Amsterdam University of Applied Sciences

# Hittemetingen door inwoners in Amersfoort – inzichten in stedelijke hitte op basis van het meetnetwerk ‘Meet je stad!’

**Author(s)**
van Zandbrink, Luc; Klok, Lisette; Sijbrandij, Sandra; Wildschut, Diana

**Publication date**
2020

**Document Version**
Final published version

Link to publication

**Citation for published version (APA):**
van Zandbrink, L., Klok, L., Sijbrandij, S., & Wildschut, D. (2020). Hittemetingen door inwoners in Amersfoort – inzichten in stedelijke hitte op basis van het meetnetwerk ‘Meet je stad!’. *Meteorologica*, *29*(2), 8-11. https://www.nvbm.nl/meteorologica/recente-uitgaven/juni

**General rights**
It is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), other than for strictly personal, individual use, unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

**Disclaimer/Complaints regulations**
If you believe that digital publication of certain material infringes any of your rights or (privacy) interests, please let the Library know, stating your reasons. In case of a legitimate complaint, the Library will make the material inaccessible and/or remove it from the website. Please contact the library: https://www.amsterdamuas.com/library/contact, or send a letter to: University Library (Library of the University of Amsterdam and Amsterdam University of Applied Sciences), Secretariat, P.O. Box 19185, 1000 GD Amsterdam, The Netherlands. You will be contacted as soon as possible.

Download date:08 Oct 2026

Creating Tomorrow

# Hittemetingen door inwoners in Amersfoort – inzichten in stedelijke hitte op basis van het meetnetwerk 'Meet je stad!'

Luc van Zandbrink (HvA), Lisette Klok (HvA), Sandra Sijbrandij (Gem. Amersfoort),
Diana Wildschut (Coöp. Univ. Amersfoort)

**De effecten van de opwarming van het klimaat worden steeds beter zichtbaar. Het onderwerp krijgt daardoor meer aandacht en ook de burger wil er graag de vinger op leggen. Immers, de nieuwsberichten in de media lijken soms tegenstrijdig of komen niet overeen met hoe men de warmte zelf ervaart. Om te zien wat de temperaturen zijn in eigen stad, wijk en achtertuin, plaatsten deelnemers van het burgerwetenschapsproject 'Meet je stad!' te Amersfoort vanaf 2016 zelf ontworpen meetkastjes met daarin temperatuursensoren. Deze meetkastjes zijn mogelijk niet alleen voor burgers interessant. Ook de gemeente Amersfoort ziet namelijk kansen om dit meetnetwerk dat zich met hoge dichtheid heeft uitgespreid over de stad in te zetten voor het klimaatadaptatiebeleid op het gebied van hitte. Vanaf 2020 zijn Nederlandse gemeenten namelijk aan zet om straten en wijken te toetsen en in te richten op klimaatbestendigheid, en dus ook hittebestendigheid (Deltaprogramma, 2018). De meetkastjes zijn mogelijk een uniek handvat om te leren over hitte in de haarvaten van de stad, maar daarvoor moeten er eerst een aantal vragen beantwoord worden wat betreft de kwaliteit, ordegrootte en ruimtelijke verschillen van de metingen. Welke temperatuurwaarden registreren meetkastjes in een stedelijke omgeving? Wat is het effect van de stedelijke omgeving op de hitte? Wat zijn de ruimtelijke verschillen binnen de stad? In dit artikel analyseren we de 'Meet je stad!' temperatuurgegevens in de zomer van 2018 van in totaal 148 meetkastjes verspreid door Amersfoort om antwoorden te geven op bovenstaande vragen.**

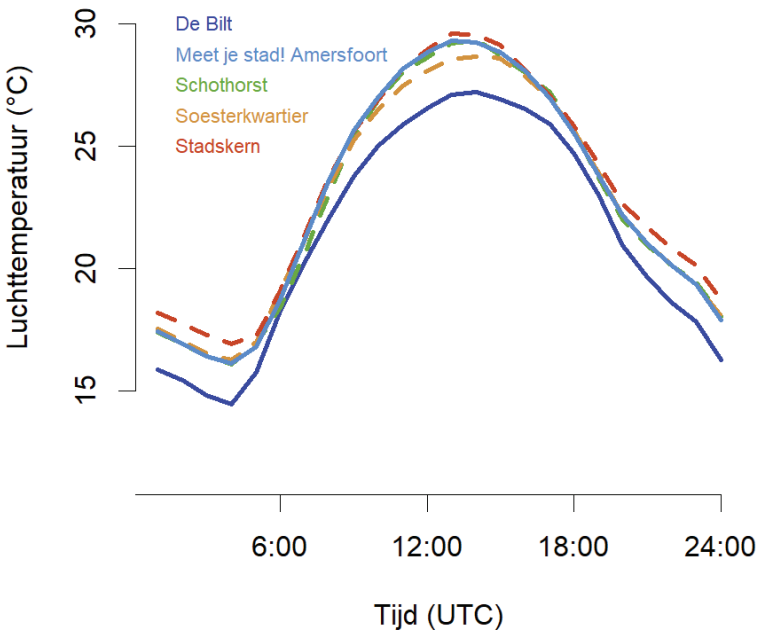
## Aanleiding

De analyses van de temperatuurmetingen in deze studie vormden onderdeel van een voorbeeldproject binnen het Deltaplan Ruimtelijke adaptatie. In dit plan is veel aandacht voor stresstesten en risicodialogen. Met stresstesten worden de risico's van klimaatverandering in beeld gebracht en wordt inzicht verkregen in de effectiviteit van adaptatiemaatregelen. Risicodialogen zijn de gesprekken die voornamelijk gemeentes moeten voeren met partijen uit verschillende werkvelden om de kwetsbaarheden en risico's van klimaatverandering in kaart te brengen. Op basis hiervan kunnen gemeentes een klimaatadaptatiestrategie formuleren en gaan werken aan een klimaat- en hittebestendige inrichting.

Om inzicht te krijgen in de hitte in Amersfoort hebben wij temperatuurmetingen van het burgerwetenschapsproject 'Meet je stad!' gebruikt. Het project is in 2016 gestart als samenwerking tussen de gemeente Amersfoort, waterschap Vallei en Veluwe, De War en de inwoners van Amersfoort. Ook hebben wij afgelopen zomers gesprekken gevoerd met inwoners van Amersfoort Schothorst om te verkennen welke problemen burgers ervaren (zie het artikel op pagina 4). Uit beide activiteiten hebben we uiteindelijk een aantal lessen getrokken voor gemeentes die werken aan een hittebestendige inrichting. Deze staan verwoord in de brochure 'Risicodialoog hitte – maar dan net even anders: met burgers en van onderaf' (Klok et al., 2019). Alle gegevens van 'Meet je stad!' zijn openbaar beschikbaar via meetjestad.net.

## Amersfoort

De gemeente Amersfoort bestrijkt zo'n 64 vierkante kilometer




*Figuur 1. Gemiddelde dagelijkse gang in de luchttemperatuur voor de 44 dagen in 2018 waarop de maximumtemperatuur in De Bilt boven 25 °C uitkomt, voor KNMI-metingen in De Bilt en op basis van een aantal 'Meet je stad!' stations evenredig verdeeld over de diverse wijken van Amersfoort (n = 46) en in de wijken Schothorst (n = 29), Soesterkwartier (n = 15) en Stadskern (n = 9).*

en heeft zo'n 155 duizend inwoners. Amersfoort ligt ingesloten tussen de Utrechtse Heuvelrug aan de westzijde en de Gelderse Vallei aan de oostzijde, natuurlijk gescheiden door de Eem die de stad van zuid naar noord doorkruist. De stad bestaat vooral uit laagbouwwoningen en is daarmee relatief ruim opgezet, met uitzondering van het centrum. Het dichtstbijzijnde KNMI-weerstation is De Bilt op circa 16 kilometer afstand.

### 'Meet je stad!' meetkastjes

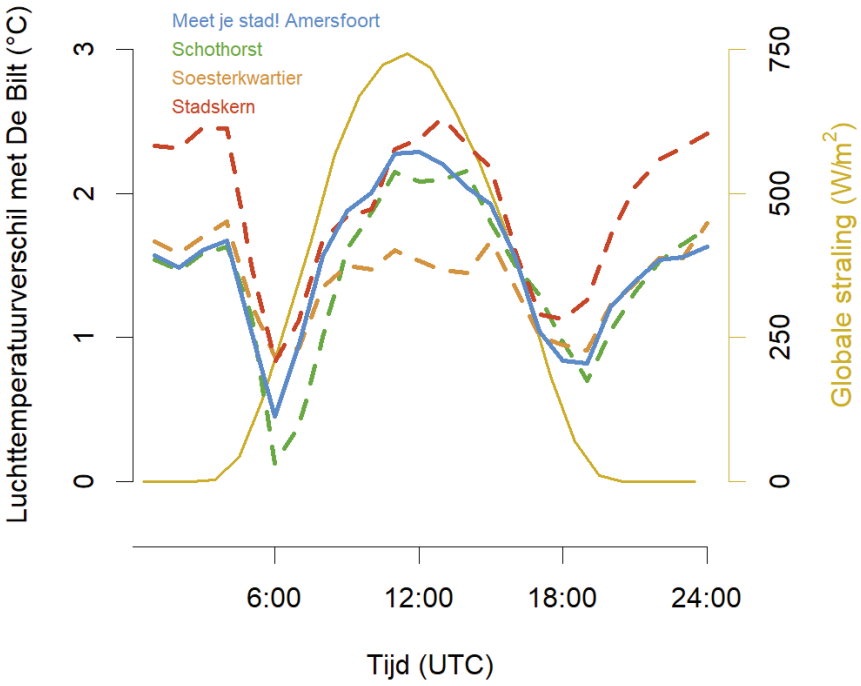
De meetkastjes met daarin de sensoren zijn ontwikkeld door het project 'Meet je stad!' met als doel temperatuurmetingen uit te voeren waarbij het effect van direct zonlicht op de temperatuurmeting wordt geminimaliseerd. Daarnaast was van belang dat het meetkastje open source is, betaalbaar, eenvoudig te construeren, en het ontwerp robuust met voor iedereen beschikbare bouwinstructies en toegankelijke materialen (Stoter, 2020). Het ontwerp is uiteindelijk een witte dubbelwandige koker geworden met een witte kap. Binnenin zitten een temperatuur- en luchtvochtigheidssensor (Si7021, Silocon Labs, 2016), een GPS-module, en een Atmega328p microcontroller zoals gebruikt in de Arduino Uno (Kooijman, 2020). Door Amersfoort verspreid hingen in 2018 meer dan 148 meetkastjes. Ieder meetkastje doet ongeveer om de 10 tot 15 minuten een temperatuurmeting. De meting wordt inclusief de locatie van het kastje via een radiosignaal verzonden naar een online database. De data zijn vervolgens openbaar en beschikbaar via meetjestad.net/data/.

### Metingen van 2018

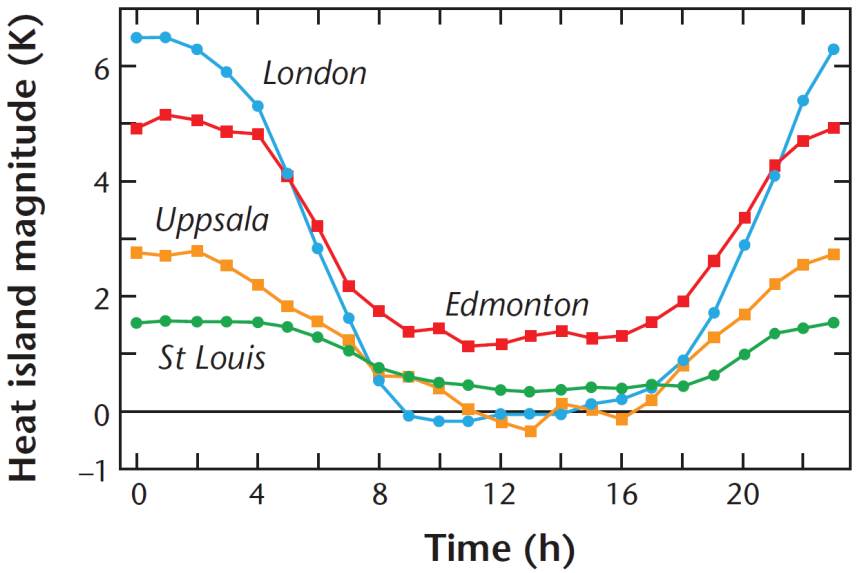
Over de metingen van 2018 (1 januari – 19 oktober) is een kwaliteitscontrole uitgevoerd door Robert Mureau. Hij gebruikte de metingen voor een eerder artikel in *Meteorologica* over het belang van minimumtemperaturen bij een hittegolf (Mureau et al., 2018). In deze dataset bleken sommige meetkastjes echter van locatie te veranderen, werden verdachte temperaturen en onverklaarbare sprongen geregistreerd en liepen de registratiemomenten niet synchroon. In een semi-handmatige kwaliteitscontrole zijn daarom een aantal meetkastjes en tijdreeksen verwijderd en een aantal aangemerkt voor een handmatige inspectie, in de bewoording van Mureau een 'man-machine mix'. De overgebleven dataset bevat gegevens van de 148 stations met een wisselende dekking over de tijdsperiode. De temperaturen van één meetkastje zijn gekoppeld aan één locatie met één waarde per ongeveer een kwartier. Daarbij is de waarde van de meest nabije meting gekoppeld aan dat kwartier. In de analyses hebben we uiteindelijk alleen gebruik gemaakt van meetkastjes met meer dan zes dagen (576 kwartiersmetingen) aan data (n = 135) en de waarden op het hele uur. In dit artikel beschrijven we de resultaten van twee analyses. De eerste analyse, over het dagelijks verloop in het hitte-eiland effect van Amersfoort, is gebaseerd op waarden van alle dagen van 2018 waarop de temperatuur in De Bilt boven 25 °C uitkwam. De tweede analyse, over de ruimtelijke verschillen in het hitte-eiland effect, is gebaseerd op waarden van alle dagen in de zomerperiode (1 juni tot en met 31 augustus) van 2018.

### Dagelijks temperatuurverloop en het hitte-eiland effect

Als eerste tonen we de gemiddelde dagelijkse gang in de luchttemperatuur op de 44 zomerse dagen van 2018 (Figuur 1). Figuur 1 toont dus de gemiddelde dagelijkse temperatuurgang over alle zomerse dagen; uurgemiddelden voor een subselec-




*Figuur 2. Gemiddelde dagelijkse gang in het hitte-eiland effect voor de 44 dagen in 2018 waarop de maximumtemperatuur in De Bilt boven 25 °C uitkomt, gemiddeld voor een aantal 'Meet je stad!' stations evenredig verdeeld over de wijken van Amersfoort (n = 46) en in de wijken Schothorst (n = 29), Soesterkwartier (n = 15) en Stadskern (n = 9). Op de verticale as rechts staat de gemiddelde dagelijkse fluctuatie van uurgemiddelde globale straling gemeten in De Bilt tijdens deze dagen.*




*Figuur 3. Dagelijkse gang in het hitte-eiland effect voor vier steden (Oke et al., 2017).*

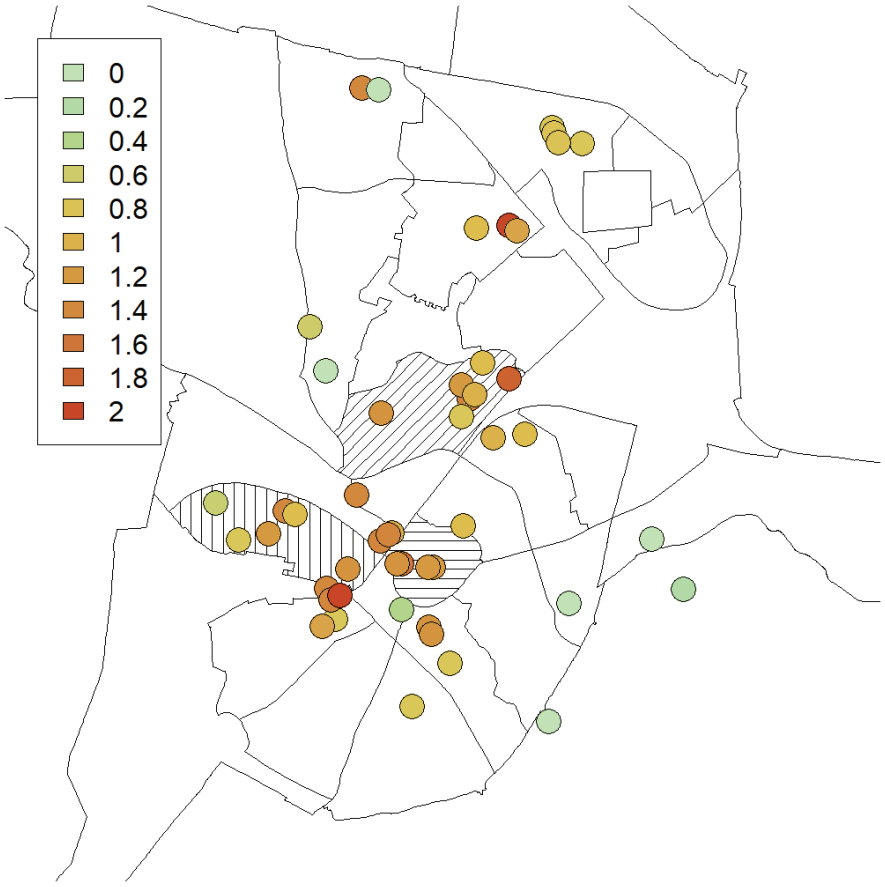
tie van 'Meet je stad!' stations evenredig verdeeld over de wijken van Amersfoort, uurgemiddelden voor de 'Meet je stad!' stations van een aantal wijken in Amersfoort en uurgemiddelden van de metingen in De Bilt. De figuur laat zien dat de luchttemperaturen in Amersfoort zowel overdag en 's nachts hoger liggen dan buiten de stad (De Bilt). Alleen in de ochtend lijkt de temperatuur binnen de stad en daarbuiten ongeveer hetzelfde te zijn. De metingen laten daarnaast zien dat er kleine temperatuurverschillen zijn tussen de wijken Schothorst, Soesterkwartier en Stadskern. Deze verschillen worden duidelijker als we het verloop van het hitte-eiland effect (Figuur 2) bekijken. Deze wijken zijn uitgekozen omdat ze als relatief warm zijn bevonden in de modelstudie van het RIVM (2017), met name Soesterkwartier en Stadskern. Schothorst is de wijk waar we gesprekken met bewoners hebben gevoerd (zie artikel op pagina 4). De ligging van de wijken is weergegeven in Figuren 4 en 5.

Figuur 2 laat een drietal interessante resultaten zien:

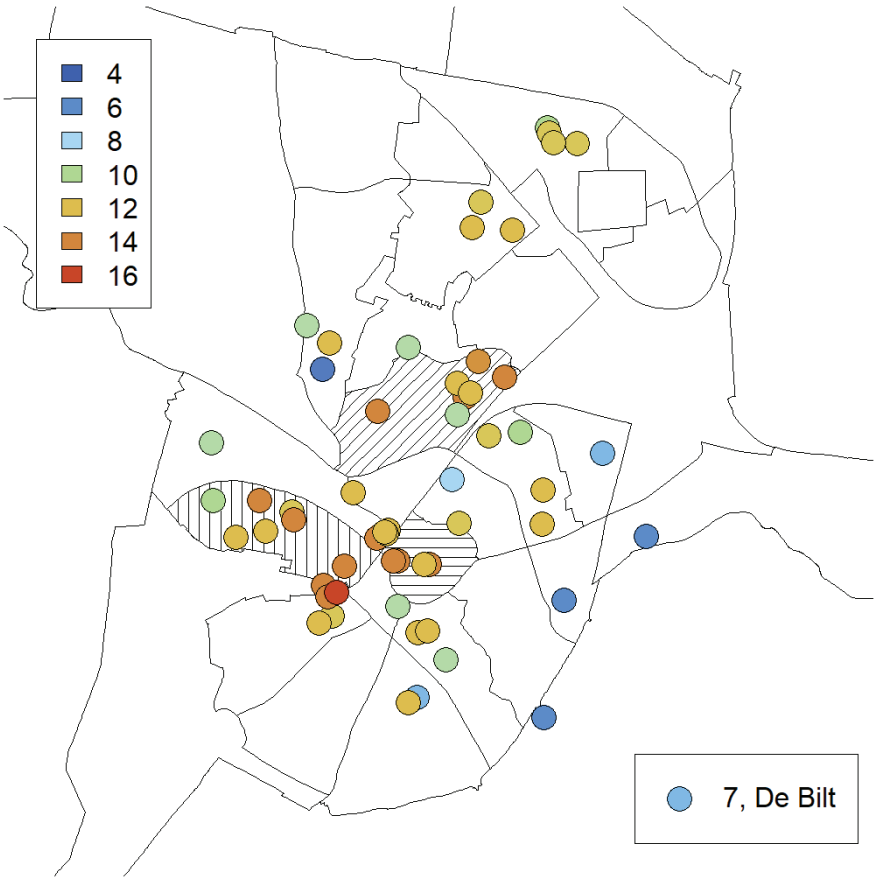
1) De grootte van het hitte-eiland effect tijdens zomerse dagen door de dag heen varieert tussen 0 en 2.5 °C met een duidelijk minimum in de ochtend en een maximum rond middernacht, vergelijkbaar met het dagelijks verloop dat Wolters en Brandsma (2012) vonden voor Nederlandse steden.

2) Het hitte-eiland effect vertoont een opvallend maximum in de middag. Dit is in tegenspraak met wat we zouden verwachten op basis van theorieën over het stedelijk hitte-eiland effect (Oke at al., 2017). Normaal gesproken is het stedelijk hitte-eiland effect namelijk 's nachts het grootst en overdag minimaal, zoals Figuur 3 laat zien voor een aantal wereldsteden. Een mogelijke verklaring voor het feit dat de 'Meet je stad!' metingen een maximum overdag vertonen is waarschijnlijk het effect van zonnestraling, ondanks de ontwikkelde stralingsbehuizing. Het hitte-eiland effect volgt namelijk het verloop van de gemiddelde zonnestraling op de geanalyseerde meetdagen (Figuur 2). Door de zon warmt de behuizing van de sensoren waarschijnlijk op, waardoor het gemeten hitte-eiland effect overdag een vertekend beeld laat zien. Dit betekent dat we met de 'Meet je stad!' metingen alleen betrouwbare uitspraken kunnen doen over het nachtelijke hitte-eiland effect.

3) We mogen concluderen dat het hitte-eiland effect tussen Schothorst en het Soesterkwartier, en vergeleken met het gemiddelde voor heel Amersfoort, nauwelijks van elkaar verschilt. De verschillen 's nachts zijn hooguit 0.3 °C. Als we de




*Figuur 4. Verschil in luchttemperatuur (in °C) met KNMI-station De Bilt om 1:00 uur 's nachts lokale tijd gemiddeld over de periode 1 juni tot 31 augustus 2018. De wijken Schothorst, Soesterkwartier en Stadskern zijn respectievelijk diagonaal, verticaal en horizontaal gearceerd.*




*Figuur 5. Aantal nachten in de periode 1 juni tot 31 augustus 2018 waarin de gemiddelde nachttemperatuur tussen 23:00 en 5:00 uur lokale tijd hoger is dan 20 °C. De wijken Schothorst, Soesterkwartier en Stadskern zijn respectievelijk diagonaal, verticaal en horizontaal gearceerd.*

metingen voor Stadskern apart analyseren, dan zien we dat het stedelijk hitte-eiland effect iets hoger is en oploopt tot 1 °C temperatuurverschil ten opzichte van de andere wijken in Amersfoort. Vooral wijk Stadskern lijkt dus een relatief warm deel van de stad te zijn.

### Ruimtelijke verschillen in het hitte-eiland effect

De verschillen in het nachtelijke hitte-eiland effect tussen de verschillende wijken worden nog duidelijker als we het stedelijk hitte-eiland effect in kaarten weergeven:

1) Figuur 4 toont het temperatuurverschil van alle stations met de KNMI-meting in De Bilt om 1:00 uur 's nachts lokale tijd, wanneer het hitte-eiland effect het grootst is, gemiddeld over de gehele periode 1 juni tot 31 augustus 2018. In deze analyse zijn alle dagen meegenomen (zomerse én niet-zomerse dagen). We zien grote verschillen tussen naburige stations die waarschijnlijk te verklaren zijn door lokale omstandigheden. In het algemeen zien we dat het stedelijk hitte-eiland effect richting Stadskern groter wordt maar dat de verschillen tussen de diverse wijken niet groot zijn. Het gemiddelde hitte-eiland effect om 1:00 uur 's nachts voor heel Amersfoort over deze periode is 1.1 °C. Omdat ook alle niet-zomerse dagen in de zomer zijn meegenomen valt deze waarde lager uit dan in de analyse voor alleen zomerse dagen (ongeveer 1.7 °C, zie Figuur 2). Toch blijft ook deze waarde onder de ruim 2 °C die Van Hove et al. (2015) in de grotere en dichter bebouwde regio Rotterdam vonden voor het gemiddelde maximum hitte-eiland effect voor de zomer van 2010.

2) Figuur 5 toont het aantal warme nachten in de periode 1 juni tot 31 augustus 2018. Anders dan gebruikelijk nemen we voor de definitie van een warme nacht niet het dagminimum als grenswaarde, omdat de hitte-ervaring gedurende de nacht vaak meer uren bestrijkt: "een minimumwaarde is dus sowieso een onderschatting van de hitte-ervaring tijdens de nacht." (Mureau et al., 2016). Een warme nacht definiëren we in deze analyse daarom als een nacht waarbij de gemiddelde luchttemperatuur tussen 23:00 en 5:00 uur minstens 20 °C is. In Figuur 5 zien we dat het aantal warme nachten op sommige plekken in Amersfoort oploopt tot 16, terwijl er in De Bilt slechts 7 werden gemeten. Het gemiddeld aantal warme nachten in Amersfoort is 12. Ook hier zien we dat het aantal hete nachten richting Stadskern hoger lijkt te worden.

## Conclusies

De analyses laten vooral zien dat tijdens zomerse dagen het stedelijk hitte-eiland effect 's nachts kan oplopen tot gemiddeld 2.5 °C in het relatief compacte centrum van Amersfoort (wijk Stadskern). In de wijken daaromheen is het stedelijk hitte-eiland effect 's nachts ongeveer 1.5 °C, vooral vanwege de over het algemeen opener structuur. De temperatuurverschillen tussen de wijken zijn relatief klein.

Voor de situatie overdag kunnen we geen uitspraken doen, omdat de 'Meet je stad!' sensoren overdag te hoge luchttemperaturen aangeven omdat de behuizingen worden opgewarmd door de zon. De 'Meet je stad!' metingen van 2018 kunnen daarom niet worden gebruikt om inzicht te krijgen in het stedelijk hitte-eiland effect van Amersfoort overdag. De meetkastjes zijn in 2019 binnen het 'Meet je stad!' project verder ontwikkeld, met onder andere een stralingssensor om beter zicht te krijgen in dit effect.

Ondanks de hoge dichtheid van de meetnetwerk van 'Meet je stad!' is het niet mogelijk om ruimtelijke variaties te verklaren, tenzij er extra informatie komt over de precieze locatie van de kastjes. Ondanks de toegepaste kwaliteitscontrole kan men geen conclusies trekken op basis van een enkele meetwaarde van een enkele sensor. Er zal altijd een gemiddelde van meerdere meetwaarden gebruikt moeten worden om tot betrouwbare analyses te komen (Napoly et al., 2018). Dit vergroot de ruimtelijke schaal waarop conclusies getrokken kunnen worden tot wijkniveau.

## Ten slotte

Tot slot een paar overwegingen ten aanzien van de vraag hoe het gebruik van meetkastjes van een meetnetwerk zoals 'Meet je stad!' gemeentes kan helpen bij het toetsen en hittebestendig inrichten van hun gebied. De resultaten van de 'Meet je stad!' kastjes laten zien dat het hitte-eiland effect in Amersfoort in 2018 met zo'n 1.1 tot 1.7 °C niet groot was. Toch was het aantal warme nachten in Amersfoort op sommige locaties twee keer zo veel als in De Bilt. Het meetnetwerk biedt derhalve een goede eerste toetsing en vertelt de gemeente dat vanuit het oogpunt van temperatuurverschillen het hittebestendig inrichten van de ene wijk geen prioriteit heeft ten opzichte van een andere wijk. Tijdens presentaties voor professionals bij de gemeente Amersfoort kwam naar voren dat metingen van burgers een goed handvat lijken te zijn voor gemeenten om hun hittebeleid te onderbouwen en een risicodialoog te starten. Het zelf meten van het klimaat van de stad zorgt ook voor opbouw van kennis die voor meteorologen misschien gesneden koek is, maar bij burgers en gemeentes tot nieuwe inzichten kan leiden. Zo zorgden deze analyses ervoor dat professionals bij de gemeente Amersfoort leerden dat het hitte-eiland effect vooral een nachtelijk fenomeen is.

## Dankwoord

We willen de deelnemers van het 'Meet je stad!' project en de gemeente Amersfoort bedanken voor hun inzet voor het ontwikkelen, bouwen en onderhouden van alle meetkastjes en de database. Deze analyse was onderdeel van het impactproject "Risicodialoog op basis van zelf meten aan hitte" dat werd gefinancierd door het Stimuleringsprogramma Ruimtelijke Adaptatie. In het bijzonder willen we Robert Mureau bedanken voor de kwaliteitscontrole van de zomerdata van 2018 en voor het meedenken in dit project.

## Literatuur

Deltaprogramma, 2018: H. 5 Ruimtelijke adaptatie: voortgang en maatregelen. In: Deltaprogramma 2019. Staf Deltacommissaris, Den Haag. https://deltaprogramma2019.deltacommissaris.nl/5.html.

Klok E.J., S. Sijbrandij, D. Wildschut, L. van Zandbrink en E. Caverzam Barbosa, 2019: Risicodialoog hitte – maar dan net even anders: met burgers en van onderaf. Meet je stad!, Amersfoort.

Kooijman, M., g.d. Meet je stad!: Bouwen en programmeren van het meetstation. https://meetjestad.net/nl/Bouwen_en_programmeren_van_het_meetstation.

Mureau R., J. Wesseling, en H. Zijp, 2018: Het belang van de minimumtemperatuur bij een hittegolf – kan ik mijn huis nog wel koelen? Meteorologica, 3, 18–20.

Napoly, A., T. Grassmann, F. Meier, en D. Fenner, 2018: Development and Application of a Statistically-Based Quality Control for Crowdsourced Air Temperature Data. Frontiers in Earth Science, 6, 118. 10.3389/feart.2018.00118

Oke, T., G. Mills, A. Christen en J. Voogt, 2017: Urban Climates. Cambridge University Press, Cambridge, 10.1017/9781139016476.

RIVM, 2017: Stedelijk hitte-eiland effect (UHI) in Nederland. http://nationaalgeoregister.nl/geonetwork/srv/dut/catalog.search#/metadata/a87f5ca8-f354-4ff6-adc3-70f1bf-6b78e3.

Silicon Labs, 2016: Si7021-A20: I2C HUMIDITY AND TEMPERATURE SENSOR. https://www.silabs.com/documents/public/data-sheets/Si7021-A20.pdf.

Stoter, F., g.d.: Meet je stad!: Meten van de temperatuur en luchtvochtigheid. https://meetjestad.net/nl/Meten_van_de_temperatuur_en_luchtvochtigheid.

van Hove, L. W. A., C. M. J. Jacobs, B. G. Heusinkveld, J. A. Elbers, B. L. van Driel, en A. A. M. Holtslag, 2015: Temporal and spatial variability of urban heat island and thermal comfort within the Rotterdam agglomeration. Building and Environment, 83, 91–103. 10.1016/j.buildenv.2014.08.029.

Wolters, D., & T. Brandsma, 2012: Estimating the urban heat Island in residential areas in the Netherlands using observations by weather amateurs. Journal of Applied Meteorology and Climatology, 51(4), 711–721. 10.1175/JAMC-D-11-0135.1