

## Nieuwe tools voor inschatten klimaatschade en selecteren van adaptatiemaatregelen

*Frans van de Ven (Deltares, Technische Universiteit Delft), Hasse Goosen, Sandy Hofland (Stichting Climate Adaptation Services), Hans Gehrels, Reinder Brolsma (Deltares)*

**De onderzoekslijn Klimaatbestendige Stad van het Nationaal Kennis- en Innovatieprogramma Water en Klimaat heeft twee tools gelanceerd om decentrale overheden te ondersteunen in hun opgave klimaatbestendig te worden. De Klimaatschadeschatter geeft per gemeente een schatting van de schade door hitte, droogte en wateroverlast voor de periode 2018-2050 als er geen klimaatadaptatiemaatregelen worden genomen. De Toolbox Klimaatbestendige Stad helpt personen en teams te verkennen welke adaptatiemaatregelen waar in een projectgebied genomen kunnen worden, hoe effectief die naar verwachting zijn en hoeveel ze ongeveer zullen kosten. Daarmee ondersteunen beide tools de risicodialoog.**

De kern van de Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie (DPRA) is dat Nederland in 2050 klimaatbestendig en waterrobuust is ingericht. Het doel is dat overheden, bedrijven, maatschappelijke organisaties en burgers ervoor gaan zorgen dat de door hittestress, wateroverlast, droogte en overstromingen veroorzaakte schade zo min mogelijk toeneemt. Zij moeten daarop letten bij onder meer de aanleg van nieuwe woonwijken en bedrijventerreinen, het opknappen van bestaande bebouwing, vervanging van rioleringen, groen- en wegonderhoud en herinrichting en beheer van de openbare ruimte. Om dit te realiseren laten gemeenten, provincies en waterschappen eerst klimaatstresstesten uitvoeren en starten zij daarna een risicodialoog met relevante publieke en private partijen. Doel van deze dialoog is het samen opstellen van ambities en het bespreken welke adaptatiemaatregelen per plangebied nodig zijn, uitmondend in uitvoeringsplannen.

Om de decentrale overheden te ondersteunen bij het uitvoeren van deze opgaven heeft het DPRA een Kennisprogramma opgezet, waar onderzoek, kennisdeling en leren onderdeel van uitmaken. De onderzoekslijn Klimaatbestendige Stad (KBS) van het Nationaal Kennisprogramma Water en Klimaat (NKWK) vervult hierin een belangrijke rol, voor zowel onderzoek als kennisdeling.

### **NKWK-KBS**

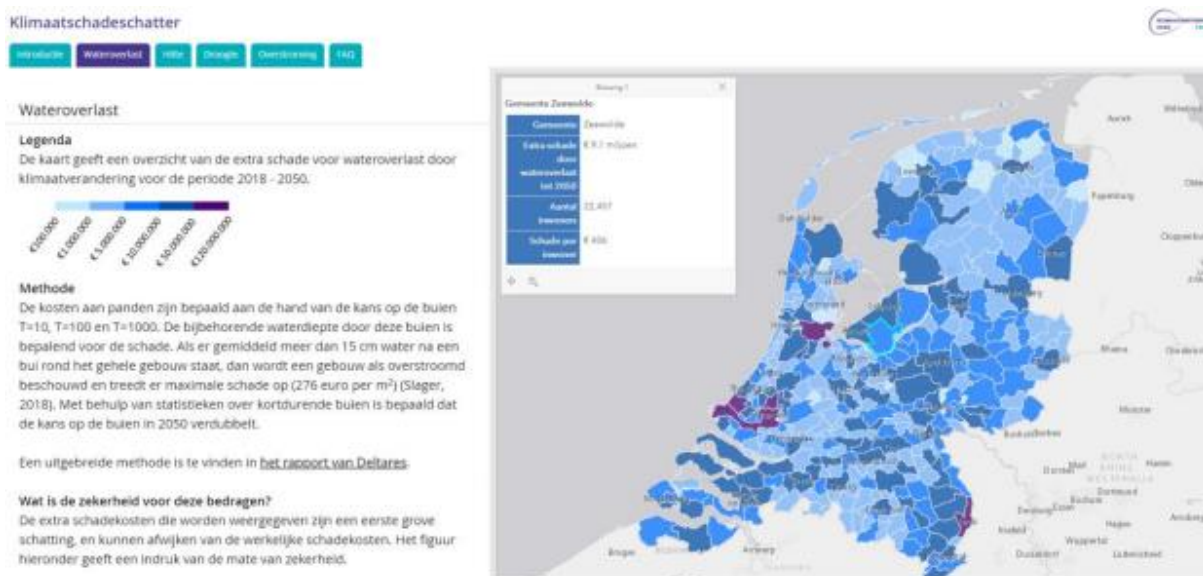
De onderzoekslijn Klimaatbestendige Stad van het Nationaal Kennis- en innovatieprogramma Water en Klimaat (NKWK-KBS) is een kennisprogramma dat wordt uitgevoerd door een breed consortium van kennisinstellingen en adviesbureaus in partnerschap met het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW), Rijkswaterstaat en STOWA [1]. Alle kennis, informatie en producten die in dit programma worden gegenereerd komen vrij beschikbaar en zijn publiek toegankelijk.

In NKWK-KBS zijn twee nieuwe tools opgeleverd, de Klimaatschadeschatter en de Toolbox Klimaatbestendige Stad, die kunnen worden gebruikt bij de risicodialoog. De tools zijn voor iedereen beschikbaar via het Kennisportaal Ruimtelijke Adaptatie ([www.ruimtelijkeadaptatie.nl](http://www.ruimtelijkeadaptatie.nl)). De Klimaatschadeschatter (KSS) geeft een indicatie van de schade op gemeenteniveau die door klimaatverandering ontstaat als niet wordt ingegrepen. De Toolbox Klimaatbestendige Stad (TKS) helpt vervolgens om inzicht te krijgen in de maatregelen die genomen kunnen worden.

## Klimaatschadeschatter

De Klimaatschadeschatter (KSS) is een tool die helpt om inzicht te krijgen in verschillende schades door klimaatverandering. De KSS is openbaar beschikbaar via [www.klimaatschadeschatter.nl](http://www.klimaatschadeschatter.nl) en staat beschreven in technische rapportages [3], [4]. De tool bundelt kennis over de kosten van klimaatverandering en geeft per gemeente een schatting van verschillende schadeposten door hitte, droogte en wateroverlast. De KSS sluit aan op de klimaatstresstesten die gemeenten en waterschappen hebben uitgevoerd. Gemeenten en provincies kunnen de tool gebruiken voor risicodialogen en de omgevingsvisie. Daarnaast maakt de KSS mensen bewust van de gevolgen van klimaatverandering. De tool geeft een beeld van de omvang van de schade voor de periode 2018-2050 en de verhoudingen tussen de verschillende schadeposten. Zo helpt de tool je om antwoord te geven op vragen als: Met welke grote schadeposten moet rekening gehouden worden in de gemeente? Welke klimaatdreigingen hebben prioriteit? Welke sectoren krijgen met schade te maken?

De KSS is gebaseerd op een geo-informatiesysteem (GIS) en toont in het startscherm een kaart met alle gemeenten van Nederland. Als de gebruiker een gemeente selecteert, wordt voor die gemeente een schatting gegeven van de klimaatschade voor drie dreigingen: wateroverlast, droogte en hittestress (zie afbeelding 1). Van elke schatting is ook de mate van zekerheid te zien: klein, redelijk of groot. Gebruikers moeten daarom altijd voorzichtig zijn met het trekken van conclusies op basis van de getallen in de KSS.



Afbeelding 1. Lay-out van de Klimaatschadeschatter, waarbij een pop-up venster verschijnt met schadegetallen

## Algemene methode

De KSS toont de schade door klimaatverandering voor de periode 2018 – 2050, met een boven- en ondergrens. De geschatte schade door klimaatverandering bestaat uit twee componenten: de schade die al optreedt bij een ongewijzigd klimaat en de extra schade door klimaatverandering. De som van de twee geeft de totale schade tot 2050. De KSS gaat voor de extra schade door klimaatverandering uit van het meest extreme klimaatscenario van het KNMI: het WH-scenario.

In de KSS is voor 11 schadeposten een schatting van de kosten te zien. Tabel 1 geeft een overzicht van deze schadeposten en geeft geschatte schades weer voor heel Nederland voor de periode 2018-2050.

De getallen in de tabel zijn afgerond. De schadeposten zijn geselecteerd op basis van de bollenschema's uit de Nationale klimaatadaptatiestrategie [2]. Hierin staan tientallen mogelijke schadeposten verwerkt, waaruit met diverse experts een selectie is gemaakt van schadeposten die in 2019 landelijk gekwantificeerd konden worden. Dat is gebeurd op basis van relevantie van de schadeposten en de haalbaarheid van de bepaling ervan.

Tabel 1. Overzicht van de klimaatschades voor heel Nederland zonder adaptatiemaatregelen: schade bij een ongewijzigd klimaat, extra schade door klimaatverandering en de som van deze twee

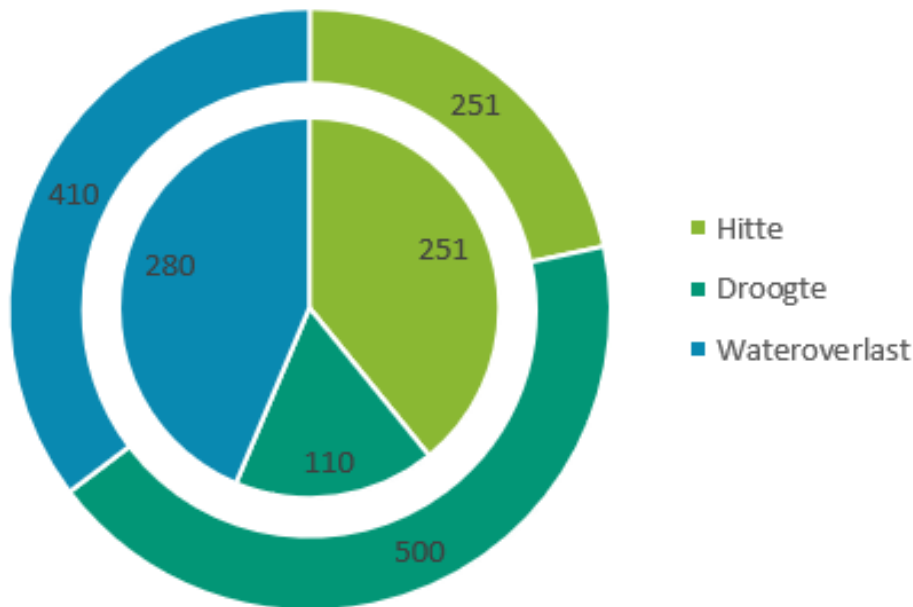
Thema	Schadecomponent	Geschatte Schade	Geschatte extra schade	Som Geschatte schade
		periode 2018 - 2050 ongewijzigd klimaat miljard €	periode 2018 - 2050 sterke klimaatverandering - WH miljard €	periode 2018 - 2050 ongewijzigd + klimaatverandering - WH miljard €
Droogte	Funderingen	5,4 – 38,9	3,5 – 14,8	8,8 – 53,7
	Infrastructuur en riolering	6,2 - 18,2	0,3 – 0,8	6,5 – 19,0
	Publiek groen	<0,1	<0,1	<0,1
	<b>Som</b>	<b>11,6 – 57,1</b>	<b>3,7 – 15,6</b>	<b>15,3– 72,7</b>
Wateroverlast	Panden directe schade	10,7 – 17,1	5,4 - 8,6	16,1 – 25,7
	Panden indirecte schade	4,8	2,4	7,2
	Hagel	5,8	2,9	8,6
	<b>Som</b>	<b>21,3 – 27,7</b>	<b>10,7 – 13,9</b>	<b>31,9 – 41,5</b>
Hitte	Vermindering van Arbeidsproductiviteit	<i>nb</i>	2,4	2,4
	Sterfte	<i>nb</i>	4,3	4,3
	Ziekenhuisopnames	<i>nb</i>	0,1	0,1
	Bestrijding eikenprocessierups	0,3 - 1,3	<i>nb</i>	0,3 - 1,3
	<b>Som</b>	<b>0,3-1,3</b>	<b>6,8</b>	<b>7,1-8,1</b>
Overstroming	Restrisico - primaire keringen	<i>nb</i>	<i>nb</i>	<i>nb</i>

Nb: niet bepaald/niet onderzocht

In de technische rapportage [4] staat voor elk van de schadeposten hoe deze berekend is. Demografische ontwikkelingen, toekomstige veranderingen in landgebruik en veranderingen in gedrag zijn niet meegenomen in de berekeningen.

**Toepassing: schade door klimaatverandering in Rotterdam**

In 2019 is de KSS in een casus in Rotterdam getest. Daaruit bleek dat de schattingen met lokale data niet ver afweken van die met de landelijke data. De afbeelding hieronder toont de extra schadekosten voor Rotterdam door klimaatverandering. Deze kosten zullen niet alleen voor rekening komen van de gemeente, maar ook van de waterschappen, inwoners en bedrijven.



Afbeelding 2. Totale extra schade in Rotterdam door klimaatverandering 2018-2050, in miljoenen euro's. De binnenste cirkel verbeeldt de ondergrens van de schatting en de buitenste cirkel de bovengrens

**Droogte** - De klimaatscenario's van het KNMI tonen voor droogte geen eenduidig beeld, maar recent onderzoek laat zien dat de zomers waarschijnlijk droger worden. De KSS berekent drie schades die ontstaan door droogte: schade aan funderingen, aan wegen en riolering, en aan gemeentelijk groen. De KSS schat de totale extra schade hiervan voor Rotterdam tussen 110 en 500 miljoen euro. De hoogste kostenpost door droogte is de schade aan funderingen.

**Wateroverlast** - Uit de scenario's van het KNMI blijkt dat de intensiteit van regenbuien toeneemt. Hierdoor neemt de kans op wateroverlast toe. Door extreme neerslag kan water op straat en tegen panden komen te staan, waardoor de kans toeneemt dat het naar binnen stroomt. Dit veroorzaakt directe kosten voor schade, bijvoorbeeld schoonmaakkosten en kosten om een vloer of inboedel te vervangen. Daarnaast veroorzaakt waterschade aan panden ook indirecte kosten, bijvoorbeeld doordat bedrijfspanden tijdelijk moeten sluiten en dus inkomsten mislopen. Of doordat bewoners moeten verhuizen. De KSS schat de totale extra schade voor Rotterdam door wateroverlast tussen 280 en 410 miljoen euro.

**Hitte** - Hoge temperaturen kunnen leiden tot hittestress, waar sommige mensen zelfs aan overlijden. Hittestress leidt ook tot een vermindering van arbeidsproductiviteit en meer ziekenhuisopnames. Daarnaast verspreidt de eikenprocessierups zich verder door de stijging van de gemiddelde temperatuur in Nederland, wat leidt tot veel overlast. De KSS schat de totale extra schade door hitte voor Rotterdam op 251 miljoen euro.

## Toolbox Klimaatbestendige Stad

De Toolbox Klimaatbestendige Stad (TKS) is ontwikkeld als hulpmiddel om te verkennen met welke adaptatiemaatregelen een wijk, buurt, terrein of straat beter kan worden beschermd tegen wateroverlast, droogte en/of extreme hitte. De tool helpt om voorafgaand aan of tijdens de eerste fases van gebiedsontwikkeling of planning van adaptatiemaatregelen na te gaan wat je kunt doen om een stedelijk gebied klimaatbestendiger te maken.

De online gereedschapskist geeft de gebruiker inzicht in de berekende effectiviteit van de maatregelen met betrekking tot wateroverlast, droogte en hitte. De gebruiker kan nagaan welke maatregelen effectief zijn, waar er plaats is voor maatregelen, en wat de indicatieve kosten zijn. De TKS biedt zo ondersteuning voor een gemeenschappelijke kennisbasis voor de (risico)dialog, klimaatinclusieve ontwerpen en voor het opstellen van uitvoeringsplannen. Verschillende plan-alternatieven kunnen snel worden opgesteld, met elkaar worden vergeleken en beoordeeld op het bereiken van gestelde klimaatadaptatiedoelen. Daarbij is de tool niet alleen bedoeld voor overheden (gemeenten, waterschappen), maar ook voor stedenbouwers, landschapsarchitecten en adviseurs die betrokken zijn bij de ruimtelijke plannen. De TKS is openbaar beschikbaar via de website <https://kbstoolbox.nl/> en is beschreven in technische en wetenschappelijke rapportages [3], [5], [6].

### **Gebruik**

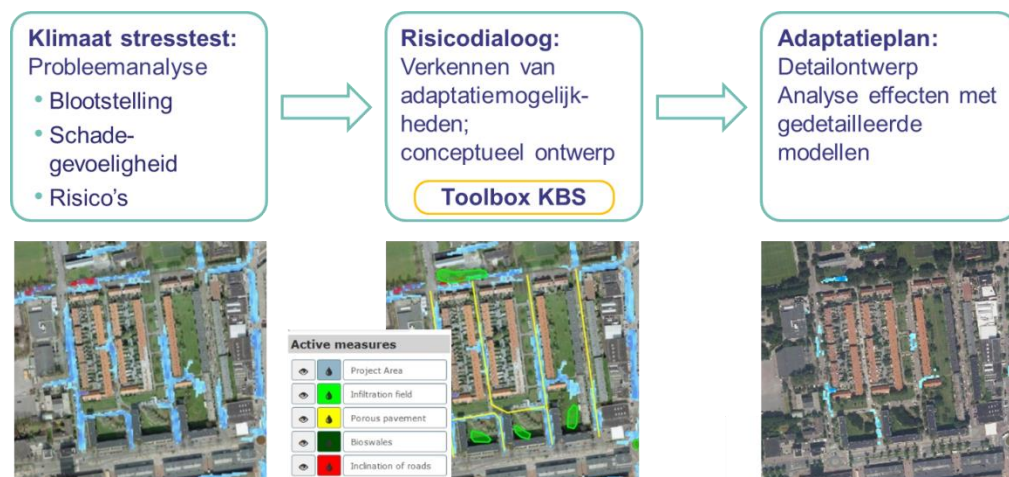
Een gebruiker kan met de toolbox nagaan welk pakket maatregelen interessant is om een gebied klimaatbestendiger te maken. Daarnaast kunnen gebruikers met de toolbox samen in multidisciplinaire teams nagaan welke maatregelen op welke plekken in een projectgebied genomen kunnen worden om wateroverlast en droogte- en hittede schade te beperken. Dat kan samen achter een laptop of, beter nog, rond een *touch table*, zoals in afbeelding 3.



Afbeelding 3. Team stelt adaptatieplan op met de Toolbox Klimaatbestendige Stad



Deelnemers komen vaak van verschillende afdelingen van gemeente en waterschap – water, groen, ruimtelijke ordening, verkeer, etc. – soms aangevuld met vertegenwoordigers van belangengroepen, bedrijven en bewoners. Eerst bakenen de gebruikers het projectgebied af en voeren ze een aantal gebiedseigenschappen in. Aan de hand van de Klimaat-effectatlas worden de uitkomsten van de klimaatstresstest bekeken. Vervolgens bepalen ze adaptatiedoelen en eventuele financiële randvoorwaarden. Nadat deze informatie is ingevoerd wordt de lijst van beschikbare maatregelen doorgenomen. Vaak komen er voor de deelnemers nieuwe oplossingen naar voren en leren ze nieuwe adaptatiemogelijkheden kennen. Nadat mogelijk interessante maatregelen zijn geselecteerd, wordt bepaald waar in het gebied welke maatregelen toegepast kunnen worden. Zodra een maatregel wordt getekend, berekent de TKS het effect en een kostenindicatie van de maatregel. Verschillende varianten van maatregelpakketten leiden uiteindelijk samen tot een ‘ruimtelijk adaptatieplan op hoofdlijnen’. Dit plan en de onderliggende argumenten dienen vervolgens als input voor de uitwerking door waterbeheerders, landschapsarchitecten, stedenbouwers en architecten (afbeelding 4).



Afbeelding 4. Gebruik van de Toolbox Klimaatbestendige Stad om mogelijke pakketten van maatregelen te verkennen; nadat is vastgesteld of en waar zich knelpunten voordoen wordt met behulp van de TKS verkend waar maatregelen getroffen kunnen worden. Vervolgens moeten die uitgewerkt worden tot een definitief plan

### De maatregelen

De TKS bevat een veertigtal groene, blauwe en grijze adaptatiemaatregelen (afbeelding 5). De kentallen en rekenregels in de TKS zijn gebaseerd op in de praktijk bewezen eigenschappen en prestaties van de maatregelen, afgestemd op het Nederlandse klimaat. De eenheidsprijzen voor de kosten van aanleg en beheer en onderhoud zijn onder andere gebaseerd op de Benchmark Stedelijk Groen van WEnR en schattingen van diverse ingenieursbureaus - hoewel die cijfers in de praktijk een grote spreiding laten zien.



Afbeelding 5. Beeld van de Toolbox Klimaatbestendige Stad met geprojecteerde maatregelen in het centrum van Utrecht. Links de lijst van toegepaste adaptatiemaatregelen; midden het projectgebied met een aantal ingeplande maatregelen. Rechts het 'dashboard' met daarop de totale bijdrage aan de prestatie-indicatoren van alle maatregelen of (niet getoond) de score en kostenschatting per maatregel

### **Toepassing: klimaatbestendige inrichting van het Laakkwartier**

De TKS is inmiddels toegepast op verschillende locaties in Nederland en het buitenland. Een voorbeeld is een workshop gericht op het klimaatbestendig inrichten van het Laakkwartier (Laakhaven/Station NS) in Den Haag.

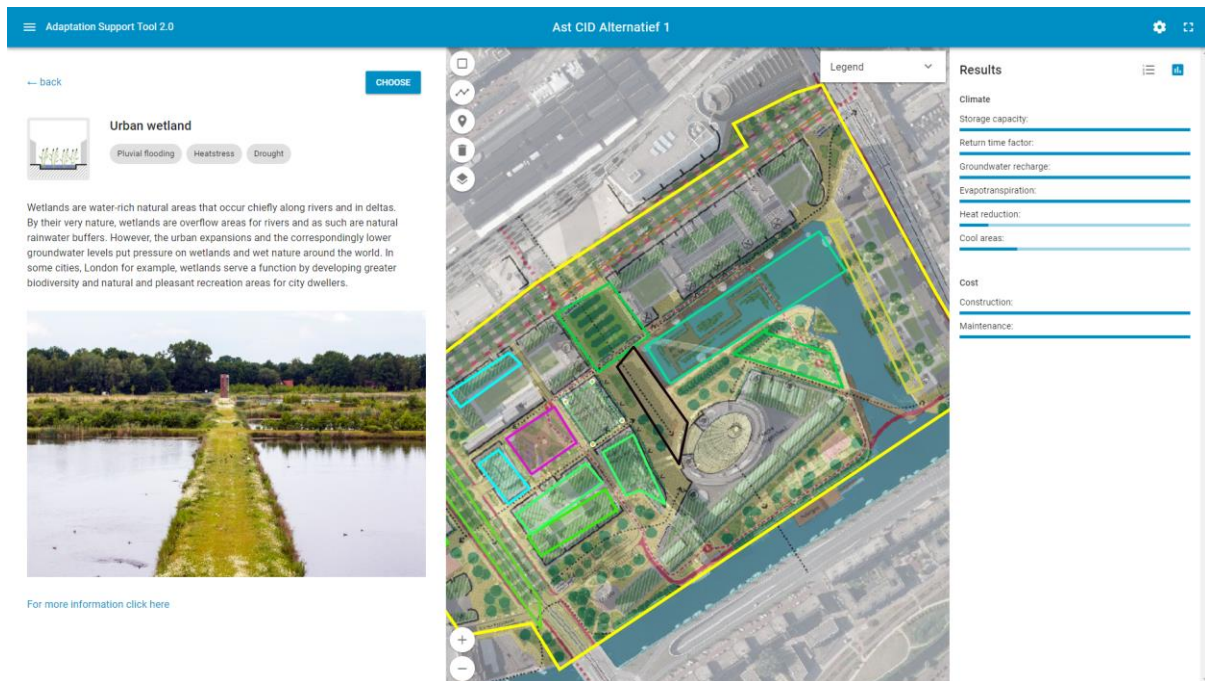
Een eerste doel van de workshop was om de deelnemers bekend te maken met de uitkomsten van klimaatstresstesten voor Laakhavens en met het bepalen van ambities en adaptatiestrategieën. Een tweede doel was het inventariseren van mogelijke maatregelen voor een klimaatbestendige openbare ruimte (in het kader van risicodialogen) in aanvulling op de geplande stedenbouwkundige herinrichting van het gebied. In de sessie gingen twee groepen aan de slag om met behulp van de TKS scenario's uit te werken voor een meer klimaatbestendig Laakhaven, door te kijken naar het effect van maatregelen op onder andere:

- Volume waterberging (wateroverlast);
- Herhalingstijd afvoerpiek (wateroverlast).
- Grondwateraanvulling (droogte);
- Gemiddelde luchttemperatuur (hitte);
- Aantal 'cool spots' (hitte).

Tijdens de sessie werden uiteenlopende maatregelen voorgesteld, bediscussieerd en in de TKS ingevoerd, zoals hoofdfietsroutes met bomenlanen, bladerdaken waar mensen onder kunnen zitten, groene daken met zonnepanelen, wegen als berging voor extreem hevige regen en aanpassing van de centrale vijver tot moeras/waterberging en watervoorziening voor het groen. De twee groepen produceerden elk een ontwerp, waarvan er een is te zien in afbeelding 6.

Door geleidelijk maatregelen aan het plan toe te voegen, werd stap voor stap een maatregelenpakket ontworpen. Het werd als minstens zo belangrijk ervaren dat de sessie leidde tot een constructieve

discussie over wat haalbaar is, of maatregelen ook op privéterrein kunnen worden getroffen, welke risico's we willen accepteren, wat we er aan kunnen doen, wat de kosten zijn en wie de gerealiseerde baten ontvangt. En dat gesprek is misschien wel de kern van de risicodialoog.



Afbeelding 6. Toelichting op een van de maatregelen, gebruikt tijdens een workshop voor het gebied Laakhaven in Den Haag. Via een link kan een uitgebreide beschrijving worden opgehaald uit GroenBlauwe Netwerken (<https://nl.urbangreenbluegrids.com/measures/>)

### Achtergronden en ondersteuning

Een gebruikershandleiding en documentatie over de technische achtergronden van de toolbox, de gebruikte gegevens en de onderliggende berekeningen zijn beschikbaar via de website (<https://kbstoolbox.nl/nl/>) en het Kennisportaal Ruimtelijke Adaptatie (<http://www.ruimtelijkeadaptatie.nl>). NKWK-KBS organiseert trainingen voor gebruikers van de toolbox. Tijdens een training worden de verschillende functionaliteiten van de toolbox, de achtergronden van de berekeningen en het gebruik in de praktijk doorgenomen, en krijgen deelnemers hulp om zelf met de toolbox aan de slag te gaan.

### Conclusies en vooruitblik

Met de ontwikkeling van de Klimaatschadeschatter (KSS) en de Toolbox Klimaatbestendige Stad (TKS) ondersteunt de onderzoekslijn Klimaatbestendige Stad van het NKWK decentrale overheden in de uitvoering van hun opgave om Nederland klimaatbestendig te maken. De tools zijn in de afgelopen jaren ontwikkeld en inmiddels toegepast in een groeiend aantal cases. De resultaten hiervan wijzen uit dat de tools in een behoefte voorzien en goede ondersteuning bieden bij het voeren van de risicodialoog en het opstellen van een uitvoeringsprogramma. De ambitie van NKWK-KBS is om de tools breed te verspreiden voor gebruik in deze trajecten, waarbij het belangrijk is dat niet alleen gemeenten en waterschappen, maar ook ruimtelijke planners, architecten en adviesbureaus de tools in hun praktijk gaan inzetten. Daartoe worden er trainingssessies gehouden voor potentiële gebruikers. Op verzoek van de gebruikers die inmiddels met de tools hebben gewerkt zullen in 2020



ook enkele functionaliteiten van beide tools verder worden uitgebreid. Zo zal de KSS worden uitgebreid voor klimaatschade in het landelijk gebied en de TKS zal meer gedetailleerd de reductie van hittestress gaan aangeven en een beter beeld geven van de nevenbaten van de verschillende adaptatiemaatregelen.

*Het consortium dat NKWK-KBS uitvoert bestaat in 2020 uit Deltares, Hogeschool van Amsterdam, KCAF, RIVM, Stichting Climate Adaptation Services, TNO, Wageningen Economic Research, Wageningen Environmental Research, Arcadis Nederland, Atelier GroenBlauw, Aveco de Bondt, Ecorys Nederland, Royal HaskoningDHV, Sweco Nederland en Tauw.*

## Referenties

1. Meijs, S. et al. (2018). *Nationale klimaatadaptatiestrategie (NAS); Uitvoeren met ambitie: Uitvoeringsprogramma 2018 – 2019*. [www.nationaleadaptatiestrategie.nl](http://www.nationaleadaptatiestrategie.nl)
2. Gehrels, J.C. et al. (2018). *NKWK Klimaatbestendige Stad: Rapportage Onderzoeksprogramma 2018*. Rapport Onderzoekslijn NKWK-KBS. <https://waterenklimaat.nl/nl/onderzoeklijnen/klimaatbestendige-stad/>
3. Goosen, H. et al. (2019). *Klimaatschadeschatter: Rapportage 2019*. Rapport Onderzoekslijn NKWK-KBS. <https://waterenklimaat.nl/nl/onderzoeklijnen/klimaatbestendige-stad/>
4. Ven, F.H.M. van de et al. (2016). 'Adaptation Planning Support Toolbox: Measurable performance information based tools for co-creation of resilient, ecosystem-based urban plans with urban designers, decision-makers and stakeholders'. *Environmental Science & Policy*, Vol. 66, 427-436. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.06.010>.
5. McEvoy, S. (2019). *Planning Support Tools in Urban Adaptation Practice*. PH.D. Thesis, TU Delft, 230 pp. <https://doi.org/10.4233/uuid:48b7649c-5062-4c97-bba7-970fc92d7bbf>.