

# Hoogwater op de Mississippi anno 2011

**Afgelopen voorjaar was sprake van een bijzonder hoogwater op de Mississippi. De rivier voerde op haar hoogtepunt in totaal meer dan 65.000 kubieke meter per seconde af naar de Golf van Mexico, ongeveer vier keer zoveel als de 1/1.250 jaar ontwerpafoer van de Rijn in Nederland, en overtrof op sommige plaatsen het historische hoogwater van 1927. Bovenstrooms in de Mississippi vonden op diverse plaatsen overstromingen plaats. Dijken werden opgeblazen om het water weg te leiden om overstromingen in steden te voorkomen. Benedenstrooms werd onder andere de Morganza Spillway, een grote overlaat die sinds 1973 niet meer gebruikt was, opengezet om New Orleans te beschermen tegen (nieuwe) overstromingen. De totale schade liep in de honderden miljoenen dollars. Dit artikel geeft een overzicht van dit unieke hoogwater en een doorkijk naar mogelijke maatregelen om het hoogwater-risico te reduceren.**

De Mississippi (letterlijke betekenis: 'groot water') behoort tot de grootste rivieren op aarde. Het totale stroomgebied beslaat ongeveer 40 procent van de Verenigde Staten en de lengte van de rivier bedraagt ongeveer 3.800 kilometer. De Mississippi ontspringt nabij de Grote Meren op de grens met Canada. In de bovenloop stromen diverse grote rivieren in de Mississippi, zoals de Missouri River bij St. Louis vanuit de Rocky Mountains en de Ohio River nabij Cairo bovenstrooms van Memphis. Bovenstrooms van Baton Rouge splitst de Atchafalaya River zich af van de Mississippi. Hier wordt kunstmatig de waterverdeling (respectievelijk 30 en 70 procent) gereguleerd tussen beide rivieren door de Old River Control Structure. De Mississippi stroomt via New Orleans uiteindelijk in de Golf van Mexico (zie afbeelding 1).

Vanuit hydrologisch perspectief is de Mississippi een gemengde rivier. Smeltwater speelt net als regenwater een rol in het verloop van de afvoer door het jaar heen, zodat de piekafvoer in het voorjaar optreedt. In die periode is sprake van smeltwater vanuit de Rocky Mountains, evenals het gebied rondom de Grote Meren. Daarnaast is in het voorjaar sprake van botsende koude lucht uit het noorden en relatief warme lucht uit het zuiden. In deze fronten kan zeer veel neerslag vallen en hierbij ontstaan ook vaak tornado's. De combinatie van smeltwater en regenwater kan resulteren in extreem hoge en ook zeer langdurige hoogwaters op de Mississippi. De langjarige, gemiddelde piekafvoer in het voorjaar bedraagt circa 44.000 kubieke meter per seconde (tijdvak 1961-2011). Ter vergelijking: voor de Bovenrijn is deze afvoer ongeveer 6.000 kubieke meter per seconde. Naast de piekafvoer zelf is de tijdschaal van het hoogwater ook veel groter dan in de Rijn. Daar waar de Rijn een typische tijdschaal heeft van tien dagen, duurt het hoogwater op de Mississippi één tot twee maanden.

Bij de Mississippi staat een hoge rivierafvoer altijd in het perspectief van het hoogwater



Afb. 1: Het stroomgebied van de Mississippi.

van 1927. Dat hoogwater heeft enorme schade en slachtoffers veroorzaakt en, vooral langs het benedenstroomse deel van de Mississippi, tot een groot dijkversterkingsprogramma geleid. Ook is een aantal overlaten gebouwd om het overtollige rivierwater af te leiden en grote steden te beschermen. Zo ligt de Morganza Spillway bovenstrooms van Baton Rouge in Louisiana en de Bonnet Carre Spillway net bovenstrooms van New Orleans. Deze overlaten werden voor het laatst gebruikt in respectievelijk 1973 en 2008. Met de overlaten kunnen de waterstanden in deze twee steden in sterke mate gereguleerd worden om overstromingen te voorkomen.

## Verloop hoogwater in het voorjaar

Het hoogwater van dit voorjaar lijkt in eerste instantie op een typisch gemiddeld hoogwater uit te lopen (zie afbeelding 2). De afvoer van de Mississippi steeg in maart en april en pakte rond begin april op circa 41.000 kubieke meter per seconde. Daarna nam de

afvoer langzaam af en daalden de waterstanden in het stroomgebied. Tussen 14 en 28 april waren depressies in het zuiden en midden van de Verenigde Staten verantwoordelijk voor hevige regenval. Ze veroorzaakten tornado's en zorgden voor grote hoeveelheden water in het stroomgebied van de Ohio River. Door de extreme neerslag in het Mississippi-stroomgebied begon de waterstand weer te stijgen. In een maand tijd steeg de waterstand tot extreme hoogten en pakte de afvoer van de Mississippi voor de tweede keer in dit jaar. De piekafvoer bedroeg uiteindelijk 65.242 kubieke meter per seconde. De waterstanden overschreden op diverse plaatsen de tot dan toe historische maxima van 1927.

Vooral in het bovenstroomse deel van de Mississippi waren de gevolgen van deze hoge rivierafvoer enorm. Op diverse plaatsen braken dijken door en liepen grote stukken land onder water. Vanwege de noodsituatie besloot het US Army Corps of Engineers (USACE) (vergelijkbaar met het Nederlandse

Rijkswaterstaat) een dijk net benedenstrooms van Cairo in Illinois op te blazen, om zodoende een overstroming in deze stad te voorkomen. De schade in dit deel van de Mississippi wordt geschat op 300 miljoen dollar. Benedenstrooms leidde het hoogwater tot minder ernstige gevolgen. De afvoer van de Mississippi was hier hoog, maar bleef onder de ontwerpafvoer in dit deel van het systeem zoals dat na 1927 ontworpen is (77.000 kubieke meter per seconde). Ook heeft het systeem met overlaten goed gefunctioneerd. Zowel de Bonnet Carre Spillway als de Morganza Spillway zijn geopend om het water weg te leiden en steden als Baton Rouge en New Orleans te beschermen. Afbeelding 2 laat goed het verzwakkende effect zien van deze overlaten op de waterstand benedenstrooms bij New Orleans gedurende de afvoerpiek.

### Opening van Morganza Spillway

Een vrij unieke gebeurtenis tijdens dit hoogwater was het openzetten van de Morganza Spillway. Deze overlaat maakt deel uit van een systeem van overlaten om het water op gereguleerde wijze naar zee af te voeren. De Morganza Spillway is gereedgekomen in 1954 en was voor het laatst gebruikt bij het hoogwater van 1973. Benedenstrooms van deze overlaat ligt een groot gebied (Atchafalaya Basin) waar het water naar de Golf van Mexico kan afstromen. Dit gebied fungeert dus als een soort overloopgebied tijdens extreme afvoeren. De gemiddelde kans dat deze overlaat wordt ingezet is 1/25 jaar. In dit gebied wonen ongeveer 25.000 mensen die het gebied tijdelijk hebben moeten verlaten.

Royal Haskoning voerde tijdens het hoogwater overstroomingsberekeningen uit voor het Atchafalaya Basin om zo goed mogelijk de grootte en het verloop van de overstroming in te schatten in dit noodoverloopgebied. Belangrijke factoren waren daarbij het verloop van het hoogwater en de maximale waterdiepten. Een vegetatiekaart is gebruikt om een schatting te maken van de ruwheid in het gebied. Voor kalibratie van het model waren geen gegevens

#### Opening van de Morganza Spillway.



beschikbaar. Desondanks laat vergelijking met het daadwerkelijk opgetreden verloop van de overstroming in dit gebied zien dat het verloop en ook de waterdiepten heel redelijk door het model voorspeld zijn.

### Herhalingstijd van hoogwater

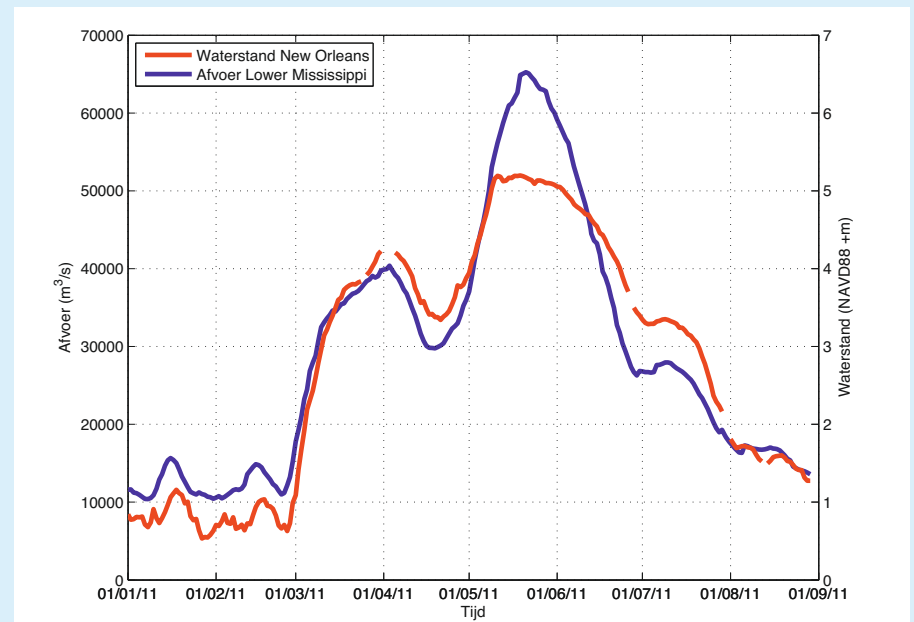
Om een indruk te krijgen van de extremitet van dit hoogwater voerde Royal Haskoning op basis van de afvoerdata een statistische analyse uit. Daartoe zijn de jaarlijkse maxima van de afvoeren gebruikt uit de periode 1961-2011. Hiervoor is een schatting gemaakt van de parameters van de Generalised Extreme Value (GEV)-verdeling om deze zo goed mogelijk op de datapunten te laten aansluiten. Deze analyse is uitgevoerd met en zonder de piekafvoer van dit voorjaar (zie tabel op pagina 16).

Het hoogwater van dit voorjaar blijkt een gebeurtenis te zijn die gemiddeld eens in de 100 jaar voorkomt, gebaseerd op de analyse voor de periode 1961-2011. Gelet op de

forse overstroming in het bovenstroomse gebied is het beschermingsniveau in dat deel erg laag, zeker ten opzichte van de standaarden voor het Nederlandse rivierengebied. Een belangrijke andere conclusie uit de statistische analyse is dat het 2011-datapunt de afvoerstatistiek behoorlijk beïnvloedt. De schatting van de gemiddeld eens per 100 jaar voorkomende afvoer neemt met circa 2.900 kubieke meter per seconde toe.

Gelet op deze impact is het logisch om te kijken of de dijken nog steeds de beloofde bescherming bieden. Opgemerkt wordt dat dit analoog is aan de Nederlandse hoogwaters van 1993 en 1995. Ook toen beïnvloedden deze twee hoogwaters de extreme waarde-statistiek en werd de ontwerpafvoer van de Bovenrijn van 15.000 naar 16.000 kubieke meter per seconde. Dat betekent een blijvende bescherming tegen hoogwater dat eens in de 1.250 jaar voorkomt.

**Afb. 2: Hoogwater dit voorjaar met de Mississippi-afvoer in het zuiden van de Verenigde Staten en de waterstand nabij New Orleans.**



Er is nog een ander aspect van dit hoogwater dat ook voor de Nederlandse situatie interessant is. Het openen van de Morganza Spillway is gecontroleerd gebeurd, waarbij een gebied ter grootte van Limburg en Noord-Brabant onder water liep. Deze geplande overstroming van dit overloopgebied heeft geleid tot verplichte evacuatie en veel schade aan bebouwing met veel weerstand onder burgers als resultaat. En dat terwijl de inwoners bekend zijn met het feit dat dit gebied onder water gezet kan worden met een gemiddelde kans van eens in de 25 jaar. Het geeft aan dat 'leven met water' pas werkelijkheid wordt als het water dichtbij huis komt. Kijkend naar de Nederlandse rivieren worden nu hoogwatergeulen aangelegd die ook maar gemiddeld eens in de 10 tot 100 jaar zullen meestromen. De vraag kan gesteld worden of deze hoogwatergeulen niet beter vaker ingezet zouden moeten worden om het bewustzijn van de functie van deze geulen levend te houden.

### Mogelijke maatregelen in de toekomst

Direct na het hoogwater van dit voorjaar op de Mississippi is de discussie begonnen of, en zo ja hoe, het overstromingsrisico in het Mississippi-stroomgebied gereduceerd moet worden. De overstromingen in het bovenstroomse deel van de Mississippi hebben veel schade opgeleverd. Die komt bovenop de schade die tijdens het hoogwater van 2008 is veroorzaakt. Uit de analyse blijkt dat het hoge

herhalingsjijd	1961-2010	1961-2011
1/10 jaar	53.900	55.000
1/50 jaar	60.300	62.700
1/100 jaar	62.400	65.300
1/500 jaar	66.100	70.200
herhalingsjijd afvoer 2011	circa 1/330 jaar	circa 1/100 jaar

**Geschatte extreme waarden van de afvoer in kubieke meter per seconde op basis van afvoermaxima in de Lower Mississippi River met een GEV-verdeling.**

water dit voorjaar zeker niet extreem was (gemiddeld eens per 100 jaar). Alleen al vanuit kosten-batenperspectief lijkt het heel zinvol om op korte termijn investeringen te doen in maatregelen om de risico's te reduceren.

Welke maatregelen genomen moeten worden is een andere vraag. Interessant is om te bekijken hoe de situatie van de Mississippi zich verhoudt tot de situatie na de hoogwaters van 1993 en 1995 in Nederland. Toentertijd is principieel gekozen voor 'Ruimte voor de Rivier' (grotendeels binnen de bestaande dijken) met dijkverhoging waar het niet anders kan. Voor de Mississippi zou ook een veelheid van maatregelen bekeken moeten worden, zoals de aanleg van buitendijkse maatregelen (bijvoorbeeld extra overloopgebieden bovenstrooms), binnendijkse maatregelen (zoals verdieping) of dijkverhoging. Ook maatregelen om de gevolgen te beperken zullen aan bod

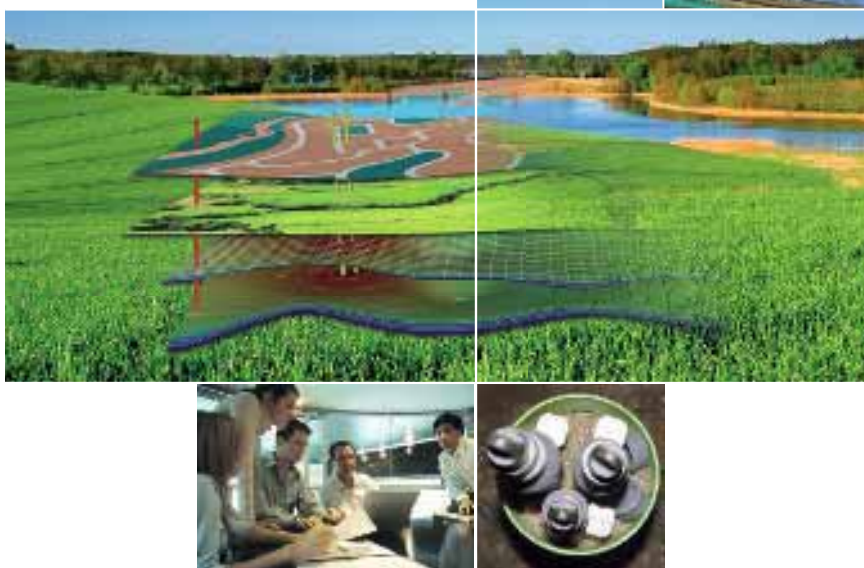
moeten komen. Afhankelijk van het beschikbare budget zal bekeken moeten worden wat een haalbaar en betaalbaar pakket van maatregelen is.

Op dit moment zijn de waterstanden van de Mississippi weer op het normale niveau. Bovenstrooms is men begonnen met het repareren van de dijklichamen met het oog op het aankomende hoogwaterseizoen van 2012. Tevens is op 24 augustus bekend gemaakt dat de staat Louisiana en USACE gaan samenwerken bij het maken van een analyse genaamd 'Mississippi River Hydrodynamic and Delta Management Study'. Deze analyse betreft een integrale aanpak van hoogwaterbescherming, scheepvaart en herstel van de Mississippi-delta. Een dergelijke studie is een essentiële stap op weg naar een beter beheer van de Mississippi.

**Mathijs van Ledden, Tjeerd Driessen en Mirjam Groot Zwaafink (Royal Haskoning)**

advertentie

## Duurzaam beheer van grondwater



Schlumberger is één van s'werelds grootste dienstverleners voor de olie- en gasindustrie. In de watersector opereren wij onder de naam Schlumberger Water Services (SWS).

SWS biedt een compleet scala aan technologie en advies op het gebied van grondwater management. Deze geïntegreerde oplossingen hebben we succesvol toegepast in de volgende werkvelden:

- Interpretatie van de ondergrond (seismiek, geofysische logging)
- Exploratie en optimalisatie grondwateronttrekkingen
- Ondergrondse opslag van water (Aquifer storage and recovery)
- Monitoring grondwaterkwantiteit en -kwaliteit
- Data management
- Grondwatermodelstudies

[www.swstechnology.com](http://www.swstechnology.com)