

Kennis voor klimaatbestendige steden

Peter Bosch (TNO), Kees Broks (STOWA), Vera Rovers (TNO)

Het onderzoeksprogramma Climate Proof Cities (CPC) heeft veel kennis opgeleverd over het klimaatbestendig maken van de Nederlandse steden. In de uitvoeringspraktijk spelen waterbeheerders, in samenwerking met gemeenten en andere partijen, een belangrijke rol. Daarbij gaat het niet alleen over het verminderen van wateroverlast door piekbuien, maar ook over de rol van stedelijk water bij het voorkomen van hittestress. Hieronder in vogelvlucht de belangrijkste uitkomsten van het onderzoek; in de genoemde publicaties is er veel meer over te lezen.

Door de opwarming van de aarde neemt de kans op extreme weersomstandigheden toe. Voor Nederland betekent dit bijvoorbeeld dat de intensiteit en frequentie van zware regenbuien in de zomer toeneemt [1], onder andere doordat warmere lucht meer waterdamp kan bevatten. Ook in de zomer van 2014 hebben verschillende stedelijke gebieden in Nederland te kampen gehad met extreme regenval en wateroverlast, waarbij schade aan gebouwen ontstond en de brandweer moest uitrukken om kelders, tunneltjes en wegen, die geblokkeerd waren voor verkeer, leeg te pompen. Tegelijkertijd neemt in twee van de KNMI '14 klimaatscenario's (Gh en Wh) de kans op meer droge zomers toe.

Om antwoorden te geven op praktijkvragen rond de klimaatbestendigheid van steden heeft een consortium van tien universiteiten en kennisinstellingen het onderzoeksprogramma Climate Proof Cities (CPC) uitgevoerd. Gedurende vier jaar hebben zij samengewerkt met gemeenten, waterschappen en de rijksoverheid. Climate Proof Cities was onderdeel van het nationale onderzoeksprogramma Kennis voor Klimaat, mede gefinancierd door het Ministerie van Infrastructuur en Milieu (zie kader).

Het stedelijk watersysteem

Het hoge percentage verharding in de stad gecombineerd met de toenemende kans op extreme neerslag, kan in de toekomst leiden tot vaker falen van stedelijke afwateringssystemen en tot grotere materiële en financiële schade door wateroverlast. Ook al proberen we wateroverlast te voorkomen, bij een extreme regenbui die de (ontwerp)belasting/norm overschrijdt kan er water op straat komen te staan en is het zaak om de schade te beperken. Het is daarom belangrijk om goed inzicht te hebben in de kwetsbaarheid van Nederlandse steden voor klimaatverandering.

Bij het overwegen van maatregelen mag de waterbeheerder niet alleen kijken naar mogelijke wateroverlast: steden krijgen ook te maken met frequentere hittegolven en droogteperiodes. Koeling doordat vegetatie water verdampt, is bijvoorbeeld een belangrijke factor in het reduceren van de buitentemperatuur. Wanneer tijdens droge, warme perioden niet genoeg

water beschikbaar is zal het koelend effect van groene elementen verloren gaan. CPConderzoek laat zien dat de verdamping in steden veel lager is dan in het buitengebied [2].

Kwetsbaarheid

De kwetsbaarheid van een gebied voor wateroverlast wordt bepaald door 3 factoren:

1. de (schade)gevoeligheid van objecten voor wateroverlast;
2. de blootstelling aan hevige regenbuien en wateroverlast;
3. en het aanpassingsvermogen.

Sommige elementen in de stad zijn gevoeliger voor schade door wateroverlast dan andere. Uit CPConderzoek op basis van schadefuncties en drempelwaardes blijkt dat vooral het onderlopen van gebouwen (met name kelders) en verkeershinder hoge schades tot gevolg kan hebben [3]. Ook de kosten die door de brandweer gemaakt moeten worden zijn aanzienlijk. Schades aan elektriciteitsvoorzieningen komen niet zo vaak voor maar hebben wel verstreckende gevolgen.

De schadegevoeligheid van het stedelijk systeem is toegenomen. Door de intensievere en duurdere inrichting van de stedelijke omgeving kan wateroverlast meer schade aanrichten dan enkele decennia geleden.

Het optreden van piekbuien, de gebiedsspecifieke kenmerken en de spreiding van gevoelige objecten maakt dat de kwetsbaarheid voor wateroverlast zeer lokaal bepaald is. Dit vraagt dus ook om een lokale aanpak met gerichte maatregelen op basis van inzicht in de werking van het systeem bij (echt) extreme neerslag en in de oorzaken en gevolgen van schade. Vooral van dit laatste hebben beheerders vaak geen beeld, omdat de aandacht tot nu toe vooral uitgaat naar het voldoen aan de norm.

Kwetsbaarheid in kaart brengen

De blootstelling aan wateroverlast is afhankelijk van of en waar de regenbui zich voordoet en van gebiedskenmerken. Waar extreme regenval zich voor zal doen is niet te voorspellen door klimaatmodellen, maar waar wateroverlast kan ontstaan na een piekbui kan wel in kaart worden gebracht met rekeninstrumenten. CPC heeft bijvoorbeeld bijgedragen aan de ontwikkeling van het 3Di gebiedsmodel dat heel snel, nauwkeurig en gedetailleerd in kaart brengt waar, in welke mate en hoe snel extreme neerslag leidt tot wateroverlast en overstroming [4]. Vergroesen et al. [5] waarschuwen overigens wel voor het klakkeloos inzetten van complexe rekentools zonder daarbij het gezonde verstand te gebruiken in combinatie met gebiedskennis en ervaring.

Een andere manier om de kwetsbaarheid te analyseren is de knikpuntenmethode. Een knikpunt is het moment waarop de mate van klimaatverandering zodanig is dat de huidige strategie of het beleid niet langer zijn doelen haalt. Op dat moment is ander beleid nodig. De methodiek kan bijvoorbeeld worden gebruikt om te onderzoeken tot wanneer een lokaal rioolsysteem voldoet aan de gestelde norm bij verschillende scenario's voor een veranderende omgeving, zoals verdichting, verstening, of intensivering van de regenval.

Maatregelen

De grote variatie in kwetsbaarheid voor wateroverlast maakt dat adaptatie maatwerk is, bestaande uit pakketten met relatief kleine, lokale ingrepen. Er is een grote diversiteit aan aanpassingsmaatregelen beschikbaar voor iedere stap in de keten van oorzaak (extreme neerslag) tot gevolg (schade):

- Het verminderen van de blootstelling aan wateroverlast door te zorgen voor minder water op straat. Denk hierbij aan maatregelen die de bergings- en transportcapaciteit te vergroten, zowel onder- als bovengronds [5].
- Het verminderen van de schadegevoeligheid van objecten door de drempelwaardes (waterdiepte) te verhogen vanaf wanneer schade optreedt, bijvoorbeeld door dorpels van deurkozijnen te verhogen of door meterkasten en stopcontacten hoger te plaatsen (zie ook tabel 1).
- Ook kunnen maatregelen worden genomen die de schade beperken wanneer de drempelwaarde toch wordt overschreden, bijvoorbeeld door meterkasten waterdicht te maken of te zorgen voor alternatieve routes voor reddingsvoertuigen als alle tunnels volgelopen zijn.
- Het voorkomen van verdroging door het hemelwater zoveel mogelijk te laten infiltreren in de ondergrond of af te vangen voor gebruik en te zorgen voor een gezonde waterbalans.

Tabel 1. Samenvatting van de drempelwaardes en omvang van de neerslagschade [3]

Gevolg	Stedelijke sector	Drempelwaarde (m)	Gemiddelde kosten per eenheid (Euro's 2012; min – max)	Eenheid
Materiele schade	Huizen en interieurs	0 (met kelder) 0,1 (zonder kelder)	Huis: 400 – 1200 Inrichting: 750 – 1750	Huis per gebeurtenis
	Elektriciteitsvoorziening	0,3 (laagspanning) 0,35 (straatverlichting) 0,5 (middelspanning)	5000 55.000	Schakelkast Straatlantaarn per gebeurtenis
Economische schade	Werkonderbreking	0 (met kelder) 0,1 (zonder kelder)	5 – 2000 (2010)	Gewerkt uur
	Verkeersonderbreking	0,3	Goederen: 10 – 40 Privaat: 1,50 – 6 Forenzen: 2 – 8,5 Bedrijfsverkeer: 7,5 – 30 (2006)	Voertuig per 15 – 60 min
	Uitvallen elektriciteit	0,3 (laagspanning) 0,5 (middelspanning)	Huishoudens: 0 – 80 Bedrijven: 80 – 2500 (gebaseerd op wettelijke compensatie)	Per gebeurtenis van 1 – 8 uur
	Bedrijfsonderbreking	0 (met kelder) 0,1 (zonder kelder)	5 – 2000 (2010)	Bedrijfsuur
Noodhulp	Brandweer	0 (huis met kelder) 0,3 (wegen)	250 – 1000	Per uitrukking
Sociale verstoring	Toegankelijkheid gezondheidszorg	0 (met kelder) 0,1 (zonder kelder) 0,3 (wegen)	–	Per zorgfaciliteit

Voor het waterrobuust maken van een kwetsbaar gebied is het zaak om slimme keuzes te maken op basis van inzicht in de lokale waterhuishouding (reliëf en maaiveldhoogte, mate van verharding, capaciteit en conditie van de riolering en van het grond- en oppervlaktewater-systeem) en rekening houdend met de (vaak beperkte) ruimte in een stad. Het eerder genoemde 3Di gebiedsmodel kan als afwegingsinstrument worden gebruikt: het kan de effecten van ingrepen in het systeem interactief tonen op een elektronisch planbord tijdens een werksessie (afbeelding 1). Dit blijkt een goede manier te zijn om in de praktijk samen naar de effecten kijken, zodat nut en noodzaak van te volgen klimaatstrategie voor alle betrokkenen duidelijk is. Hieronder volgen een paar algemene aandachtspunten voor waterrobuuste steden.



Afbeelding 1. Interactieve werksessie met 3Di op de “touchtable”

Groen

Meer groen en het ontharden van tuinen, straten en grote parkeer- en opslagterreinen draagt bij aan een natuurlijker waterhuishouding én aan de verkoeling van een stedelijk gebied. Daarnaast heeft groen nog meer positieve effecten, zoals een grotere biodiversiteit en waardering van mensen vanuit esthetisch oogpunt. Groen(blauwe) daken mét gereguleerde afvoer kunnen de piekbelasting vanaf verhard oppervlak verminderen.

Rainwater harvesting

Door regenwater op te slaan wordt niet alleen de afvoerpiek gereduceerd, maar het opgeslagen water kan ook gebruikt worden voor toiletspoeling, het irrigeren van tuinen en daken (groen, blauw of grijs) in droge perioden en verkoeling in warme perioden. Afstromend regenwater kan op veel manieren worden opgeslagen (‘geogst’) op, in, onder of bij woningen en gebouwen, bijvoorbeeld in een regenton, maar ook in grotere tanks of zakken. Opslag en gebruik van regenwater op woningniveau is relatief duur en zal aantrekkelijk moeten worden gemaakt via subsidies of korting op rioolheffing [6].

Berging en 'hersteltijd'

Er is onderzoek gedaan naar de effectiviteit van veel maatregelen rond waterberging en -afvoer [5]. Een belangrijk effectbepalend element is de 'hersteltijd' van een maatregel: de tijd die nodig is voordat een maatregel opnieuw gebruikt kan worden (voor de volgende bui moet de berging eerst weer leeg).

Waterberging aan het oppervlak

Bovengrondse opvangplekken van hemelwater, zoals bijvoorbeeld wadi's, kunnen een broedplaats voor ziektekiemen zijn en zo een risico voor de volksgezondheid vormen. Een drietrapsmethode met expert judgement, microbiologische risico-analyse en het monitoren van pathogenen brengt de gezondheidsrisico's duidelijk in beeld en is de basis voor de beheersing ervan door inrichtings- en beheersmaatregelen [7].

Implementatie

De implementatie van adaptatiemaatregelen kan de komende decennia gefaseerd plaatsvinden door mee te koppelen met andere activiteiten, zoals onderhoud, rioolrenovatie, nieuwbouw, herstructurering en stadsontwikkeling; dat beperkt de meerkosten. Het is daarom goed om inzicht te hebben in de lopende ruimtelijke processen en daar aansluiting bij te zoeken. Diverse gemeenten stellen al samen met waterbeheerders een lange-termijn-agenda vast, waarop geplande herstructureringen, grootschalige renovaties en riool- of wegwerkzaamheden zijn aangegeven. Belangrijke elementen in de uitvoering van het traject naar klimaatbestendige steden zijn bewustwording en samenwerking.

Bewustwording

Het gebrek aan bewustzijn en gevoel van urgentie verhindert de implementatie van klimaatadaptatie. Het is daarom belangrijk om de noodzaak van aanpassen aan klimaatverandering te bespreken met alle partijen die invloed hebben op de ruimtelijke inrichting van een stedelijk gebied, ook met bewoners en lokale ondernemers. Zij zijn de uiteindelijke belanghebbenden en zonder hun betrokkenheid of draagvlak gebeurt er weinig in bebouwd gebied (zeker in huidige financiële crisis). Laat ook zien wat er gebeurt door de impact van intense buien te visualiseren en wijkgerichte analyses uit te voeren samen met betrokkenen.

Samenwerking

Voor de implementatie van veel maatregelen is samenwerking vereist met diverse actoren zoals (verschillende afdelingen binnen een) gemeente, bewoners en bedrijven. Door coalities te vormen met deze partijen kunnen de ambities samen worden bepaald en verschillende doelen worden vervlochten. De co-benefits die van belang zijn voor de opgave van de andere partij kunnen daarbij worden benadrukt, zoals leefbaarheid, duurzaamheid, groen, recreatie. Wanneer dezelfde maatregelen meer doelen tegelijk kunnen dienen en integraal worden opgenomen in een totaalplan, kunnen ook verschillende budgetten samenkomen. De publieke partners moeten daarbij investeren in onderlinge samenwerking alsook in samenwerking met andere partijen.

Deze coalities kunnen op meerdere schaalniveaus gestalte krijgen, van een meer globale gebiedsverkenning tot een concreet inrichtingsontwerp. Een sterk voorbeeld van deze aanpak is de brede stakeholderbenadering die Amsterdam heeft gehanteerd voor de projecten WATER-graafsmeer en Amsterdam Rainproof. Bij de vorming van coalities kan worden aangesloten bij initiatieven die 'van onderop' ontstaan. Steeds vaker komen initiatieven voor aanpassing van de ruimte tegenwoordig ook van lokale partijen, zoals bewonersgroepen.

Climate Proof Cities

Meer informatie over Climate Proof Cities is te vinden op:

www.knowledgeforclimate.nl/urbanareas

Het CPC-eindrapport: <http://library.wur.nl/WebQuery/kvk/2071522>

Kennisportaal ruimtelijke adaptatie: www.ruimtelijkeadaptatie.nl

www.deltaproof.stowa.nl

www.deltaproof.stowa.nl/Projecten/Projectdossier_Klimaabestendige_Stad.aspx?pld=63

Tot slot

Het klimaat verandert langzaam, maar gestaag. Omdat investeringen in de gebouwde omgeving die nu gedaan worden, leiden tot gebouwen en infrastructures die er over pakweg vijftig jaar nog steeds zijn, is het van belang om nu al te overwegen of aanpassingen aan een toekomstig klimaat kunnen worden ingepast. Steeds meer studies, zowel internationaal als nationaal, tonen aan dat de kosten van adaptatie nú gering zijn in vergelijking met de schade die in één dag kan ontstaan door extreme weersomstandigheden.

Omdat klimaatbestendigheid een langetermijnplanning vergt, is het belangrijk om nu al inzichtelijk te maken welke maatregelen in welke gebieden zouden moeten worden toegepast. De uitvoering kan vervolgens de komende decennia gefaseerd plaatsvinden door mee te koppelen met reguliere onderhouds- en renovatiemomenten, zodat de meerkosten worden beperkt. Identificatie van deze 'windows of opportunity' geeft een implementatietijdspad.

Het nationale beleidskader voor het klimaatbestendig maken van steden is het Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie. De ondertekening van de intentieverklaring ruimtelijke adaptatie door 110 organisaties is hopelijk een teken van de bereidheid om in actie te komen. De kennis van Climate Proof Cities en andere onderzoeksprogramma's van Kennis voor Klimaat bieden genoeg handvatten voor de ondertekenaars om klimaatbestendige steden te realiseren. Om ook in de toekomst vragen uit de praktijk te kunnen beantwoorden wordt het Nationaal Kennisprogramma Water en Klimaat opgezet. Dit programma zal de nadruk leggen op de vertaling naar de praktijk. Het is nu het moment voor waterschappen en andere belangstellenden om hierbij aan te sluiten.

Referenties

1. KNMI (2014). KNMI'14-klimaatscenario's voor Nederland; Leidraad voor professionals in klimaatadaptatie, KNMI, De Bilt, 34pp.
2. Jacobs, C., Elbers, J., Brolsma, R., Hartogensis, O., Moors, E., Rodríguez-Carretero Márquez, M-T, and Hove, B. van (2015). Assessment of evaporative water loss from Dutch cities. *Building and Environment* 83(2015)27-38.
3. Stone, K., Daanen, H., Jonkhoff, W., Bosch, P. (2013). Quantifying the sensitivity of our urban systems Impact functions for urban systems Revised version; Knowledge for Climate; Deltares project number: 1202270.008.
4. <http://www.3di.nu/>
5. Vergroesen, T., Brolsma, R., Tollenaar, D. (2013). Verwerking van extreme neerslag in stedelijk gebied. Deltares report 1202270-009.
6. Hofman, J. & Paalman, M. (2014). Rainwater harvesting, a sustainable solution for urban climate adaptation? Kennis voor Klimaat /KWR.
7. Sales Ortells, H., Medema, G. (2014). Health impact assessment of urban climate change adaptations. Kennis voor Klimaat / KWR / TU Delft.