

# Het belang van de minimumtemperatuur bij een hittegolf – kan ik mijn huis nog wel koelen?

ROBERT MUREAU, JOOST WESSELING, HARMEN ZIJP (“MEET JE STAD” PROJECT, AMERSFOORT)

Deze zomer werd een daghitterecord gebroken. Niet van de maximumtemperatuur, al werd er wel heel erg geflirt met de 40-graden grens. Nee, het ging om het record van de hoogste minimumtemperatuur (en mede daardoor ook om de daggemiddelde temperatuur). KNMI-record voor de minimumtemperatuur staat nu op 22.4 °C (Kew en van Oldenborgh, *Warme Nachten*, KNMI website, 2018). De aandacht voor dit minimumrecord was minder dan die voor het mogelijk overschrijden van de 40-graden grens. Dat is wel te begrijpen, maar niet geheel terecht. Hitte-ervaring wordt bepaald door meer dan temperatuur alleen. Straling, luchtvochtigheid, en wind spelen allemaal een rol. Vandaar dat er vele indices zijn afgeleid die deze effecten proberen mee te nemen (zie bijvoorbeeld Heusinkveld et al., 2017, en Haarsma, *Gevaar van hitte*, KNMI website, 2018). Meestal worden de indices toegepast op dagmaximumwaarden, zoals de maximumtemperatuur. Die spreken natuurlijk tot de verbeelding. In deze bijdrage willen we beargumenteren dat de minimumtemperatuur voor de hittebeleving minstens zo belangrijk is. Ook die kan namelijk gekoppeld worden aan een comfortwaarde. Voor de slaapkamer is een binnentemperatuur van boven de 24 graden oncomfortabel. Omdat in de stedelijke gebieden de temperatuur vanwege het hitte-eiland effect wel 2 tot soms 5 graden hoger kan zijn (vooral 's avonds en 's nachts) vergeleken met de temperatuur op een goed geventileerd meetveld, kunnen we verwachten dat de stad in de recordnacht nog warmer was dan in De Bilt. We zullen zulke hoge stadstemperaturen illustreren met metingen uit het Citizen Science Project “Meet je stad” in Amersfoort.

## Record in De Bilt

Op de avond van 26 juli 2018 valt, na een zeer warme middag met een maximum temperatuur van 35.7 °C, de temperatuur in De Bilt terug tot 23.0 °C om vervolgens weer snel op te lopen naar waarden boven de 25 °C (zie Figuur 1, rode lijn). De laagste waarde gedurende die nacht was dus 23.0 °C! Dat is echter niet de waarde die de recordboeken in gaat. Het KNMI meet de minimumtemperatuur officieel over de periode 00-24 UTC (02-02 lokale tijd). Omdat de temperatuur de volgende avond iets lager was dan 23 °C (helemaal aan de rechterrand van de figuur) gaat de officiële minimumtemperatuur voor 27 juli 2018 de boeken in als “slechts” 22.4 °C. Zo'n hoge waarde is nog niet eerder voorgekomen in de meetreeks, die teruggaat tot 1901, vandaar het record. Wij zijn in dit artikel echter niet geïnteresseerd in meteorologische records, maar meer in de minimumtemperatuur tijdens de nacht van 26-27 juli: 23.0 °C. Die bepaalde namelijk hoe we die nacht ervoeren.

## De minimumtemperatuur in Amersfoort

Bij alle aandacht voor de statistiek worden de gevolgen van zo'n warme nacht ten onrechte enigszins naar de achtergrond gedrukt. Zeker als we bedenken dat het in stedelijke gebieden zelfs nog iets warmer was dan op de KNMI-stations. In Amersfoort probeert het project “Meet je stad” (Kader 1) de klimaatverandering dichterbij de bevolking te brengen, door mensen zelf te laten meten. Deze zomer is meteen een heel mooi resultaat verkregen. Figuur 1 laat ook het verloop zien van de temperatuur zoals bepaald in het “Meet je stad” project in Amersfoort op circa 80 locaties in de stad (de blauwe stippellijnen). (De frequentie waarmee de temperaturen werden gerapporteerd varieerde enigszins. De meeste stations rapporteerden grofweg om de vijftien minuten een waarde, andere iets minder regelmatig. Zie voor de details van de instrumenten de instrumentenbeschrijving in de referentielijst).

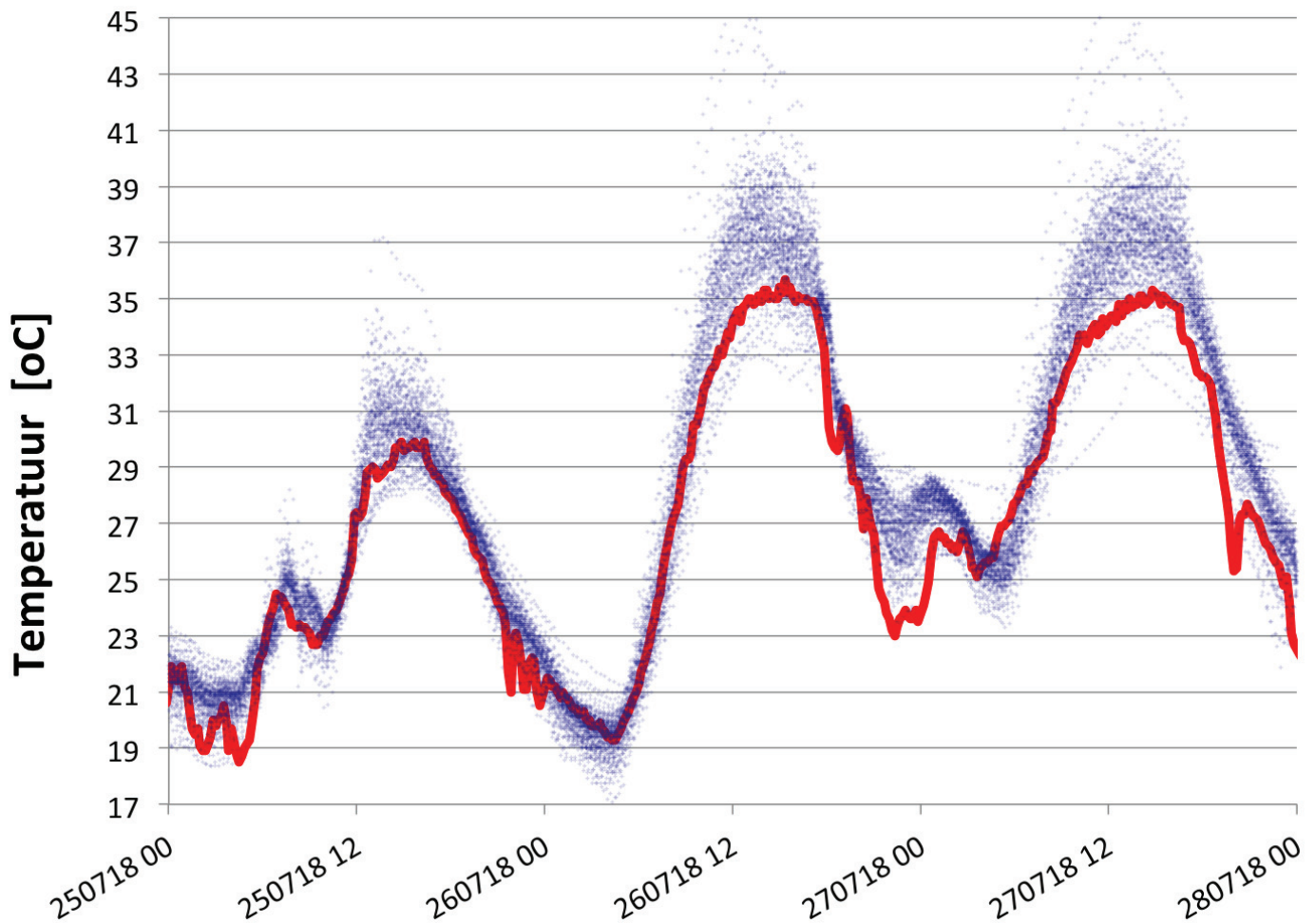
Omdat het om niet door het KNMI-geijkte, niet-officiële

waarnemingen gaat, moeten we een “door-de-oogharen” filter toepassen waarbij we “rare” waardes kunnen weglaten. Het verloop van de temperatuur door de nacht heen is ruwweg vergelijkbaar met de Bilt (in beide is een “double dip” in het verloop te zien), maar de eerste dip is, in Amersfoort, niet zo diep. De minimumwaarde wordt uiteindelijk niet in de avond (zoals in De Bilt) maar in de ochtend bereikt. Op het koelste moment, wanneer de verschillen tussen temperaturen in de stad het kleinst zijn, is de spreiding in de meetgegevens klein, in de orde van 1 °C. De grotere spreiding overdag wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat niet alle instrumenten goed in de schaduw staan opgesteld.

De ruimtelijke verdeling van de minimumtemperaturen in Amersfoort is weergegeven in Figuur 2. De meting in de achtertuin van de eerste auteur (in de binnenstad), met

## Kader 1 – Meet je stad

“Meet je stad” is een burgerwetenschapproject (citizen science project) waarin inwoners samen de gevolgen van klimaatverandering op wijk- en straatniveau in kaart brengen. Er werd een open-source meetstation ontwikkeld dat elk kwartier temperatuur, luchtvochtigheid en zonne-instraling meet. Het station kan op één batterijlading een jaar lang autonoom functioneren. De meetgegevens zijn als open data te bekijken via de website van Meet je stad ([www.meetje-stad.net](http://www.meetje-stad.net)). Meer dan 150 inwoners van Amersfoort en circa 30 in Bergen (Noorwegen) bouwden in een serie workshops zelf hun eigen meetstations en plaatsten deze verspreid in hun stad (zie voor de instrumenten de instrumenteninformatie in de referentielijst). Met de meetgegevens kunnen real-time hittekaarten worden gemaakt maar ook analyses over langere periodes. Om alle gegevens makkelijk te kunnen verzamelen is in het project een LoRa netwerk met dekking over bijna geheel Amersfoort uitgerold. “Meet je stad” is een project van de Coöperatieve Universiteit Amersfoort, in samenwerking met de gemeente Amersfoort en het Waterschap Vallei en Veluwe.



Figuur 1. Temperatuurverloop te De Bilt (rood) en Amersfoort (blauw) op 25, 26, 27 juli (tijd in UTC). In de ochtend van 26 juli zakte de temperatuur in De Bilt nog onder de 20 °C, bereikte in de avond van diezelfde dag (22:20 UTC) de laagste waarde van de nacht (23 °C) om daarna weer iets te stijgen. In Amersfoort was het nog warmer. Het gedrag in de nacht was ook anders. De “double dip” is minder sterk en bovendien omgekeerd (laagste temperatuur in het tweede gedeelte van de nacht, mogelijk doordat de zon later “opkomt” vanwege de bebouwing). De temperatuur lag in Amersfoort de gehele nacht grofweg tussen de 25 en 29 °C; het was er dus veel warmer dan de cijfers van De Bilt suggereren.

een onafhankelijk Netatmo instrument, kwam uit op 25.9 °C, waar op het kaartje een straat verder 25.8 °C gemeten werd. De temperatuur gedurende de gehele nacht varieerde dus tussen de 25 en 28 °C! Dit is zeer warm. In geheel Midden-Nederland was het overigens die nacht heel warm, zie daarvoor het eerder genoemde KNMI-overzicht (Kew en van Oldenborgh, 2018).

### Wat is een acceptabele binnentemperatuur?

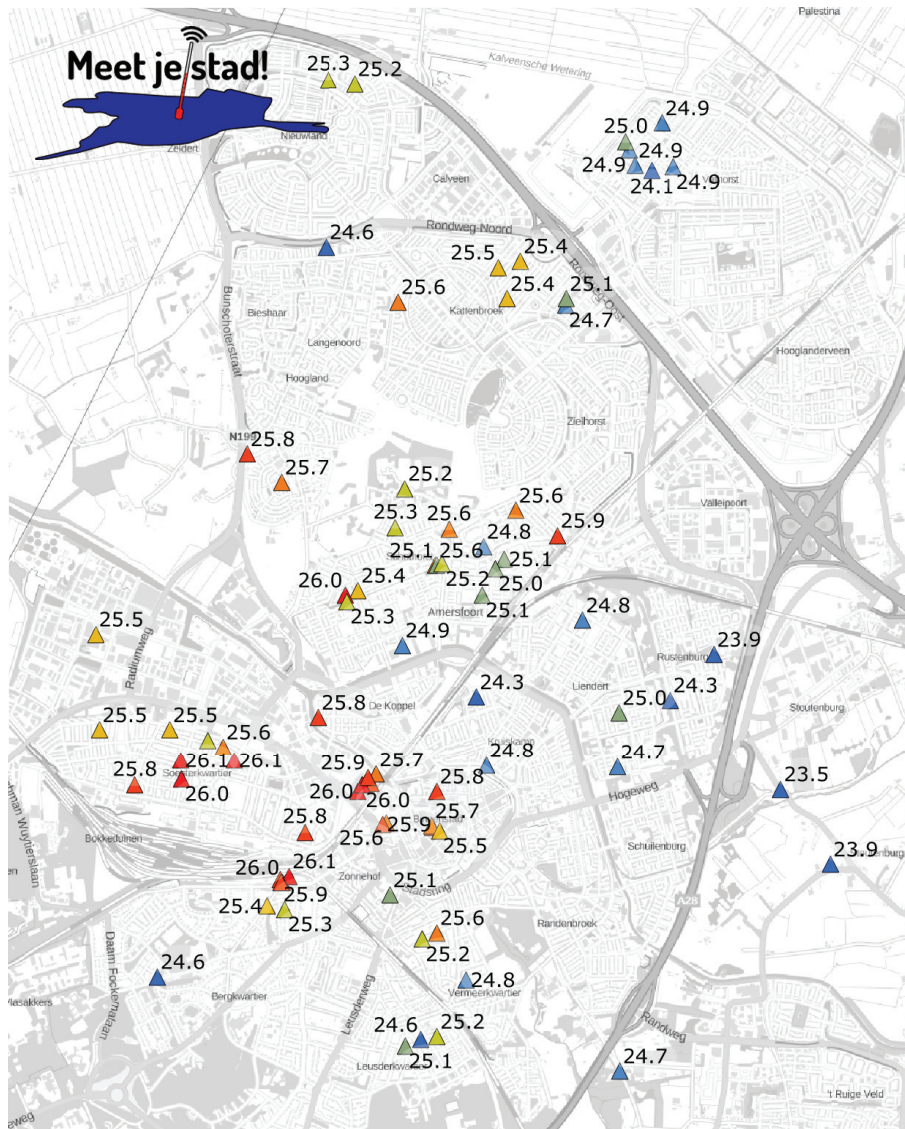
Voor de hitte-ervaring is de minimumtemperatuur mogelijk minstens zo belangrijk als de maximumtemperatuur, vanwege de beperkte afkoelmogelijkheden ‘s nachts. Een enkele dag van meer dan 30 °C kunnen we best verdragen, zolang we ‘s nachts de ramen open kunnen zetten, en het huis kunnen koelen. Maar als we de hitte die zich heeft opgebouwd en genesteld in onze tuinen en huizen niet meer kwijt kunnen raken krijgen we op een gegeven moment last. We moeten verder bedenken dat een maximumtemperatuur vaak maar een piekmoment is, terwijl de rest van de dag de temperatuur lager ligt. Bij de minimumtemperatuur is het omgekeerde het geval. De laagste waarde wordt doorgaans rond zonsopkomst bereikt, terwijl de rest van de nacht de temperatuur juist hoger is. Een minimumwaarde is dus sowieso een onderschatting van de hitte-ervaring tijdens de nacht. In de meeste landen, zoals in Nederland, wordt

enkel de maximumtemperatuur gebruikt om voor hitte te waarschuwen. Enkele landen, zoals Engeland, kijken ook naar de minimumtemperatuur: zowel de maximum- als de minimumtemperatuur moeten in Engeland een bepaalde grenswaarde overschrijden om tot een waarschuwing te komen (zie de Met Office Heat-Health warning definitie op hun website).

Er zijn wel officiële advieswaarden te vinden over wat een acceptabele binnentemperatuur is, maar spaarzaam.

	Winter	Zomer
Woonkamer	19-25 °C	22-27 °C
Studeerkamer/thuiskantoor	19-25 °C	22-27 °C
Slaapkamer	19-22 °C	< 24 °C
Keuken	19-22 °C	22-27 °C
Badkamer	19-26 °C	22-28 °C

Tabel 1. Operatieve temperatuureisen per ruimte weergegeven als minimum- en maximumwaarde, Klasse C (GGD richtlijn gezondheidsrisico's van zomerse omstandigheden, 2012).



Figuur 2. De minimumtemperaturen gemeten in Amersfoort in de gehele nacht van 26 op 27 juli 2018. Globaal gezien liggen de waarden tussen de 24.5 en 26 °C. De nieuwbouwwijk Vathorst in het noordoosten van de stad is iets koeler dan de rest van de stad. Ten oosten van Amersfoort, onder Stoutenburg richting Hoevelaken, is sprake van een opener terrein. Daar is de temperatuur dan ook iets lager dan in de stad.

Ook de interpretatie is lastig, vooral omdat hittestress erg persoonlijk is: de een kan nu eenmaal beter tegen warmte dan een ander. In het handboek binnenmilieu van het RIVM komen we enkele getallen tegen: voor de slaapkamer is de advieswaarde maximaal 24 °C. Voor de werkkamer wordt 27 °C genoemd, zie Tabel 1 (GGD, 2012). Binnentemperaturen boven de 25 °C zouden slaapstoornissen kunnen veroorzaken. Voor een onderzoek naar thermal comfort bij het slapen, zie Li Lan (2014). Een kantoortemperatuur boven de 27 °C wordt in het algemeen afgeraden, want dan is het niet plezierig om te werken en lijden we aan concentratieverlies. Uiteraard zal dit per persoon variëren.

### Conclusie: de minimumtemperatuur is ook belangrijk bij een hittegolf

Zulke comfortadviezen geven de hierboven getoonde getallen iets meer context. In de nacht van 26-27 juli 2018 was het (zonder airconditioning) onmogelijk om het huis afdoende te koelen, in ieder geval niet in Amersfoort, en waarschijnlijk ook in groot aantal andere Nederlandse steden. Er stond weinig wind, waardoor natuurlijke ventilatie

nauwelijks mogelijk was. Ook al was men in staat om tot op dat moment het huis onder de 25 graden te houden, dan werd die waarde hoogst waarschijnlijk in de dagen daarna overschreden. Veel mensen zullen na die nacht wakker zijn geworden na een slechte nachtrust en waren zodoende ook niet echt goed gewapend tegen de hoge maximumtemperatuur die in een flink deel van de stad tussen de 35 en 39 °C uitkwam. De officiële maximumtemperatuur in De Bilt was overigens “slechts” 35.4 °C.

### Toekomstplannen

Het project “Meet je stad” laat zien hoe een burgerinitiatief een gedetailleerd en ook nog eens verrassend nauwkeurig beeld van de temperatuurverdeling in een stad kan geven. Er wordt binnen het project echter niet alleen naar temperatuur gekeken, maar is er ook aandacht voor de menselijke kant van de klimaatverandering. Het nu reeds behaalde resultaat is voldoende veelbelovend om in de komende maanden de metingen nog meer uit te breiden en de resultaten verder uit te werken.

### Dankwoord

Dank aan de vele enthousiaste vrijwilligers en projectleden die de metingen in Amersfoort mogelijk hebben gemaakt. Dit artikel bevat de eerste resultaten van het “Meet je stad” project (Amersfoort). De auteurs willen graag de volgende mensen bedanken voor het kritisch doorlezen van dit artikel: Wim van den Berg, Rob Sluiter, en Gert-Jan Steeneveld.

### Referenties

- Sarah Kew en Geert Jan van Oldenborgh, 2018. Warme nachten, KNMI website: <https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/zeldzaam-warme-nachten>.
- Rein Haarsma, 2018, Gevaar van hitte, KNMI website: <https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/gevaar-van-hitte>.
- Heusinkveld, B.G., G.Sternborg and G.J. Steenveld, 2017, Smartphone App brings Human thermal comfort forecast in your hands. Bulletin of the American Met Society, <https://journals.ametsoc.org/doi/10.1175/BAMS-D-16-0082.1>.
- Handboek binnenmilieu, 2017, RIVM website: <https://www.rivm.nl/dsresource?objectid=ca9ac71b-d8ef-4c8c-b3e1-bace9f1ea937&type=org&disposition=inline>.
- Li Lan, Li Pan, Zhiwei Lian, Hongyuan Huang, Yanbing Lin, 2014. Experimental study on thermal comfort of sleeping people at different air temperatures. Elsevier, Building and Environment, 73, pg 24-31.
- GGD richtlijn gezondheidsrisico's van zomerse omstandigheden, 2017, RIVM website: <https://www.rivm.nl/dsresource?objectid=3a1965f7-ddab-476e-bb30-01bf4d70788&type=PDF>.
- The Metoffice website, heat-health watch: <https://www.metoffice.gov.uk/public/weather/heat-health/#?tab=heatHealth>.
- Instrumentenbeschrijving website Meet je Stad. De specs van de gebruikte sensoren zijn hier te vinden: <https://www.silabs.com/documents/public/data-sheets/Si7021-A20.pdf>. De ophanginstructie staat op de laatste pagina van de bouwhandleiding: <http://meetjestad.net/downloads/bouwhandleiding.pdf>.