

Eindrapport



Project i.k.v. het Klimaatfonds van Stad Antwerpen



Inhoud

1	Inleiding	3
	Doel van het project	3
	Waarom dit project?.....	3
	Partners.....	3
2	Wetenschappelijke achtergrond	4
	Steden en klimaatverandering	4
	Ecosysteemdiensten van stadsgroen.....	4
	Leefbare steden en klimaatadaptatie	5
3	Onderzoeksmethode	6
	Wat, wie, wanneer en waar?.....	6
	Data-analyse.....	7
4	Resultaten van het onderzoek.....	8
	Globale analyse (1/06/2023 tem 15/08/2023).....	8
	Warmste moment op de warmste dag (8/7/2023, 16:00u).....	10
	Warmste week (10/06/2023 tem. 17/06/2023).....	11
	De Coolste Kampioen: De Zomereik	12
	De nog steeds coole achterblijver: Chamaecyparis	13
5	Besluit	14
	Dankwoord.....	14

1 Inleiding

Bomen zijn cool! Ze zorgen voor minder luchtvervuiling, doen ons beter voelen, slaan koolstof op én ze koelen de stad op warmere dagen. Kortom: ze maken onze stad leefbaarder! Om voorbereid te zijn op het meer extreme klimaat van de nabije toekomst (onder andere met hittegolven en hevige regenbuien), kunnen we dus best inzetten op veel bomen, goed verspreid over de stad, ook in privétuinen.

Doel van het project

'Bomen zijn cool!' is een burgerwetenschapsproject waarin we onderzoeken hoe bomen in private tuinen kunnen bijdragen aan het verkoelen en het aanleveren van andere ecosysteemdiensten (zie verder voor meer info hierover) aan de stad. Hiervoor meten we samen met burgers bomen in privétuinen in de stad op en gaan we na wat hun effect is op de omgevingstemperatuur.

'Bomen zijn cool' onderzoekt samen met burgers in de stad Antwerpen wat bomen in private tuinen bijdragen aan verkoeling in de stad.

Waarom dit project?

In de stad zorgt het stedelijk hitte-eilandeffect ervoor dat de lucht- en oppervlaktetemperatuur hoger zijn dan in de omliggende landelijke gebieden, hetgeen kan leiden tot hogere hittestress bij stedelingen. Bovendien verwachten we dat we door klimaatverandering meer hittegolven te verduren zullen krijgen in de toekomst. We moeten ons dus wapenen voor de toekomst. Hoe? Uit onderzoek weten we ondertussen dat openbaar stadsgroen, zoals straatbomen en parken, in staat zijn om de lucht- en oppervlaktetemperatuur te doen dalen en de leefbaarheid in de stad verhogen. Daarnaast levert stadsgroen ook vele andere diensten, zoals koolstofopslag, verminderen van luchtvervuiling en een fijne plek om te vertoeven. Over de bijdrage van bomen die gelegen zijn in private tuinen op de leefbaarheid van de stad weten we eigenlijk niet veel. Een eerste stap om hierover een beter beeld te krijgen, zetten we in dit burgerwetenschapsproject waarin we onderzoeken wat de invloed is van bomen in private tuinen op de luchttemperatuur in die tuinen in vergelijking met de temperaturen in de straten en het stadscentrum.

Partners

Het burgerwetenschapsproject 'Bomen zijn cool' is een samenwerking van burgers met het [Laboratorium voor Milieu- en Stadsecologie](#) (departement Bio-ingenieurswetenschappen) van Universiteit Antwerpen, het studiebureau [Antea Group](#) en Stad Antwerpen. Het project werd gefinancierd door [het Klimaatfonds van Stad Antwerpen](#).

2 Wetenschappelijke achtergrond

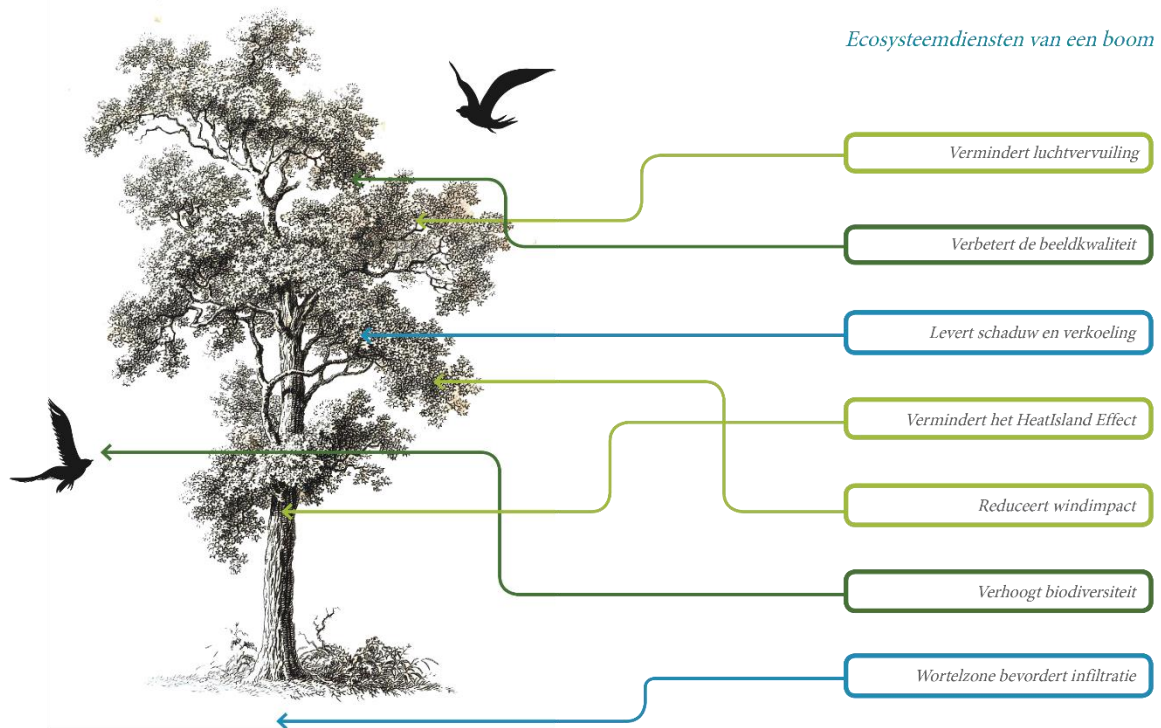
Steden en klimaatverandering

In steden ervaren we hogere temperaturen dan in het landelijk buitengebied, een patroon dat het stedelijk hitte-eilandeffect (of: Urban Heat Island effect) wordt genoemd. Dit wordt veroorzaakt door verminderde afkoeling door verdamping van water en verminderde reflectie van zonlicht omdat planten schaars zijn, door de sterke opwarming van artificiële oppervlakken en materialen, en warmteproductie door verkeer, en verwarmings- en koelsystemen. Bovendien zorgt de geometrische configuratie van het stedelijk gebied voor een hogere 'invang' van zonnestralingen maar een verminderde reflectie en thermische uitstraling dan in het landelijk gebied. Het resultaat is dat stadscentra tussen 2 en 12 °C warmer zijn dan het omliggende buitengebied, een effect dat vooral tijdens de nacht en in de vroege ochtend het meest tot uiting komt. Alsof dat niet genoeg is, verwachten we dat we in de toekomst steeds vaker hittegolven over ons heen krijgen: lange periodes met hoge temperaturen die stevast leiden tot oversterfte. De gevolgen van de klimaatverandering zijn dus extra voelbaar in steden, juist een plek waar heel veel mensen wonen, en er ook steeds meer zullen wonen.

Ecosysteemdiensten van stadsgroen

Een ecosysteem kan beschreven worden als een dynamische verzameling van levensgemeenschappen van planten, dieren en micro-organismen, de niet-levende omgeving zoals lucht, water en bodem en hun wisselwerking. Zo grazen dieren op planten, terwijl andere dieren zich juist voeden met deze grazers, breken micro-organismen dood organisch materiaal af en beïnvloeden de omgevingstemperatuur en de waterbeschikbaarheid het voorkomen en de groei van al deze organismen. Andersom kunnen organismen ook de omgeving beïnvloeden: planten, bijvoorbeeld, beïnvloeden de bodemeigenschappen (zoals zuurtegraad), de temperatuur en het vochtgehalte van de lucht door verdamping, en de luchtkwaliteit door de afzetting van fijn stof op het plantoppervlak. Onderzoek toont aan dat groen - in de vorm van parken maar ook gevelgroen en groendaken - de luchttemperatuur vermindert in de stad, met gemiddeld 3 à 4° C. Dit doen ze door schaduw te bieden en door het verbruiken van energie uit de lucht voor verdamping van water. In onze gematigde streken is het verkoelend effect merkbaar van april tot oktober, wanneer de meeste bomen in blad staan, en is ze het grootst in het zomerseizoen. Naarmate het groengebied dichterbij en groter is, is het verkoelend effect groter. Ook straten met goed ontwikkelde bomen zijn verschillende graden koeler dan gelijkaardige straten zonder bomen.

Op deze manier levert het stadsgroen een ecosysteemdienst voor de stadsbewoner. Ecosysteemdiensten zijn voor de mens waardevolle goederen en diensten die door gezonde ecosystemen worden voortgebracht, zoals verkoeling, lucht- en waterzuivering, koolstofopslag, bescherming tegen overstromingen, hout, voedselproductie, recreatie en esthetische waarde. Groen in de stad draagt bij aan onze fysieke en mentale gezondheid én levert ook financiële voordelen. Denk bijvoorbeeld aan besparing op energiekosten voor koeling op warme zomerdagen, maar ook aan vermeden kosten voor ziekenhuisopname en ziekteverlet. Onderstaande figuur geeft een mooi overzicht van enkele van de belangrijkste ecosysteemdiensten die bomen in stedelijk milieu kunnen vervullen.



Figuur: Belangrijke ecosysteemdiensten die bomen kunnen vervullen.

Leefbare steden en klimaatadaptatie

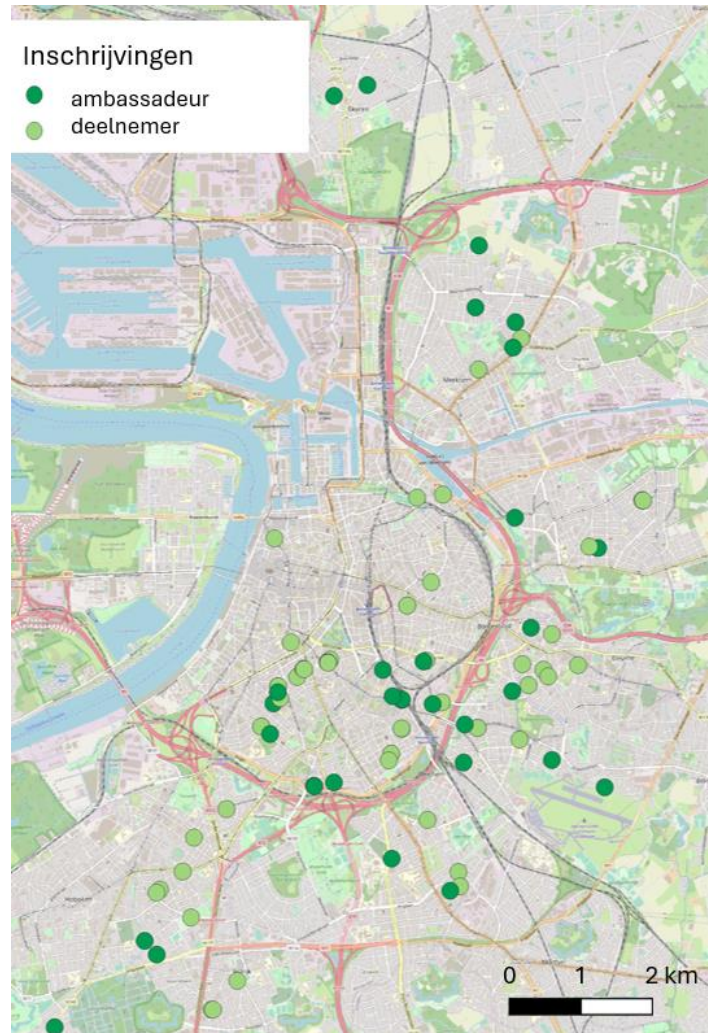
Om onze steden leefbaarder te maken, en voorbereid te zijn op het klimaat van de nabije toekomst, kunnen we dus best inzetten op veel, gezond en gevarieerd stadsgroen, goed verspreid over de stad. We kijken daarbij vrijwel altijd naar het groen op openbaar domein, zoals parken en straatbomen, maar achter vele huizen liggen nog groene tuinpareltjes verscholen. Ze herbergen vaak ook bomen, in alle mogelijke formaten, en wij denken dat deze bomen in tuinen ook hun steentje bijdragen aan het creëren van een leefbare stad en de adaptatie aan een veranderend klimaat.

3 Onderzoeksmethode

Wat, wie, wanneer en waar?

We hebben samen met burgers de luchttemperatuur onder en in de omgeving van bomen in private tuinen in de stad Antwerpen gemeten. Dit deden we met kleine sensoren, iButtons, zo klein als een knoopje. Deze maten de luchttemperatuur elk uur, op het uur, en meten op 0,5°C nauwkeurig. Telkens vier van deze iButtons werden opgehangen in een privétuin: twee onder de kruin van de boom, nabij maar niet tegen de stam, en twee naast de boom en niet in de schaduw van deze of een andere boom of struik. Indien mogelijk werden deze op anderhalve meter hoogte geplaatst, en anders aan de onderste tak van de kruin. Vervolgens werd er ook telkens één iButton aan de straatkant van het huis van de deelnemer geplaatst ter hoogte van de eerste verdieping. De iButtons werden voorzien van een dakje om hen af te schermen van directe zonnestraling, hetgeen voor fouten in de meting zou kunnen zorgen.

Alle deelnemers werd gevraagd een informatieblad in te vullen met info over de boom en zijn locatie. De sensoren werden ongeveer om de twee maanden uitgelezen. De ambassadeurs van het project werden voorzien van een uitleeseenheid voor de sensoren en stonden in voor het organiseren van het verzamelen van de gegevens opgemeten door de deelnemers, waarna ze deze digitaal doorstuurden naar de UAntwerpen.

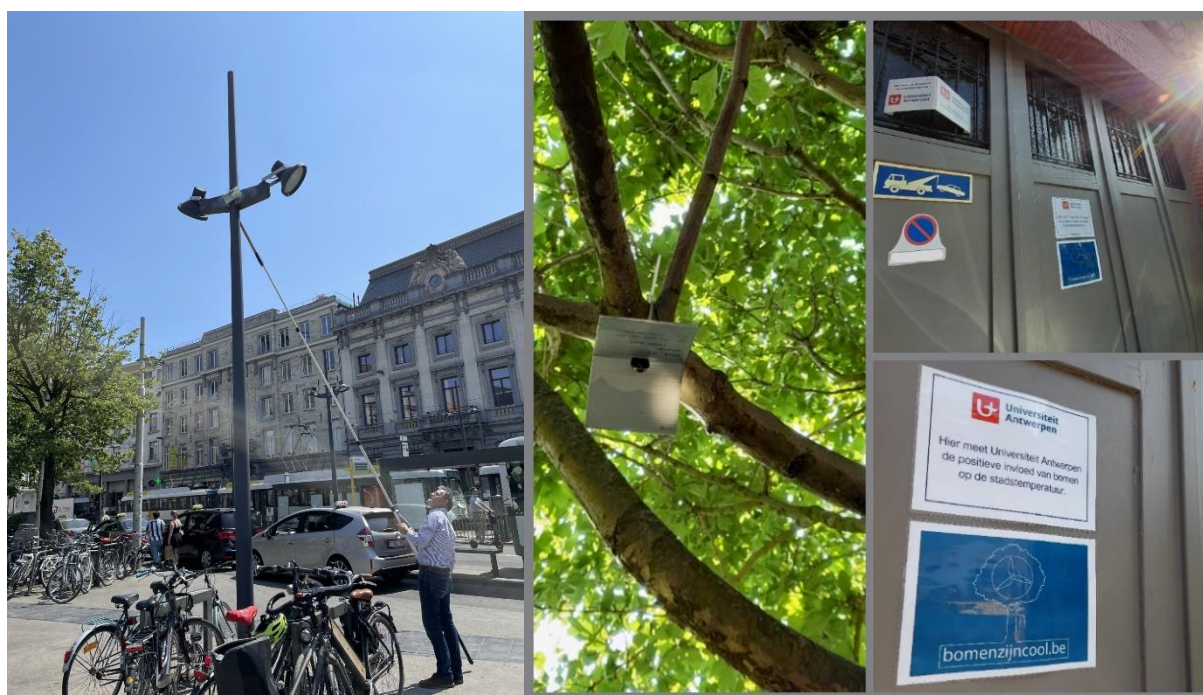


Figuur: Inschrijvingen Bomen zijn Cool: locaties van ambassadeurs en deelnemers.



De metingen liepen van april 2023 tot en met december 2023. Dit is de periode waarin de meeste bomen bladeren dragen en we het grootste koelingseffect van bomen verwachten, maar ze omvatte ook de bladloze periode. Zo werden de verschillende bladstadia meegenomen doorheen de seizoenen. In totaal werden er, verspreid over de stad Antwerpen, 53 deelnemers geselecteerd om de temperatuur onder en nabij een boom in hun tuin op te meten. Er werd onder en nabij bomen van verschillende formaten en soorten gemeten: van statige beuken over geurige seringens tot schattige berkenboompjes. Ook de temperatuur op een stedelijke referentielocatie werd meegenomen, namelijk de Groenplaats in het hartje van de stad, een relatief open plaats met een eerder beperkte hoeveelheid stadsgroen. Zo weten we hoeveel 'cooler' jouw tuin is in vergelijking met de referentietemperatuur gemeten in het centrum van de stad Antwerpen.

Figuur: Voorbeeld van een lbutton



Figuur: Links: Installatie van de referentiesensoren op de Groenplaats in Antwerpen. Rechts: Temperatuursensoren van Bomen zijn cool onder de boom en aan de voorgevel bij één van de deelnemers.

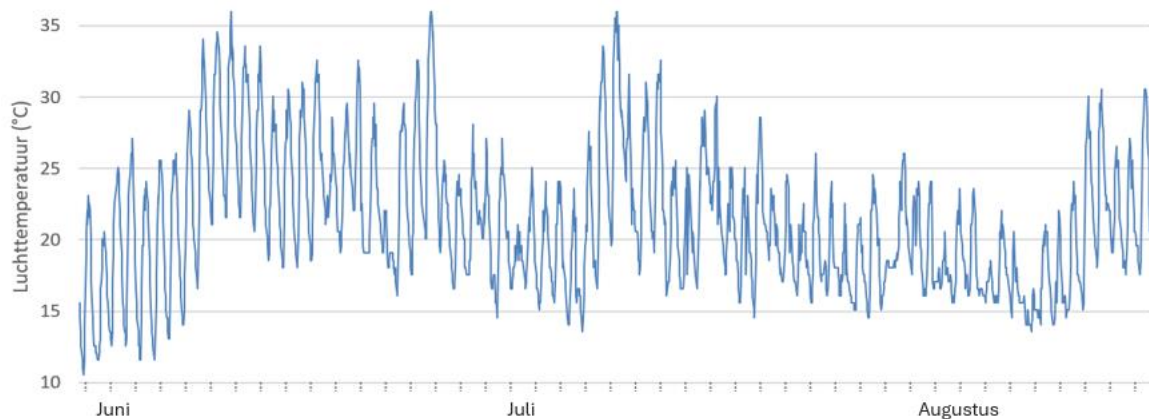
Data-analyse

De data werden verzameld via de ambassadeurs per wijk en doorgestuurd naar de UAntwerpen en Antea Group die instonden voor de analyse, validatie en verwerking van de data via het online Magnel platform en statistische analysesoftware. Niet alle meetdata kon meegenomen worden in dit eindrapport omdat er in sommige gevallen cruciale meetgegevens ontbraken, of de meetreeks te onvolledig was voor een correcte totale data-analyse. Alle deelnemers kunnen wel hun meetgegevens online raadplegen via het [Magnel Platform](#) van Antea Group en dit gedurende het onderzoek en ook enige tijd na oplevering van dit eindrapport. Op die manier kan elke burger die meedeed aan dit onderzoek hun boom evalueren ten opzichte van de reeksen die wel konden geanalyseerd worden, en dus werden opgenomen in dit eindrapport.

4 Resultaten van het onderzoek

Globale analyse (1/06/2023 tem 15/08/2023)

Voor het uitvoeren van de globale analyses hebben we ons gefocust op de periode van 1/06/2023 tot 15/08/2023, aangezien op dit moment alle bomen volledig in blad stonden en er de warmste temperaturen werden waargenomen. Dit was dus de meest relevante periode om het koelingseffect te analyseren. Op de figuur hieronder wordt het verloop van de referentietemperatuur gedurende deze periode op de Groenplaats weergegeven. Gedurende de analyseperiode werd hier op een bepaald moment een buitentemperatuur gemeten van 37 °C.



Figuur: Algemeen verloop van referentietemperaturen (Groenplaats) gedurende de analyseperiode (1/6 - 15/8).

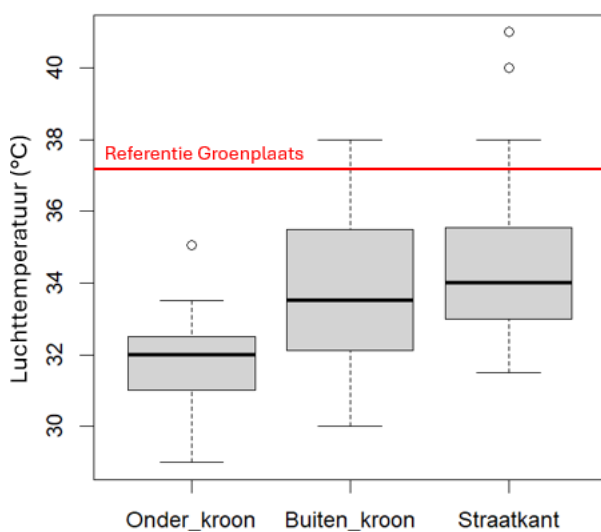
Onderstaande tabel geeft een overzicht van de gemiddelde en maximale koeling van de bomen die geanalyseerd werden. Hierbij werden de gemeten temperaturen onder de kruin afgetrokken van de referentiemeting op hetzelfde moment op de Groenplaats. Merk op dat alle temperaturen positief zijn, dit betekent dat elke boom koeling geeft. De graad van koeling verschilt wel sterk tussen de bomen; dit kan te wijten zijn aan het verschil in boomsoort, maar ook in de omstandigheden waarin de boom zich bevindt (ingesloten, schaduw van een nabij gebouw, verharding onder de boom, ...). Gemiddeld kunnen we stellen dat, op een warme dag op het warmste moment, het onder een boom gemiddeld 7,6 °C koeler is. Ook kunnen we stellen dat, over de analyseperiode gemeten (dus ook nachten), bomen gemiddeld 1,6 °C koeling verschaffen.

Tabel: Geanalyseerde bomen en hun gemiddelde en maximale koeling tegenover de referentiemeting (Groenplaats) (1/6 - 15/8).

Boomnr	Boomsoort	Gemiddelde koeling (°C)	Maximale koeling (°C)
2	Valse christusdoorn	1.4	7.6
4	Chamaecyparis	2.0	7.6
5	Kerselaar	2.1	7.6
6	Esdoorn	2.0	8.6
7	Chamaecyparis	1.4	6.1
8	Amberboom	1.4	7.1
10	Zomereik	1.6	7.1
12	Magnolia	1.7	10.1
13	Kerselaar	1.4	7.6
15	Amberboom	1.6	7.6
16	Tamme kastanje	1.6	7.1
17	Walnoot	1.4	8.1
18	Zomereik	2.3	9.6
19	Tulpenboom	1.3	6.6
22	Plataan	1.9	7.6
23	Berk	1.8	7.6
24	Bruine beuk	2.0	8.6
25	Berk	1.8	9.6
27	Krulwilg	1.6	7.6
28	Robinia	1.6	7.6
29	Ginkgo	1.1	6.6
30	Esdoorn	1.9	7.6
31	Beuk	2.0	9.6
33	Zoete kers	1.5	6.1
34	Magnolia	1.5	7.1
35	Zuileik	1.7	8.6
38	Esdoorn	2.0	7.6
40	Sering	1.1	6.1
42	Plataan	1.1	5.6
43	Gewone esdoorn	1.1	10.1
45	Mispel	1.3	6.1
46	Gewone esdoorn	1.9	7.6
47	Krulwilg	1.9	8.1
50	Chamaecyparis	0.8	6.0
51	Robinia	1.4	6.0
53	Ruwe berk	1.8	7.0
	Gemiddelde	1.6	7.6

Warmste moment op de warmste dag (8/7/2023, 16:00u)

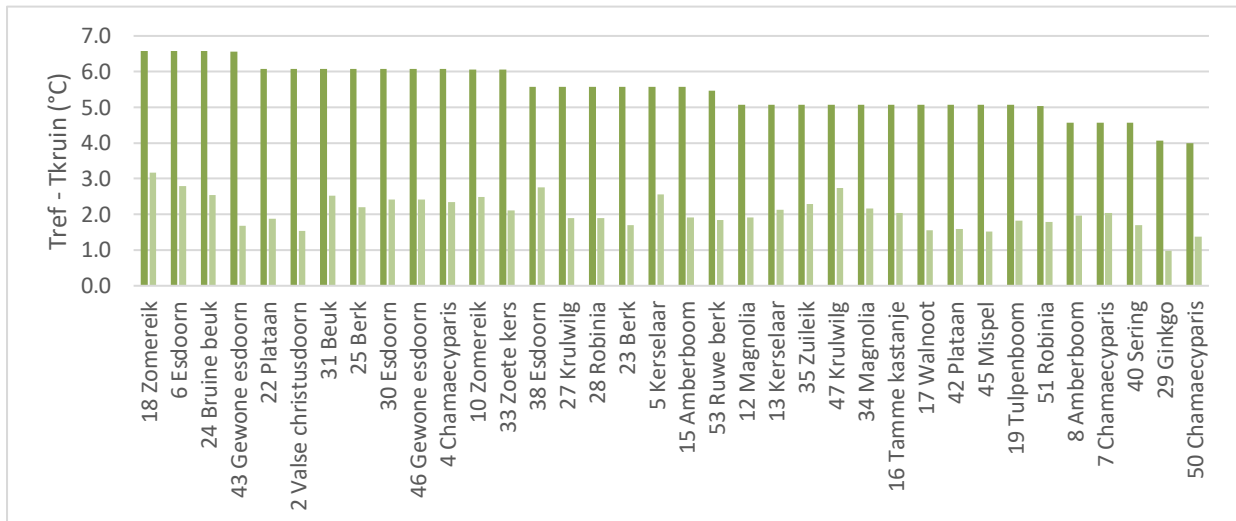
Onderstaande figuur, zoomt in op het heetste moment van de warmste dag. De box plots geven de gemiddelde waarden (vette zwarte lijn) en de spreiding van de temperaturen gemeten op dat moment, voor alle geanalyseerde meetplaatsen, met onderscheid tussen temperaturen gemeten onder de boomkroon, buiten de kroon en aan de kant van de straat. De waarde die op hetzelfde moment gemeten werd op de Groenplaats wordt weergegeven door de rode lijn in de figuur. Deze laatste ligt bijna steeds hoger dan de rest van de metingen. De temperaturen gemeten onder de boomkruinen liggen steeds het laagste, gevolgd door de temperaturen gemeten naast/buiten de boomkruinen. De temperaturen aan de straatkant liggen nog iets hoger, maar nog steeds lager dan deze die gemeten werden op de Groenplaats. De sensoren aan de straatkant bevonden zich zowel op noord-, als zuidgerichte gevels, of alle oriëntaties daartussen, waardoor er een sterke spreiding is. Met andere woorden, sommige sensoren werden de hele dag blootgesteld aan de zon, terwijl andere slechts enkele uren of nauwelijks in de zon kwamen. Hierdoor komen we voor alle metingen aan de straatkant samen ook op een lager gemiddelde dan op de Groenplaats.



Figuur: Luchttemperatuur gemeten op het warmste moment van de warmste dag (8/07, 16:00u).

Warmste week (10/06/2023 tem. 17/06/2023)

Wanneer we inzoomen op de warmste week van onze analyseperiode, zien we opnieuw dat alle bomen koeling geven, in meer of in mindere mate. De figuur hieronder toont de maximale en gemiddelde hoeveelheid koeling gemeten per boom tijdens deze warmste week. De verkoelingsgraad varieert van 4,4 °C tot 6,6 °C. De kampioenen van 'coolness' zijn de zomereik, de esdoorn en beuk. De Chamaecyparis scoort in dit geval iets minder op het gebied van koeling, maar heeft zijn merites en is gekend voor zijn sterke luchtzuiverende capaciteiten.



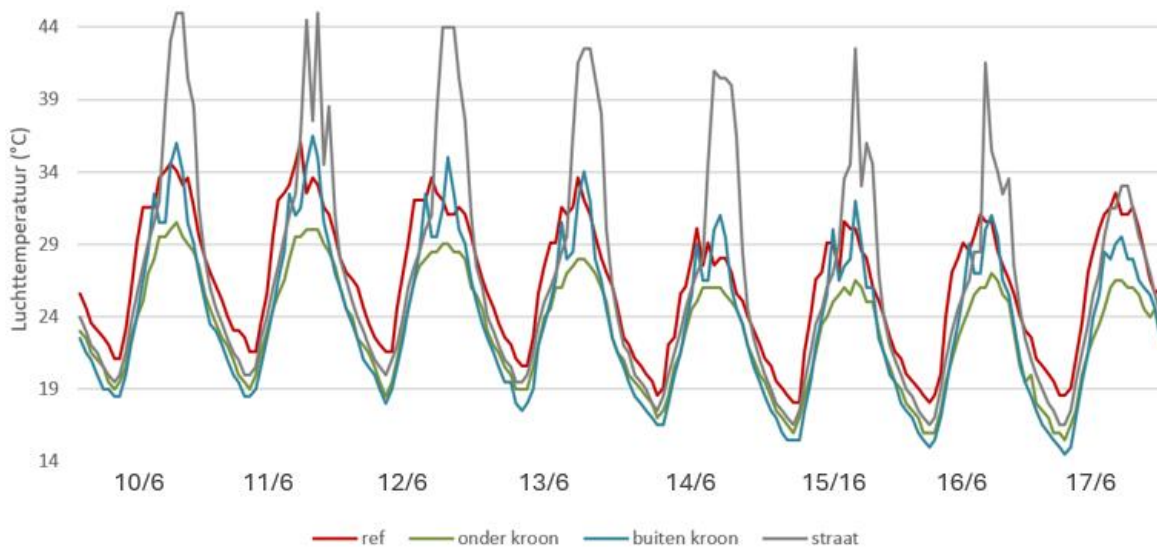
Figuur: Maximale (donkergroen) en gemiddelde (lichtgroen) waarden van het verschil tussen de referentietemperatuur gemeten op de Groenplaats en de temperatuur gemeten onder de kroon tijdens de warmste week (10/6 – 17/6).

De Coolste Kampioen: De Zomereik

We kozen boom 18, een Zomereik, om het temperatuurverloop onder een sterk koelende boom meer in detail te illustreren. Hiervoor selecteerden we opnieuw de warmste meetweek. In onderstaande figuur worden de temperaturen gemeten op de drie meetpunten (onder de kroon, buiten de kroon, aan de straatkant), en de referentie gemeten op de Groenplaats, uitgezet in functie van de tijd gedurende de warmste week (10/6 – 17/6). Op de grafiek is te zien dat de temperaturen gemeten aan de straatkant altijd het hoogste waren. Vermoedelijk werd de muur waartegen de sensor geplaatst was een groot aantal uur per dag blootgesteld aan de zon. De temperatuur van zo een muur kan heel sterk oplopen tot 50°C en meer. De referentietemperatuur en die buiten de kroon bereiken gelijkaardige waarden. Merk op dat de referentie in de ochtend eerder opwarmt dan buiten de kroon. Dit zou te wijten kunnen zijn aan een schaduw die in de ochtend geworpen wordt buiten de kroon. De temperaturen onder de boom blijven steevast het koelste gedurende de dag. 's Nachts blijft het onder de boom iets warmer. Dit komt doordat de boom de opgewarmde omgevingslucht langer vasthoudt tijdens de nacht; een soort isolerend effect. Maar dit verschijnsel weegt niet op tegen zijn verkoelende effect gedurende de dag. De referentiemeting blijft 's nachts het warmste. Deze ligt dan ook midden in de stad, op een plaats met veel verharding, waar veel straling opgenomen kan worden gedurende de dag. 's Nachts wordt deze warmte dan sterk terug afgegeven (= stedelijk hitte-eiland effect).



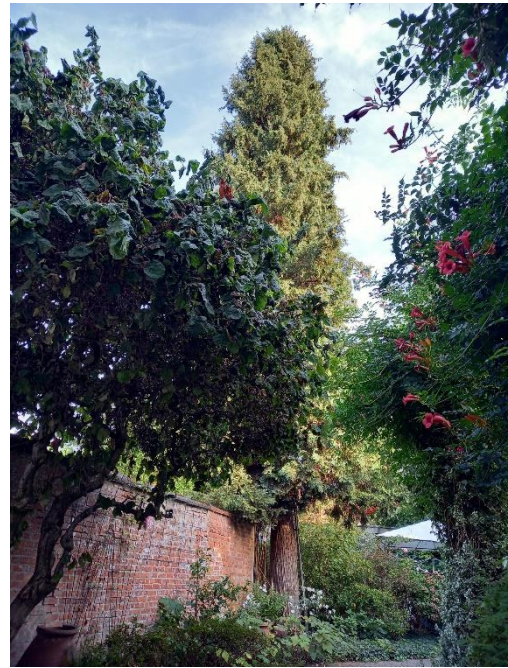
Figuur: Een foto van boom 18, Zomereik, genomen voor de bloeitijd.



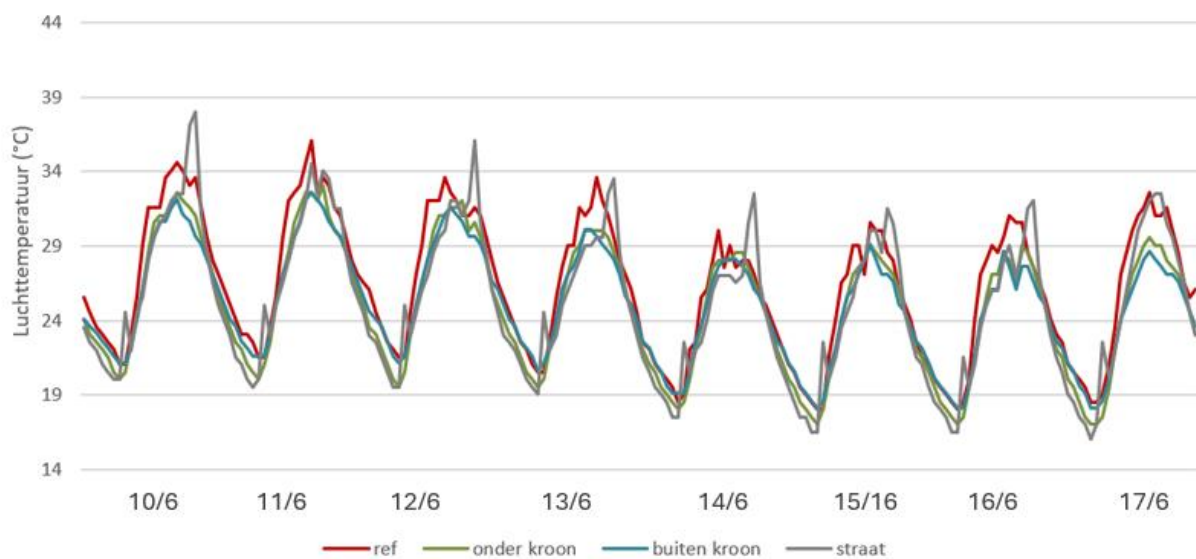
Figuur: Temperaturen van boom 18 (Zomereik) gemeten onder de kroon, buiten de kroon, aan de straatkant en de referentie gemeten op de Groenplaats, uitgezet in functie van de tijd tijdens de warmste week (10/6 – 17/6).

De nog steeds coole achterblijver: Chamaecyparis

We kozen ook om een boom met iets minder koeling capaciteit (maar koelt wel nog steeds!) te bespreken, namelijk boom 50 (Chamaecyparis). In de figuur hieronder worden opnieuw de temperaturen gemeten op de drie meetpunten (onder de kroon, buiten de kroon, aan de straatkant), en de referentie gemeten op de Groenplaats, uitgezet in functie van de tijd gedurende de warmste week (10/6 – 17/6). We zien hier dat de temperaturen gemeten onder en buiten de kroon ongeveer in dezelfde lijn liggen. Deze liggen echter wel steeds iets lager dan de temperaturen gemeten aan de straatkant op de referentieplaats. De sensor aan de straatkant bevond zich waarschijnlijk vooral in de schaduw, aangezien we hier niet zulke hoge temperaturen waarnemen gedurende het warmste moment van de dag in vergelijking met wat werd waargenomen bij de zomereik (boom 18; zie vorige figuur).



Figuur: Een foto van boom 50, Chamaecyparis



Figuur: Temperaturen van boom 50 (Chamaecyparis) gemeten onder de kroon, buiten de kroon, aan de straatkant en de referentie gemeten op de Groenplaats, uitgezet in functie van de tijd tijdens de warmste week (10/6 – 17/6).

5 Besluit

Uit dit onderzoek kunnen we concluderen dat bomen de stad koeler maken. Elke boom heeft een plaatselijk verkoelend effect en vermindert het hitte-effect in de stad. Gemiddeld is de temperatuur onder de kruin van een boom op een hete zomerdag ca 7,6 °C lager dan in het centrum van de stad. Plant een boom in je tuin en je zal meteen ervaren hoeveel waarde deze boom je biedt. We zien ook dat bepaalde bomen sterkere koeling veroorzaken dan andere, dit heeft vooral te maken met de grootte en dichtheid van de kroon. Bovendien kunnen er ook verschillen zijn die te wijten zijn aan een verschil in boomsoort; echter kunnen we in deze studie geen uitspraken doen over welke boomsoort de 'beste' is, aangezien alle bestudeerde bomen zich in verschillende omstandigheden bevonden. De boom kan ingesloten zijn door bebouwing, maar ook door andere bomen, hetgeen schaduw kan veroorzaken, maar ook een gebrek aan ventilatie. Dit soort parameters moet worden bestudeerd met ingewikkelde computermodellen, hetgeen buiten het bestek van deze studie viel. Ook kan er onder de boom verharding zijn, hetgeen verdamping vanuit de bomen belemmert en invallende zonnestraling opslaat.

Elke boom heeft een plaatselijk verkoelend effect en vermindert het hitte-effect in de stad. Gemiddeld is de temperatuur onder de kruin van een boom op een hete zomerdag ca 7,6 °C lager dan in het centrum van de stad. Plant een boom in je tuin en je zal meteen ervaren hoeveel waarde deze boom je biedt.

Hierbij willen we enkele tips meegeven i.v.m. boomsoortkeuze. In de eerste plaats is het altijd beter om een grote, oude, goed uitgegroeide boom te laten staan, in plaats van de vervangen door nieuwe, jonge bomen. Deze oude, meer ontwikkelde bomen leveren immers grotere ecosysteemdiensten en dus ook een meer uitgesproken koeling, maar ze bieden ook meer nestmogelijkheden voor allerlei dieren (vogels, insecten, ...), vangen meer fijn stof af, nemen meer water op uit de bodem (en helpen alzo mee wateroverlast te beperken) en geven de stadsbewoners meer vreugde.

De keuze voor de aanplant van een nieuwe boom moet niet geleid worden door de ranking in dit project. De boom moet passen in de tuin, maar ook bij je voorkeuren. Het is belangrijk dat de boom voldoende ruimte krijgt en kan groeien, zeker voor het wortelstelsel, want dat vergeet men nogal eens. Voor hulp bij boomsoortkeuze kan men terecht op het [Bomenportaal van Antea Group](#) of de bomenwijzer van de Stad Antwerpen [Kies jouw boom met de Antwerpse bomenwijzer | Antwerpen voor Klimaat](#).

Dankwoord

Graag willen we onze oprechte dank uitspreken aan alle deelnemers van Bomen Zijn Cool. Jullie inzet, enthousiasme en onmisbare bijdragen hebben dit project tot een groot succes gemaakt.

Dankzij uw toewijding en harde werk hebben we waardevolle gegevens kunnen verzamelen en analyseren, die van cruciaal belang zijn voor wetenschappelijke doelen en voor de bewustmaking van het feit dat elke boom telt. Uw bereidheid om uw tijd en energie te delen heeft een directe impact gehad op de bredere gemeenschap.

Dit project zou niet mogelijk zijn geweest zonder jullie actieve deelname. Jullie hebben laten zien dat samenwerking tussen wetenschappers en burgers kan leiden tot significante vooruitgangen in kennis en begrip. Jullie betrokkenheid is een inspiratiebron voor ons allemaal.

Vanwege Universiteit Antwerpen, Antea Group en Stad Antwerpen.