

“Hoogwater op de Mississippi in 2011”

Dr.ir. M. van Ledden, Ir. T.J. Driessen, Ir. M. Groot Zwaaftink

Afgelopen voorjaar was er sprake van een bijzonder hoogwater op de Mississippi. De rivier voerde op haar hoogtepunt in totaal meer dan 65.000 m³/s af naar de Golf van Mexico, ongeveer 4x zoveel als de 1/1.250 jaar ontwerpfvoer 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 af te leiden met als doel overstromingen in steden te voorkomen. Benedenstrooms werd onder andere de Morganza Spillway, een grote overlaat die sinds 1973 niet meer gebruikt was, opengezet om de stad New Orleans te beschermen tegen overstromen. 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 (Afb. 1). Het totale stroomgebied van de Mississippi beslaat ongeveer 40% van de Verenigde Staten en de lengte van de rivier is 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 (30%/70% respectievelijk) gereguleerd tussen beide rivieren door de Old River Control Structure. De Mississippi stroomt via New Orleans uiteindelijk in de Golf van Mexico.



Afbeelding 1 Stroomgebied van de Mississippi.

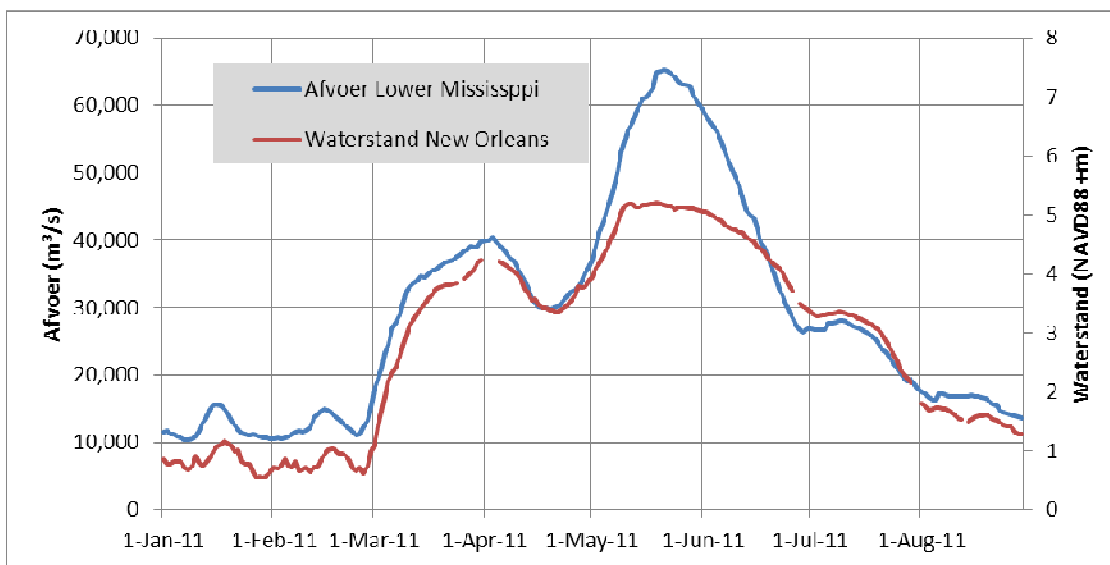
Vanuit hydrologisch perspectief is de Mississippi River een gemengde rivier. Smeltwater maar ook regenwater speelt een rol in het verloop van de afvoer door het jaar heen, zodat de

piekafvoer in het voorjaar optreedt. In die periode is er sprake van smeltwater vanuit de Rocky Mountains, evenals het gebied rondom de Grote Meren. Daarnaast is er 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 River. De langjarige, gemiddelde piekafvoer in het voorjaar is ca. 44.000 m³/s (tijdvak 1961 – 2011). Ter vergelijking: voor de Bovenrijn is deze afvoer ca. 6.000 m³/s. 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 10 dagen, duurt het hoogwater op de Mississippi River 1 – 2 maanden.

Bij de Mississippi staat een hoge rivierafvoer altijd in het perspectief van het hoogwater van 1927. Dat hoogwater heeft enorme schade en slachtoffers veroorzaakt en heeft, vooral langs het benedenstroomse deel van de Mississippi, tot een groot dijkversterkingsprogramma geleid. Ook zijn 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 deze overlaten kunnen de waterstanden in deze twee steden in sterke mate gereguleerd worden om overstromingen te voorkomen.

Verloop Hoogwater 2011

Het hoogwater van 2011 lijkt in eerste instantie op een typisch gemiddeld hoogwater uit te lopen (Afb. 2). De Mississippi afvoer stijgt in maart en april van 2011 en piekt rond begin april op ca. 41,000 m³/s. Daarna neemt de afvoer langzaam af en dalen de waterstanden in het stroomgebied. Tussen 14 en 28 april zijn weersystemen in het zuiden en midden van de VS verantwoordelijk voor hevige regenval. Deze systemen gaan gepaard met tornado's en flash floods en zorgen voor grote hoeveelheden water in het Ohio River stroomgebied. Door deze extreme neerslag in het Mississippi stroomgebied begint de waterstand weer te stijgen. In een maand tijd stijgt de waterstand tot extreme hoogten, en piekt de afvoer van de Mississippi voor de tweede keer in dit jaar. De piekafvoer wordt uiteindelijk 65,242 m³/s (zie Afb. 2) en de waterstanden overschrijden op diverse plaatsen de tot dan toe historische maxima van 1927.



Afbeelding 2 Hoogwater van 2011 met de Mississippi afvoer in het zuiden van de Verenigde Staten en de waterstand nabij New Orleans

Vooraf in het bovenstroomse deel van de Mississippi zijn de gevolgen van deze hoge rivierafvoer enorm geweest. Op diverse plaatsen zijn dijken doorgebroken en grote stukken land zijn onder water gelopen. Vanwege de noodsituatie heeft het US Army Corps of Engineers besloten om een stuk 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 ca. 300 miljoen dollar. Benedenstrooms heeft het hoogwater minder ernstige gevolgen gehad. 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 (ca. 77.000 m³/s). Ook heeft het systeem met overlaten goed gefunctioneerd. Zowel de Bonnet Carre Spillway als de Morganza Spillway zijn geopend om het water af te leiden en steden als Baton Rouge en New Orleans te beschermen. In Afbeelding 2 is goed te zien wat het verzwakkende effect van deze overlaten is geweest op de waterstand benedenstrooms bij New Orleans gedurende de afvoerpiek.

Opening van Morganza Spillway richting Atchafalaya Basin

Een vrij unieke gebeurtenis tijdens dit hoogwater is het openzetten van de Morganza Spillway (Afb. 3). Deze overlaat is onderdeel van een systeem van overlaten om het water op geregeerde wijze naar zee af te voeren. De Morganza Spillway is gereed gekomen 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 ca. 1/25 jaar. In dit gebied wonen ca. 25.000 mensen die het gebied tijdelijk hebben moeten verlaten.

Royal Haskoning heeft tijdens het hoogwater van 2011 overstromingsberekeningen uitgevoerd voor de Atchafalaya Basin met Sobek-2D om zo goed mogelijk de grootte en het verloop van de overstroming in te schatten in dit noodoverloopgebied. Belangrijke factoren waren daarbij de timing van het hoogwater en ook 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 beschikbaar. Ondanks dat laat vergelijking met de daadwerkelijk opgetreden verloop van de overstroming in dit gebied zien dat de timing en ook de waterdiepten heel redelijk door het model voorspeld zijn.



Afbeelding 3: Opening van de Morganza Spillway

Herhalingstijd van hoogwater

Om een indruk te krijgen van de extremititeit van dit hoogwater heeft Royal Haskoning op basis van de afvoerdata een statistische analyse uitgevoerd. Hiervoor zijn de jaarlijkse maxima van de afvoeren gebruikt uit de periode 1961 – 2011. Voor de fit is een Generalized Extreme Value (GEV) verdeling gefit door de datapunten. Deze analyse is uitgevoerd met en zonder de piekafvoer van 2011 (Afb. 3).

Herhalingstijd	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
Herhalingstijd afvoer 2011	Ca. 1/330 jaar	Ca. 1/100 jaar

Afbeelding 3. Geschatte extreme waarden van de afvoer in m³/s op basis van afvoermaxima in de Lower Mississippi River met een Generalized Extreme Value (GEV) verdeling.

Het hoogwater van 2011 blijkt ongeveer een 1/100 jaar gebeurtenis te zijn kijkend naar het resultaat van 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 1/100 jaar afvoer neemt met ca. 2.900 m³/s toe (zie Afbeelding 4).

Gelet op deze impact is het logisch om te kijken of de dijken nog steeds de beloofde bescherming bieden. Het wordt opgemerkt dat dit analoog is aan de Nederlandse hoogwaters van 1993 en 1995. Ook toen beïnvloedden deze twee hoogwaters de extreme waarde statistiek en is de ontwerpafvoer van de Bovenrijn verhoogd van 15.000 naar 16.000 m³/s met het "Ruimte voor de Rivier" project om de 1/1250 jaar bescherming te blijven bieden. 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 is gezet. 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 1/25 jaar. Het geeft aan dat "leven met water" pas werkelijkheid wordt als het water dicht bij huis komt. Kijkend naar de Nederlandse rivieren worden nu hoogwatergeulen aangelegd die ook maar 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 de bewustwording van de functie van deze geulen levend te houden.

Doorkijk naar mogelijke maatregelen

Direct na het hoogwater van 2011 op de Mississippi is de discussie gestart of, en zo ja, hoe het overstromingsrisico in het Mississippi stroomgebied gereduceerd moet worden. De overstromingen in 2011 in het bovenstroomse deel van de Mississippi hebben in veel schade geresulteerd. Dit komt bovenop de schade die tijdens het hoogwater van 2008 is veroorzaakt. Uit de analyse blijkt dat het 2011 event zeker niet extreem was (ca. 1/100 jaar). Alleen al vanuit kosten-baten perspectief lijkt het heel zinvol om op korte termijn investeringen te doen in maatregelen om de risico's te reduceren. Of het gaat gebeuren is vooral een kwestie van politieke prioriteit om hier iets aan te doen.

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. Toendertijd is principieel gekozen voor Ruimte voor de Rivier (grotendeels binnen de bestaande dijken) met dijkverhoging waar het niet anders kan. Voor de Mississippi zouden ook een veelheid van maatregelen bekeken moeten worden, zoals de aanleg van buitendijkse maatregelen (bijv. extra overloopgebieden bovenstrooms), binnendijkse maatregelen

(bijv. 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 het US Army Corps of Engineers gaan samenwerken in een analyse genaamd 'Mississippi River Hydrodynamic and Delta Management Study'. Deze analyse heeft een integrale aanpak voor ogen waarin gekeken zal worden naar hoogwaterbescherming, scheepvaart en herstel van de Mississippi delta. Een dergelijke studie is een essentiële stap op weg naar een beter beheer van de Mississippi.