

ADAPT- Resultaten

Op weg naar een geïntegreerd beslissings-instrument voor aanpassingsmaatregelen – Gevalstudie : overstromingen

DUUR VAN HET PROJECT
01/01/2008 – 31/01/2010

BUDGET
1.180.117€

SLEUTELWOORDEN

Overstromingsrisicoanalyse, microniveau, overstromingsmodellering, landgebruikkaarten, blootstelling, kwetsbaarheid, weerstandsvermogen, aanpassingsmaatregelen

CONTEXT

Sinds het begin van de Industriële revolutie is de impact van de mens op de natuurlijke omgeving steeds groter geworden. Dit heeft onder meer gevolgen voor het klimaat, zoals een temperatuursstijging, veranderingen in neerslagpatronen, hittegolven, droogtes, overstromingen en zeespiegelstijging. Klimaatverandering wordt momenteel beschouwd als één van de grootste bedreigingen voor de natuur en het menselijke welzijn. Als de reeds geobserveerde klimaatveranderingen zich zullen voortzetten zal dit desastreuze gevolgen hebben voor mens en maatschappij.

Algemeen beschouwd kunnen beleidsmakers op twee manieren omgaan met klimaatverandering. Enerzijds kunnen ze matigende maatregelen nemen, die erop gericht zijn om de broeikasuitstoot te verminderen. Op die manier zou klimaatverandering voorkomen kunnen worden. Anderzijds kunnen aanpassende maatregelen genomen worden opdat de gevolgen van klimaatverandering voor maatschappij en omgeving beperkt blijven. In het ADAPT project wordt een methodologie ontwikkeld om beleidsmakers te ondersteunen bij hun keuze van de meest optimale aanpassingsmaatregelen. Deze methodologie is specifiek ontworpen voor aanpassende overstromingsmaatregelen in de klimaatcontext.

De impact van klimaatverandering op de neerslag en de verdampingspatronen wordt ingeschat aan de hand van Global Circulation Models en Regional Climate Models. Vervolgens worden neerslagafvoer modellen gebruikt om de veranderingen in klimaatparameters te vertalen naar veranderingen in rivierafvoeren. Daarbij wordt rekening gehouden met verwachte landgebruik veranderingen. Zowel deze modellen als de discrepantie van de scenario's worden gekenmerkt door onzekerheid. Toch wordt op basis van studies in een aantal Europese rivierbekkens vastgesteld dat er een duidelijk signaal is van een toenemende intensiteit en frequentie van piekafvoeren. De aandacht voor overstromingsrisico's is daardoor vergroot, alsook de nood aan accurate overstromingsvoorspellingen.

De manier om om te gaan met deze overstromingen is gebaseerd op de risicobenadering. In deze benadering is het nodig dat er niet alleen naar de technische aspecten, maar ook naar de economische, sociale en ecologische aspecten wordt gekeken. Tot nu toe is dit geen algemeen gebruikte praktijk in België en in het buitenland. Het ADAPT project neemt deze uitdaging aan door de ontwikkeling van een praktische methodologie om de beleidsmakers te ondersteunen in de selectie tussen de kosteneffectieve overstromingsmaatregelen in de klimaatcontext, hierbij rekening houdende niet alleen met economische, maar ook met sociale en ecologische factoren. Het analyseniveau van het risico is vrij gedetailleerd zodat de resultaten van nut zijn voor de lokale rivierbeheerders. Daarom wordt de analyse in de ADAPT methodologie toegepast op micro niveau in tegenstelling tot de meeste bestaande methodes die gericht zijn op macro of meso-niveau. Het project wordt uitgevoerd door een multidisciplinair samengesteld team dat bestaat uit vijf partners uit natuurwetenschappelijke, sociale en economische disciplines. Verder werkt het ADAPT project sterk samen met het CCI-Hydr project dat een studie heeft gemaakt naar de impact van klimaatverandering op het Belgische hydrologische systeem. De resultaten van dit CCI-Hydr project vormen een belangrijke input voor het ADAPT project.

DOELSTELLINGEN

Fase I van het ADAPT project bestudeerde de huidige stand van kennis over de klimaatgevolgen voor België. Fase II van the project is volledig gericht op het ontwikkelen van een praktische methodologie om beleidsmakers te ondersteunen in hun selectie van de meest optimale aanpassingsmaatregelen om het risico van klimaatgerelateerde overstromingen te beperken. Overstromingsrisico is een functie van de kans op overstromingen en de gevolgen van een overstroming. De gevolgen van een overstroming worden bepaald door overstromingskarakteristieken zoals waterdiepte, stroomsnelheid, stijgsnelheid en overstromingsduur. Deze overstromingsparameters worden berekend voor een aantal overstromingen met welbepaalde terugkeerperiodes met hulp van hydrologische modellen of statistische analyses van geobserveerde tijdsreeksen.



ADAPT

Op weg naar een geïntegreerd beslissings-instrument voor aanpassingsmaatregelen –
Gevalstudie : overstromingen

De evaluatie van overstromingseffecten is enerzijds gebaseerd op een blootstellinganalyse, waarbij een inventaris wordt gemaakt van het aantal getroffen objecten (bevolking, gebouwen, industrieën, infrastructuur, ...) en anderzijds op de inschatting van de waarde en de kwetsbaarheid van deze objecten.

Verskillende types van overstromingsmaatregelen kunnen aangewend worden om de overstromingsrisico's te beperken: (i) technische maatregelen die gericht zijn op het beperken van overstromingskenmerken (bv; dijken, nevengeulen) (ii) wetgevende maatregelen die gericht zijn op het beperken van de blootstelling van objecten (bv. private beschermingsmaatregelen, bouwverbod in risicogebieden) of (iii) niet-technische maatregelen om de kwetsbaarheid van mensen en goederen te verminderen (bv overstromings-waarschuwing, rampenplannen en risico-communicatie). De ADAPT methodologie maakt het mogelijk om de impact van verscheidene technische en niet-technische overstromingsmaatregelen op gevaar, blootstelling en kwetsbaarheid van de bevolking, economische en ecologische aspecten te analyseren.

Twee Belgische case studies worden gebruikt om de methodologie te ontwikkelen en toe te passen: 1) een deel van de Ourthe (Maasbekken) en 2) het deel van de Dender (Scheldebekken). Deze studiegebieden zijn geselecteerd op basis van hun overstromingsgeschiedenis, de hydraulische, economische, sociale en ecologische karakteristieken. De kern van de methodologie om kosteneffectieve maatregelen te selecteren is een driestappen procedure:

- Evaluatie van het overstromingsrisico en de vermeden risico's voor elke overstromingsmaatregel
- Inschatting van de kosten van elke aanpassingsmaatregel
- Uitvoering van een uitgebreide kosten-batenanalyse om de aanpassingsmaatregelen te evalueren en te rangschikken.

a. Evaluatie van het overstromingsrisico

De evaluatie van het overstromingsrisico volgt uit de evaluatie van de kans op een overstroming en de overstromingskenmerken, hierbij gebruikmakend van overstromingsmodellen, en de kwetsbaarheidanalyse in termen van sociale, economische en ecologische overstromingsimpact. Het risico wordt uitgedrukt als de relatie tussen de kans op een overstroming en de intensiteit van de verwachte schade.

Analyse van het overstromingsgevaar

Overstromingsgevaar wordt geanalyseerd door een ex-ante modellering van overstromingskenmerken door hydraulische modellen. Deze hydraulische modellen gebruiken het inloopdebiet in de rivier als input en maken overstromingskaarten aan als output. De hydraulische modelleeraanpak is verschillend in de twee case studies: voor de Ourthe wordt gebruik gemaakt van een quasi 3D hydraulisch model, terwijl in de Dender een 1D conceptueel model wordt toegepast.

De simulaties in de Ourthe case studie worden uitgevoerd door het twee dimensionaal numeriek model WOLF 2D. Dit model werkt aan de hand van volledig dynamische *Shallow-Water Equations* (SWE) en werd integraal ontwikkeld door de Universiteit van Luik. Het model maakt gebruik van shallow-water vergelijkingen die worden opgelost door middel van eindige volume systemen op multiblock structured grids. Voor de overstromingsvlakte wordt topografische data gebruikt afkomstig van een aerial LiDAR (Light Detection And Ranging) digitaal terreinmodel met een horizontale resolutie van 1 meter en een verticale accuraatheid van 15 cm (aangeleverd door het *Service Public de Wallonie*). De hydraulische simulaties worden uitgevoerd op een grid van 2 bij 2 meter. Deze graad van detail laat toe om de stroming van de rivier te simuleren op gebouwniveau.

De modeloutput is een gedetailleerde 2D distributie van de waterdiepte en stroomsnelheid in de overstromingsgebieden. Deze gegevens vormen de input voor de analyse van de impact op sociaaleconomische systemen. Op basis van de simulatieresultaten kan gesteld worden dat omwille van de complexiteit van de topografie in verstedelijkte overstromingsgebieden een twee dimensionaal stroommodel het meest geschikt is om de dynamiek van de overstroming weer te geven. Bijgevolg vormen de resultaten een passende input voor de blootstellinganalyse die wordt uitgevoerd op microniveau, hierbij gebruik makend van gedetailleerde landgebruikskarten en een geografische database.

De studie werd uitgevoerd voor 14 verschillende inloopdebieten. Dit maakt een correcte inschatting mogelijk van het totale overstromingsrisico. De kans waarmee de beschouwde inloopdebieten zich in de Ourthe kunnen voordoen werd berekend op basis van de statistische analyse van historische meetdata. Veranderingen in de kans waarmee de beschouwde debieten optreden, door toedoen van de klimaatverandering, worden becijferd op basis van simulaties door het KMI met het neerslag-afvoermodel SCHEME in het kader van het CCI-HYDR project.

De overstromingsmodellering voor de Dender case studie werd uitgevoerd aan de hand van een 1D conceptueel model. Dit model stelt de rivieren voor als een aaneenschakeling van reservoirs en maakt gebruik van een algemene beschrijving van het afvoerproces zonder de specifieke details van de procesinteracties. Vier modelvarianten werden ontwikkeld. Elk model houdt rekening met een unieke set van fysieke maatregelen. Alle modellen betreffen de Dender in Vlaanderen ten zuiden van de stad Denderleeuw en de Marke, de belangrijkste zijrivieren van de Dender in Vlaanderen.



ADAPT

Op weg naar een geïntegreerd beslissings-instrument voor aanpassingsmaatregelen – Gevalstudie : overstromingen

Overstromingsdiepte kaarten werden gesimuleerd voor terugkeerperioden van 5, 10, 25, 100 en 250 jaar en dit voor verschillende klimaatscenario's. De invloed van de klimaatverandering werd berekend aan de hand een tool ontwikkeld in het kader van het CCI-HYDR project. Een conceptueel model heeft een lage berekeningstijd in vergelijking met gedetailleerde hydraulische modellen. De calibratie van deze modellen gebeurt op basis van de resultaten van simulaties met gedetailleerde hydraulische modellen of meetdata. Voor het conceptueel model van de Dender werd gebruik gemaakt van het InfoWorks RS model van de Marke enerzijds en het MIKE 11 model van de Dender anderzijds. Algemeen genomen produceert het conceptueel model van de Dender goede resultaten voor waterniveaus in overstromingsgebieden. Er zijn echter een aantal afwijkingen vastgesteld, te wijten aan de onderschatting van de rivierloop in sommige delen van de rivier.

Impactanalyse

De kwetsbaarheidanalyse van maatschappij en het ecosysteem is nodig om de overstromingsimpact te analyseren. Drie complementaire overstromingsrisico methoden zijn ontwikkeld: een economische, een sociale en een ecologische risicomethode. Daarnaast zijn twee aanvullende procedures ontwikkeld die gebaseerd zijn op dezelfde fundamentele concepten.

Hoewel verschillende studies hebben aangetoond dat sociale effecten als ernstig ervaren worden, worden zij zelden in beschouwing genomen bij de evaluatie van beleidsmaatregelen. Naast de kwantificering van het aantal overstromingssslachtoffers, het aantal getroffen mensen en het aantal getroffen gebouwen met een maatschappelijke waarde, is er in het ADAPT project een methodologie ontwikkeld om de verwachte intensiteit van sociale overstromingsimpact te evalueren. Drie elementen worden in beschouwing genomen om de intensiteit van sociale gevolgen te evalueren: overstromingskenmerken, de blootstelling van mensen en waardevolle gebouwen en de kwetsbaarheid van mensen. De kwetsbaarheid van mensen betreft twee aspecten: de ontvankelijkheid van mensen en het weerstandsvermogen. De ontvankelijkheid van mensen verwijst naar de socio-economische kenmerken van mensen en wordt geëvalueerd aan de hand van een samengestelde index die afhankelijk is van verschillende bevolkings-groepindicatoren (op het niveau van de statistische sectoren) zoals de proportie ouderen, zieke mensen, alleenstaande mensen, buitenlanders, financieel achtergestelde mensen en mensen die wonen in huizen met enkel een gelijkvloerse verdieping. De indicatoren worden geaggregeerd en gewogen. De verkregen index wordt gebruikt om de mate van sociale ontvankelijkheid te meten. Het weerstandsvermogen van de maatschappij wordt ook beschouwd aangezien sociale overstromingseffecten gematigd kunnen worden door voorbereidende, beschermende of verzorgende maatregelen. Ook hier wordt een samengestelde index gebruikt om het weerstandsvermogen van een gemeenschap in kaart te brengen aan de hand van informatie over de beschikbaarheid van maatregelen zoals private beschermingsmaatregelen, overstromingsvoorspelling en waarschuwing of psychosociale ondersteuning. Daarnaast wordt ook een overstromingsindex opgesteld die verwijst naar overstromingsdiepte, de stroomsnelheid, stijgsnelheid en de overstromingsduur.

Deze overstromingsindex wordt gecombineerd met de ontvankelijkheidsindex en de score van het weerstandsvermogen opdat de sociale overstromingsimpact index wordt verkregen.

Deze index weerspiegelt welke mensen vermoedelijk in beperkte en welke in ernstige mate getroffen zullen worden door sociale overstromingseffecten. Omwille van de niet-tastbaarheid is het moeilijk om sociale overstromingsimpacten individueel te gaan onderscheiden en te kwantificeren. Daarom wordt ervoor gekozen om al deze aspecten te aggregeren in een index die de verwachte ernst van overstromingsimpacten aangeeft. Vergelijking van gebieden is nu mogelijk en bepaalde noden kunnen voorop gesteld worden.

Een relatieve schadefunctie wordt toegepast om voor elk getroffen goed de economische schade af te leiden als een percentage van de totale waarde. Relatieve schadefuncties worden beschouwd als een standaardbenadering om overstromingsschade te evalueren. Ze vormen een link tussen schade en de hydraulische parameters, zoals waterdiepte en stroomsnelheid. Andere parameters, zoals overstromingsduur kunnen ook opgenomen worden. Veel zorg moet besteed worden aan de selectie en toepassing van de schadefunctie daar de bestaande functies soms zeer verschillende resultaten kunnen geven. De huidige methodologie beschouwt directe economische schade van huizen. Hoewel een standaardmethodologie wordt toegepast is de analyse innovatie gezien de analyse op microniveau wordt uitgevoerd met hulp van het 2D flow model in de Ourthe case studie.

De ecologische effecten worden ingeschat door het effect van overstromingen op ecosysteem diensten voor de mens te analyseren. De ecologische overstromingsrisico inschatting is experimenteel. Voor elk ecosysteem functie is er een specifieke kennistabel opgemaakt. Deze kennistabellen zijn in feite complexe multi-dimensionele schade functies. Het voornaamste probleem met de inschatting van ecologische impact is dat ze niet gemonetariseerd worden. Daarom wordt de waarde van de ecosystemediensten gescoord aan de hand van een kwantitatieve schaal.

b. Evaluatie van de kosten van aanpassing

De kosten van aanpassingsmaatregelen worden ingeschat volgens het richtlijnen document "Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive", dat opgesteld is door de Europese Commissie. Bijkomende bronnen zijn internationale rapporten en specifieke studies met betrekking tot overstromingsbeschermende maatregelen.

Gebaseerd op hierboven genoemde bronnen is er een tabel opgesteld met betrekking tot de kosten componenten (kapitaal, uitvoering en onderhoud) en overeenkomstige data voor aanpassingsmaatregelen. Daarnaast is ook data verzameld literatuur studie en een telefoon/email bevraging van ondernemers. Het resultaat is een lijst van kosten die teweeg zullen gebracht worden bij het implementeren van de maatregelen.



ADAPT

Op weg naar een geïntegreerd beslissings-instrument voor aanpassingsmaatregelen –
Gevalstudie : overstromingen

c. Uitgebreide kosten baten analyse

De uitgebreide kosten baten analyse is een beslissingondersteunend model dat is opgemaakt uit 3 onderdelen: een beslissingstool gebaseerd op een uitgebreide kosten baten analyse, een sensitiviteitsanalyse en een risicoanalyse. De ontwikkeling, selectie en afstemming van welvaartsmaximaliserende scenario's vereist een kosten baten analyse aangezien men verder moet gaan dan een eenvoudige rangschikking van twee of meerdere scenario's. Dit is niet mogelijk met een multicriteria analyse (MCA). Een kosten baten analyse vereist dat de effecten worden uitgedrukt in geldwaarden. Het is een uitdaging om te komen tot een integratie van verschillende types van effecten, waarvan sommigen worden uitgedrukt in geldwaarden, andere in getallen en nog anderen worden op een kwalitatieve manier uitgedrukt. Op deze manier komt men tot de uitgebreide kosten baten analyse. Dit beslissingsmodel verkiest geldwaarden om de effecten in uit te drukken, maar biedt ook een kader dat gebaseerd is op MCA om niet-monetaire informatie op een evenwichtige manier te integreren. Daarnaast worden resultaten onderworpen aan een uitgebreide sensitiviteitsanalyse en een Monte Carlo risico analyse.

BEVINDINGEN EN BIJDRAGE AAN WETENSCHAPPELIJKE BELEIDSONDERSTEUNING

De ontwikkelde methodologie evalueert overstromingsrisico's en de toepassing van deze methodologie op twee verschillende case studies maakt het mogelijk om een aantal conclusies te trekken naar de overstromingsbeheerders en waterbeheerders toe. Bepaalde diepgaande maatregelenanalyses benadrukken de nood aan een evaluatie en selectie tool voor overstromingsmaatregelen die gebaseerd is op een breed aantal afvoeren en niet op een welbepaalde overstroming. De resultaten van de blootstellinganalyse biedt al reeds waardevolle ondersteuning bij praktische beslissingen. Verdere bijdragen van het project aan de beleidsondersteuning wordt aangegeven in het ADAPT rapport, samen met een aantal beleidsaanbevelingen voor beleidsmakers.

CONTACT INFORMATIE

Website van het project:

<http://dev.ulb.ac.be/ceese/ADAPT/home.php>

Coördinator

Walter Hecq

Université Libre de Bruxelles (ULB)
Centre d'Etudes Economiques et
Sociales de l'Environnement (CEESE)
Avenue Jeanne 44, CP 124, B-1050
Brussels

Tel: +32 (0)2 650 33 77

Fax: +32 (0)2 650 46 91

whecq@ulb.ac.be

<http://www.ulb.ac.be/ceese/>

Promotoren

Kris Bachus

Katholieke Universiteit Leuven
(KULeuven)

Hoger Instituut voor de Arbeid (HIVA)
Parkstraat 47

B-3000 Leuven

Tel: +32 (0)16 32 31 25

Fax: +32 (0)16 32 33 44

kris.bachus@hiva.kuleuven.be

<http://www.hiva.be/indexflash.php>

Michel Piroton

Université de Liège (ULg)
Department of Hydraulic /
Applied Hydrodynamics and
Hydraulic Constructions (HACH)
Chemin des Chevreuils 1 Bat 52/3 +1

B-4000 Liege

Tel: +32 (0)4 366 95 36

Fax: +32 (0)4 366 95 58

Michel.Piroton@ulg.ac.be

<http://www.hach.ulg.ac.be>

Patrick Meire

Universiteit Antwerpen (UA)
Department of Biology /
Ecosystem Management Research Group
(ECOBIE)

Universiteitsplein 1C, B-2610 Wilrijk

Tel: +32 (0)3 820 22 74

Fax: +32 (0)3 820 22 71

patrick.meire@ua.ac.be

<http://www.ua.ac.be/ecobie>

Renaat De Sutter

ECOLAS
Kortrijksesteenweg 302
B-9000 Gent

Tel: +32 (0)9 241.77.00

Fax: +32 (0)9 241 77 01

renaat.desutter@ecolas.be

<http://www.ecolas.com>

