



Kennisnotitie

CSunshine: een verkennend citizen science-onderzoek naar hittestress met mobiele sensoren

Samenvatting

Het CSunshine-project was een *citizen science* pilot dat zich richtte op de vraag hoe bewoners van Utrechtse wijken hitte in de stad ervaren en hoe hun gedrag en beleving samenhangen met gemeten temperaturen. De aanleiding is de toenemende frequentie en intensiteit van hittegolven door klimaatverandering, waardoor het stedelijk hitte-eilandeffect en hittestress een groeiend gezondheidsrisico vormen.

Binnen dit project werkten bewoners, gemeente, provincie, NMU en RIVM samen; inhoudelijk sluit CSunshine aan bij het door gemeente en provincie geïnitieerde project Groene Buurt, Koele Buurt (onderdeel van het EU Horizon project 'Urban Relief'). Bewoners uit vier Utrechtse wijken verzamelden in de zomers van 2024 en 2025 data door met draagbare sensoren temperatuur en luchtvochtigheid te meten tijdens alledaagse buitenactiviteiten. Tegelijk rapporteerden zij hun ervaren thermisch discomfort via een knop op de sensor of een app. Deze aanpak leverde ruim 47.000 metingen op, waarvan een deel werd gebruikt voor verdiepende analyses.

De resultaten laten zien dat de temperatuur binnen één wandeling sterk kan variëren. Opvallend is dat momenten van thermisch discomfort niet direct samenhangen met relatief hogere temperaturen. Wel blijkt uit de koppeling met ruimtelijke groenkaarten dat op locaties met meer groen minder discomfort werd geregistreerd. Dit wijst er mogelijk op dat omgevingskenmerken zoals vegetatie in belangrijke mate bijdragen aan het ervaren thermisch comfort. Voor een volledig beeld is het essentieel om sensordata te combineren met informatie over gedrag, beleving en gebruik van de ruimte. CSunshine toont het potentieel van *citizen science* voor praktijkgericht onderzoek, maar onderstreept ook het belang van verdere methodologische verbetering en representatievere meetnetwerken.

Projectbeschrijving en -achtergrond

Door klimaatverandering nemen de frequentie en intensiteit van hittegolven toe (KNMI, 2023), wat leidt tot een groeiend risico op hitte(stress) met gevolgen voor zowel fysieke als mentale gezondheid (Betgen et al., 2024; Thompson et al., 2018). In stedelijke gebieden is deze problematiek extra relevant vanwege het stedelijk hitte-eilandeffect, waarbij verharding, bebouwing en beperkte vergroening zorgen voor hogere temperaturen en minder afkoeling. Hoewel er veel kennis beschikbaar is over hitte op populatie- en gebiedsniveau, is er relatief weinig inzicht in individuele, locatie-specifieke hitteblootstelling in de stad, hoe mensen deze hitte ervaren, en hoe zij hun gedrag hierop aanpassen (ZonMW, 2020). Bovendien is er nog beperkte kennis over specifiek hitte-adaptatiegedrag in historisch gematigde klimaatzones zoals Europa, en is er behoefte aan meer gedetailleerde inzichten in hoe en waarom mensen hun gedrag aanpassen tijdens hittegolven (Yücel, 2025).

RIVM

A. van Leeuwenhoeklaan 9
3721 MA Bilthoven
Postbus 1
3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl

T 088 689 89 89

Auteurs:

Kirsten Vegt
Jochem Klompmaker
Henri de Ruiter
Werner Hagens
Wouter Hendricx
Christine Boomsma
Hester Volten
Janneke Elberse

Centrum:

VLH
MIL
DMG

Contact:

kirsten.vegt@rivm.nl
henri.de.ruiter@rivm.nl

Kenmerk:

KN-2026-0053

DOI:

10.21945/RIVM-KN-2026-0053

Datum:

1 juni 2026

Het CSunshine-project is opgezet vanuit het SPR-startkapitaal als een *citizen science* pilot om deze kennislacune te verkennen. *Citizen science* (burgerwetenschap) is een vorm van onderzoek doen waarin burgers en wetenschappers samenwerken; dit gebeurt in uiteenlopende wetenschappelijke disciplines en op verschillende samenwerkingsniveaus (Bonney et al., 2009; Hacklay, 2013). Het project is uitgevoerd in samenwerking met de gemeente Utrecht, de provincie Utrecht, de Natuur en Milieufederatie Utrecht (NMU), bewoners en het RIVM, en sluit inhoudelijk aan bij het project Groene Buurt, Koele Buurt (onderdeel van het EU Horizon project '*Urban Releaf*'). Binnen deze context hebben bewoners uit meerdere Utrechtse wijken (Kanaleneiland, Rivierenwijk, Ondiep en Zuilen) in de zomers van 2024 en 2025 met behulp van draagbare sensoren (*wearables*) temperatuur en luchtvochtigheid gemeten tijdens dagelijkse wandelingen door de stad. Daarnaast konden zij via een knop op de sensor of via een app hun ervaren thermische discomfort rapporteren.

Het RIVM is in dit project aangehaakt bij een lopend lokaal initiatief, waarbij ruimte was voor experimenteel en lerend onderzoek. Deze manier van werken betekende dat het project zich gedurende de looptijd heeft ontwikkeld, mede op basis van praktische mogelijkheden (zoals beschikbaarheid van sensordata), wensen van bewoners (bijvoorbeeld de nadruk op belevingsdata) en voortschrijdend inzicht binnen het projectteam. Naast inhoudelijke analyse van sensor- en belevingsdata bood het project daarmee ook een waardevolle context om te reflecteren op de meerwaarde, beperkingen en randvoorwaarden van *citizen science* binnen onderzoek naar klimaat en gezondheid.

Het CSunshine-project is gebruikt voor verdere kennisontwikkeling binnen het RIVM en voor interne discussie over de inzet van *citizen science* bij onderzoek naar klimaat, gezondheid en leefomgeving.

Projectdoelen en onderzoeksvragen

CSunshine omvatte meerdere doelen; in deze kennisnotitie wordt ingegaan op het specifieke doel om de relatie tussen de sensormetingen en het door deelnemers gerapporteerde thermisch discomfort te evalueren, met de volgende onderzoeksvragen als basis:

- wat is de relatie tussen geobserveerde temperatuurmetingen en thermisch discomfort?
- wat is de relatie tussen groen en thermisch discomfort?

Dataverzameling en positionering

In dit project stond het meten van temperatuur met behulp van draagbare sensoren centraal. Bij de start van CSunshine was de eerste pilotmeting van 2024 net afgelopen en begon de voorbereiding voor de tweede en laatste meting in de zomer van 2025.

Methode

De deelnemers aan het project zijn gerekruteerd via Samen Meten Utrecht, een samenwerking tussen o.a. NMU en de provincie Utrecht. Rekrutering vond plaats via allerlei kanalen, zoals posters en flyers, en lokale buurtapps, net als via een persbericht van de gemeente Utrecht. De deelnemers

moesten wonen in de buurt Kanaleneiland, Rivierenwijk, Ondiep en Zuilen. Er is niet specifiek gekeken naar sociaaleconomische achtergrond van de deelnemers in 2024. In 2025 is er meer aandacht besteed aan het zoeken van jongeren (studenten en scholieren) en vrouwen met een migratieachtergrond. Van de 61 deelnemers in 2025 waren er 15 jongeren (HAVO-leerlingen), 8 studenten en 11 vrouwen met een migratieachtergrond. Verdere details over de deelnemers zijn niet bekend.

Meer informatie over rekrutering is te vinden in Hunia et al. (2025).

Deelnemende bewoners kregen een draagbaar meetkastje dat temperatuur en luchtvochtigheid meet. Zij droegen het meetkastje tijdens dagelijkse activiteiten, zoals wandelen, boodschappen doen of de hond uitlaten. De sensoren waren geproduceerd door het Institute of Communication & Computer Systems (ICCS) van de Universiteit van Athene. Metingen starten zodra de sensor beweegt en dit geregistreerd wordt door de GPS. Er waren twee type sensoren: een type werkt met Bluetooth en koppelt aan je smartphone; het andere type werkt via LoRa, en stuurt de data direct weg zonder tussenkomst van een smartphone. Verreweg het grootste deel van de sensoren is van het Bluetooth type. De sensoren zijn, voor zover bekend, niet systematisch vergeleken met referentieapparatuur. In het algemeen hebben de sensoren geen afscherming van de straling, waardoor de sensoren gevoelig zijn voor directe zonnestraling. De plaats en oriëntatie van de sensor, en het gedrag van de deelnemers, zal dus in sommige gevallen ervoor zorgen dat de meting hoger uitvalt dan de omgevingstemperatuur. Tijdens de metingen konden deelnemers zelf aangeven wanneer zij de hitte als onprettig ervaren (hierna gerefereerd als 'thermisch discomfort') door gebruik te maken van een knop op de sensor of via de app. De tijd en locatie van de discomfort registratie werd gekoppeld aan de temperatuur, vochtigheid en locatie van de metingen. In het project konden deelnemers ook aangeven als ze iets een koele plek vonden (coolspot), maar deze gegevens zijn verder niet gebruikt in deze analyse.

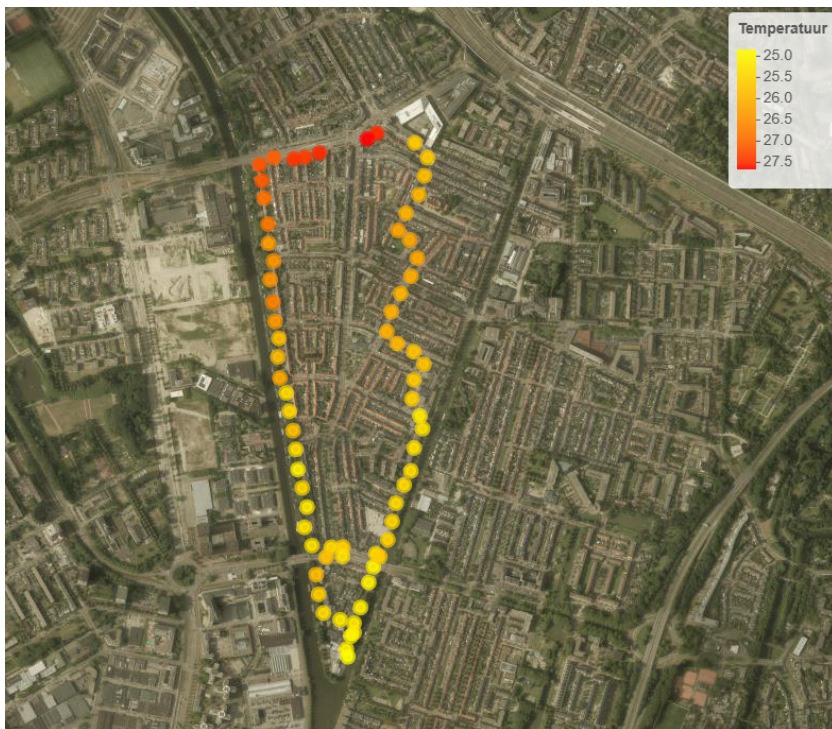
Voor de metingen begonnen kregen bewoners uitleg over het meetkastje en de app tijdens een bijeenkomst op 9 of 10 juli 2025, waarna de meetperiode ook direct begon. De meetperiode duurde tot ongeveer half september – er was geen harde deadline voor de meetperiode. Deelnemers werd gevraagd minimaal 10 'missies' (d.w.z. een rondje met de sensor lopen van minimaal 10 minuten) te doen, verspreid over verschillende dagen, tijden en plekken in de wijk. Meten mocht op momenten die voor de deelnemer uitkwamen. De deelnemers konden op ieder moment thermisch discomfort registreren en waren vrij om te kiezen of en hoe vaak ze dat deden tijdens een 'missie'. De data die werd verzameld waren temperatuur en luchtvochtigheid (via het meetkastje, ~1 meting per 40 seconde), ervaren thermisch discomfort per meting (via de sensor of app), en de locatie (GPS). De temperatuurmetingen werden dus automatisch gedaan via de sensor, en de thermisch discomfortmetingen werden doorgegeven via een knop op de sensor of de app. De discomfortmetingen worden in de verdere notitie beschreven als discomfort (*onprettig*). De routes waren op de app in te zien voor de individuele gebruikers, maar niet voor de overige deelnemers. Verdere informatie over de meetcampagnes in Utrecht is te vinden in Hunia et al. (2025).

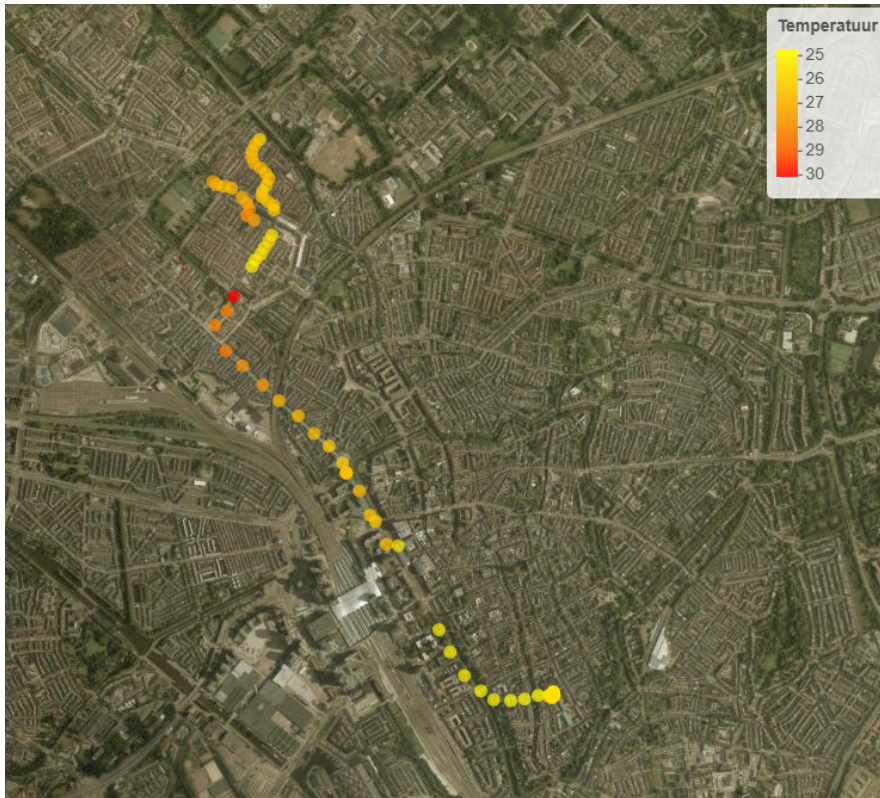
De analyse in deze kennisnotitie is gedaan op basis van de sensordata van zowel 2024 (17.219 metingen) als 2025 (29.803 metingen). Met de beschikbare data konden de onderzoeksvragen verkennend en indicatief beantwoord worden, door analyses te doen op individuele sensormetingen (temperatuur en luchtvochtigheid), gecombineerd met informatie over locatie, tijdstip en thermisch discomfort-registraties tijdens dagelijkse activiteiten in de stad. In deze notitie ligt de focus op de mogelijke relatie tussen gemeten temperatuur en ervaren thermisch discomfort.

Analyse en Resultaten

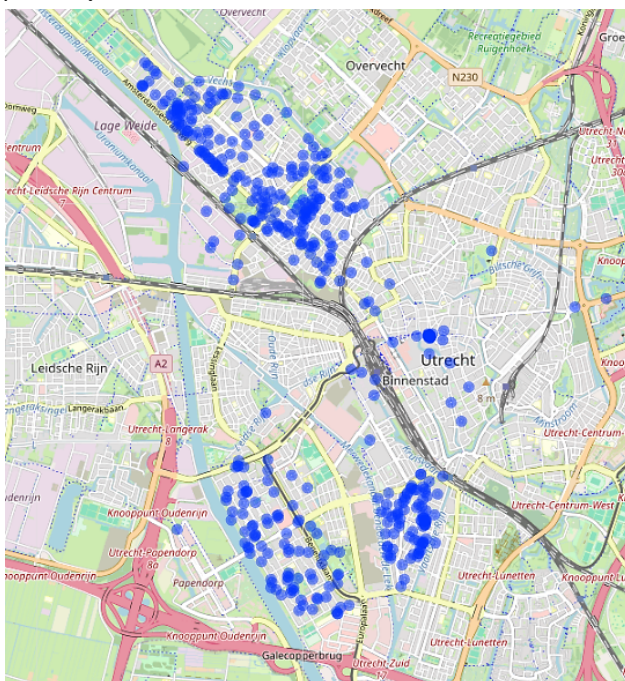
In 2024 hebben 103 deelnemers meegedaan met de metingen. In 2025 waren dit er 61. De oorspronkelijke data bestond uit 47.023 temperatuurmetingen, waarvan 411 keer discomfort is geregistreerd. Uit dit bestand is echter een aantal metingen verwijderd. Metingen waarvan de temperatuur lager is dan 5 graden zijn uit de dataset verwijderd omdat dit waarschijnlijk foutieve metingen zijn. Vervolgens zijn unieke meetroutes bepaald, gebaseerd op unieke apparaat-ID en datum/tijd combinaties. Hierbij zijn alle metingen op een apparaat op dezelfde dag (met minder dan 120 seconde verschil tussen opeenvolgende metingen) gelabeld als unieke meetroute (in totaal 1114 unieke meetroutes). Vervolgens zijn meetroutes korter dan 3 minuten verwijderd, vanwege het beperkte aantal metingen tijdens de route, wat resulteerde in 958 unieke meetroutes.

Figuur 1: Twee voorbeelden van meetroutes en de gemeten temperatuur.





Figuur 2: Ruimtelijke verdeling van de Thermische discomfort registraties (blauwe punten)



NB: De meeste registraties zijn gedaan in Kanaleneiland, Rivierenwijk, Ondiep en Zuilen omdat het onderzoek op deze wijken gericht was.

Voor alle metingen is gebruik gemaakt van de gekalibreerde temperatuur en relatieve luchtvochtigheid. Ook is met behulp van de temperatuur en relatieve luchtvochtigheid de Humidex berekend¹. De Humidex is een hitte-indicator die de temperatuur en relatieve luchtvochtigheid combineert om zo een betere schatting te geven van de gevoelstemperatuur. Naast de temperatuur en relatieve luchtvochtigheid op het gemeten tijdstip is ook de vertraagde temperatuur en luchtvochtigheid bepaald op basis van het gemiddelde op het gemeten tijdstip en de twee tijdstippen daarvoor (~80 seconde).

Temperatuurverschillen en discomfort

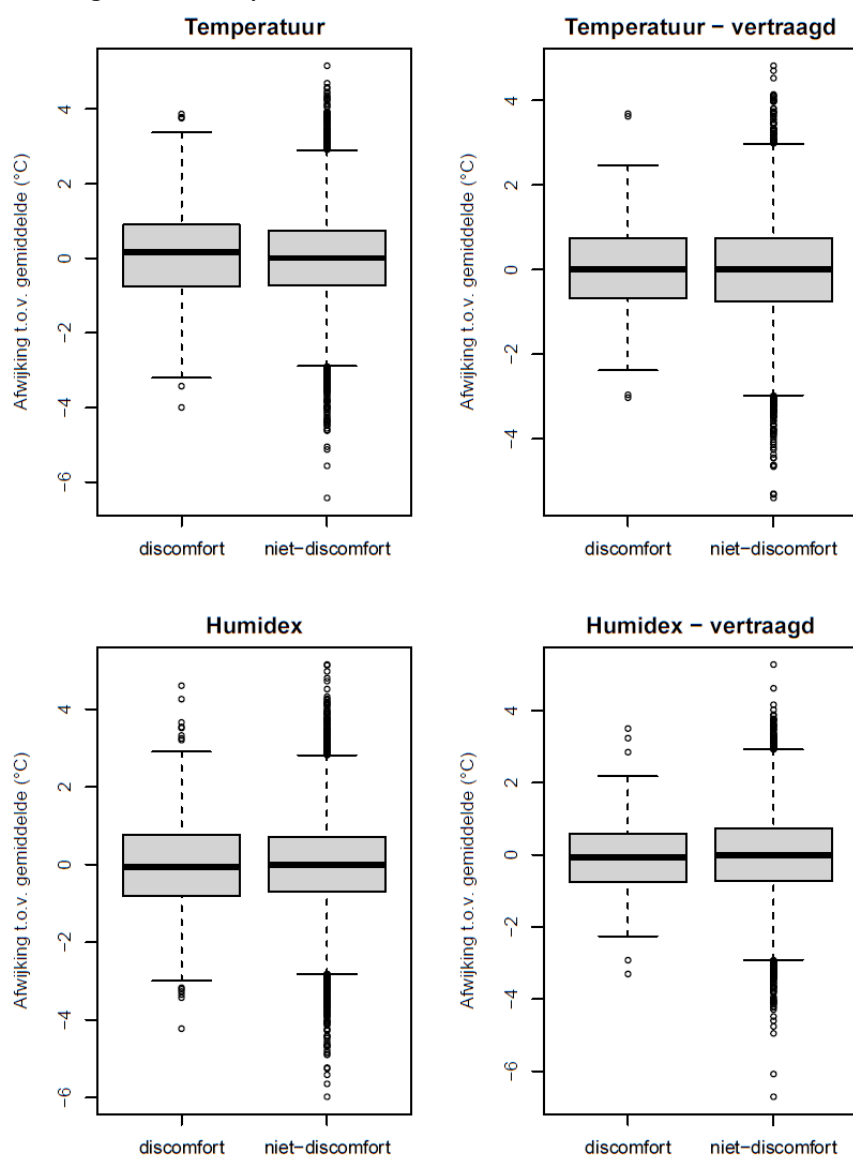
Voor deze verkennende analyses zijn de metingen binnen een meetroute vervolgens gestandaardiseerd op basis van het gemiddelde en de standaarddeviatie. Door te standaardiseren wordt niet naar de absolute temperatuur (of humidex) gekeken die is gemeten tijdens een meetroute, maar naar de afwijking van de temperatuur op een bepaald tijdstip ten opzichte van het gemiddelde van de temperatuur tijdens de unieke meetroute.

Bijvoorbeeld, persoon A heeft een meetroute afgelegd met een gemiddelde temperatuur van 25°C (en een standaarddeviatie van 1°C) en heeft discomfort geregistreerd op een moment dat er 28°C werd gemeten. Persoon B heeft ook een meetroute afgelegd met een gemiddelde temperatuur van 30°C (en een standaarddeviatie van 1°C) en heeft discomfort geregistreerd op een moment dat er 33°C werd gemeten. De gemiddelde temperatuur bij persoon B lag hoger dan de temperatuur tijdens de discomfort registratie van persoon A, waardoor een directe vergelijking van absolute waarden een vertekend beeld geeft. De temperatuur tijdens de discomfort meting is in beide gevallen echter 3°C hoger dan de meetrout-specifieke gemiddelde temperatuur. Door naar temperatuurverschillen binnen een meetroute te kijken kunnen dus verschillen in meettijdstippen (Persoon A en B hebben op dezelfde dag gemeten, maar Persoon A om 9:00 uur 's ochtends en Persoon B om 14:00 's middags) en meetdagen (Persoon A en B hebben allebei om 14:00 's middags gemeten, maar Persoon A deed dat op 23 juli en Persoon B op 23 augustus) worden meegenomen.

Boxplots laten zien dat de afwijking van de temperatuur tijdens discomfort registraties niet hoger is dan de afwijking van de temperatuur tijdens de niet-discomfort registraties (alle andere metingen). Dit is ook het geval als wordt gekeken naar de vertraagde temperatuur, de Humidex en de vertraagde Humidex.

¹ <https://www.canada.ca/en/services/environment/weather/severeweather/humidex.html>

Figuur 3. Boxplots van de temperatuur en humidex tijdens discomfort en niet-discomfort metingen. Naast de direct gemeten temperatuur is ook een vertraagd gemeten temperatuur meegenomen (gemiddelde temperatuur van de metingen en de 2 metingen daarvoor).



Groen en discomfort

Voor deze verkennende analyses is een groenkaart gekoppeld aan de coördinaten van alle metingen tijdens de 958 unieke meetroutes. De groenkaart (10m resolutie) die is gekoppeld is gebaseerd op de Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). Dit is een index waarmee de mate van groen wordt weergegeven. NDVI waarden lager dan 0,1 geven aan dat er geen groenbedekking is, waarden hoger dan 0,1 komen doorgaans overeen met tenminste enige mate van groenbedekking. Hoe hoger de NDVI waarde is hoe meer groenbedekking er is. Meer informatie over de kaart is te vinden op [Kaarten | Atlas Natuurlijk Kapitaal](#).

De meeste metingen zijn gedaan op locaties met weinig groen (NDVI <0,22). Op die locaties is relatief gezien ook het vaakst discomfort geregistreerd (Tabel 1). Op locaties met veel groen werd het minst vaak discomfort geregistreerd.

Tabel 1. Het aantal niet-discomfort en discomfort registraties uitgezet tegen de groenbedekking.

	Weinig groen (<0,22)	Gemiddeld groen (0,22-0,44)	Veel groen (0,44<)
Niet-discomfort	31.859	11.257	2.824
Discomfort	298	86	19
% Discomfort registraties tov niet-discomfort registraties	0,94	0,76	0,67

Er is een simpele logistische regressie (generalized linear mixed model) uitgevoerd om de relatie tussen groen en discomfort te bepalen. In dit model is discomfort (afhankelijke variabele) uitgezet tegen de groenbedekking (onafhankelijke variabele). Ook is er een random effect meegenomen voor elke unieke meetroute om zo rekening te houden met het feit dat metingen binnen een unieke meetroute niet volledig onafhankelijk van elkaar zijn. Het model geeft een negatief verband tussen de groenbedekking en kans op discomfort (odds ratio van 0,98 (95% Betrouwbaarheidsinterval: 0,97-0,99) per 0,01 toename in groenbedekking). Een toename van groenbedekking is dus gerelateerd aan een lagere kans op een discomfort registratie. Er is in dit model geen rekening gehouden met andere mogelijk versturende variabelen (zoals schaduw, windsnelheid, andere omgevingskarakteristieken), waardoor het mogelijk een onder- of overschatting kan geven van het daadwerkelijke effect. Daarnaast benadrukken we ook dat foutmarges in GPS-locatie metingen invloed kunnen hebben gehad op de analyses.

De discomfort-perceptie hangt mogelijk sterker samen met de groenbedekking op een locatie dan met de daadwerkelijke temperatuur. Op locaties met meer groen is er een lagere kans op discomfort registraties en daarmee lijkt vooral de beleving van de omgeving een rol te spelen. We kunnen echter niet uitsluiten dat de relaties mogelijk zijn beïnvloed doordat mensen op locaties met minder groen vaker discomfort hebben geregistreerd om zo vergroening van locaties te stimuleren.

Conclusie, discussie en geleerde lessen

Met de beschikbare sensordata konden de onderzoeksvragen verkennend worden onderzocht. Omdat het om een exploratieve analyse gaat, moeten de resultaten als indicatief worden geïnterpreteerd.

De metingen laten zien dat de temperatuur tijdens wandelingen duidelijk kan variëren binnen individuele meetroutes. De gestandaardiseerde temperatuurmetingen suggereren dat deelnemers tijdens één wandeling verschillende thermische omstandigheden kunnen ervaren, afhankelijk van locatie, tijdstip en type stedelijke omgeving. Dit ondersteunt dat

hitteblootstelling in stedelijke context sterk kan variëren op microschaal en dat dagelijkse activiteiten en verplaatsingen van bewoners hierin een belangrijke rol spelen.

Tegelijkertijd geven de resultaten geen duidelijke aanwijzingen voor een directe relatie tussen relatief hogere temperaturen binnen een meetroute en het moment waarop deelnemers discomfort registreerden. Dit wijst erop dat thermisch discomfort niet uitsluitend wordt bepaald door temperatuur of luchtvochtigheid, maar waarschijnlijk ook door andere factoren, zoals de zonnestraling, de inrichting van de omgeving of de perceptie van een locatie. De koppeling van sensordata aan de groenkaart laat bijvoorbeeld zien dat op locaties met meer groen relatief minder discomfort werd geregistreerd dan op locaties met weinig groen – in lijn met eerder onderzoek (Mittermüller et al., 2021; Motzkin et al., 2025).

De beschikbare data geven daarnaast slechts beperkt inzicht in de rol van gedrag. Hoewel de metingen laten zien dat bewoners tijdens hun dagelijkse activiteiten verschillende thermische omstandigheden tegenkomen, bevat de dataset weinig directe informatie over individuele keuzes in routes, timing of gedrag om hitte te vermijden. Het valt ook niet uit te sluiten dat de wel zichtbare relaties mogelijk zijn beïnvloed doordat mensen op locaties met minder groen vaker discomfort hebben geregistreerd, om zo vergroening van locaties te stimuleren. Echter, eerder onderzoek suggereert wel dat dergelijke gedragsaanpassingen wel degelijk een rol spelen: mensen zijn bijvoorbeeld bij hogere temperaturen geneigd om routes te kiezen die thermisch comfortabeler voelen, bijvoorbeeld door meer schaduw of groen, en dat hitte de ervaren loopafstand vergroot (Basu et al., 2024). Verder neemt de mobiliteit overdag tijdens extreme hitte vaak af, en activiteiten worden vaker verplaatst naar de avond en nacht als het afkoelt, maar deze aanpassingsstrategieën zijn niet voor iedereen haalbaar, bijvoorbeeld voor mensen met een lager inkomen en/of een lagere sociaal economische positie (Tian et al., 2024). Dit wijst erop dat gedrag en routekeuze belangrijke mechanismen kunnen zijn waarmee mensen zich aanpassen aan warme stedelijke omstandigheden als dat binnen hun mogelijkheden ligt, maar dat deze processen met de huidige dataset slechts beperkt zichtbaar zijn.

Samenvattend bieden de sensordata een indicatie dat de temperatuur tijdens dagelijkse activiteiten in de stad sterk kan variëren en dat omgevingskenmerken, zoals de mate van groen, samenhangen met het ervaren thermisch comfort. Tegelijkertijd laten de resultaten zien dat hittebeleving niet eenvoudig kan worden verklaard door temperatuurmetingen alleen en dat de reactie hierop met betrekking tot menselijk gedrag complex en multidimensionaal is. Voor een volledig begrip van de relatie tussen hitteblootstelling, gedrag en ervaren gezondheidseffecten is het dan ook belangrijk om sensordata te combineren met aanvullende informatie over gedrag, beleving en gebruik van stedelijke ruimte.

Kwalitatieve interpretatie thermisch (dis)comfort

Naast de sensordata werd door de gemeente Utrecht ook belevingsdata verzameld via straatinterviews op geselecteerde hitte- en koeltespots in de stad. Het doel van deze interviews was om kwalitatieve inzichten op te halen

over hoe bewoners specifieke plekken ervaren tijdens warme dagen, welke vormen van ongemak of verkoeling zij waarnemen, en hoe deze ervaringen zich verhouden tot de fysieke inrichting van de openbare ruimte. Vanuit het RIVM is inhoudelijk actief meegedacht met de voorbereiding van deze straatinterviews, op verzoek van de gemeente. De analyse van deze kwalitatieve data werd vanuit de gemeente gecoördineerd en duurde langer dan gepland, waardoor deze resultaten niet zijn meegenomen in deze kennisnotitie.

Duiding en bredere inkadering citizen science aanpak voor onderzoek

Het CSunshine project heeft verschillende lessen opgeleverd die waardevol zijn voor toekomstig (*citizen science*) onderzoek op het snijvlak van klimaat, gezondheid en beleid.

In de analyse van de sensordata is met name ingezoomd op relatieve temperatuurverschillen. Opvallend was dat het gebruik van de discomfort-knop niet eenduidig samenhangt met absolute temperatuur, maar sterker leek te worden beïnvloed door contextuele factoren, zoals de mate van vergroening. In groenere omgevingen werd minder discomfort gerapporteerd. Dit sluit aan bij eerdere bevindingen, die laten zien dat de perceptie van hittestress in stedelijke omgevingen niet uitsluitend door fysieke temperatuur wordt bepaald, maar mogelijk ook door omgevingsfactoren zoals zonnestraling, vegetatie, ontwerpqualität en stedelijke context (Mittermüller et al., 2021; Motzkin et al., 2025). Tegelijkertijd vragen de bevindingen uit dit onderzoek om een voorzichtige interpretatie. De dataset is relatief klein en exploratief van aard, en er zijn mogelijke selecties en vertekeningen aanwezig. Bijvoorbeeld doordat deelnemers bewust deelnamen aan een project gericht op vergroening en hitte, en hier al bepaalde percepties of overtuigingen bij hadden. Er is ook een mogelijkheid dat mensen die zich niet prettig voelden hun activiteit mogelijk afbraken of überhaupt niet begonnen met een wandeling, wat voor blinde vlekken in de data kan zorgen. Kortom, de sensordata in deze pilot dienen vooral indicatief en verkennend gebruikt te worden, als eerste stap voor wat betreft vervolgonderzoek in een Europese context.

Wat leert dit onderzoek ons over citizen science?

Ondanks het verkennende karakter van dit onderzoek, laat dit project zien dat mobiele sensoren in een citizen science-context waardevolle inzichten kunnen opleveren; niet alleen door de opgehaalde technische data, maar ook als gespreksstarter tussen burgers, onderzoekers en beleidsmakers over wat hitte in de stad betekent, hoe deze wordt ervaren en welke kennis nodig is om beleid te informeren. Dit werd bijvoorbeeld zichtbaar tijdens bewonersavonden, waar een dialoog tussen verschillende partijen tot stand kwam. Hier konden deelnemers elkaar ontmoeten, vragen stellen en kennis over de leefomgeving uitwisselen. Beleidsmakers gaven daarbij aan geïnteresseerd te zijn in hoe door inwoners verzamelde data kan bijdragen aan het ontwikkelen van maatregelen tegen stedelijke hitte. Tegelijkertijd deelden zij inzichten uit hun dagelijkse praktijk, waarin zij moeten opereren binnen politieke, organisatorische en financiële kaders. Hierdoor kunnen zij vaak niet garanderen dat (citizen science) onderzoeksresultaten direct worden vertaald naar concrete beleidsmaatregelen – een bekend spanningsveld (Hecker et al., 2018). Tijdens een van de bewonersavonden werd bijvoorbeeld besproken dat extra vergroening in de wijk mogelijk gerealiseerd zou kunnen worden door parkeerplaatsen te vervangen door groen. In de daaropvolgende discussie bleek echter dat een dergelijke maatregel niet door alle bewoners werd ondersteund, omdat verschillende waarden en belangen een rol spelen. Het expliciet maken van deze uiteenlopende perspectieven kan helpen om inzichtelijk te maken dat beleidskeuzes vaak het resultaat zijn van afwegingen, waarbij niet alle wensen tegelijkertijd kunnen worden gerealiseerd en middelen bovendien beperkt zijn. Tegelijkertijd nodigt het uit om verschillende vormen van kennis te combineren die de mogelijkheid geven om binnen de bestaande beleidskaders toch maatregelen te vinden die in ieder geval worden begrepen en wellicht ook breder worden gedragen.

Suggesties voor vervolgonderzoek

Dit onderzoek biedt een eerste verkenning, maar laat ook zien waar nog winst te behalen valt in de methode. Een belangrijk aandachtspunt is dat metingen uitsluitend via wearables een vertekend beeld kunnen geven: deelnemers bepalen zelf wanneer en waar ze meten, waardoor bepaalde plekken of tijdstippen oververtegenwoordigd raken.

Door de wearable-data te combineren met stationaire metingen uit een bestaand meteorologisch meetnetwerk, bijvoorbeeld een burgermeetnetwerk als MeetJeStad, ontstaat een steviger referentiekader dat meer gelegenheid biedt om individuele metingen en ervaringen te duiden. Deze aanpak heeft ook bij luchtkwaliteitsonderzoek zijn waarde bewezen (zie ook De Ruiter et al., 2025).

Daarnaast richtte dit onderzoek zich voornamelijk op overdag gemeten temperaturen, terwijl nachttemperaturen een cruciale rol spelen bij hittestress, zeker voor kwetsbare groepen (Klompmaker et al., 2026). Het is dan ook waardevol om in vervolgonderzoek ook de avond- en nachturen mee te nemen, evenals de binnentemperatuur, bijvoorbeeld door deelnemers te vragen ook thuis te meten met continue sensoren.

Tot slot verdient de koppeling tussen temperatuurmetingen en belevingsdata meer systematische aandacht. Nu is die koppeling afhankelijk van het moment waarop deelnemers zelf registreren, wat de vergelijkbaarheid beperkt. Vaste meetmomenten, bijvoorbeeld via tijdafhankelijke notificaties in een app, of gestructureerde vragenlijsten kunnen helpen om deze data betrouwbaarder en onderling vergelijkbaar te maken.

Vervolgonderzoek biedt de kans om voort te bouwen op de lessen uit deze verkenning en *citizen science* naar hittestress methodologisch verder te versterken. Een mogelijke richting is het opzetten van een structureel meetnetwerk dat ook representatiever is, maar met behoud van de koppeling tussen metingen, beleving en gedrag die dit type onderzoek juist zo waardevol maakt.

Referenties

Basu, R., Colaninno, N., Alhassan, A., & Sevtsuk, A. (2024). Hot and bothered: Exploring the effect of heat on pedestrian route choice behavior and accessibility. *Cities*, *155*, 105435.

<https://doi.org/10.1016/j.cities.2024.105435>

Betgen, C., Boekhold, S., Boomsma, C., van Dijk, A., Hall, E., & Hagens, W. (2024). *Gezondheidseffecten van klimaatverandering. Actualisatie van de huidige klimaatrisico's voor gezondheid*. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM. <https://doi.org/10.21945/RIVM-2023-0324>

Bonney, R., Cooper, C. B., Dickinson, J., Kelling, S., Phillips, T., Rosenberg, K. V., & Shirk, J. (2009). Citizen Science: A Developing Tool for Expanding Science Knowledge and Scientific Literacy. *BioScience*, *59*(11), 977–984.

<https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.11.9>

Haklay, M. (2013). Citizen Science and Volunteered Geographic Information: Overview and Typology of Participation. In D. Sui, S. Elwood, & M. Goodchild (Eds.), *Crowdsourcing Geographic Knowledge* (pp. 105–122). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4587-2_7

Hecker, S., Bonney, R., Haklay, M., Hölker, F., Hofer, H., Goebel, C., Gold, M., Makuch, Z., Ponti, M., Richter, A., Robinson, L., Iglesias, J. R., Owen, R., Peltola, T., Sforzi, A., Shirk, J., Vogel, J., Vohland, K., Witt, T., & Bonn, A. (2018). Innovation in Citizen Science – Perspectives on Science-Policy Advances. *Citizen Science: Theory and Practice*, *3*(1), 4.

<https://doi.org/10.5334/cstp.114>

Hunia, A., Hekhuis, J., & van Leeuwen, E. (2025). Utrecht Pilot Report. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18015549>

Huynen, M., Vliet, A. van, Staatsen, B., Hall, L., Zwartkruis, J., Kruize, H., Betgen, C., Verboom, J. en Martens, P. (2019). Kennisagenda klimaat en gezondheid. ZonMw. [Kennisagenda onderzoeksprogramma klimaat en gezondheid | ZonMw](#)

Klompmaker, J., & Hagens, W. (2026). Verkennend onderzoek naar temperatuur-sterfte relaties voor de doorontwikkeling van het Nationaal Hitteplan. RIVM kennisnotitie KN-2025-0128.

<https://dx.doi.org/10.21945/RIVM-KN-2025-0128>

KNMI, 2023: KNMI'23-klimaatsscenario's voor Nederland, KNMI, De Bilt, KNMI-Publicatie 23-03. [KNMI - KNMI'23-klimaatsscenario's](#)

Mittermüller, J., Erlwein, S., Bauer, A., Trokaj, T., Duschinger, S., & Schönemann, M. (2021). Context-Specific, User-Centred: Designing Urban Green Infrastructure to Effectively Mitigate Urban Density and Heat Stress. *Urban Planning*, *6*(4), 40–53. <https://doi.org/10.17645/up.v6i4.4393>

Motzkin, T., Svoray, T., & Erell, E. (2025). The complex effect of vegetation on thermal stress - real or imaginary? Measuring the psychological effect of

vegetation. *Urban Climate*, 63, 102598.

<https://doi.org/10.1016/j.uclim.2025.102598>

de Ruiter, H., Hendricx, W., Volten, H., Verhoeven, E., & Woutersen, A. (2025). Data, dialoog en infrastructuur: De opbrengst van acht jaar Samen Meten. <https://dx.doi.org/10.21945/RIVM-2024-0186>

Thompson, R., Hornigold, R., Page, L., & Waite, T. (2018). Associations between high ambient temperatures and heat waves with mental health outcomes: A systematic review. *Public Health*, 161, 171–191.

<https://doi.org/10.1016/j.puhe.2018.06.008>

Tian, H., Cai, H., Hu, L., Qiang, Y., Zhou, B., Yang, M., & Lin, B. (2024). Unveiling community adaptations to extreme heat events using mobile phone location data. *Journal of Environmental Management*, 366, 121665.

<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.121665>

Yucel, S. G. (2025). *Heatwaves and Travel Behaviour Adaptation in Temperate Climate Conditions*. https://doi.org/10.31235/osf.io/4ywbx_v1 (preprint)