

Ervaringen met de aanpak van regenwateroverlast in bebouwd gebied

Voorbeelden en ontwikkelingen anno 2014



Ervaringen met de aanpak van regenwateroverlast in bebouwd gebied

Hoe ver moeten we gaan in het investeren in maatregelen om regenwateroverlast nu en in de toekomst tegen te gaan? Dit is een kernvraag in het huidige stedelijk waterbeheer. In dit boek delen ruim twintig auteurs van adviesbureaus, gemeenten en bedrijven hun inzichten, benaderingen en aanpakken. Een scala aan analysemethoden, modelontwikkelingen en maatregelen op het gebied van berging, afvoer, ruimtelijke inrichting, in en om de woning komen aan bod. Een bundel met 'state of the art' methodologische ontwikkelingen en praktische voorbeelden voor het omgaan met hevige buien. U hoeft de extreme bui niet meer af te wachten, met dit boek kunt u nu al ervaring opdoen.

ISBN/EAN 97 890 73645 00 4



Stichting RIONED

Ervaringen met de aanpak van regenwateroverlast in bebouwd gebied.

Voorbeelden en ontwikkelingen anno 2014

© februari 2014

Stichting RIONED, Ede

Stichting RIONED is zich volledig bewust van haar taak een zo betrouwbaar mogelijke uitgave te verzorgen. Niettemin kunnen Stichting RIONED en de auteur geen enkele aansprakelijkheid aanvaarden voor eventueel in deze uitgave voorkomende onjuistheden.

<i>Auteurs</i>	Harry van Luijtelaar et al.
<i>Tekstadvies</i>	LijnTekst, Utrecht
<i>Eindredactie</i>	Harry van Luijtelaar, Stichting RIONED, met dank aan de ‘meelezers’
<i>Vertaling samenvatting</i>	De Geus Translations, Delft, met dank aan George Stockell (gemeente Bergen NH)
<i>Omslagfoto</i>	Fam. van den Broek, Veldstraat, Deurne;
<i>Vormgeving</i>	GAW ontwerp+communicatie, Wageningen
<i>Druk</i>	Modern, Bennekom
<i>ISBN/EAN:</i>	978-90-73645-00-4

Voorwoord

Bij extreme neerslag gaat het om gevallen die veel verder gaan dan de norm waaraan in rioleringsmodellen wordt getoetst. De norm die stelt dat net geen water op straat mag optreden, bijvoorbeeld bij bui08 uit de Leidraad riolering.

Ervaringen met aanpak van regenwateroverlast in bebouwd gebied biedt u een breed overzicht van toegepaste analyses en onderbouwingen van verschillende oorzaken en typen maatregelen om overlast en schade door extreme neerslag in bebouwd gebied te beperken of voorkomen. Deze bundeling van artikelen kan u als stedelijk waterbeheerder helpen potentiële regenwateroverlast eerder te herkennen en een duidelijk beeld geven van mogelijke aanpakken en maatregelen.

| 3

Het bestrijden van regenwateroverlast vraagt per situatie om maatwerk en nieuwe rekenmethoden zijn volop in ontwikkeling. Dit boek is dan ook niet bedoeld om methoden en technieken vast te leggen als algemene standaarden of om een oordeel uit te spreken over toegepaste methodieken. Wel is getracht om in de beperkte omvang van artikelen de stand van zaken anno 2014 helder uit te leggen, in het besef dat nog grote ontwikkelingen gaande zijn.

De auteurs van de artikelen in dit boek zijn medewerkers van gemeenten, adviseurs en leveranciers. Ik dank hen hartelijk voor hun inzet, betrokkenheid en openheid. De eindredactie was in handen van Harry van Luijtelaar van Stichting RIONED.

Ik hoop dat de bijdragen u inspireren om waar nodig op doelmatige wijze waterschade door hevige buien te voorkomen.

Hugo Gastkemper
directeur Stichting RIONED

februari 2014

Inhoud

1 Over dit boek	11
1.1 Aanleiding	11
1.2 Doel	11
1.3 Uitwerking	11
1.4 Proces	11
1.5 Redactiecommissie	12
1.6 Leeswijzer	12

A Maatregelen

2 Loon op Zand	18
2.1 Aanleiding, doel en aanpak	19
2.2 Situatieschets, rioolstelsel en kenmerken	20
2.3 Analyse functioneren stelsel en oorzaken wateroverlast	21
2.4 Toetsing theorie en onderbouwing afweging maatregelen	24
2.5 Gekozen maatregelen	26
2.6 Uitvoering maatregelen	27
2.7 Ervaringen na afronding project	29
2.8 Nabeschouwing en evaluatie	30

3 Enschede	31
3.1 Historie functioneren rioolstelsel	33
3.2 Uitwerken maatregelen	35
3.3 Ervaringen met maatregelen	37

4 Egmond aan Zee	40
4.1 Inleiding	41
4.2 Situatie in 2006	41
4.3 Analyse wateroverlast en maatregelen	42
4.4 Meet- en monitoringsprogramma	44
4.5 Resterende opgave anno 2013	49
Literatuur	49

5 Tholen	50
5.1 Situatie kern Tholen	51
5.2 Oorzaken wateroverlast	51
5.3 Maatregelen	55
5.4 Nabeschouwing	58

6 Helmond	59
6.1 Aanleiding en doel	60
6.2 Ontwerp en aanleg maatregelen	62
6.3 Ervaringen met maatregelen	63
7 Heuvelrug (Leersum)	66
7.1 Situatieschets	67
7.2 Aanpak	67
7.3 Maatregelen	69
7.4 Metingen	73
7.5 Ervaringen met maatregelen	76
7.6 Overdracht naar beheerders	78
7.7 Nabeschouwing	78
8 Borger-Odoorn (Exloo)	79
8.1 Situatieschets en maatregelen	80
8.2 Dimensionering verticaal infiltratiesysteem	82
8.3 Ervaringen met maatregelen	84
B Analysemethoden	
9 Albergen	88
9.1 Aanleiding en doel	89
9.2 Situatieschets	90
9.3 Modelbenaderingen, neerslagbelasting en scenario's	93
9.4 Analyse	96
9.5 Afweging onderbouwing en effecten van maatregelen	102
9.6 Conclusies en aanbevelingen	102
10 Nijmegen	104
10.1 Aanleiding en aanpak	105
10.2 Documenteren extreme bui	106
10.3 Aanpak analyse mogelijkheden rekenmodellen	109
10.4 Resultaten toetsing aan water op straat	110
10.5 Resultaten toetsing aan hydraulische metingen rioolstelsel	114
10.6 Conclusies	118
Literatuur	119

11 Gilze en Rijen	121
11.1 Aanleiding, doel en aanpak	122
11.2 Situatieschets 2009	123
11.3 Stapsgewijze analyse	124
11.4 Oorzaken wateroverlast	128
11.5 Maatregelen	129
11.6 Ervaringen met maatregelen	133
11.7 Nabeschouwing	134

C Ruimtelijke inrichting

12 New Orleans	138
12.1 Aanleiding en doel	139
12.2 Ontstaan New Orleans en hemelwatersysteem	141
12.3 Waterbeheerders in New Orleans	142
12.4 Situatieschets: stelsel, regenintensiteit en wateroverlast	143
12.5 Berekeningen hydraulisch functioneren	146
12.6 Maatregelen en scenario's	148
12.7 Vervolgonderzoek en nader uit te werken maatregelen	151
12.8 Conclusies en leerpunten	153
Literatuur	155

13 Gemeenten	156
13.1 Aanleiding en aanpak	157
13.2 Ervaren regenwateroverlast en getroffen maatregelen	159
13.3 Hinder en overlast	161
13.4 Succes- en faalfactoren integrale projectaanpak	162
13.5 Samenwerking tussen sectoren	164
13.6 Verankering in planvormen	166
13.7 Conclusies	168
13.8 Aanbevelingen	169
Literatuur	170

14 Rotterdam	171
14.1 Aanleiding, doel en aanpak	172
14.2 Situatieschets Rotterdam-Centrum	173
14.3 Analyse functioneren riool- en watersysteem bij extreme neerslag	176
14.4 Afweging en onderbouwing maatregelen	180
14.5 Effect van de uitgevoerde grote maatregelen	183
14.6 Visie op regenwaterafvoer in de stad	184

D Woning en bewoners

15 IJsselstein	190
15.1 Met angst en beven de zomer in	191
15.2 Onderzoek gemeente	191
15.3 Oplossingen	194
15.4 Nabeschouwing	196
16 Informatie	197
16.1 Inleiding	198
16.2 Archiefonderzoek	199
16.3 Onderzoek overlastmeldingen	203
16.4 Veldonderzoek	207
16.5 Bewonersonderzoek	210
Literatuur (referenties)	213
17 Woning	214
17.1 Werking gebouw- en openbare riolering	215
17.2 Oorzaken en oplossingen in de woning	218
17.3 Oorzaken en oplossingen rond de woning	224
17.4 Oorzaken en oplossingen in de openbare riolering	230
17.5 Nabeschouwing en adviezen	232

E Het nieuwe rekenen

18 Amersfoort	236
18.1 Aanleiding en doel	237
18.2 Basisprincipes van PriceXD	238
18.3 Benodigde input voor PriceXD	240
18.4 Kalibratie en verificatie	242
18.5 Voorbeeldtoepassing PriceXD	244
18.6 Conclusies en aanbeveling	246
Literatuur	247
19 3Di-ontwikkeling	248
19.1 Virtuele maquette als stromingsmodel	249
19.2 Van modelinstrumentarium naar omgevingsmodel	251
19.3 Opbouw visualisatie in 3Di	252
19.4 Kijkje onder de 3Di-motorkap	256
19.5 3Di in de praktijk	260
19.6 De toekomst met 3Di in de stad	261

20 Maaiveld	264
20.1 Inleiding	265
20.2 Beschikbare bronnen van maaiveldinformatie	268
20.3 Welke data kiezen voor modellering maaiveld?	274
20.4 Praktijktest: effecten bij toepassing in modelberekeningen	276
20.5 Aandachtspunten voor gebruik AHN2 en MLM in praktijk	282
20.6 Toekomstige ontwikkelingen	283
20.7 Nabeschouwing	283
21 Radar bebouwd gebied	284
21.1 Belang van regenmetingen in de stad	285
21.2 Radar, klimatologische radardatasets en extremeneerslagstatistiek	285
21.3 Frequentie extreme neerslag ergens in Nederland/de stad	289
21.4 Meest extreme neerslaggebeurtenissen in stedelijk gebied	293
21.5 Frequentie extreme neerslag per gemeente	296
21.6 Beperkingen en toekomstige ontwikkelingen	302
Literatuur	304
22 Maatstaven / meetmethoden	306
22.1 Water op straat versus wateroverlast	307
22.2 Wateroverlast: ontwikkeling en oorzaken	308
22.3 Toetsen water op straat, methode C2100	310
22.4 Functioneren infiltratievoorzieningen versus rioolstelsels	312
22.5 Toetsen wateroverlast: het 'nieuwe' rekenen	315
Literatuur	323
F Werksessie auteurs	
23 Verslag werksessie	326
23.1 Regenwateroverlast in de praktijk	327
23.2 Wat is genoeg?	330
23.3 Modellen	331
23.4 Maatstaven en meetmethoden	333
24 Resultaten peiling	336
Summary	342
A review of solutions for rainwater problems in built-up areas	344
Nabeschouwing van de redacteur	358

1 Over dit boek

1.1 Aanleiding

De kans op overlast en schade als gevolg van extreme neerslag is relatief laag, één keer in de tien tot vijftig jaar. Het opbouwen van kennis en ervaring met deze problematiek is dan ook moeilijk, omdat het zelden echt misgaat. Ook zijn er dus nauwelijks mogelijkheden om van (praktijk)ervaringen te leren, het kan immers jaren duren voordat een uitgevoerde maatregel beproefd wordt. Daarom brengen we enkele relevante en uiteenlopende ervaringen uit het hele land samen in dit voorbeeldenboek, dat verschijnt in de RIONEDreeks.

1.2 Doel

| 11

Met deze publicatie willen we een relevant en helder beeld schetsen van de stand der techniek op het gebied van probleemanalyse en onderbouwing van maatregelen om regenwateroverlast in bebouwd gebied te voorkomen. Dit kan u als stedelijk waterbeheerder helpen om potentiële regenwateroverlast eerder te herkennen. Ook krijgt u hiermee inzicht in de voor- en nadelen van mogelijke maatregelen en de sterke en zwakke punten in de onderbouwing daarvan.

1.3 Uitwerking

In dit boek is bijzondere aandacht besteed aan de analyse en uitleg van de onderbouwing van maatregelen, de gebruikte toetsingscriteria en het gebruik van waarnemingen en metingen. Naast beschrijvingen van praktijkcases komen interessante aanverwante onderwerpen aan bod, zoals extreme neerslag via radarbeelden, maaiveldhoogtemodellering van het bebouwde gebied, de rol van gemeenten en bewoners, aansluiting van de woning op de riolering, het nieuwe rekenen en het verder kijken dan normbui08. Het boek is rijk geïllustreerd met kaarten, grafieken, tabellen en foto's.

De auteurs zijn medewerkers van gemeenten, adviseurs en leveranciers, die u op een open, kritische en toegankelijke wijze een kijkje in hun keuken geven.

1.4 Proces

In dit project zijn de volgende stappen doorlopen:

- Stichting RIONED heeft de vakwereld benaderd met het verzoek om voorbeeldprojecten in te dienen, aan de hand van een heldere samenvatting (abstract) en een zo volledig mogelijk ingevulde vragenlijst met nadere informatie.
- De redactiecommissie heeft 14 voorbeeldprojecten geselecteerd voor een paper (artikel) in een voorkeursstramien. De selectie vond plaats op basis van de kwaliteit van de aanpak van het project en de diversiteit in soorten oorzaken van overlast in

samenhang met de voorgestelde maatregelen (oplossingen). (De selectie was gericht op een zo breed mogelijk beeld van typen problemen, aanpakken en oplossingen. Het is dus mogelijk dat goede voorstellen niet zijn gehonoreerd, omdat we moesten kiezen uit meerdere op elkaar lijkende voorbeelden.)

- De redactiecommissie heeft de conceptartikelen kritisch beoordeeld op inhoud, consistentie, heldere uitleg en relevantie van de inhoud voor de vakwereld.
- Daarnaast heeft Stichting RIONED specifieke onderwerpen rond de wateroverlastproblematiek laten onderzoeken, zoals de digitale hoogtekaart en extreme neerslag uit radarbeelden. Hierover zijn vervolgens thema-artikelen voor dit boek geschreven. Ook de inhoud van deze artikelen heeft de redactiecommissie beoordeeld.
- Met de auteurs is een werksessie georganiseerd, waarin deelnemers aan het project feedback hebben gegeven op elkaars artikelen. Het verslag van deze werksessie en een korte samenvatting van de resultaten van een peiling onder de deelnemers staan ook in dit boek.
- Het plan is om in de loop van 2014 een studiedag regenwateroverlast te organiseren, waarin onder meer een selectie van de artikelen wordt gepresenteerd aan en bediscussieerd met de vakwereld.

12 |

1.5 Redactiecommissie

De redactiecommissie die de artikelen heeft beoordeeld, bestond uit:

- | | |
|------------------------|------------------|
| • Peter Ganzevles | Archirion |
| • Daniel Goedbloed | Rotterdam |
| • Almer de Jong | Apeldoorn |
| • Erwin Rebergen | Utrecht |
| • Kees Broks | STOWA |
| • Harry van Luijtelaar | Stichting RIONED |

1.6 Leeswijzer

De inhoud van de artikelen zijn voor de volgende zes blokken samengevat.

A Maatregelen

B Analyse methoden

C Ruimtelijke inrichting

D Woning en bewoners

E Nieuwe rekenen

F Werksessie auteurs

A Maatregelen

- Het artikel van **Loon op Zand** beschrijft de analyse en onderbouwing van de aanleg van bergings- en infiltratievoorzieningen. Hierbij zijn nieuwe rekentechnieken gebruikt, waarvan de resultaten zijn getoetst aan praktijkwaarnemingen.
- In **Enschede** is in overleg met bewoners een maatregelenpakket samengesteld. Bepaalde wegen zijn verlaagd en naast die wegen zijn brede greppels aangelegd. Hierdoor stroomt regenwater via het natuurlijke verhang van het maaiveld naar drie retentiegebieden.
- In **Egmond aan Zee** (Bergen NH) wordt de afstroming van regenwater uit hogergelegen gebieden beperkt door het water zo veel mogelijk ter plekke te bergen en infiltreren. Met metingen houdt de gemeente het functioneren van de voorzieningen in de gaten.
- In **Tholen** bleken te lage deurdorpsels en verkeersdrempels wateroverlast in en schade aan woningen te veroorzaken. Op basis van 1D/2D-modelberekeningen zijn redelijk eenvoudig effectieve maatregelen in de bovengrondse inrichting bepaald en uitgevoerd.
- Ter vervanging van het oude gemengde riool heeft **Helmond** in 2000 in de Luchtvaartbuurt een gescheiden stelsel aangelegd. Het regenwater voert sindsdien (deels via infiltratieriolen) naar meerdere speelvelden af om regenwateroverlast te voorkomen en dat blijkt te werken.
- In het hellende dorp **Leersum (Heuvelrug)** zijn van boven naar beneden diverse grote en kleine bergings- en infiltratievoorzieningen aangelegd. Deze beperken de waterstroom bij hevige regen, wat uitspoeling en schade voorkomt.
- In de goed doorlatende zandbodem van **Borger-Odoorn (Exloo)** blijkt de innovatieve ‘verticale infiltratietechniek’ een succesvolle en kostenbesparende manier om regenwateroverlast tegen te gaan.

| 13

B Analyse methoden

- In **Albergen** had een integrale 1D/2D-modelbenadering duidelijk meerwaarde om zes wateroverlastsituaties in beeld te brengen. De resultaten van het vergelijkend onderzoek ondersteunen de keuze van geavanceerde modelaanpak bij regenwateroverlast.
- In **Nijmegen** zijn combinaties van vier rekenmodellen en vier soorten neerslaggegevens doorgerekend en getoetst. Hieruit blijkt dat modelmatige analyse van wateroverlast goed mogelijk is met hoogwaardige radardata en gedetailleerde rekenmodellen.
- Gemeente en waterschap kwamen in **Gilze en Rijen** via stapsgewijze riooltechnische en waterhuishoudkundige analyses tot een integrale gebiedsbenadering. Hierbij zijn lokale meetdata gebruikt en doorgerekend naar een statistische gegenereerde 100-jarige neerslagreeks.

C Ruimtelijke inrichting

- In een Amerikaans-Nederlandse samenwerking is voor **New Orleans** het eerste waterplan voor stedelijk gebied in de VS ontwikkeld. Maatregelen hierin zijn onder meer het slim koppelen van de stroomgebieden, het creëren van ruimte voor water door het ondergrondse stelsel open te maken en het benutten en vasthouden van hemelwater op eigen en openbaar terrein.
- Een onderzoeksteam van de Hogeschool van Amsterdam heeft onderzocht hoe **gemeenten** kunnen anticiperen op extreme neerslag in de stad. Tijdige afstemming met andere beheerders van de openbare ruimte en met bewoners blijken belangrijke succesfactoren.
- In het centrum van **Rotterdam** hebben gemeente en waterschap gezamenlijk veel extra bergingsruimte gecreëerd, zowel onder- als bovengronds. Het gekozen maatregelenpakket beperkt de regenwateroverlast in het centrum en maakt tegelijkertijd de stad aantrekkelijker.

14 |

D Woning en bewoners

- Hevige zomerse buien zorgden in **IJsselstein** voor wateroverlast in woningen. Op basis van metingen, uitgewerkte dwarsprofielen van maaiveld en bodem, en gesprekken met bewoners kwam de gemeente tot effectieve maatregelen.
- Op basis van eigen onderzoekservaringen beschrijft Antal Zuurman vier manieren om aan goede gegevens over regenwateroverlast te komen. Door gegevens te combineren, komt **relevante informatie** naar voren voor het bepalen van maatregelen.
- De analyse van **wateroverlast in woningen** vergt de nodige inspanning van een rioleringspecialist. Door aanpassingen en verbouwingen is de werking van de binnenriolerings soms nauwelijks nog te doorgronden. Hoe zijn oorzaken van regenwateroverlast te achterhalen en oplossingen te bieden?

E Het nieuwe rekenen

- In het HydroCity-project in **Amersfoort** is een hoogwaardig afstroom- en infiltratiemodel ontwikkeld. Hiermee kan de stedelijk waterbeheerder beter extreme neerslag-events modelleren, inzicht krijgen in de werkelijk opgetreden wateroverlast en de effectiviteit van (bovengrondse) maatregelen bepalen.
- Binnen het onderzoeksprogramma **3Di Waterbeheer** wordt een rekenmodel ontwikkeld dat afstroming van water in de buitenruimte en riolerings integreert. Dit model geeft in korte tijd een realistisch en gedetailleerd beeld van de waterstroming in een gebied. Bovendien geeft het inzicht in de effecten van ingrepen in (afval) watersysteem en buitenruimte.
- De belangrijkste bronnen voor zeer gedetailleerde **maaiveldinformatie** zijn AHN2- en MLM-laserdatasets. De combinatie van beide bronnen biedt interessante mogelijkheden bij modelberekeningen. Hoe komen de gegevens tot stand en wat leveren ze op voor het bepalen en onderbouwen van verbetermaatregelen?

- Twee recent opgebouwde klimatologische **radardatasets** over de perioden 1998-2012 en 2009-2012 geven landsdekkende neerslaginformatie met veel ruimtelijk detail. Aart Overeem analyseert deze gegevens om meer inzicht te krijgen in het optreden van extreme neerslag in Nederland.
- Het bergen van water op straat is de laatste jaren nog belangrijker geworden. Met **nieuwe rekentechnieken** zijn de effecten van extreme neerslag zowel boven- als ondergronds te berekenen. Op basis daarvan zijn steeds beter onderbouwde uitspraken te doen over de kwetsbaarheid van een gebied en vervolgens effectieve (doelmattige) maatregelen te kiezen.

F Werksessie auteurs

- De auteurs van de artikelen in dit boek namen begin november 2013 deel aan een werksessie over omgaan met extreme neerslag. Een **verslag** van deze inspirerende dag, die gevuld was met korte presentaties en geanimeerde discussies.
- Na de werksessie begin november 2013 hebben de deelnemers online gereageerd op een **peiling** met zestig stellingen. De resultaten worden gebruikt om de discussies en de ontwikkeling en uitwisseling van kennis met deskundigen, belangstellenden en betrokkenen te voeden.

Dit boek besluit met een summary en een nabeschuiving van de eindreacteur.