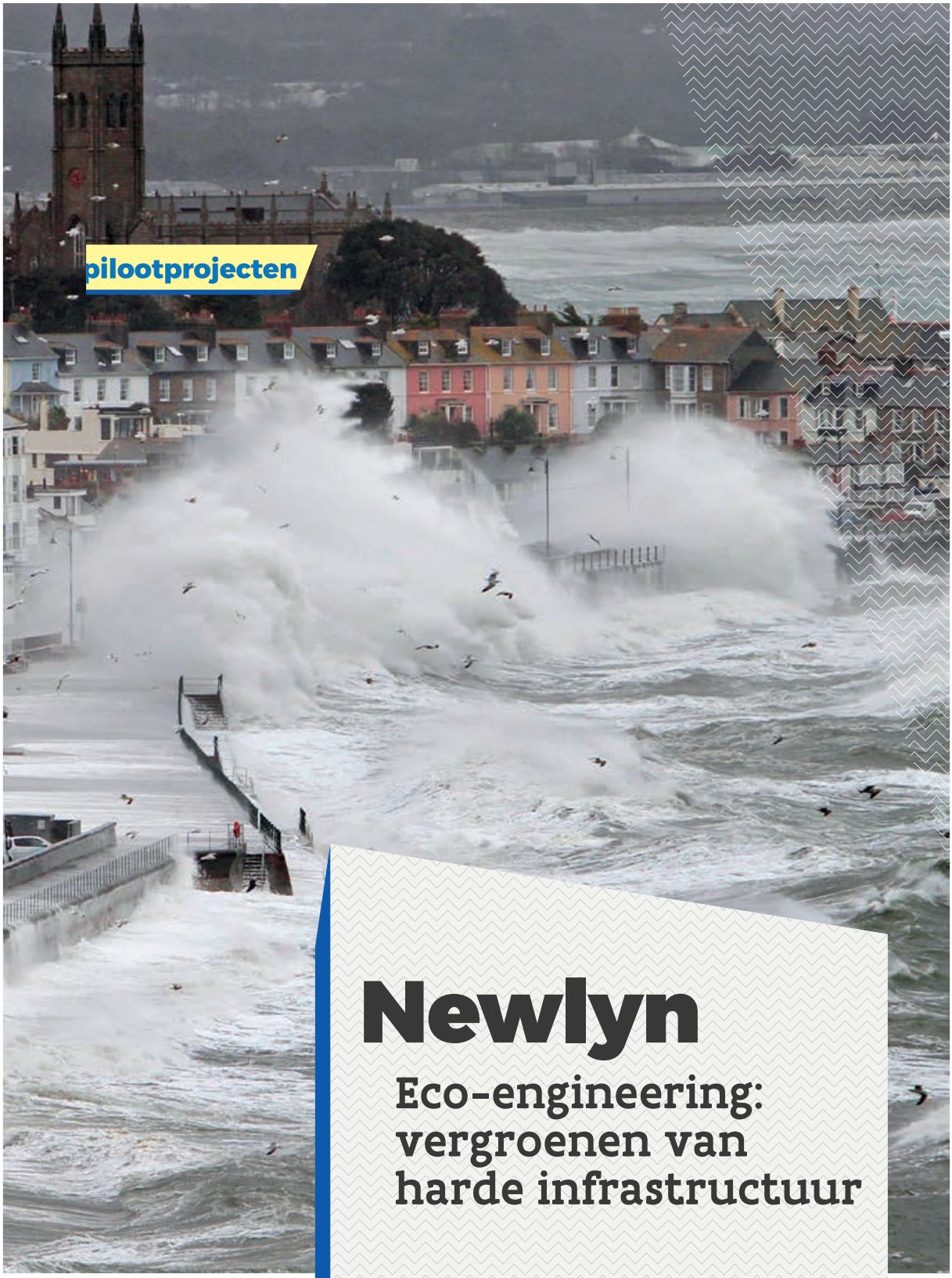
Waterland Nederland

De vernieuwing van het plein en de Coosje Buskenstraat is intussen voltooid. De visie voor de Spuikom is eind 2022 opgeleverd en zal de komende jaren worden gerealiseerd. In waterland Nederland is Vlissingen een voorloper in innovatieve stedelijke kustontwikkeling. En het stopt niet bij dit ene project. Verlinde: “De kennis die wij hebben opgedaan bij het SARCC-project gaf inspiratie voor andere plekken aan de Vlissingse kust. Met de verschillende stakeholders die zich bezighouden met kustveiligheid, zoals de waterschappen en de Rijkswaterstaat, gaan wij in gesprek over de mogelijkheden van op de natuur gebaseerde oplossingen.” Maar ook buiten de grenzen van Vlissingen vindt het pilootproject gehoor. Verlinde: “Andere kuststeden in Nederland nodigen ons regelmatig uit om ons project voor te stellen. Er is alvast grote belangstelling. Misschien kan het ook andere steden inspireren om na te denken over op de natuur gebaseerde oplossingen.”



Aan beide zijden van de straat komt een brede groenstrook, met planten die de zilte zeelucht en de harde wind kunnen doorstaan.

© Vlissingen



pilootprojecten

Newlyn

Eco-engineering: vergroenen van harde infrastructuur

Een kleine golfbreker gemaakt van rotsblokken beschermt het stadje Newlyn tegen de zee. Het pilootproject ontwikkelt innovatieve 'ecoblokken' die samengesteld zijn uit koolstofarme materialen en een ideaal substraat vormen voor het mariene leven. Dankzij 'eco-engineering' wordt de harde infrastructuur omgevormd en vergroend, wat zorgt voor een betere bescherming tegen de zee en een versterking van het mariene ecosysteem.

NEWLYN IS EEN KLEIN VISSERSSTADJE gelegen aan de oostkant van het Penwith-schiereiland in het graafschap Cornwall, een dunbevolkt gebied met een ruig en vaak nog ongerept landschap in de uiterst westelijke tip van Engeland. In Newlyn mondt de rivier Coombe uit in Mount's Bay. Door zijn ligging aan de 'ingang' van het Kanaal wordt het kustgebied van Newlyn gedomineerd door een krachtige Atlantische deining die ter hoogte van het Penwith-schiereiland breekt en aan de kust soms voor golfhoogten van meer dan 4 m zorgt. De zeespiegelstijging zal zich in deze tip van Engeland dan ook hard laten voelen.

Camilla Curry is projectleider voor SARCC bij het Environment Agency voor Flood and Coastal Erosion Risk Management (FCERM), de overheidsinstantie die verantwoordelijk is voor onder meer de bescherming van de Britse kusten. Ze vertelt dat de Britse aanpak voor zeewering sterk verschilt van bijvoorbeeld de Belgische of de Nederlandse. Curry: "De kustlijn van het VK is duizenden kilometers lang, erg grillig en geologisch heel divers. De risico's zijn niet overal even groot. Niet alle kustgebieden zijn verstedelijkt zoals bijvoorbeeld in Vlaanderen het geval is. We zijn dan ook overgestapt van het enge concept van 'bescherming' naar het bredere concept van 'veerkracht'. Dit betekent onder meer dat we zullen moeten aanvaarden dat we niet de hele kustlijn kunnen beschermen met harde verdedigingswerken. We zullen de risico's van de klimaatverandering op sommige locaties anders beheren. Dat betekent onder meer dat we gemeenschappen helpen om hun risico's beter te begrijpen en hen meer controle geven om zich aan te passen. Er zijn echter onvermijdelijk kwetsbare locaties waar zeedijken en andere vormen van harde kustbescherming nodig blijven om de risico's van overstromingen en kusterosie te beheersen."



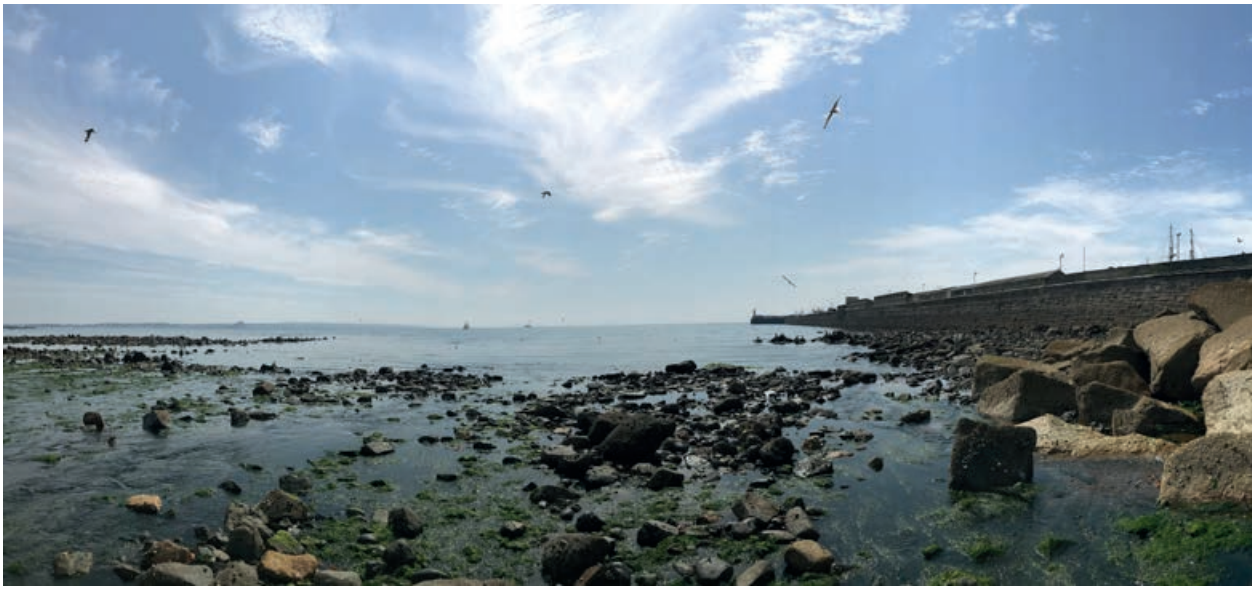
Overstromingen bij de Tolcarne-brug tijdens de Sint-Valentijnstorm op 14 februari 2014.
Bron: www.youtube.com/watch?v=CmRYAqhf-pk

Ecoblokken

Newlyn is zo'n kwetsbare plek. Het heeft een sterk ontwikkeld kustfront met een vissershaven, woonhuizen en verschillende bedrijven. Het stadje is altijd blootgesteld geweest aan stormen, maar heeft de voorbije decennia steeds vaker te maken gehad met zee-overstromingen en kusterosie. Newlyn is tot pal aan de waterkant gebouwd en bij hevige storm slaan de golven wel eens over de pier, waarna het water via de monding van de rivier Coombe de stad binnenstroomt. Huizen, bedrijven en infrastructuur aan de monding van de Coombe worden dan ook soms bijzonder hard getroffen. Om de stad te beschermen tegen het toenemende risico van golfoverslag moet de golfbreker worden versterkt, verhoogd en uitgebreid.

Curry: "De huidige golfbreker bestaat uit granietgesteente. Het mariene leven kan zich maar moeilijk vestigen op het gladde oppervlak van de rotsblokken. Daarom onderzoeken we in dit pilootproject de mogelijkheden van koolstofarm betonmateriaal dat speciaal ontworpen is om zeeleven aan te trekken en waarbij de CO_2-uitstoot bij productie en transport zo gering mogelijk is. We moeten opnieuw nadenken over de manier waarop we traditionele rots- en betonnen verdedigingswerken ontwerpen en bouwen. Dat is de inzet van dit pilootproject."

Het Environment Agency vroeg aan verschillende fabrikanten om koolstofarme betonelementen – of 'ecoblokken' – te ontwikkelen, die vervolgens getest worden, zowel op hun capaciteit om zeeleven te huisvesten, als om te weerstaan aan de hoge golfslagenergie in de baai. De ecoblokken wegen elk ongeveer 4800 kg en bevatten zowel koolstofarm beton als materialen uit plaatselijke steengroeven. De ecoblokken worden lokaal geproduceerd om de CO_2-uitstoot van het transport zo





De bestaande golfbreker in Newlyn. Dit is de proeflocatie waar de ecoblokken worden geplaatst.

© Newlyn





> **In dit pilootproject onderzoeken we de mogelijkheden van koolstofarm betonmateriaal dat speciaal ontworpen is om zeeleven aan te trekken.**
>
> **Camilla Curry**
> Environment Agency





Foto genomen in juli 2021 van een test-ecoblok van Exo-Environmental op de proeflocatie in Newlyn nadat hij negen maanden ter plaatse is geweest. De dominante soort in het ecoblok is *Enteromorpha sp.* (darmwier). Er is ook *Fucus spiralis* (spiraalwier) aanwezig.

© Newlyn

beperkt mogelijk te houden. Curry: "Het mariene leven dat op de ecoblokken groeit, zoals algen, zeewier en weekdieren, kan op termijn de veerkracht van de hele structuur vergroten, aangezien het een 'wapenende' werking zal hebben. Door verschillende ontwerpen van ecoblokken te monitoren, kunnen we maximaal van dit project leren."

Participatietraject

Als onderdeel van het pilootproject heeft het Environment Agency de bewoners geconsulteerd om hen bewust te maken van het belang van op de natuur gebaseerde oplossingen bij toekomstige kustbeheerprogramma's. De feedback werd verzameld en besproken tijdens verschillende evenementen. Curry: "Tijdens het participatietraject kwamen we te weten dat de geplande testlocatie, die gelegen is aan een recreatieve groene ruimte, zeer gewaardeerd wordt door de bewoners, vooral tijdens het zomerseizoen. Een van de manieren waarop we die bezorgdheid hebben weggenomen is door een tekenwedstrijd te organiseren met plaatselijke scholen, waarbij het kunstwerk van de jonge winnaar gebruikt werd om de omheining van de bouwplaats te versieren. De gemeenschap toonde zich ook bezorgd over het onnatuurlijke uiterlijk van de ecoblokken. We hebben rekening gehouden met die feedback door de ecoblokken zo te plaatsen dat ze visueel in overeenstemming zijn met de bestaande golfbrekerstructuur. De ecoblokken zullen zich na verloop van tijd met zeeleven koloniseren en een intergetijdenhabitat vormen die de nabijgelegen natuurlijke rotskusten nabootst."

Innovatieve, ecologische materialen

De huidige golfbreker van Newlyn is niet lang en hoog genoeg om voldoende bescherming te bieden tegen de meest extreme stormen, die door de stijging van de zeespiegel steeds vaker zullen voorkomen. Curry: "Newlyn kan maar beperkt aanspraak maken op de middelen van het financieringsprogramma Flood Defence Grant in Aid (FDGiA) van de Britse regering om de huizen te beschermen tegen zee-overstromingen. Dit is te wijten aan het relatief kleine aantal inwoners en de erg hoge kosten voor de verbetering van kustverdedigingswerken.







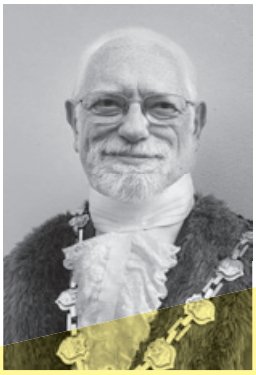




Verschillende fabrikanten ontwierpen verschillende types van ecoblokken, elk met hun eigen eigenschappen en vormen.

© Exo

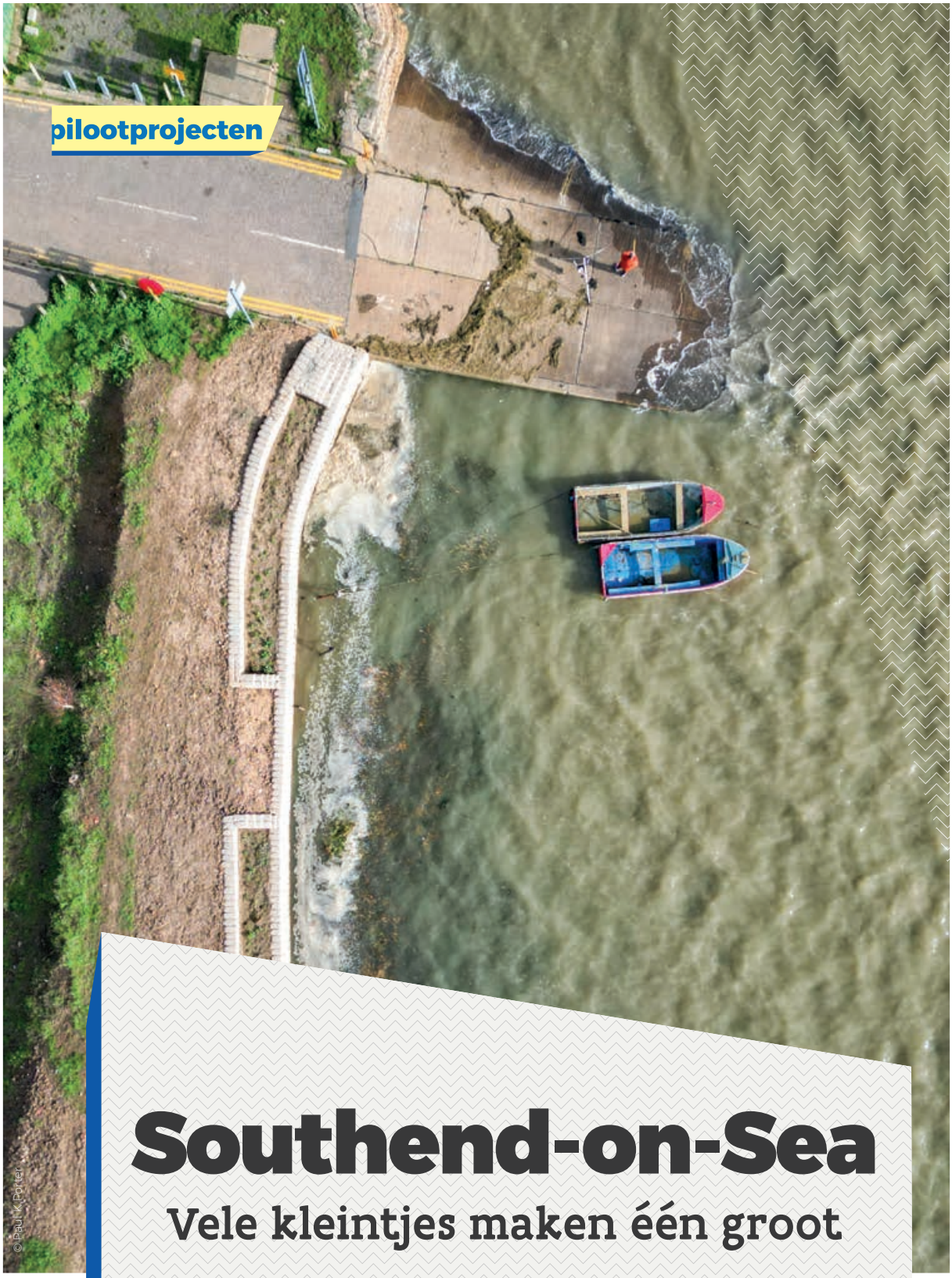
De bescherming van een kleine kustgemeenschap als Newlyn blijft een uitdaging. Het onderzoek naar op de natuur gebaseerde oplossingen zoals het gebruik van ecoblokken in kuststructuren, kan het overstromingsrisico verminderen en belangrijke intergetijdenhabitats in stand houden of versterken, wat bijkomende milieugerichte financiering kan opleveren. De ecoblokken worden voortdurend gemonitord en de opgedane kennis zal worden gedeeld met milieu- en kustbeheerders van verschillende organisaties. Het is de bedoeling om te testen of we de ecoblokken ook op andere plekken aan de Britse kust kunnen inzetten, als een koolstofarm en natuurinclusief alternatief voor traditionele kunstmatige verdedigingswerken."



Burgemeester van Newlyn

Jonathan How

"Newlyn is historisch gezien altijd kwetsbaar geweest voor overstromingen en schade door kuststormen. Door de klimaatverandering en de zeespiegelstijging zullen zowel de frequentie als de gevolgen van deze stormen de komende decennia toenemen. Daarom verwelkom ik het onderzoeks- en ontwikkelingsproject voor de kust van Newlyn, dat een innovatieve en duurzame optie voor kustbeheer voor Mount's Bay laat zien. Ik kijk ernaar uit om te zien hoe de innovatieve ecoblokken een harde maar koolstofarme kustverdediging bieden, maar ook hoe ze fungeren als een op de natuur gebaseerde oplossing, die helpt om de intergetijdenhabitats te verbeteren en de biodiversiteit in de komende jaren te vergroten."



© Paul K. Potter

Southend-on-Sea

Vele kleintjes maken één groot

Vergeleken met de andere pilootsteden is Southend-on-Sea een buitenbeentje. De stad koos ervoor om niet één grote, op de natuur gebaseerde oplossing uit te rollen, maar wel om op meerdere plekken tegelijk te experimenteren. In totaal realiseerde Southend niet minder dan vier pilootprojecten, waaruit telkens weer andere lessen getrokken konden worden.

BIJ SOUTHEND-ON-SEA mondt de Theems met een breed estuarium uit in de Noordzee en het Kanaal. De stad is maar liefst 42 km^2 groot en telt iets meer dan 180.000 inwoners. “Every single inch is populated”, zegt John Bennett, verantwoordelijke bij de stad voor het SARCC-project. En inderdaad, een blik op Google Earth leert dat de stad is volgebouwd tot aan haar oevers. Die oevers zijn heel divers van aard: harde dijken, smalle stranden, en hier en daar zelfs nog duinen.

Piloot 1: Southchurch/Thorpe Bay Beaches

Een groot deel van de kustlijn van Southend bestaat uit zand- en kiezelstranden. De stranden worden elk jaar wat kleiner. De oorzaken van de stranderosie zijn niet volledig bekend, maar men vermoedt dat de stijging van de zeespiegel, de verstedelijking en het intensieve gebruik door het toerisme hierin een rol spelen. De stad besliste een uitgestrekt kiezelstrand van zo’n 500 m lang terug te geven aan de natuur. “Veel was daar niet voor nodig”, zegt Bennett. “Normaal gezien harken we onze stranden in de zomermaanden elke dag aan, waardoor het zand en de kiezels worden omgewoeld en het afval wordt verwijderd. Embryonale vegetatie krijgt geen kans om zich te ontwikkelen. Op dit stuk strand zijn we eenvoudigweg gestopt met het machinaal reinigen. Het resultaat was al gauw zichtbaar: verschillende soorten zoutminnende planten, zoals zeekool, kruisdistel, lamsoor, zeelavendel en duinsterretje begonnen spontaan te groeien.”

Het project geeft niet alleen een impuls aan de biodiversiteit, men hoopt ook de stad beter te beschermen tegen de stijging van de zeespiegel. Bennett: “Het is fantastisch om te zien waartoe de vegetatie in staat is. We zagen meteen resultaat. De wortels van de planten hebben het strand gestabiliseerd en de erosie vertraagd. Terwijl vroeger bij een storm diepe



Southchurch/Thorpe Bay Beaches. Op een groot stuk strand van 500 m lang krijgt de vegetatie de kans om zich opnieuw te ontwikkelen, waardoor een betere bescherming tegen erosie ontstaat.

© John Bennett

kliffen op het strand achterbleven, blijft het strand nu vlak en verdwijnt er nauwelijks materiaal. Ook de wind heeft minder invloed op het zand. We kunnen nu zien dat het strand minder last heeft van kustverstuiving. Er waait minder zand over de zeewering op het voet- en fietspad. Om dit project mogelijk te maken, moeten we bewoners en toeristen wijzen op het belang van deze habitat. We hebben informatieborden geplaatst en we hopen dat de burgers en toeristen hun steentje zullen bijdragen om dit zeldzame ecosysteem te beschermen."

Piloot 2: East Beach

In het oosten van Southend, bij de voormalige militaire site, ligt een restant van de oorspronkelijke duinen. De duinen zijn niet erg breed



East Beach. De bestaande duinen werden hersteld en waar nodig opnieuw beplant.

© John Bennett



Vertipools en Steel Piling Habitats. Kleine bassins van koolstofarme materialen zoals steengroeveafval vormen een ideaal substraat voor het zeeleven.

© John Bennett

en onderhevig aan erosie door recreanten en toeristen. Bennett: "In ons tweede pilootproject hebben we het bestaande duin hersteld. We voerden zand aan en herstelden de gaten, plaatsten hekken en beplantten de kale duinen opnieuw met kustplanten. We hebben ook verschillende formele paden aangelegd zodat bewoners en toeristen nog steeds toegang hebben tot het strand en de duinen zonder ze te beschadigen."

Het project kwam maar moeizaam uit de startblokken. Het gaat om duinenrij van maar liefst 200 m lang, zodat er enorm veel planten nodig waren. Volgens Nature England – de overheidsadviseur voor de natuur – mochten enkel inheems geteelde soorten gebruikt worden. Bennett: "Dat maakte het er niet gemakkelijk op. In het VK zijn er maar drie bedrijven die zulke planten kweken. De ene was te kleinschalig georganiseerd, de andere teelt alleen helmgras, en de derde, die wel aan de voorwaarden voldeed, is tijdens de pandemie failliet gegaan. Er zat voor ons niets anders op dan zelf zaden te verzamelen en de planten op te kweken in de faciliteiten van onze eigen plantsoendienst."

Piloot 3: Vertipools en Steel Piling Habitats

Het derde pilootproject bevindt zich nabij Old Leigh Port. Bennett: "De haveninfrastructuur met haar homogene oppervlakken van betonnen kademuren en stalen pijlers en damwanden is vaak een ecologische woestijn, omdat organismen zich er maar moeilijk aan kunnen hechten. Maar in de monding van de Theems, waar de zee met het tij op en neer beweegt, kan zich een heel bijzonder zeeleven ontwikkelen. Op de kademuren en pijlers in de haven staan de zogenaamde 'Steel Piling Habitats', een product dat ontwikkeld is door EXO Environment, een van de partners



Two Tree Island. Een groene muur beschermt de kustlijn van het eiland tegen erosie.
© Paul K Porter

in het SARCC-project. Net als de Vertipools bestaan de 'paalhabitats' uit kleine bassins van koolstofarme en circulaire materialen zoals steengroeveafval en baggerspecie. Bennett: "De Steel Piling Habitats vormen een ideaal substraat voor het mariene leven. In slechts enkele maanden tijd is het gekoloniseerd door algen, zeeanemonen en weekdieren. We hebben een kunstmatig maar levendig intergetijdengebied gecreëerd."

De Vertipools bestaan uit driehoekige bassins die aan de bestaande waterkering worden bevestigd. Bennett: "De Vertipools doen verschillende dingen tegelijk. Ten eerste breken ze de kracht van de golven. Als de golven tegen een vlak en homogeen oppervlak botsen, hebben ze veel meer kracht en kunnen ze de zeewering beschadigen en de voet van de constructie ondermijnen. De structuur van de Vertipools daarentegen buigt de energie van de golven af zodat de infrastructuur beter beschermd is. Bovendien vormen de Vertipools een substraat voor het intergetijdenleven. Marien leven vestigt zich in de bassins. Dit pilootproject is een 'hybride' oplossing: we voegen een groen front toe aan een harde structuur. Het is een test-en-leer-traject van hoe we de onderhoudskosten van de bestaande harde zeewering kunnen verminderen."

Piloot 4: Two Tree Island

Het vierde en laatste pilootproject bevindt zich op Two Tree Island, een eiland aan de westelijke rand van Southend. In de jaren 1930 werd het eiland gebruikt als stortplaats voor huishoudelijk afval. In de jaren 1970, werden de activiteiten gestaakt, de stortplaats afgedekt en het eiland omgevormd tot een natuurreservaat. Sindsdien staat het bekend om zijn grote verscheidenheid aan trekvogels en





> **In onze pilootprojecten streven we niet naar grootschalige verandering. We wilden testen en leren, op verschillende plaatsen tegelijk. We werken met wat er al is: zand, kiezel, flora en fauna.**
>
> **John Bennett**
> Southend-on-Sea

© Paul K Porter

vooral zeldzame steltlopers. Bennett: "Omdat mensen het eiland niet gebruiken of bewonen – het is alleen in gebruik door de natuur – is er nauwelijks budget om te investeren in een bescherming tegen de zeespiegelstijging. De rudimentaire zeewering bestaat uit gestapelde zandzakken gevuld met beton, maar die waren zeer gevoelig voor erosie door wind en zee. Daarom zullen we de zandzakken vervangen en het nieuwe gebied beplanten met kustplanten die door onze plantsoendienst worden gekweekt."

Testen en leren

Southend-on-Sea koos voor een gefragmenteerde aanpak. Elke locatie is anders: een strand, een duin, een zeewering en een eiland. Bennett: "In onze pilootprojecten streven we niet naar grootschalige verandering. We willen testen en leren, op verschillende plaatsen tegelijk. We werken met wat er al is: zand, kiezel, flora en fauna. We onderzoeken of het op lange termijn goedkoper en duurzamer is dan het aanleggen van grootschalige, harde infrastructuur. Maar al die kleinere experimenten tellen op, en met relatief weinig middelen hebben we het beschermingsniveau van de stad verhoogd door gebruik te maken van op de natuur gebaseerde oplossingen."



Jo Gay
Head of Climate Change, Southend-on-Sea

"Het SARCC-project is van groot belang geweest voor het stadsbestuur van Southend. Als hoofdpartner hebben wij nauw samengewerkt met alle projectpartners om een samenhangende reeks resultaten te ontwikkelen voor zowel het project als elke afzonderlijke regio. Via het SARCC-project maximaliseren we de integratie van op de natuur gebaseerde oplossingen in onze kustverdediging. We zijn blij dat we in dit project hebben samengewerkt met het Environment Agency en de gegevens die we hebben uitgewisseld worden nu gebruikt in een nationale strategie voor op de natuur gebaseerde oplossingen."



DEEL 3

Opschalen van de pilootprojecten

10 lessen





DE PILOT PARADOX-THEORIE constateert dat "pilots never fail, but also never scale". Pilootprojecten vormen een veilige omgeving voor het uittesten van nieuwe ideeën en innovatieve oplossingen. Het gevaar bestaat echter dat de resultaten achteraf niet doorgevoerd worden in het beleid of hun weg niet vinden naar andere, gelijkaardige projecten. De veilige omgeving en condities die leiden tot het succes van een pilootproject vormen immers vaak een hindernis voor het opschalen van het pilootproject. Hoe kunnen we die paradox omzeilen? Hoe kunnen we er met andere woorden voor zorgen dat op de natuur gebaseerde oplossingen of *Nature-based Solutions* (NbS) hun weg vinden naar het beleid en op grotere schaal en op veel verschillende plekken worden vermenigvuldigd en uitgerold? Zo luidt ook de vooropgestelde onderzoeksvraag van het SARCC-project: "Welke lessen kunnen worden getrokken uit de resultaten van pilootprojecten om de doorstroming van NbS in andere stedelijke kustgebieden te ondersteunen, dit zowel op vlak van beleid als op ruimtelijk vlak."



01 Kies NbS waar mogelijk, harde infrastructuur waar nodig

Harde of grijze infrastructuren worden nog steeds hoger gewaardeerd en veiliger bevonden dan NbS. Vaak ten onrechte. Harde infrastructuren zoals dijken en stormmuren hebben ons lange tijd beschermd tegen het water, maar blijken vandaag, omwille van de stijgende zeespiegel, niet altijd de beste of meest duurzame oplossing. Uit kennis opgedaan in het SARCC-project blijkt dat NbS in veel gevallen niet alleen effectiever (en goedkoper) zijn om ons te beschermen tegen het stijgende water en stormvloed, maar bijkomend tal van voordelen bieden op het vlak van ecologie en biodiversiteit, economie en toerisme, gezondheid en welvaart. Daarom moeten we de ingebakken reflex omkeren: in plaats van prioritair te kiezen voor harde infrastructuur, kijken we best eerst naar de toepassingsmogelijkheden van NbS. Wanneer NbS niet of minder haalbaar lijken, kunnen 'hybride' oplossingen die harde infrastructuur combineren met NbS overwogen worden. Dat vergt uiteraard een uitgebreide kennis van natuurlijke en geologische processen, de gevolgen van de klimaatverandering en ecosysteemdiensten. Het overwinnen van weerstand tegen NbS vereist bovendien een goede monitoring van projecten en empirisch bewijs over de effectiviteit ervan op lange termijn.



02 Kijk naar kustbescherming met de bril van de ecosysteemdiensten-benadering (ESD)

De ecosysteemdienstenbenadering is een nieuwe zienswijze die de volledige set aan diensten, producten en voordelen die de natuur biedt aan de samenleving in kaart brengt en valoriseert. Maak bij elk kustbeschermingsproject de afweging tussen harde infrastructuur en NbS en evalueer welke voordelen NbS kunnen bieden (op korte, middellange en lange termijn). Die voordelen of ecosysteemdiensten (ESD) zijn heel divers: behalve kustbescherming ook de versterking van de biodiversiteit, het behoud of de versterking van zoetwatervoorraden, het voorzien in voedsel, de opslag van koolstof, maar ook mogelijkheden tot recreatie, welzijn en verkoeling. De brede meerwaarde van NbS kan aangetoond worden via een uitgebreide analyse van de ecosysteemdiensten. De ESD-benadering vergt echter een voldoende brede visie op en integrale betrokkenheid van een groot aantal sectoren en belanghebbenden. De ESD-aanpak kan op die manier de basis vormen voor een integraal afwegingskader, en een opstap naar een transversaal of geïntegreerd beleid, waarbij alle verschillende sectoren, disciplines mee rond de tafel zitten. De ESD-aanpak kan leiden tot een win-win voor verschillende partijen en sectoren: natuur, economie, landbouw, visserij, toerisme, handel en horeca, kustverdediging, mens en maatschappij. De valorisatie moet gebeuren in een taal die toegankelijk en begrijpelijk is voor alle (toekomstige) gebruikers. Door de verschillende voordelen in kaart te brengen (en te berekenen) schept men de voorwaarden voor aanvullende financiering.



03 Ontwerp en uitvoering van NbS vereisen co-creatie en een geïntegreerde beleidsstructuur

Kustbeschermingsprojecten zijn vaak erg complexe projecten waarbij verschillende belangen door elkaar lopen of met elkaar botsen. Een metershoge dijk kan dan wel een stad beschermen tegen het water, maar kan ook het functioneren van die stad of de toegang tot het water hypothekeren of de natuurwaarden bedreigen. Prioriteiten in het overstromingsrisicobeleid moeten met andere woorden de synergie opzoeken met andere behoeften en sectoren, zoals stadsplanning en ruimtelijke ordening, natuur, toerisme en economie. Om al die verschillende belangen met elkaar in overeenstemming te brengen, is een geïntegreerde of transversale aanpak nodig. Het beleid (lokaal, regionaal, nationaal, internationaal) moet de flexibiliteit bieden om te experimenteren, te leren en zich aan te passen. Dat wil zeggen dat de klassieke verkokerde en sectorale organisatiestructuur moet omgevormd worden tot een geïntegreerde cultuur van co-creatie over sectoren en bestuursniveaus heen.



04 De Quadruple Helix: samenwerking tussen overheid, bedrijfsleven, kennisinstellingen en burgers is een motor van innovatie

Co-creatie vindt niet enkel plaats tussen overheden of tussen sectoren onderling, maar ook tussen overheid(en), bedrijfsleven en kennisinstellingen. Bij het opstellen van plannen voor NbS is het cruciaal dat men zich laat begeleiden door de relevante onderzoeks- en kenniscentra. De benodigde kennis is heel divers: ingenieurs, ontwerpers, klimatologen, geologen, hydrologen, ecologen, sociologen, enzovoort. Een gelijkaardige diversiteit van toegepaste kennis vindt men terug in de private sector en de industrie: havenbedrijven, baggeraars, landbouwers, vissers, toeristische bedrijven, enzovoort. Dankzij deze 'coöperatieve' aanpak kunnen overheden acties uitvoeren die gebaseerd zijn op wetenschappelijke kennis en knowhow uit het veld. In de literatuur wordt de samenwerking tussen overheden, de academische wereld en de industrie omschreven als de 'Triple Helix': de motor van innovatie in de samenleving. De Triple Helix kan aangevuld worden met een vierde partij: in de Quadruple Helix zijn ook de burger en de samenleving evenwaardige gesprekspartners. Omdat het brede publiek NbS niet altijd vertrouwt, is het belangrijk om burgers goed te informeren over de plannen en over de vele voordelen die NbS kunnen opleveren. Lokale overheden moeten het publiek informeren en uitleggen wat de gevaren en onzekerheden van klimaatverandering en ecologische ontwrichting zijn, waarom NbS de beste optie is en welke voordelen eraan verbonden zijn (ESD). Deze (minimale) vorm van participatie is onontbeerlijk om steun te krijgen. Participatie kan ook een stap verder gaan: door burgers en lokale ondernemers actief te betrekken bij het ontwerp en de realisatie wordt niet alleen het draagvlak vergroot, maar kan een overheid ook voortbouwen op lokale kennis. Het project kan tijdens de voorbereiding of de opstartperiode wat langer duren, maar daarna zal het geen last hebben van vertragingen door bezwaren of juridische procedures.



05 Ga op zoek naar de ‘agents of change’

De ervaring leert dat een complex transitieproject zoals kustbescherming door NbS – waarin veel verschillende actoren uit verschillende sectoren en enorm veel kennis over verschillende disciplines bij elkaar moeten worden gebracht – bijzondere persoonlijkheden nodig zijn die de leiding op zich kunnen nemen. Zulke ‘agents of change’ zijn verbindende figuren, geen specialisten maar generalisten, procesmanagers die de juiste mensen op de juiste momenten bij elkaar brengen en op die manier de dingen in beweging brengen en momentum creëren. De agents of change zijn bovendien ambassadeurs van de NbS: zij verspreiden de boodschap naar andere regio’s, naar hogere overheden en naar een breder publiek. Agents of change hebben vertrouwen in NbS. Zij denken out of the box en beschikken over een groot netwerk om de kennis te verspreiden en andere actoren te overtuigen van de meerwaarde van NbS. Ze verdedigen hun ideeën, zelfs als dat betekent dat ze het huidige beleid ter discussie stellen.



06 Kijk over grenzen heen en leer van andere landen en regio's

Zeespiegelstijging en andere klimaatproblemen houden niet op bij de grenzen van een gemeente, regio of land. Het SARCC-project heeft aangetoond dat leren van elkaars experimenten en het uitwisselen van ervaringen leiden tot nieuwe inzichten en praktijken. Het is dus belangrijk om over de grenzen heen te kijken, ervaringen uit te wisselen en van elkaar te leren. Het heeft echter weinig zin om oplossingen uit andere steden één op één te kopiëren. De verschillen tussen steden en regio's zijn immers groot. Elke regio heeft te maken met verschillende geografische, hydrologische, natuurlijke, stedelijke, culturele, sociale en economische parameters en heeft daarom oplossingen nodig die aangepast zijn aan de context. Ook het type maatregelen verschilt van land tot land vanwege de specifieke voorwaarden of wetgeving voor veiligheidsmaatregelen, de culturele en historische achtergrond, enzovoort. Elke situatie is anders en vereist voldoende kennis van het lokale systeem.



07 De longue durée: bouw kennis op over historische veranderingspatronen

Hoewel het klimaat in de geschiedenis van de aarde nooit zo snel veranderde als vandaag, blijft klimaatverandering een uitermate traag proces. Een zeespiegelstijging van enkele centimeters per jaar is als het ware onzichtbaar voor het blote oog. Hetzelfde geldt voor geologische processen zoals erosie of sedimentatie: het zijn processen die honderden, zelfs duizenden jaren overspannen. Daarom is het belangrijk om in kustbeschermingswerken en NbS de 'longue durée' in het oog te houden. Inzicht in vroegere, huidige en lange-termijnveranderingspatronen die wijzen op erosie, sedimentatie of stabiliteit van gebieden kunnen kustbeheerders informeren en bijdragen tot het besluitvormingsproces. Omgekeerd kan historisch bewijsmateriaal aantonen hoe door de mens veroorzaakte veranderingen de natuurlijke processen hebben verstoord, wat heeft geleid tot schadelijke langetermijneffecten op de kustlijn en de kustvlakte. Archeologische gegevens, historische informatie en beeldende kunst kunnen een positieve bijdrage leveren aan het opbouwen van een op feiten gebaseerd verhaal over kustveranderingen. Dit kan worden gebruikt om belanghebbenden te helpen veranderingen in het verleden te visualiseren en kustbeheerders en beleidsmakers te helpen oplossingen voor te stellen die samengaan met natuurlijke processen op lange termijn in plaats van deze tegen te werken. De lange termijn is ook belangrijk voor de ontwerpfase van NbS. In de ontwerpfase moet rekening gehouden worden met de lokale omstandigheden (verleden, heden en toekomst, morfologisch, klimatologisch, historisch, cultureel) en met de belangen van de verschillende sectoren (stadsontwikkeling, kustbescherming, economie, recreatie, toerisme, enzovoort).



08 Meten is weten. Een voortdurende monitoring en evaluatie van zowel project als proces is noodzakelijk om pilootprojecten op te schalen

Momenteel is het bewijsmateriaal voor de doeltreffendheid van NbS voor kustbescherming nog erg beperkt omdat deze oplossingen nog maar relatief kort worden toegepast. Binnen het SARCC-project werden de pilootprojecten beschouwd als instrumenten om empirisch bewijs te leveren van de doeltreffendheid van NbS voor kustbescherming en de bijkomende voordelen ervan. Om dit te doen is het nodig om de resultaten nauwkeurig te meten, niet enkel tijdens de duur van het SARCC-project maar ook op langere termijn. Meten is weten! Op die manier kunnen ook andere steden en gemeenten van de experimenten leren en vertrouwen krijgen in de effectiviteit van NbS. Empirische gegevens over de prestaties van innovatieve ecoproducten (zoals ecoblokken) moeten worden uitgebreid door voortdurende monitoring. Een groeiend vertrouwen in dergelijke producten kan de markt voor ecoproducten doen groeien en ze betaalbaarder maken voor grootschaligere projecten. Het is niet alleen belangrijk om NbS goed te monitoren en te meten, maar ook om de processen die nodig zijn om er te komen in kaart te brengen en te evalueren, zodat andere steden kunnen leren, niet alleen over wat ze kunnen bereiken, maar ook over hoe ze dat kunnen doen. Tot slot is het belangrijk die kennis goed te ontsluiten en te delen, zodat niemand het warm water opnieuw hoeft uit te vinden.



09 Richt een toegankelijk platform op voor kennisdeling en capaciteitsopbouw

Pilootprojecten zijn experimenten waar al doende wordt geleerd. Het succes van een pilootproject gaat echter heel wat verder dan het welslagen van een individueel project: het uiteindelijke doel is om het pilootproject op te schalen en het ingang te doen vinden op vele plaatsen tegelijk. Dat kan alleen gebeuren als de kennis die opgedaan is tijdens het traject van het pilootproject ook wordt verzameld, ontsloten en gedeeld. Bundel kennis en maak deze toegankelijk via een open source kennisdelingstool of platform. Een dergelijke 'leeromgeving' zorgt ervoor dat de kennis en expertise die is opgedaan niet verloren gaat, maar dat ook andere actoren erop kunnen voortbouwen. Vooral voor kleinere steden en gemeenten, die niet altijd over dezelfde capaciteit beschikken als grotere spelers, is zo'n leeromgeving van cruciaal belang. Het opzetten van een dergelijke leeromgeving is een taak van 'hogere' overheden en zou idealiter op regionaal, nationaal of, nog beter, Europees niveau moeten plaatsvinden.



10

Zoek cofinanciering en creëer nieuwe geïntegreerde businessmodellen

Steden en gemeenten beschikken niet altijd over de nodige middelen en knowhow om NbS te implementeren. Voor lokale overheden zijn NbS vaak nog onbekend terrein. Daardoor houden deze overheden vaak vast aan klassieke recepten zoals harde of in het beste geval hybride infrastructuur. Cofinanciering door hogere overheden (regionaal, nationaal en Europees) kan lokale overheden overtuigen om toch voor NbS te kiezen. Steden en gemeenten kunnen hiervoor samenwerken en op grotere schaal zoeken naar investeringsmogelijkheden. De hogere overheden en partners in de alliantie kunnen ook zorgen voor de nodige ondersteuning en beleidsmatige kruisbestuiving in termen van kennis en knowhow. Ten tweede is het van belang om vanaf het begin voldoende budget beschikbaar te stellen voor beheer, onderhoud en monitoring op lange termijn. Hoewel NbS-maatregelen op lange termijn goedkoper kunnen zijn dan harde infrastructuur, vereisen zij, gezien het dynamische karakter van de realisaties, meer (en intensievere) monitoring dan harde infrastructuur. Ten derde is het belangrijk om een uitgebreide maatschappelijke kosten-batenanalyse van het geplande NbS-project op te stellen, waarin niet alleen de kosten van aanleg, onderhoud en monitoring worden meegenomen, maar ook de vele externe voordelen (met name de diversiteit van ecosysteemdiensten) in aanmerking worden genomen en waar mogelijk worden gekwantificeerd.

BRONNEN

Publicaties van SARCC-partners

Zie www.sarcc.eu

SARCC Newsletters (1-7), November 2019 - September 2020. www.sarcc.eu/newsletters

Boerema A., Pieterse A., Van der Biest K., Pandelaers C., Roder J., Verheyen B., Bolle A. (2021) Ecosysteemdiensten en bouwen met de natuur aan onze zandige kust. RA21118. IMDC nv and UAntwerpen, Antwerp. omgeving.vlaanderen.be/interreg-project-sarcc-sustainable-and-resilient-coastal-cities

De Klerck P.D. and De Baets B.P. (2020). Assessing the 'value' of nature-based solutions at the Belgian coast for sustainable tourism, using a ecosystem-based management approach. In: 2020 International Conference and Utility Exhibition on Energy, Environment and Climate Change (ICUE) (pp. 1-7). IEEE. ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9306955

Hooimeijer F. L., Yoshida Y., Bortolotti A., Iuorio L. (2022). Integrated urban flood design in the United States and the Netherlands. In S. Brody, Y. Lee, & B Kothuis (Eds.), Coastal Flood Risk Reduction: The Netherlands and the U.S. Upper Texas Coast (pp. 241-254), Elsevier. www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323852517000184

Momber G., Mason B., Gillespie J., Heamagi C., Satchell J., Ferreira R. and Noble-Shelly J. (2021). New evidence from Bouldnor Cliff for technological innovation in the Mesolithic, population dispersal and use of drowned landscapes. In: Quaternary International, 584, pp.116-128. www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1040618220308156

Momber G., Satchell J., Gillespie J., Mason B. and Noble-Shelly J. (2021) The value of historical and archaeological data in understanding patterns of long-term coastal change. In: Journal of Delta Urbanism, (2), pp.78-95. journals.open.tudelft.nl/jdu/article/view/6227

Bronnen

Agentschap MDK (2014). Het Masterplan Kustveiligheid. Vlaamse Overheid, Afdeling Kust, Brussels.

Beullens J. & Van Lipzig N.P.M. (2015). Actualisatie en verfijning klimaatscenario's tot 2100 voor Vlaanderen. Appendix 3: Ruimtelijke patronen voor België op basis van Europese en Belgische fijnmazige klimaatmodellen. Studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA, MIRA/2015/04, KU Leuven. www.milieurapport.be

Brouwers J. et al. (2015). MIRA Klimaatrapport 2015, over waargenomen en toekomstige klimaatveranderingen. Vlaamse Milieumaatschappij i.s.m. KU Leuven, VITO en KMI. Aalst. www.milieurapport.be

Dauwe S., Verleye T., Devriese L., Belpaeme K., Maelfait H., Pirlet H., Mees J. (eds) (2019). Het KustINzicht 2019 – Compendium voor Kust en Zee. Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ), Ostend.

De Bruyn, J. (2020). Kust en Klimaat. Gids voor een gebiedsgerichte aanpak. Vlaamse overheid, Brussels. www.vlaanderen.be/publicaties/kust-en-klimaat-gids-voor-een-gebiedsgerichte-aanpak

Deltares (2018). Mogelijke gevolgen van versnelde zeespiegelstijging voor het Deltaprogramma. Een verkenning. Rijkswaterstaat, Ministerie van Infrastructuur & Water, Delft.

Environment Agency (2020). National Flood and Coastal Erosion Risk Management Strategy for England. London.

HM Government (2018). A Green Future: Our 25 Year Plan to Improve the Environment. London.

Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (2014). Stratégie nationale de gestion des risques d'inondaton (SNGRI). Paris.

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (2022). Nationaal Waterprogramma 2022-2027. Rijkswaterstaat, The Hague.

Ministry of Infrastructure and Water Management, Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality, Ministry of the Interior and Kingdom Relations (2022). 2023 Delta Programme. Speed Up, Connect and Reconstruct. Rijkswaterstaat, The Hague.

Ministry of INfratsructure and Water Management (2015). National Water Plan 2016-2021. Rijkswaterstaat, The Hague.

Ministry of Transport, Public Works and Water Management (2010). Water Act. Rijkswaterstaat, The Hague.

Oppenheimer M., Glavovic B.C., et al. (2019). Sea Level Rise and Implications for Low-Lying Islands, Coasts and Communities. In: Pörtner H.-O, Roberts D.C., et al. (eds.). IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate.

Pörtner, H.-O., Roberts, D.C., et al. (eds.) (2022). IPCC, 2022: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge and New York.

Van der Biest K., D'hondt B., Schellekens T., Vanagt T., Kamermans P., Bonte D., Ysebaert T. en Meire P. (2017) Ecosysteemvisie voor de Vlaamse kust. Deel I - Functionele beschrijving kustecosysteem en ecosysteemdiensten. Agentschap voor Natuur en Bos (ANB), Departement Mobiliteit en Openbare Werken (MOW), Brussels.

Van der Biest K., D'hondt B., Schellekens T., Vanagt T., Kamermans P., Bonte D., Ysebaert T. en Meire P. (2017). Ecosysteemvisie voor de Vlaamse kust. Deel I – Functionele beschrijving kustecosysteem en ecosysteemdiensten. eCOAST rapport 2014016-1. Studie in opdracht van Agentschap voor Natuur en Bos (ANB), Departement Mobiliteit en Openbare Werken (MOW), Brussels.

van Lipzig N.P.M. en Willems P. (2015). Actualisatie en verfijning klimaatscenario's tot 2100 voor Vlaanderen, studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA, MIRA/2015/01, KU Leuven i.s.m. KMI. Raadpleegbaar op www.milieurapport.be.

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). Kennisgids Gebruik Kust en Zee 2022 - Compendium voor Kust en Zee. p. 201-215.

X (2011). Masterplan Kustveiligheid. Maritieme Dienstverlening en Kust, Waterbouwkundig Laboratorium, Vlaamse Overheid, Brussels.
www.afdelingkust.be/sites/default/files/atoms/files/Masterplan%20 Kustveiligheid.pdf

X (2016). De Zandmotor: Aanjager van innovatief kustonderhoud.

Colofon

REDACTIE
Joeri De Bruyn, Patrick De Klerck, Elke Ramon, David Miko

GRAFISCH ONTWERP
Filip Erkens

VERANTWOORDELIJKE UITGEVER
Peter Cabus, Secretaris-generaal Departement Omgeving,
Koning Albert II-laan 20 bus 8, 1000 Brussel

Depotnummer: D/2023/3241/212
ISBN: 9789040304576

This publication is also available in English, see www.sarcc.eu

SARCC
Interreg 2 Seas Mers Zeeën Sustainable And Resilient Coastal Cities (SARCC)
is a European Union development programme

PARTNERS
VK
- Maritime Archeology Trust
- Environment Agency
- EXO Environmental
- Southend-on-Sea
- Newlyn

FRANKRIJK
- Gravelines

BELGIË/VLAANDEREN
- Departement Omgeving
- Agentschap Maritieme Dienstverlening en Kust
- Blankenberge
- Middelkerke
- Oostende
- VIVES Hogeschool

NEDERLAND
- TU Delft
- HZ University of Applied Sciences
- Vlissingen

Klimaatverandering is ongetwijfeld een van de grote uitdagingen van de eenentwintigste eeuw. De gevolgen van de opwarming manifesteren zich nu al overal ter wereld, met onder meer toenemende hittegolven, droogte, overstromingen, het smelten van zee- en landijs, de verzuring van de oceanen en het probleem dat in deze publicatie centraal staat: de zeespiegelstijging. De voorbije eeuw hebben we onze kusten vooral beschermd tegen de zee met een 'harde' zeewering van betonnen dijken, stormmuren en waterkeringen. Deze publicatie voert een pleidooi om het over een andere boeg te gooien en ons te beschermen tegen de zee met de middelen die de natuur ons gegeven heeft.

Zeven kuststeden in vier landen rond de Noordzee en het Kanaal bundelen hun krachten om te onderzoeken – én meteen ook te testen in pilootprojecten – hoe dit best kan gebeuren. Van 2017 tot 2023 voerde een brede internationale en interdisciplinaire coalitie van overheden kennisinstellingen en private partners onderzoek naar de mogelijkheden, de voordelen en de haalbaarheid van zogenaamde *Nature-based Solutions* (NbS) voor kustbescherming, als een alternatief voor of aanvulling op de gebruikelijke 'grijze' of 'harde' infrastructuren. Ze concluderen dat op de natuur gebaseerde oplossingen niet alleen beter zijn voor milieu, klimaat en biodiversiteit, maar op lange termijn vaak veerkrachtiger en in sommige gevallen zelfs goedkoper dan traditionele harde zeeweringen.