



Building with Nature in Galveston Bay

Overstromingen als gevolg van orkaan Ike in september 2008 veroorzaakten grote schade rondom Galveston Bay en Houston, Texas. Masterstudent Robert de Boer (TU Delft) bestudeerde voor zijn afstuderen het wereldwijd populaire concept 'Building with Nature' (BwN). Voor Galveston Bay is een methode ontwikkeld om de natuurwaarde en bijdrage aan waterveiligheid van het BwN-concept inzichtelijk te maken. Aanluitend is een ontwerp gemaakt met BwN-elementen. Om het overstromingsrisico in Galveston Bay significant te reduceren, zouden BwN-maatregelen met 'harde' bescherming kunnen worden gecombineerd.



In 2008 richtte de orkaan Ike voor miljarden euro's schade aan in de omgeving van Galveston Bay.

Galveston Bay is een groot estuarium in Texas, gelegen aan de Golf van Mexico en heeft ongeveer de grootte van het IJsselmeer en het Markermeer samen. Vier miljoen mensen leven rondom de baai in de steden Houston, Texas City en Galveston. De economie van de regio leunt voornamelijk op de petrochemische en energie-industrie. Ook is Galveston Bay een uniek en waardevol ecosysteem, waarbij kwelders en oesterriffen de belangrijkste habitats zijn. Het gebied staat onder druk van orkanen, een stijgende zeespiegel, problemen met waterkwaliteit, menselijk ingrijpen, erosie en verlies van habitat. Orkaan Ike in 2008 maakte pijnlijk duidelijk

dat Galveston Bay kwetsbaar is voor overstromingen, omdat grote gebieden rondom de baai net boven zeeniveau liggen. Bovendien zijn er in het gebied slechts twee waterkeringen aanwezig. Uiteindelijk zorgde Ike voor ongeveer 30 miljard dollar aan schade. Dit heeft ervoor gezorgd dat er verschillende plannen voor hoogwaterbescherming van de Houston - Galveston Bay regio zijn ontwikkeld. Een voorbeeld is de 'Ike Dike', ontwikkeld door dr. Bill Merrell, waarbij een harde zeekering langs de kust de baai afsluit om de kustlijn te verkorten, gebaseerd op het Nederlandse Deltaplan. Deze waterkering voorkomt dat stormvloed de baai kan binnenkomen.

wordt gemaakt voor de ontwikkeling van natuurwaarde.

Het doel van de Galveston Bay-studie is om op conceptueel niveau BwN-oplossingen te ontwerpen die waarde creëren voor zowel natuur als waterveiligheid. Zoals eerder genoemd is deze baai een uniek en belangrijk ecosysteem maar zijn er ook diverse uitdagingen op het vlak van kwaliteit van het ecosysteem en waterveiligheid. In dat licht zouden BwN-oplossingen in deze regio een stap in die richting kunnen zijn. Het probleem is dat er nog geen gestructureerde aanpak is gevolgd om BwN-oplossingen te beoordelen op natuurwaarden en waterveiligheid. Daarom is eerst een kwalitatieve evaluatie aan de hand van een afwegmatrix uitgevoerd. Daarmee is tot een kansrijk ontwerp van dergelijke BwN-maatregelen gekomen. Vervolgens is de impact op de stormvloed van dit ontwerp gekwantificeerd met behulp van een rekenmodel.

Kwalitatieve evaluatie

Een BwN-oplossing tegen overstromingen kan bestaan uit (natuurlijke) elementen zoals kwelders en oesterriffen. Verder zijn grootschalige suppleties en een zogenaamd eco-eiland mogelijk. Deze vier elementen zijn geïdentificeerd, vanwege hun potentie, om zowel het overstromingsrisico in de baai te verlagen als de natuurwaarden van het ecosysteem te

BwN-oplossingen

"Wereldwijd worden delta's geconfronteerd met uitdagingen door verstedelijking, zeespiegelstijging en bodemdaling. Tegelijkertijd realiseert men zich dat ecologische duurzame ontwikkeling van cruciaal belang is voor overleving op lange termijn." (Bron: ecoshape.nl 2015.) Het concept Building with Nature is een Nederlands idee van grondlegger Ronald Waterman. Wereldwijd zijn er meerdere vergelijkbare stromingen zichtbaar zoals 'working with nature' en 'nature-based design'. BwN richt zich op de ontwikkeling van waterbouwkundige infrastructuur met gebruikmaking van natuurlijke processen en waarbij tevens ruimte

IN 'T KORT - Galveston Bay

Vier miljoen mensen wonen rond het estuarium Galveston Bay

De baai is een waardevol ecosysteem met kwelders en oesterriffen

Het gebied staat onder druk van orkanen en een stijgende zeespiegel

In een studie is onderzocht hoe BwN op Galveston Bay kan worden toegepast

verbeteren. Voor een kwalitatieve evaluatie van de bovengenoemde elementen is een afwegmatrix ontwikkeld voor de toepassing in Galveston Bay.

De matrix richt zich op het effect van deze BwN-maatregelen op zowel het overstromingsrisico als de natuurwaarden. Het effect op het overstromingsrisico is beoordeeld voor stormvloed en golven. Belangrijke variabelen die effect hebben op stormvloed en golven binnen de baai zijn strijklengte, waterdiepte en het traject van het oog van de orkaan. Het effect op de natuurwaarden is beoordeeld voor vijf relevante criteria.

De matrix laat zien dat grootschalige suppleties – die de baai compartimenteren en daarmee de strijklengte verkorten – effect kunnen hebben op de waterstand in de baai. Kwelders en oesterriffen worden beschouwd als 'niet effectief' voor het reduceren van stormvloed, maar ze zijn veelbelovend als het gaat om het reduceren van de golfhoogte langs de oevers. Geconcludeerd kan worden dat de meest veelbelovende oplossingen op het gebied van stormvloed het minste voordeel opleveren voor de natuurwaarden en vice versa. Alhoewel het raamwerk is ontwikkeld aan de hand van Galveston Bay zou de methode in het algemeen ook toegepast kunnen worden voor andere estuaria wereldwijd.

Hydrodynamische modellering

Op basis van de kwalitatieve evaluatie is een ontwerp voor Galveston Bay gemaakt. Een ontwerp van BwN-maatregelen is voorgesteld daar waar schade door vloed en/of golven waarschijnlijk is. Interventies zijn voorzien aan

BwN Element	Effect op Overstromingsrisico		Effect op Natuurwaarden				
	Stormvloed	Golven	Erosie	Water Kwaliteit	Ecologie	Zeespiegelstijging	Goede 'Match'
Suppleties	+					-	
Kwelders		+		+	+		+
Eco-Eiland					+		-
Oesterriffen		+	+	+	+	+	+

De afwegmatrix om het effect van BwN-maatregelen inzichtelijk te maken.

de west- en noordwestkant van Galveston Bay, te weten: langgerekte suppleties, oesterriffen en kwelders. Vanwege economische en maatschappelijke redenen zijn dit de meest relevante gebieden rondom de baai.

Om het effect van dit ontwerp op stormvloed te kwantificeren is een gedetailleerd hydrodynamisch model ontwikkeld met nieuwe Delft3D FM-software van Deltares. Het tweedimensionale model bevat de kenmerken van orkaan Ike en het bodemverloop van de baai. Hierin is alleen stormvloed gekwantificeerd en zijn de golven buiten beschouwing gelaten. Dit model is gebruikt om de waterstanden in de baai te berekenen bij verschillende orkaanscenario's. Drie scenario's zijn gebruikt: Orkaan Ike, en twee andere situaties waarbij het traject van orkaan Ike ruimtelijk verschoven is.

Modellsimulaties

In de huidige situatie zonder maatregelen varieert de waterstand van 3,5 tot 7 m boven

gemiddeld zeeniveau in de baai bij verschillende orkanen. Specifiek voor Orkaan Ike komen de gemodelleerde waterstanden in grote lijnen goed overeen met de waarnemingen. Tijdens orkaan Ike stond de waterstand 3 tot 4 m boven zeeniveau. In het geval van een Ike Dike (maar zonder verdere maatregelen in de baai) is de waterstand een stuk lager, circa 1,5 tot 2,5 m boven zeeniveau.

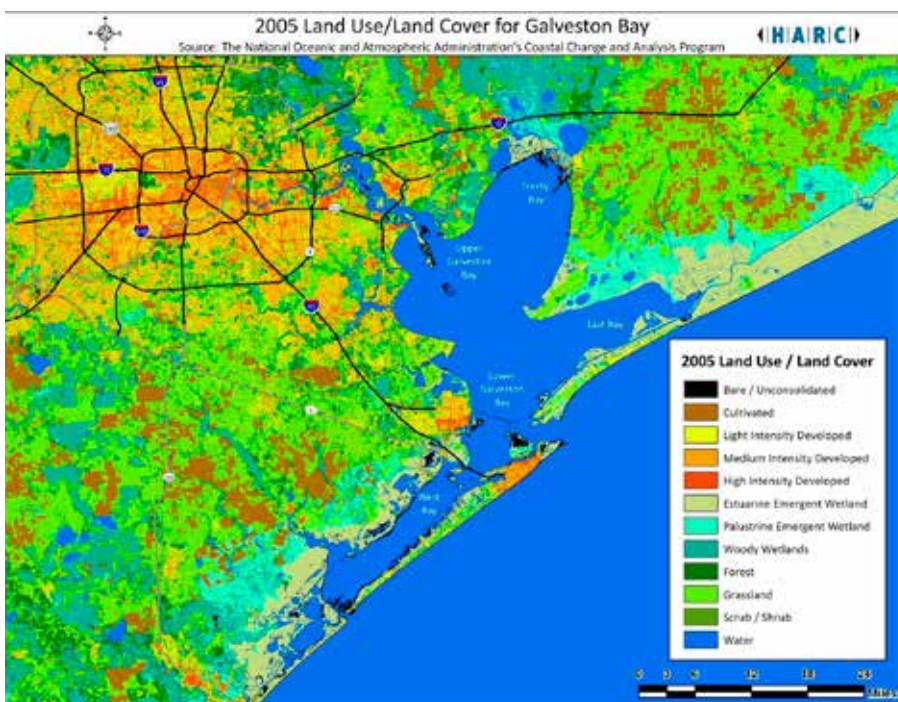
Met het BwN-ontwerp voorspellen modelsimulaties dat de piekwaterstanden significant zijn te reduceren met langgerekte eilanden die boven het water uitsteken. In dat geval kunnen piekwaterstanden met 0,5 tot 1 m verlaagd worden in het westen en noordwesten. De maatregelen zijn minder effectief in combinatie met een Ike Dike. Een geoptimaliseerd BwN-ontwerp is de combinatie van een langgerekte, continu eiland aan de west- en noordwestkant van de baai.

BwN draagt bij

Dit onderzoek voorspelt dat de voorgestelde BwN-maatregelen kunnen bijdragen aan het verminderen van het overstromingsrisico voor Galveston Bay. De voorspelde waterstandsverlaging van maximaal 1,5 m is echter beperkt. Bovendien is het voorgestelde ontwerp een behoorlijke ingreep in het systeem en is de impact op de natuurwaarden nog onduidelijk. Daarnaast hangt het effect van BwN-maatregelen sterk af van of een Ike Dike wordt aangelegd en welke orkaan men beschouwt. Om het overstromingsrisico in Galveston Bay significant te reduceren, zouden BwN-maatregelen met 'harde' bescherming kunnen worden gecombineerd.

Dit onderzoek is uitgevoerd op de Technische Universiteit Delft, in samenwerking met ingenieursbureau Royal HaskoningDHV.

Robert de Boer afgestudeerd masterstudent waterbouwkunde. Bas Jonkman is hoogleraar integrale waterbouwkunde, Mathijs van Ledden werkt bij Royal HaskoningDHV en is onderzoeker Integrale Waterbouwkunde, Sierd de Vries is universitair docent kustwaterbouwkunde (allen aan de TU Delft).



De baai is bijzonder kwetsbaar voor orkaangeweld.