



Maartje Swinkels, Royal Haskoning  
 Mathijs van Ledden, Royal Haskoning  
 Joost Lanssen, Royal Haskoning  
 Stuart Dawks, Royal Haskoning

# Tijdelijke stormvloedkering beste oplossing op korte termijn voor bescherming New Orleans

Sinds de overstromingen in augustus 2005 in New Orleans wordt op verschillende fronten hard gewerkt aan de wederopbouw en bescherming van de stad. Het New Orleans District van het US Army Corps of Engineers (USACE) heeft de taak de overstromingskans in New Orleans op 1/100 per jaar te brengen in 2011. In dit kader is een stormvloedkering in de plannen opgenomen aan de oostkant van de stad. Het duurt nog zeker drie tot vier jaar voordat deze stormvloedkering gereed is. In opdracht van het USACE heeft Royal Haskoning een studie verricht naar de hydraulische effectiviteit van twee alternatieven om de gevolgen van een mogelijke orkaan in de tussenliggende periode te verlagen. De beschouwde alternatieven betreffen het ophogen van de huidige waterkeringen of de aanleg van een tijdelijke stormvloedkering. Mede op basis van de resultaten van deze studie heeft het USACE gekozen voor een tijdelijke stormvloedkering.

**E**en groot deel van de inwoners van New Orleans woont in drie polders die beneden zeeniveau liggen (zie afbeelding 1): Orleans Metro, New Orleans

East en St. Bernard. Orleans Metro bestaat nagenoeg helemaal uit stedelijk gebied, behalve een kleine strook aan de oostzijde waar een industriegebied ligt. De westelijke

kant van New Orleans East kenmerkt zich door stedelijke en industriële bebouwing, de oostelijke helft is moerasgebied. Ook in St. Bernard is het oostelijke deel moerasgebied,

*Uitzicht op de Paris Rd. brug over de GIWW vanaf de zuidoever. Dit is een mogelijke locatie voor een tijdelijke stormvloedkering.*





**Afb. 1:** De drie polders waarin het grootste deel van New Orleans ligt. Tevens de locatie van de tijdelijke stormvloedkering bij het alternatief 'Aanleg tijdelijke stormvloedkering' en van de geplande definitieve stormvloedkering en de opgehoogde waterkeringsecties bij het alternatief 'Optimaal verhogen waterkeringen'.

terwijl het gebied langs de Mississippi een stedelijke en industriële functie heeft.

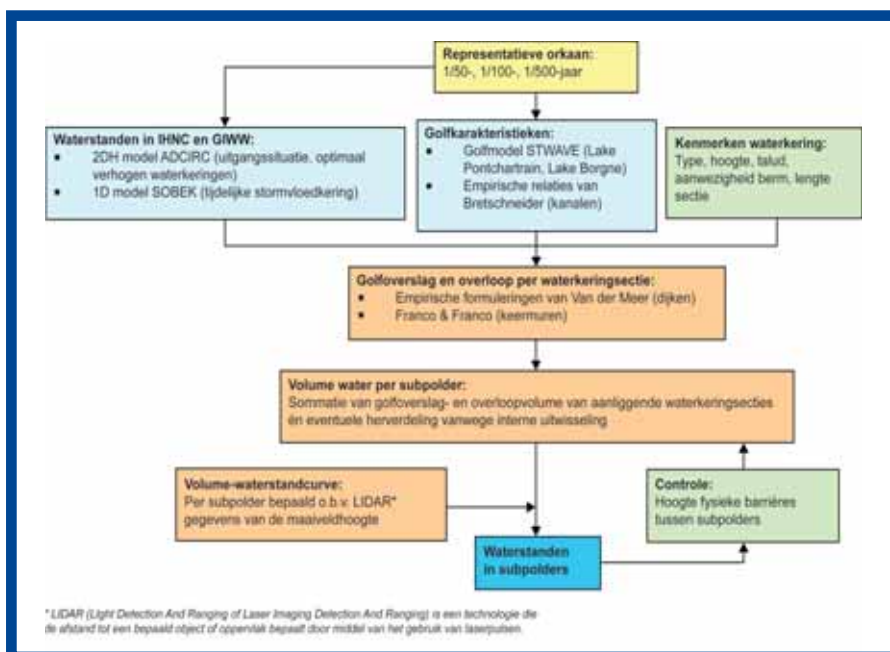
Diverse scheepvaartkanalen lopen langs en tussen deze drie polders: de Inner Harbor Navigation Canal (IHNC), de Gulf Intracoastal Waterway (GIWW) en de Mississippi River Gulf Outlet (MRGO) (zie afbeelding 1). Verder ligt aan de oostkant het Lake Borgne en aan de noordkant Lake Pontchartrain. In de huidige situatie staan de kanalen in open verbinding met de Golf van Mexico. Tijdens

orkaan Katrina in augustus 2005 is het water in de IHNC en GIWW hoog opgestuwd. Op diverse plaatsen zijn de waterkeringen doorgebroken en zijn de polders vrijwel geheel overstroomd. Alleen de relatief hooggelegen delen in Orleans Metro zijn droog gebleven.

Gegeven de hoogte van de huidige waterkeringen langs de IHNC en GIWW wordt de overstromingskans voor de omringende polders geschat op ongeveer eens per 25

tot 50 jaar, afhankelijk van de locatie in de polder. Om het overstromingsgevaar vanuit Lake Borgne te beperken, is in de plannen van het USACE een definitieve afsluiting opgenomen van de IHNC en GIWW (zie afbeelding 1). Omdat dit nog zeker tot 2011 duurt, heeft het USACE daarom de mogelijkheden laten onderzoeken om in de tussenliggende periode alvast het omliggende gebied beter te beschermen. Royal Haskoning is gevraagd de hydraulische effectiviteit van de voorgestelde oplossingsrichtingen te beoordelen.

**Afb. 2:** Stroomschema voor het in kaart brengen van de overstroming.



Voor de IHNC en GIWW zijn grofweg twee tijdelijke maatregelen denkbaar: het ophogen van aanwezige waterkeringen of het aanleggen van een tijdelijke stormvloedkering in de GIWW. Een tijdelijke stormvloedkering die korter en lager is dan de uiteindelijke stormvloedkering kan in ongeveer een jaar aangelegd worden. Wel wordt verwacht dat de aanleg van een tijdelijke stormvloedkering hogere kosten met zich meebrengt dan het ophogen van de bestaande waterkeringen. Maar door langdurige onteigeningsprocedures kan het ophogen van waterkeringen te lang gaan duren.

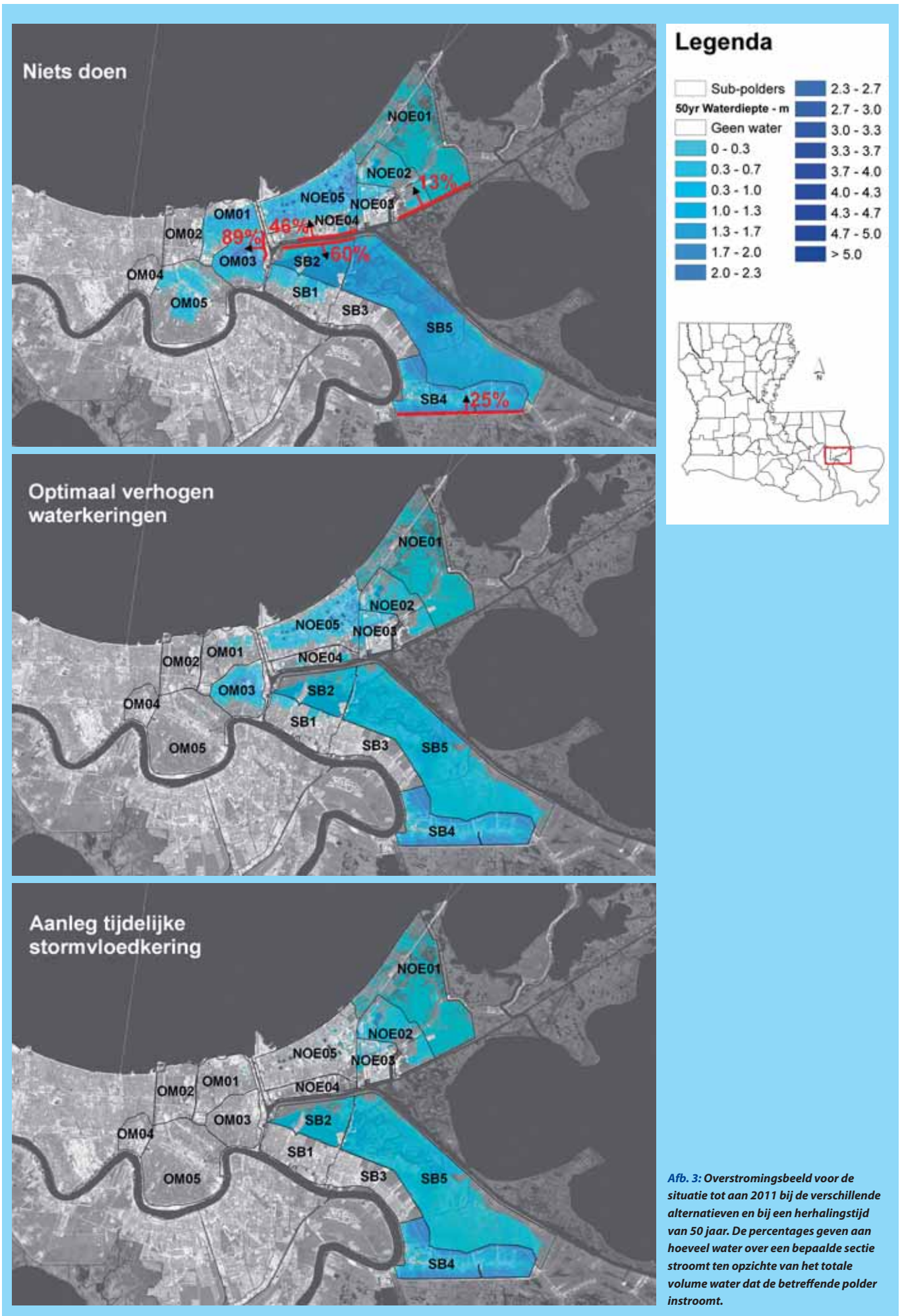
### In kaart brengen van overstroming per polder

In deze studie zijn de volgende alternatieven geanalyseerd:

- niets doen

Er is uitgegaan van de huidige hoogte van de waterkeringen inclusief enkele geplande verhogingen. De hoogte van de keringen langs de IHNC en GIWW varieert van 4,0 tot 4,6 meter boven zeeniveau. De geplande





verhogingen zijn gereed voor het orkaan-seizoen van 2008;

- optimaal verhogen waterkeringen  
Aanvullend op de huidige hoogte van de waterkeringen zijn in dit alternatief de keringen langs de IHNC en GIWW verhoogd tot een niveau gelijk aan de waterstand die eens per 100 jaar voorkomt;
- aanleg tijdelijke stormvloedkering  
In dit alternatief is in het huidige waterkeringsysteem een tijdelijke stormvloedkering ter hoogte van de Paris Rd. geprojecteerd met een hoogte van 4,6 meter boven zeeniveau.

Het effect van de alternatieven is niet per definitie hetzelfde voor lichte en zware orkanen. Daarom zijn drie orkanen geanalyseerd met een herhalingsstijd van ongeveer 50, 100 en 500 jaar. Deze drie representatieve orkanen zijn geselecteerd uit een grotere verzameling van stormen die recentelijk is gebruikt voor het bepalen van waterstanden en golfkarakteristieken bij verschillende herhalingsstijden langs de gehele kust van Louisiana<sup>1)</sup>.

Voor elk alternatief en voor iedere beschouwde orkaan zijn eerst de waterstanden en de golfkarakteristieken rondom de polders vastgesteld (zie afbeelding 2). Hiervoor zijn resultaten gebruikt van de waterbewegingsmodellen ADCIRC en SOBEK. De golfkarakteristieken zijn berekend met het golfmodel STWAVE met uitzondering van de kanalen. Daar zijn de empirische relaties van Bretschneider gehanteerd om een schatting te maken van de golfhoogte en -periode. Vervolgens is op basis van de kenmerken van de waterkering, en de golven en waterstanden, de golfoverslag en overloop naar de polders bepaald. Ten slotte is het volume water dat de polder instroomt, omgerekend naar een waterstand in de polder. Elke polder is daarbij opgesplitst in vijf subpolders vanwege de interne barrières, zoals secundaire waterkeringen en de aanwezigheid van spoorlijnen en wegen.

Bij het in kaart brengen van de overstrooming zijn bemaling van de polders en neerslag niet meegenomen. Impliciet wordt aangenomen dat het drainagesysteem voldoende is om de regenval te verwerken, maar niet berekend is op grote overslagvolumes over de waterkering. Daarnaast is in deze studie niet gekeken naar het eventueel falen van waterkeringen. Dit laatste betekent dat er vanuit wordt gegaan dat de overstrooming enkel wordt veroorzaakt door golfoverslag en overloop over dijken en keermuren. Bij de storm met een herhalingsstijd van 100 jaar en zeker bij de storm met een herhalingsstijd van 500 jaar, is de kans op falen van de waterkeringen in dit gebied erg groot.

### Effect alternatieven op het overstroomingsbeeld

We bekijken de hydraulische effectiviteit van de alternatieven aan de hand van de resultaten van de storm met een kans van ongeveer 1/50 per jaar. De storm met een kans van 1/50 per jaar is gekozen, omdat de verschillen tussen de alternatieven bij deze storm het duidelijkst naar voren komen. Ook

is deze storm het meest relevant, omdat de kans op voorkomen in de periode tot 2011 het grootst is (circa tien procent). Tabel 1 geeft het percentage overstroomd oppervlak weer bij de storm die eens per 50 jaar kan voorkomen. In afbeelding 3 is het overstroomde oppervlak ruimtelijk weergegeven. Tevens zijn in deze figuur de zwakste schakels van het systeem aangeduid (secties van de waterkering waarover een relatief groot percentage van het totale volume water dat de polder instroomt heen komt). Afbeelding 3a laat zien dat de gevolgen van een storm met een kans van 1/50 per jaar in het alternatief 'Niets doen' voor alledrie de polders al erg groot is. Dit geeft aan hoe groot de noodzaak is van een verbetering van de bescherming van dit gebied, zelfs voor een dergelijke korte periode.

Voor St. Bernard leveren beide alternatieven een verbetering op voor het bewoonde gebied nabij de IHNC (subpolder SB1) (zie tabel). De effectiviteit van beide maatregelen verschilt echter niet veel als de gehele polder wordt beschouwd. Dit komt omdat deze polder naast een zwakke schakel langs de GIWW ook aan de zuidkant een zwakke schakel heeft. De golfoverslag en overloop over deze zuidelijke waterkeringsectie leveren een grote bijdrage aan het totale volume water dat de polder instroomt.

Ook in New Orleans East reduceren beide maatregelen de overstrooming. In deze polder is het effect van een tijdelijke stormvloedkering duidelijk groter dan het effect van het verhogen van de waterkeringen (zie tabel). Vooral voor de subpolders New Orleans East 4 en 5 is dit verschil ook goed terug te

zien in de afname van het overstroomde oppervlak. In deze subpolders ligt de stedelijke bebouwing van New Orleans East. Voor de polder is de zuidelijke waterkeringsectie langs de GIWW een zwakke schakel (afbeelding 3). Bij het alternatief 'Optimaal verhogen waterkeringen' staat het water nog dicht onder de kruin van de dijk en is sprake van significante golfoverslag. Bij een tijdelijke stormvloedkering wordt de waterstand bij deze dijksectie drastisch verlaagd met minder golfoverslag als gevolg.

Orleans Metro heeft veel baat bij zowel het ophogen van de waterkeringen als de aanleg van een tijdelijke stormvloedkering. Het effect van een tijdelijke stormvloedkering is duidelijk groter (zie tabel). Voor deze polder ligt de zwakke schakel in het oosten, in de waterkering langs het zuidelijk deel van de IHNC. Bij aanleg van de tijdelijke stormvloedkering worden de waterstanden ook in dit deel van het watersysteem verlaagd.

Bij stormen met een kleine kans van voorkomen (1/100 en 1/500 per jaar) blijkt dat de polders New Orleans East en St. Bernard zwaar overstroomd. De overslagvolumes over de waterkering langs deze polders zijn zo groot dat de waterkering waarschijnlijk op diverse plaatsen zal doorbreken. Orleans Metro heeft wel profijt van de tijdelijke maatregelen bij de stormen met een kleine kans van voorkomen.

### Aanleggen tijdelijke stormvloedkering of ophogen waterkeringen?

De overstroomingsbeelden van New Orleans laten zien dat de overstroomingsrisico's momenteel groot zijn. Zelfs bij een storm

Percentage overstroomd oppervlak per subpolder voor de storm met kans van 1/50 per jaar voor de drie verschillende alternatieven.

	niets doen	aanleg tijdelijke stormvloedkering	optimaal verhogen waterkeringen
<b>St. Bernard (oppervlak 200 km<sup>2</sup>)</b>			
SB1	40%	-	13%
SB2	87%	63%	71%
SB3	-	-	-
SB4	93%	93%	93%
SB5	94%	80%	87%
<b>New Orleans East (oppervlak 140 km<sup>2</sup>)</b>			
NOE1	38%	38%	38%
NOE2	40%	52%	40%
NOE3	34%	17%	34%
NOE4	8%	-	8%
NOE5	78%	2%	57%
<b>Orleans Metro (oppervlak 110 km<sup>2</sup>)</b>			
OM1	56%	-	6%
OM2	-	-	-
OM3	80%	-	60%
OM4	-	-	-
OM5	26%	-	-

met een grote kans van voorkomen (1/50 per jaar) is al sprake van een significante overstroming. Dit is in lijn met de risico-analyses die zijn uitgevoerd na Katrina<sup>2)</sup>. De hier getoonde resultaten benadrukken opnieuw dat het systeem in zijn huidige vorm op veel plaatsen erg zwak is en dat de overstroming als gevolg van Katrina geen toeval was. De waterkering is op veel plaatsen te laag en de kans op overstromen van de polders is daarmee groot. De huidige inspanningen van het USACE om het beschermingsniveau te brengen op 1/100 per jaar, zijn een eerste stap op weg naar een veiliger New Orleans.

Deze studie laat ook zien dat de aanleg van een tijdelijke stormvloedkering effectiever is dan het ophogen van de waterkeringen langs de IHNC en GIWW. Omdat de tijdelijke stormvloedkering de waterstanden in de IHNC en GIWW significant verlaagt, wordt ook het volume water dat de polders instroomt drastisch gereduceerd. Vooral Orleans Metro profiteert hiervan, omdat de zwakste schakel van deze polder achter de

tijdelijke stormvloedkering ligt. De effectiviteit van beide maatregelen is minder groot voor St. Bernard en New Orleans East, omdat de zwakke schakels van het systeem deels buiten de IHNC en GIWW liggen. Dit toont aan dat een stormvloedkering niet voor alle zwakke schakels een oplossing vormt en daarom ook niet los gezien kan worden van andere beschermende maatregelen. Hiermee wordt de noodzaak van een systeemgerichte aanpak benadrukt.

Mede op basis van deze gegevens heeft het USACE gekozen voor een tijdelijke stormvloedkering. Deze vormt momenteel een integraal onderdeel van de aanbesteding voor de uiteindelijke stormvloedkering aan de oostzijde van de stad. Hiermee wordt de tijdelijke stormvloedkering mogelijk op een andere locatie aangelegd dan in deze studie in de berekeningen is aangenomen. De tijdelijke stormvloedkering moet voor het orkaanseizoen van 2009 gereed zijn. In 2011 is de definitieve afsluiting van de IHNC en GIWW gepland. Daarmee zal dit gedeelte van New Orleans veiliger zijn dan voorheen.

## LITERATUUR

- 1) FEMA/USACE (2007). Flood insurance study: Southeastern Parishes Louisiana, intermediate submission 1: scoping and data review (DRAFT).
- 2) IPET (2007). Performance evaluation of the New Orleans and Southeast Louisiana hurricane protection system. L. Link (editor). Volume 8, Risk and Reliability.
- 3) TAW (2002). Technical report wave run-up and wave overtopping at dikes.
- 4) USACE (2001). Coastal Engineering Manual. Engineer Manual 1110-2-1100, U.S. Army Corps of Engineers.
- 5) USACE (2007). Elevations for design of hurricane protection levees and structures, Lake Pontchartrain, Louisiana and vicinity hurricane protection project, west bank and vicinity (Final Draft). Prepared by New Orleans District.
- 6) Royal Haskoning (2007). Flood risk assessment IHNC/GIWW, interim period 2007-2011.