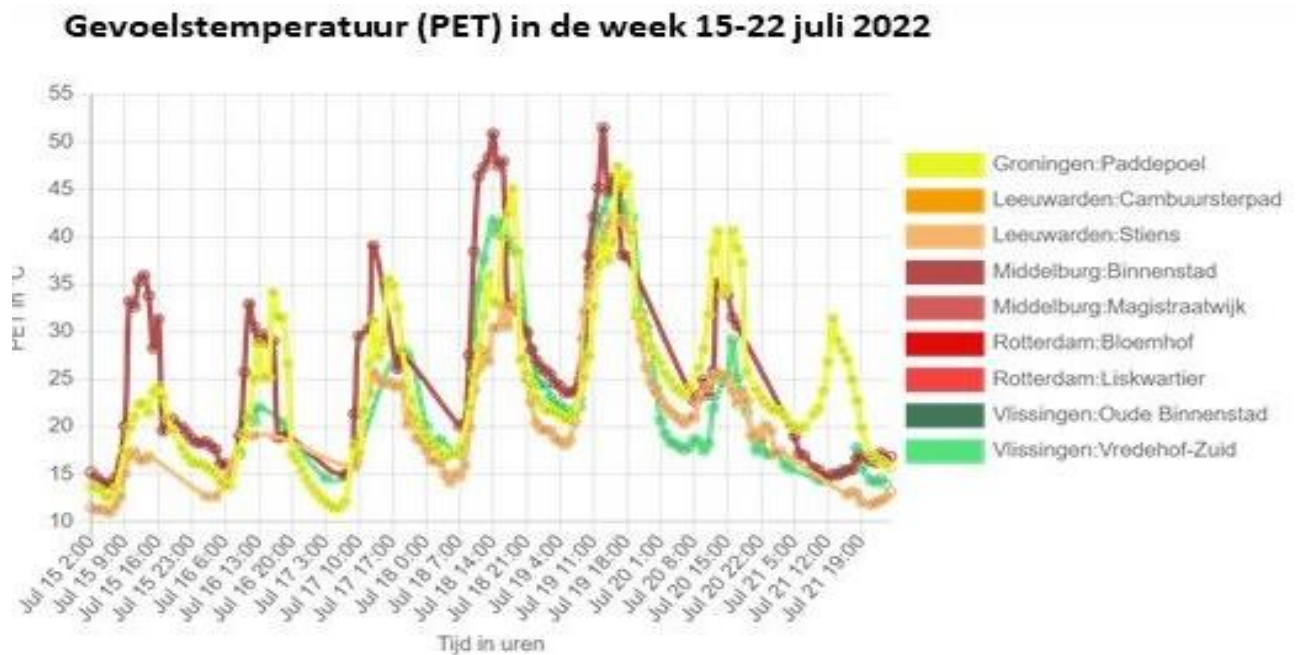


Hittestress en bewonersparticipatie: bewoners meten omgevingstemperatuur en komen met koele oplossingen

Floris Boogaard (Hanze Hogeschool), Teun Terpstra (HZ University of Applied Sciences), Peter van der Maas (Hogeschool Van Hall Larenstein), Rick Heikoop (Hogeschool Rotterdam) en Joey Koning (Hanze Hogeschool)

Hittestress is net als droogte en wateroverlast een belangrijke uitdaging in klimaatadaptatie. Onderzoek met publieke en particuliere partijen, door vijf hogescholen in tien wijken, heeft geresulteerd in nieuwe kennis over meten, beleven en doen ten aanzien van klimaatadaptatie in de wijk. Zo blijkt ook uit dit onderzoek dat het hitte-eilandeffect ongeveer met 0,5 graden afneemt wanneer er 10 procent meer groen wordt gerealiseerd. Klimaatadaptatie blijkt nog beperkt te leven onder inwoners en er is nog weinig bereidheid om zelf initiatief te nemen. Toch eindigde dit onderzoek met honderden concrete oplossingen.

Hittestress is net als droogte en wateroverlast een belangrijke uitdaging in klimaatadaptatie, bleek wel weer in de maand juli 2022. Er sneuvelden weer hittestressrecords in Nederland en het buitenland, zoals in Londen. In Nederland wordt de temperatuur gemeten bij weerstations die vaak buiten de stad staan, maar in het kader van onderzoek naar hittestress wordt steeds vaker de temperatuur in steden en woningen bepaald. Weerstations binnen en buiten woningen maten op 18 en 19 juli 2022 hoge temperaturen in vijf Nederlandse steden, met gevoelstemperaturen rond 50°C (zie afbeelding 1). De gevoelstemperatuur is sterk afhankelijk van de lokale omstandigheden (o.a., wind, zonnestraling, luchtvochtigheid). Zo liet het weerstation in de binnenstad van Middelburg kortstondig een gevoelstemperatuur van 51 graden zien, in contrast met 17 graden de donderdag ervoor; een verschil van 34 graden gevoelstemperatuur (PET = Physiological Equivalent Temperature). Het weerstation in Groningen (wijk Paddepoel) noteerde ruim 47 graden. Deze metingen zijn geen uitzonderingen. De zomer is nog niet afgelopen en warmteanalyses over 2022 worden nog gemaakt, maar uit eerdere analyses in de afgelopen jaren kunnen al diverse conclusies worden getrokken over het koel houden van steden en woningen. Het onderzoek Burgerparticipatie in Klimaatadaptatie Bewonersparticipatie [1] moet, naast het verzamelen van data, bewustwording vergroten ten aanzien van hittestress. Ter inspiratie zijn honderden creatieve, 'coole' oplossingen geïnventariseerd in de praktijk.



Afbeelding 1. Gevoelstemperatuur eind juli 2022 in vijf Nederlandse steden

Onderzoek Burgerparticipatie in Klimaatadaptatie

In het praktijkgerichte onderzoek Burgerparticipatie in Klimaatadaptatie [1] hebben vijf hogescholen samen met publieke professionals kennis en innovaties ontwikkeld, met financiering van Regieorgaan SIA (Stichting Innovatie Alliantie) dat onderdeel is van de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO). De meeste metingen zijn uitgevoerd in 2019-2021, maar met de operationele meetapparatuur wordt het onderzoek deels geactualiseerd met data over 2022. Ook worden creatieve oplossingen in de praktijk continu geïnventariseerd.

Het onderzoek is uitgevoerd door tien Living Labs te ontwikkelen in de gemeenten Rotterdam, Middelburg, Vlissingen, Groningen en Leeuwarden. De Living Labs bestaan uit geografisch afgebakende wijken (tabel 1) waarin hogescholen, gemeenten, waterschappen en inwoners samen hebben gewerkt aan de hoofdonderzoeksvraag: *hoe kunnen professionals van gemeenten en waterschappen met inzet van burgers klimaatadaptatie in stedelijk gebied in de praktijk brengen?*

Tabel 1. Karakteristieken en meetresultaten in tien wijken in vijf steden

Stad	Wijk	Lucht- Temperatuur 2019-2021 (°C)		Gevoels- temperatuur juli 2022 (°C)	Groenpercentage [%]	Wijktypologie	publiek groen [%]	privaat groen [%]
		Max	Max	Max				
Groningen	Paddepoel Noord	33,2	52,8	47	na-oorlogse wijk	17	15	
Groningen	Paddepoel Zuid	33,2	52,8		herontwikkeling	28	10	
Leeuwarden	Stiens	32,3	39,3		dorp	35	21	
Leeuwarden	Cambuursterpad	33,9	41,3		volkswijk	6	17	
Rotterdam	Bloemhof	33,9	37,5		volkswijk	1	7	
Rotterdam	Liskwartier	34,7	41,1		vooroorlogse wijk	4	8	
Middelburg	Binnenstad	34,6	55,6	51	historische binnenstad	13	14	
Middelburg	Magistraatwijk	34	43,8		Bloemkoolwijk	35	17	
Vlissingen	Vredenhof-Zuid	33,7	42,6	45	Na-oorlogse woonwijk	21	28	
Vlissingen	Oude Binnenstad	32,8	44,7		Stedelijk bouwblok	8	3	

Resultaten

In dit artikel worden de onderzoekresultaten besproken als antwoorden op onderzoeksvragen die betrekking hebben op:

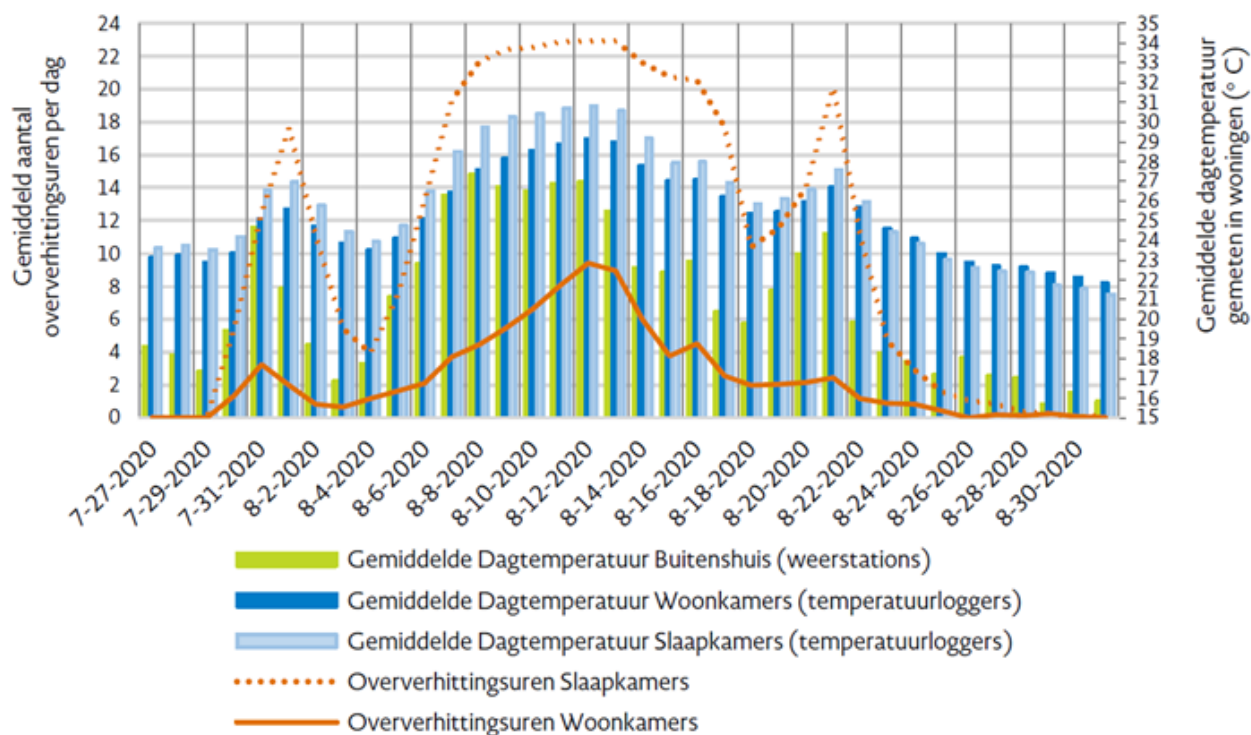
1. verschillen in hitte-eilandeffecten tussen wijken
2. de samenhang van de binnenhuistemperatuur met woningkenmerken en gedrag van bewoners
3. de oververhitting van woningen en de mate waarin bewoners last hebben van hitte
4. Inventarisatie praktische oplossingen

Temperatuur en wijkkenmerken

Uit diverse analyses van de weerstations en mobiele metingen blijkt dat de ontwikkelde hitte-eilanden niet alleen kunnen verschillen tussen steden onderling, maar ook tussen wijken, straten en huizen [2]. Uit literatuur blijkt dat het percentage bebouwd oppervlak en het percentage groen een ongeveer even groot maar tegengesteld effect hebben; een grotere gebouwdichtheid leidt tot een sterker hitte-eilandeffect, terwijl meer groen in de wijk of stad het hitte-eilandeffect juist tempert. In dit onderzoek is gekeken naar verschillende stedelijke kenmerken, zoals het aandeel stedelijk groen (vegetatie in openbare ruimte en in tuinen), grijs (infrastructuur, gebouwen, verharding in tuinen) en blauw (open water). De resultaten komen grotendeels overeen met eerder onderzoek in Nederland en bevestigen de vuistregel dat een toename van de groenfractie met 10% samenhangt met een halve graad lager maximum hitte-eilandeffect. Meer grijs leidt tot een sterker hitte-eilandeffect en met name het aandeel gebouwen en infrastructuur hangt samen met een sterker hitte-eiland. Ook de gemiddelde gebouwhoogte draagt enigszins bij aan een sterker hitte-eiland, terwijl de aanwezigheid van open water in de stad geen significant effect lijkt te hebben. Doordat meerdere factoren tegelijkertijd van invloed zijn op het hitte-eiland, kan beleid dat enkel aandacht heeft voor vergroening tekortschieten. Het hitte-eiland tijdens de hittegolf van augustus 2020 bleek het sterkst in de Rotterdamse wijken Bloemhof en Liskwartier en de Groningse wijk Paddepoel (maximaal 7 tot 8 graden warmer dan in het buitengebied) en het laagst in het dorp Stiens bij Leeuwarden (maximaal ongeveer 4 graden warmer dan in het buitengebied). De hittegolf duurde in de Vlissingse wijken 1 tot 2 dagen korter dan in Middelburgse wijken, waarschijnlijk door hun ligging nabij zee en een aanlandige wind in de tweede helft van de hittegolf (vanaf 13 augustus).

Temperatuur in huis

In woon- en slaapkamers liepen temperaturen sterk op in warme perioden. De hoogst gemeten gemiddelde dagtemperatuur buiten in 2020 was 35 graden en 19 juli 2022 werd 39,5 gemeten in Maastricht. Verdiepingshoogte, energielabel, de aanwezigheid van ramen en het gebruik van zonwering blijken een belangrijke rol te spelen in de binnentemperatuur. In slaap- en werkkamers op hogere verdiepingen werd het gemiddeld 2 tot 3 graden warmer dan op de begane grond. De slechtst geïsoleerde woningen, met energielabel G of H, warmden gemiddeld ruim 2 graden meer op dan woningen met een A- of B-label, maar koelden bij dalende buitentemperatuur ook weer sneller af. Het juiste gebruik van binnen- en buitenzonwering overdag en ramen overdag en 's nachts scheelde ongeveer 1 graad in temperatuur. Omdat de analyse van ramen en zonwering is gebaseerd op kleine aantallen en vooral steunt op hoe bewoners gedurende de hittegolf overwegend zijn omgegaan met ramen en zonwering op de kamer waar de sensor stond is vervolgonderzoek nodig om robuuste conclusies te kunnen trekken. Vooralsnog lijkt hitte binnenshuis het effectiefst beperkt te kunnen worden door het isoleren van woningen (warmte buitenshuis houden) in combinatie met zonwering en openen ramen als het koeler buiten is als in de woning. Als een goed geïsoleerde woning opgewarmd is zal het de warmte ook minder snel afgeven dus de combinatie is met zonwering is altijd gewenst. Hier ligt een koppelkans met de energietransitie. Dat maatregelen gewenst zijn bij veel woningen bleek uit de hoge temperaturen bij en in woningen in de week van 18 juli 2022 (afbeelding 2).



Afbeelding 3. Gemiddeld aantal uren dat woningen oververhit zijn

Interviews

Ongeveer 55 tot 60 procent van de bewoners vond de hitte binnen en buiten (heel) onaangenaam. Slechter slapen was de meest gerapporteerde vorm van hinder (een derde van de respondenten). Deze vorm van hinder werd met name door vrouwen genoemd. Een verminderd welbevinden werd door 15% van de respondenten genoemd, waarbij specifieke klachten zoals hoofdpijn, vermoeidheid, concentratieproblemen, somberheid, een lagere productiviteit en agitatie als oorzaken werden genoemd. Mannen gaven dit iets vaker aan. Het type klachten komt overeen met de literatuur, maar verschillen tussen mannen en vrouwen en de afwezigheid van duidelijke leeftijdseffecten verdienen aandacht in vervolgonderzoek.

Maatregelen

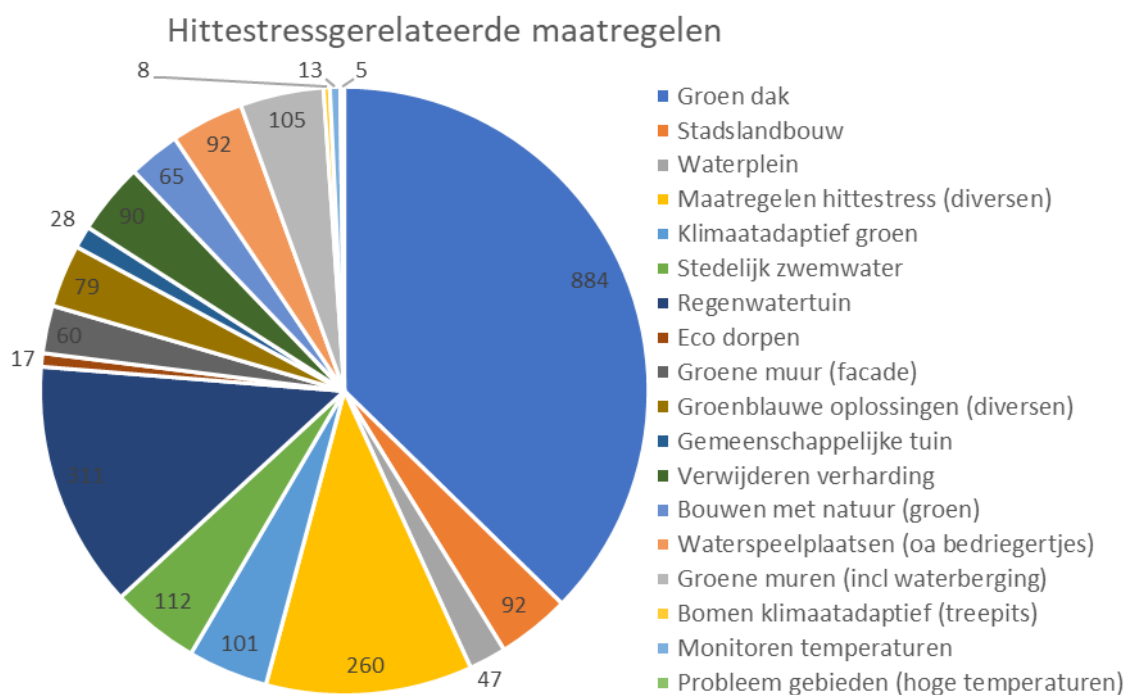
Dit artikel eindigt niet met ‘meer onderzoek nodig’. Bekende maatregelen staan in het Nationaal Hitteplan [3]. Het RIVM adviseert goed te drinken, inspanning te vermijden, de schaduw op te zoeken en naar anderen om te kijken. Specifiek voor binnenhuis:

- Woningen koel te houden door zonwering, ventilatoren of airconditioning.
- Voordat de zon op het raam staat, is het advies om de gordijnen dicht te doen en de zonnenschermen te laten zakken. Zo houd je zonlicht en hitte buiten.
- De GGD adviseert om ramen en deuren te sluiten als de temperatuur buiten hoger is dan binnen.
- 's Avonds laat, 's nachts en 's ochtends vroeg is het advies juist om de ramen en tussendeuren open te zetten.
- In de slaapkamer: luchtige kleding en beddengoed, drink voor het slapengaan een glas water, eventueel ventilator of airconditioner of slaap in een koelere ruimte.

In woningen die regelmatig verhit raken is echter Er is actie meer structurele actie nodig. Praktische voorbeelden van bewoners en publieke partijen dienen ter inspiratie; ‘goed voorbeeld doet volgen’. In de afgelopen jaren zijn meer dan 2500 voorbeelden geüpload op het open source-citizen science-platform Climatescan [4], in diverse categorieën waar het woord ‘hittestress’ in voorkomt (afbeelding 4).

Hier staan diverse maatregelen in die niet primair zijn aangelegd tegen hittestress (integrale aanpak met o.a. wateroverlast en droogte) maar wel kunnen bijdragen aan verminderen van temperaturen. Het effect van de maatregel hangt sterk af van de concrete implementatie en lokale omstandigheden. Zo zal een groen dak (884 uploads) bij een particulier niet veel bijdragen aan lagere temperatuur in het openbaar gebied [5].

Een selectie van maatregelen waardoor bewoners lagere temperaturen ervaren zijn onder andere: waterspeelplaatsen als bedriegertjes en waterpleinen (deze zijn echter vaak versteend), het verwijderen van verharding (‘operatie steenbreek’), groene en witte daken en het aanleggen van groen dat schaduw geeft, zoals (gemeenschappelijke) tuinen (‘community gardens) of stadslandbouw (urban farming) [2].



Afbeelding 4. Climatescan-categorieën gerelateerd aan hittestress met concrete oplossingen (vergroening en schaduwwerking)

De categorieën als ‘klimaatadaptief groen’ en ‘hittestressmaatregelen’ zijn voornamelijk locaties met ‘verwijderen verharding’, ‘vergroten schaduwwerking’ en ‘vergroening van de leefomgeving’ (afbeelding 5), maar ook het wit schilderen van daken of bevochtigen van verharde oppervlakken (bv water over daken laten stromen: voor verdamping wordt warmte onttrokken aan dak of verharding) staan in deze categorie.



Afbeelding 5. Boven: Schaduw door groen tussen huizen, schaduwwerking met doek (centrum Amsterdam) en vergroening woonstraten. Onder: groene en witte daken als maatregelen in Amstelveen [Bron: climatescan.nl]

In de openbare ruimte dient ter aanbeveling ‘koelteplekken binnen enkele honderden meters’ [6] bijvoorbeeld door bomen te planten die schaduw geven. Dit vereist creativiteit, want zeker in versteende stadscentra is niet overal draagvlak en ruimte voor zulke plekken. Bovengronds moet er ruimte zijn voor activiteiten van diverse gebruikers, zoals de markt, de kermis, parkeren, voetgangers en evenementen, en de ondergrond ligt vol met buizen, kabels en leidingen.

Voorbeeld ‘Groene Pergola’

Een praktijkvoorbeeld zijn de studenten Hugo Mohr en Gijs Verkooijen die aan de Vismarkt in het (versteende) centrum van de stad Groningen wonen. Op een zomerse dag zaten ze op een terras op het plein, waar ze het door de warmte nog geen 10 minuten uithielden. Gefrustreerd en geïnspireerd bedachten ze dat er over het hele plein wel een groot groen dak zou mogen om er fatsoenlijk te kunnen wonen en bezoeken. Dat idee voor een 'enorme pergola' is niet blijven liggen. In een reeks gesprekken met allerlei experts uit de publieke en private sector kwam dit tot een project waarbij de diverse pergola's met begroeiing in de klimaatproeftuin in Groningen zijn gebouwd en nu in steden worden geplaatst. Metingen in de proeftuin tonen aan dat de temperatuur lokaal met meer dan 8°C lokaal kan worden teruggebracht.



De Square

De Wave

De Leaf

Afbeelding 6. Implementatie van de 'groene pergola' in klimaatadaptatie proeftuin Building in Groningen (meer foto's en video's op: <https://www.climatescan.nl/projects/8812/detail>)

Conclusies

Het onderzoek heeft geresulteerd in nieuwe kennis over meten, beleven en doen ten aanzien van klimaatadaptatie in de wijk. Dit biedt handvatten voor professionals van gemeenten en waterschappen om effectiever met inwoners samen te werken aan klimaatadaptatie. Door metingen in een variëteit aan wijken is nieuwe kennis ontwikkeld over de betekenis van de buitenruimte (groen en grijs) voor het hitte-eilandeffect. Dit hitte-eilandeffect neemt ongeveer met 0,5 graden af wanneer er 10% meer groen wordt gerealiseerd (en 10% minder grijs).

Samen met inwoners is het effect van woningtype en gedrag op hittestress gemeten. De ontwikkelde vragenlijst over beleving van klimaateffecten biedt publieke professionals een instrument voor inzicht op wijkniveau en intenties voor maatregelen. Klimaatadaptatie blijkt echter nog beperkt te leven onder inwoners en er is nog weinig bereidheid om zelf initiatief te nemen. Bewoners ervaren weinig kennis en capaciteit in de wijk om dit vraagstuk zelf op te pakken. Bewoners hebben de voorkeur voor initiatief vanuit de gemeente, maar worden wel graag betrokken. Tegelijkertijd nemen inwoners wel andere relevante initiatieven die raken aan klimaatadaptatie, zoals vergroening en verduurzaming van wijk en woning. Er ligt een uitdaging voor professionals: het uitwerken van kaders en doelen en het stimuleren van een sociale norm om inwoners actief invulling te laten geven aan klimaatadaptatie. Metingen zoals uitgevoerd in dit onderzoek bieden publieke professionals daarbij concrete resultaten om in gesprek te gaan over wat acceptabel is en wat voor maatregelen nodig en mogelijk zijn.

Informatie-uitwisseling over de risico's van hittestress blijft van groot belang, net als het handelingsperspectief: er zijn diverse kosteneffectieve praktische oplossingen, zoals de warmte buiten woningen houden (zonwering) en groene schaduwplekken in steden die als koelteplekken dienst doen. Hiervoor zijn creatieve voorbeelden verzameld waar onder andere verharding is verwijderd en schaduw wordt gecreëerd door groen of kunstwerken die onderdeel zijn van een integrale aanpak klimaatadaptieve steden. De implementatie hiervan is in druk stedelijk gebied een uitdaging maar niet onmogelijk, laat de creativiteit van het voorbeeld 'groene pergola's' zien. Terugkomend op de hoofdonderzoeksvraag *hoe kunnen professionals van gemeenten en waterschappen met inzet van burgers klimaatadaptatie in stedelijk gebied in de praktijk brengen?* Samen kennis opdoen en uitwisselen zoals participatief meten en creatieve voorbeelden uitwisselen. En burgers zoals u mogen nog steeds uw creatieve oplossingen delen op platforms als [climatescan.nl](https://www.climatescan.nl) om samen 'coole' voorbeelden te verzamelen en het stedelijk gebied nu en in de toekomst leefbaar te houden.

Referenties

1. [Burgerparticipatie in Klimaatadaptatie](#), Jean-Marie Buijs, Teun Terpstra, Jasper van den Heuvel, Allard Roest, Floris Boogaard, Peter van der Maas, Jan Fliervoet, Loes Witteveen, Ineke Baan, Rick Heikoop en Natalie Lorenz, HZ University of Applied Sciences, 24 december 2021.
2. *ScienceGuide* (Toske Andreoli): “Het moeilijke is: we hebben er maar een paar weken per jaar last van”, 12 augustus 2020
3. RIVM, Het nationaal hitteplan, <https://www.rivm.nl/hitte/nationaal-hitteplan>
4. Restemeyer, B., Boogaard, F.C. (2021). ‘Potentials and Pitfalls of Mapping Nature-Based Solutions with the Online Citizen Science Platform ClimateScan’. *Land* 2021, 10, 5. <https://doi.org/10.3390/land10010005>
5. NOS, 20 juli 2022. *Heet, heter, heetst, vooral in de steden. Hoe moet dat in de toekomst?* <https://nos.nl/artikel/2437511-heet-heter-heetst-vooral-in-de-steden-hoe-moet-dat-in-de-toekomst>
6. Hogeschool van Amsterdam, Urban Technology (2020). *Een koele kijk op de inrichting van de buitenruimte*. <https://www.hva.nl/urban-technology/gedeelde-content/nieuws/nieuws/2020/05/een-koele-kijk-op-de-inrichting-van-de-buitenruimte.html>, ISBN: 978-94-92644-80-0 HvA mei 2020, ISBN 978-3-03936-242-4 (Pbk); ISBN 978-3-03936-243-1