

## 11 Gilze en Rijen

### *Knelpunten in bebouwd gebied in Gilze en Rijen deels opgelost in landelijk gebied dankzij unieke gezamenlijke aanpak van gemeente en waterschap*

In 2008 trad op meerdere locaties in de gemeente Gilze en Rijen ernstige wateroverlast op. Laaddocken, bedrijventerreinen, een benzinstation, een tunnel en een winkelcentrum liepen daarbij onder water. Omdat er al vaker overlast was geweest, vond de gemeente een structurele aanpak noodzakelijk. Samen met het waterschap koos de gemeente voor een stapsgewijze analyse om tot een integrale gebiedsbenadering te komen. Hierbij zijn zowel rioleringstechnische als waterhuishoudkundige oplossingen in stedelijk en landelijk gebied ontwikkeld en onderzocht. Uniek in de aanpak was de manier waarop is omgegaan met de neerslaggegevens en simulatiemodellen. MWH heeft recente lokale meetdata gebruikt en deze doorgerekend naar een statistische 100-jarige neerslagreeks, zodat de reeds opgetreden klimaatontwikkeling is verwerkt. Dankzij de goede samenwerking tussen gemeente en waterschap zijn knelpunten in bebouwd gebied deels opgelost in landelijk gebied.

| 121

#### **Inhoud**

- 11.1 Aanleiding, doel en aanpak
- 11.2 Situatieschets 2009
- 11.3 Stapsgewijze analyse
- 11.4 Oorzaken wateroverlast
- 11.5 Maatregelen
- 11.6 Ervaringen met maatregelen
- 11.7 Nabeschouwing

#### **Auteur**

ir. Ewald Oude Luttikhuis (MWH), ewald.oudeluttikhuis@mwhglobal.com

#### **In samenwerking met:**

Marius Tigchelaar en Alette Barel (gemeente Gilze en Rijen)  
Kees Peerdeman en Remco van Rijen (waterschap Brabantse Delta)  
Ruud van Ham (Waterblock)  
Sjoerd Dijkstra (MWH)

## 11.1 Aanleiding, doel en aanpak

In 2008 trad op meerdere locaties in de gemeente Gilze en Rijen ernstige wateroverlast op. Laaddokken, bedrijventerreinen, een benzinestation, een tunnel en een winkelcentrum liepen daarbij onder water. Omdat er al vaker overlast was geweest, vond de gemeente een structurele aanpak noodzakelijk. In de gezamenlijke Waternotitie uit 2007 hadden het waterschap Brabantse Delta en de gemeente al een grove raming van het waterbergingstekort opgenomen en een onderzoek aangekondigd naar de mogelijkheden om samen meer waterberging te realiseren. Beide partijen hebben de Waternotitie destijds bestuurlijk vastgesteld. In het verbrede GRP van 2009 had de gemeente een budget opgenomen voor onderzoek naar en realisatie van maatregelen om de wateroverlast tegen te gaan. Dit project is in 2009 gestart.

122 |

### *Doel*

Het doel van het project is tweeledig:

- Maatregelen op de korte termijn realiseren, waarna maximaal eens per 10 jaar wateroverlast mag optreden (jaarlijkse kans 10%).
- Maatregelen op de lange termijn realiseren, waarna maximaal eens per 100 jaar overlast maar géén schade aan woningen mag optreden. Dit houdt in dat de weg tot aan de voordeurdrempels vol water mag staan.

De herhalingstijd van 100 jaar sluit aan bij de Europese Richtlijn Overstromingsrisico's en het Bestuursakkoord Water. Voor waterschappen is dit een verplichting, voor gemeenten een vrije keuze.

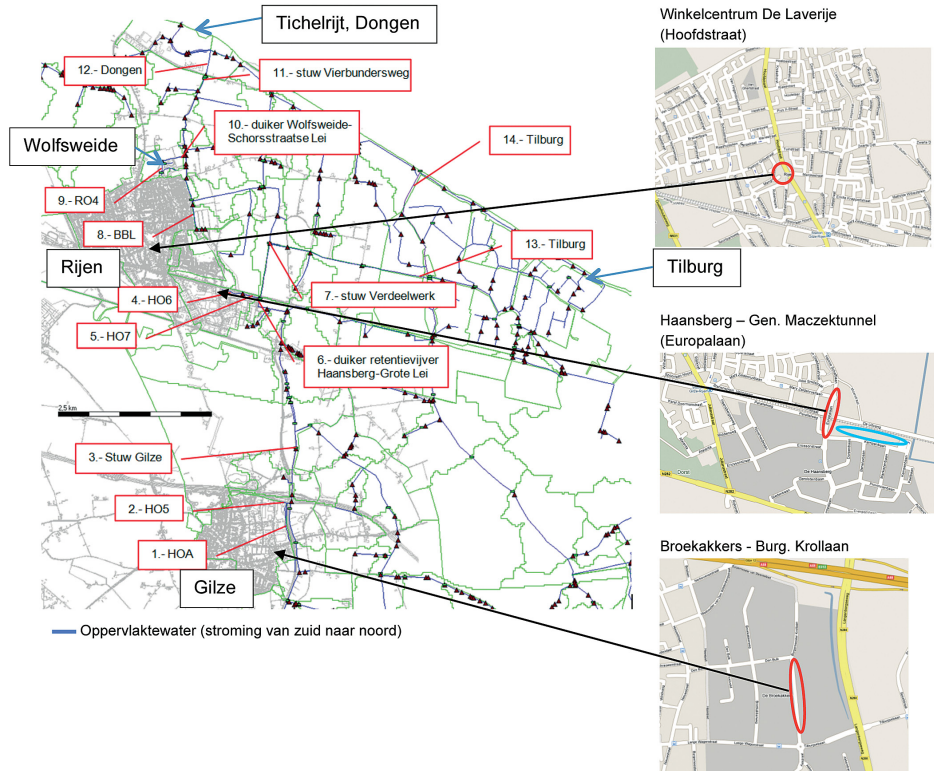
### *Aanpak*

De insteek van gemeente en waterschap was om met een stapsgewijze analyse tot een integrale gebiedsbenadering te komen. Zo kunnen zij de aanwezige voorzieningen optimaal benutten en aanvullende maatregelen zo doelmatig mogelijk kiezen. De analyse bestond in grote lijnen uit: vooronderzoek (locatiebezoek), rioleringstechnisch onderzoek, watersysteemonderzoek, voorontwerp belangrijkste maatregelen en na toetsing maatregelen bijstellen en aanvullen.

In dit artikel beschrijven we eerst de situatie in Gilze en Rijen en de omvang van de opgetreden wateroverlast. Vervolgens lichten we de stapsgewijze aanpak toe, waarbij we specifiek ingaan op de innovatieve manier waarop we met de neerslaggegevens en simulatiemodellen zijn omgegaan. Hiermee onderbouwen we de oorzaken van de wateroverlast en de gekozen maatregelen. Tot slot blikken we terug op onze ervaringen tijdens dit project.

## 11.2 Situatieschets 2009

In figuur 11.1 ziet u links het onderzoeksgebied en rechts detailkaartjes van de overlastlocaties. De retentievijvers op alle drie de locaties zijn via een knijpduiker aangesloten op het regionale oppervlaktewater.



| 123

Figuur 11.1 Het onderzoeksgebied met overlastlocaties (bovenstrooms gebied gedeeltelijk weergegeven).

### A. Gilze Broekackers, Burgemeester Krollaan

De wateroverlast op dit bedrijventerrein bestaat uit water op straat vanuit het gemengde stelsel en het hemelwaterstelsel. Hierbij lopen laaddokken, bedrijventerreinen en het bezinestation onder water. In totaal ligt hier 97,2 ha verhard oppervlak. Naar het oosten en zuiden loopt de maaiveldhoogte op. De riolering voert af naar de retentievijver langs de provinciale weg en via duikers naar de Aalstraatse Leij langs de oostzijde van de provinciale weg.

### *B. Rijen Haansberg, Generaal Maczek Spoortunnel, Europalaan*

De 4 m diepe tunnel loopt vol door uitstromend water vanuit het hemelwaterstelsel en afstromend water over het maaiveld. Het gebied aan de westkant van de Europalaan loopt af naar de tunnel. Het aangesloten verharde oppervlak is 56,8 ha.

### *C. Rijen2 Centrum, Winkelcentrum De Laverije, Hoofdstraat/Mangrovelaan*

Winkelcentrum De Laverije ligt in het centrum van de kern Rijen aan de Hoofdstraat en Mangrovelaan. Aan de Mangrovelaan loopt water het winkelcentrum in. Het vloerpeil ligt dicht op de weghoogte, waardoor de kans op wateroverlast groot is. In westelijke richting loopt het maaiveld op. Het gemengde stelsel (104,2 ha verharding) voert af naar de overstort in het noorden bij Wolfsweide.

## **11.3 Stapsgewijze analyse**

De stapsgewijze analyse bestond uit de volgende stappen:

- 1 Vooronderzoek: Locatiebezoek naar de omstandigheden en mogelijkheden voor hemelwateropvang in de directe omgeving.
- 2 Rioleringstechnisch onderzoek: Onderzoek om oplossingen te vinden voor de wateroverlast in stedelijk gebied. Hierbij hebben we de afstroming over straat in het 1D-rioleringsmodel verwerkt. Ook zijn hierin de retentievijvers opgenomen, vanwege de geconstateerde hoge oppervlaktewaterstanden tijdens de wateroverlast. In deze stap maakte het regionaal oppervlaktewater nog geen deel uit van het onderzoek.
- 3 Watersysteemonderzoek: Om inzicht te krijgen in de wisselwerking tussen riolering, stedelijk en regionaal watersysteem van de Grote Leij, was een innovatieve werkwijze noodzakelijk. Omdat de ruimte ontbrak om waterberging aan te leggen wilden we optimaal gebruik maken van de bestaande bergingscapaciteit. Dat bespaart ook kosten. D.w.z. dat we scherper op de snede ontwerpen en daarvoor hebben we een verfijnder inzicht in de interactie tussen de watersystemen nodig. Normaal wordt uitgegaan van vaste kengetallen om watersystemen op elkaar af te stemmen. Door de te geringe waterberging in stedelijk gebied waren deze kengetallen niet geschikt voor een afstemming. De neerslagafvoer en de frequentie van waterstanden hebben we onder alle omstandigheden (zomer, winter en overgangsperioden) onderzocht. Hierbij hebben we recente neerslaggegevens gebruikt in plaats van de neerslagreeks De Bilt 1955-1964. Recente lokale data geven een betrouwbaarder beeld van de wateroverlastfrequentie.

De berekeningsscenario's zijn:

a Huidige situatie (2009).

b Plansituatie met maatregelenpakket 1.

c Plansituatie met maatregelenpakket 2 (bijstelling en aanvulling na stap 4).

De resultaten hebben we inzichtelijk gemaakt met overstromingsrisicokaarten, die

bij de herhalingstijden 10 jaar en 100 jaar de gebieden aangeven waar water op maaiveld is te verwachten. Ten slotte hebben we een extremewaardenanalyse van de rekenresultaten uitgevoerd om eenvoudig te kunnen aflezen hoe vaak extreme waterstanden voorkomen.

- 4 Voor drie belangrijke maatregelen is een voorontwerp opgesteld om de haalbaarheid te toetsen en snelle realisatie mogelijk te maken. In de eerstvolgende berekening hebben we het voorontwerp getoetst, zodat we de maatregelen beter konden uitwerken en nauwkeuriger in het model konden verwerken.

### *Innovatieve aanpak*

Het innovatieve aan deze analyse is vooral de manier waarop we met de neerslaggegevens en simulatiemodellen zijn omgegaan.

| 125

### *Gebruikte neerslagbelasting*

Voor dit project hebben we lokale neerslaggegevens 1995-2005 (uursommen) van KNMI-meetstation Vliegbasis Gilze-Rijen gebruikt met klimaatontwikkeling vanaf 1960 tot nu. Met lokale neerslaggegevens komen de berekende en in de praktijk ervaren overlastfrequenties beter met elkaar overeen. Voor dit project was al in 2008 gekozen om lokale en recente neerslaggegevens te gebruiken, omdat dit eenduidiger is uit te leggen naar bestuur en burgers. Bij langjarige historische reeksen komen de klimaatontwikkelingen niet of onvoldoende in de reeks tot uiting.

De ambitie is ‘aanpassen aan de klimaatontwikkeling die met zekerheid is opgetreden’. Hiervoor moeten we een 100-jarige neerslagreeks hebben die het klimaat van de periode 1995-2005 bevat (de periode van de gebruikte KNMI-uursommen). Als we alleen meetwaarden zouden gebruiken, lopen we achter de feitelijke ontwikkeling aan. Om over een 100-jarige lokale neerslagreeks te beschikken, moeten we de meetdata 1995-2005 dus tot een statistische 100-jarige reeks bewerken. Hierbij is de toekomstige klimaatontwikkeling niet meegenomen, omdat de omvang en snelheid hiervan nog te onzeker zijn.

### *Lokale gegevens ‘uitrekken’*

Bovengenoemde 10-jarige gemeten neerslagreeks (1995-2005) hebben we op een voor Nederland unieke manier in een speciaal ingeregeld statistisch model (Poisson-verdeling) uitgerekt tot 100 jaar. Dit is gebeurd met behulp van een ‘random generator’. Deze zorgt voor een willekeurige opeenvolging van regenintensiteiten met eenzelfde kansverdeling als de 10-jarige gemeten neerslagreeks. Door de langere lengte van de reeks komen ook zeldzamere intensiteiten voor, zodat alle neerslagpatronen in de werkelijk optredende frequentie in de reeks zijn opgenomen. De gebruikte parameters hebben we afgeleid uit de gemeten neerslag en de gegenereerde reeks is en passend gemaakt op de gemeten

neerslagreeks. Dit 'uitrekken' is vastgelegd in een programma TSR-sim (Time Series Rainfall simulations), zodat we er zeker van zijn dat de statistische bewerkingen juist worden uitgevoerd. Dit programma is gebaseerd op werk van HR Wallingford, MET office, MWH en Imperial College voor het UKWIR Project CL 10 (Climate Change and the Hydraulic Design of Sewerage Systems). Hierbij hebben we de uursommen volgens een statistisch afgeleide verdeling gesplitst in vijfminutensommen. De daarbij gebruikte kansverdeling is ontleend aan de gemeten neerslag. De kansverdeling is daardoor specifiek voor Gilze en Rijen en voor de meetperiode.

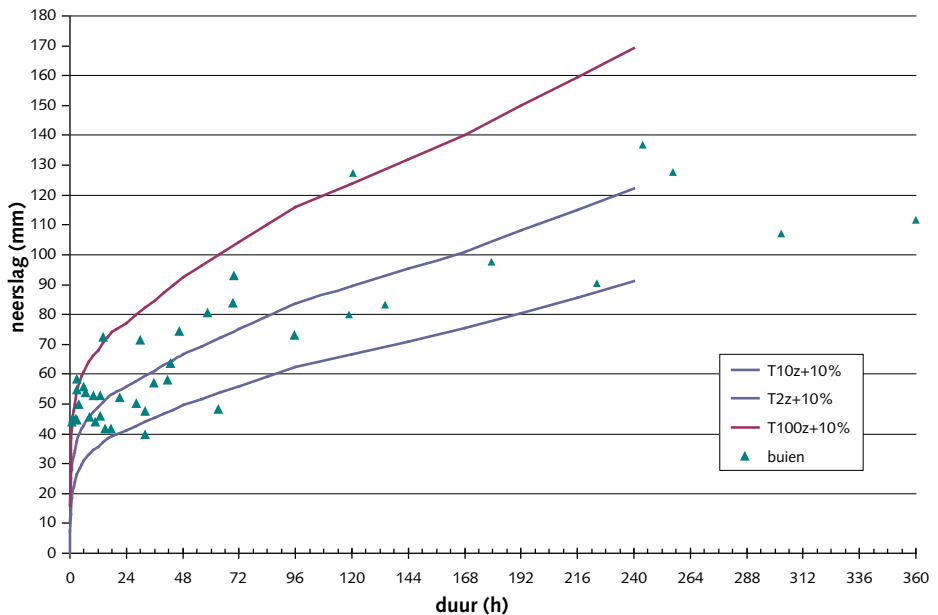
### Mogelijke overlastperioden

De 100-jarige neerslagreeks is opgedeeld in perioden waarin de neerslag eventueel tot overlast kan leiden. Dit zijn er 47. De tussenliggende droge periode is minstens zo lang dat de Grote Leij de voorgaande vertraagde neerslagafvoer van onverhard oppervlak heeft afgevoerd.

126 |

### Beperkt rekenwerk

Het rekenwerk hebben we beperkt op basis van simulaties uit de 47 neerslagperioden. Er is gekozen voor 20 buien op basis van de resultaten en omdat de interactie tussen de watersystemen en de riolering bij 1x per 5 jaar (dus 20 buien in 100 jaar) belangrijk wordt, neerslagperioden te selecteren met de hoogste waterstanden in de retentievij-



Figuur 11.2 Overzicht 47 grootste neerslagperioden Vliegbasis Gilze-Rijen met regenduurlijnen (De Bilt+10%).

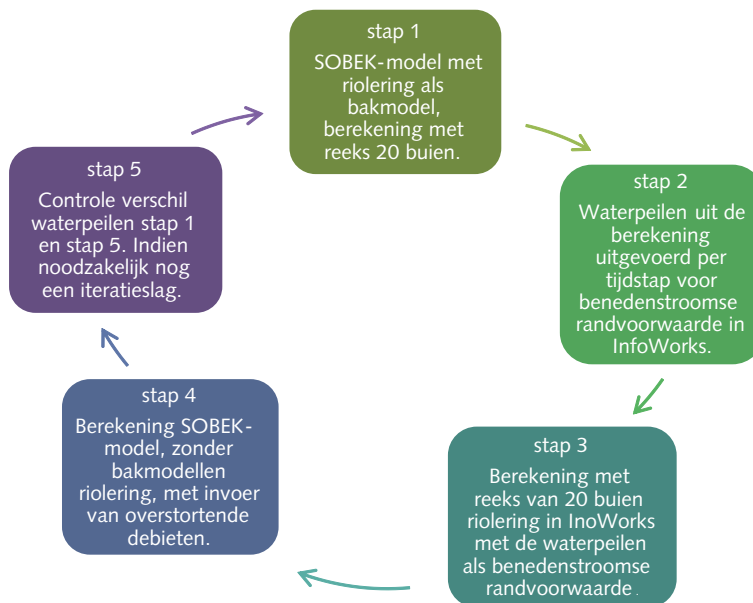
vers. Hierbij is geen onderscheid gemaakt tussen seizoenen. Dat kan ook niet in een statistisch samengestelde neerslagreeks, omdat de neerslagperioden niet zijn gekoppeld aan datum en tijd. Alle belangrijke neerslagperioden hebben we doorgerekend. De ruimte tussen het snel reagerende stedelijke systeem en het langzamer reagerende landelijke systeem is automatisch in de simulaties verwerkt. Deze ruimte is te benutten door daarop gerichte maatregelen te treffen.

### *Integraal simuleren riolering en watersysteem*

We hebben onderzocht of de beschikbare modellen voor oppervlaktewater (SOBEK) en riolering (InfoWorks) gelijktijdig konden draaien, waarbij in elke rekenstap de resultaten van het andere model worden gebruikt (Open MI). Hiervoor bleek SOBEK nog niet voldoende geschikt te zijn.

| 127

Het oppervlaktewatersysteem hebben we doorgerekend met het gekalibreerde SOBEK-model dat het waterschap heeft aangeleverd. Dit model houdt rekening met grondwaterstanden en verzadiging van de bodem. De riolering hebben we doorgerekend met het InfoWorks-model dat MWH eerder voor de gemeente heeft opgesteld. Hiermee zijn tijdrovende hermodellering en kalibratie in InfoWorks voorkomen. Gemeente en waterschap kunnen verder met hun eigen model.



**Figuur 11.3** Randvoorwaarden uit SOBEK gebruikt in rioleringsmodel van Gilze.

De twee modellen werken perfect samen via de methode in figuur 11.3. Hierbij hebben we gewerkt met twee steeds na elkaar draaiende modellen, die na enkele herhalingsstappen bijna gelijke resultaten geven voor debiet (verschil tot 5,1%) en volume (verschil tot 2,3%). Elke minuut is een rekenresultaat overgezet naar het andere model ter plaatse van elke overstort.

#### 11.4 Oorzaken wateroverlast

Uit de analyse komen de volgende oorzaken van de wateroverlast naar voren:

- In het Basisrioleringsplan had de gemeente al (op basis van herberekening en naverkenning) vastgesteld dat de uitbreiding van het verharde oppervlak een oorzaak van wateroverlast is.
- Lokale detaillering van aansluitleidingen, hoogteligging en vloerpeilen:
  - Te klein hoogteverschil tussen weg en vloer (bij winkelcentrum; C in figuur 11.1).
  - Het richting de tunnel aflopende wegdeel van de Europalaan is groter dan de tunnelbak en hierop is de pompcapaciteit niet berekend (B).
  - Uit kolken in het wegdeel dat naar de tunnelbak afloopt, stroomt door de lage ligging water richting tunnel, terwijl de kolken juist water zouden moeten afvoeren (B).
- Lokaal laag maaiveld (plaatselijk Burgm. Krollaan (A)).
- Hoge waterstanden in de retentievijvers leiden tot verdrongen overstorten en belemmeren de afvoer van de riolering. De geringe stroomsnelheid en opstuwning in de riolering bevestigen dit. Uit rioleringsberekeningen met vrije afvoer van de overstorten blijken de hoeveelheden water op straat veel lager zijn. Uit het rioleringsonderzoek is gebleken dat zonder verlaging van de oppervlaktewaterwaterstanden geen oplossing mogelijk is voor de wateroverlast.
- Volgens de waarnemingen van de buitendienst speelt bij de tunnel in de Europalaan (B) aanvoer over maaiveld vanaf het licht hellende gebied ten westen van de Europalaan een belangrijke rol. Dit is bevestigd met het rioleringsmodel, waarin we de retentievijvers en de afstroming over het maaiveld hebben opgenomen.
- De oorzaak van wateroverlast in het winkelcentrum (C) in Rijen is een combinatie van opstuwning in de riolen naar de overstort bij Wolfsweide en de hoge waterstand in de retentievijver. Dit komt door uitbreiding van verhard oppervlak in de loop der jaren. De waterstanden zijn ook hoger doordat de gemeente de stuwdrempel die de eerste retentievijver met de tweede verbindt hoger instelt dan de oorspronkelijke ontwerpwaarde. Hierdoor is de tweede vijver minder vaak in gebruik. Dit is gunstig voor de waterkwaliteit, wat van belang is omdat de tweede retentievijver nu als visvijver fungeert.



*Berekeningsresultaten huidige situatie*

- Bij de retentievijvers komt eens per 10 jaar water op maaiveld voor (zie ook figuur 11.5 in paragraaf 11.5).
- De wateroverlastfrequentie in de praktijk komt overeen met de berekeningsresultaten van de integrale modellering met de neerslagreeks (zie ook tabel 11.2 in paragraaf 11.5). Met de huidige stedelijke waterberging (situatie 2009) komt eens per 2 jaar wateroverlast voor. Om dit te verbeteren naar eens per 10 jaar, zou volgens de gebruikelijke berekeningsmethoden met waterbalansberekeningen circa 7 ha extra waterberging nodig zijn.
- Hoge oppervlaktewaterstanden belemmeren de afvoer van de overstorten, waardoor water op straat optreedt.

**11.5 Maatregelen**

Uit het vooronderzoek bleek dat in de directe omgeving geen mogelijkheden waren om water bovengronds op te vangen. Op basis van het rioleringsonderzoek is te stellen dat de gebruikelijke rioleringstechnische maatregelen de overlast beperken tot herhalingsstijden van 5 jaar, mits geen terugstuwning plaatsvindt. Gebruikelijke riolerings-technische maatregelen zijn:

- afkoppelen van circa 5% verhard oppervlak en infiltreren in de bodem;
- aanpakken van specifieke riooltracés met hoge opstuwning, lokale verliezen in de overstortput en afloopleiding.

Verder bleek uit het vooronderzoek dat de voor de hand liggende afvoer van water op straat naar groenvoorzieningen niet haalbaar is. Dit komt door de aanzienlijke afstand naar groenvoorzieningen en de lage vloerpeilen op het tracé ernaartoe. In het geval van de Gen. Maczektunnel (B in figuur 11.1) ligt de retentievijver naast de tunnel, maar raakt de retentie volledig gevuld. Water over de straat afvoeren naar laag gelegen gronden of oppervlaktewater is dus geen oplossing omdat die al vol water staan.

In het kader van het Bestuursakkoord Water ligt er ook een opgave voor de retentievijvers en zijn we op zoek naar maatregelen die de waterstanden in de retentievijvers beneden maaiveld houden (1 x per 100 jaar) en de afvoer van de riolering niet belemmeren. Duidelijk is dat de retentievijvers te klein zijn en/of de afvoer uit de vijvers te gering. Zolang dit het geval is, is het vergroten van riolen niet effectief. Samenwerking tussen gemeente en waterschap is daarom essentieel om tot een optimalisatie te komen. Als bestaande waterberging buiten de bebouwde kom te benutten is, is dat goedkoper dan extra waterberging realiseren in de riolering of in oppervlaktewater in het stedelijk gebied. Bovendien is nieuwe berging in het buitengebied per m<sup>3</sup> bijna altijd goedkoper dan waterberging in het stedelijk gebied en in de riolering. Daarom hebben we als

onderzoeksgebied gekozen voor het totale stroomgebied van de Grote Leij tot aan Dongen. In Dongen bevindt zich wel een benedenstroomse wateroverlastlocatie, die niet negatief mag worden beïnvloed.

De noodzakelijke oplossingsrichtingen liggen dus in het oppervlaktewater:

- vergroten retentievijvers;
- verlagen waterpeil;
- vergroten afvoer uit retentievijvers;
- combinatie bovenstaande oplossingen.

In eerste instantie is het vergroten van de retentievijvers onderzocht. Dit bleek in Rijen mogelijk, maar bood geen volledige oplossing. In Gilze is geen mogelijkheid gevonden.

130 |

#### *Belangrijkste maatregelen per locatie*

- Gilze – Broekakkers (A):
  - Aanleg afvoerduiker 2.000 mm x 1.000 mm naar de Aalstraatse Leij. De benedenstroomse stuw bepaalt de verdere afvoer en de waterstanden.
  - Herprofilering Grote Leij over circa 500 m ter hoogte van de vliegbasis (gerealiseerd).
  - Voor verdere maatregelen wordt gedacht aan een peilverlaging en/of aanleg van natuurvriendelijke oevers in het kader van de te realiseren ecologische verbindingzone.
- Rijen – Haansberg (B):
  - Verlagen overstortdrempel en hemelwaterriolering van aanliggende percelen rechtstreeks aansluiten op de retentievijver.
  - Beschermen tunnel tegen inlopend water over straat.
  - Vergroten wateroppervlak retentievijvers met 3.400 m<sup>2</sup> (toename 48%).
  - Verlagen peil in retentievijvers met 0,30 m.
  - Vergroten afvoerduiker naar de Grote Leij van Ø 500 mm naar Ø 1.000 mm.
  - Debietsbegrenzing stuw direct bovenstrooms van de retentievijver Haansberg beperkt de benedenstroomse waterstanden en compenseert gedeeltelijk de extra afvoer vanuit Haansberg.
  - Bovenstrooms van deze stuw stijgt de waterstand door de versnelde afvoer uit Gilze en in beperkte mate door de debietsbegrenzing. Hier is het graven van 2.200 m<sup>3</sup> waterberging opgenomen, maar is ook behoefte aan extra wateroppervlak of het ophogen/beschermen van een landbouwkavel.
- Rijen - Centrum en Wolfsweide (C):
  - Aanleg ondergrondse berging circa 500 m<sup>3</sup> aan de Mangrovelaan (gerealiseerd). De vuldrempel is hoog gekozen om alleen neerslagpieken op te vangen.
  - Herinrichting park Wolfsweide (gerealiseerd): afgraven 9.200 m<sup>3</sup> met 0,9 m tot NAP+ 5,40 m. Daarnaast afgraven 7.700 m<sup>2</sup> dat ongeveer eens per 30 jaar 0,10 m onderloopt. Afvoerduikers en afvoersloot verruimen.

- Aanleg retentievijver van 6.500 m<sup>2</sup> noordelijk van Wolfsweide (gerealiseerd). De vijver loopt vertraagd leeg.
- Debietsbegrenzing stuw Vierbundersweg om hogere waterstanden in Dongen te voorkomen.
- Aanleg parallelriool over 100 m naar riooloverstort op vijver, omdat terugstuwing uit de retentievijver niet volledig weg is.

### Effecten van maatregelen

Tabel 11.1 geeft de berekende waterstanden weer, tabel 11.2 de berekende wateroverlastfrequenties.

Tabel 11.1 Hoogtegegevens en berekeningsresultaten van de 100-jarige neerslagreeks.

Waarden in m NAP+	Gilze Broekakkers (A)		Rijen Haansberg (B)		Rijen Wolfsweide (C)		Dongen Tichelreit	
	huidig   plan		huidig   plan		huidig   plan		huidig   plan	
Maaiveldhoogte	10,90	10,90	8,00	8,00	6,20	6,30	6,20	6,20
Hoogte overstortdempel	9,65	9,65	7,44	7,44	4,80	4,80	-	-
Hoogte stuwdempel benedenstrooms	9,20	9,20	6,30	6,30	4,10	4,10	-	-
Max. waterstand 1 x per 2 jaar	10,08	10,08	7,21	6,64	4,73	4,53	3,55	3,57
Max. waterstand 1 x per 10 jaar	11,37	10,97	8,30	7,35	6,24	5,93	3,95	3,89
Max. waterstand 1 x per 100 jaar	11,63	11,21	8,58	7,78	6,61	6,30	4,07	4,05

| 131

Tabel 11.2 Samenvatting wateroverlastfrequenties.

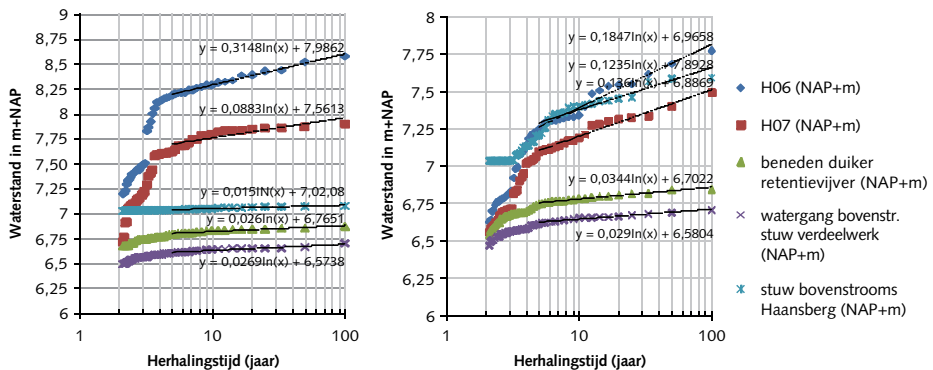
Locatie	Huidige situatie (praktijk-ervaring)	Huidige situatie (berekend w.o.s.)	Plansituatie (berekend w.o.s.)	Toelichting
B. Rijen – Haansberg: Generaal Maczek tunnel (Europalaan)	1x per 3 jaar	1x per 3 jaar	1x per 12 jaar	Direct wateroverlast
C. Rijen – Centrum: Winkelcentrum de Laverije (Mangrovelaan)	1x per 2 jaar	1x per jaar	1x per 10-12 jaar	Direct wateroverlast
A. Gilze – Broekakkers: Bedrijventerrein en benzinstation (Burg. Krollaan) Meerdere bedrijven	1x per 1 jaar 1x per 3 jaar	1x per 2 jaar 1x per 3 jaar	1x per 8 jaar 1x per 10 jaar	Direct wateroverlast schade bij 0,10 m w.o.s.
Dongen – Tichelreit waterstanden: hoger dan NAP+ 3,95 m hoger dan NAP+ 4,00 m	Niet beschikbaar	1x per 10 jaar 1x per 20 jaar	1x per 14 jaar 1x per 50 jaar	Niveaus mogen niet vaker worden overschreden

w.o.s. = water op straat

Uit tabel 11.1 blijkt duidelijk dat de waterstanden in de retentievijvers door de maatregelen dalen. Bij 1 x per 10 jaar is geen water op maaiveld meer berekend bij Haansberg (B) en Wolfswiede (C). Bij Broekkackers (A) is nog water op maaiveld berekend, ondanks dat hier zo veel mogelijk water wordt afgevoerd. Volgens de overstromingsrisicokaart leidt de grotere afvoer niet tot water op maaiveld in een groter gebied. De maatregelen zijn zodanig gekozen dat de waterstanden benedenstrooms van Haansberg (B) niet voor méér overlast zorgen.

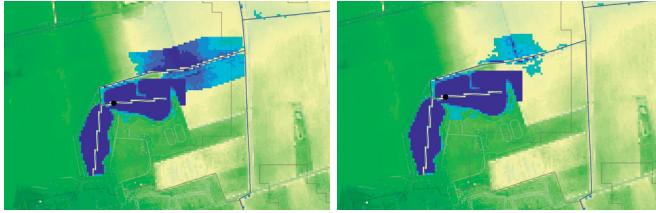
De effecten op de berekende waterstanden per herhalingstijd komen duidelijk naar voren in de extremewaardenanalyse. Figuur 11.4 geeft deze weer voor de locatie Rijen – Haansberg (B), zowel voor de westelijke (met overstort HO6) als de oostelijke vijver (met overstort HO7). De twee grafieken betreffen de huidige en geplande situatie en bevatten al de 47 neerslagperioden om de nauwkeurigheid te vergroten. De horizontale as van de grafiek geeft de herhalingstijd weer en de verticale as de te verwachten waterstand. Door de logaritmische schaal van de horizontale as is met de best passende rechte lijn door de berekende waterstanden ook van tussenliggende herhalingskansen de waterstand af te lezen. Deze lijn koppelt een statistisch juiste waterstand aan een herhalingstijd, waardoor we niet meer afhankelijk zijn van een specifieke bui die net boven of net onder de lijn ligt. De extremewaardenanalyse geeft geen grote verschillen in berekende waterstanden met de resultaten van de 20 neerslagperioden in tabel 11.1. De selectie van 20 buien geeft dus een goed beeld. Dergelijke grafieken zijn ook voor afvoerdebieten te maken.

In de overstromingsrisicokaarten (zie figuur 11.5) is het verschil in overstroomd gebied te zien vanuit het oppervlaktewatersysteem bij de herhalingstijd van 10 jaar. In Broekkackers (A) leidt de grotere afvoer niet tot meer inundatie bij de benedenstroomse stuw. De waterstand eens per 10 jaar bij deze stuw stijgt van NAP+ 9,82 tot 9,86 m. Bij Wolfswiede (C) is het onderlopende gebied zo goed als beperkt tot de vijvers zelf. Bij Haansberg (B) is geen inundatie meer berekend.

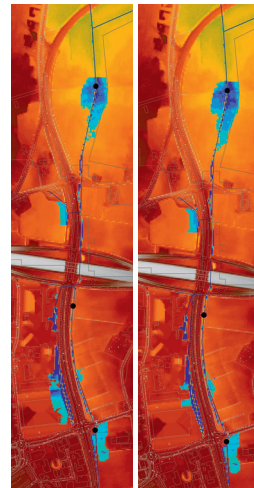


Figuur 11.4 Extremewaardenanalyse waterstand Rijen-Haansberg in huidige (links) en plansituatie (rechts).

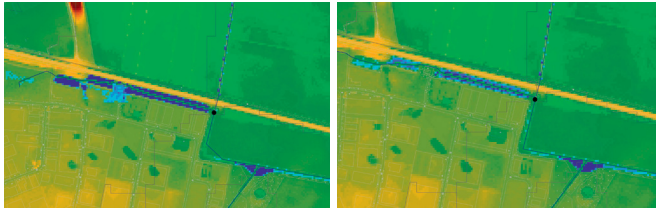
C. Rijen - Wolfsweide



A. Gilze - Broekakkers

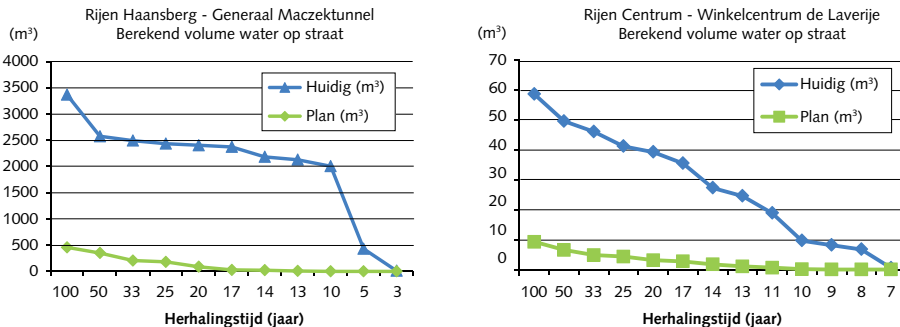


B. Rijen - Haansberg



Figuur 11.5 Overstromingsrisico 1 x per 100 jaar in landelijk gebied huidige situatie (links) en plansituatie (rechts).

Figuur 11.6 geeft de berekende volumes van water op straat weer.



Figuur 11.6 Berekende volumes water op straat Gen. Maczektunnel (B) en winkelcentrum de Laverije (C).

### 11.6 Ervaringen met maatregelen

De bergingskelder bij het winkelcentrum (C) is in het voorjaar van 2012 aangelegd met het watershell-principe van Waterblock, vanwege de beperkte uitvoeringsduur en de uitvoering met het afzinken van de kelder. Deze uitvoeringstechniek kreeg de voorkeur, vanwege de beperktere risico's voor de nabij gelegen op staal gefundeerde bebouwing in vergelijking met traditionele uitvoering. Tijdens het voorontwerp is de berging ongeveer 10% verkleind wegens nabijgelegen op staal gefundeerde bebouwing, inpassing tussen de kabels en leidingen, en de detaillering. Deze verkleining leidde in de daaropvolgende

berekeningsslag niet tot een ongunstiger rekenresultaat, omdat gelijktijdig de gunstiger inrichting van de retentievijver Wolfsweide (C) in het model is opgenomen.

Na aanleg is bij de bui van 27/28 juli 2013 (31 mm in 1 uur, ongeveer overeenkomend met bui 9 uit de Leidraad riolering) geen wateroverlast opgetreden. Zonder de bergingskelder was dit wel verwacht.



Figuur 11.7 Aanleg bergingskelder Winkelcentrum de Laverije (C) in Rijssen, 2011.

Inmiddels zijn ook de afkoppelprojecten uit het Basisrioleringsplan gerealiseerd en zijn de retentievijvers in Wolfsweide aangepast. De instroming in de Maczek tunnel in Haansberg is door aanpassingen in de directe omgeving beperkt en de retentievijvers zijn vergroot, maar de duikers nog niet. Dit houdt verband met de nog te verlenen watervergunning. De proceduretijd hiervan loopt (situatie sept 2013). Deze is langer dan gebruikelijk, omdat het waterschapsbestuur eerst moet instemmen met het benutten van waterberging voor stedelijk gebied in bestaande watergangen in het buitengebied. De uitvoering is in 2014 gepland. In Gilze worden varianten voor het voorontwerp onderzocht, die misschien goedkoper te realiseren zijn of een gunstiger effect hebben. Uitvoering vindt niet plaats in de eerste helft van 2014.

## 11.7 Nabeschuiving

- De gekozen integrale aanpak van riolering en stedelijk en regionaal oppervlaktewater zorgt voor een beter inzicht. De resultaten zijn eenduidig te interpreteren en transparant te presenteren door het gebruik van neerslagreeksen, overstromingsrisico-kaarten en extremewaardenanalyses.
- De omvang van het rekenwerk valt mee. Het aantal berekeningen in de ontwerpfase is met 20 neerslagperioden maar twee keer groter dan ontwerp buien voor zomer- en wintersituatie bij 5 herhalingsstijden. Dit is zeker de moeite waard, omdat deze methode veel meer inzicht verschaft en eenduidiger is.
- Door integraal met regenreeksen alle optredende neerslagomstandigheden met InfoWorks en SOBEK te simuleren, is aangetoond dat een zwaardere belasting van het regionale watersysteem en een betere benutting van bestaande berging mogelijk

is zonder negatieve benedenstroomse gevolgen. De maximale afvoeren van landelijk en stedelijk gebied vallen niet volledig samen. Slechts op enkele punten is sprake van een toename van waterstanden, hiervoor worden beperkte compenserende maatregelen opgesteld.

- De ledigingstijd van de retentievijvers is een belangrijk aandachtspunt. De kans op wateroverlast door opeenvolging van buien kan toenemen als de vijvers niet tijdig leeg zijn. Als de waterstromen van stedelijk gebied te langzaam afvoeren, gaan deze meer overlappen met de afvoer van landelijk gebied met hogere waterstanden tot gevolg. Deze berekeningsmethode maakt dit soort effecten inzichtelijk.
- Na correctie voor de toename van verhard oppervlak blijkt klimaatontwikkeling een belangrijke invloed te hebben op de overstortingsvolumes en wateroverlast. Bij andere projecten kwam een aanzienlijke toename in overstortingsvolumes en wateroverlast naar voren bij gebruik van de neerslagreeks 1995-2005 ten opzichte van de neerslagreeks 1955-1964, onder andere door opeenvolging van buien (zie artikel Rekenen op robuuste RTC-regeling rioolstelsel, E.H.J. Oude Luttikhuis, Vakblad Riolerings, oktober 2013). De 100-jarige neerslagreeks in dit project is gebaseerd op de gemeten neerslagreeks 1995-2005, dus de klimaatontwikkeling tussen 1960 en 2005 is volledig meegenomen. Dit is bij het gebruik van historische neerslag niet mogelijk.
- De neerslagreeks 1995-2005 geeft ook inzicht in de door klimaatontwikkeling toegevoegde overstortingsvolumes en daarmee vuilemissie. Dit kan van belang zijn in verband met de resultaatsverplichting van de KRW en om voorgenomen maatregelen in dat kader te beoordelen.
- In de berekeningen hebben we nog geen rekening gehouden met de nog te verwachten klimaatontwikkeling en toename van verhardingen. De gemeente compenseert toename van verharding in nieuwe gebieden door extra waterberging aan te leggen en in bestaande gebieden door verhard oppervlak af te koppelen. Maatregelen om de toekomstige klimaatontwikkeling op te vangen, stelt zij in de toekomst vast als minder onzekerheid is over de omvang van de klimaatontwikkeling.
- Het oorspronkelijk geschatte ruimtegebruik voor stedelijke waterberging van circa 7 ha is teruggebracht tot circa 3,9 ha door de aanwezige bergingscapaciteit in het regionale watersysteem optimaal te benutten voor regionale en stedelijke waterberging samen.
- Uit een globale kostenvergelijking van maatregelen blijkt dat circa 1 miljoen euro aan uitvoeringskosten is bespaard door de nauwkeurigere berekeningswijze en door de bestaande waterberging in het landelijke gebied te benutten voor stedelijke waterberging. De meerkosten van de studie zijn in vergelijking hiermee verwaarloosbaar.
- Het toepassen van een innovatieve berekeningssystematiek kost doorlooptijd in het project. Dit was het zeker waard, omdat het project heeft geleid tot een betere samenwerking, optimaal gebruik van bestaande infrastructuur en een belangrijke kostenbesparing.