

Overbelasting rioolsysteem door bestraten voortuinen

Als onderdeel van het TVVL ST-beleidsplan wordt door de Expertgroep Sanitaire Technieken deelgenomen aan het jaarlijkse CIB-W062 symposium. CIB staat voor International Council for Research and Innovation in Building and Construction. Het congres dient om wereldwijd kennis uit te wisselen op het gebied van sanitaire installaties. In september 2014 organiseerde de universiteit van Sao Paulo in Brazilië het symposium. Deelnemers uit verschillende landen presenteerden de resultaten van hun onderzoek. Dr. D.A. Kelly van de Heriot-Watt universiteit in Edinburgh hield een lezing over het effect van het bestraten van voortuinen op de infiltratie van regenwater [1].

Dr. D.A. (David) Kelly, School of the built environment, Heriot-Watt University, Edinburgh, Schotland

Vertaling en bewerking W.G. (Walter) van der Schee, Wolter & Dros, Amersfoort en TVVL Expertgroep Sanitaire Technieken; W.J.H. (Will) Scheffer, Rehva Fellow en TVVL Expertgroep Sanitaire Technieken

Wateroverlast van bewoonde gebieden komt wereldwijd steeds vaker voor met ernstige gevolgen voor woningen en verstoring van de infrastructuur. De verwachting is dat door de klimaatverandering de frequentie van extreme regens met grotere neerslaghoeveelheden toeneemt. Het gevolg daarvan is een zwaardere belasting van de openbare riolering, en zelfs een overbelasting [3]. In het Verenigd Koninkrijk (VK) is sprake van een toenemende trend om beplanting in voortuinen te vervangen door bestrating, wat bijdraagt aan dit effect. Hoewel de oppervlakte van een voortuin ogenschijnlijk weinig bijdraagt aan de infiltratie van regenwater in de bodem, is het totaal oppervlak van vele tuinen in een stad wel degelijk van invloed op de totale wateraccumulatie.

Kelly heeft met het oog op infiltratie van regenwater de invloed van de private voortui-

nen gekwantificeerd met als doel beleidsmakers en bewoners te helpen wateroverlast ten gevolge van extreme regens te beperken of te voorkomen.

■ WATEROVERLAST DOOR NEERSLAG

Net als in andere delen van de wereld is Engeland de laatste jaren regelmatig getroffen door serieuze wateroverlast. Dat veroorzaakte schade aan woningen en gebouwen, verstoring van de infrastructuur en er waren zelfs dodelijke slachtoffers te betreuren. In veel gevallen is de oorzaak van de wateroverlast te wijten aan de enorme hoeveelheid regenwater waar het afvoersysteem mee wordt belast. De hoeveelheid regenwater die rechtstreeks in het afvoersysteem stroomt is substantieel toegenomen door de uitbreiding van bewoonde gebieden. Het alsmat grotere

niet doordringbare oppervlak in steden zorgt ervoor dat het afvoersysteem een grotere hoeveelheid regenwater moet verwerken terwijl de bestaande afvoersystemen hier niet op zijn ontworpen [2].

Bewoners in de steden hebben er steeds vaker behoefte aan de auto in de voortuin te parkeren in plaats van op straat. Bijkomend voordeel is een onderhoudsarme voortuin. Deze aanpak is door sommige gemeenten in het verleden zelfs gestimuleerd om de doorstroom van het verkeer in de straten te verbeteren. De bewoners en beleidsmakers realiseerden zich niet dat het bestraten van de voortuin een merkbaar effect heeft op de infiltratie van het regenwater; hun voortuin heeft tenslotte een klein oppervlak wat er niet toe doet. Dat door het bestraten van de vele voortuinen een cumulatief effect ontstaat waardoor het risico op wateroverlast serieus toeneemt, zag men

over het hoofd. Het vervangen van gras en planten door een niet doorlaatbare laag voorkomt dat regenwater infiltreert in de bodem, met als consequentie een toename van het oppervlak waar regenwater wegstroomt waardoor de straatkolken en vervolgens het afvoerstelsel zwaarder worden belast.

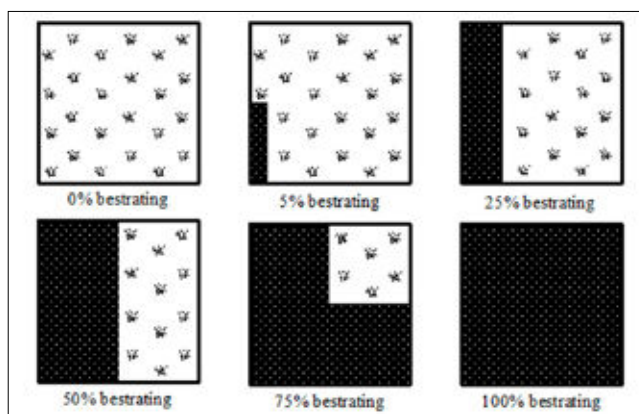
OPPERVLAK IN KAART

Doordat beleidsmakers en planologen onderkennen dat privétuinen een belangrijke rol spelen in het afvoeren van regenwater en het voorkomen van wateroverlast zijn in het VK studies verricht om het oppervlak van privétuinen vast te stellen. Van een aantal steden in het VK (Belfast, Cardiff, Leicester, Manchester, Oxford en Sheffield) is bekend dat het oppervlak van privétuinen zo'n 17 tot 28 % van het totale oppervlak van de gemeente beslaat. In Edinburgh gaat het om een aandeel van 19% van het totale oppervlak van de gemeente wat overeenkomt met ca. 30 km². De gemeente Londen schat dat ongeveer twee derde van de voortuinen is verhard, of voor een deel verhard. De bestrating is door de bewoners aangebracht om de auto niet op straat te hoeven parkeren.

Beleidsmakers in het VK beginnen nu inmiddels te onderkennen dat door het verharderen van voortuinen het risico op wateroverlast toeneemt. Sinds 2008 is in Engeland toestemming nodig om in voortuinen bestrating aan te brengen met een oppervlak van meer dan 5 m². In Schotland geldt deze toestemming sinds 2012.

Er zijn reeds studies uitgevoerd om de gevoeligheid van een vergroot verhard oppervlak op het risico van wateroverlast te bepalen, maar deze studies richtten zich globaal op bewoonde gebieden met zeer grote oppervlakken. Er zijn tot nu toe geen studies verricht naar de invloed van de relatief kleine privé voortuinen. Nog minder studies houden ook rekening met de potentiële risico's door de verandering van het klimaat. Daardoor is er een tekort aan kennis op de invloed van het bestraten van privétuinen op kleine schaal op wateroverlast ten gevolge van de klimaatverandering, vooral op het gebied van watermanagement, aangepast beleid en planning.

Het is belangrijk dat huiseigenaren zich bewust worden van de consequenties van de inrichting van hun tuin en welke invloed dat heeft op de kwetsbaarheid van hun eigendommen en van de directe omgeving als gevolg van vaker wateroverlast in de toekomst. Met een eenvoudig simulatiemodel heeft de Heriot-Watt universiteit de consequenties in kaart gebracht als tuinen worden verhard. Daarbij is ook betrokken de klimaatverandering met meerdere toekomstscenario's.



Figuur 1- Overzicht van het aandeel bestrating in een tuin

Type grond	Soort grond	fo (mm/h)	fc (mm/h)
A	Goed doorlaatbaar (zand)	250	25
B	Gemiddeld doorlaatbaar (leem)	200	12
C	Fijne structuur (zand met klei)	125	6
D	Vaste structuur (klei)	75	3

-Tabel 1- Infiltratiefactoren voor verschillende soorten grond

METHODIEK

Standaard voortuin

Om de effecten van niet doorlaatbare verharding en klimaatverandering te bepalen op de af te voeren volumestroom van privétuinen is voor de studie een gemiddelde tuinafmeting gedefinieerd. Het oppervlak van een tuin in vijf verschillende plaatsen in het VK ligt tussen de 3,6 m² in Belfast tot 2.290 m² in Edinburgh. De meeste tuinen beslaan echter een oppervlak van tussen de 200 m² en 400 m². Verder toont een onderzoek aan dat in het algemeen achtertuinen twee keer zo groot zijn als voortuinen. Voor het onderzoek is een tuin van 300 m² gedefinieerd, bestaande uit een achtertuin van 200 m² en een voortuin van 100 m². Het onderzoek en alle analyses richten zich op het effect van het verharderen van een voortuin van 100 m².

Ondoordringbaar oppervlak

Voor het onderzoek zijn verschillende soorten ondoordringbaar oppervlak gebruikt, gebaseerd op gangbare tuinafwerkingen in het VK. Figuur 1 toont de geselecteerde oppervlakken met het aandeel verharding van 0, 5, 25, 50, 75 en 100%.

Het 0% ondoordringbaar oppervlak is gebruikt als basis en bestaat uit een volledig niet bestrate voortuin. Een tuin met 5% ondoordringbaar oppervlak, wat overeenkomt met 5 m² voor de tuin van 100 m², is de tuin die op dit moment is toegestaan binnen de huidige regelgeving in Engeland. Een tuin met 50% verharding was toegestaan in Schotland tot de regeling van 2012. De tuinen met 75% en 100% bestrating zijn gebaseerd op de resul-

taten van een studie waaruit bleek dat een groot aandeel van de voortuinen in het VK voor driekwart of meer is verhard.

Gebruikte neerslag

Als norm voor de neerslag is de Britse norm (BS-EN 752:2008) gebruikt. Deze norm hanteert voor steden met een oppervlak kleiner dan 4.000 m² in een stadscentrum een ontwerp regenintensiteit gebaseerd op een periode van 5 minuten, eens per 5 jaar. Voor het onderzoek geldt een regenintensiteit 0,016 l/s.m² met een neerslag van 4,8 mm gedurende 5 minuten.

Om rekening te houden met de klimaatverandering zijn de neerslaggegevens onttrokken aan studies in het VK *UK Climate projections 2009* (UKCP09). De UKCP09 voorspelt de gevolgen van klimaatverandering in de toekomst voor de 21^e eeuw. De studie geeft aan dat voor Oost-Schotland de neerslag in de winter met 11% tot 19% toe kan nemen. Een toename van 11% resulteert in een neerslag van 5,3 mm gedurende 5 minuten en een toename van 19% resulteert in een neerslag van 5,7 mm gedurende 5 minuten. Een zwaarder scenario gaf zelfs stijging aan van 36%; dit werd gezien als het worst case scenario, met een neerslag van 6,5 mm gedurende 5 minuten.

Modelleren regenwaterafvoer

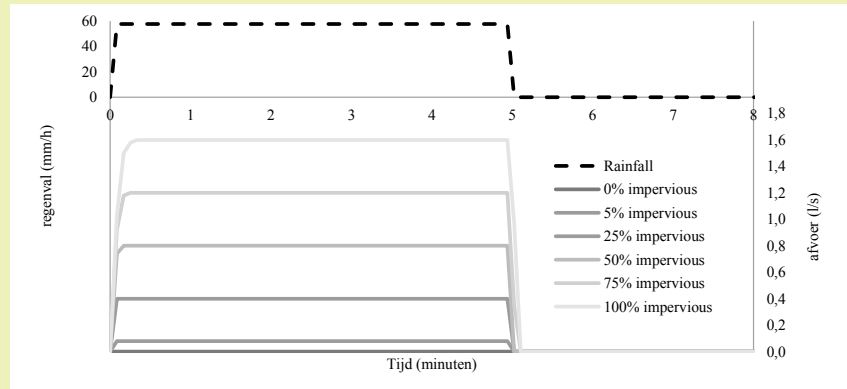
Om de regenwaterafvoer uit de voortuinen te bepalen, is gebruik gemaakt van het simulatieprogramma Roofnet, ontwikkeld door de Heriot-Watt universiteit. Roofnet is in staat om de regenwaterafvoer te bepalen

van dakvlakken en grondoppervlakken. Voor het onderzoek is alleen de toepassing voor grondoppervlakken gebruikt. Het simulatieprogramma gebruikt de regenintensiteit om de af te voeren hoeveelheid regenwater te berekenen, de omvang van het oppervlak en de eigenschappen van het oppervlak; wel of niet doorlaatbaar. Voor de doorlaatbaarheid worden de infiltratiefactoren f_0 (begin waarde) en f_c (eind waarde) gebruikt (zie tabel 1). Grondsoorten met een hoge infiltratie, zoals zand, hebben een lagere af te voeren volumestroom dan grondsoorten met een lage infiltratie zoals klei.

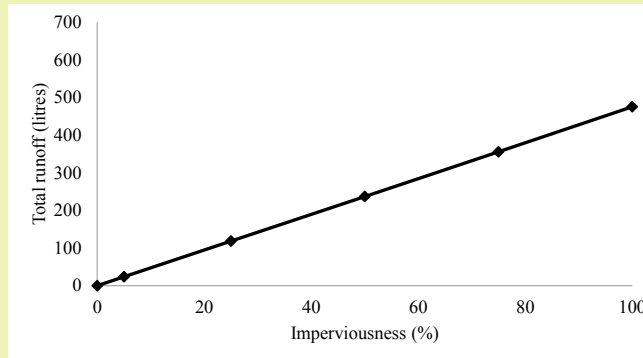
RESULTATEN

Waterafvoer bestrating

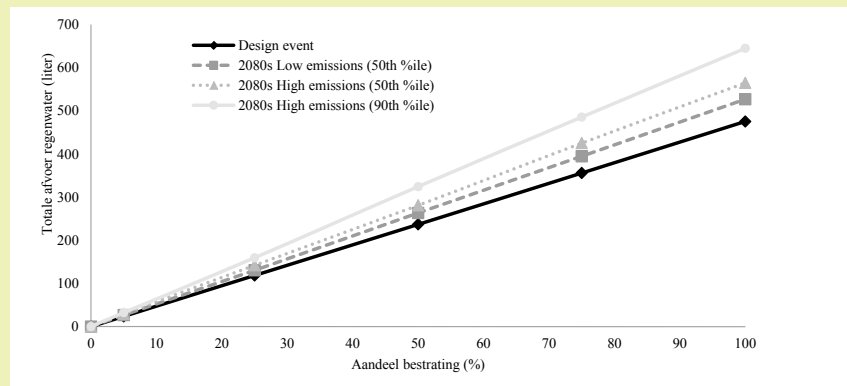
Om de af te voeren hoeveelheid regenwater voor de zes verschillende tuinafwerkingen van de standaard tuin te bepalen zijn de zes configuraties blootgesteld aan de ontwerpneerslag. Figuur 2 toont de ontwerpneerslag gedurende de vijf minuten en de per configuratie de af te voeren hoeveelheid water. Het 0% ondoorlaatbare oppervlak (volledig tuin) genereert geen regenwaterafvoer, al het regenwater infiltreert in de bodem, de waterafvoercoëfficiënt is 1. Als het aandeel verharding toeneemt stijgt de hoeveelheid af te voeren regenwater. De totale regenwaterafvoer voor iedere tuinconfiguratie met het aandeel bestrating is afgebeeld in figuur 3. In de figuur is te zien dat er een lineaire relatie bestaat tussen het aandeel bestrating en de af te voeren hoeveelheid regenwater. Een oppervlak van 50 m² bestrating heeft een waterafvoer van 236,8 liter (49,3% van de totale hoeveelheid neerslag). Dit is het volume regenwater dat ongestoord in het openbaar riool kan worden afgevoerd. Deze afmeting bestrating was tot en met 2011 toegestaan zonder toestemming aan te vragen bij de gemeente. Dat stelde de huiseigenaren in staat om vrijwillig bestrating aan te leggen, groot genoeg om vier auto's te parkeren. Voor de tuinen met 75% en 100% bestrating is de af te voeren hoeveelheid regenwater behoorlijk groot, respectievelijk 356 en 475 liter, hetgeen overeenkomt met 74% en 99% van de hoeveelheid neerslag. Als het grote aantal voortuinen met minimaal driekwart bestrating in het VK in ogenschouw wordt genomen, dan wordt het openbaar rioleringsysteem reeds behoorlijk overbelast. Indien vijf tuinen uit de studie voor driekwart zijn bestraat, veroorzaakt dit 1.779 liter extra af te voeren regenwater. Over geheel Edinburgh bedraagt het oppervlak aan tuinen 30 km², veronderstel dat 10 km² van dit deel voortuinen zijn en 31% van de tuinen voor driekwart is bestraat, dan genereert dat een totaal volume van 14,8 miljoen liter regenwater.



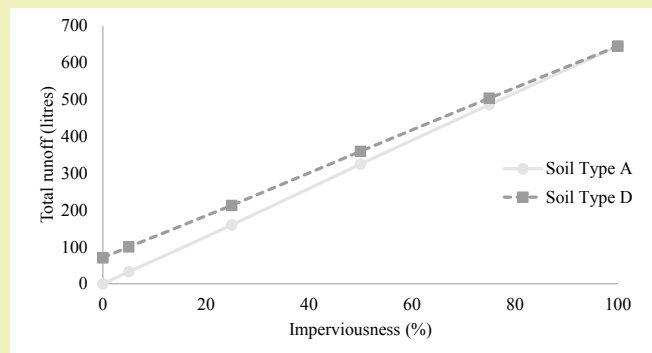
Figuur 2- Afvoer van regenwater in relatie tot het aandeel bestrating voor een voortuin van 100 m²



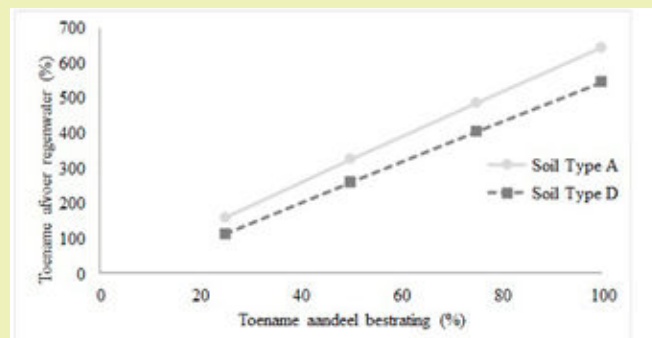
Figuur 3- Totale afvoer van regenwater in relatie tot het aandeel bestrating voor een voortuin van 100 m²



Figuur 4- Relatie tussen de afvoer van regenwater en het aandeel bestrating voor verschillende klimaatscenario's



Figuur 5- Relatie tussen de totale afvoer regenwater en het aandeel bestrating voor twee soorten grond gebaseerd op het zware klimaatscenario



Figuur 6- Toename van het regenwater in relatie tot het aandeel bestrating voor twee soorten grond

Gevolgen klimaatverandering

Met de in 2080 verwachte neerslag zal de hoeveelheid af te voeren regenwater van de bestrate tuinen evenredig toenemen (zie figuur 4). De tuin met 0% bestrating infiltreert al de neerslag en veroorzaakt geen extra belasting voor het openbaar rioolstelsel. Voor de tuin met 75% bestrating stijgt de regenwaterafvoer voor het gemiddelde scenario van 356 naar 425 liter. In geval van het zwaarste scenario stijgt de regenwaterafvoer voor de tuin met 75% bestrating naar 486 liter en met 100% bestrating naar 645 liter. Alle voortuinen met 75% bestrating rond Edinburgh veroorzaken in dit zwaarste scenario 20,2 miljoen liter regenwater. Deze gigantische hoeveelheid regenwater zou voor het bestaande openbare rioolstelsel tot problemen leiden en hoogstwaarschijnlijk tot grote wateroverlast. Het beperken van de regenwaterafvoer uit tuinen door het verbieden van het bestraten van tuinen en het stimuleren om bestaande bestrating in tuinen te verwijderen waardoor de infiltratie toeneemt, is van groot belang om het risico op ernstige wateroverlast in de toekomst te beperken.

Waterafvoer van typen grond

Het simulatieprogramma Roofnet is eveneens gebruikt om de invloed van het type grond op de af te voeren volumestroom te bepalen. In figuur 5 tonen de twee lijnen het gedrag van een tuin met grond type A (zand) en grond type D (klei) bij een verwachte neerslag in 2080 volgens het zwaarste scenario. De onderbroken lijn representeert in figuur 6 het gedrag van grond type D met een lage infiltratiefactor en dus een hoge afvoercoëfficiënt. De tuin met grond type D veroorzaakt een hogere volumestroom dan grond type A. Dit effect komt meer tot uitdrukking bij tuinen met een klein aandeel bestrating dan bij tuinen met een groot aandeel bestrating. In een tuin

met grond type D en 5% bestrating ontstaat een 264% grotere volumestroom dan dezelfde tuin met grond type A. Bij een tuin met grond type D en 75% bestrating is de toename van de volumestroom slechts 4% ten opzichte van een tuin met grond type A. Figuur 6 toont de relatie tussen het aandeel bestrating in een tuin en de relatieve toename van de af te voeren volumestroom. Uiteraard neemt de af te voeren volumestroom toe als het aandeel bestrating stijgt. De helling van de karakteristiek in de figuur varieert afhankelijk van het type grond en voor beide typen grond is te zien dat een kleine verandering van het aandeel bestrating resulteert in een relatief grote toename van de volumestroom. Het effect is groter voor grond type A. Een toename van 50% bestrating resulteert bij grond type A in 324% meer af te voeren hemelwater en bij grond type D in 259% meer.

CONCLUSIE

Privétuinen beslaan een groot deel van de steden en vervullen een belangrijke rol in de groenvoorziening. Veel tuinen zijn de afgelopen jaren bestraat en dragen daardoor bij aan de kans op wateroverlast in de steden. De studie toont de invloed aan op het aanbrengen van niet doorlaatbare bestrating. Het onderzoek verschaft niet alleen inzicht in de effecten uit het verleden en het heden, maar brengt ook gevolgen in de toekomst in beeld. Door het bestraten van tuinen neemt de hoeveelheid af te voeren regenwater toe waardoor het open-

bare afvoersysteem extra wordt belast. Voor het zwaarste scenario neemt de hoeveelheid af te voeren regenwater zelfs zoveel toe dat het openbare afvoersysteem de waterstroom niet meer kan verwerken en er kans bestaat op wateroverlast in de steden. Aan de andere kant toont de studie de belangrijkheid van tuinen in de bebouwde omgeving aan om de kans op wateroverlast te beperken. Een niet bestrate tuin draagt bij aan de infiltratie en het reduceren van de belasting van het openbare afvoersysteem. De resultaten van de studie zijn in meerdere landen te gebruiken om beleidsmakers bewust te maken van het feit dat tuinen in belangrijke mate bijdragen aan het afvoeren van neerslag in de grote steden. Door bewoners in de steden te stimuleren tuinen niet te bestraten kunnen investeringen in het openbare afvoersysteem achterwege blijven.

REFERENTIES

1. Climate change, flooding and the role of front gardens, D.A. Kelly, School of the built environment, Heriot-Watt University, Edinburgh, Schotland, CIB symposium Sao Paulo 2014
2. Estimation of urban imperviousness and its impacts on storm water systems, J.G. Lee and J.P. Heaney. Journal of water resources planning and management, 129; 419-426, 2003
3. Climate change 2014: Impacts, adaptation and vulnerability, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2014



D.A. Kelly



W.G. van der Schee



W.J.H. Scheffer