

Wat werkt (niet)?

# Regenwatervoorzieningen op eigen terrein

Het verwerken van (meer) regenwater op eigen terrein is een manier om het openbare gebied en de riolering te ontlasten. Vooral door de toename van de extreme buien door klimaatontwikkeling is de gemeente genoodzaakt naar dit type maatregelen te kijken. Met de hemelwaterverordening heeft een gemeente sinds een aantal jaren een instrument in handen om burgers te dwingen meer regenwater op eigen terrein te verwerken. Dit artikel beschrijft de (on)mogelijkheden en voor- en nadelen van het verwerken van regenwater op eigen terrein vanuit een neutraal perspectief. Als een gemeente inwoners wilt verplichten om regenwatermaatregelen op eigen terrein te treffen, lijkt het redelijk dit vanuit een doelmatigheidsafweging te doen.

P. (Perry) Pijnappels, Kragten; H. (Harry) van Luijtelaar, Stichting Rioned

Het verwerken van meer regenwater op eigen terrein heeft drie belangrijke redenen:

1. Doordat (een deel van het) regenwater niet naar het openbare riool afvoert, ontstaat in het openbare systeem/gebied meer ruimte om extreme buien te verwerken en ongewenste regenwateroverlast te voorkomen.
2. Als particulieren regenwater infiltreren in de tuin of laten verdampen vanaf een dak, gaat er (veel) minder water naar een rioolwaterzuiveringsinstallatie (rwzi).
3. Als het rioolstelsel minder regenwater hoeft te verwerken, treden de overstromingen minder vaak in werking. Hierdoor neemt de vuiluitworp naar het oppervlaktewater af.

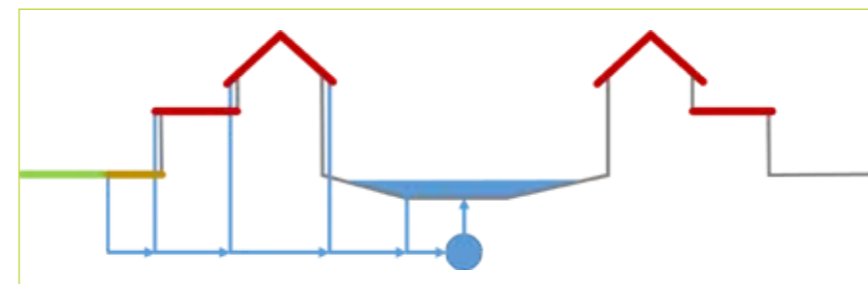
Omdat het grootste deel van de neerslag in kleine buien valt, is de belasting van een rwzi eenvoudig te verminderen door het regenwater bijvoorbeeld te laten infiltreren in de tuin of

te laten verdampen van een groen/blauw dak. Om overstromingen van het openbare rioolstelsel als gevolg van zware buien te reduceren, zijn serieuzere voorzieningen nodig die meer regenwater kunnen bergen zoals bijvoorbeeld infiltratiekragen of laagtes in de tuin. Het tegengaan van regenwateroverlast vraagt om de meest vergaande maatregelen. Primair is het van belang om overlast op eigen terrein te voorkomen en daarnaast een bijdrage te kunnen leveren om regenwateroverlast in het openbare gebied tegen te gaan.

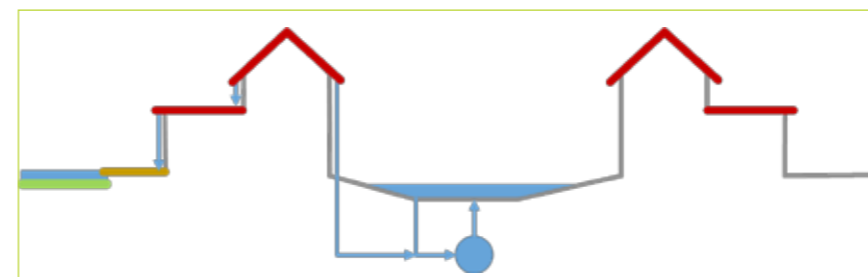
## ■ HUIDIGE EN TOEKOMSTIGE SITUATIE

In een traditionele situatie voert vrijwel al het regenwater van het verharde oppervlak op eigen terrein af naar het riool. Veel mensen sluiten ook het terras achter de woning aan op de riolering. Het verharde oppervlak in de voor-

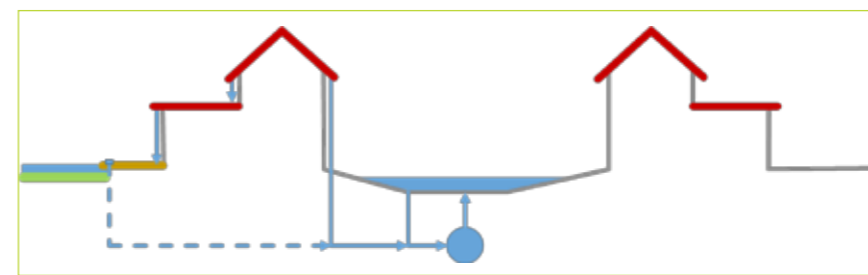
tuin kan direct afstromen naar de straat. Een rioolstelsel is zo gedimensioneerd dat één keer per twee jaar water op straat kan komen te staan. Het stelsel voert het regenwater met een flinke capaciteit (20-30 mm per uur) af naar overlopen/overstromen. Hierdoor is de duur van water op straat relatief kort, meestal in de orde van een kwartier tot een paar uur. Omdat het door klimaatontwikkeling vaker harder regent, neemt de water-op-sstraat-frequentie toe en worden de hoeveelheden water op straat ook groter. Bij zeer extreme buien moet het riool enorme hoeveelheden regenwater verwerken. Voldoende bufferwerking van de straat is een belangrijk middel om regenwateroverlast (in de woning) tegen te gaan. In bestaande situaties kan dat bovengronds door het straatpeil te verlagen of ondergronds een regenwaterberging te realiseren. Verreweg de belangrijkste



-Figuur 1- Traditionele situatie afvoer regenwater naar riolering, met water op straat



-Figuur 2- Regenwater dak en terras achterzijde woning afgekoppeld naar de tuin



-Figuur 3- Regenwater achterzijde woning afgekoppeld naar de tuin, met overloop

## ■ WAT IS KLIMAATBESTENDIG?

Criterium voor een voorziening op eigen terrein is dat deze een lokale extreme bui kan verwerken zónder overlast (net geen overlast) in de woning. Voor het bebouwde gebied zijn kortdurende lokale extremen vaak maatgevend. Denk hierbij aan een maximale gebiedsomvang in de orde van een km<sup>2</sup>. Voor dit type buien kunnen we uitgaan van de volgende gradatie van klimaatbestendigheid:

- Niet klimaatbestendig 60 mm in een uur
- Matig klimaatbestendig 90 mm in een uur
- Gemiddeld klimaatbestendig 120 mm in een uur
- Zeer klimaatbestendig 150 mm in een uur

Met die 90 mm in een uur hebben we in Nederland al meerdere keren te maken gehad en die gaan we nog vaker zien. Een bui van 120 mm in een uur zal weliswaar minder vaak optreden, maar is zeker niet ondenkbeeldig. Zeer extreme neerslag van 150 mm in een uur verwachten we (vrijwel) niet mee te maken. Toch kan dit een bui zijn om in kwetsbare situaties het zekere voor het onzekere te nemen.

bescherming tegen wateroverlast is ervoor te zorgen dat de woning een stuk hoger ligt dan de straat. Het vergroten van het bouwpeil is daarom een belangrijke maatregel bij nieuwbouw.

Daarnaast is meer regenwater verwerken op eigen terrein vaak een effectieve maatregel. Hierdoor voert een perceel minder regenwater af naar het openbare gebied, waardoor er minder én minder vaak water op straat staat. Bovendien worden zuivering en oppervlaktewater zo ook minder zwaar belast. Niet alle situaties zijn even geschikt om regenwater

op eigen terrein te verwerken. Denk aan een heel kleine tuin, hoge grondwaterstanden of een slecht doorlatende ondergrond. Het blijft maatwerk.

## ■ WEL OF GEEN (NOOD)OVERLOOP?

Een belangrijke keuze bij het verwerken van regenwater op eigen terrein is het wel of niet toepassen van een (nood)overloop naar het openbare gebied. Een (nood)overloop naar openbaar terrein is belangrijk om wateroverlast aan de achterzijde van de woning te

voorkomen. Bij een tuin met overloop is met beperkte middelen de meeste neerslag op jaarbasis in de tuin te verwerken. Als het écht nodig is, loopt het overtollige water over naar het openbare gebied. De (nood)overloop is goed te combineren met een ontlastput die vooral bedoeld is om overlast in de woning te voorkomen. Deze put ligt dan iets hoger dan het terras en onder het vloerpeil van de woning. Een achtertuin zonder overloop moet al het regenwater zelf verwerken, zelfs bij de meest extreme buien. Dit vraagt om serieuze maatregelen die niet alleen op korte maar ook op langere termijn goed moeten blijven werken. Als iedereen zijn eigen maatregelen moet treffen of beheren, is de kans dat daarbij iets fout gaat heel reëel. Als een overloop (vaker) in werking treedt, is dat een signaal dat de voorzieningen achteruitgaan en dat er bijvoorbeeld onderhoud nodig is.

## ■ MAATGEVENDE EXTREME BUIEN

Voor het dimensioneren van maatregelen op eigen terrein zonder overloop is het raadzaam rekening te houden met zeer extreme buien. Het gaat hier om kortdurende en lokale extremen, die vaak maatgevend zijn voor overlast-situaties. In Herwijnen is op 28 juni 2011 de meest extreme bui in Nederland geregistreerd: 94 mm in 70 minuten. In Kopenhagen was kort daarvoor 150 mm in twee uur gevallen. Deze buien zijn fors zwaarder dan de grootste waargenomen uursom van ruim 43 mm in De Bilt op 13 juni 1953. Door de klimaatontwikkeling krijgen we lokaal veel vaker te maken met kortdurende extreme buien. Voor het jaar 2085 als tijdhorizon is de verwachting dat dergelijke buien circa 50% zwaarder kunnen worden.

## ■ MAATREGELEN OP EIGEN TERREIN

Afhankelijk van grondsoort, grondwaterstand en ruimte zijn maatregelen in meer of mindere mate effectief (zie figuur 4). Op zandgronden is regenwaterinfiltratie een goede optie, op kleigronden is infiltratie vrijwel onmogelijk omdat klei water slecht doorlaat, wat de leegloop van een voorziening sterk vertraagt. De kans is groot dat een infiltratievoorziening niet leeg is van een vorige bui op het moment dat een extreme bui begint. Op kleigronden passen we daarom vaak bergingsvoorzieningen toe met een geregleerde leegloop. Regenwaterinfiltratie in de bodem gaat langzamer dan afvoer via de riolering, maar is wel veel sneller dan het verdampen van regenwater vanaf een groen/blauw dak. Naarmate de doorlatendheid van de ondergrond kleiner is, moet de buffercapaciteit voor de tijdelijke regenwaterberging groter zijn.

## VERWERKEN VAN REGENWATER

Het principe van regenwater verwerken op eigen terrein is eenvoudig. Het water kan in de ondergrond infiltreren, maar vaak met een gelimiteerde capaciteit. Bij extreme hoeveelheden neerslag heeft de ondergrond met een beperkte infiltratiecapaciteit tijd nodig om het grote watervolume te verwerken.

### Tijdelijke berging en grotere infiltratiecapaciteit

Veel maatregelen zijn daarom gebaseerd op tijdelijke waterberging, zoals de extra berging in de fundering van het terras, de infiltratievoorziening ondergronds en de laagteberging in de tuin (zie figuur 4). Maatregelen zijn vaak ook gericht op een grotere infiltratiecapaciteit naar de ondergrond door bijvoorbeeld het aandeel (minder goed doorlatend) verhard (terras)oppervlak te reduceren, het infiltratieoppervlak in (ondergrondse) voorzieningen te vergroten of de doorlatendheid van de (terras)verharding te vergroten.

### Groene daken

Een groen dak vangt regenwater op, voert een deel vertraagd af en laat de rest verdampen

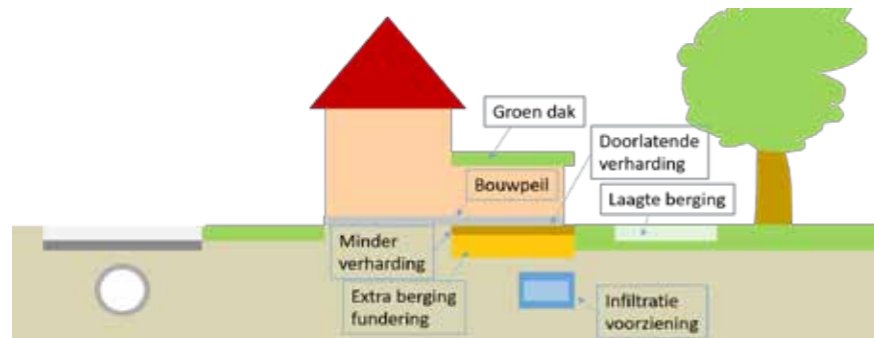
naar de atmosfeer. De meest eenvoudige groene daken met een beperkte bergingscapaciteit vertragen de afvoer een beetje en verdampen op jaarbasis relatief veel regenwater. Bij extreme buien hebben dat soort daken weinig effect. Zeer geavanceerde groen/blauwe daken kunnen enorme hoeveelheden regenwater bergen en bij voorkeur via een weersafhankelijke sturing regenwater afvoeren, net vóór of na een extreme bui.

### Regenwater benutten

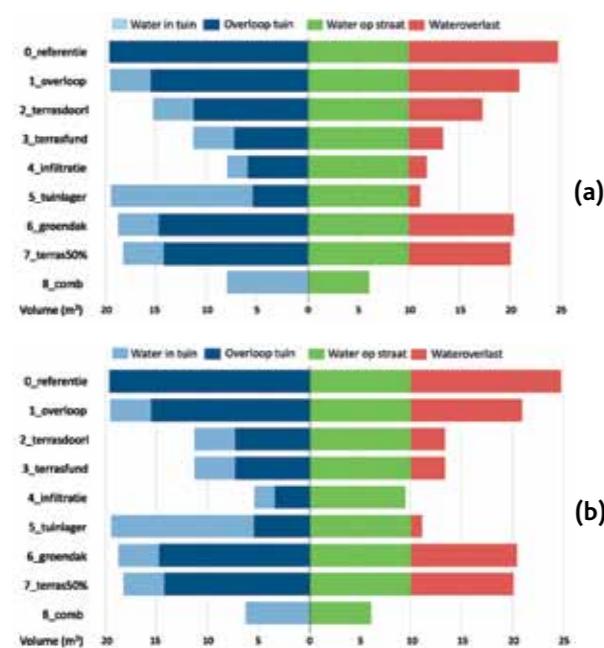
De spontane werking van een bergingstank om regenwater te benutten, is onvoorspelbaar. Het is immers niet zeker of die berging (volledig) beschikbaar is op het moment dat een extreme bui valt. Net als bij een groen dak is de berging ook hier via een weersafhankelijke sturing beschikbaar te maken door lediging vóór een extreme bui.

### Weersvoorspellingen

Helaas is het nu nog erg lastig te voorspellen op welke exacte locatie een extreme bui gaat vallen. Hierdoor zal het vaker voorkomen dat een bergingstank of een groen/blauw dak wordt geleidigd, terwijl de bui wel dicht in de buurt maar niet precies op die locatie valt.



-Figuur 4- Maatregelen voor verwerken regenwater op eigen terrein



-Figuur 5- Resultaten RainTools-simulaties maatregelen op eigen terrein voor tuin 20 mm onder bouwpeil, bij een slecht doorlatende bodem met een k-waarde van 0,5 m/dag (a, boven) en een goed doorlatende ondergrond met een k-waarde van 5,0 m/dag (b, onder)

Maar de kwaliteit van de weersvoorspellingen ontwikkelt zich snel, dus er is hoop voor de toekomst.

## EFFECTIVITEIT MAATREGELEN

Het bepalen van de effectiviteit van maatregelen op eigen terrein vergt een bredere afweging dan het beoordelen van een individuele voorziening. Om de effectiviteit van enkele maatregelvarianten te bepalen, hebben we in RainTools het functioneren van een perceel gesimuleerd. Uitgangspunt voor deze analyse is een ruim perceel met de volgende kenmerken:

- dakoppervlak 100 m<sup>2</sup>, waarvan 50 m<sup>2</sup> is afgekoppeld naar de tuin (achterzijde woning) en 50 m<sup>2</sup> is aangesloten op de riolering (voorzijde woning);
- terrasoppervlak 100 m<sup>2</sup>, doorlatendheid toplaag 1 mm/h;
- tuinoppervlak 100 m<sup>2</sup>, doorlatendheid toplaag grasveld 0,5 m/dag;
- (nood)overloop tuin net onder bouwpeil woning, op 20 en 60 mm boven tuinpeil.

Het terras heeft een doorlatende verharding in de vorm van klinkers. Het terras en gras liggen vlak. De tuin heeft een (nood)overloop naar het openbare gebied. Het peil van de overloop (met ruim voldoende capaciteit) ligt net onder het bouwpeil van de woning, waardoor geen wateroverlast in de woning kan ontstaan. De effectiviteit van de maatregelen is bepaald bij de bui van Herwijnen: 94 mm in 70 min. Per maatregel is berekend:

- hoeveel water in de tuin maximaal bovengronds komt te staan;
- hoeveel water overloopt vanuit de achtertuin (van het particuliere terrein naar het openbare gebied) via de (nood)overloop;
- hoeveel water op straat maximaal komt te staan in het openbare gebied, bij een rioolstelsel met een afvoercapaciteit van 90 l/s/ha;
- hoeveel wateroverlast maximaal in het openbare gebied ontstaat door overschrijding van het water-op-straat-berging van 50 mm.

Minder overloop uit de achtertuin betekent een ontlasting van het openbare gebied en leidt tot minder water op straat en ook minder wateroverlast vanuit het openbare gebied.

Voor het perceel zijn de effecten van de maatregelen bepaald voor de volgende situaties:

- 0 Referentie, (nood)overloop op tuinpeil met een maximale afvoer vanuit de achtertuin naar het openbare gebied
- 1 (Nood)overloop tuin net onder bouwpeil woning, 20 of 60 mm boven tuinpeil
- 2 Extra doorlatende verharding terras (90 mm/h)

- 3 Met extra berging in fundering onder terras (30 cm drainzand)
- 4 Infiltratievoorziening ondergronds (10 m<sup>3</sup>)
- 5 Laagte berging in tuin (100 mm)
- 6 Groen dak (15 mm), zonder afvoerregeling
- 7 Minder terrasverharding in achtertuin (gereduceerd met 50%)
- 8 Infiltratievoorziening ondergronds (10 m<sup>3</sup>)+ laagteberging (100 mm).

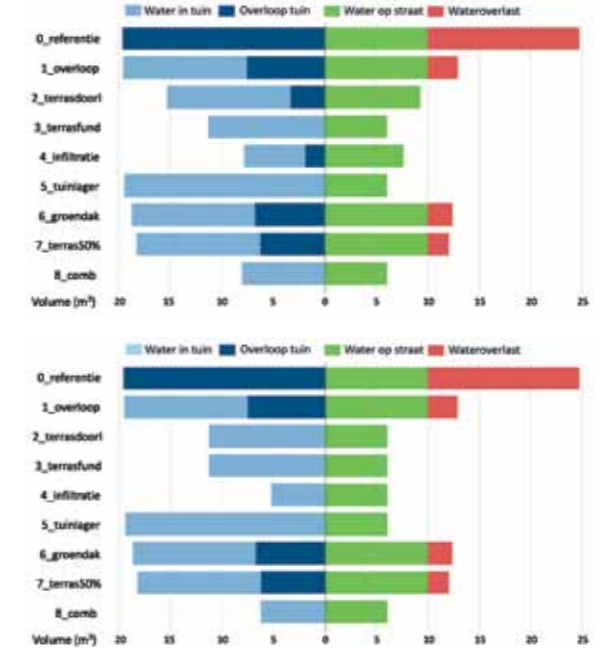
In figuur 5 ziet u de resultaten van de simulaties met de (nood)overloop op 20 mm boven tuinpeil, in figuur 6 voor de (nood)overloop op 60 mm boven tuinpeil. Beide series simulaties zijn uitgevoerd met een doorlatendheid van de ondergrond van 0,5 en 5 m/dag, voor respectievelijk slecht en goed doorlatende grond.

### Toelichting op de resultaten

Deze vergelijking laat zien welke maatregelen meer of minder effectief zijn. Naarmate de tuin meer regenwater kan verwerken, werkt de (nood)overloop naar het openbare gebied minder (vaak). Minder overloop vanuit de tuin naar het openbare gebied betekent dat de regenwateroverlast in het openbare gebied afneemt.

Een hoger bouwpeil geeft duidelijk veel minder regenwateroverlast in het openbare gebied omdat meer regenwater op eigen terrein kan worden verwerkt. In deze vergelijking (figuur 5 en 6) hebben we alleen gekeken naar de grotere verwerkingscapaciteit van de tuin. Bij een hoger bouwpeil kan ook het openbare gebied veel meer water op straat bergen/verwerken, zonder dat het water de woningen binnenloopt. Alle situaties (m.u.v. de referentie) zijn berekend met de (nood)overlopen op 20 en 60 mm boven tuinpeil. De helft van het dakoppervlak (50 m<sup>2</sup>) is afgekoppeld naar de tuin, de andere helft is aangesloten op het riool:

- de 0\_referentie simulaties laten zien hoeveel water er maximaal kan overlopen vanuit de tuin naar het openbare gebied en de gevolgen daarvan voor water op straat en wateroverlast. Omdat de (nood)overloop op tuinpeil ligt komt er geen water in de tuin te staan. Het dakwater is op de riolering aangesloten en wordt er dus geen regenwater in de tuin vastgehouden;
- de 1\_overloop simulaties laten het effect zien van een hoger gelegen (nood)overloop van de tuin. De tuin kan zo meer water verwerken door berging en infiltratie, waardoor er minder water overloopt naar het openbare gebied. De waterschijf die maximaal in de tuin geborgen kan worden ligt tussen het peil van de (nood)overloop en het tuinpeil (20 of 60 mm). Een hoger peil van de (nood)overloop betekent dat er veel meer water in de tuin kan worden vastgehouden. Het



-Figuur 6- Resultaten RainTools-simulaties maatregelen op eigen terrein voor tuin van 60 mm onder bouwpeil, bij een slecht doorlatende bodem met een k-waarde van 0,5 m/dag (a, boven) en een goed doorlatende ondergrond met een k-waarde van 5,0 m/dag (b, onder)

verschil tussen slecht en goed doorlatende grond is klein omdat de infiltratiecapaciteit van de tuin is gelimiteerd door de doorlatendheden van de toplagen van het terras (1 mm/h) en het gras (0,5 m/dag ~20 mm/h);

- de 2\_terrasdoorl simulaties tonen het effect van een zeer goed doorlatende verharding van het terras (90 mm/h). Hier komt ook het verschil naar voren tussen een slecht en een goed doorlatende ondergrond, mede omdat de bergingscapaciteit van de fundering van het terras beperkt is. Bij de slecht doorlatende grond wordt de ledigingscapaciteit van het terras gelimiteerd omdat via het cunet het water niet snel genoeg kan infiltreren in de ondergrond. Het water van het terras loopt dan over naar het grasveld;
- bij de 3\_terrasfund simulaties zien we het effect van een forse waterberging in de fundering van het terras (circa 7,5 m<sup>3</sup>) in combinatie met de zeer goed doorlatende verharding. Vooral bij de minder goed doorlatende ondergrond is de forse bergingscapaciteit in de fundering effectief. Alleen bij een (nood)overloop van 20 mm boven tuinpeil werkt de (nood)overloop naar het openbare gebied;
- de 4\_infiltratie simulaties tonen het effect van een zeer ruim gedimensioneerde ondergrondse infiltratievoorziening (10 m<sup>3</sup>). Dit is één van de meest effectieve maatregelen. Alleen bij de slecht doorlatende grond in combinatie met de (nood)overloop van 20 mm boven tuinpeil is de voorziening net nog te klein om regenwateroverlast in het openbare gebied te voorkomen;
- bij de 5\_tuinlager simulaties zien we het effect van extra laagteberging in het grasveld. Bij een (nood)overloop van 60 mm boven terraspeil werkt de (nood)overloop

naar het openbare gebied helemaal niet meer. Het is de meest effectieve maatregel bij slecht doorlatende grond en een (nood)overloop van 20 mm boven het terraspeil. De hoeveelheid water op straat wordt bij verdergaande maatregelen in de tuin op een gegeven moment niet meer kleiner en wordt alleen nog bepaald door de eigen belasting van het openbare gebied;

- de 6\_groendak simulaties laten zien dat het effect van een eenvoudig groen dak relatief klein is. Een grotere waterberging werkt natuurlijk beter maar werkt in het gegeven voorbeeld op maximaal 1/3 deel van het totale oppervlak;
- de 7\_terras50% simulaties tonen het beperkte effect van een kleiner terras (50 m<sup>2</sup>) met een normale doorlatende verharding en een groter grasveld (150 m<sup>2</sup>). De infiltratiecapaciteit en (vocht)berging op het grasveld zijn groter dan van het terras. Het effect van minder verharding is ook beperkt omdat de bui in een zeer korte tijd valt;
- de 8\_comb simulaties laten het effect zien van de combinatie van de ondergrondse infiltratievoorziening (10 m<sup>3</sup>) en de laagteberging in het grasveld (100 mm). Het is de enige maatregel waarbij de overloop op een peil van 20 mm boven het terras niet werkt. Bij een overlooppeil van 60 mm lijkt deze combinatie van maatregelen overbodig, maar heeft wel als voordeel dat het terras droog blijft.

Uiteraard zijn er ook andere combinaties van maatregelen mogelijk. Het doel van dit soort simulaties is om gevoel te krijgen voor de effectiviteit van maatregelen te bepalen en de optimale (combinatie van) maatregelen te kiezen.

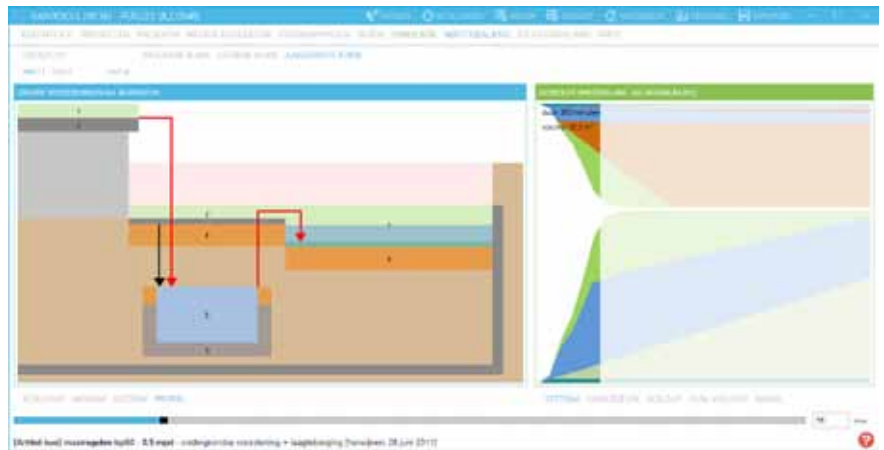
## Effectiefste maatregelen samengevat

Uit deze analyse komt naar voren dat forse maatregelen op eigen terrein nodig zijn om bij zeer extreme buien het optreden van regenwateroverlast in openbaar gebied tegen te gaan. Duidelijk is dat een hoog bouwpeil van een woning de meest effectieve maatregel is voor nieuwbouwsituaties. In bestaande situaties met lage bouwpeilen is het belangrijk om waterberging te realiseren in laagtes in het terrein of nog lager ondergronds.

Maatregelen zoals een eenvoudig groen dak en vermindering van verhard tuinoppervlak zijn het minst effectief. Een infiltratievoorziening met een inhoud van 10 m<sup>3</sup> en een laagteberging van 100 mm in het gras zijn het meest effectief.

We moeten wel bedenken dat een doorlatendheid van de ondergrond van 5 m/dag niet gering is. Bij minder goed doorlatende grond van 0,5 m/dag is de effectiviteit van veel maatregelen duidelijk kleiner.

In de meest ideale situatie verwerkt de tuin 100% van het regenwater. Bij de extreme bui Herwijnen werkt de (nood)overloop nog in een groot aantal beschouwde situaties. Die (nood)overloop is dus geen overbodige luxe. In de toekomst zal dit soort extreme buien duidelijk vaker gaan voorkomen en mogelijk ook nog zwaarder worden. Dit betekent dat forse maatregelen nodig zijn om regenwateroverlast tegen te gaan. Het weghalen van een paar stoeptegels



-Figuur 7- Weergave resultaten RainTools simulatie, links profiel van de achtertuin met de onderdelen dak, terras en grasveld, rechtsonder: het verloop van de waterbalans in de tijd van de achtertuin (particulier terrein), rechtsboven het tijdverloop van de waterbalans van het openbare terrein (riolering en straat). (zie ook de online animatie)

en het installeren van een regenton is mooi, maar deze maatregelen leveren geen serieuze bijdrage aan het bestrijden van regenwateroverlast.

## ZELF AAN DE SLAG

De werking van maatregelen op eigen terrein is sterk afhankelijk van de lokale situatie, de ruimte die beschikbaar is voor onder- en bovengrondse maatregelen, de kenmerken van de ondergrond en vooral ook de hoogtever-

schillen tussen het bouwpeil van de woning, het straatpeil en het tuinpeil. Met RainTools kunt u de werking van maatregelen op eigen terrein simuleren, een hulpmiddel om maatregelen te dimensioneren.

Meer informatie over RainTools vindt u via de website [www.RainTools.nl](http://www.RainTools.nl). Via [info@raintools.nl](mailto:info@raintools.nl) kunt u een account aanvragen en vervolgens zelf aan de slag gaan.

RainTools animatie : <http://bit.ly/2j9euvb>