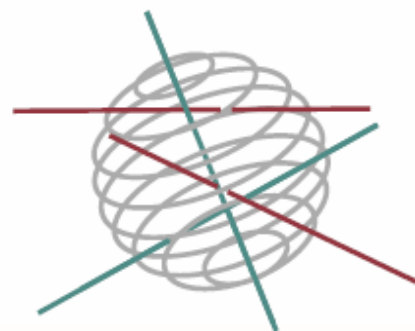


SSD

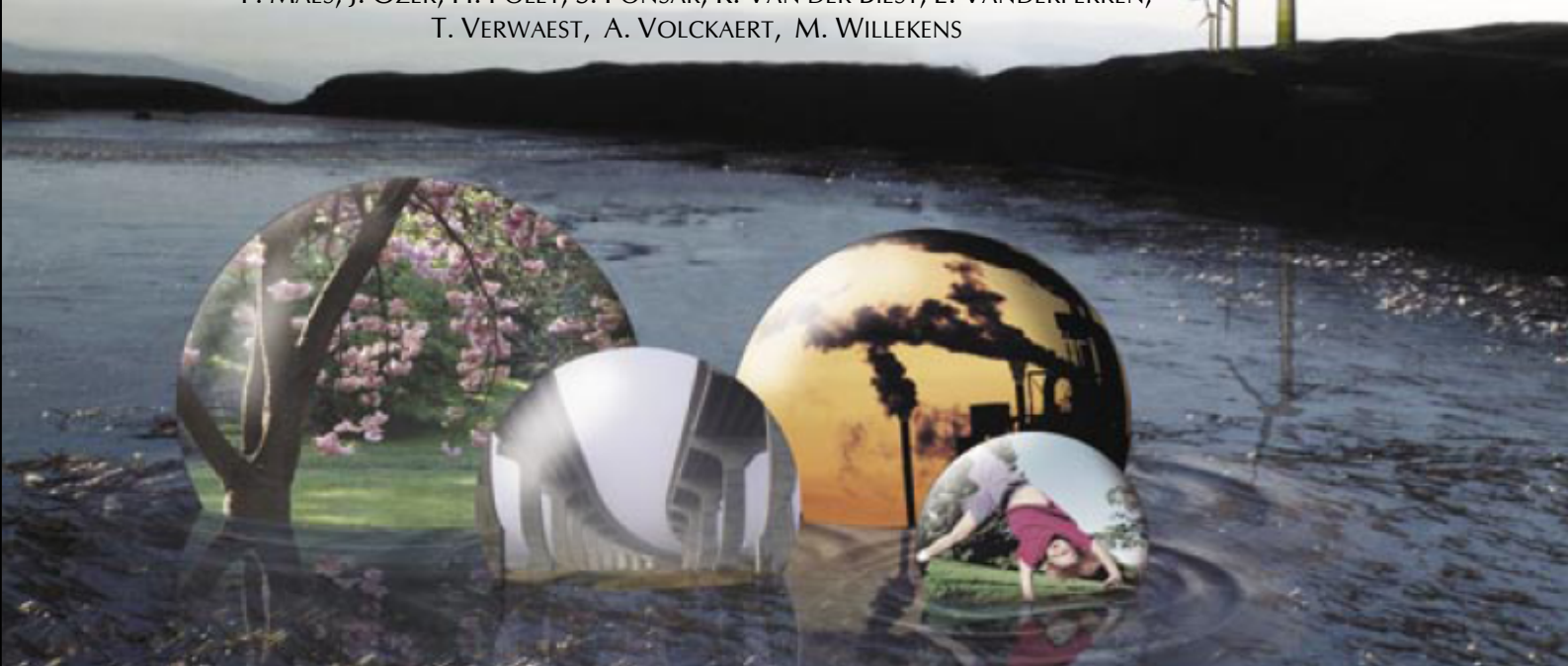
SCIENCE FOR A SUSTAINABLE DEVELOPMENT



EVALUATIE VAN DE IMPACTS VAN
KLIMAATSVERANDERING EN AANPASSINGSMATREGELEN
VOOR MARIENE ACTIVITEITEN

CLIMAR
project

D. VAN DEN EYNDE, L. DE SMET, R. DE SUTTER, F. FRANCKEN,
F. MAES, J. OZER, H. POLET, S. PONSAR, K. VAN DER BIEST, E. VANDERPERREN,
T. VERWAEST, A. VOLCKAERT, M. WILLEKENS



ENERGY

TRANSPORT AND MOBILITY

AGRO-FOOD

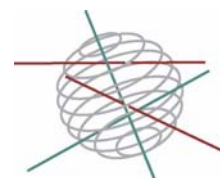
HEALTH AND ENVIRONMENT

CLIMATE

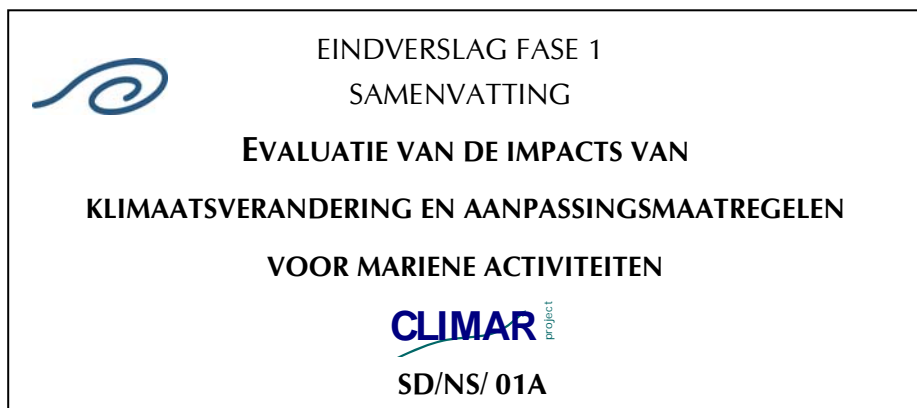
BIODIVERSITY

ATMOSPHERE AND TERRESTRIAL AND MARINE ECOSYSTEMS

TRANSVERSAL ACTIONS



Noordzee



Promotoren

Dries Van den Eynde

Management Unit of the North Sea Mathematical models

Renaat De Sutter

ARCADIS Belgium

Toon Verwaest

Flanders Hydraulics Research

Hans Polet

Institute for Agricultural and Fisheries Research

Frank Maes

Maritime Institute

Auteurs

Dries Van den Eynde, Frederic Francken, José Ozer, Stéphanie Ponsar

Management Unit of the North Sea Mathematical Models

Lieven De Smet, Renaat De Sutter, Annemie Volckaert

Arcadis Belgium

Frank Maes, Marian Willekens

Maritiem Instituut

Hans Polet, Els Vanderperren

Instituut voor Landbouw en Visserij Onderzoek – Eenheid: Dier – Visserij

Katrien Van der Biest, Toon Verwaest

Flanders Hydraulics Research





Rue de la Science 8
Wetenschapsstraat 8
B-1000 Brussels
Belgium
Tel: + 32 (0)2 238 34 11 – Fax: + 32 (0)2 230 59 12
<http://www.belspo.be>

Contact person: David Cox
+ 32 (0)2 238 34 03

Neither the Belgian Science Policy nor any person acting on behalf of the Belgian Science Policy is responsible for the use which might be made of the following information. The authors are responsible for the content.

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without indicating the reference :

D. Van den Eynde, L. De Smet, R. De Sutter, F. Francken, F. Maes, J. Ozer, H. Polet, S. Ponsar, K. Van der Biest, E. Vanderperren, T. Verwaest, A. Volckaert, M. Willekens ***Evaluatie van de impacts van klimaatsverandering en aanpassingsmaatregelen voor mariene activiteiten "CLIMAR"***. Eindverslag Fase 1. Brussel : Federaal Wetenschapsbeleid 2009 – 7 p. (Onderzoeksprogramma "Wetenschap voor een Duurzame Ontwikkeling")

Samenvatting

Context

In het kader van de aanbevelingen van het IPCC, van het Kyoto-Protocol en van de relevante nationale strategische documenten, is er nood aan wetenschappelijk onderzoek om de impacten van de globale klimaatsveranderingen te bepalen en meer specifiek de impacten op het kwetsbare mariene milieu en zijn gebruikers. Terwijl preventieve maatregelen aan de bron, zoals het verminderen van de emissies van broeikasgassen noodzakelijk zijn om het probleem aan te pakken op langere termijn, zijn ondertussen aanpassingsmaatregelen noodzakelijk om de primaire en secundaire impacten in de Noordzee te beheersen. Bovendien zijn er instrumenten nodig die deze aanpassingsmaatregelen kunnen evalueren wat betreft hun duurzaamheid, impact op de mariene activiteiten en relatie met de preventieve maatregelen en met de sectorale politiek.

In het CLIMAR project wordt een kader ontwikkeld, waarin de aanpassingsmaatregelen kunnen geëvalueerd worden, en dit voor zowel de ecologische, de sociale als de economische aspecten van het Belgische Noordzeemilieu.

Primaire effecten

In een eerste fase van het onderzoek werden de primaire impacten van de klimaatsveranderingen bepaald. Deze omvatten de stijging van de zeespiegel, de verhoging van het voorkomen en de intensiteit van stormen, de mogelijke stijging van de regenval, de veranderingen in temperatuur en saliniteit, de veranderingen in erosie- en sedimentatiepatronen en dergelijke.

Een literatuurstudie over de invloed van de klimaatsveranderingen op de fysische parameters toonde aan dat de invloeden duidelijk zijn, maar dat er nog steeds een grote onzekerheid bestaat in de resultaten van de klimaatmodellen over de exacte lokale effecten. Ook de regionale verschillen blijken belangrijk, zodat het nog steeds moeilijk is om goede voorspellingen te doen van de klimaatseffecten voor het Belgische Continentale Plat. Een literatuurstudie over de invloed op de chemische en biologische parameters onderstreepte verder de zeer complexe effecten van de klimaatsveranderingen op de ecosystemen. Temperatuursveranderingen hebben invloeden op verschillende trofische niveaus, op de beschikbaarheid van voedsel voor species, op de verandering van de verspreiding, op de complexe levenscyclus van bepaalde soorten etc. Bovendien kunnen de ecologische veranderingen veel abrupter voorkomen, wat de voorspelbaarheid bemoeilijkt.

Om de primaire effecten voor de Belgische mariene wateren te bepalen werden een aantal tijdreeksen van metingen geanalyseerd. Lineaire regressie van het zeeniveau in Oostende van 1927 tot 2006 wezen uit dat er over deze periode een zeespiegelstijging van 1,69 mm/jaar wordt waargenomen, een waarde die hoger is dan de waarden die tot hertoe werden gerapporteerd. Andere regressiemodellen tonen aan dat er een mogelijke versnelling is van de zeespiegelstijging gedurende de laatste decade(n). Sinds 1992 wordt er een zeespiegelstijging van 4,41 mm/jaar waargenomen.

Metingen van de significante golfhoogte van 1978 tot 2007, en van windsnelheid, van 1980 tot 2007, werden geanalyseerd, tegelijk met de meteorologische windvelden van het Noorse Meteorologische Instituut. Er werd geen duidelijke trend gevonden in deze tijdreeksen. Een kleine vermindering in de significante golfhoogte te Westhinder lijkt op te treden, maar de tijdreeksen zijn te kort om hierover definitieve antwoorden te geven. Ook de windsnelheid voor de Belgische kust toont een kleine daling, vooral sinds 1990-1995. Dit komt overeen met recent onderzoek in de literatuur, dat erop lijkt te wijzen dat er een daling is in de stormfrequentie in de zuidelijke Noordzee.

Analyse van metingen van de zeewatertemperatuur van de World Ocean Database 2005 tonen een stijging aan van de zeewatertemperatuur variërend van 0.023 °C/jaar in het noorden tot 0.053 °C/jaar in de zuidelijke en centrale Noordzee.

Om rekening te houden met de onzekerheid in de voorspellingen van de klimaatsveranderingen wordt gebruik gemaakt van verschillende klimaatscenario's. Gebaseerd op de literatuurstudie, op de data-analyse en op de klimaatscenario's die werden opgesteld in de buurlanden, werden verschillende scenario's opgesteld voor de Belgische situatie. Deze variëren van een gematigd scenario, met een verwachte zeespiegelstijging van 60 cm tegen 2100, tot een extreem scenario, met een verwachte zeespiegelstijging tegen 2100 van 2 m, en een stijging van de windsnelheid met 8 %.

Hydrodynamische modellen, golfmodellen en sedimenttransportmodellen worden toegepast om de impact van de verschillende scenario's te evalueren op, e.g., de maximale stromingen in de buurt van de havens, de toeslibbing van de vaargeulen en de golven op de stranden. Resultaten tonen aan dat de stromingen tot 10 % kunnen verhogen voor Nieuwpoort en dat de golven nabij het strand significant kunnen verhogen. In de tweede fase van het project zullen de impacten verder gekwantificeerd worden.

Secundaire impacten

Vervolgens werden de secundaire impacten van deze klimaatsveranderingen bepaald, zowel op het ecologische systeem van de Belgische Noordzee, als op de socio-economische activiteiten, zoals kustverdediging, visserij, toerisme, transport- en havenactiviteiten, baggerwerken, offshore windenergiewinning. Twee casestudies focusten op het risico op overstromingen en op de visserijsector. Ook de sector toerisme werd meer in detail bestudeerd.

Inventarisatie

Er werd een inventaris opgesteld van de verschillende effectcategorieën die in beschouwing genomen worden. Deze effectcategorieën zijn gemeenschappelijk voor de verschillende sectoren, terwijl de effecten specifiek voor de sectoren zijn. De ecologische effectcategorieën omvatten onder andere waterkwaliteit, veranderingen van habitat en biodiversiteit. Economische effectcategorieën zijn onder andere verandering in productie en economische schade. Voor de sociale effectcategorieën werden bijvoorbeeld veiligheid, werkzekerheid of gezondheid in acht genomen.

Uitgaande van deze effectcategorieën werden dan voor de sectoren kustverdediging, visserijsector en toerisme, de specifieke effecten uitgewerkt. De relaties tussen de secundaire impacten en de primaire impacten en tussen de secundaire impacten onderling werden opgesteld. Er werd bovendien nagegaan hoe belangrijk deze impacten zijn voor de sector en de prioritaire impacten werden bepaald. Een prioriteitsscore werd aan de verschillende impacten toegewezen. Bij het opstellen van deze prioriteitsscore werd rekening gehouden met reeds aanwezige risico's, met eventuele kritische drempels of met de tijd nodig om een adaptatieplan op te stellen. Er werd verder ook gekeken naar hoe belangrijk de klimaatsimpacten zijn in vergelijking met andere externe impacten, zoals demografische veranderingen of internationale marktprijzen en dergelijke. Al deze informatie werd voor de verschillende sectoren samengevat in impacttabellen.

Wat betreft de kustverdediging zijn de belangrijkste primaire effecten de stijging van het zeeniveau en een eventuele verhoging van de intensiteit en de frequentie van stormen. De secundaire impacten werden opgesteld aan de hand van een literatuurstudie en expertkennis. De ecologische impacten hebben onder andere te maken met veranderende waterkwaliteit, veranderingen in habitat en biodiversiteit. Economische impacten zijn schade door het risico op overstromingen. Secundaire sociale impacten zijn veiligheid en werkzekerheid of verandering van de aantrekkelijkheid van de kust.

Door erosie van de stranden zou de aantrekkelijkheid van de kusten kunnen verminderen, echter door 'managed retreat' zou de biodiversiteit en de aantrekkelijkheid van de kust kunnen versterkt worden.

Voor de visserij is de verandering van de zeewatertemperatuur, met indirecte gevolgen op de visstocks, het belangrijkste primaire effect van de klimaatsveranderingen. Ook de veranderingen van de intensiteit en de frequentie van de stormen kunnen een gevolg hebben op de visserijsector. Ook hier werden meer dan 50 secundaire effecten geïdentificeerd. De ecologische impacten zijn sterk gerelateerd en illustreren de complexe natuur van het ecosysteem. De verandering van de zeewatertemperatuur heeft effecten op alle trofische niveaus, kan geografische verschuivingen van de vissoorten met zich meebrengen, veranderingen in de voedselketen, etc. Economische effecten hebben te maken met veranderende productie, die nauw verbonden zijn met de veranderende visstocks en met een veranderend aantal stormdagen op zee.

Ook voor toerisme werd een impacttabel met een volledig overzicht van de mogelijke secundaire impacten, zoals verlies van stranden, nieuwe vormen van ecotoerisme en effecten van overstromingen op toeristische waarden, opgesteld.

Kwantificatie

Beschrijving van de sectoren

Om de kosten van adaptatiemaatregelen goed te kunnen inschatten en te evalueren, is het nodig dat de secundaire impacten niet enkel geïdentificeerd worden, maar indien mogelijk ook gekwantificeerd worden. In de eerste plaats is hiervoor een grondige kwalitatieve kennis van de sector zelf nodig. Daarom werden voor de drie sectoren die behandeld worden een document opgesteld met een grondige beschrijving van de sectoren.

Voor de kustverdediging werden kaarten opgesteld van het landgebruik en de infrastructuur van het hinterland, dat onder het risico is van overstroming. Deze werden gebruikt bij de berekening van de schade door de overstromingen.

Ook de visserijsector werd in een apart document beschreven. Het aantal vissersboten bedroeg eind 2007 nog slechts 102 schepen, waarvan 93 % boomkorvissers zijn, die voornamelijk op schol en tong vissen. De Belgische vloot is actief in verschillende ICES-gebieden, en dus niet enkel op het Belgische gedeelte van de Noordzee, en haalt jaarlijks ongeveer 22000 ton vis op. Uit de studie van de visserijsector bleek dat de externe factoren, die de sector beïnvloeden zeer belangrijk zijn. Zo zijn de brandstofprijzen, visprijzen en de internationale regulering van zeer groot belang.

Bij de beschrijving van de sector toerisme werd een onderscheid gemaakt in drie grote groepen: recreationeel toerisme, zoals strand- en watertoerisme, commercieel toerisme en andere kleine vormen van toerisme, zoals cultuur en wellness.

Socio-economische scenario's

Aangezien ook externe factoren, zoals de demografische evolutie of de evolutie van de brandstofprijzen, voor de kwantificatie van secundaire impacten of voor de afweging van adaptatiemaatregelen van belang zijn, is het nodig ook hiervoor aannames te maken in verband met de evolutie van deze socio-economische factoren voor de gedefinieerde tijdsperiodes. Aangezien de onzekerheid hierover zeer groot is, worden ook hiervoor verschillende scenario's opgesteld. Bij het opstellen van deze scenario's zal rekening gehouden worden met de scenario's van het Milieuraapport Vlaanderen en van socio-economische scenario's die in buurlanden worden gebruikt.

Kwantificatie van de secundaire impacten

De kwantificatie van de secundaire impacten werden bepaald aan de hand van een aantal indicatoren, die werden gebruikt om de risico's en de kwetsbaarheid te begroten. Voor elk van de indicatoren werd een 'Indicator Fact Sheet' gemaakt, waarin de indicator werd gedefinieerd, en zijn belang werd aangetoond. Voor de huidige situatie en voor de klimaatscenario's werden dan de veranderingen van deze indicatoren beschreven. Ook de socio-economische scenario's zullen in rekening worden gebracht om de veranderingen op de indicatoren te evalueren.

Voor de kustverdediging werden de kusterosie, de schade bij overstroming en de slachtoffers bij overstromingen gebruikt als indicatoren. Voor de huidige situatie, het gemiddelde scenario en het 'worst case' scenario tegen 2100 werden de waarden van deze indicatoren bepaald. Zo werd ingeschat dat bijna 17 % van de stranden in het gemiddelde scenario en zelfs 50 % van de stranden in het worst case scenario zal verdwijnen tegen 2100 als gevolg van de zeespiegelstijging. De schade en de slachtoffers werden bepaald voor een extreme storm met een retourperiode van 1/17000 jaar. Het Durosta model werd gebruikt om de erosie van de stranden en duinen en de kans op bresvorming te bepalen. In het model wordt de Belgische kust onderverdeeld in 256 secties van ongeveer 300 m breed. In elke sectie wordt minimaal één profiel van het strand en de duinen in rekening gebracht. In het totaal worden de berekeningen uitgevoerd voor 380 profielen. Het MikeFlood model werd gebruikt om de snelheid en de uitgebreidheid van de overstroming te berekenen, terwijl de LATIS software toegepast werd ter bepaling van de schade en het aantal slachtoffers. In de huidige situatie worden drie zwakke punten in de Belgische zeevering geïdentificeerd: Mariakerke, Oostende en Wenduine. Door de hogere concentratie aan gebouwen en bevolking is Oostende het meest kritische punt. De schade bij een extreme storm werd geschat op $4,1 \cdot 10^8$ euro, het aantal slachtoffers op 10. In het worst case scenario voor 2100 werd bresvorming verwacht in meer dan 50 % van de profielen. De totale schade werd geschat op $1,7 \cdot 10^{10}$ euro, terwijl er 6700 slachtoffers kunnen vallen.

Voor de visserijsector is de verandering van het verspreidingsgebied en relatieve dichtheden van commerciële visstocks het belangrijkste effect van klimaatsveranderingen. Het effect van klimaatverandering is complex, kan zowel direct als indirect zijn en ingrijpen op de verschillende biologische niveaus (individueel, populatie, ecosysteem). Bovendien kunnen de effecten per levensfase, soort en regio verschillen en hebben ook andere factoren, zoals visserijdruk, een invloed op de uiteindelijke respons (e.g., op veranderingen in groei, sterfte, voortplanting, populatieaan groei en structuur, relatieve dichtheden, verspreiding, etc.). In de Noordzee is de distributieverandering als gevolg van de klimaatsveranderingen heterogeen en een combinatie van verschillende migratiepatronen, onder andere een shift naar de diepte met ongeveer 3,6 m per decade en een shift over de breedtegraad. De effecten op verschillende vissoorten werden gedetailleerd beschreven. Een samenvatting van de effecten op drie verschillende vistypes (potentieel) belangrijk voor de visserijsector, namelijk tong, kabeljauw en rode mul, werd ter illustratie in dit document opgenomen.

Ook voor de sector van het toerisme werden de belangrijkste risico's en hun indicatoren beschreven. In een apart document werden onder andere de indicatoren kusterosie, voorkomen van zeezoogdieren, aantrekkelijkheid van de kust en nieuwe commerciële activiteiten, zoals ecotoerisme, beschreven.

Opstellen van adaptatiemaatregelen

Adaptatiemaatregelen kunnen worden aangewend en gedefinieerd om klimaatsimpacten tegen te gaan of er voordelen uit te halen. Adaptatiestrategieën zijn een combinatie van verschillende maatregelen om een bepaald risico op een geïntegreerde manier aan te pakken.

Verschillende soorten adaptatiemaatregelen kunnen worden gedefinieerd. In eerste instantie kan de bevolking rekening houden met het incasseren van verliezen of kan het zich verzekeren tegen het voorkomen van verliezen. Meer proactief kunnen bepaalde effecten worden tegengegaan. Zo wordt er momenteel door de Vlaamse overheid een geïntegreerd kustveiligheidsplan opgesteld om de kustzone te beschermen tegen overstroming tot 2050, terwijl de operationele werking van de vissersvloot aangepast kan worden om de effecten van klimaatverandering te mitigeren of te benutten. Ook op wetgevend en politiek niveau kunnen maatregelen worden genomen om bepaalde effecten van de klimaatsveranderingen tegen te gaan. Het is verder duidelijk dat de klimaatsveranderingen ook nieuwe mogelijkheden kunnen leveren. Tenslotte is verder onderzoek en bewustmaking van de bevolking van groot belang.

Voor de kustverdediging werden verschillende mogelijke adaptatiemaatregelen gedefinieerd zoals onder andere het aanleggen van artificiële eilanden, artificiële riffen, drijvende golfbekers, superdijken. De positieve en negatieve effecten van deze adaptatiemaatregelen werden eveneens onderzocht. Hieruit bleek dat het aanleggen van artificiële eilanden voor de kust een aantal onzekerheden met zich meebrengt op de mogelijke kusterosie en bovendien zeer kostelijk is. Artificiële riffen kunnen worden gebruikt om de golfenergie te verminderen en zo de erosie van de stranden en duinen te beperken. Dit is echter niet eenvoudig te gebruiken voor de Belgische kust, waar het getijverschil meer dan 5 meter kan bedragen. Drijvende golfbekers kunnen eventueel hiervoor een oplossing bieden. Superdijken kunnen het risico voor overstroming sterk verminderen, maar hebben veel ruimte nodig. In Nederland wordt op het ogenblik het installeren van een 'zandmotor' overwogen, die echter opnieuw een aanzienlijke hoeveelheid van zandextractie nodig heeft. Tenslotte kan ook het gecontroleerd overstromingsbestendig maken van gebieden of de bewustmaking van de bevolking voor overstromingen overwogen worden.

Wat de visserijsector betreft wordt vooral overwogen om andere vissoorten te bevissen of om de visserijmethodes aan te passen. Hierbij is het duidelijk dat begeleiding van het adaptatieproces door de overheid cruciaal is. Het naleven van internationale reguleringen, zoals visquota en effortbeperkingen, zullen voor de visserijsector zeer belangrijk blijven.

Bij het opstellen van adaptatiemaatregelen en –strategieën is de publieke participatie van de verschillende stakeholders van groot belang. In het kader van het CLIMAR project werden twee workshops georganiseerd rond het opstellen van adaptatiestrategieën voor de twee casestudies: de kustverdediging en de visserijsector.

Evaluatie van adaptatiestrategieën

In de tweede fase van het project zal een methode worden opgesteld en ontwikkeld, bijvoorbeeld op basis van multi-criteria analyse of kosten-baten analyse, om de opgestelde adaptatiestrategieën te evalueren. Het is immers duidelijk dat goede maatregelen voor de ene sector negatieve effecten voor een andere sector kan betekenen. Bovendien zullen de legale en internationale aspecten van de verschillende adaptatiemaatregelen in rekening worden gebracht.