

22 Maatstaven / meetmethoden

Verder kijken dan bui08...

De afgelopen vijf tot tien jaar is de regenwateroverlast in Nederland toegenomen. De laatste tien tot vijftien jaar zijn in ons land de meest extreme buien geregistreerd. Deze ontwikkelingen kunnen een verklaring zijn voor de toename van regenwateroverlast. Maar ook andere zaken spelen hierbij een rol, zoals de ruimtelijke (her)inrichting, sanering van overstorten en afkoppelen. Door al deze ontwikkelingen is het bergen van water op straat nog belangrijker geworden. Maar de hydraulische berekening van het functioneren van een rioolstelsel volgens module C2100 neemt de buffercapaciteit op straat niet mee. Met nieuwe rekentechnieken kunt u de effecten van extreme neerslag bovengronds (afstroming, berging en infiltratie) gekoppeld aan het ondergrondse rioolstelsel berekenen. Op basis daarvan kunt u onderbouwde uitspraken doen over de kwetsbaarheid van een gebied en vervolgens effectieve (doelmatige) maatregelen kiezen.

Inhoud

- 22.1 Water op straat versus wateroverlast
- 22.2 Wateroverlast: ontwikkelingen en oorzaken
- 22.3 Toetsen water op straat, methode C2100
- 22.4 Functioneren infiltratievoorzieningen versus rioolstelsels
- 22.5 Toetsen wateroverlast: het 'nieuwe' rekenen
- Literatuur

Auteur

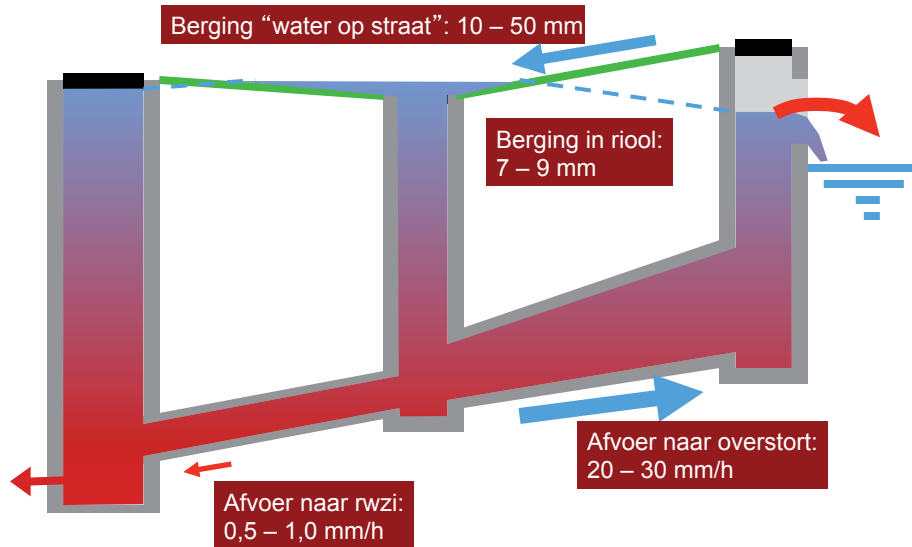
ir. Harry van Luijtelaar (Stichting RIONED), harry.vanluijtelaar@rioned.org

Met dank aan:

Kees Broks (Stowa)
Almer De Jong (gemeente Apeldoorn)
Peter Ganzevles (Archirion)

22.1 Water op straat versus wateroverlast

Water op straat is een uniek begrip in de rioleringszorg. Er is sprake van water op straat als het rioolstelsel een forse hoeveelheid regen niet direct kan verwerken. De afvoercapaciteit van een rioolstelsel is vaak ontworpen op een normbui 08 uit de Leidraad riolering, module C2100). Water op straat is daarom onvermijdelijk. Gemiddeld vijf keer in de tien jaar regent het (veel) harder dan bij bui08.



Figuur 22.1 Werking rioolstelsel bij extreme neerslag.

Figuur 22.1 laat zien dat bij extreme neerslag de grootste afvoer richting overstort gaat en relatief veel water op straat wordt geborgen. Sterker nog: er kan meer water op straat worden geborgen (gemiddeld 30 mm) dan in een uur afgevoerd naar de overstort (gemiddeld 25 mm).

Water op straat is niet per se wateroverlast. Te pas en te onpas wordt het begrip wateroverlast gebruikt, terwijl sprake is van water op straat. Hoewel water op straat (zeer) hinderlijk kan zijn, wordt het meestal wel geaccepteerd. Net zoals we in de winter af en toe gladheid moeten accepteren. Meestal komt water op straat op slechts enkele plaatsen voor en duurt het maar kort. Tenslotte heeft een rioolstelsel onder normale omstandigheden een relatief grote afvoercapaciteit naar de overstorten.

Waarneming water op straat

Beheerders hebben vaak de indruk dat op berekende locaties in de praktijk geen sprake is van water op straat. Vanwege de korte duur is het lastig om water op straat waar te nemen, dus is het best mogelijk dat beheerders het af en toe niet zien. Andersom komt ook water op straat te staan waar dit niet wordt berekend, bijvoorbeeld door verstopte kolken, aansluitleidingen en luchtinsluitingen.

Er is (pas) sprake van wateroverlast bij materiële of economische schade, risicovolle situaties of gevaar voor de volksgezondheid. Hierbij kunt u denken aan:

- regenwater dat via het maaiveld huizen binnenloopt;
- blokkade van belangrijke verkeersroutes;
- winkelcentra die niet meer bereikbaar zijn;
- gevaar door opdrijvende putdeksels;
- mensen die ziek worden van (afval)water op straat.

308 |

22.2 Wateroverlast: ontwikkeling en oorzaken

Uit het onderzoek naar regenwateroverlast in bebouwd gebied (*RIONEDrecks 17*) komt naar voren dat regenwateroverlast de afgelopen vijf tot tien jaar is toegenomen. Dat geldt ook voor de publiciteit erover. De neerslagstatistieken geven aan dat de meest extreme buien in Nederland zijn geregistreerd in de afgelopen tien tot vijftien jaar. Dat is een aannemelijke verklaring voor de toename van regenwateroverlast. Maar er zijn ook andere ontwikkelingen die hierbij een rol kunnen hebben gespeeld.

Ruimtelijke inrichting

In de loop van de tijd is de ruimtelijke inrichting veranderd. Van grote invloed was de regelgeving voor aanpasbaar bouwen ofwel het toegankelijk maken van woningen en winkels voor minder validen, waardoor vloerpeilen en stoepen lager zijn geworden. Zo zijn trottoirbanden verwijderd en woningen/gebouwen beneden (en minder ver boven) straatpeil aangelegd en verkeersdrempels aangelegd. Bestratingen in winkelcentra zijn vrijwel vlak opgetrokken tot het vloerpeil van de gebouwen. Hierdoor is de oorspronkelijke buffercapaciteit van water op straat sterk afgenomen en vaak tot nul gereduceerd. Bovendien is door verdichting van bebouwing en verharding van groen het afvoerende oppervlak in bebouwd gebied groter geworden. In combinatie met zwaardere buien betekent dit dat de kans op water op straat en wateroverlast is toegenomen. Regionale en sociale media pikken de gevolgen ervan snel op.

Saneren overstorten

De afgelopen twintig jaar richtte de rioleringswereld zich vrijwel volledig op het terugdringen van de vuiluitwerp uit gemengde rioolstelsels. Een belangrijke maatregel was

het realiseren van randvoorzieningen en het saneren van overstorten. Met minder nooduitgangen is de weg naar de overstorten langer geworden. Hierdoor is de capaciteit van het rioolstelsel vaak al niet voldoende om bui08 te kunnen verwerken zonder water op straat. Meestal is de rioolcapaciteit wel 'opgekrikt' om bui08 redelijk te kunnen verwerken door het vergroten van een aantal riolen, maar toch is de kans op wateroverlast bij veel extremer buien (soms aanzienlijk) toegenomen.

Afkoppelen regenpijpen/luchtinsluiting

De ontluchting van het gemengde rioolstelsel loopt vaak grotendeels via de regenpijpen van de aangesloten gebouwen. Regelmatig ontbreken in gebouw- en buitenriolering voorzieningen als ontspanningsleidingen en ontlastputten. Als een woning geen ontspanningsleiding heeft, neemt bij het afkoppelen van regenpijpen de be- en ontluchtingscapaciteit fors af, tot soms nul.

| 309

Bij extreme neerslag vult een stelsel zich snel en moet de lucht er ook snel uit. Als de ontluchtingscapaciteit onvoldoende is, is kans op luchtinsluitingen groot. Ingesloten luchtbelllen werken als verstoppingen en kunnen het functioneren van het stelsel dus ernstig verstoren. Luchtinsluitingen in de huisaansluitleidingen zijn vaak de oorzaak van overlopende lozingstoestellen in woningen. Een ontlastput bij de woning kan deze overlast binnenshuis voorkomen.

Overigens hebben gemeenten de laatste tijd meer aandacht voor luchtinsluitingen in riool- en aansluitleidingen als een oorzaak van regenwateroverlast. Steeds meer gemeenten passen luchtdoorlatende putdeksels toe, naar Duits voorbeeld.

Verstoppte leidingen

Water kan ook op straat blijven staan als kolken en/of aansluitleidingen verstopt zijn of een beperkte afvoercapaciteit hebben. Kenmerkend voor verstoppte kolken en aansluitleidingen is dat het water na de bui nog lang op straat blijft staan, meestal plaatselijk.

Herkennen verstoppte kolken/aansluitleidingen

Na een forse bui kan een beheerder eenvoudig vaststellen welke kolken en/of aansluitleidingen verstopt zijn. Op die plekken staat nog water op straat als het alweer een tijdje droog is.

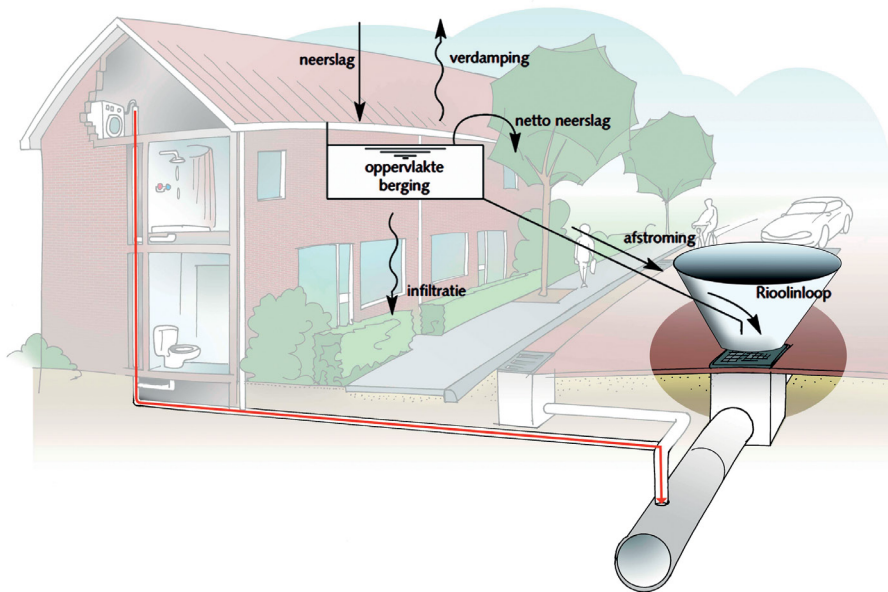
Verstoppte duikers zijn niet zelden oorzaak van hogere buitenwaterstanden, die dan de overstorten van de riolering kunnen belemmeren. Vooral duikers met een afvoerknippende functie zijn kwetsbaar.

22.3 Toetsen water op straat, methode C2100

Om het functioneren van een rioolstelsel te toetsen, gebruiken beheerders hydraulische berekeningen. Tot 1995 gebeurde dat vooral met stationaire berekeningen, waarbij een rioolstelsel werd belast met een constante regenintensiteit van 60 of 90 l/s/ha. De capaciteit van het rioolstelsel was in orde als de berekende maximale waterstand in het stelsel niet hoger dan 20 cm beneden maaiveld kwam. Het rekenen met water op straat was toen helemaal niet mogelijk. Die (ruime) waking (afstand tussen maximale waterstand en maaiveld) was nodig om onderscheid te kunnen maken in kwetsbare punten met minder waking en minder kwetsbare punten met meer waking.

Niet-stationair rekenen als standaard

In 1995 introduceerde Stichting RIONED module C2100 van de Leidraad riolering. De module speelde in op de ontwikkeling van niet-stationaire berekeningen. Deze rekenden met een volume van water op straat dat zich kan opbouwen in een trechtervormig reservoir per knooppunt (inspectieput).



Figuur 22.2 Schematisering water op straat (0D) en toevoer regenwater naar inspectieput. (Bron: ARCADIS)

Om het functioneren van een rioolstelsel te toetsen, zijn destijds tien standaardbuizen ontwikkeld: bui01 t/m bui10. Het toetsingscriterium voor water op straat is dat er *nét* geen water op straat mag optreden in een hydraulische berekening met buiXX, meestal bui08. Een minimale waking is meestal niet aan de orde.

Dat in die controleberekening geen water op straat mag optreden, is geen kwestie van keuze van de beheerder of gemeente. Het is een noodzakelijke voorwaarde voor een correcte berekening en een eenduidige toetsing van het resultaat. De schematisering van water op straat is namelijk een sterk vereenvoudigde benadering van de werkelijkheid en hierdoor zeer onnauwkeurig. De traditionele rioleringsmodellen kunnen het optreden van water op straat principieel dus niet correct uitrekenen. In de stationaire berekeningen van vóór 1995 kwam de straat niet eens voor, daarom werd een waking van 20 cm beneden maaiveld aangehouden.

Toetsingscriterium bui08

Veel rioolstelsels kunnen bui08 (met een herhalingstijd van twee jaar) in een berekening niet meer verwerken zonder water op straat. Beheerders vinden water op straat op berekende locaties acceptabel en zijn geneigd dit criterium anders/ruimer te formuleren/interpreteren. Deze benadering strookt niet met de methodiek van module C2100. Het gaat erom dat een rioolstelsel (in een modelberekening) bui08 kan verwerken zonder water op straat. Lukt dat niet, dan moet de beheerder bepalen of het stelsel bui06 of bui04 kan verwerken zonder water op straat.

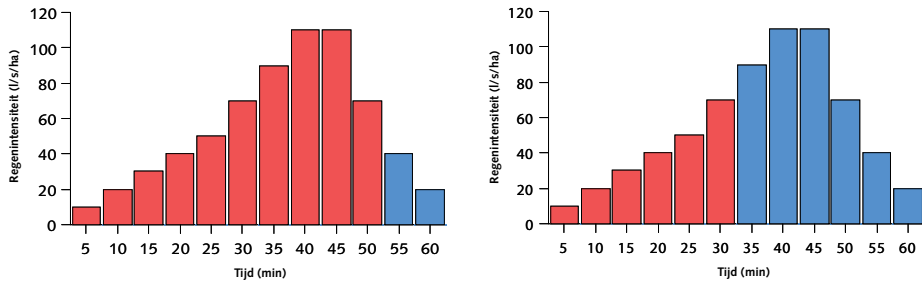
| 311

Ervaring in de praktijk

De (praktijk)ervaring van de afgelopen decennia leert dat een rioolstelsel met voldoende afvoercapaciteit voor bui08 bij veel extremer buien weinig overlastproblemen geeft. De buffercapaciteit op straat was normaliter voldoende om water op straat te accepteren zonder dat sprake was van overlast.

Rioolstelsels met veel berging

Bij een rioolstelsel met veel berging gaat de toetsing van het functioneren vaak mis, omdat bui08 dan grotendeels in het stelsel wordt geborgen. Het rioolstelsel gaat dan pas afvoeren in de staart van de bui, bij de lagere regenintensiteiten (zie figuur 22.3). Feitelijk test de beheerder de capaciteit van het rioolstelsel dan op regenintensiteiten in de orde van 30 tot 50 l/s/ha, waardoor in werkelijkheid de kans op water op straat en wateroverlast bij extremer buien veel groter is. C2100 geeft aan dat de beheerder een rioolstelsel in dit soort situaties een aanvulling moet geven, zodat de afvoer naar de overstorten plaatsvindt tijdens de (inloop)piek van de bui.



Figuur 22.3 Bui08 met beperkte berging (links) en ruime berging (rechts). Rood = vulfase, blauw = overloophase en lediging.

Geen inzicht in wateroverlast

312 |

Een hydraulische berekening volgens module C2100 geeft een beperkt en onnauwkeurig inzicht in het optreden van water op straat en helemaal geen inzicht in het optreden van wateroverlast (ernstige hinder, schade of gevaar). De C2100-benadering met standaardbuizen is dus ongeschikt om de effecten van extreme neerslag te bepalen en nut, noodzaak en effectiviteit van specifieke maatregelen te onderbouwen. Een rioleringsberekening met bui08 is vooral een hulpmiddel voor ervaren deskundigen die verder kijken dan net geen water op straat.

Aangezien de onnauwkeurige berekening van water op straat niets zegt over de mogelijke kwetsbaarheid van het stelsel voor wateroverlast, is het zinloos water op straat te extrapoleren naar wateroverlast. Als de resultaten van hydraulische berekeningen niet diepgaand worden geanalyseerd op mogelijke bovengrondse effecten, kan bij het afwegen en kiezen van maatregelen veel misgaan.

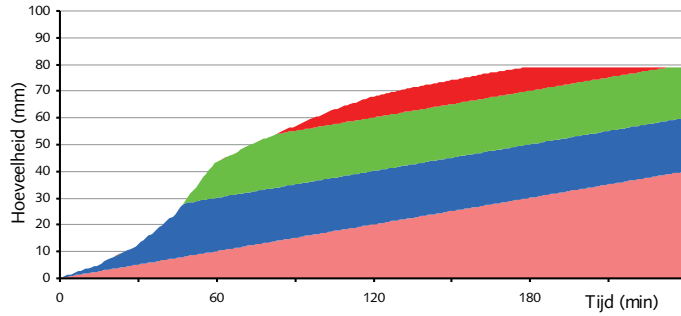
Voorbeeld hellend gebied

Als water op straat wordt berekend op een hellende straat, treedt eventuele overlast eerder onder aan de straat op dan op het berekende punt zelf. Onderweg naar beneden kan een watergolf via het maaiveld ook nog links of rechts afslaan. Dan is het helemaal onduidelijk waar overlast te verwachten is.

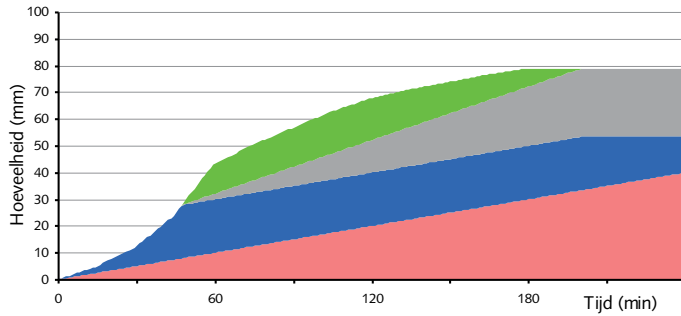
22.4 Functioneren infiltratievoorzieningen versus rioolstelsels

Infiltratievoorzieningen worden vaak gedimensioneerd op bui08 uit Leidraadmodule C2100. Maar bui08 is specifiek ontwikkeld om de afvoercapaciteit van een rioolstelsel naar de overstorten te toetsen. Hierbij gaat het om grote afvoeren in korte tijd. De lediging door het gemaal speelt een ondergeschikte rol (zie ook figuur 22.1).

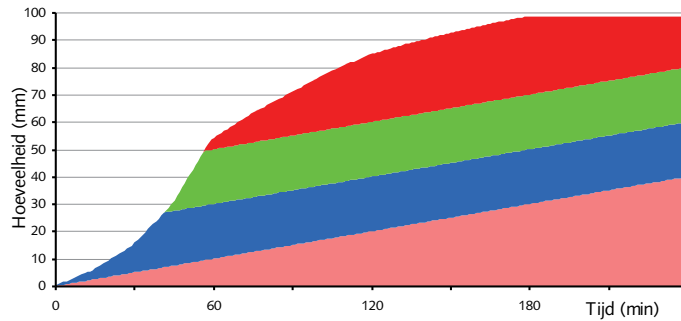
*Infiltratievoorziening
zonder overloop*



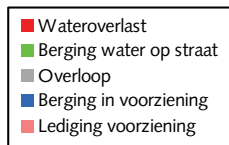
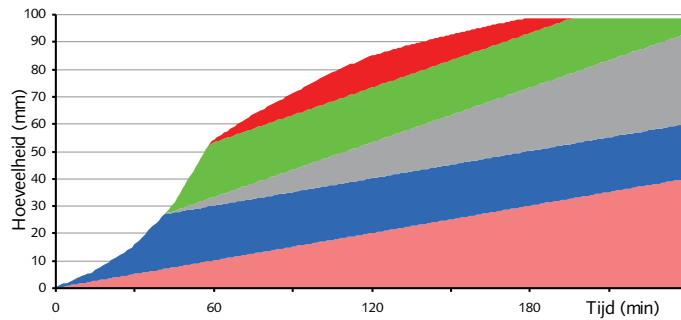
*Infiltratievoorziening
met overloop (10 mm/h)*



*Met klimaatfactor
zonder overloop*



*Met klimaatfactor met
overloop (10 mm/h)*



Figuur 22.4 Rekenvoorbeeld functioneren infiltratievoorziening, waterbalans cumulatief.

De werking van een infiltratievoorziening is principieel anders. Vaak hebben infiltratievoorzieningen geen overloopcapaciteit. Als de voorziening vol is, blijft het water op straat staan. Infiltratievoorzieningen zonder overloop in minder goed doorlatende grond hebben een grotere bergings- en ledigingscapaciteit nodig dan een rioolstelsel.

Figuur 22.4 geeft een rekenvoorbeeld van het functioneren van een infiltratievoorziening met een berging van 20 mm, een (forse) ledigingscapaciteit van 10 mm/h, belast met een bui van 80 mm in drie uur. In de figuur ziet u het effect van een overloop en van een klimaatfactor van + 25% (dus 100 mm in drie uur). Deze klimaatfactor komt overeen met de toename van de hoeveelheid neerslag van een extreme bui in 2050, in het ongunstigste klimaatscenario.

314 |

Voor de berging van water op straat gaat dit voorbeeld uit van maximaal 20 mm. Daarboven gaat water op straat in de berekening over in wateroverlast. Uit dit rekenvoorbeeld blijkt dat een voorziening met overloop leidt tot minder (lang) water op straat en minder wateroverlast. Dit effect is nog veel groter als gerekend wordt met een klimaatfactor van + 25%.

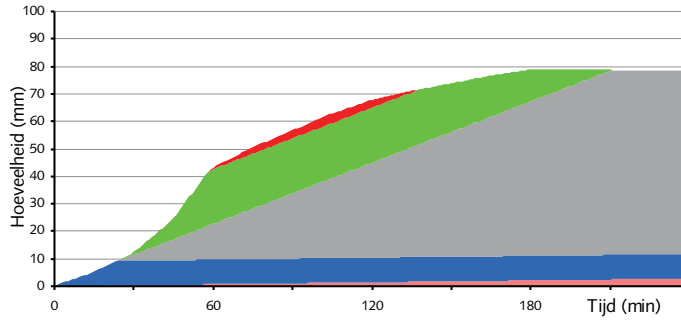
Module C2200 biedt een methodiek om infiltratievoorzieningen te dimensioneren op basis van neerslagreeksberekeningen.

Functioneren rioolstelsel

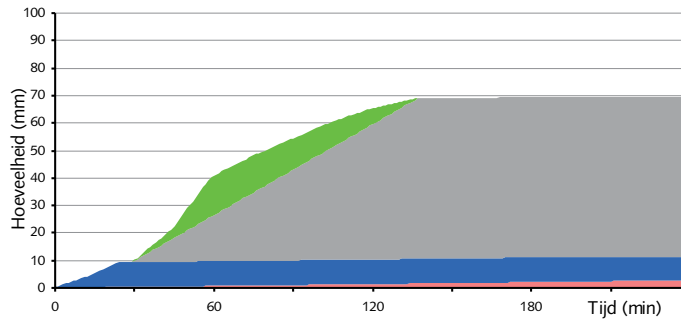
De ervaring leert dat rioolstelsels die zijn ontworpen op een stationaire regenintensiteit van 90 l/s/ha substantieel minder wateroverlast geven dan de stelsels die zijn ontworpen op 60 l/s/ha. In figuur 22.5 ziet u het functioneren van een rioolstelsel met een berging van 9 mm en een ledigingscapaciteit van 0,7 mm/h en een berging op straat van 20 mm, gedimensioneerd op een regenintensiteit van 60 l/s/ha en 90 l/s/ha. Deze rioolstelsels zijn belast met een dezelfde bui als bij de infiltratievoorziening, van 80 mm in drie uur, al of niet met een klimaatfactor van 25%.

Het beeld dat rioolstelsels ontworpen op 90 l/s/ha wat betreft regenwateroverlast beter functioneren wordt ondersteund door de resultaten van het rekenvoorbeeld in figuur 22.5. Als we de resultaten van het functioneren van een rioolstelsel en een infiltratievoorziening met elkaar vergelijken, valt op dat bij de rioolstelsels minder regenwateroverlast optreedt dan bij de infiltratievoorziening.

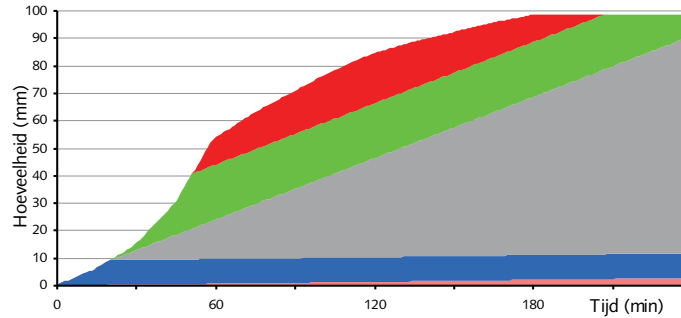
Rioolstelsel 60 l/s/ha



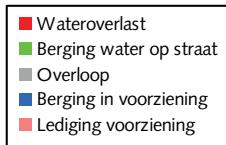
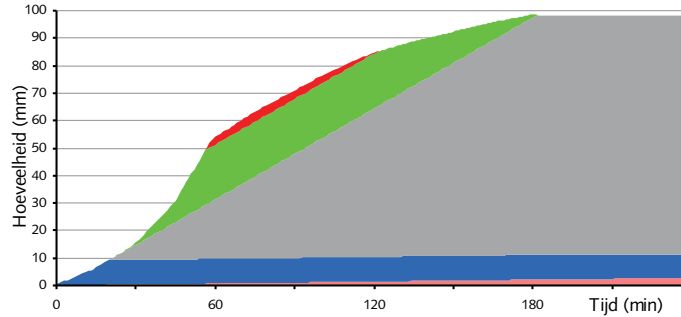
Rioolstelsel 90 l/s/ha



Met klimaatfactor,
rioolstelsel 60 l/s/ha



Met klimaatfactor,
rioolstelsel 90 l/s/ha



Figuur 22.5 Rekenvoorbeeld functioneren rioolstelsel, waterbalans cumulatief.

Voorbeeld augustus 2010

In augustus 2010 is in Nederland de grootste bui tot nu toe gemeten. Het KNMI-station in Hupsel registreerde toen circa 130 mm in 24 uur. In Twente en de Achterhoek waren er forse problemen.



Figuur 22.6 Wadiwijk in Zutphen staat blank (links), rechts de wadiwijk net na aanleg.

In Zutphen stond de wadiwijk onder water, terwijl in de gerioleerde delen van de stad niets te merken was. Een rioolstelsel kan in theorie de gemiddelde jaarlijkse neerslagsom die tot afstroming komt in de riolering (ruim 600 mm) in ongeveer een dag verwerken.

22.5 Toetsen wateroverlast: het 'nieuwe' rekenen

Het bergen van water op straat is essentieel om in bebouwd gebied extreme neerslaghoeveelheden te kunnen verwerken. De hydraulische berekening van het functioneren van het rioolstelsel volgens module C2100 neemt het bufferen van water op straat niet mee (zie paragraaf 3). De buffercapaciteit op straat werkt tot nu toe dus als een impliciete (niet gekwantificeerde) veiligheid tegen wateroverlast.

Bewust water op straat bergen kan een middel zijn om wateroverlast te voorkomen. Denk aan de waterpleinen in Rotterdam. Daarom is het van belang de buffer van water op straat expliciet mee te nemen in de beoordeling van het hydraulisch functioneren van het bebouwde gebied. Dat kan met nieuwe rekentechnieken die de effecten van extreme neerslag bovengronds (major system) gekoppeld aan het ondergrondse rioolstelsel (minor system) berekenen. De koppeling vindt niet meer plaats via de inspectieputten, maar via de straatkolken en huisaansluitingen.

Nieuwe rekentechnieken

Met nieuwe rekentechnieken is de buffercapaciteit op straat explicieter en beter te kwantificeren. In de simulatie van de effecten van extreme neerslag in bebouwd gebied zijn behalve het functioneren van de riolering (inclusief de overstorten) ook het bergen en afvoeren van water op straat mee te nemen. Momenteel zijn integrale

rekenmodellen voor landelijk en bebouwd gebied sterk in ontwikkeling. De belangrijkste twee komen uit Nederland:

- 3Di van Deltares, TU en N&S;
- PriceXD van Hydrologic.

Waarom hadden we die integrale modellen niet eerder? Er zijn vier belangrijke redenen:

- 1 De rekencapaciteit van computers is sterk toegenomen, onder meer door de rekenkracht van grafische kaarten te gebruiken.
- 2 De benodigde digitale informatie over de hoogteligging van het maaiveld is steeds beter en gemakkelijker (goedkoper) beschikbaar.
- 3 In 2015 beschikt elke gemeente over een volledige en nauwkeurige digitale kaart van het bebouwde gebied, belangrijke informatie om de ligging van de bovengrond te schematiseren.
- 4 De ruimtelijke neerslaginformatie komt sneller en nauwkeuriger beschikbaar.

| 317

Kortom, er is momentum voor de ontwikkeling van een gedetailleerde modellering van de bovengrondse afstroming/berging/infiltratie van neerslag in het bebouwde gebied. Deze rekentools zijn al een tijdje beschikbaar, maar het gebruik werd geremd door de beperkte rekencapaciteit van de modellen en computers. De komende jaren gaan we dit soort berekeningen op steeds grotere schaal toepassen. Daarbij kijken we niet alleen naar riolering en bovengrond, maar ook naar de effecten op en van grond- en oppervlaktewater.

Verder kijken dan riolering

Om de stap te maken van net geen water op straat naar wateroverlast, moeten we over de grenzen van de riolering heen kijken wat er bij extreme neerslag gebeurt.

Bovengrondse ruimte

De bovengrondse ruimte speelt een belangrijke rol bij het verwerken van extreme neerslaghoeveelheden. Vooral in vlak gebied kan de straat veel water bergen. Een plaatselijke verlaging in een stoeprand naar een souterrain vormt dan snel een kwetsbaar punt. Om wateroverlast tegen te gaan, is de meeste winst vaak te behalen in de inrichting van de bovengrondse ruimte.

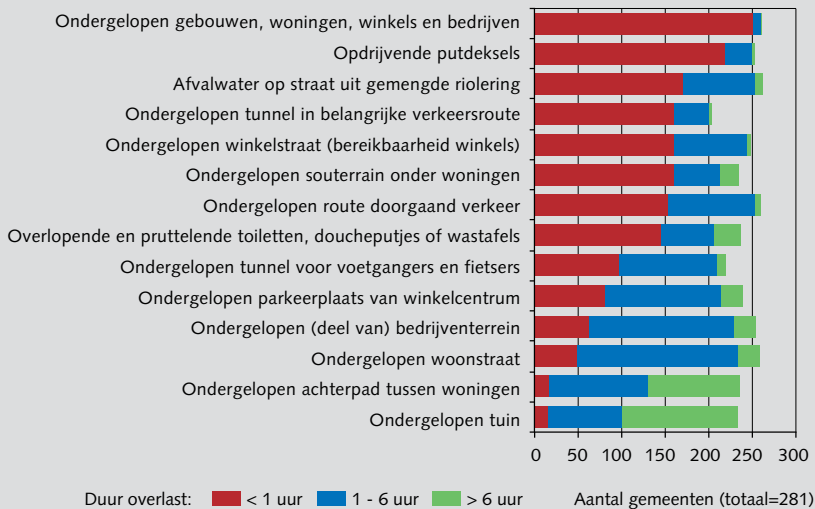
Oppervlaktewater

Ook de relatie met het functioneren van het oppervlaktewater kan van grote invloed zijn. Een rioolstelsel kan grote hoeveelheden neerslag afvoeren via de overstorten, in de orde van 20 – 30 mm/h. Dat komt neer op 480 tot 720 mm per dag. De limiterende factor is de capaciteit van het ontvangende oppervlaktewaterstelsel. Snel stijgende buitenwaterstanden kunnen de werking van de overstorten sterk belemmeren. Bij afvoer

worden hierdoor grote delen van het bebouwde gebied kwetsbaar voor water op straat en wateroverlast. 'Negatieve' overstortingen vanuit het oppervlaktewater kunnen zelfs het rioolstelsel belasten.

Overlastduur

Door een beperkte afvoercapaciteit via de overstorten kan de overlastduur bij extreme buien fors toenemen.



Figuur 22.7 Resultaten onderzoeksvraag: Wanneer is sprake van wateroverlast?

Uit de inventarisatie van regenwateroverlast in bebouwd gebied (*RIONEDreks 17*) blijkt dat de overlastduur (minder dan 1 uur, 1 tot 6 uur of meer dan 6 uur) een belangrijke factor is in de acceptatie van wateroverlast. Voor een goed inzicht in regenwateroverlast in bebouwd gebied moet de beheerder dus weten waar, in welke omvang en hoe lang de overlast optreedt.

Grondwater

Naast bovengrondse ruimte en oppervlaktewater heeft grondwater invloed op het verwerken van grote hoeveelheden neerslag. Zo kunnen hoge grondwaterstanden de werking van infiltratievoorzieningen belemmeren. Dat is een effect waarmee we nu nog vrijwel geen rekening houden. Gelukkig komt het ook niet vaak voor als voorzieningen verstandig gedimensioneerd en aangelegd zijn. Maar grondwater speelt wel een belangrijke rol bij het functioneren van het openwatersysteem. Bij de ontwikkeling van de meest geavanceerde rekenmodellen wordt grondwater daarom ook meegenomen.

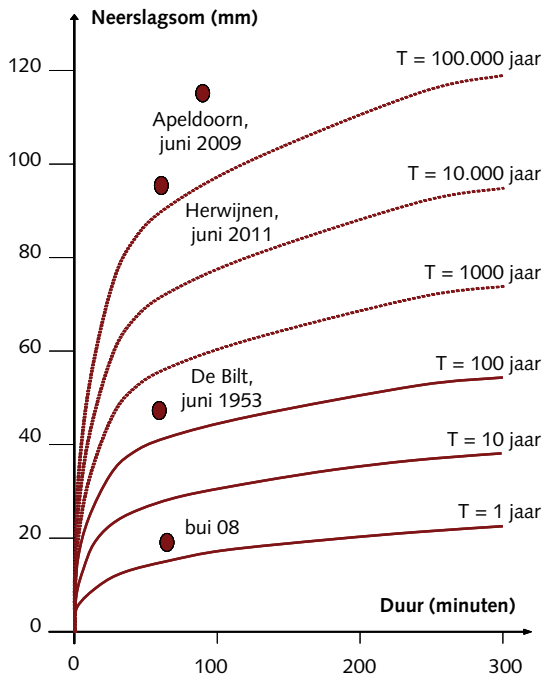
Ruimtelijke neerslagverdeling

Ruimtelijk gaan we dus steeds grotere gebieden integraal beschouwen. Extreme buien met grote hoeveelheden in korte tijd vallen vaak zeer lokaal, over een beperkt deel van een gebied. Voor een goede analyse speelt de ruimtelijke verdeling van de neerslag een belangrijke rol. We kunnen niet zomaar veronderstellen dat het overal op hetzelfde moment even hard geregend heeft. Hiervoor is meer onderzoek nodig naar de grootte van de regengebieden. De doorontwikkeling van steeds nauwkeuriger neerslaginformatie uit radarbeelden is daarbij essentieel.

Extreme neerslag

De zwaarste buien van de afgelopen honderd jaar zijn grotendeels gevallen in de afgelopen tien tot vijftien jaar. In Herwijnen registreerde een KNMI-station 94 mm in 70 minuten, dit is de grootste hoeveelheid neerslag in korte tijd ooit. In Apeldoorn viel in 2009 ongeveer 115 mm in circa anderhalf uur. In Oost-Nederland viel op 26 augustus 2010 ongeveer 134 mm in 24 uur in een van de grootste regengebieden geregistreerd in Noordwest-Europa. In Noord-Engeland in Seathwaite is in 2009 zelfs 314 mm in 24 uur gevallen. Dit was de natste dag ooit geregistreerd in Engeland. Kortom, extreme neerslag is geen verzinsel, het is de realiteit.

| 319



Figuur 22.8 Extreme buien uitgezet in grafiek met pragmatisch geëxtrapoleerde regenduurlijnen.

Korteduurrecords

Voor het bebouwde gebied zijn vooral de extreme buien in korte duren van belang. In het plaatsje Holt in de staat Missouri (VS) is op 22 juni 1947 het neerslagwereldrecord geregistreerd: circa 300 mm in 42 minuten. Dat is (veel) meer dan 1.000 l/s/ha. Op Sardinië is op 18 november 2013 ruim 430 mm in 90 minuten geregistreerd.

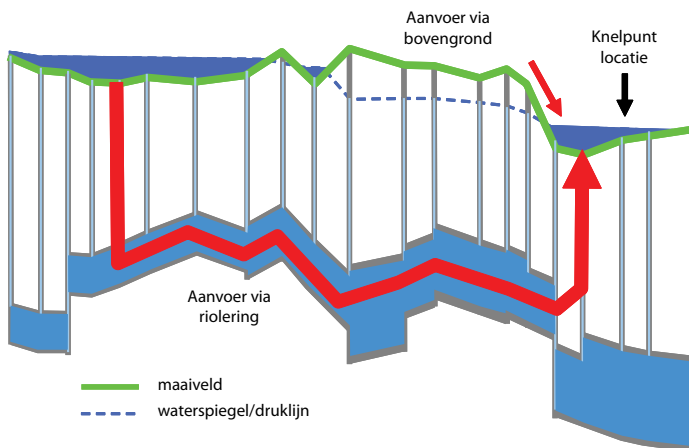
Rol ondergrondse systeem

De rol van het ondergrondse systeem kunnen we uiteraard niet buiten beschouwing laten. Een mogelijk misverstand is dat altijd een zeer nauwkeurig rioleringsmodel nodig is voor het simuleren van regenwateroverlast. De exacte hoogteligging van de leidingen speelt doorgaans geen grote rol bij simulatie van de afvoeren naar de overstorten. De juiste kenmerken van de overstorten (drempelbreedte, -niveau en -vorm) en het profiel van de rioolleidingen (vorm en afmetingen) zijn veel belangrijker voor het hydraulisch functioneren.

De rol van de riolering in extreme situaties is tweeledig:

- 1 De relatief grote afvoercapaciteit van de riolering kan de overlastduur beperken.
- 2 De riolering kan wateroverlast van hoog- naar laaggelegen locaties verplaatsen, routes die via de bovengrond niet mogelijk zijn door de hoogteligging van het maaiveld.

Een goed voorbeeld van punt 2 is de situatie in Loon op Zand (zie figuur 22.9). Hierbij is de afvoer via de riolering een belangrijke bron van regenwateroverlast in het laaggelegen gebied. Voor het correct simuleren van die afvoer gaat het vooral om de capaciteit van de riolen en bijvoorbeeld niet om de exacte hoogteligging van de riolen.



Figuur 22.9 Forse ondergrondse aanvoer via rioolstelsel naar lagergelegen knelpunt (Bron: figuur 2.3 uit artikel Loon op Zand, resultaat SOBEK 1D/2D berekening).

Door de combinatie van een flinke afvoercapaciteit in het rioolstelsel met een relatief groot drukverschil tussen het water op straat boven- en benedenstrooms stroomt via de riolering een forse hoeveelheid water van het hoger- naar het lageregelegen gebied.

Toetsing functioneren bij extreme neerslag

Bij toetsing van het functioneren van het bebouwde gebied onder invloed van extreme buien zijn twee stappen te maken:

- 1 De controle van het functioneren met bekende (historische) gebeurtenissen om te bepalen of de theorie klopt met de praktijk. Dit is noodzakelijk om na te gaan of er voldoende vertrouwen is in de schematisering van de situatie en het functioneren van het rekenmodel, waarmee de gemeente de effecten van maatregelen bepaalt.
- 2 De toetsing van het functioneren van de bestaande situatie en de geprojecteerde maatregelen onder invloed van (enkele) extreme gebeurtenissen, om te bepalen hoe veilig de gemeente de situatie wil maken in relatie tot de bijbehorende investeringen in maatregelen.

| 321

Module C2100 werkt met eenvoudige standaardbuien, meestal met een gelijkmatige verdeling van neerslag over een gebied. De ruimtelijke component ontbreekt in deze benadering. Bij de analyse van de effecten van zeer extreme buien gaat de ruimtelijke verdeling van de neerslag een belangrijker rol spelen, vooral als er een relatie is met het functioneren van het oppervlaktewaterstelsel.

De meest extreme buien zijn grotendeels geregistreerd in de laatste vijftien jaar. Sinds 1998 hebben we de beschikking over redelijk nauwkeurige radarbeelden. Voor te toetsing van systemen zouden we deze recent geregistreerde extremen kunnen gebruiken. Dan zouden we niet alleen moeten kijken naar kortdurende extremen die vooral van belang zijn voor de riolering in het stedelijke gebied. Maar ook naar de langdurende extremen om de invloed van het buitenwater en de werking van bijvoorbeeld de infiltratievoorzieningen te toetsen.

Een nadeel van het gebruik van maatgevende extreme gebeurtenissen is dat deze lastig exact te koppelen zijn aan herhalingstijden. Daarom werken we graag met historische neerslagreeksen. Maar resultaten uit het verleden zijn geen garantie voor de toekomst, zeker niet als we rekening willen houden met klimaatontwikkeling. Bovendien moeten we voor de statistiek van zeer extreme gebeurtenissen met heel lange regenreeksen rekenen en die zijn niet beschikbaar.

Klimaatontwikkeling en weermodellen

Door klimaatontwikkeling als gevolg van opwarming van de aarde is de kans op extremer buien groter. De verwachting is dat water op straat vaker zal optreden, groter in

omvang zal zijn en langer zal duren. Dus de kans dat water op straat overgaat in wateroverlast, wordt ook groter.

De (nieuwe) klimaatscenario's van het KNMI geven ons weinig informatie voor het omgaan met extreme buien in bebouwd gebied. De verschillen tussen de scenario's van KNMI06 en KNMInext (2013) zijn klein.

De extreme buien worden fors extremer, dit geldt voor dagsommen en nog sterker voor uursommen. In het ongunstigste klimaatscenario van 2006 is de toename van een dagsom + 27% in 2050 en + 54% in 2100. De toename van korter durende extremen is naar verwachting nog groter. Recenter onderzoek laat zien dat de relatie tussen temperatuurstijging en toename van extreme neerslag groter is dan eerder werd verondersteld.

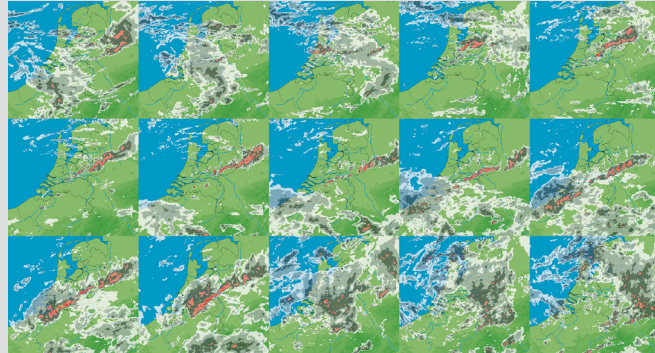
322 |

Het percentage van de toename van de kortdurende neerslag is te gebruiken om het klimaateffect in de standaardbuien 01 t/m 10 te verdisconteren. Deze aangepaste buien zijn te gebruiken om de reguliere afvoercapaciteit van nieuwe stelsels te ontwerpen. Voor bestaande stelsels zijn deze aangepaste buien minder geschikt, omdat de berekening met deze buien vaak geen/onvoldoende inzicht geeft in de relevante knelpunten en de effectiviteit van maatregelen.

Het effect van klimaatontwikkeling is gebaseerd op een gemiddelde ontwikkeling van het weer. Bij het anticiperen op regenwateroverlast en bijvoorbeeld ook droogte zijn we vooral geïnteresseerd in de extreme situaties. Met de nieuwe ontwikkelingen in klimaat(weer)modellen is het extreme weer van nu om te rekenen naar de situaties van bijvoorbeeld 2050 en 2100.

Harmonie

Harmonie is een van de weermodellen die het KNMI gebruikt om weersverwachtingen voor de korte termijn (0-48 uur) te maken, met een ruimtelijke resolutie van 2,5 km. Met dit weermodel zijn waargenomen extreme



situaties om te rekenen naar weerbeelden die passen bij de nieuwe klimaatscenario's (Kennis voor Klimaat-thema 6). Voor het (stedelijk) waterbeheer kan de extreme situatie van 26 augustus 2010, met 132 mm neerslag in 24 uur in Hupsel (Achterhoek) worden omgerekend naar een bui in 2050 of 2100 in een warmer klimaat. Met dit soort gedetailleerde extreme buien kunnen we huidige situaties testen op de effecten van klimaatontwikkeling.

| 323

Niet voor alle maar vaak wel voor de kostbare maatregelen (grote riolen, ondergrondse bergingsvoorzieningen, inrichting openbare ruimte en bouw/straatpeilen) is het van belang om meer dan 50 jaar vooruit te kijken. Voor kwetsbare locaties waar grote schade kan ontstaan, kan het verstandig zijn om meer veiligheidsmarge te nemen.

Stresstest

Een stresstest voor het bebouwde gebied kan bestaan uit het testen van de impact met een selectie van zeer extreme buien. Deze buien zijn toe te passen met en zonder klimaatontwikkelingsverwachting volgens een weermodel zoals Harmonie (zie kader). Door een selectie te maken uit buien die in de afgelopen vijftien jaar zijn gevallen, is het geen 'ver-van-ons-bed-show', maar iets wat zomaar in de eigen gemeente had kunnen gebeuren.

Om een vollediger en realistischer beeld te krijgen van wat er bij extreme neerslag gebeurt, moeten we de systeemgrenzen van het hydraulisch functioneren van het bebouwde gebied flink oprekken. Een realistischer modellering van de combinatie van het ondergrondse minor system en het bovengrondse major system in relatie tot het functioneren van grond- en oppervlaktewater is snel binnen handbereik. Het nauwkeurig modelleren van de impact van (vaak lokale) extreme buien op een stedelijk gebied is essentieel om onderbouwde uitspraken te kunnen doen over de kwetsbaarheid van een gebied. Dat is de basis voor een verstandige keuze van effectieve (doelmatige) maatregelen.

‘What if’-benadering

De ‘what if’-benadering, waarbij de gemeente in een oplopende hevigheid van extreme buien kijkt naar de noodzakelijke (oplopende) investeringen in maatregelen om overlast te bestrijden, lijkt kansrijker dan een normbenadering met statistische kunstgrepen.

Nieuwe grafische technieken

Tot slot zijn nieuwe grafische technieken in ontwikkeling om resultaten van model-simulaties te analyseren en presenteren, ook om deze inzichten dichterbij mensen in de praktijk te brengen. Denk bijvoorbeeld aan de simulatie van regenwateroverlast-situatie op je Google glass, terwijl je buiten door de stad loopt. Deze technieken gaan ons helpen om de effecten van extreme neerslag beter te begrijpen en te leren hoe we hierop steeds beter kunnen anticiperen met maatregelen.

Een gamebenadering analoog aan flight simulator is een interessante optie om ingenieurs ervaring te laten opdoen met wateroverlastsituaties die ze misschien maar een paar keer in hun leven meemaken. Dit als ze op het goede moment op de juiste plek zijn en dan nog de stap maken om buiten te gaan kijken!

Literatuur

Future weather website, <<http://www.knmi.nl/samenw/regioklim/FW/>>

Klimaat in de 21e eeuw, vier scenario's voor Nederland. KNMI brochure (2006)

Luijtelaar, H. van, Inventarisatie regenwateroverlast in de bebouwde omgeving 2013. RIONEDreks 17, 2013

PCCC (2011). De staat van het klimaat 2010.

Reichard, L., Clemens, F.H.L.R., Lobbrecht, A.H., Hartemink, J.W., Mantje, W., Poortinga, I.M. en Korving, J.L. (2011). RIONEDreks 16, Neerslaginformatie voor het bebouwde gebied, stand van zaken en ontwikkelingen.

Leidraad Riolerings,

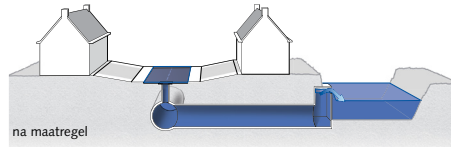
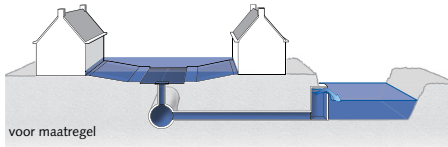
module C2100, Rioleringsberekeningen, hydraulisch functioneren. (2004)

module C2150, Water op straat (extreem functioneren). (2009)

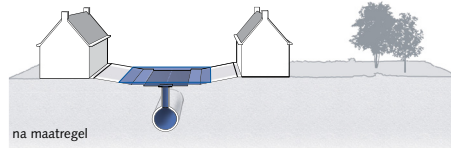
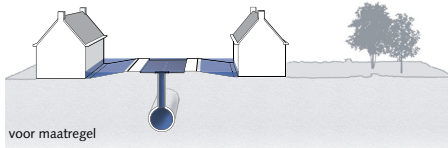
module C2200, Hydraulisch functioneren van regenwatervoorzieningen. (2006)

Stichting RIONED, Ede

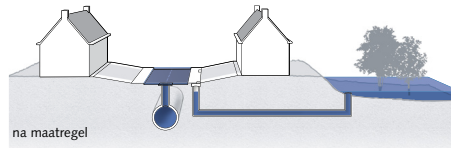
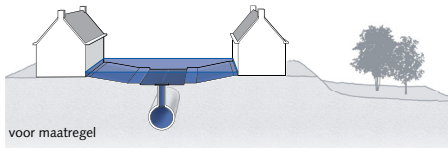
Riolering vergroten



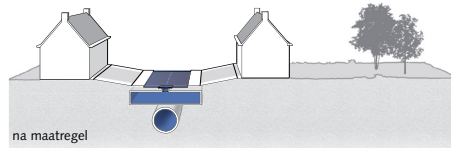
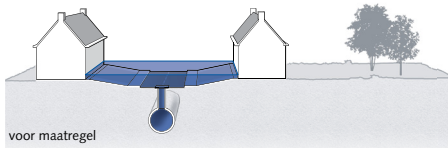
Stoepranden – straatpeil verlagen



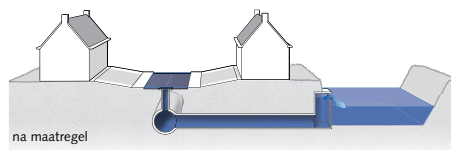
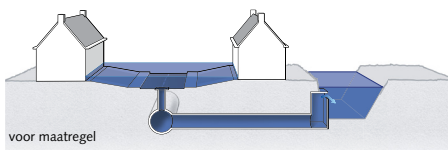
Waterberging openbare ruimte



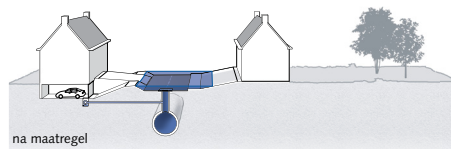
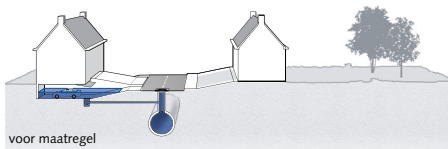
Ondergrondse regenwaterberging



Meer open water



Gebouwen beschermen



Maatregelen voor bescherming tegen extreme neerslag, situatie voor (links) en na (rechts) realisatie.