

NATUURFOCUS

Tijdschrift over natuurstudie en -beheer

JAARGANG 22 • N°2 • 2023 Maart | Juni | September | December
Retouradres: Natuurpunt • Coxiestraat 11 B-2800 Mechelen

bpost / PB-PP
BELGIE(N) - BELGIQUE

Kan je Chinese wolhandkrabben terugsturen?



Groene handhaving in Vlaanderen: **de bijzondere veldwachter**
Bruine zandoogjes en nectar • Niets koeler dan **bomen in je stad**

Niets koeler dan bomen in je stad

Een studie over hittestress in Gent

Loïc Gillerot, Lieue Van Der Schueren, Filip Bogaert, Bart Schaumont, Jean-François Van den Abeele, Herman Vande Putte, Dries Landuyt, Pieter De Frenne, Bart Muys & Kris Verheyen

Door klimaatverandering komen erg hete zomers steeds vaker voor. Hitte leidt bij de meeste mensen tot verminderd comfort en kan bijdragen tot ziektes van hart en luchtwegen. Jonge kinderen, ouderen en zieke personen kunnen er in de ergste gevallen zelfs aan sterven. Als hitte lang aanhoudt of heel extreem wordt, kan men ook in België oversterftepieken vaststellen, zoals bij COVID. Hitte is erger in steden door het stedelijk hitte-eiland effect. Daarom wilden buurtbewoners van de Gentse wijk Ekkerghem nagaan welke locaties het koelst blijven en welke elementen prioritair nodig zijn voor verkoeling. In nauwe samenwerking met deze buurtbewoners plaatsten wij gespecialiseerde sensoren op verschillende locaties om gevoelstemperatuur en hittestress te beschrijven in functie van ‘groene’ en ‘grijze’ elementen.

Kort en bondig

- Hittestress bedreigt de publieke gezondheid in de stad, maar stedelijk groen kan dit temperen.
- We brachten hittestress in kaart in een woonwijk in Gent in functie van ‘groene’ en ‘grijze’ elementen.
- De bedekking door boomkronen blijkt veruit de sterkst afkoelende factor te zijn (gemiddeld 5,7 °C koeling voor een klein bosje). Het type ondergrond en het aandeel open hemel heeft weinig effect.
- De nachttemperatuur wordt veel minder beïnvloed door lokale factoren en is vooral bepaald door een sterk stedelijk hitte-eiland effect.
- Stedelijke vergroening is gunstig voor de levenskwaliteit van stadsbewoners en bomen vormen de meest efficiënte bescherming tegen hitte.

Hitte en je gezondheid

Hitte als risico voor de publieke gezondheid is voor de meeste Belgen een relatief recent gegeven. Zeven van de acht laatste zomers werden gekenmerkt door hittegolven die steeds intenser werden (VMM 2021, Sciensano 2022). Men kan het effect van hitte op bevolkingsniveau waarnemen als ‘oversterfte’, wat het aantal extra sterftegevallen zijn bovenop de verwachte aantallen op basis van voorgaande jaren (analoog aan COVID). Zo observeerde Sciensano voor België een oversterfte van 14,4% (152 extra sterftegevallen) tijdens de hitte van 17 tot 20 juli 2022 (Sciensano

2022). In juli 2019 werden enkele hittedagen in Brussel gelinkt met een oversterfte van maar liefst 35% (Sciensano 2019). Zodra dagelijkse maxima slechts 22,8 °C bereiken, kan men per graad warmer zelfs een toename van zo’n 3,1% in sterftegevallen verwachten in Brussel (De Troeyer et al. 2020).

Dergelijke patronen zijn uiteraard niet gelimiteerd tot ons land, maar neemt men wereldwijd waar. Zo schatte een grootschalig onderzoek de hitte-gerelateerde wereldwijde mortaliteit bij 65-plussers op zo’n 345.000 doden in 2019 (Romanello et al. 2021). Door klimaatopwarming mogen we verwachten dat deze cijfers in de komende jaren alleen maar zullen toenemen. In Brussel verwacht men tegen 2100, mits we de huidige emissietrend voortzetten (klimaatscenario ‘RCP8.5’), dat hittegolven 50% langer, tweemaal intenser en driemaal zo frequent zullen zijn (KMI 2020). Onder hetzelfde emissie-scenario wordt voorspeld dat er in West-Europa dertig keer meer mensen zullen sterven aan hittegolven in de periode 2071 tot 2100 dan in 1981 tot 2010 (Forzieri et al. 2017). Zelfs volgens de meest optimistische voorspellingen (1,5 °C opwarming globaal) zullen personen die in 2020 geboren zijn vier keer meer hittegolven meemaken dan zij die het levenslicht zagen in 1960 (Thiery et al. 2021).

Het voorkomen van klimaatverandering door substantieel reduceren van emissies van broeikasgassen is daarom voor menselijke welvaart de prioriteit. Additioneel bestaan gelukkig ook mitigatie- en adaptatiemogelijkheden.

Hoe hitte in de stad vermijden?

Hitte en hitemortaliteit zijn vaak het ergst in een stedelijke context. Dat komt door het grote aandeel beton en andere

Box 1: Hoe meet je de gevoelstemperatuur?

Het is wellicht niet verrassend dat temperatuurperceptie door mensen niet enkel door de luchttemperatuur wordt bepaald. Onze 'thermoceptie' is ook gevoelig voor de luchtvochtigheid, windsnelheid en warmtestraling. Dit laatste is de som van korte- en lange-golfstraling, zoals direct en indirect zonlicht en wat door oppervlaktes wordt terug gestraald (Höppe 1999). Ons lichaam ervaart echter de combinatie van deze factoren. Een luchttemperatuur van 30 °C in de volle zon zal anders aanvoelen dan onder een parasol. Er is een hele wetenschappelijke discipline ontstaan rond het beschrijven van de gevoelstemperatuur buitenshuis, leidend tot ruim honderd verschillende gevoelstemperaturen (Potchter et al. 2018). De eenvoudigste gevoelstemperaturen zijn gebaseerd op luchttemperatuur en vochtigheid. Deze indicatoren zijn echter weinig nauwkeurig (Potchter et al. 2018). De meest geavanceerde gevoelstemperaturen gebruiken complexe modellen om na te bootsen hoe de vier weerfactoren interageren met een mensenlichaam, inclusief hoe warmte wordt uitgewisseld tussen omgeving, kledij, huid, bloed en lichaamskern, en hoe dit alles nog eens verandert als het lichaam in beweging is of zweet (Höppe 1999). Men spreekt hier over fysiologische indicatoren.

In deze studie gebruikten wij een van de beste fysiologische indicatoren: de modified Physiologically Equivalent Temperature (mPET) (Chen & Matzarakis 2018). Deze is een update van PET, wat veruit de meest gebruikte indicator is in onderzoek rond thermisch comfort (Potchter et al. 2018). Bij het berekenen van PET kan de kledij van een persoon worden gespecificeerd, maar het nadeel is dat het model ervan uitgaat dat de persoon de kledij hierna niet aanpast naargelang de omstandigheden. Daarom gebruiken wij liever mPET, waarbij een extra adaptief kledijmodel ervoor zorgt dat de persoon minder en lichtere kleding gaat dragen naarmate het warmer wordt en omgekeerd.

De mPET gevoelstemperatuur wordt gewoon uitgedrukt in °C, maar de definitie is iets ingewikkelder. mPET staat gelijk aan de luchttemperatuur van een standaard kamer (met waterdampdruk van 12 hPa) die je dezelfde temperatuurperceptie zou geven als de buitentemperatuur die je wilt beschrijven (Höppe 1999). Als je op een hete dag met een luchttemperatuur van bijvoorbeeld 30 °C buiten zou staan in de volle zon, kan je een mPET gevoelstemperatuur van 38 °C ervaren. Qua gevoel is dat voor jou dan equivalent aan het vertoeven in een standaardkamer zonder zonlicht met een luchttemperatuur van 38 °C.

verharde oppervlakten en menselijke activiteiten die warmte produceren (bv. airconditioning). Dit heet het stedelijk hitte-eiland effect. Aangezien steden ook nog eens de hoogste bevolkingsdichtheid hebben, is het extra belangrijk om hier hitte te voorkomen. Mitigatie- en adaptatieoplossingen zijn dan ook voornamelijk gericht op het verminderen van elementen die de stad warmer maken dan het platteland. Zo is het mogelijk het reflectievermogen van gebouwen te verhogen door ze wit te schilderen (Taleghani 2018) en hiermee het stedelijk hitte-eiland effect met zo'n 0,45 °C te verlagen (KMI 2020). Hete straten kunnen worden overdekt met schaduwdoeken zodat wandelaars beschermd worden, maar ook om opwarming van stedelijke

infrastructuur te vermijden. Natuurlijk is het ook mogelijk om meer koelingssystemen te installeren, zoals airconditioning, ventilatoren en benevelaars, maar deze vergen dan weer energie of water. Op nationaal niveau kan men waarschuwingssystemen opstellen die schade kunnen reduceren. Zo hebben we in België sinds 2005 een ozon- en hitteplan, dat gelinkt is aan specifieke maatregelen (FOD Volksgezondheid 2022).

Een veelbelovende maatregel is het voorzien van meer groene ruimtes zoals bossen, parken, solitaire bomen in straten en tuinen, groenwanden en groendaken. Dit zijn zogenaamde natuurgebaseerde oplossingen. Planten kunnen hitte reduceren dankzij transpiratie (het verdampen van water via de huidmondjes, kleine poriën in de bladeren, wat de luchttemperatuur doet dalen) en extra beschaduwing (Taleghani 2018). Stedelijk groen kan daarnaast ook biodiversiteit in de stad verhogen, zorgt voor een betere waterhuishouding en verhoogt ook het mentaal welzijn, om maar enkele voorbeelden op te sommen (Wolf et al. 2020). Een omvattende literatuurstudie vond dat parken overdag en 's nachts op grondniveau respectievelijk 0,94 °C en 1,15 °C koeler waren dan de omringende stad (Bowler et al. 2010). Bomen en bossen zijn van bijzonder belang door hun capaciteit om schaduw te bieden aan voetgangers, gebouwen en andere stedelijke infrastructuur. Zo toonde een Amerikaanse studie aan dat elke 1% aan extra boombedekking in de stad zou leiden tot reductie van 0,14 °C voor de gemiddelde luchttemperatuur van een namiddag in de zomer (Middel et al. 2015). Tegenover het verhogen van de reflectiviteit van daken en straten zoals reeds toegepast in tal van warme steden (bv. Almeria en Athene) hebben bomen ook het voordeel dat zij het felle zonlicht niet naar voetgangers weerkaatsen (Taleghani 2018).



Het plaatsen van een microklimaatstation op een locatie met veel laag groen en enkele jonge boompjes. De low-cost sensoren maten 200 dagen lang de vier weersomstandigheden nodig om onze warmteperceptie te beschrijven: de luchttemperatuur, de luchtvochtigheid, de warmtestraling en de windsnelheid. (© Lieve Van Der Schueren)



Figuur 1. De 17 locaties (a) waar onze microklimaatstations (b) van maart tot september 2022 hebben gemeten. Locaties werden geselecteerd om de grootste mogelijke contrasten te bevatten, van 'groen' (zie hemisferische foto c) naar 'grijs' (d). (© Google Maps)

Wij bestudeerden in eerder onderzoek het verkoelend effect van bossen in vier Europese landen. De focus lag hier op een niet-stedelijke context. Volgens onze resultaten zou de gevoelstemperatuur (**Box 1**) op hete dagen in een bos minstens 10 °C lager liggen dan in een open veld ernaast (Gillerot et al. 2022). Dit effect is al enorm, maar wij verwachtten dat dit potentieel nog sterker zou zijn in een stedelijke setting, waar het contrast met donkere, verharde oppervlakten nog groter zou kunnen zijn.

Onze metingen in Gent

Het idee om hittestress in kaart te brengen kwam van het buurtcomité Ekkerghem (Gent). De sterk geëngageerde inwoners zijn gemotiveerd om hun wijk te vergroenen. Zij wilden weten welke locaties in de wijk het heetst waren en hoe sterk het verkoelend effect van verschillende types vegetatie is.

We deelden sterk contrasterende locaties op in vier categorieën (**Figuur 1a**):

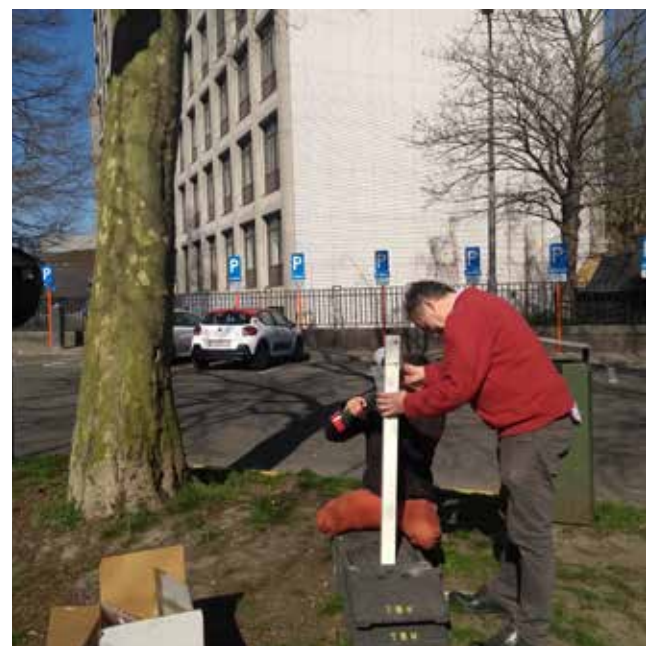
- **Intens verhard:** voornamelijk verharde locaties (0 tot 15% onverhard gebaseerd op onze data) zoals parkings of straten met zo weinig mogelijk groen. Hier staan nooit bomen (0% kroonbedekking).
- **Licht verhard:** voornamelijk verharde locaties (0 tot 25% onverhard) zoals pleintjes of straten met een paar groene elementen. Op drie van de vier locaties staat minstens één boom (0 tot 80% kroonbedekking).
- **Laag groen:** voornamelijk onverharde locaties (90 tot 100% onverhard) zoals grasperkjes, tuinen en buurtparkjes, met maximaal enkele kleine bomen onder de 5 meter (0 tot 40% kroonbedekking).
- **Hoog groen:** voornamelijk onverharde locaties (70 tot 100% onverhard) zoals tuinen en kleine bosjes, met altijd meerdere volwassen bomen boven de 10 meter (40 tot 100% kroonbedekking).

Voor elke categorie identificeerden we vier locaties, behalve voor 'intens verhard' waar een vijfde locatie werd toegevoegd. We bestudeerden dus in totaal zeventien locaties. De meest 'groene' locatie was zonder twijfel het privéterrein in het noorden van

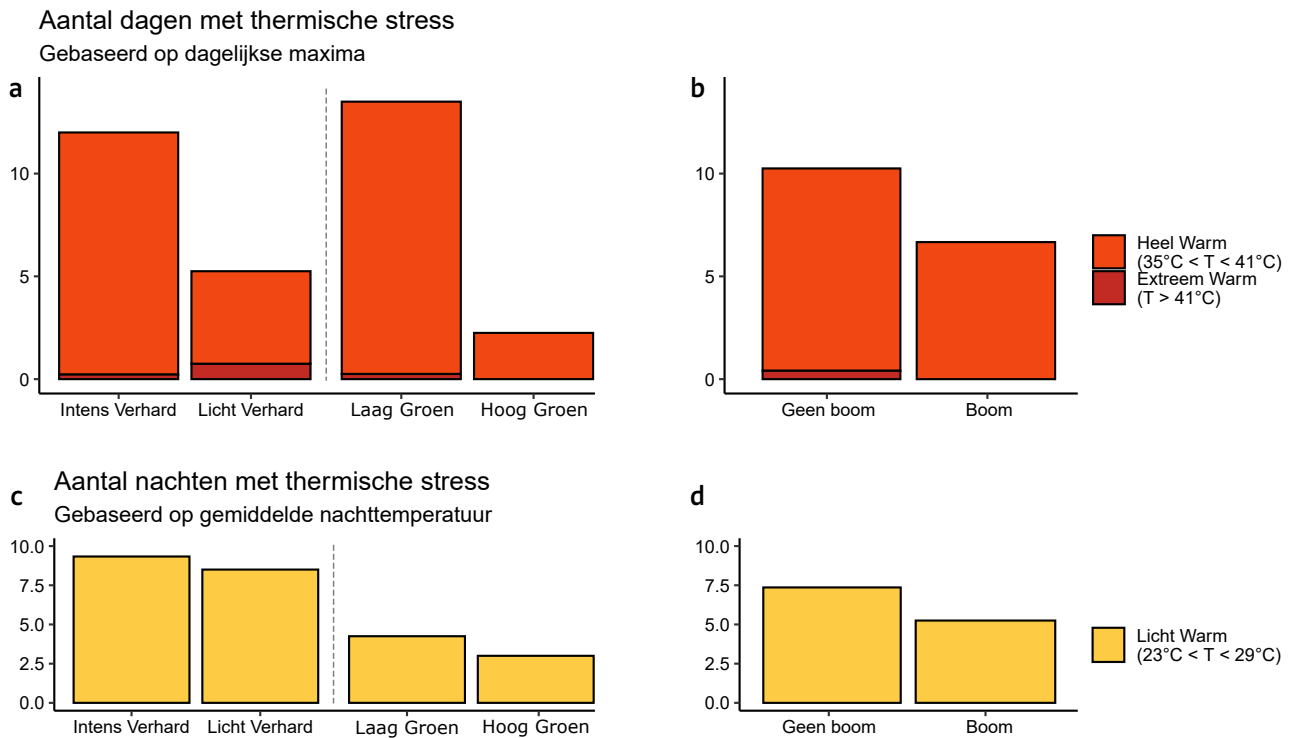
Coupure Links (**Figuur 1c**), waar een kleine bosje van ongeveer 40 are met volgroeide bomen staat. De meest 'grijze' locatie was wellicht de verlaten industriële site gedomineerd door beton in de westelijke uithoek van de wijk.

Op elk van de zeventien locaties installeerden we een microklimaatstation (**Figuur 1b**). Hiermee werden van maart tot en met september 2022 elke vijftien minuten de luchttemperatuur en -vochtigheid, de windsnelheid en de zogenaamde grijze-boltemperatuur gemeten. Deze vier factoren zijn nodig om de gevoelstemperatuur, d.w.z. de temperatuur zoals waargenomen door een gemiddelde mens, nauwkeurig te bepalen (**Box 1**). Als referentiemeting gebruikten we gegevens van het dichtstbijzijnde KMI-weerstation in Melle. Dit station staat in het open veld, dus buiten de stad. Van deze KMI-data gebruikten we enkel luchttemperatuur, zodat we het verschil kunnen bepalen tussen wat het nationaal weerbericht zou voorspellen en wat de gevoelstemperatuur op lokaal niveau werkelijk is. We kijken dan specifiek naar dagelijkse maxima, maar ook minima 's nachts en de gemiddelde nachttemperatuur (van 0 uur tot 6 uur), omdat deze de nachtrust sterk kunnen verstoren, met negatieve gevolgen voor de gezondheid (Tawatsupa et al. 2012). Daarnaast gebruikten we een tweede referentiemeting uit het UGent onderzoeksbos Aelmoeseneiebos in Gontrode, omdat we daar synchroon metingen hebben gedaan met dezelfde apparatuur als in Ekkerghem.

Per locatie werden ook enkele omgevingsvariabelen gemeten die het microklimaat kunnen beïnvloeden. Ze laten toe na te gaan welke factoren de verschillen tussen locaties kunnen verklaren. Dit geeft een idee waar men bijvoorbeeld met aangepast groenbeheer op zou moeten inzetten. We namen onder meer hemisferische foto's om de openheid van de plek vast te leggen (foto's recht naar boven gericht met een 180° lens, zie **Figuur 1c** en **1d**). De gemeten omgevingsfactoren werden



Het plaatsen van een stationnetje met de hulp van de buurtbewoners op een relatief verharde locatie met volwassen bomen. (© Lieve Van Der Schueren)



Figuur 2. Het aantal dagen met thermische stress volgens de categorieën van Matzarakis et al. (1999). Vooral de categorieën 'heel warm' en 'extreem warm' zijn gelinkt aan oversterfte, maar ook de nachttemperatuur is cruciaal (dewelke nooit boven de categorie van 'lichte hittestress' kwam). 'Licht verhard' en 'hoog groen' hebben meestal grote bomen, dus werd een extra vergelijking (boom / geen boom) toegevoegd (b, d).

dan samengevat tot drie simpele variabelen: het percentage kroonbedekking, het percentage open hemel (gebaseerd op hemisferische foto's) en het percentage onverhard oppervlak. Deze drie variabelen beschrijven het grootste deel van de waargenomen patronen in gevoelstemperatuur en zijn gemakkelijk te interpreteren. Meer methodologische informatie rond

microklimaatmetingen en het opmeten van omgevingsvariabelen is te vinden in Gillerot et al. (2022).

Locaties met bomen ondervonden geen dagen met extreme hitte

Volgens onze resultaten waren er in de zomer van 2022 duidelijk heel wat dagen met risicovolle temperaturen (hoger dan 35 °C mPET, Muthers et al. 2010), maar wel met verschillen tussen locaties. Opmerkelijk is meteen dat locaties in de categorie 'hoog groen' nooit extreme hittestress hebben ervaren (Figuur 2a). Hoog groene locaties ervoeren gemiddelde slechts 2,3 dagen met heel tot extreem warme condities. Voor 'intens verhard', 'licht verhard' en 'laag groen' waren dit respectievelijk 12, 5,3 en 13,5 dagen. Dat licht verhard minder heet was dan laag groen kan verbazend lijken, maar is te verklaren door de aanwezigheid van bomen in verschillende van de licht verharde locaties. Figuur 2b ondersteunt dit idee. Op basis van de gemiddelde temperatuur 's nachts zien we op het eerste zicht iets minder warme nachten in de groene categorieën (Figuur 2c), maar dit lijkt minder af te hangen van de aanwezigheid van bomen (Figuur 2d).

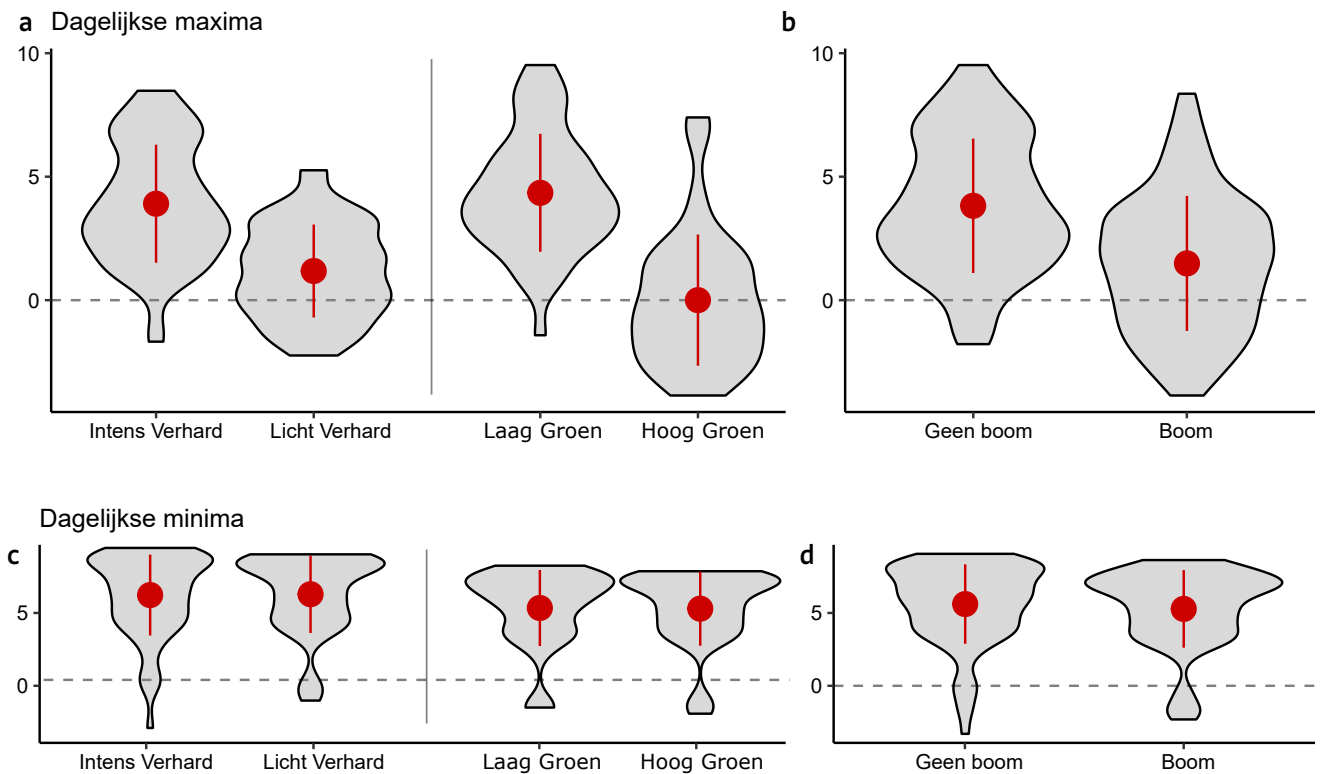
Ook de gevoelstemperatuur lag gemiddeld het laagst onder bomen

De dagelijkse maxima en minima liggen over het algemeen veel hoger dan die van de KMI-metingen op dezelfde dagen (Figuur 3). Hier zijn meerdere verklaringen voor. Deels valt dit verklaren door een stedelijk hitte-eiland effect dat niet wordt opgemeten door het KMI-station dat zich op 11 kilometer van centrum Gent



Een van de meest groene locaties omringd door meerdere bomen van meer dan twintig meter hoog. (© Lieve Van Der Schueren)

Afwijking gevoelstemperatuur t.o.v. KMI metingen op tropische dagen (luchttemperatuur > 30°C)

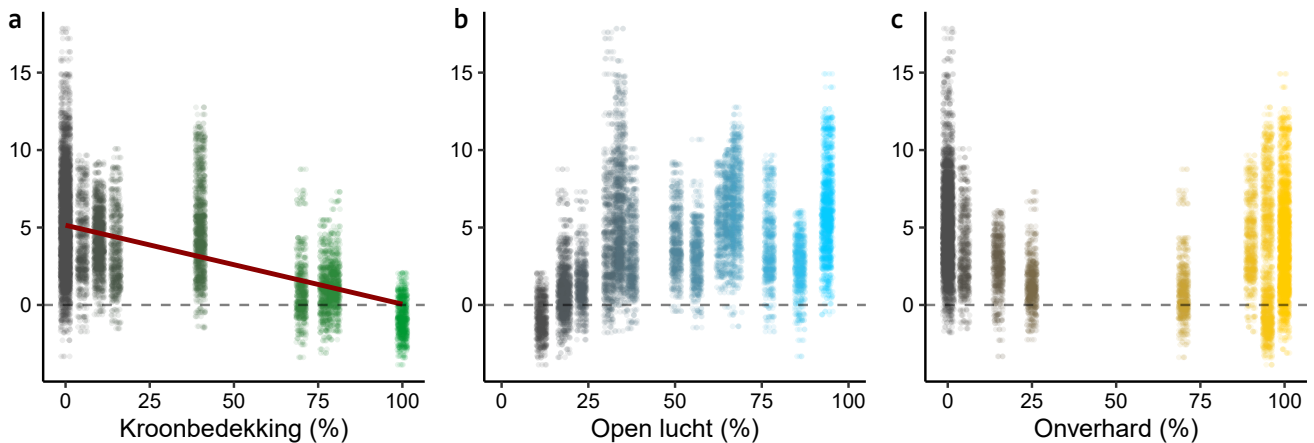


Figuur 3. Het verschil tussen de maximale (a, b) en minimale (c, d) gevoelstemperatuur die we zelf ter plekke maten in de stad en de luchttemperatuur gemeten door het KMI-station buiten de stad in Melle. Een waarde van 5 betekent dat de gevoelstemperatuur 5 °C hoger lag in de stad dan erbuiten. Enkel 'tropische' dagen volgens het KMI werden meegenomen. Rode punten vertegenwoordigen de gemiddelde waarde en de lijnen de standaarddeviatie. 'Licht verhard' en 'hoog groen' hebben meestal grote bomen, dus werd een extra vergelijking (boom / geen boom) toegevoegd (b, d).

bevindt, in een open veld in Melle. Daarbij brengt de gevoelstemperatuur naast de luchttemperatuur extra factoren in rekening, zoals de warmtestraling die door stadsinfrastructuur wordt verhoogd. Ten slotte gebeuren KMI-metingen boven een kort gemaaid grasveld, terwijl onze metingen net zochten naar het effect van verschillende sterk contrasterende omgevingen.

De relatieve verschillen tussen locaties is vooral voor deze studie interessant. Een groot deel van de verschillen in **Figuur 3a** lijkt te verklaren door de aanwezigheid van bomen (**Figuur 3b**). Als we naar de minima kijken, is dat beeld iets minder duidelijk: of er nu bomen aanwezig zijn of niet, de verschillen zijn geringer.

Afwijking gevoelstemperatuur t.o.v. KMI-metingen (°C)



Figuur 4. De invloed van de drie bestudeerde factoren: (a) bedekking door boomkronen, (b) proportie open hemel en (c) aandeel onverharde oppervlakten, in functie van de afwijking tussen onze metingen en KMI-metingen. Een waarde van 5 °C wil zeggen dat de gevoelstemperatuur in de stad 5 graden hoger ligt dan de KMI-meting op dezelfde dag. Enkel de kroonbedekking heeft een duidelijk effect, waarbij de gevoelstemperatuur lager wordt naarmate de bedekking toeneemt. De rode trendlijn is gebaseerd op de resultaten van de statistische tests.

De boomkroonbedekking heeft veel meer effect dan andere omgevingsfactoren

Een toename in kroonbedekking doet de dagelijkse maximumtemperatuur duidelijk afnemen (**Figuur 4**). Hoe meer bedekking, hoe koeler dus. Gebaseerd op statistische resultaten kan men verwachten dat maxima gemiddeld 5,7 °C lager liggen als een locatie volledig is bedekt met boomkruinen, dan op zowel verharde als onverharde locaties zonder bomen. Deze gemiddelde waarde geldt voor onze meetperiode van maart tot en met september 2022. Volgens bijkomende analyses wordt het verkoelend effect van de kroonbedekking nog sterker naarmate het warmer wordt. Het aandeel open hemel en verharding speelt een veel kleinere rol, met maximaal 1 °C koeling ten opzichte van een gemiddelde locatie in termen van de drie omgevingsfactoren. In die zin heeft de kroonbedekking minstens vijfmaal meer effect.

's Nachts is de situatie anders. Wanneer er verschillen van meer dan 10 °C tussen de koelste en warmste locaties werden waargenomen overdag, bedraagt dit verschil maximaal 3 °C 's nachts. De omgevingskenmerken hebben hier ook een minder uitgesproken effect (< 1 °C).

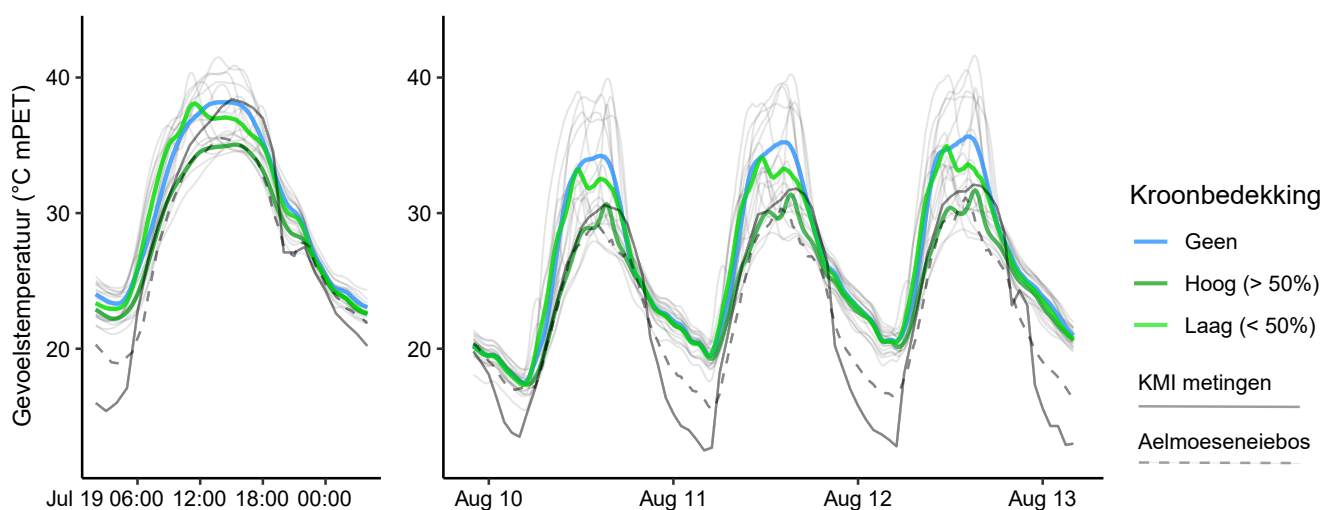
Zeker tijdens de heetste dagen van 2022 maakte de kroonbedekking het verschil

Op zeven verschillende dagen werd de grens van 40 °C in gevoelstemperatuur op minstens één locatie overschreden volgens onze metingen. Ook volgens officiële metingen van het KMI was vorige zomer bijzonder heet en zonnig en zit deze in de top drie op vlak van aantal zomerdagen (36), tropische dagen (12) en qua gemiddelde luchttemperatuur (24,7 °C, KMI 2022). Om onze resultaten in een ander perspectief te plaatsen, kijken we nog naar twee opmerkelijke periodes. We keken naar 19 juli, de heetste dag van het jaar met maxima van 38,1 °C in Ukkel en 40,0 °C in Kapelle-op-den-Bos (KMI 2022). Op de meest grijze plek, de industriële Schollaertsite,

maten we toen zelfs een luchttemperatuur van 46,2 °C! We selecteerden ook de drie heetste dagen van de hittegolf van 9 tot 16 augustus.

Op deze hete dagen maten we meermaals verschillen van ruim 10 °C tussen de warmste en koelste locaties, die slechts enkele honderden meter van elkaar verwijderd zijn (lichtgrijze lijnen in **Figuur 5**). Het grootste deel van deze verschillen wordt verklaard door de kroonbedekking, waarbij vooral een kroonbedekking van 50% of meer leidt tot veel koelere omstandigheden. Op 19 juli waren de verschillen tussen locaties minder groot, mogelijks omdat het zo extreem warm was dat zelfs de meest boomrijke locaties gelimiteerd werden in hun afkoelingscapaciteit. Misschien was het watergehalte van bodem en bladeren dermate laag, dat bomen de huidmondjes gesloten hielden en niet langer transpireerden. Een andere mogelijkheid is dat de bosjes zo klein zijn dat de hitte gemakkelijk de boskern kan binnendringen. Hiernaast liggen onze metingen in het Aelmoeseneiebos in het algemeen verrassend genoeg niet lager dan de stedelijke bosjes, mogelijks omdat onze sensoren daar ook dicht bij de bosrand lagen.

De vergelijking met de KMI-metingen levert enkele interessante bevindingen op. Ten eerste zijn vele locaties weer een stuk warmer dan verwacht op basis van KMI-metingen, wat benadrukt dat het meten van lokale variatie in de stad in functie van gevoelstemperatuur kan leiden tot grote verschillen. Ook is het interessant om te zien dat de nachttemperaturen in de stad veel hoger liggen dan buiten de stad. Dat is al duidelijk op basis van onze metingen in het Aelmoeseneiebos, maar nog veel duidelijker op basis van de KMI-metingen in Melle. Een bos gaat (in ruraal milieu) typisch ook de minima temperen en dus iets warmer zijn dan een open veld ernaast (De Frenne et al. 2019, Gillerot et al. 2022). In die zin zouden bomen en bos in de stad een negatief effect kunnen hebben op hitte 's nachts, maar dit is niet zichtbaar op basis van **Figuur 5**, noch op basis van de statistiek. 's Nachts lijkt er dus een gering effect te zijn van stedelijk groen op lokaal niveau en zorgt het stedelijk hitte-eiland effect voor veel



Figuur 5. De gevoelstemperatuur tijdens een paar van de heetste dagen van 2022. Elke lichtgrijze lijn is de gevoelstemperatuur op een van de zeventien locaties. De gekleurde lijnen vertegenwoordigen gemiddelde waarden berekend op basis van de boomkroonbedekking. Zwarte lijnen zijn referentiemetingen. Zichtbaar is dat kroonbedekte locaties koeler zijn overdag, maar vooral wanneer de kroonbedekking boven de 50% ligt.



Waar veel mensen langskwamen moesten sommige microklimaatstationnetjes soms worden beschermd. Gelukkig werd geen enkel toestel ernstig beschadigd. (© Lieve Van Der Schueren)

warmere temperaturen in heel de stad dan op het platteland. UGent collega's maten zelfs een stedelijk hitte-eiland effect tot 8,7 °C 's nachts in de hete zomer van 2019 in Gent t.o.v. Melle (Top et al. 2020). Hoewel groen op kleine schaal geen duidelijk effect heeft 's nachts, is een groene stad als geheel wel steeds veel koeler, omdat deze overdag minder warmte zal opslaan.

Wat is de relevantie van deze resultaten?

De resultaten voor deze casus in een wijk in Gent tonen kraakhelder dat de aanwezigheid en abundantie van bomen de grootste rol speelt in het voorkomen van hittestress bij de mens, en dat wordt bevestigd door bestaande literatuur. Zo vonden Chinese onderzoekers bijvoorbeeld dat er in straten met hoge kroonbedekking nooit zware hittestress voorkwam (Ren et al. 2021) en vond een Braziliaanse studie dat bomen tot 16 °C aan gevoels-temperatuurmaxima konden reduceren (de Abreu-Harbach et al. 2015). Dichter bij huis werd in Tsjechië aangetoond dat locaties bedekt door boomkruinen gemiddeld 5,5 tot 8,5 °C koeler waren, een effect dat meermaals sterker was dan verkoeling door laag groen en blauwe elementen zoals fonteinen (Lehnert et al. 2020). Op lokaal niveau zorgen bomen dus voor een sterke daling in hitte, maar dat effect wordt ook op stadsniveau waarneembaar. Zo vond een recente grootschalige studie in 93 Europese steden dat het garanderen van een kroonbedekking van 30% zou zorgen voor een reductie van het stedelijk hitte-eiland met ruim 2.600 minder doden als gevolg (lungman et al. 2023).

Ons advies naar stadsplanners, beleidsmakers en stadsbewoners is redelijk eenvoudig. Het planten van extra bomen en

kleine bosjes heeft een groot en ontegensprekelijk effect op het voorkomen van hittestress. Bomen zijn hierbij veel efficiënter dan het aanleggen van bijvoorbeeld gazonetjes. De locatie is wel van groot belang: aangezien verkoeling vooral voelbaar is direct onder bomen, is het interessant om deze te planten waar bewoners vaak langskomen. Uiteraard moet aandacht geschonken worden aan de boomsoortkeuze; vermijden van allergene en droogtegevoelige soorten en algemeen het nastreven van menging om risico's op plagen en boomsterfte te spreiden. Voor het verkoelend effect is de soortselectie minder belangrijk als het gaat om bosjes. Hier zou de hoogte en densiteit van de kroonlaag het belangrijkste zijn (Gillerot et al. 2022). Ook voor solitaire straatbomen zou het grootste effect bereikt worden met grote bomen met dichte kroon die schaduw kunnen werpen op grote oppervlakten, volgens een samenvattende studie (Rahman et al. 2020).

Bomen bieden dus een uitstekende mitigatieoptie voor het stedelijk hitte-eiland. Ze kunnen samen met andere strategieën worden ingezet. Hoewel bomen voor de sterkste koeling kunnen zorgen, is het aanleggen van andere types vegetatie zoals groendaken, urbane graslanden en groenwanden in de stad zeker ook te promoten, bijvoorbeeld op plaatsen waar bomen moeilijker geplant kunnen worden. Stedelijk groen draagt immers ook bij tot tal van andere belangrijke voordelen voor onze gezondheid, zoals het afvangen van fijnstof, het bevorderen van ons mentaal welzijn en het promoten van fysieke activiteit (Wolf et al. 2020). In het algemeen heeft stedelijk groen dus enorm veel te bieden, maar de koelste stad is vooral bomenrijk!

SUMMARY

Gillerot L., Van Der Schueren L., Bogaert F., Schaumont B., Van den Abele J.-F., Vande Putte H., Landuyt D., De Frenne P., Bart Muys B. & Verheyen K. 2023. Nothing cooler dan trees in your city. A study on heat stress in Ghent, Belgium. *NATUURFOCUS* 22(2): 76-83 [in Dutch].

Heat stress is a rapidly growing concern for public health, especially in cities. Yet few studies have explicitly studied which urban characteristics drive variation using human physiology-based indices. In this study we installed microclimate stations at 17 starkly contrasting locations within a neighborhood in Ghent to monitor 200 days of thermal comfort using the modified Physiologically Equivalent Temperature (mPET). Multiple very hot days were captured in the summer of 2022, with differences well over 10 °C mPET between locations. The dominant driver was by far the tree canopy cover, with fully covered locations expected to foster temperatures of 5.7 °C mPET lower than an average location without any trees in a radius of 10 m. This cooling capacity becomes even slightly stronger when it gets hotter. The proportion of impervious surfaces and open sky can only explain thermal comfort variations of about 1 °C at most, making canopy cover over fivefold as potent in terms of cooling. In contrast, nighttime temperatures varied much less across locations, with negligible influences of studied city characteristics. Rather, the nighttime temperatures in the neighborhood as a whole were much higher than in the nearby rural area due to a strong urban heat island effect.

DANKWOORD

Dank aan Steven Geirnaert voor het helpen met de installatie van sensoren. Dank aan Bart Putman om toegang te bieden tot de Schollaersite en aan Prof. Jan Pieters om ons toe te laten meerdere sensoren te installeren op de campus Coupure. We danken ook de buurtbewoners die ons toelieten om meettoestellen in hun tuin of op hun terrein te komen installeren en ten slotte de stad Gent voor de plaatsing van toestellen op openbaar domein.

AUTEURS

Loïc Gillerot is een doctoraatsstudent aan het Labo Bos & Natuur (ForNaLab) van de Universiteit Gent. Lieve Van Der Schueren, Filip Bogaert, Bart Schaumont, Jean-François Van den Abele en Herman Vande Putte zijn inwoners van Ekkergerm en deel van het lokale buurtcomité dat actief vergroeningsplannen ontwikkelt. Zij kregen recent een subsidie van de Vlaamse regering om 'blauwgroene' parels aan te leggen. Dries Landuyt en Pieter De Frenne zijn werkzaam op het ForNaLab, als postdoctoraal onderzoeker en professor, respectievelijk. Kris Verheyen is professor en hoofd van het labo. Bart Muys is professor aan de Afdeling Bos, Natuur en Landschap van de KU Leuven. Dit onderzoek is gerelateerd aan het Europees project Dr. Forest (dr-forest.eu), dat de relaties tussen bosbiodiversiteit en menselijke gezondheid exploreert.

CONTACT

E-mail: loic.gillerot@ugent.be

REFERENTIES

Bowler D.E., Buyung-Ali L., Knight T.M. & Pullin A.S. 2010. Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. *Landscape and Urban Planning* 97(3): 147-155. doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.05.006.

Chen Y.-C. & Matzarakis A. 2018. Modified physiologically equivalent temperature. Basics and applications for western European climate. *Theoretical and Applied Climatology* 132(3): 1275-1289. doi.org/10.1007/s00704-017-2158-x.

de Abreu-Harbach L.V., Labaki L.C. & Matzarakis A. 2015. Effect of tree planting design and tree species on human thermal comfort in the tropics. *Landscape and Urban Planning* 138: 99-109. doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.02.008.

De Frenne P., Zellweger F., Rodríguez-Sánchez F., Scheffers B.R., Hylander K., Luoto M. et al. 2019. Global buffering of temperatures under forest canopies. *Nature Ecology & Evolution* 3(5): 744-749. doi.org/10.1038/s41559-019-0842-1.

De Troeyer K., Bauwelinck M., Aerts R., Profer D., Berckmans J., Delcloo A. et al. 2020. Heat related mortality in the two largest Belgian urban areas: A time series analysis. *Environmental Research* 188: 109848. doi.org/10.1016/j.envres.2020.109848.

FOD Volksgezondheid. 2022. Ozon- en hitteplan. In: FOD Volksgezondheid. www.health.belgium.be/nl/news/ozon-en-hitteplan.

Forzieri G., Cescatti A., e Silva F.B. & Feyen L. 2017. Increasing risk over time of weather-related hazards to the European population: a data-driven prognostic study. *The Lancet Planetary Health* 1(5): e200-e208. doi.org/10.1016/S2542-5196(17)30082-7.

Gillerot L., Landuyt D., Oh R., Chow W., Haluza D., Ponette Q. et al. 2022. Forest structure and composition alleviate human thermal stress. *Global Change Biology* 28(24): 7340-7352. doi.org/10.1111/gcb.16419.

Höppe P. 1999. The physiological equivalent temperature - a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *International Journal of Biometeorology* 43(2): 71-75. doi.org/10.1007/s004840050118.

Iungman T., Cirach M., Marando F., Barboza E.P., Khomenko S., Masselot P. et al. 2023. Cooling cities through urban green infrastructure: a health impact assessment of European cities. *The Lancet* 0(0). doi.org/10.1016/S0140-6736(22)02585-5.

KMI. 2020. Klimaatrapport 2020: Van klimaatinformatie tot klimaatdiensten. Koninklijk Meteorologisch Instituut van België, Ukkel.

KMI. 2022. Klimatologisch seizoenoverzicht zomer 2022. Koninklijk Meteorologisch Instituut van België, Ukkel.

Lehnert M., Tokar V., Jurek M. & Geletič J. 2020. Summer thermal comfort in Czech cities: measured effects of blue and green features in city centres. *International Journal of Biometeorology*. doi.org/10.1007/s00484-020-02010-y.

Matzarakis A., Mayer H. & Iziomon M.G. 1999. Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *International Journal of Biometeorology* 43(2): 76-84. doi.org/10.1007/s004840050119.

Middel A., Chhetri N. & Quay R. 2015. Urban forestry and cool roofs: Assessment of heat mitigation strategies in Phoenix residential neighborhoods. *Urban Forestry & Urban Greening* 14(1): 178-186. doi.org/10.1016/j.ufug.2014.09.010.

Muthers S., Matzarakis A. & Koch E. 2010. Summer climate and mortality in Vienna: a human-biometeorological approach of heat-related mortality during the heat waves in 2003. *Wiener klinische Wochenschrift* 122(17-18): 525-531. doi.org/10.1007/s00508-010-1424-z.

Potchter O., Cohen P., Lin T.-P. & Matzarakis A. 2018. Outdoor human thermal perception in various climates: a comprehensive review of approaches, methods and quantification. *Science of The Total Environment* 631-632: 390-406. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.276.

Rahman M.A., Stratopoulos L.M.F., Moser-Reischl A., Zölch T., Häberle K.-H., Rötzer T. et al. 2020. Traits of trees for cooling urban heat islands: A meta-analysis. *Building and Environment* 170: 106606. doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106606.

Ren Z., Zhao H., Fu Y., Xiao L. & Dong Y. 2021. Effects of urban street trees on human thermal comfort and physiological indices: a case study in Changchun city, China. *Journal of Forestry Research*. doi.org/10.1007/s11676-021-01361-5.

Romanello M., McGushin A., Di Napoli C., Drummond P., Hughes N., Jamart L. et al. 2021. The 2021 report of the Lancet Countdown on health and climate change: code red for a healthy future. *The Lancet* 398(10311): 1619-1662. doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01787-6.

Sciensano. 2019...3 perioden van oversterfte tijdens de zomer van 2019. www.sciensano.be/nl/pershoek/3-perioden-van-oversterfte-tijdens-de-zomer-van-2019.

Sciensano. 2022. (Over)sterfte in de zomer van 2022. www.sciensano.be/nl/pershoek/oversterfte-de-zomer-van-2022.

Taleghani M. 2018. Outdoor thermal comfort by different heat mitigation strategies - A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 81: 2011-2018. doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.010.

Tawatsupa B., Yiengprugsawan V., Kjellstrom T., Seubsman S., Sleigh A., & the Thai Cohort Study Team. 2012. Heat stress, health and well-being: findings from a large national cohort of Thai adults. *BMJ Open* 2(6): e001396. doi.org/10.1136/bmjopen-2012-001396.

Thiery W., Lange S., Rogelj J., Schleussner C.-F., Gudmundsson L., Seneviratne S.I. et al. 2021. Intergenerational inequities in exposure to climate extremes. *Science* 374(6564): 158-160.

Top S., Milošević D., Caluwaerts S., Hamdi R. & Savić S. 2020. Intra-urban differences of outdoor thermal comfort in Ghent on seasonal level and during record-breaking 2019 heat wave. *Building and Environment* 185: 107103. doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107103.

VMM. 2021. Hittegolven en andere temperatuurextremen. Vlaamse Milieumaatschappij. www.vmm.be/klimaat/hittegolven-en-andere-temperatuurextremen.

Wolf K.L., Lam S.T., McKeen J.K., Richardson G.R.A., van den Bosch M. & Bardekjian A.C. 2020. Urban trees and human health: A scoping review. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 17(12): 4371. doi.org/10.3390/ijerph17124371.