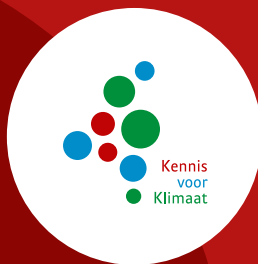


Kennis voor Klimaat is een onderzoeksprogramma waarin kennis, instrumenten en diensten zijn ontwikkeld voor het klimaatbestendig maken van Nederland. Een serie van negen boeken geeft in vogelvlucht weer wat de onderzoeken hebben opgeleverd en hoe de kennis kan worden toegepast in de praktijk.

Deel vier van de serie is **Klimaat en de stad**. Bij de start van Kennis voor Klimaat was er nog weinig bekend over dit onderwerp. De onderzoeken van de hotspots en het consortium Klimaatbestendige stad legden nieuwe verbanden en leverden veel praktische maatregelen op voor gebouw, straat en stad.



4

Klimaatbestendige stad **Klimaat en de stad**

Kennis voor Klimaat | Klimaatadaptatie in Nederland

Klimaatbestendige stad
Klimaat en de stad

Klimaatbestendige stad

Klimaat en de stad

Onderzoekers, beleidsmakers en ondernemers werkten in Kennis voor Klimaat samen aan manieren om Nederland klimaatbestendiger te maken. In het thema Klimaatbestendige Stad zijn maatregelen bedacht en onderzocht om onze steden aangenaam te houden.

01

Wij hebben de stad op de kaart gezet

pagina 4

02

De stad moet kunnen zweten

pagina 8

03

Hitte in de stad door warmtestraling

pagina 14



04

Adaptatie op maat

pagina 16

05

Wateroverlast levensecht in beeld met 3Di

pagina 20

06

Wateropslag in bodem ontlast riool

pagina 24



07

Succesvol gemeentelijk klimaatbeleid

pagina 28

08

Klimaatatelier in Bergpolder Zuid

pagina 32



09

Opmerkelijk

pagina 36



“Klimaatadaptatie in de stad is maatwerk.”

Ronald Albers, consortiumleider Klimaatbestendige stad

01 Wij hebben de stad op de kaart gezet

Bij de start van Kennis voor Klimaat was weinig bekend over de gevolgen van klimaatverandering in stedelijk gebied. Onderzoekers van het consortium Klimaatbestendige stad hebben daarin verandering gebracht. “Wij hebben de stad op de kaart gezet.”

“Klimaatadaptatie ging een tijdlang vooral over waterveiligheid en zoetwatervoorziening”, zegt consortiumleider Ronald Albers. “De stad was in Nederland de grote onbekende, ondanks het feit dat de meeste mensen in stedelijk gebied wonen en hier ook de grootste lange-termijninvesteringen plaatsvinden. Hitte, droogte en wateroverlast leiden nu al tot problemen in steden en met klimaatverandering wordt dat alleen maar erger. In nieuwbouwggebieden is hiermee relatief makkelijk rekening te houden, maar bestaande stedelijke gebieden staan voor flinke uitdagingen. Genoeg redenen dus om te bekijken op welke manier klimaatfactoren de leefbaarheid en het investeringsklimaat beïnvloeden.”

Nieuwe inzichten

De onderzoeken van het consortium hebben geleid tot een flink aantal nieuwe inzichten. Zo blijkt dat zomerse warmte niet als een grote koepel over steden blijft hangen, maar dat de ene kant van een straat veel koeler kan zijn dan de andere. De mate waarin dit optreedt, hangt onder meer af van de ligging, hoogte, bekleding en kleur van de bebouwing en van de aanwezigheid van groen en water. De consortiumleider is tevreden over de hoeveelheid nieuwe inzichten en noemt een aantal “zeer verrassend”. Water in de stad blijkt bijvoorbeeld niet altijd verkoelend te zijn, vooral stilstaand water houdt warmte vast en kan ’s nachts zorgen voor hogere temperaturen dan in een

gebied zonder water. Ook blijken groene daken weinig te doen tegen hitte in de buitenruimte. “Een ander inzicht is dat samenwerking tussen diverse partijen heel belangrijk is om te komen tot effectieve adaptatiemaatregelen”, zegt Albers. Als voorbeeld noemt hij ruimtelijke planners en rioleringsdeskundigen die gezamenlijk op zoek kunnen gaan naar oplossingen voor wateroverlast en droogte.

Maatwerk en dynamiek

Het consortium heeft een groot aantal adaptatiemaatregelen benoemd, van heel klein (luifels aan huizen) tot groot (ruimtelijke ontwerpmaatregelen). Welke maatregelen nodig zijn om het hitteprobleem aan te pakken hangt af van de lokale omstandigheden, zegt Albers: “Klimaatadaptatie in de stad is maatwerk.” Daarnaast is belangrijk dat beleidsmakers en stedenbouwkundigen gebruik maken van de dynamiek in de stad. “Een stad leeft, er gebeurt van alles. Het is de kunst klimaatadaptatie te verweven met de ontwikkelingen die een stad toch al doormaakt en te zoeken naar slimme koppelingen. Dan hoeven aanpassingen niet veel extra geld te kosten.”

Vanwege het maatwerk is het noodzakelijk dat klimaatadaptatie in de stad op lokaal niveau plaatsvindt, meent Albers. Hij ziet ook een faciliterende rol weggelegd voor de overheid: gebruikmakend van bijvoorbeeld maatschappelijke initiatieven. “Voor sommige bestuurders is dat moeilijk, toch is het de weg die de beste mogelijkheden biedt.”

Praktijk en wetenschap bij elkaar

Vanaf het begin heeft het consortium veel moeite gedaan om belanghebbenden uit de praktijk bij de onderzoeken te betrekken. Beleidsmakers, ontwerpers en uitvoerders uit diverse steden, provincies en waterschappen werkten mee aan delen van het programma. Albers noemt deze brede betrokkenheid een van de succesfactoren van het consortium. “Hierdoor zijn veel adaptatiemaatregelen gaandeweg het programma al toegepast, dat is het mooiste dat je kunt hebben.”

Ook inhoudelijk is breed ingezet. Bouwkundigen, planologen, technici en gezondheidswetenschappers zijn bij diverse onderzoeken betrokken geweest, wat onder meer leidde tot nieuwe gegevens over de fysieke gevolgen van hitte bij ouderen. “Deze kruisbestuivingen zijn goed gelukt, ze hebben veel kennis opgeleverd die we vervolgens hebben kunnen omzetten in de uitgebreide verzameling adaptatiemaatregelen.”

.....
 Lees meer over *adaptatiemaatregelen* op **pagina 16**.



Water in de stad blijkt niet altijd verkoelend te zijn; stilstaand water zorgt 's nachts voor hogere temperaturen

02 De stad moet kunnen zweten

Rotterdam is qua klimaat geen Shanghai of Mexico-stad. Toch warmen steden ook in ons koele klimaat flink op tijdens hete dagen. De stad houdt de hitte vast, wat tot meer en grotere problemen kan leiden.

Weer een mythe doorgeprikt: Nederlandse steden met al hun water zijn wel degelijk eilanden van hitte, in vergelijking met het groene platteland erom heen. Sterker nog: ook dorpen kunnen hitte-eilanden zijn. Dit consortium onderzocht wat de hitte doet met de bewoners. Er is gekeken naar dag- en nachttemperaturen, luchtvochtigheid, straling en wind.

De temperatuur in steden en dorpen kan acht graden hoger worden dan buiten de bebouwde omgeving. Klimaatscenario's voorspellen meer hittegolven. Tegelijkertijd worden steden steeds dichter bebouwd, wat ten koste gaat van ruimte voor wind en groen. Steden worden heter, terwijl er steeds meer mensen aangenaam in de stad willen wonen en werken. Vooral ouderen zijn kwetsbaar voor de hitte.

Klimaat van de wijk

Rotterdam en Arnhem waren de eerste steden in Nederland die uitgebreid onderzoek hebben gedaan naar hitte in de stad. Onderzoekers van de Wageningen UR gingen met een bakfiets vol meetapparatuur op pad om de effecten in kaart te brengen. Projectleider Lissy Nijhuis van de gemeente Rotterdam: "We hebben nu veel meer inzicht in het stadsklimaat en wat de wijken zijn waar de bewoners last van de warmte kunnen hebben. We weten beter wat groen, wind en water met de gevoelstemperatuur in de stad doen."

Slimme maatregelen tegen hitte

- Bomen en beplanting voor verdamping en schaduwwerking. Stimuleren van bomen en groen op privéterrein;
- Groene en zonwerende daken in plaats van asfaltdaken. Vooral in gebieden met veel dakoppervlak;
- Inzetten op minder bestrating en meer plantsoen. Punt van aandacht bij onderhoud van wegen en straten;
- Zonwering aan ramen en deuren en betere isolatie van huizen.



Door de inzichten die dit onderzoek opleverde, kan GGD Rotterdam Rijnmond de gemeente gedetailleerder adviseren over de gezondheidseffecten van hitte in bepaalde wijken. GGD Rotterdam Rijnmond houdt elke vier jaar een gezondheidsenquête. Dit keer krijgen bewoners ook de vraag of ze in hun woning of wijk makkelijk verkoeling kunnen vinden op warme dagen.

Amsterdam ging nog een stap verder en liet kwetsbaarheidskaarten maken. Deze kaarten combineren gegevens over temperatuur, bebouwing en bevolkingsgroepen. Ellen Monchen van de Dienst Ruimtelijke Ordening van Amsterdam: "Verrassend genoeg blijken de havens erg heet te worden. Daar is wel veel water, maar juist heel weinig groen." De kwetsbaarheidskaarten hebben volgens Monchen bij de gemeente de ogen geopend dat hitte wel degelijk voor problemen kan zorgen.

.....
Zie box kwetsbaarheidskaarten
pagina 13.
.....

.....
Foto Dakakker in Rotterdam

“We nemen deze kennis mee als we straten of pleinen herinrichten. We proberen bijvoorbeeld te zorgen voor meer bomen en plantsoenen en minder bestrating. We koppelen dit aan onze programma’s over energie en water. Zo proberen we adaptatie in de stad vanuit verschillende kanten aan te vliegen.”

Minder verharding, meer groen

Meer groen en bomen in de straten is de meest voor de hand liggende oplossing om hitte tegen te staan. Maar wie betaalt en onderhoudt al dat groen? Volgens Monchen is de particuliere sector hard nodig bij het toepassen van adaptatie, om de kosten binnen de perken te houden. De gemeente kan particulieren stimuleren om meer groen in de stad te brengen met hulp van subsidies. Rotterdam werkt met een subsidie voor de aanleg van groene daken. In het Zwitserse Basel is een groen dak voor nieuwe gebouwen zelfs verplicht. Dit wordt gecompenseerd met een korting op de rioolheffing, aangezien groene daken als kleine waterbuffers werken. Het Deltaprogramma Nieuwbouw en Herstructurering stimuleert gemeenten om onderzoek te doen naar dit soort adaptatiemaatregelen om zowel hitte als wateroverlast tegen te gaan.

Monchen is blij met de kaarten die het onderzoek opleverde, maar zou nog beter willen weten waar de meest kwetsbare groep van de stad zich bevindt: de alleenwonende ouderen. Het gaat vooral om ouderen boven de 75. Tijdens de hittegolf van 2003 kwamen in Parijs 15.000 ouderen die zelfstandig woonden, om het leven. Het huidige overheidsbeleid in Nederland is erop gericht om ouderen zo lang mogelijk zelfstandig te laten wonen. Tegelijkertijd vergrijsd de bevolking. Die zeer kwetsbare groep wordt dus steeds groter.

Onderzoeker Heleen Mees, van de Universiteit Utrecht, vergeleek hoe steden wereldwijd proberen om deze groep te informeren. “In Nederland is veel focus op overstromingen, maar hitte heeft het afgelopen decennium in Europa meer slachtoffers gemaakt. Nederland heeft een nationaal hitteplan, maar op lokaal niveau gebeurt er buiten de zorginstellingen nog niet zo veel.” De hitte- en kwetsbaarheidskaarten zijn volgens Mees een goed begin om te zien waar problemen kunnen ontstaan. Hiermee zijn al maatregelen te bedenken om die kwetsbare groepen actief te benaderen, zoals initiatieven in het Amerikaanse Philadelphia of Parijs. Mees: “In Philadelphia gaan vrijwilligers uit de buurt van deur tot deur langs. Ze bekijken hoe het met mensen gaat, of ze genoeg drinken. In Parijs worden kwetsbare ouderen



Foto Boompjeskade, Rotterdam

Hitte kostte het afgelopen decennium in Europa meer levens dan overstromingen.

om de dag gebeld tijdens een hittegolf. In Nederland zouden wijkteams in gezet kunnen worden voor zo’n actieve benadering. Met de decentralisatie van de zorg is er al een verschuiving naar meer van dit soort lokale zorginitiatieven in de wijk.”

Oververhit

Om te zien wat heet weer doet met het lichaam, lieten onderzoekers van TNO ouderen een pil met een zender inslikken. Uit de proef blijkt dat zij in rust een gemiddelde temperatuur van 38 graden hebben. Oververhitting kan leiden tot uitdroging, nierproblemen, ademhalingsproblemen en zelfs sterfte. Ouderen moeten gedurende de dag voldoende water drinken om deze problemen tegen te gaan.

We weten beter wat groen, wind en water met de gevoelstemperatuur in de stad doen.

Zie Kvk-tv over dit onderwerp op www.kennisvoorklimaat.nl/oogst/stad

In de bebouwing kunnen goede isolatie, zonwering en reflecterende daken ervoor zorgen dat de temperatuur binnen minder hoog oploopt. De aanleg van meer groen zorgt ervoor dat wijken kunnen 'zweten'. Planten en bomen hebben een verkoelend effect op een stad. Niet alleen doordat ze schaduw leveren, maar ook omdat ze water verdampen. Hoewel het effect van groene daken en gevels beperkt is, passen die ingrepen wel in het beeld van een stad waar het wat temperatuur en beleving betreft aangenaam toeven is. Ook op hete dagen.

“De kaarten helpen gemeenten te bepalen waar ze het beste kunnen beginnen met het bestrijden van hittestress.”

Franklin van der Hoeven, TU Delft

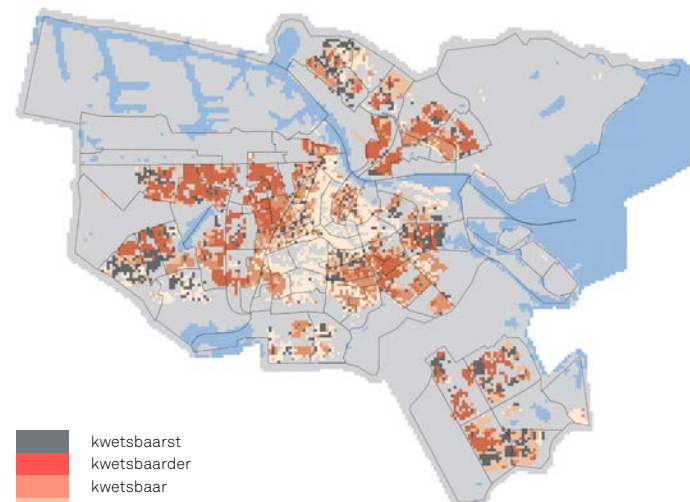
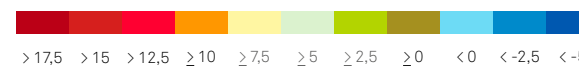
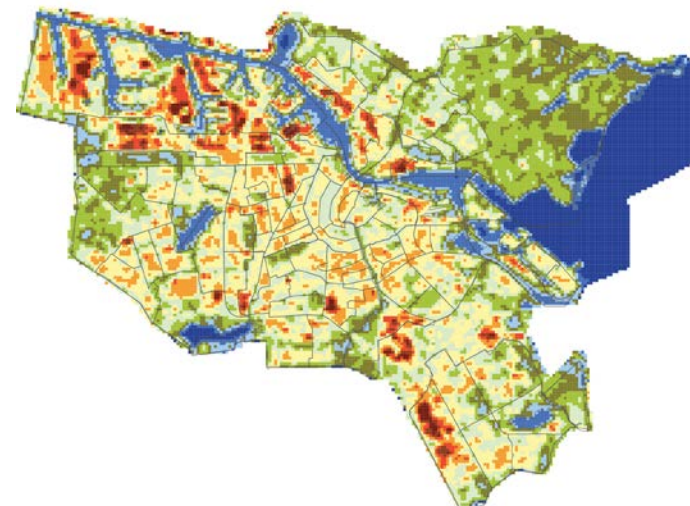
Foto Ouderen zijn tijdens een hittegolf extra kwetsbaar



Hittekaart Amsterdam

Tijdens de hittegolf van juli 2006 is deze kaart gemaakt. De blokjes op de kaart laten zien hoe hoog de temperatuur in elk stukje Amsterdam oploopt. Bedrijventerreinen, infrastructuur en havens worden het heetst. Ook winkelcentra en andere platte gebouwen met asfalt-daken vallen in de warmste categorie. De paarse blokjes op IJburg, West en Zuidoost zijn bouwterreinen.

Legenda-uitleg Oppervlaktetemperatuurverschillen in de gemeente Amsterdam in graden Celsius ($29^{\circ}\text{C} = 0$), op 26 juli 2006, na half een 's middags.



Hittestress op de kaart

Kwetsbaarheidskaarten laten zien in welke wijken hitte problemen op kan leveren, bijvoorbeeld omdat er veel ouderen wonen. Wijken met dichte bebouwing en weinig groen worden extra heet en blijven ook 's nachts relatief warm. Onderzoeker Franklin van der Hoeven, van de TU Delft: “We verzamelen bijvoorbeeld informatie over wijken met woningen die makkelijk warmte doorlaten, over de volksgezondheid en de leeftijd van de bevolking. Deze kennis helpt gemeenten om te bepalen waar ze het beste kunnen beginnen met adaptatiemaatregelen tegen hittestress.”

Legenda-uitleg De meest kwetsbare delen van de stad zijn die plekken met hoge concentraties 75-plussers. De donkergrijs-gekleurde hectares tellen gemiddeld drie tot vier keer zoveel 75-plussers als de rest. De lichtgrijs-gekleurde hectares tellen nauwelijks 75-plussers.

Kijk voor meer informatie over Amsterwarm op www.kennisvoorklimaat.nl/oogst/stad

03 Hitte in de stad door warmtestraling

Warmtestraling heeft grote invloed op de temperatuur in de stad, zowel buiten als in gebouwen. Dat blijkt uit onderzoeken van de Technische Universiteiten in Delft en Eindhoven. Het onderzoek levert praktische tips op voor beleidsmakers en ontwerpers.

Om te kunnen bepalen welke adaptatiemaatregelen nodig zijn in de stad, is het goed om te weten hoe warm het eigenlijk zal worden – en waarom. De TU Delft heeft hiervoor een vernuftig rekenmodel ontworpen. Hieruit blijkt onder meer dat hoge gebouwen overdag weliswaar zorgen voor koelte, maar 's nachts de warmte vasthouden. Dat komt door het gebrek aan luchtstroming en doordat langgolvlige straling moeilijk kan ontsnappen, vooral als gebouwen dicht op elkaar staan. Langgolvlige straling uitgezonden door de aarde zorgt ervoor dat de temperatuur aan de grond kan dalen. “Een adaptatiemaatregel heeft naast een positief, ook meestal een negatief effect”, zegt promovendus Patrick Schrijvers, van de TU Delft. “Zo blijken lichte gevels gunstig te zijn voor de binnentemperatuur van de betreffende gebouwen, maar door extra weerkaatsing van zonlicht stijgt de buitentemperatuur op een andere locatie juist. Het probleem verschuift naar een andere plek.” Het rekenmodel levert dan ook geen kant en klare oplossingen voor het hitteprobleem in de stad, zegt hij, maar leidt tot inzicht. “Als bekend is hoeveel graden de temperatuur op een bepaalde plek stijgt of daalt tijdens een warme dag, is het mogelijk om een goede afweging te maken.”

Zonwering onmisbaar

Postdoc bouwkunde Twan van Hooff van de Technische Universiteit Eindhoven ontwierp een simulatiemodel dat uitrekent



Foto Beatrixpark, Amsterdam

wat de invloed is van onder meer zonnestraling op de binnentemperatuur van woningen. Het model berekent het effect van zonwering, isolatie, bouwstijl (hout, baksteen, enzovoort) en bouwjaar. “Als de zon fel schijnt, heeft dat een groot effect op de binnentemperatuur, en dit effect is het grootste voor nieuwbouwwoningen”, zegt Van Hooff. “Dat komt door de goede dak- en muurisolatie en het luchtdichte bouwen, waardoor de warmte moeilijk weg kan als die eenmaal binnen is.” Een eenvoudige oplossing voor nieuwbouwwoningen is zonwering, maar die blijkt opvallend vaak afwezig, constateert de onderzoeker.

De onderzoeksresultaten zijn enthousiast ontvangen, onder meer in de gemeente Arnhem, waar Van Hooff een presentatie gaf voor een groep ambtenaren. “Ze realiseerden zich dat de nadruk de laatste jaren erg heeft gelegen op de isolatie van woningen uit energetisch oogpunt, maar dat de binnentemperatuur in een warme zomer een te kleine rol heeft gespeeld.”

Het midden van het land krijgt in 2050 te maken met zeven tot vijftien tropische dagen per jaar, tegen vier nu. Op een tropische dag is de maximumtemperatuur 30 graden of hoger. Een hittegolf als in 2003, die veel levens kostte in Europa, zal in de toekomst vaker voorkomen.

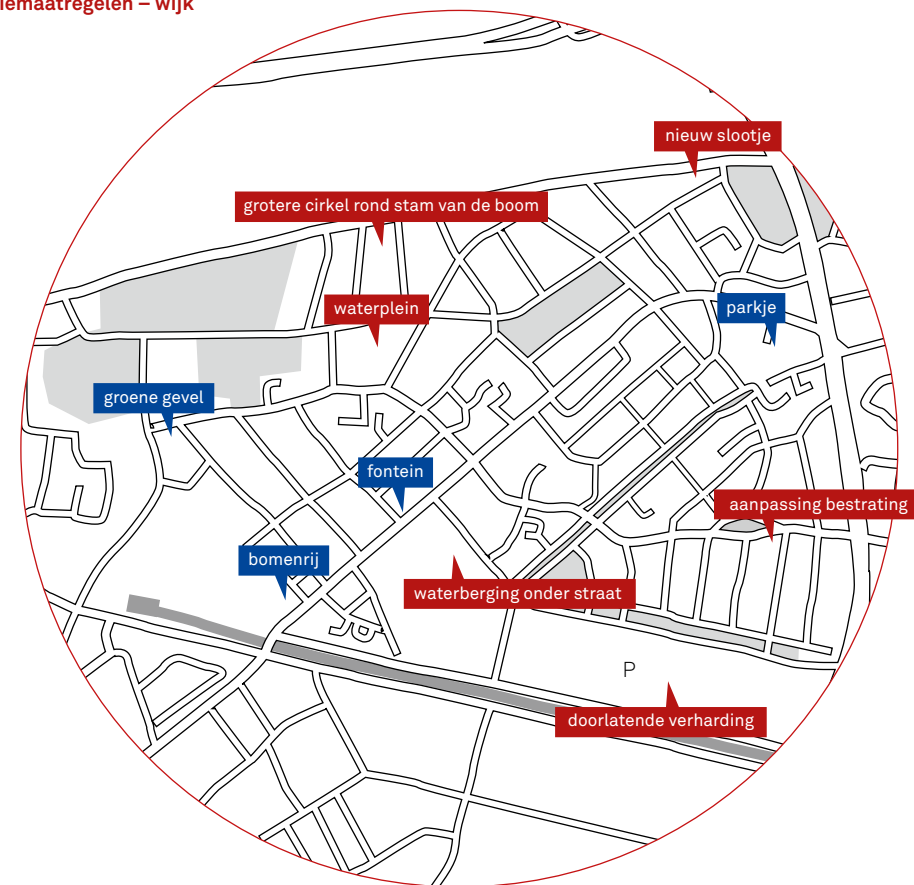
04 Adaptatie op maat

Vier jaar onderzoek leverden zeer veel inrichtingsmaatregelen op waarmee steden zich kunnen aanpassen aan klimaatverandering. Het is wel maatwerk, dus slim kiezen is belangrijk. Digitale technieken helpen daarbij.

De onderzoekers van Klimaatbestendige stad bekeken adaptatiemaatregelen voor de aanpak van hitte en wateroverlast. De maatregelen variëren van lokaal (gebouw en straat) tot breed toepasbaar (wijk, stad en streek). De mix aan maatregelen is ook weer onderverdeeld in drie groepen die de effectiviteit weergeven: generiek (werkt altijd), typologie-gebonden (werkt bij het ene type gebouw of straat beter dan bij het andere) en context-afhankelijk (werkt in de ene situatie beter dan in de andere).

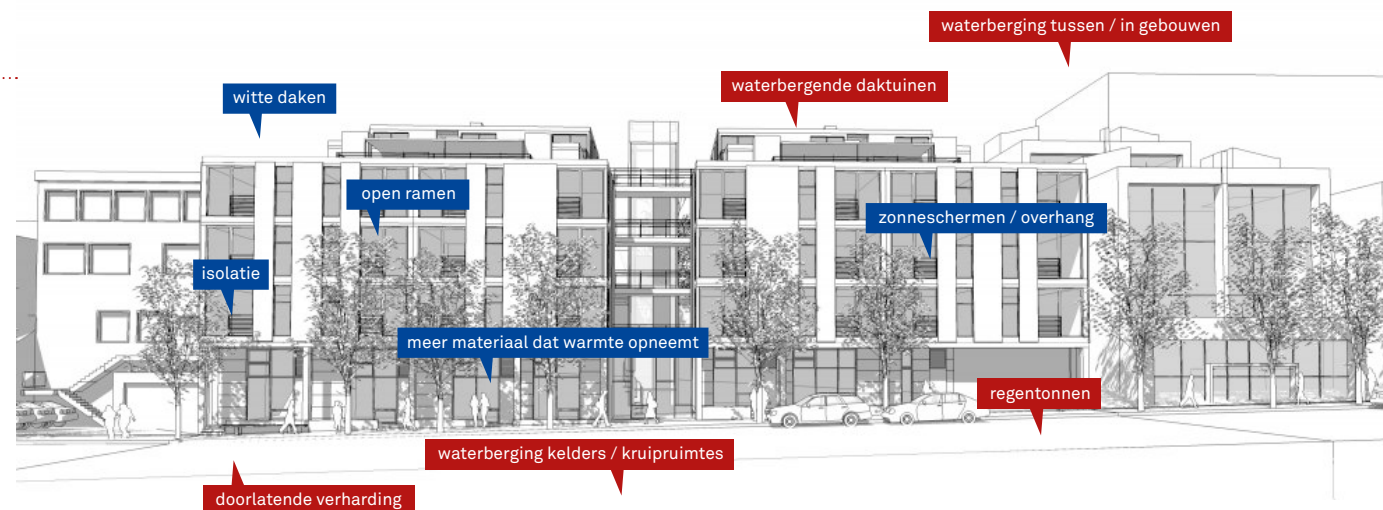
Om in dit woud van adaptatiemaatregelen de weg te kunnen vinden, is een overzichtelijk schema gemaakt voor beleidsmakers en stedenbouwkundigen. Het schema toont alle mogelijkheden, maar om een goede keuze te kunnen maken, is het ook van belang om te weten hoe adaptatiemaatregelen met elkaar verweven zijn, vertelt Vera Rovers van TNO. “De onderzoeken van het consortium hebben duidelijk gemaakt dat diverse maatregelen elkaar kunnen versterken of meerdere doelen dienen.” Rovers noemt als voorbeeld het aanleggen van een groenzone in een wijk. “Het groen levert een bijdrage aan het verminderen van extreme hitte in de stad door verdamping en schaduwwerking. Tevens vermindert het wateroverlast doordat regenwater wordt opgevangen en infiltreert in de bodem. Een derde aspect is een bijdrage aan een grotere stedelijke biodiversiteit en tenslotte maakt een groenzone een wijk aantrekkelijker.”

Adaptatiemaatregelen – wijk



Adaptatiemaatregelen – gebouw

Het schema is te vinden op www.ruimtelijkeadaptatie.nl



Figuren Voorbeelden van adaptatiemaatregelen voor gebouwen en wijken.

Climate Adaptation App

De verwevenheid van adaptatiemaatregelen wordt goed zichtbaar met de Climate Adaptation App (CAPP), een digitaal hulpmiddel dat na enkele muisklikken aangeeft welke maatregelen in een specifieke situatie succesvol kunnen zijn. “Het doel van CAPP is inspireren”, zegt mede-ontwerper Frans van de Ven van Deltares. “Na het invoeren van een aantal filters geeft de app een lijst met mogelijkheden. CAPP biedt geen kant-en-klare oplossing, want de effectiviteit van de maatregelen moet vervolgens nog worden berekend.” Daarvoor is een ander hulpmiddel ontwikkeld: de Adaptation Support Tool, die in de loop van 2015 beschikbaar komt. Op deze elektronische ontwerptafel kunnen stedenbouwkundigen de adaptatiemaatregelen invoeren en laten uitrekenen of ze effectief zijn. “Zo kunnen planvarianten met elkaar worden vergeleken”, zegt Van de Ven, “en kan gezocht worden naar de ideale combinatie voor het betreffende gebied. Het is niet zinvol om overtollig water zo snel mogelijk af te voeren als bij droogte hetzelfde deel van de stad een watertekort heeft. Dan kun je beter kiezen voor wateropslag.”

Tijdens tests met de Adaptation Support Tool in Rotterdam en Delft toonden de aanwezige ambtenaren zich verbaasd over de veelheid aan mogelijkheden om klimaatadaptatie te integreren in de stad, ontdekte Van de Ven. “Vooral omdat vaak al resultaat kan worden geboekt met een beperkte inspanning, ook financieel. Het is een kwestie van slim inrichten en meekoppelen met andere maatregelen die toch al op de planning stonden. Je hoeft niet alles overhoop te halen.” Als voorbeeld noemt Van de Ven het aanleggen van een drempeltje bij de ingang van een parkeergarage, om te voorkomen dat deze onderloopt bij heftige regenval. Of bij nieuwbouwwoningen de vloer van de begane grond tien centimeter hoger te leggen dan het straatniveau. “Op het gebied van klimaatadaptatie ligt er voor stedenbouwkundigen een hele mooie opgave waarbij ze kunnen putten uit een breed palet aan maatregelen. Dat is geen dwangbuis, maar een speeltuin.”

De Climate Adaptation App is te downloaden via www.kennisvoorklimaat.nl/oogst/stad

Effectiviteit van adaptatiemaatregelen

Klimaatbestendige Stad maakt onderscheid tussen de diverse adaptatiemaatregelen:

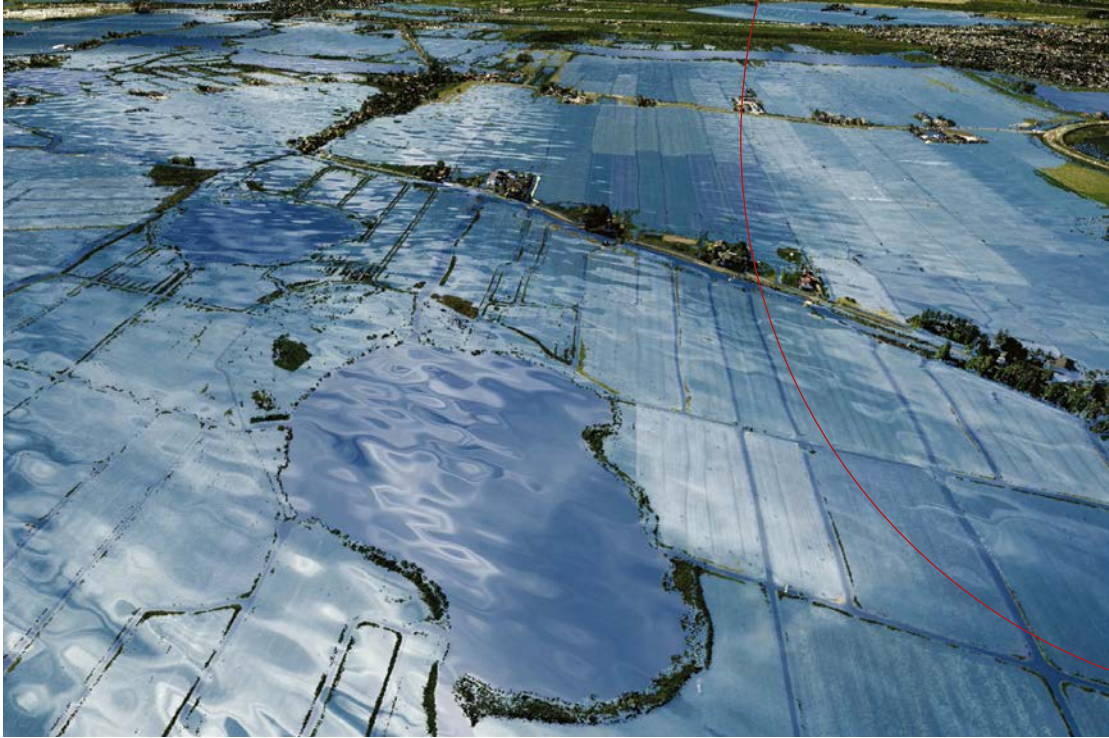
- Generiek (werkt altijd), bijvoorbeeld een zonnescherm aan een gebouw om invallend zonlicht te voorkomen; bomen in de straat voor schaduw en koeling door verdamping;
- Typologie-gebonden (werkt bij het ene type gebouw en straat beter dan bij het andere), bijvoorbeeld het afkoppelen van hemelwaterafvoer. Dit werkt wel op zandgronden, maar is minder geschikt op kleibodems;
- Context-afhankelijk (werkt in de ene situatie beter dan in de andere), bijvoorbeeld witte gevels. Doordat ze zonlicht reflecteren, kan opwarming worden voorkomen, maar in bepaalde situaties kan reflectie tussen gevels ontstaan, waardoor de temperatuur juist stijgt. Dit wordt nog eens versterkt als er bomen in de straat staan die de warmte eronder vasthouden.

Meer informatie: www.klimaatbestendigestad.nl



“Het palet aan adaptatiemaatregelen is geen dwangbuis, maar een speeltuin.”

Frans van de Ven, Deltares



05 Wateroverlast levensecht in beeld met 3Di

Dankzij een ingenieus overstromingsmodel is het mogelijk om een blik in de toekomst te werpen en te zien welke delen van de stad onder water zullen staan na hevige regenval of een dijkdoorbraak. 3Di Waterbeheer is lovend ontvangen door beleidsmakers, ontwerpers en waterbeheerders.

Als een vogel boven de stad vliegen en zien hoe het water snel door de grachten stroomt, gestaag de straten overspoelt en steeds meer gebouwen bereikt. Dat kan met 3Di Waterbeheer, een driedimensionaal, interactief overstromingsmodel dat honderd keer sneller en gedetailleerder is dan voorgaande modellen. 3Di is ontstaan uit een samenwerkingsverband tussen de TU Delft, Deltares en adviesbureau Nelen & Schuurmans en is gefinancierd door onder meer Kennis voor Klimaat. Geestelijk vader van 3Di is emeritus professor Guus Stelling, van de TU Delft, die ervan overtuigd was dat een levensecht wateroverlastmodel als 3Di mogelijk moest zijn.

Volgens Elgard van Leeuwen, 3Di-projectleider bij Deltares, is het overstromingsmodel “snel, nauwkeurig en visueel en daarvoor geknipt voor ondersteuning bij besluitvorming.” Want dat was het uitgangspunt van de initiatiefnemers: het model moest te begrijpen en te gebruiken zijn door niet-specialisten op het gebied van waterbeheer. Uit de reacties tijdens de vele workshops in de vier jaar durende ontwikkelfase blijkt dat de makers van 3Di in hun opzet zijn geslaagd.

“De manier waarop het water zich in het beeld beweegt, klopt met de werkelijkheid.”

Elgard van Leeuwen, Deltares

.....

Foto's 3Di laat zien wat er gebeurt bij een overstroming in Waterland (boven) en in West-Friesland (onder).

Kennisdoorbraak

3Di Waterbeheer is een echte kennisdoorbraak, meent Van Leeuwen. Nooit eerder zijn zoveel gegevens bij elkaar gebracht, water-technisch doorgerekend en in hoge resolutie-beelden omgezet die in *the cloud* beschikbaar zijn. “De manier waarop het water zich in het beeld beweegt, klopt met de werkelijkheid”, zegt de projectleider. Daardoor is 3Di een heel geschikt instrument voor het nemen van beslissingen op het gebied van klimaatadaptatie. “Oude modellen zijn onnauwkeurig, waardoor het effect van maatregelen niet goed te meten was. In 3Di zie je precies wat het effect is van een waterplein, groene daken of het ophogen van straten.”

Het werken met het overstromingsmodel levert nieuwe inzichten op, vertelt Van Leeuwen. “Problemen tussen waterbeheerders, ontwerpers en beleidsmakers op het gebied van klimaatadaptatie blijken vooral te maken te hebben met een gebrek aan de juiste informatie op het juiste moment, en veel minder met een gebrek aan communicatie.” Een virtueel spel als *serious gaming*, waarbij wordt bekeken hoe je gezamenlijk een wijk adaptief in kan richten, lijkt dankzij 3Di in de toekomst niet meer nodig, denkt Van Leeuwen. “Wanneer je de natuurgetrouwe effecten van maatregelen voor je ziet, gaat de discussie direct over wat je eigenlijk wilt en hoe het gerealiseerd kan worden. Dat geeft meer muziek en minder ruis op de lijn.”

3Di in Betondorp

Het overstromingsmodel is gebruikt in Betondorp, een buurt in Amsterdam-Oost waar veel straten aan vernieuwing toe zijn. “Het onderwerp ‘water’ wordt grijpbaar dankzij 3Di”, zegt Paulien Hartog van het Amsterdamse waterbedrijf Waternet. Ze is nauw betrokken bij het programma Amsterdam *Rain-proof*, dat ernaar streeft om de stad zo in te richten dat extreme regenval niet leidt tot problemen. “Dankzij 3Di zagen wegbeheerders, ontwerpers en uitvoerders al in de ontwerp-fase wat de effecten zouden zijn van gekozen oplossingen. Je kunt bijvoorbeeld wel een waterplein aanleggen, maar als de aangrenzende wegen veel verkeersdrempels hebben, stroomt het water er niet naartoe. Dat zie je in één oogopslag.”

Nieuwe kijk op waterbeheer

Het supersnelle rekenmodel past bij adaptief waterbeheer, dat meer uitgaat van het beperken van de gevolgen van wateroverlast dan van complete veiligheid. Van Leeuwen merkte tijdens

3Di Waterbeheer is beschikbaar voor iedereen die ermee wil werken.

3Di is ook internationaal een succes: uit de hele wereld komen vragen naar de gebruiksmogelijkheden van het overstromingsmodel, onder meer uit Mexico, Vietnam, Zuid-Afrika en de Verenigde Staten.

“Je ziet de effecten van gekozen oplossingen in één oogopslag.”

Paulien Hartog, Waternet Amsterdam



Foto Wateroverlast na hevige regenval in Amsterdam

de workshops met uitvoerders, beleidsmakers en beheerders dat ze vooral keken naar mogelijkheden, in plaats van naar bedreigingen. Een belangrijk voordeel is, volgens projectleider Van Leeuwen, dat maatregelen goedkoper kunnen uitvallen. “Want als je meer weet, kun je kiezen voor maatwerk.” Tegelijkertijd zal de besluitvorming er niet makkelijker op worden, geeft hij toe. “De inrichting van een stad is complex.” Paulien Hartog van Waternet beaamt dat. “Water is maar één van de vele aspecten waar je rekening mee wilt houden.”

3Di Waterbeheer is beschikbaar voor iedereen die ermee wil werken. Het vergt een eenmalige investering om een 3Di gebiedsmodel te laten maken. De kosten daarvan hangen af van het aantal gewenste modellen (maximaal vier), het aantal rasters en de grootte van het gebied. Vervolgens kan het model op iedere iPad, computer of touch table worden geraadpleegd. Omdat het overstromingsmodel op het internet draait, is er geen speciale software nodig. Een ontwerper kan op een plein staan, gegevens intoetsen die een extreme regenbui in combinatie met hoogwater in de rivier simuleren, en binnen enkele minuten op zijn beeldscherm zien of het plein onder water loopt of droog blijft.

Meer informatie over 3Di Waterbeheer en de gebruiksmogelijkheden op www.3di.nu

06 Wateropslag in bodem ontlast riool

Nederland zal steeds vaker te maken krijgen met extreme neerslag. De riolen kunnen forse hoeveelheden water in korte tijd niet verwerken en dat leidt tot overlast en gezondheidsrisico's. Grootschalige wateropslag in de bodem biedt een oplossing, zo blijkt uit een proef in het Westland.

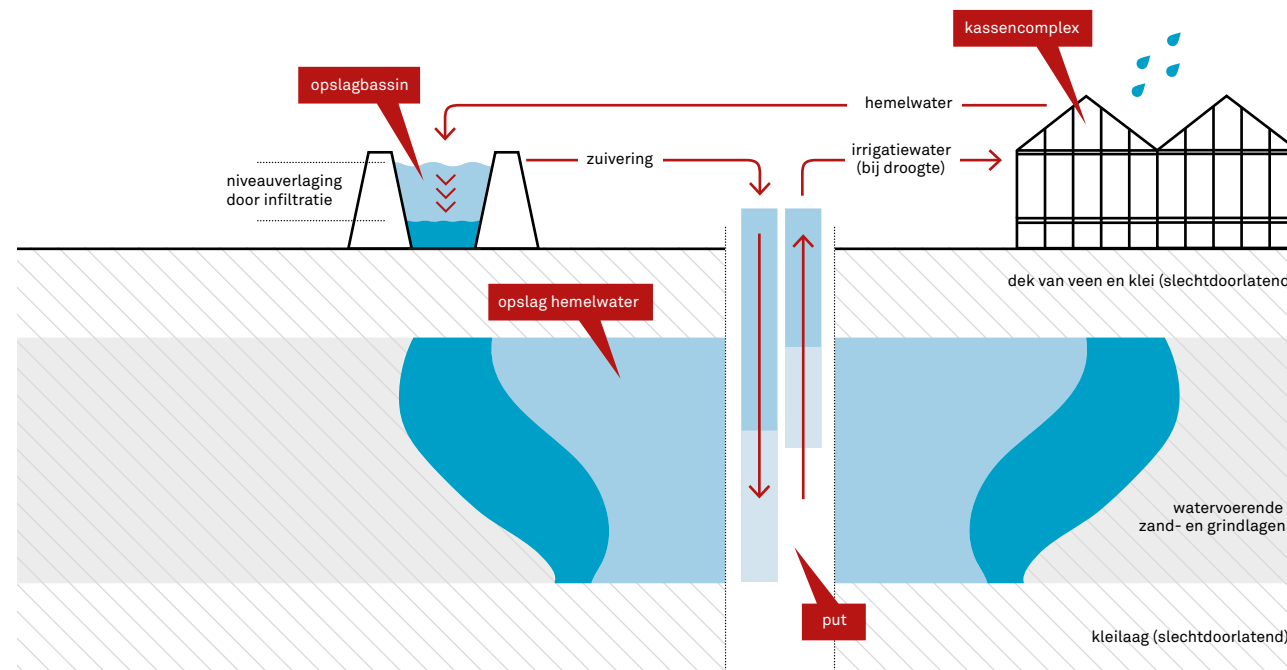
Jan Hofman van het KWR Watercycle Research Institute heeft onderzocht wat de beste manier is om overtollig regenwater op te vangen en hoe het daarna weer kan worden gebruikt. Hij concludeert dat wateropslag vooral zinvol is op grote schaal. "In iedere tuin een regenton is niet de oplossing", zegt hij. "Zo'n ton is snel vol en de gebruiksmogelijkheden van het water zijn in huishoudens heel beperkt. Volgens het Nederlandse Drinkwaterbesluit mag opgevangen regenwater uitsluitend worden gebruikt voor het doorspoelen van toiletten." Uit zijn uitgebreide literatuurstudie blijkt dat grootschalige wateropslag veel voordelen biedt, vooral als die in de bodem plaatsvindt. In het Westland is een demonstratieproject opgezet. Het mes snijdt daar aan twee kanten, zegt Hofman. "In natte periodes verdwijnt het water via een put naar de dieper gelegen zandlaag onder de kassen, in droge periodes wordt het opgepompt om de gewassen van water te voorzien."

Stadse waterpleinen als buffer

Ook in steden kan ondergrondse wateropslag een goede oplossing zijn, meent Hofman. Waterpleinen kunnen daarbij dienen als buffer, een soort tussenstation. "Zeker bij extreme buien is de hoeveelheid water zo groot, dat het niet onmiddellijk via

Ondergrondse wateropslag is een kansrijke aanvulling op het huidige rioolstelsel.

wateropslag onder kas



één put afgevoerd kan worden naar de ondergrondse opslag. Door het tijdelijk op te vangen in bijvoorbeeld waterpleinen voorkom je wateroverlast op straat."

Volgens Hofman is ondergrondse wateropslag een kansrijke aanvulling op het huidige rioolstelsel. Het in de bodem opgeslagen water kan in droge tijden worden opgepompt voor allerlei toepassingen: de koeling van gebouwen, het schoonspelen van straten, het bevoeien van parken en groenstroken of voor het blussen van branden. Of de ondergrond voor wateropslag geschikt is, zal per stad bekeken moeten worden, maar Hofman verwacht dat het op veel plaatsen mogelijk is, zelfs in gebieden met een hoge grondwaterstand door middel van diepinfiltratie: waterberging in de diepe ondergrond.

Figuur Demonstratieproject van wateropslag in de bodem onder kassen. In natte periodes wordt water via een put opgeslagen in de dieper gelegen zandlaag, in droge periodes wordt het opgepompt om de gewassen van water te voorzien.



Bij een extreme bui kunnen de riolen de forse hoeveelheden water in korte tijd niet aan.

07 Succesvol gemeentelijk klimaatbeleid

Wat is de beste manier om klimaatadaptatie te integreren in bestaande beleidsvelden: een apart programma in het leven roepen of aanhaken bij lopende processen? Uit onderzoek en praktijkervaringen blijkt dat de waarheid in het midden ligt.

Promovendus Caroline Uittenbroek van de Universiteit Utrecht deed onderzoek naar gemeentelijk klimaatbeleid in Philadelphia, een stad in het oosten van de Verenigde Staten. De in 2008 gekozen burgemeester lanceerde Greenworks, een ambitieus plan om van Philadelphia in zeven jaar tijd de groenste stad van de Verenigde Staten te maken. Een speciale duurzaamheidsafdeling van de gemeente moet in die periode onder meer zorgen voor 10.000 vierkante meter extra groen in de stad en 400 projecten op het gebied van duurzaamheid. Deze aanpak noemt Uittenbroek 'dedicated approach': toegewijde aanpak van duurzaamheid met politieke steun. Tegelijkertijd werkte het waterdepartement aan een plan om overstort van vuil water uit riolen in rivieren rond Philadelphia tegen te gaan, door maatregelen te nemen in samenwerking met andere departementen. Deze aanpak heet 'mainstreamen': slim koppelen aan bestaande ontwikkelingen. Bijvoorbeeld: een weg die aan vervanging toe is, wordt tegelijkertijd ingericht als waterberging.

Uit het onderzoek van Uittenbroek blijkt dat beide aanpakken elkaar kunnen versterken. Ook hoogleraar ruimtelijke ordening en planologie Tejo Spit van de Universiteit Utrecht denkt dat een combinatie van toegewijde aanpak en slim koppelen de grootste kans op succes biedt. "Een optelsom van kleine maatregelen, zoals dat bij mainstreamen het geval is, werkt vaak heel goed. Maar een dedicated approach, waarbij



de politiek zich hard maakt voor klimaatadaptatie, kan iets doorbreken.” Spit benadrukt dat het in beide gevallen van belang is dat het gemeentebestuur blijk geeft van een langetermijnvisie, ondanks het feit dat dit zich slecht verhoudt met de turbulentie van de vierjarige politieke cyclus.

Rotterdamse ervaringen

In Rotterdam is de afgelopen jaren veel ervaring opgedaan met zowel slim koppelen als de toegewijde aanpak met politieke steun, vertelt adaptatiemanager Arnoud Molenaar. “Al in 2001 heeft de gemeente samen met de waterschappen een waterplan opgesteld met daarin maatregelen tegen wateroverlast.” Na een aanscherping van het waterplan zette de gemeente Rotterdam in 2008 het Rotterdam *Climate Proof* programma op, dat door het college van burgemeester en wethouders flink werd gepromoot: dedicated approach. “Nu zijn we toe aan de volgende fase”, zegt Molenaar, “we willen klimaatadaptatie toevoegen aan alle checklists van ontwikkelprojecten en onderhoudsprogramma’s in de stad.” Molenaar noemt dit de verdieping van mainstreamen. Toch blijft hij ook voorstander van een apart programma, “als kers op de taart”, vanwege het economische belang voor Rotterdam. “Het levert banen op en extra aandacht vanuit de hele wereld; goed voor het imago van de stad.”

Bewoners erbij betrekken

Voor het behalen van klimaatdoelen is de inzet van bewoners onmisbaar, meent hoogleraar Spit. “Het is ondoenlijk om als overheid alles af te dwingen; veel kansrijker is het ondersteunen van initiatieven vanuit de gemeenschap. Dat is voor overheden vaak een lastige opgave, omdat ze rekening moeten houden met de mening van diverse groepen bewoners.” Volgens Spit doen overheden er goed aan om aan het bewustzijn van bewoners te werken, “zodat ze zich gaan realiseren wat het belang is van klimaatadaptatie.” In Rotterdam wordt al enkele jaren aan dat bewustzijn gewerkt, maar het is soms lastig om de juiste aanpak te vinden, zegt adaptatiemanager Molenaar. “We hebben ons een keer flink vergist, door een waterplein aan te willen leggen zonder goed overleg met de omwonenden. Dat leidde tot veel tegenstand. Het plein was kort daarvoor ook al een keer op de schop gegaan, en twee keer in korte tijd was teveel van het goede. Klimaatdoelen of niet.”

Met die les in het achterhoofd startte de gemeente Rotterdam een participatietraject rondom het Bentemplein, omsloten door scholen, een kerk en een aantal woningen. Gezamenlijk



“Adaptatie levert banen op en is goed voor het imago van een stad.”

Tejo Spit, Universiteit Utrecht

is een plan gemaakt voor het grootste waterplein van Europa, dat in december 2013 feestelijk is geopend. Bij zware regenval kan het tijdelijk bijna twee miljoen liter water opslaan, in drogere tijden fungeert het als multifunctioneel plein voor sport, theater en ontspanning. De betrokkenheid van de omwonenden en gebruikers van het plein werkte prima, zegt Molenaar. “Het blijft voor een gemeente altijd een uitdaging om te ontdekken wat de beste manier is om bewoners bij klimaatdoelen te betrekken. Het uitdelen van een prikkel werkt erg goed. We gaan bijvoorbeeld onderzoeken of het mogelijk is of we iets kunnen doen met de rioolheffing: een verlaging aanbieden als bewoners zelf veel regenwater opvangen, iets wat in Philadelphia al wordt gedaan.” Toch hoeft zo’n prikkel niet altijd financieel te zijn, benadrukt de adaptatiemanager. “Bewoners zijn gebaat bij een verbetering van hun eigen leefomgeving. Daar liggen veel mogelijkheden.”

Verplichting werkt prima

Verplichting levert goede resultaten op bij het invoeren van adaptatiemaatregelen. Promovendus Heleen Mees van de Universiteit Utrecht vergeleek het beleid voor het stimuleren van groene daken in Rotterdam, Basel, Londen, Stuttgart en Chicago met elkaar. Basel begon met een subsidie voor de aanleg van groene daken. Gaandeweg stelde de stad een groen dak verplicht voor nieuwe gebouwen. De eigenaren krijgen als tegemoetkoming vijftig procent korting op de rioolheffing, omdat een groen dak helpt regenwater op te vangen. De oppervlakte aan groene daken is in Basel 25 keer zo groot als in de andere steden.

08 Klimaatatelier in Bergpolder Zuid

De Rotterdamse wijk Bergpolder Zuid is aan renovatie toe. De gemeente wilde weten of er tegelijkertijd adaptatiemaatregelen mogelijk zouden zijn. Wetenschappers en betrokkenen uit de praktijk zochten het gezamenlijk uit.

Bergpolder Zuid is een kleine woonwijk uit de negentiende eeuw, die in 2007 door toenmalig minister Vogelaar als 'krachtwijk' is aangewezen. De wijk is populair bij studenten en starters vanwege de aanwezigheid van veel goedkope huurappartementen. De woningen staan dicht op elkaar, er is weinig groen en door de nabijheid van de A20 en andere drukke wegen laat de luchtkwaliteit te wensen over. De gemeente wilde de situatie in de wijk verbeteren, onder meer door het renoveren van woningen en startte het Masterplan Bergpolder Zuid. Omdat de wijk ook kwetsbaar is op het gebied van wateroverlast, hitte en droogte, zocht de gemeente naar mogelijkheden om tegelijkertijd klimaatadaptatiemaatregelen toe te passen.

Ideale proeftuin

Dat maakte de wijk een ideale proeftuin voor het consortium Klimaatbestendige stad. Met behulp van diverse instrumenten is de kwetsbaarheid van de wijk voor klimaatverandering inzichtelijk gemaakt. Met behulp van de Klimateffectatlas lieten onderzoekers zien dat het stedelijk hitte-eilandeffect in Bergpolder Zuid groot is en onder invloed van klimaatverandering zal toenemen. Momenteel zijn in de wijk gemiddeld tien nachten per jaar warmer dan twintig graden Celsius, in de toekomst zullen dit er 19 tot 41 in het W+ scenario zijn. Ook is gebruik gemaakt van kwetsbaarheidskaarten voor hitte, gebaseerd op temperatuur, energielabels van huizen en het aantal aanwezige ouderen en baby's. Hieruit blijkt dat Bergpolder

De Klimateffectatlas is een verzameling kaarten van onder andere neerslag, temperatuur, wateroverlast, waterveiligheid, droogte en hitte en gevolgen voor steden en voor landbouw- en natuurgebieden. De atlas helpt bij het beantwoorden van klimaatvragen en het opstellen van adaptatiestrategieën.

Meer over kwetsbaarheidskaarten op [pagina 13](#).

Foto Bergpolder Zuid, Rotterdam



Zuid tot één van de kwetsbaarste wijken van de stad behoort. Susanne Buijs, adviseur milieu en duurzaamheid van de gemeente Rotterdam noemt dit een regelrechte eyeopener. “Dit betekent dat in Bergpolder Zuid veel winst te behalen is door maatregelen te treffen die de hitte reduceren. De wijk kan dan aantrekkelijker worden voor gezinnen.”

Creatieve oplossingen nodig

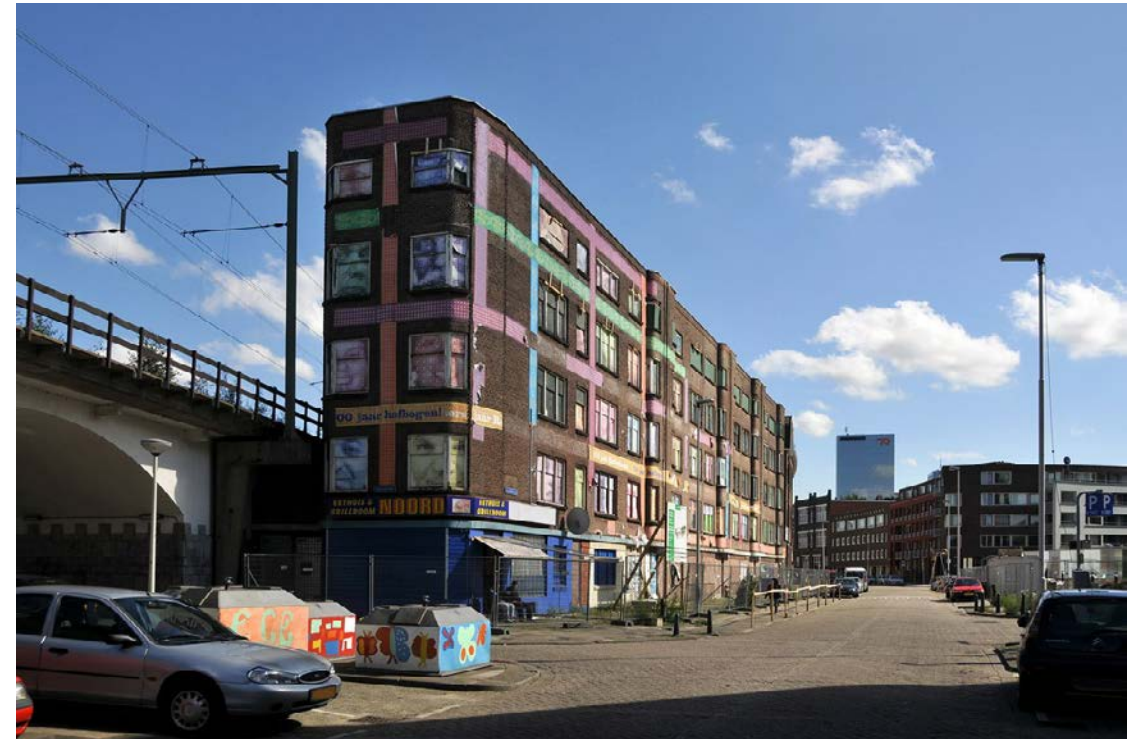
Met behulp van zogenoemde klimaatateliers onderzochten wetenschappers en betrokkenen uit de praktijk welke adaptatiemaatregelen, afkomstig uit de brede mix die het consortium heeft samengesteld, geschikt zouden kunnen zijn voor toepassing in Bergpolder Zuid. De deelnemers aan de klimaatateliers tekenden tastbare maatregelen in op een kaart en bespraken de resultaten. “Concrete gebiedskennis en wetenschappelijke kennis kwamen goed samen”, zegt Buijs. “Ook ontstond bij de praktijkmensen meer inzicht in de denkwereld en het taalgebruik van wetenschappers, waardoor we elkaar beter begrepen.” Al schetsend bleek dat Bergpolder Zuid veel beperkingen heeft voor het nemen van adaptatiemaatregelen. Door de aanwezigheid van kabels en leidingen in de grond is er bijvoorbeeld weinig ruimte voor de aanleg van groenstroken. Dit vraagt om creatieve oplossingen, zoals het stimuleren van vergroening van particuliere terreinen en de aanleg van daktuinen.

Kosten en baten

De gemeente Rotterdam heeft de opgedane kennis gebruikt om adaptatiemaatregelen te laten doorrekenen in een maatschappelijke kosten-batenanalyse. Hieruit blijkt dat een aantal maatregelen zonder meer positief uitpakt: de aanleg van waterpleinen, het ontharden van tuinen en bermen en het plaatsen van groen in de straat. Andere positieve voorbeelden zijn de aanleg van waterdoorlatende wegbedekking en het geven van adviezen aan de bevolking door de GGD en huisartsen over het omgaan met hitte.

Vanwege de economische crisis hebben de gemeente Rotterdam en woningcorporatie Vestia het Masterplan Bergpolder Zuid stopgezet, maar mogelijk wordt het plan – of een variant ervan – later weer opgepakt. De kennis die tijdens de klimaatateliers is opgedaan, kan in het eventuele nieuwe plan worden vervlochten, zegt Buijs. Zij ziet zeker ook mogelijkheden om klimaatadaptatiemaatregelen mee te nemen in lopende beheer- en onderhoudsprocessen in de stad.

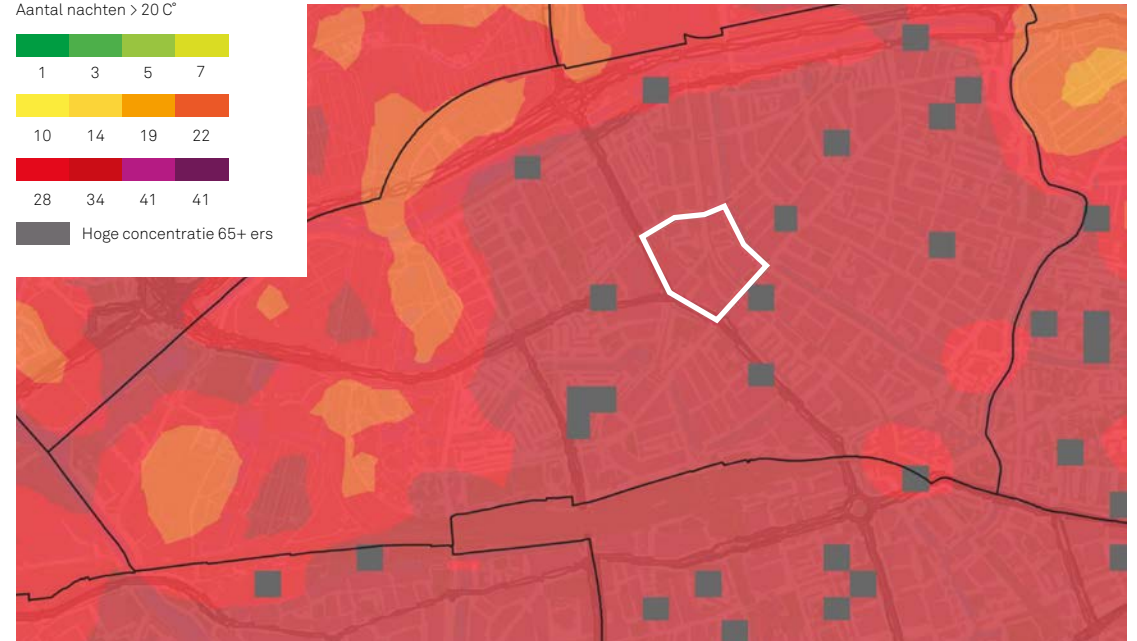
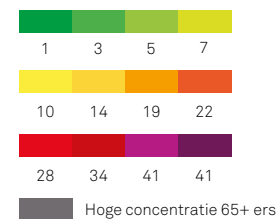
Foto rechts Insulindeplein, Bergpolder Zuid



Lees meer over de mix aan adaptatiemaatregelen op pagina 16.

Bergpolder Zuid (warmte)

Aantal nachten > 20°C



Bergpolder Zuid is kwetsbaar voor hitte; maatregelen om die hitte te reduceren, kunnen de wijk aantrekkelijker maken voor gezinnen.

Figuur rechts In de toekomst kan het aantal warme nachten in Bergpolder toenemen tot wel 41 per jaar.

09 Opmerkelijk

De onderzoeken van het consortium Klimaatbestendige stad hebben geleid tot een groot aantal opmerkelijke inzichten, weetjes en eyeopeners. Een greep hieruit staat op deze pagina's.

Warmte blijft niet als een **koepel** over de stad hangen; de ene **straat** kan **koeler** zijn dan de andere.

Stilstaand water houdt **warmte** vast en zorgt zo 's nachts voor hogere temperaturen.

In het Zwitserse Basel is een **groen dak** voor nieuwe gebouwen **verplicht**, in ruil voor rioolheffingskorting.

Hoge gebouwen zorgen overdag voor koelte, maar houden 's nachts de **warmte** vast.

Hitte heeft in Europa in het afgelopen decennium meer slachtoffers gemaakt dan **overstromingen**.

Ook in **steden** biedt **ondergrondse wateropslag** een oplossing voor extreem natte en droge periodes.

Het Benthemplein in Rotterdam kan **1,7 miljoen liter water** opslaan in natte periodes.

Hittereducerende maatregelen maken Bergpolder Zuid **aantrekkelijker voor gezinnen**.



Ook een stad met veel water, zoals Rotterdam, kan last hebben van het hitte-eilandeffect.

Klimaatbestendige stad

Klimaat en de stad

Eind 2014 sluit Kennis voor Klimaat haar poorten. Dit programma heeft zeven jaar lang onderzoek gedaan naar klimaatverandering en adaptatie. Een doorsnede van alle kennis die is opgedaan door honderden onderzoekers samen met mensen uit de praktijk, is in negen boeken beschreven. Acht boeken over de belangrijkste thema's, zoals de stad, waterveiligheid, infrastructuur, zoet water en governance, en één boek met het overzicht van het hele programma.

Samenwerken met de praktijk, co-creatie van kennis, was het hart van het onderzoek-programma. Provincies, gemeenten, waterschappen en bedrijven hebben de vragen gesteld en hebben meegewerkt aan de uitvoering, samen met de wetenschap. Zonder al deze partijen waren de resultaten minder interessant geweest voor de praktijk. En, nog belangrijker, zonder deze partijen had dit onderzoek niet plaats gevonden. Immers, zij hebben financieel diep in de buidel getast om het onderzoek mogelijk te maken.

Voor u ligt het boekje 'Klimaat en de stad'. Kennis voor Klimaat dankt alle partijen die aan dit thema hebben bijgedragen en vooral hen die door co-financiering het onderzoek van het consortium Klimaatbestendige steden mogelijk hebben gemaakt.



Kennis voor Klimaat is mogelijk gemaakt door een basissubsidie uit het Fonds Economische Structuurversterking. Het ministerie van Infrastructuur en Milieu was penvoerder voor het onderzoeksprogramma.

Radboud Universiteit



TU/e Technische Universiteit
Eindhoven
University of Technology

TNO

UNI
FREIBURG

TU Delft

Universität Kassel

KWR
Watercycle
Research
Institute

MANCHESTER
1824
The University of Manchester



UNIVERSITEIT VAN AMSTERDAM



Universiteit Utrecht

UNESCO-IHE
Institute for Water Education



WAGENINGEN UR
For quality of life

Deltares
Enabling Delta Life



illustratieverantwoording

Cover, pagina's 4, 7, 9 en 15: Anneke Hymmen; Pagina 11: Rotterdam Image Bank; Pagina 12: Roel Dijkstra; Pagina 13, beide grafieken: Hoeven, F. D. van der, Wandt, A. (2013) Amsterwarm. Gebiedstypologie warmte-eiland Amsterdam. Delft, Nederland: TU Delft, Faculty of Architecture; Pagina 17: Peter Bosch / TNO; Pagina 19: Rotterdam Image Bank; Pagina 20: 3Di; Pagina 23: Rick Nijman; Pagina 25: Zinnebeeld/Studio Lakmoes; Pagina 26-27: Martin de Jongh; Pagina 29 en 31: De Urbanisten; Pagina 33: Bert Spiertz / Hollandse Hoogte; Pagina 35 boven: FaceMePLS; Pagina 35 foto onder: Climate Adaptation Services; Pagina 38-39: Rotterdam Image Bank

Dit is een uitgave van Kennis voor Klimaat

Postbus 85337
3508 AH Utrecht

Projectleiding, (beeld)redactie en teksten

Synergos Communicatie

Redactieraad

Programmabureau Kennis voor Klimaat
Consortium Klimaatbestendige stad

Fotografie

Anneke Hymmen

Grafisch ontwerp

Zinnebeeld

Druk

Platform P

Foto's en illustraties

Foto's en illustraties zijn van genoemde organisaties en fotografen.
We hebben naar volledigheid gestreefd; voor opmerkingen of vragen kunt u contact opnemen met Synergos Communicatie.

© 2014 Kennis voor Klimaat

ISBN 978-94-90070-94-6

www.kennisvoorklimaat.nl

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm op op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen op enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

warm buiige stad
spetters in gedimd zonlicht
straalt glinsters terug