

## 12 New Orleans

### *Nieuwe, integrale en duurzame aanpak in New Orleans (VS)*

Na orkaan Katrina in 2005 is het zogenaamde Orkaan en Stormschade Risico Reductie System rondom New Orleans verbeterd met versterkte dijken en stormvloedkeringen. Daarbinnen is het stedelijk watersysteem gebaseerd op directe hemelwaterafvoer. Dit heeft invloed op de stedelijke hydrologie van New Orleans. Door gebrek aan berging in de directe leefomgeving kan de stad het teveel aan hemelwater in het natte orkaanseizoen (half jaar vanaf september) niet kwijt. Hierdoor ontstaat ernstige wateroverlast. De andere helft van het jaar is het juist erg droog, met als gevolg inklinking van de slappe moeras-ondergrond. In een Amerikaans-Nederlandse samenwerking is in september 2013 het Waterplan New Orleans gepresenteerd. Dit eerste waterplan voor stedelijk gebied in de VS stelt een integrale en duurzame aanpak van stedelijk waterbeheer en ruimtelijke ontwikkeling voor.

#### **Inhoud**

- 12.1 Aanleiding en doel
- 12.2 Ontstaan New Orleans en hemelwatersysteem
- 12.3 Waterbeheerders in New Orleans
- 12.4 Situatieschets: stelsel, regenintensiteit en wateroverlast
- 12.5 Berekeningen hydraulisch functioneren
- 12.6 Maatregelen en scenario's
- 12.7 Vervolgonderzoek en nader uit te werken maatregelen
- 12.8 Conclusies en leerpunten

#### **Auteurs**

ir. Nanco Dolman (Royal HaskoningDHV), [nanco.dolman@rhdhv.com](mailto:nanco.dolman@rhdhv.com)

dr. ir. Frans van de Ven (Deltares / TU Delft), [frans.vandeVen@deltares.nl](mailto:frans.vandeVen@deltares.nl)

## 12.1 Aanleiding en doel

Net als Nederland ligt New Orleans in een deltagebied (zie figuur 12.1, links). De oude kern ligt op een oeverwal, maar grote delen van de stad zijn gebouwd in voormalig moerasgebied. Groot verschil met Nederland is het klimaat en de orkanen die in de Mississippi-delta aan de kust van Louisiana voorkomen. In 2005 werd de regio zwaar getroffen door orkaan Katrina. De storm was een combinatie van een opgestuwde zeespiegel, een hoge waterstand in de Mississippi-rivier en hevige regen. Op verschillende plekken braken de dijken door, met als gevolg grote overstromingen op de East Bank, ofwel het noordelijke deel van de stad.

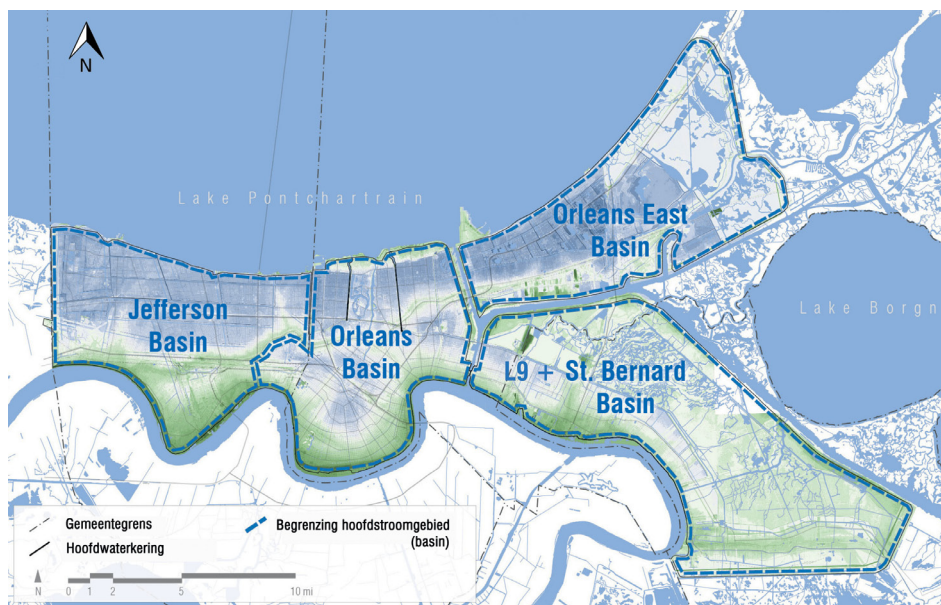


Figuur 12.1 New Orleans in de Mississippi-delta (links) en het Orkaan en Stormschade Risico Reductie System (rechts), bron: US Army Corps of Engineers, 2013.

Onder leiding van het United States Army Corps of Engineers (USACE, vergelijkbaar met Rijkswaterstaat in Nederland) en met hulp van Nederlandse waterbouwerfaring werd in de periode 2006-2012 het Orkaan en Stormschade Risico Reductie System rondom New Orleans verbeterd met versterkte dijken en stormvloedkeringen (zie figuur 12.1, rechts). De stad is hierdoor aanzienlijk beter beschermd tegen hoog water vanuit zee en tegen hoge waterstanden van de rivier de Mississippi. Het Orkaan en Stormschade Risico Reductie System kan een storm tegenhouden met een herhalings-tijd van eens per 100 jaar (T100).

In het stedelijk gebied binnen de dijken was echter nog geen aandacht besteed aan het beheer van hemel-, grond-, afval-, drink- en oppervlaktewater. De East Bank kent vier deelgemeenten: Jefferson Parish, Orleans Parish, Orleans East Parish en St. Bernard Parish. Elke deelgemeente vormt een hoofdstroomgebied (of “basin”, zie figuur 12.2).

New Orleans heeft een gescheiden riool. Het hemelwaterstelsel is gebaseerd op de directe en snelle afvoer van hemelwater. Dit heeft invloed op de stedelijke hydrologie van New Orleans. Door gebrek aan berging in de directe leefomgeving kan de stad het



Figuur 12.2 Projectgebied met vier hoofdstroomgebieden (“basins”), bron: Waggonner & Ball Architects, 2013.

teveel aan hemelwater in het natte orkaanseizoen (half jaar vanaf september) niet kwijt. Hierdoor ontstaat met grote regelmaat ernstige wateroverlast. De andere helft van het jaar is het juist erg droog, met inklinking en zettingschade aan huizen, wegen en andere infrastructuur tot gevolg.

### Doel

Gericht op het realiseren van een waterrobuust en leefbaar New Orleans is in 2008 gestart met het Dutch Dialogues-initiatief. Dit is een dialoog tussen ontwerpers en hydrologen, gericht op verbetering van de stad én haar waterbeheersing. Dit initiatief is als kans gezien voor economische groei en het verhogen van de leefbaarheid. In 2011 heeft de economische regiogemeente (GNO Inc.) opdracht gegeven om het Waterplan New Orleans op te stellen. Belangrijke onderdelen hiervan waren: analyse van het stedelijk watersysteem, het ontwikkelen van scenario’s en het testen van maatregelen. Op 6 september 2013 is het Waterplan New Orleans officieel gepresenteerd.

Voor ons lijkt New Orleans ver weg en oogt de problematiek daar totaal anders dan die hier. Toch is de essentie van de uitdagingen daar gelijk aan die in Nederland. De stad ligt in een polder; zeer zware regenbuien treffen het gebied; er is onvoldoende berging en geen helling om het water af te voeren; bovendien is een groot deel van de stad gebouwd op het veen. En door de grote drooglegging klinkt dat snel in, met grote schade tot gevolg. Een integrale aanpak – dus inclusief stedelijke herinrichting – is nodig om de situatie te verbeteren.

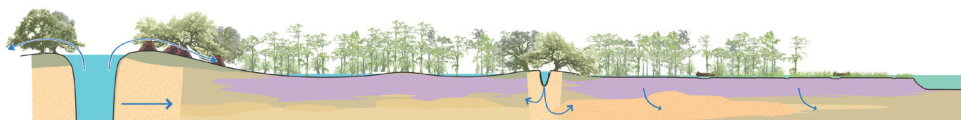
## 12.2 Ontstaan New Orleans en hemelwatersysteem

Het hemelwaterafvoersysteem in New Orleans is ontstaan tijdens de aanleg van de plantages in de 19e eeuw (zie figuur 12.3). Het gebied is van nature een echt deltagebied met de Mississippi, stroompjes, moerasbossen en nat grasland. New Orleans is ontstaan op de hoger gelegen oevers van de rivier. Buiten de stad zijn destijds plantages gesticht. Om het land droog te krijgen, werd een ont- en afwateringssysteem aangelegd. Afwatering vond onder vrij verval plaats via zogenaamde uitlaatkanalen naar Lake Ponchartrain aan de noordkant van de stad.

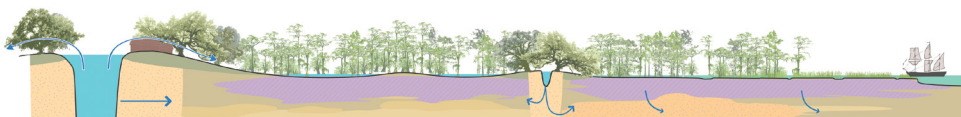
Met het verder groeien van de stad en de ontwatering klinkte de veenhoudende bodem verder in en kwam het maaiveld steeds lager te liggen. Vanaf 1899 kregen de uitlaatkanalen de eerste pompen om de stad droog te houden. In de loop van de 20e eeuw is de capaciteit van dit hemelwaterafvoersysteem steeds verder uitgebreid en voorzien van meer pompen (zie figuur 12.4) en grotere afvoerkanalen. De grootste pompstations hebben een capaciteit van 200 tot 300 m<sup>3</sup> per seconde, vergelijkbaar met het grootste pompstation in Nederland, in IJmuiden (geïnstalleerde pompcapaciteit 250 m<sup>3</sup>/s).

| 141

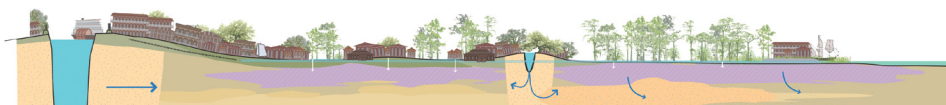
Circa 1000 – natuurlijk deltalandschap



Circa 1718 – nederzetting op de rivieroever



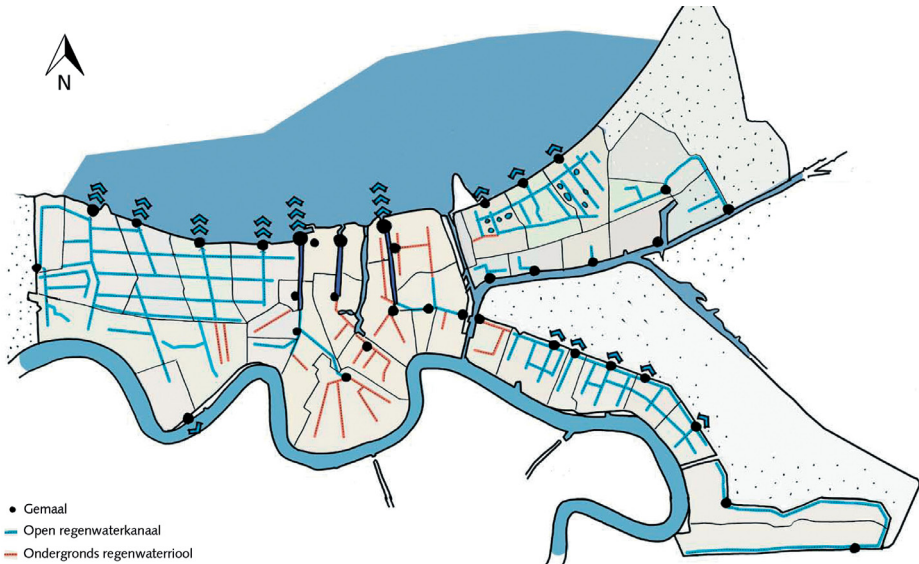
Circa 1895 – drooglegging van het moerasland



Circa 2000 – polderstad ingeklemd tussen rivier en zee



Figuur 12.3 Historische ontwikkeling New Orleans en afvoer hemelwater, bron: H+N+S, 2013.



**Figuur 12.4** Schematische weergave van het huidige hemelwaterafvoersysteem in New Orleans, bron: Waggonner & Ball Architects, 2013.

Met de toename van stedelijke druk en gemotoriseerd verkeer zijn in de centrale stad veel kanalen en hemelwaterriolen ondergronds gebracht en overkluisd. Vaak zijn deze riolen zo breed als de straat en zo hoog dat je er met een vrachtwagen in zou kunnen rijden. En vanwege de ouderdom zijn veel hemelwaterriolen lek. Hierdoor voert het systeem niet alleen hemelwater af, maar ook grondwater. Dit heeft tot gevolg dat de ontwatering en inklinking van de stad blijven doorgaan. Als onderdeel van het Southeast Louisiana (SELA) rioleringsverbeteringsprogramma worden lokaal kanalen vervangen en soms ook verruimd.

### 12.3 Waterbeheerders in New Orleans

Het waterbeheer binnen de dijken en keringen verschilt per deelgemeente. In Orleans Parish en Orleans East Parish ligt het beheer bij het waterbedrijf Sewerage and Water Board of New Orleans, een organisatie die qua taakstelling enigszins vergelijkbaar is met Waternet in Amsterdam. Naast de productie en distributie van drinkwater en de zuivering van afvalwater zorgt dit bedrijf voor afvalwater- en hemelwaterafvoer. De andere twee deelgemeenten hebben een eigen afdeling voor riolering en hemelwaterafvoer. Grondwaterzorg of -beheer is in New Orleans niet geregeld.

Orleans Parish telt drie uitlaatkanalen. Deze kanalen zijn vergelijkbaar met een boezemsysteem in of rond een polder, maar dan in de stad. Vóór Katrina in 2005 stonden de uitlaatkanalen in open verbinding met Lake Ponchartrain. Als onderdeel van het Orkaan en



Figuur 12.5 Afsluiter en pompstation (interim) 17th Street uitlaatkanaal, bron: US Army Corps of Engineers, 2008.

Stormschade Risico Reductie System hebben deze kanalen afsluiters en grote gemalen gekregen (zie figuur 12.5), waardoor de kanalen in feite boezemwater werden. Deze zijn nog steeds in beheer van het USACE.

#### 12.4 Situatieschets: stelsel, regenintensiteit en wateroverlast

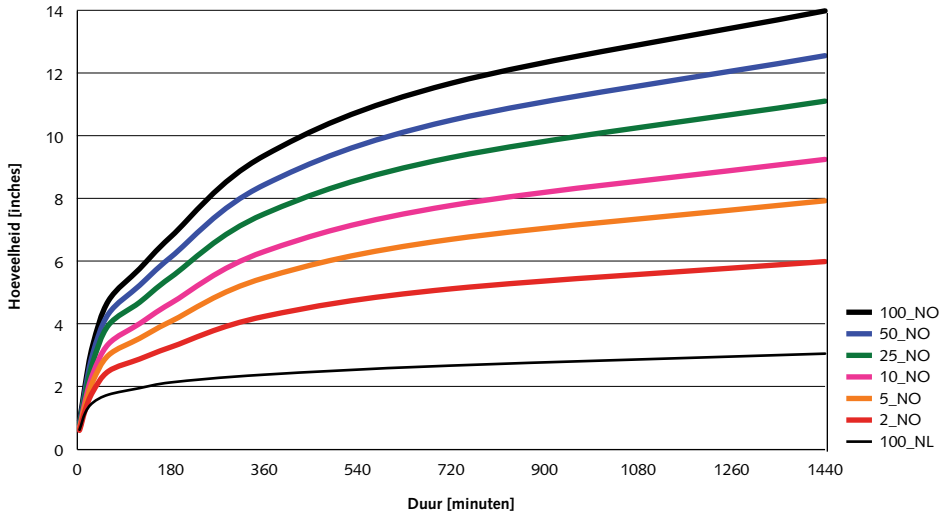
Het projectgebied telt bijna 1,2 miljoen inwoners en heeft een oppervlakte van ruim 36.500 hectare. Het grenst in het zuiden aan de Mississippi, in het noorden aan Lake Ponchartrain, in het westen aan Duncan Canal en in het oosten aan Lake Borgne.

##### *Major en minor system*

In de VS houden ze bij het ontwerp van hemelwatersystemen rekening met afvoer over straat, tussen de trottoirbanden. Dat noemen ze het 'major system'. Het hemelwaterrioolstelsel zelf is het 'minor system'. Dit stelsel is gedimensioneerd op een afvoercapaciteit gebaseerd op een bui die eens in de tien jaar voorkomt (T10). In de jaren 70 van de 20e eeuw was dit 8,5 inch of 216 mm in 24 uur. Inmiddels is dat 9,7 inch of bijna 250 mm in 24 uur. Bovendien wordt tot 8 inch (ruim 200 mm) water op straat niet gezien als wateroverlast.

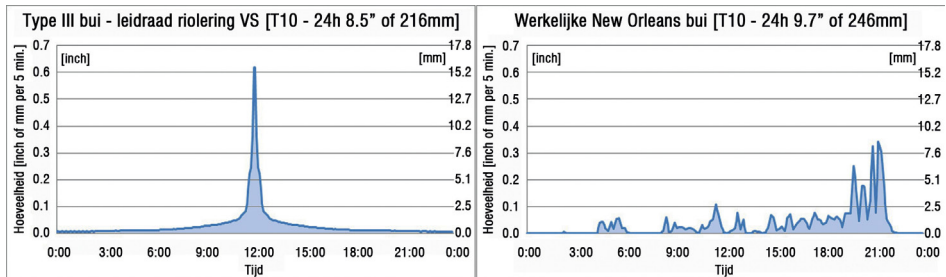
### Regenintensiteit

Figuur 12.6 geeft de regenduurlijnen voor New Orleans weer. Jaarlijks valt er gemiddeld 1.500 mm neerslag, ongeveer twee keer zo veel als in Nederland. New Orleans kent een duidelijk nat half jaar gedurende het orkaanseizoen (vanaf september) en een droog half jaar. Maar de regenintensiteit in New Orleans is tien keer groter dan bij ons. De T100-regenduurlijn voor Nederland (onderste lichtgrijze lijn in figuur 12.6) benadert in New Orleans de T1-regenduurlijn.



Figuur 12.6 Regenduurlijnen New Orleans (1953-2007) T2 – T100 en regenduurlijn Nederland T100 (Royal HaskoningDHV, 2012)

Bij de T10-afvoernorm voor het hemelwatersysteem is een fictieve ontwerpbui te gebruiken (zie figuur 12.7). Deze is verschillend voor drie typen neerslagregio's in de Verenigde Staten. New Orleans ligt in een type III-regio. De ontwerpbui stamt uit

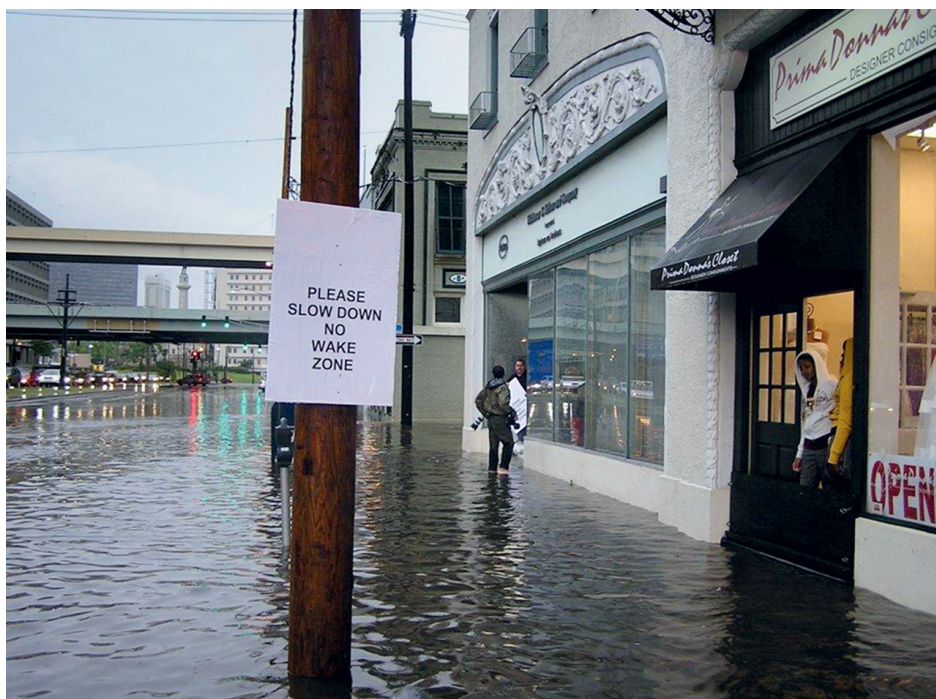


Figuur 12.7 Ontwerpbui T10 type III (Department of Transportation, 2001) en een werkelijke T10-bui New Orleans (Royal HaskoningDHV, 2012)

de jaren 70 van de 20e eeuw en laat een zeer korte, duidelijke piek zien met een enorm hoge intensiteit. Inmiddels zijn meer relevante, lokale neerslagdata beschikbaar voor berekeningen.

### *Wateroverlast*

Regelmatig treedt in New Orleans wateroverlast op. Ondanks de T10-afvoercapaciteit kan het hemelwatersysteem de (tijdelijk) hoge intensiteit niet aan, met als gevolg water op straat (zie figuur 12.8). Hellende straten in de wijken langs de rivier (oeverwal) versterken de overlast. Aan de voet van deze straten stroomt veel water over het oppervlak naar de dieper gelegen polderdelen van de stad.



Figuur 12.8 In New Orleans treedt regelmatig wateroverlast op straat op, bron: Waggonner & Ball Architects, 2011.

De Amerikanen onderkennen dat de capaciteit van het minor system (het hemelwatersysteem) eindig is. Voor de situatie bij extreme neerslag hebben ze normen voor het functioneren van het major system. In een hoofdstraat bijvoorbeeld moet bij een T25-bui nog minimaal één rijbaan begaanbaar zijn (American Iron and Steel Institute, 1999).



## 12.5 Berekeningen hydraulisch functioneren

Voor het Waterplan New Orleans is het functioneren van het hemelwatersysteem in New Orleans in beeld gebracht door:

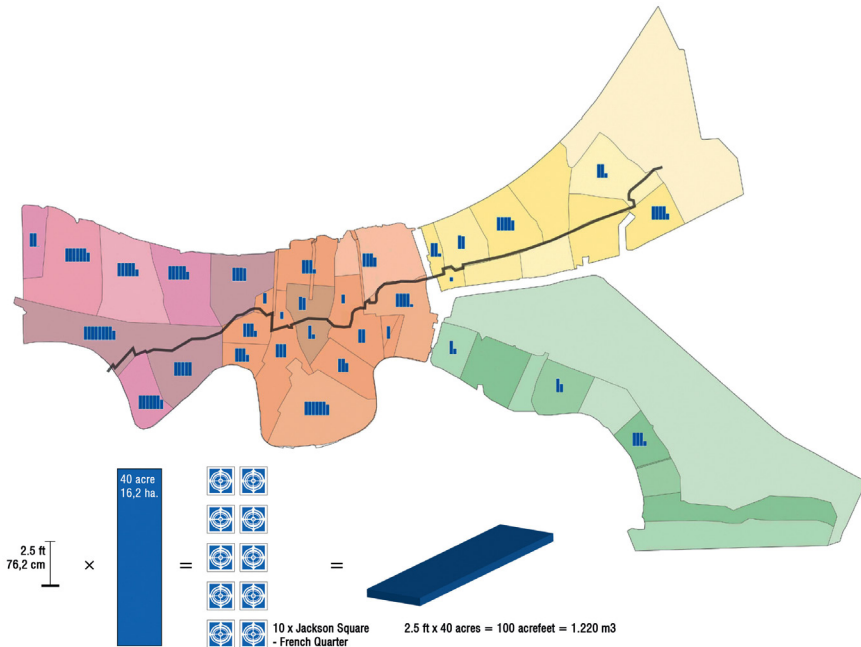
- een conceptuele waterbalans op te stellen;
- zogenaamde bergings-afvoercharacteristieken op te stellen;
- een afvoercontrole in het hydraulische Storm Water Management Model (SWMM) uit te voeren.

Het SWMM is een Amerikaans rekenmodel voor hemelwaterbeheersing in de stad (US Environmental Protection Agency). Het bevat onder andere een hydrologische en een hydraulische module.

146 |

### Waterbalans

Vanuit de gebiedsanalyse is het hemelwatersysteem geschematiseerd in vier hoofdstroomgebieden (zie figuur 12.2) en 44 substreamgebieden als bakjes voor de waterbalans. Uitgangspunt is de huidige pompcapaciteit. De waterbalans is vooral een controle op voldoende waterberging en het optreden van water op straat. Passend bij de afvoernorm van het huidige stelsel is vervolgens de benodigde hoeveelheid extra waterberging bepaald. Dit is de stedelijke wateropgave (zie figuur 12.9).



Figuur 12.9 Stedelijke wateropgave op basis van T10-bui in New Orleans, bron: Royal HaskoningDHV, 2013.

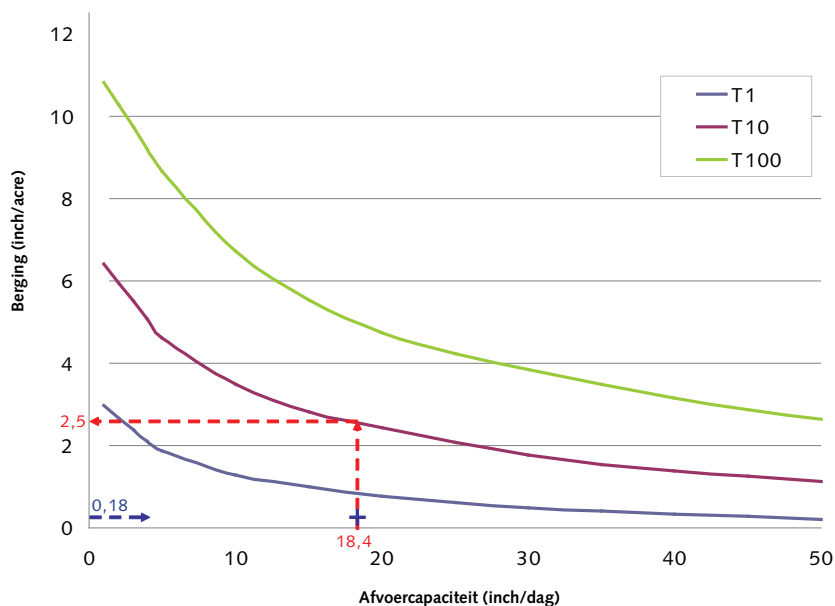
Het in beeld brengen van de stedelijke wateropgave was een belangrijke mijlpaal in het opstellen van het waterplan. Voor het eerst is het watersysteem integraal benaderd, niet beperkt tot institutionele of beheergrenzen. Bovendien kregen de ontwerpen hiermee maat en schaal. Nu was het mogelijk om scenario's en de te nemen maatregelen te ontwikkelen.

### Bergings-afvoercharacteristieken

Wateroverlast is een resultaat van de neerslagafvoersituatie. Om de herhalingstijd van wateroverlast te bepalen, is statistiek 'achteraf' nodig, ongeacht de buien. Daarom is de waterbalans-berekening in New Orleans uitgebreid, waarbij is doorgerekend met een 50-jarige neerslagreeks (1953-2007). De uitkomst is een 50-jarige reeks te bergen hoeveelheden water.

| 147

Met behulp van statistiek is uit de reeks te bergen hoeveelheden water de T10-bergingsbehoefte bepaald. Vervolgens zijn te bergen hoeveelheden water berekend voor verschillende stedelijke typologieën, uiteenlopend van villawijken tot vrijwel volledig verharde industrieterreinen en centrumgebieden. Per typologie is een bergings-afvoercharacteristiek bepaald (zie figuur 12.10). Dit geeft vooral ontwerpers en planners inzicht in de hoeveelheid waterberging waarmee ze rekening moeten houden op een specifieke projectlocatie.



Figuur 12.10 Bergings-afvoercharacteristiek voor grondgebruik bedrijventerrein in New Orleans (voorbeeldlocatie Elmwood, een industrieterrein dat vrijwel volledig is verhard), bron: Royal HaskoningDHV, 2013.

In figuur 12.10 is af te lezen dat bij de huidige afvoercapaciteit van 18,4 inch/dag de benodigde berging 2,5 inch is; dat is heel wat meer dan de aanwezige 0,18 inch. Wateroverlast komt hier – en benedenstrooms van dit industrieterrein – dan ook met grote regelmaat voor. Ook maakt de grafiek duidelijk dat de wateropgave niet veel kleiner wordt bij vergroting van de afvoer(pomp)capaciteit. Alleen meer berging in het gebied kan soelaas bieden.

### Afvoercontrole

Terwijl de waterbalans en bergings-afvoercharacteristieken zijn ingezet voor het bepalen van de wateropgave, zijn de hydraulische en hydrologische effecten van de scenario's en maatregelen in het hydraulische rekenmodel (SWMM) bepaald. Doel van de modelberekeningen is het onderbouwen van het hydraulisch functioneren van het toekomstige watersysteem, zodat dit voldoet aan de gestelde (hydraulische) uitgangspunten.

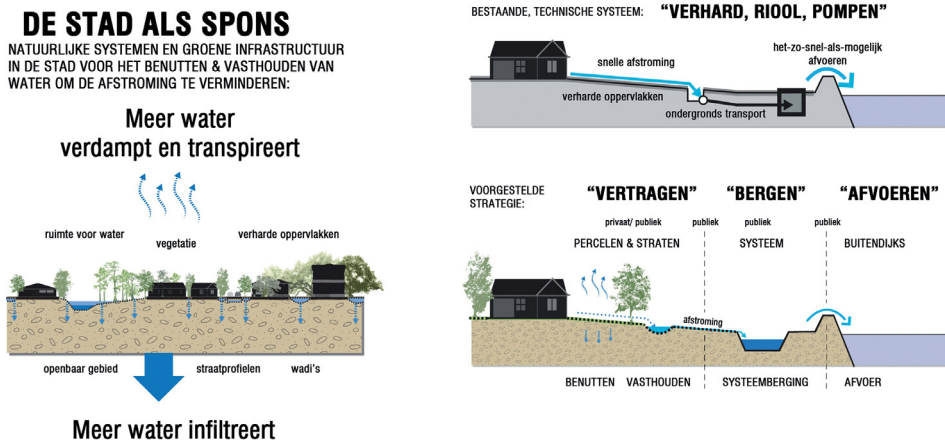
148 |

De volgende (controle)berekeningen zijn uitgevoerd:

- 1 Controle op de afvoer en van de opstuwung van het afwateringssysteem.
- 2 Controle op het optreden van wateroverlast (inundatie).

## 12.6 Maatregelen en scenario's

Het huidige watersysteem van New Orleans is gericht op het zo snel mogelijk afvoeren van het water. Geïnspireerd door Nederlandse ervaring en gegeven de bergings-afvoercharacteristieken is in het Waterplan New Orleans onderzocht welke maatregelen voor het vasthouden, benutten, (tijdelijk) bergen en vertragen geschikt zijn. Dit Nederlandse Vasthouden-Bergen-Afvoeren-beginsel is overgenomen als 'leven met water'-principes (zie figuur 12.11), vertaald naar New Orleans. De Amerikanen noemen deze maatregelen



Figuur 12.11 New Orleans als spons door inzetten 'leven met water'-principes, bron: H+N+S, 2013.

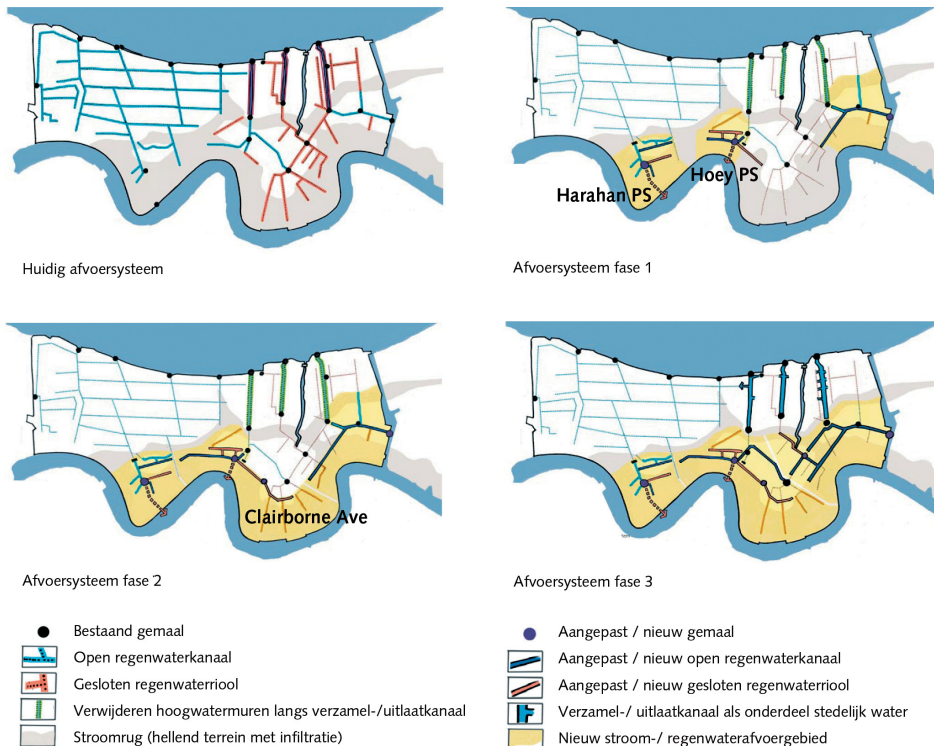
ook wel Best Managing Practices (BMP's) voor Low Impact Development (LID) of Green Infrastructure.

De effectiviteit van de 'leven met water'-principes in maatregelen op kleinere schaal wordt bepaald door de basis: het hemelwatersysteem zelf. In het waterplan zijn daarom scenario's ontwikkeld waarbij is uitgegaan van het op orde krijgen en houden van het hemelwaterafvoersysteem. Maatregelen in het systeem bestaan onder meer uit:

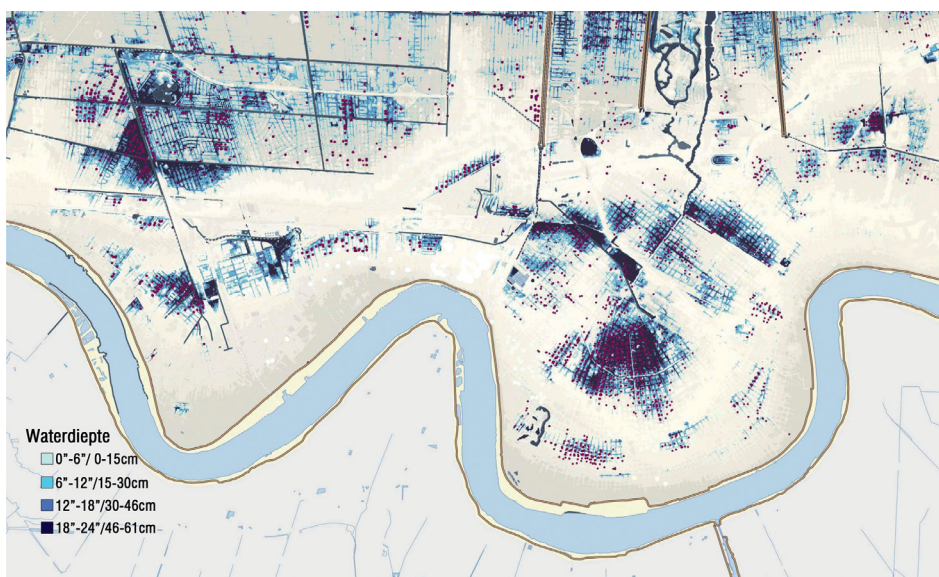
- onderhoud en vervanging;
- het slim koppelen van stroomgebieden;
- het creëren van ruimte voor water door het openmaken van het ondergrondse stelsel;
- realiseren van berging op open kavels, langs straten, in parken, op golfterreinen en dergelijke.

### Toelichting voorstel

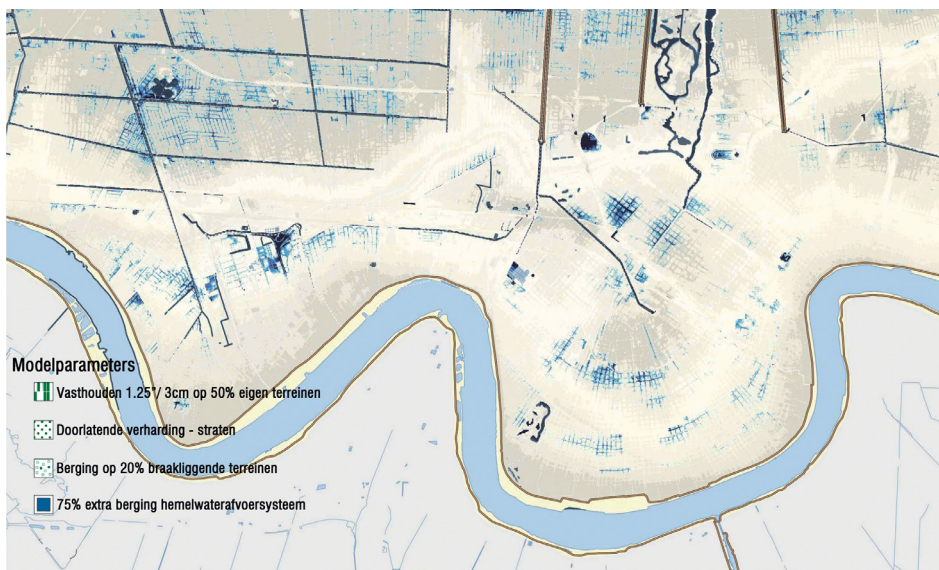
In de hoofdstroomgebieden Jefferson en Orleans gaat het voorstel het meest ver (zie figuur 12.12). Deze gebieden hebben ook het grootste aandeel ondergrondse hemelwaterriolen, water is er niet zichtbaar in de stad.



Figuur 12.12 Opbouwende scenario's voor het hemelwaterafvoersysteem in stroomgebieden Jefferson en Orleans, bron: H+N+S, 2013.



Figuur 12.13a Water-op-straatkaart voor de New Orleans T10-bui in de bestaande situatie.



Figuur 12.13b Water-op-straatkaart voor de New Orleans T10-bui in de voorgestelde fase + BMP's.  
Bron kaarten: HaskoningDHV, 2013.

De afvoer in Jefferson Basin en Orleans Basin vindt nu plaats naar Lake Ponchartrain in het noorden, ook van het zuidelijke deel van dit gebied. Om het hemelwater over die afstand door de stad te kunnen afvoeren zijn enkele tussenpompstations nodig. Deze pompstations zijn te ontlasten door het hemelwater ook naar de Mississippi af te voeren.

Gestart is met de aanleg van het 1e pompstation dat gaat afvoeren naar de Mississippi: Harahan in Jefferson. Het tweede pompstation Hoey aan de oostelijke rivieroever is in voorbereiding (zie plaatje fase 1 in figuur 12.12). Deze nieuwe pompstations zijn bovendien met elkaar te verbinden langs Claiborne Avenue (zie fasen 2 en 3 in figuur 12.12). Deze avenue loopt parallel aan de rivier en ligt onder aan de stroomrug van de rivier.

Daarnaast is het effect onderzocht van het aanbrengen van BMP's zoals:

| 151

- infiltratievoorzieningen;
- doorlatende verharding;
- bestemmingsplanvoorschriften om het aandeel verharding te beperken en het gebruiken en vasthouden van water bij de woning te stimuleren. Een soort wadi's in de tuin, of zoals de Amerikanen ze noemen: raingardens.

De effecten van de verschillende scenario's zijn onderzocht in het SWMM. De uitkomsten in waterniveaus op straat en in de riolen en kanalen zijn vergeleken met de hoogteligging. Zo is de water-op-straatsituatie ruimtelijk geïllustreerd in verschillende kaarten (zie figuren 12.13a en 12.13b). Duidelijk zichtbaar zijn de waterpeilen in het open afvoersysteem en de waterdiepten in de straten.

Zoals is op te maken uit Figuur 12.13b leveren de voorgestelde maatregelen een aanzienlijke verbetering van de situatie maar nog niet oplossing die overal voldoet.

## 12.7 Vervolgonderzoek en nader uit te werken maatregelen

De voorgestelde waterhuishoudkundige ingrepen hebben grote gevolgen voor de ruimtelijke inrichting van het gebied. Het Waterplan New Orleans geeft inzicht in het huidige functioneren van het hemelwaterafvoersysteem, presenteert een visie en stelt maatregelen voor. Deze inrichtingsmaatregelen zijn nader uitgewerkt in verschillende pilot- en demonstratieprojecten. Het ontbreekt nog aan veel kennis en inzicht, zoals het verloop van freatisch grondwater en infiltratietesten. Ook bevat het waterplan ideeën om het huidige, handmatig bediende hemelwaterafvoersysteem doelmatiger te maken. In droge perioden zijn waterpeilen in de kanalen hoog te houden om te voorkomen dat de grondwaterstanden diep uitzakken en de bodem snel daalt. Verder is gedacht aan de koppeling met een netwerk van regenmeters en onderlinge afstemming tussen pompstations.

### Beheersing grondwater

In New Orleans bestaat geen grondwaterzorg of -beheer. De bodemdaling als gevolg van de venige ondergrond is op veel plaatsen in de stad meer dan 3 cm/jaar. En dat terwijl de drooglegging in veel grachten meer dan 2-3 meter is! Met het Waterplan New Orleans is het besef gegroeid dat de stad het inklinken van het maaiveld tijdens het droge half jaar moet tegengaan. Hiervoor is een grondwatermonitoringsplan voorgesteld. Een ander voorstel is om het freatische grondwater beter op peil te houden via flexibel peilbeheer.

152 |

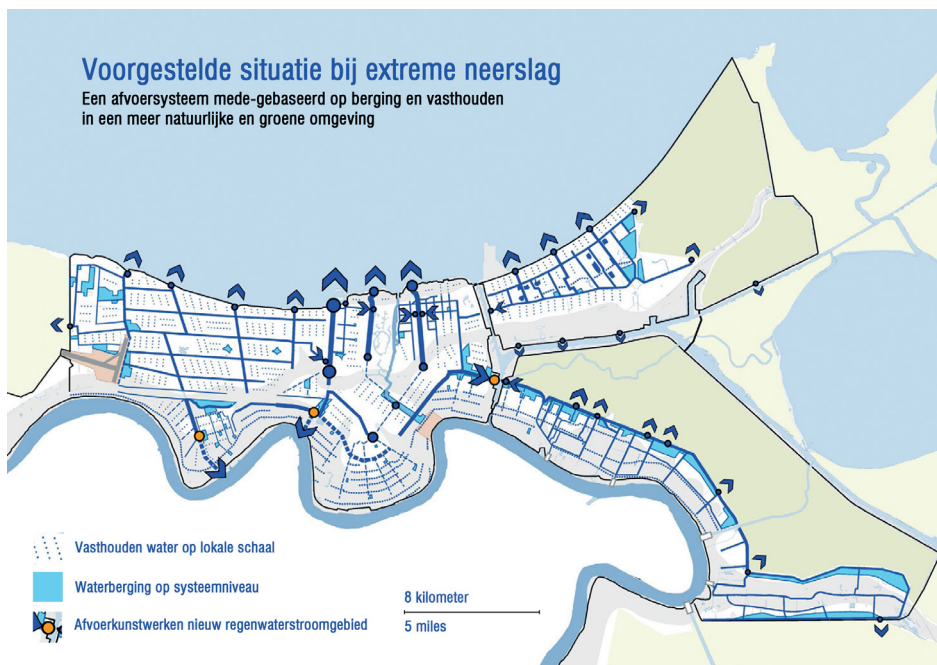


Figuur 12.14 Wateraanvoer voor beheersing grondwaterstanden en tegengaan inklinking in droge tijd, bron: Waggonner & Ball Architects, 2013.

Figuur 12.14 geeft de voorgestelde situatie in perioden van droogte weer. Door de waterpeilen in de grachten flink te verhogen en gebiedseigen water te circuleren, is het inlaten van gebiedsvreemd water zo veel mogelijk beperkt. Hierdoor behoudt het water zijn kwaliteit en vermindert het verdrogen of inklinken van de ondergrond.

### Realtime sturing afvoersysteem

Als extreme neerslag of een orkaan wordt verwacht, is sturing van het watersysteem nodig om ruimte te maken voor grote hoeveelheden hemelwater. Het huidige systeem is volledig handbediend. Door de sturing te automatiseren, is het hemelwatersysteem



Figuur 12.15 Sturing in waterafvoersysteem in voorgestelde situatie bij extreme neerslag, bron: Waggonner & Ball Architects, 2013.

effectiever in te zetten (zie figuur 12.15) en tijdens calamiteiten op afstand te bedienen. Dit betekent dat de verschillende waterbeheerders nauwer moeten gaan samenwerken. Ook kan New Orleans overwegen om het meten van debieten en waterstanden naar het systeem uit te breiden. Dan is een realtimecontrolsysteem (RTC-systeem) te ontwikkelen.

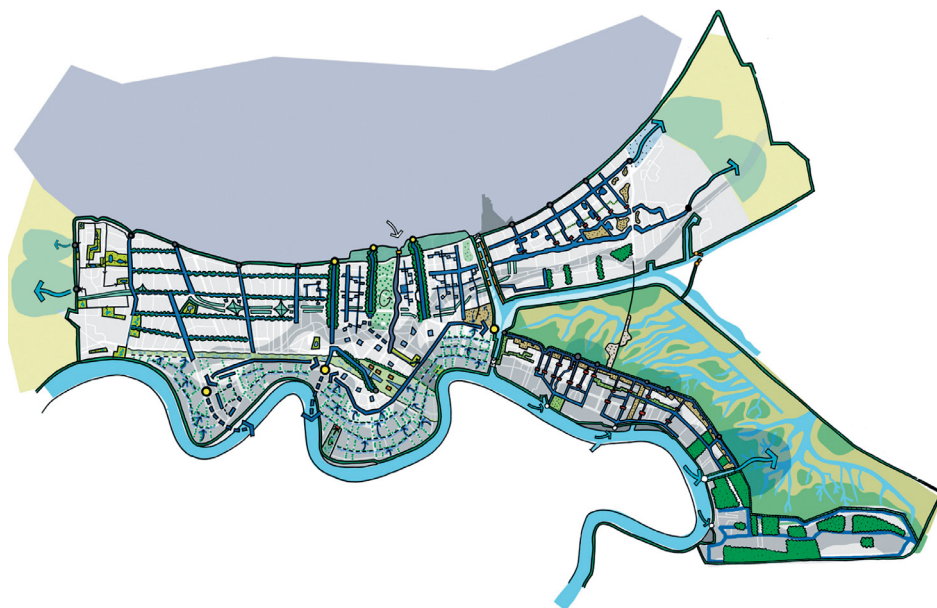
## 12.8 Conclusies en leerpunten

In een door orkanen geteisterd gebied heeft New Orleans regelmatig te maken met wateroverlast in de stad. Terwijl het hemelwaterafvoersysteem al is gedimensioneerd op een T10-afvoer en een water-op-straatsituatie bij een T25-bui. De regenintensiteit in New Orleans is tien keer groter dan in Nederland. Bovendien is de stad deels gebouwd in een moeras dat nu als polders wordt bemalen. Bodemdaling leidt er tot grote schade.

### *Leven met water*

Meer dan 100 jaar geleden begon New Orleans met de aanleg van haar gescheiden rio-lering. Het hemelwatersysteem kenmerkt zich door extreem hoge afvoercapaciteiten en een fors gebrek aan bergingscapaciteit. Dit drukt enorm op de technische betrouwbaarheid en brengt zeer hoge kosten voor beheer en onderhoud met zich mee. Het besef groeit dat New Orleans niet droog blijft door de afvoercapaciteit steeds verder te





154 |

Figuur 12.16 Toekomstig watersysteem voor een duurzaam en dynamisch New Orleans, bron: H+N+S, 2013.

vergroten. In het stedelijk gebied binnen de dijken moet meer ruimte voor hemelwater komen. Bovendien is het hemelwater te benutten als bron voor zoet water en grondwateraanvulling in droge tijd, wat veel voordelen oplevert (zie figuur 12.16). In de stad moet meer groen komen om de leefbaarheid te verhogen en tegelijkertijd ruimte te maken om overtollig hemelwater op te vangen. Daarnaast moet schade aan funderingen, wegen en riolering worden beperkt door het inklinken van het maaiveld te verminderen.

#### *Van inspannings- naar resultaatverplichting?*

Bij het ontwerp van hemelwatersystemen in de VS onderkennen de Amerikanen dat de capaciteit van het hemelwaterrioolstelsel (minor system) eindig is. Bij het ontwerp houden ze ook rekening met afvoer over straat, tussen de trottoirbanden (major system). Deze gedachte is ook voor de Nederlandse situatie interessant. Onze water-op-straat ontwerp-buizen impliceren een inspanningsverplichting. Gebaseerd op de Amerikaanse gedachte moeten we wellicht aan een resultaatverplichting gaan denken met een maaiveldcriterium voor wateroverlast op straat. In New Orleans moet in een hoofdstraat bijvoorbeeld bij een T25-bui nog minimaal één rijbaan begaanbaar zijn.

#### *Meer detailniveau data en parameters*

De Amerikaanse riolberekeningen zijn nog weinig verfijnd en vooral gericht op hydraulisch functioneren. Gelet op de ophanden zijnde omslag in het omgaan met

hemelwater in de Amerikaanse stad, zal ook het hydrologisch functioneren meer aandacht vragen. Bij het ontwerpen van maatregelen voor het vasthouden en bergen van hemelwater in de stad, is meer detailniveau nodig, zoals lokale neerslagdata en (geo) hydrologische parameters. De verbetering van het modelinstrumentarium zoals die in Nederland gaande is zou ook voor de VS een voorbeeld kunnen zijn.

### *Integratie in ruimtelijke planvorming*

Het Waterplan New Orleans is het eerste (integrale) stedelijk waterplan in de VS. De waterhuishoudkundige analyses en berekeningen die in dit artikel zijn samengevat vormden de basis voor stedelijke herinrichtingsplannen; voor acht gebieden zijn die tot op pilot-niveau uitgewerkt. En in het uiteindelijke plan – te downloaden op [www.livingwithwater.com](http://www.livingwithwater.com) – staat de herinrichting van de stad voorop. Een herinrichting die nodig is om de stad waterrobuust te maken, maar vooral ook om de economische kansen die het water biedt beter te benutten. Die sociaal-economische aspecten, de kosten-batenanalyse, de governance en de financiering van de (her)inrichtingsplannen zijn dan ook een belangrijk onderdeel van het Urban Water Plan.

| 155

Door de integrale watersysteembenadering is het functioneren van het hemelwatersysteem bij de verschillende waterextremen voor ontwerpers, planners en beslissers inzichtelijk gemaakt. Bovendien heeft het de verschillende deelgemeenten en waterbeheerders bij elkaar gebracht. Veel aandacht is ook besteed aan het betrekken van de burgers en maatschappelijke organisaties bij het planproces opdat de plannen aansluiten bij de wensen van de samenleving. Voor ons lijkt het ver weg en de problematiek oogt totaal anders. Toch is de essentie van de uitdagingen in New Orleans gelijk aan die in Nederland. Een fundamentele stap is nodig in het anders omgaan met water. De technieken zijn bekend, de barrières liggen voor een belangrijk deel op het sociaal-economische en bestuurlijke vlak. Maar in het Greater New Orleans Urban Water Plan wordt aangetoond dat de stad nieuwe kansen voor economische en sociale ontwikkeling ontstaan door de waterbeheersing te verbeteren.

### **Literatuur**

- Waggonner & Ball Architects et al (2013). Waterplan New Orleans (Greater New Orleans Urban Water Plan). selectie van relevante documenten;
- Het Waterplan in drie hoofd rapporten: Visie, Ontwerp en Implementatie.
  - Achtergrond document watersysteemanalyse (Water System Analysis).