

Functioneel groen & de Bomentabel

Open Klantendag Benchmark Gemeentelijk Groen (BGG)

Wageningen, 20 november

Jelle Hiemstra (Wageningen UR)



Programma

■ Inleiding

- Functies van groen
- Opwarming & hittestress
- Groen en klimaat

■ Project Effectief Klimaatgroen

- Onderzoeksvraag
- Koelend effect van Groen in de stad
- Implementatie → **Brochure Klimaatgroen**
- Soortenkeuze → **Bomentabel.nl**

■ Demonstratie Bomentabel.nl

■ Conclusies en links

Functies van groen

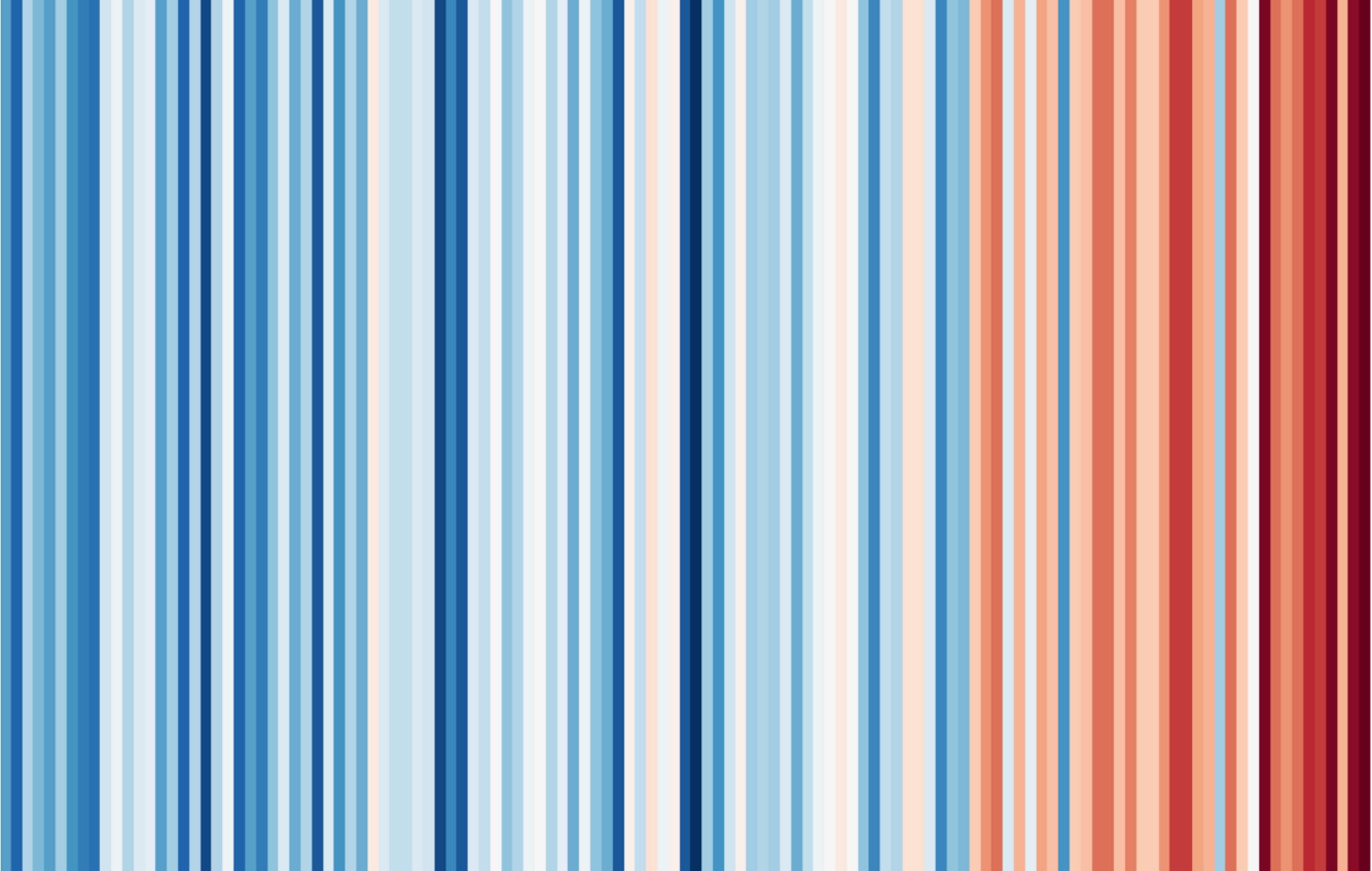
■ “Traditionele” functies:

- Beschutting: wind, temperatuur, geluid
- Aankleding gebouwen en straten
- Structureren van wijk en stad
- Waarde onroerend goed/vestigingsklimaat

■ Groen essentieel voor leefbare stad

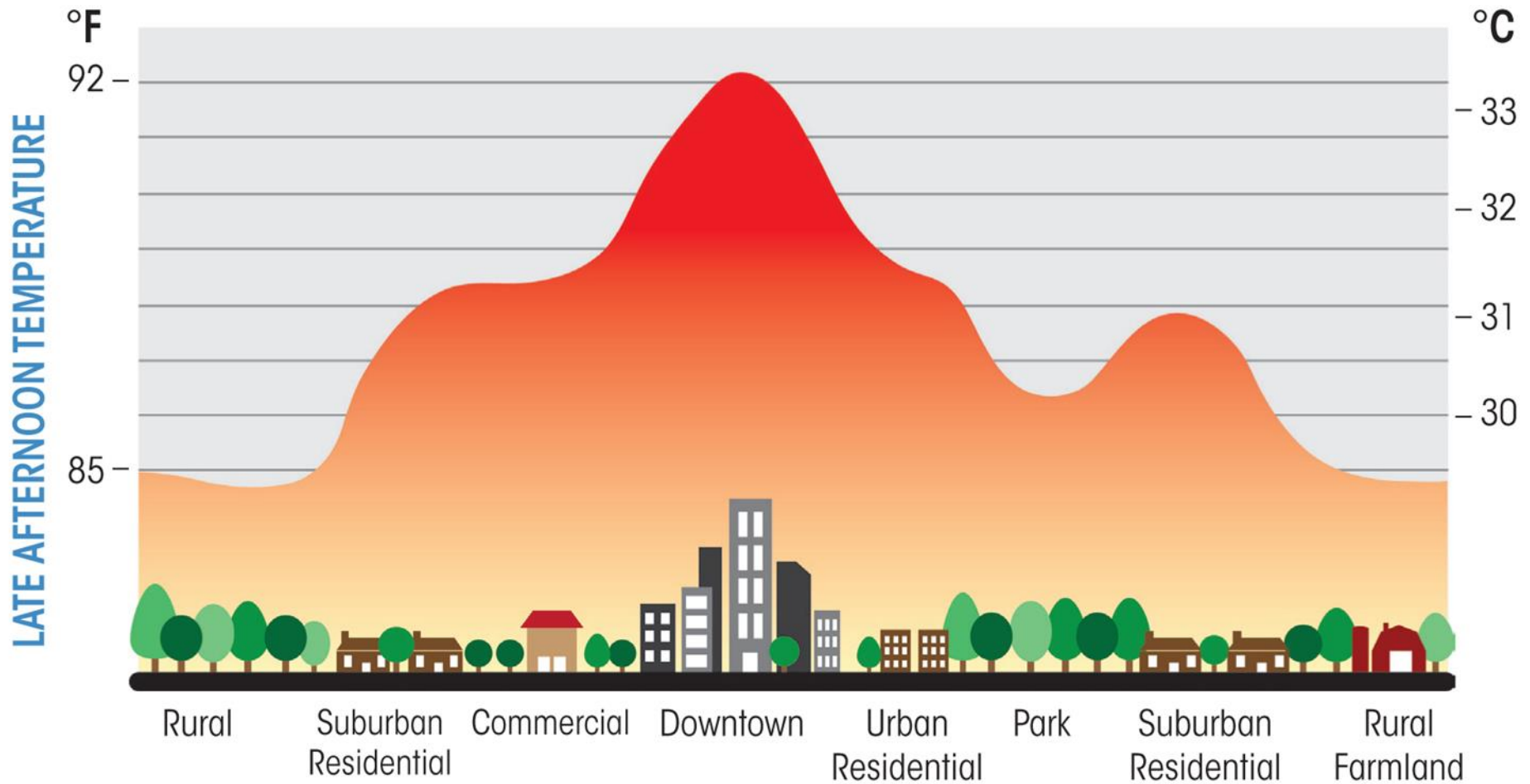
- **Gezondheid**
- **Biodiversiteit**
- Luchtkwaliteit
- Waterberging
- **Klimaat**





Gemiddelde jaartemperatuur 1901-2023
(blauw = relatief koel; rood = relatief warm)

Hitte-eiland effect



Toenemende hittestress

■ Gezondheidsproblemen

- Afname kwaliteit van slaap
- Ouderen en zieken meeste last
- Toename sterftecijfer tijdens hitte

Increased mortality associated with additional heat exposure is evident

urgent need for more ambitious mitigation and adaptation strategies to minimize the public health impacts of climate change.

The burden of heat-related mortality attributable to recent human-induced climate change

A. M. Vicedo-Cabreza^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100}, A. Tobias^{1,2}, C. Astrom³, Y. Guo⁴, Y. Honda⁵, D. M. Hondula⁶, R. Abutsky⁷, S. Tong^{8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100}, M. de Sousa Zanotti Stagliorio Coelho¹⁰, P. H. Nascimento Saldiva¹¹, E. Lavigne^{12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100}, P. Matus Correa¹⁹, N. Valdes Ortega²⁰, H. Kan²¹, S. Osoero²², J. Kyselý^{23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100}, H. Durr³¹, E. Indrathitthirakul^{32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100}, J. J. R. Jaakkola^{35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100}, M. Rytz³⁷, M. Pascal³⁸, A. Schneider³⁹, K. Katsouyanni^{40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100}, E. Samoli⁴¹, F. Mayavanth⁴², A. Entezari⁴³, P. Goodman⁴⁴, A. Zeka⁴⁵, P. Michelozzi^{46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100}, F. de Donato⁴⁹, M. Hashizume⁵⁰, B. Alahmad⁵¹, M. Hurtado Diaz⁵², C. De La Cruz Valencia⁵³, A. Overcenco⁵⁴, D. Houthuijs⁵⁵, C. Ameijda⁵⁶, S. Rao⁵⁷, F. Di Ruscio⁵⁸, G. Carrasco-Escobar⁵⁹, X. Seposo⁶⁰, S. Silva⁶¹, J. Madureira⁶², J. H. Holobaca⁶³, S. Fratianni⁶⁴, F. Acquasotta⁶⁵, H. Kim⁶⁶, W. Lee⁶⁷, C. Iniguez⁶⁸, B. Forsberg⁶⁹, M. S. Ragalet⁷⁰, Y. L. L. Goo⁷¹, B. Y. Chen⁷², S. Li⁷³, B. Arnbrøst⁷⁴, A. Akeman⁷⁵, A. Zanobetti⁷⁶, J. Schwartz⁷⁷, T. N. Dang⁷⁸, D. V. Dung⁷⁹, N. Gillett⁸⁰, A. Haines⁸¹, M. Menges⁸², V. Huber^{83,84} and A. Gasparri^{85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100}

Climate change affects human health however, there have been no large-scale, systematic efforts to quantify the heat-related human health impacts that have already occurred due to climate change. Here, we use empirical data from 723 locations in 43 countries to estimate the mortality burden associated with the additional heat exposure that has resulted from recent human-induced warming. During the period 1999–2016, across all study countries, we find that 272,000 (range 245–304,200) of warm-season heat-related deaths can be attributed to anthropogenic climate change and that increased mortality is evident on every continent. Warmer winter geographically but were of the order of dozens to hundreds of deaths per year in many locations. Our findings support the urgent need for more ambitious mitigation and adaptation strategies to minimize the public health impacts of climate change.

Human activity has already changed the climate. The world is now on average of ~1°C above the pre-industrial era, although with substantial geographic heterogeneity, and high-population regions have warmed by >2°C, which affects human experience differently. The combination of direct impacts of climate change (through human exposure to high outdoor temperatures, which is associated with morbidity and an increased risk of premature death) and indirect impacts (through potential health climate impacts) have been less systematic. Large-scale studies quantifying the heat-related health burden attributable to climate change have been limited.

Our analysis presented in two steps. In the first step, we applied cutting-edge two-stage regression to European climate temperature and mortality data from 4730 locations (Table 1 and Supplementary Tables 1 and 2) to estimate location-specific response-response functions^{1–3}. These functions characterize the complex relationship between daily heat exposure and mortality from all causes (i.e. non-accidental causes) by simultaneously accounting for the nonlinear and delayed dependencies typically found in the type of association. The functions were estimated using an extension of the widely applied two-stage design that uses a mixed model approach to protect against the hierarchical structure of the data (Supplementary 1). As described in detail in the Methods, climate response models were estimated for each location, which are then pooled in a meta-analysis (the second step). The observed temperature and mortality data were collected from 1999 to 2016.

Nature Climate Change
VOL 11, June 2021: 492–500

Cooling cities through urban green infrastructure: a health impact assessment of European cities

Tamara Lungman, Marta Cirach, Federica Marando, Evelise Pereira Barboza, Sasha Khomenko, Pierre Masselot, Marcos Quijál-Zamorano, Natalie Mueller, Antonio Gasparri, José Urquiza, Mehdi Haris, Meelan Thondoo, Mark Nieuwenhuijsen

Summary

Background High ambient temperatures are associated with many health effects, including premature mortality. The combination of global warming due to climate change and the expansion of the global built environment mean that the intensification of urban heat islands (UHIs) is expected, accompanied by adverse effects on population health. Urban green infrastructure can reduce local temperatures. We aimed to estimate the mortality burden that could be attributed to UHIs and the mortality burden that would be prevented by increasing urban tree coverage in 93 European cities.

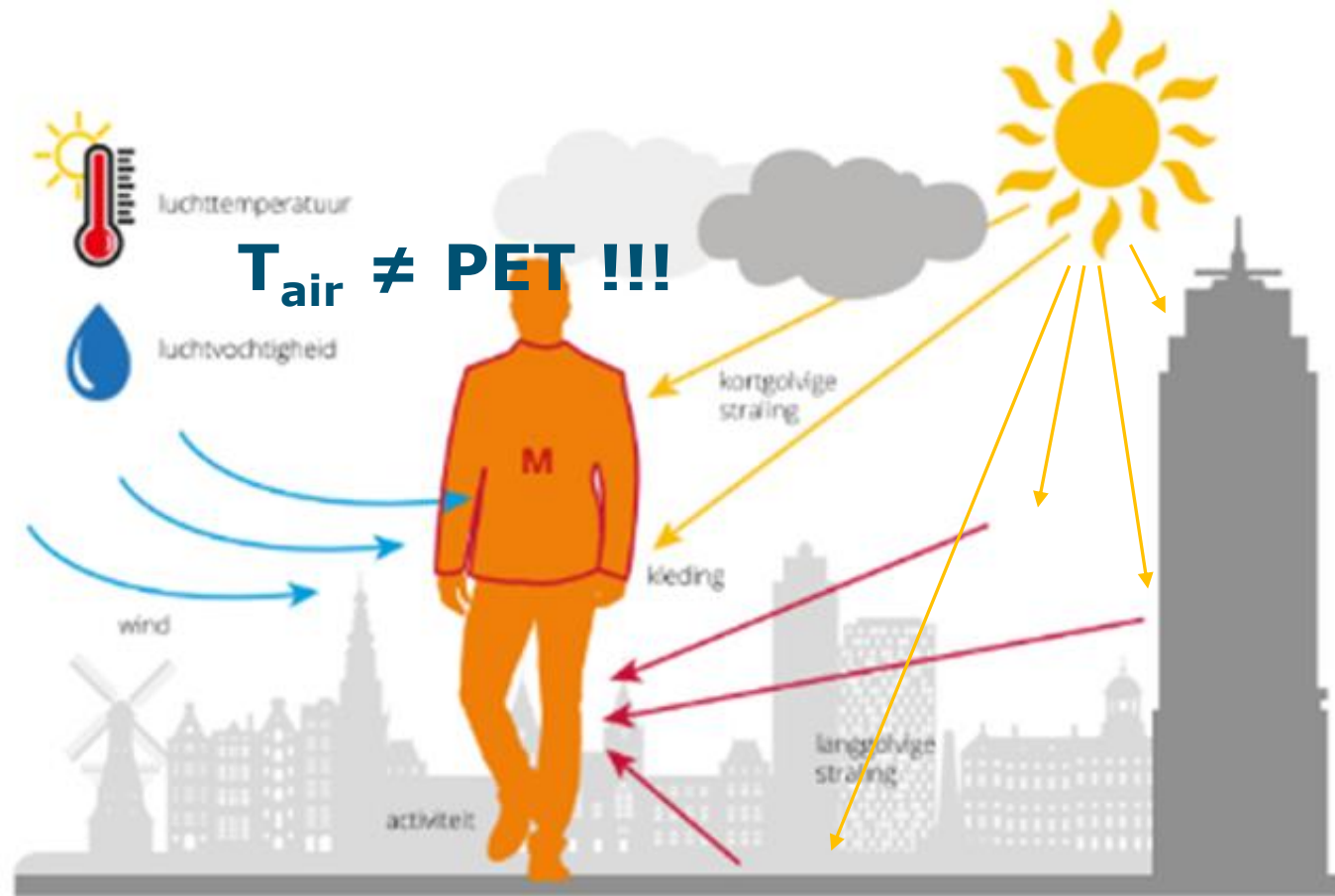
Methods We did a quantitative health impact assessment for summer (June 1–August 31), 2015, of the effect of UHIs on all-cause mortality for adults aged 20 years or older in 93 European cities. We also estimated the temperature reductions that would result from increasing tree coverage to 30% for each city and estimated the number of deaths that could be potentially prevented as a result. We did all analyses at a high-resolution grid-cell level (250 × 250 m). We propagated uncertainties in input analyses by using Monte Carlo simulations to obtain point estimates and 95% CIs.

www.thelancet.com; January 31, 2023

The Lancet 2 feb 2023: Ruim 4 % sterfgevallen in Eur. steden tijdens zomer gevolg "hitte-eiland-effect"

Extra bomen in de stad zouden bijna een derde van die sterfgevallen kunnen vermijden.

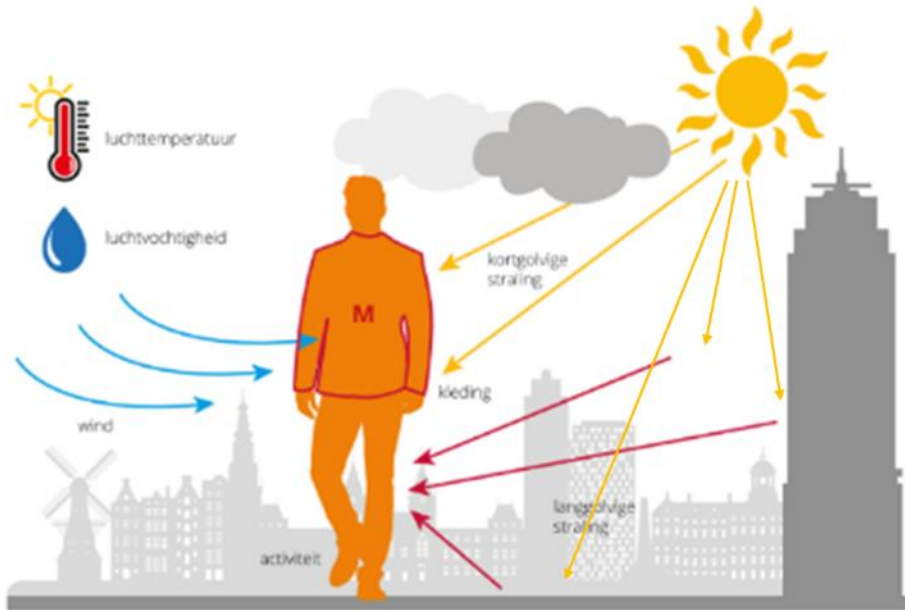
Hittestress: gevoelstemperatuur (PET)



Figuur 3.3 Schematische weergave van de energiebalans van het menselijk lichaam. 'M' staat voor metabolisme. Gebaseerd op Havenith (1999) en <https://transsolar.com/approach/transsolar-academy/2014/mahrooh-basar>.

Groen en koeling in de stad (1)

Physiological Equivalent Temperature (PET)



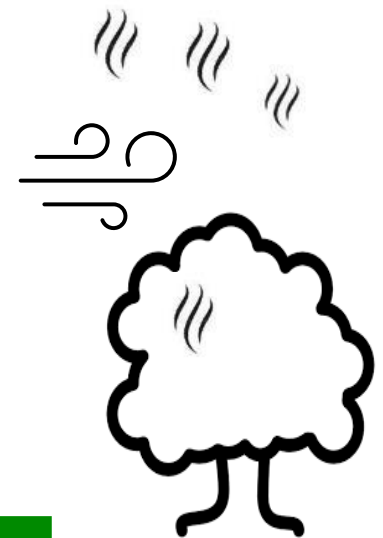
Figuur 3.3 Schematische weergave van de energiebalans van het menselijk lichaam. 'M' staat voor metabolisme. Gebaseerd op Havenith (1999) en <https://transsolar.com/approach/transsolar-academy/2014/mahrooh-basar>.

Cooling principles

1. Evaporation

2. Ventilation

3. Shading



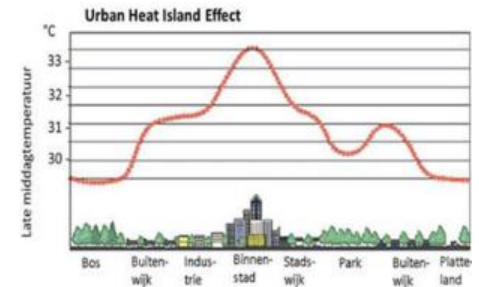
URBAN GREEN

Groen en koeling in de stad (2)

2 schaalniveaus:

1. Stadsniveau: tegengaan hitte-eiland in stad
10% meer groen: UHI -0.6 °C (=T_{air} !)

2. Lokaal: koeling door **schaduw** en verdamping
met name effect bomen (en groen-elementen)
koele looproutes en koele plekken (= PET !)



Groen voor Klimaatadaptatie in de Stad



PPS-project: Effectief klimaatgroen in de stad

■ Groene sector



■ Onderwijs & Onderzoek



■ Stedelijk beheer



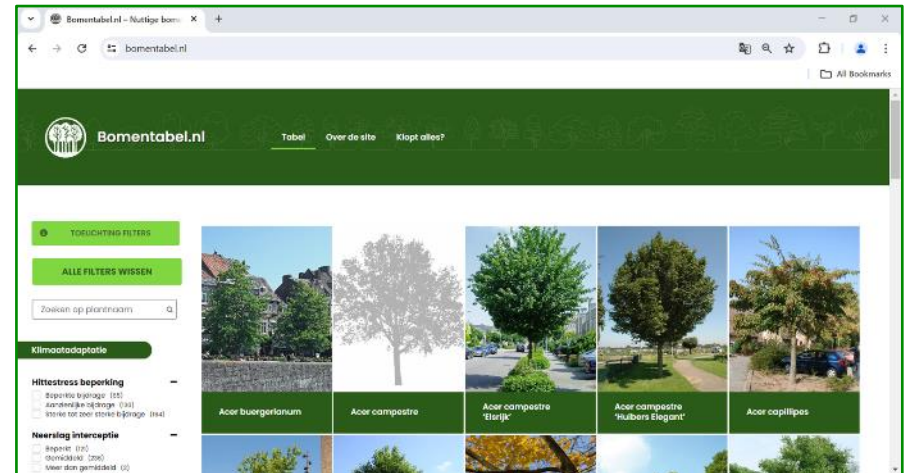
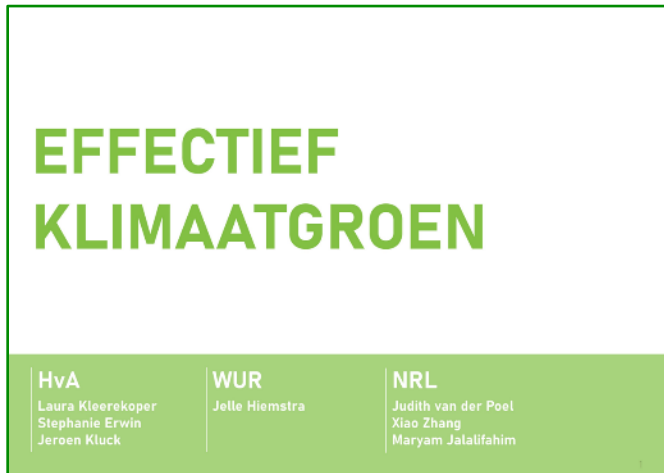
Doel: Tools voor klimaatgroen

■ Vragen:

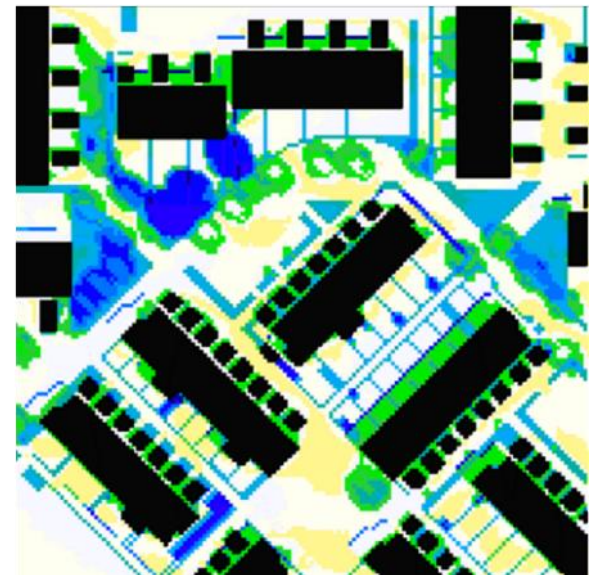
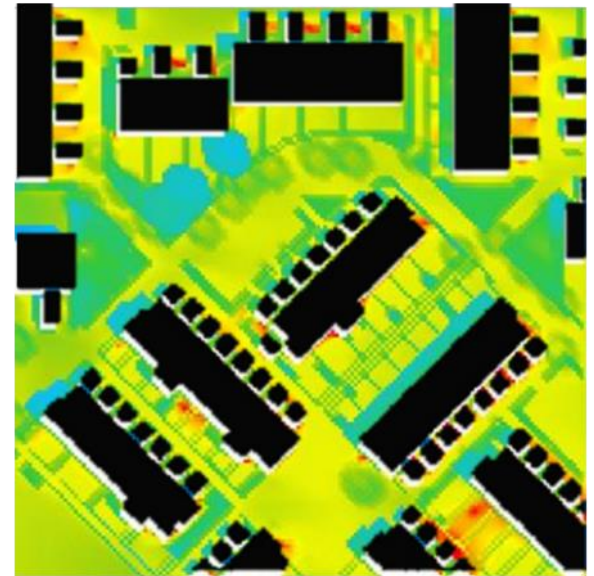
1. Hoe groot is effect bomen (& groen) op hittestress
2. Hoe groen in de stad inpassen (wijktypen)
3. Hoe dat groen inrichten: soortenkeuze

■ Product: 2 Tools:

1. **Ontwerprichtlijnen & voorbeeldprofielen** ("sjablonen")
2. **Bomenkieswijzer**: interactieve digitale database (Bomentabel 2.0)



1. Hoe groot is koelend effect bomen



Samenvatting

- Bomen kunnen hittestress aanzienlijk beperken
 - i.h.a. reductie van 10-15 graden
 - variatie tussen soorten en individuen
 - Ook bomen met niet erg dichte kroon effectief
- Effect in praktijk sterk beïnvloed door:
 - Omgeving → microklim. omstandigheden
 - Groeiplaats → ontwikkeling boom
 - (beperkt) eigenschappen van de soort

Slotconclusie

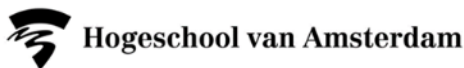
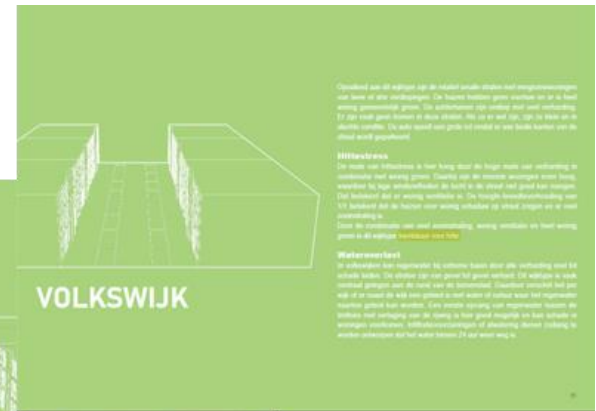
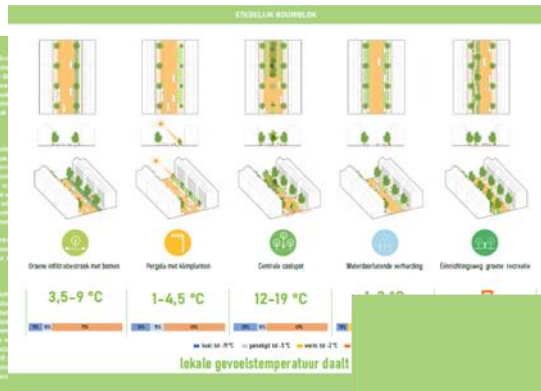
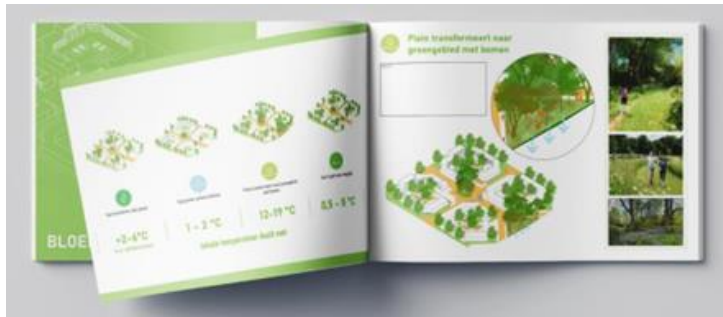
Voor optimale reductie hittestress is schaduw essentieel →

- Soortkeuze: juiste boom op juiste plek
- Groeiplaats: zorg dat boom gezond oud (=groot) kan worden
- Pas dan (beperkte) verschillen tussen soorten relevant
- Brede dichte kroon meeste effect → grootste schaduwplek

2. Hoe klimaatgroen in de stad inpassen

Ontwerp

Brochure Effectief Klimaatgroen



3. Hoe richt je het (klimaat)groen in

Soortkeuze

Bomentabel

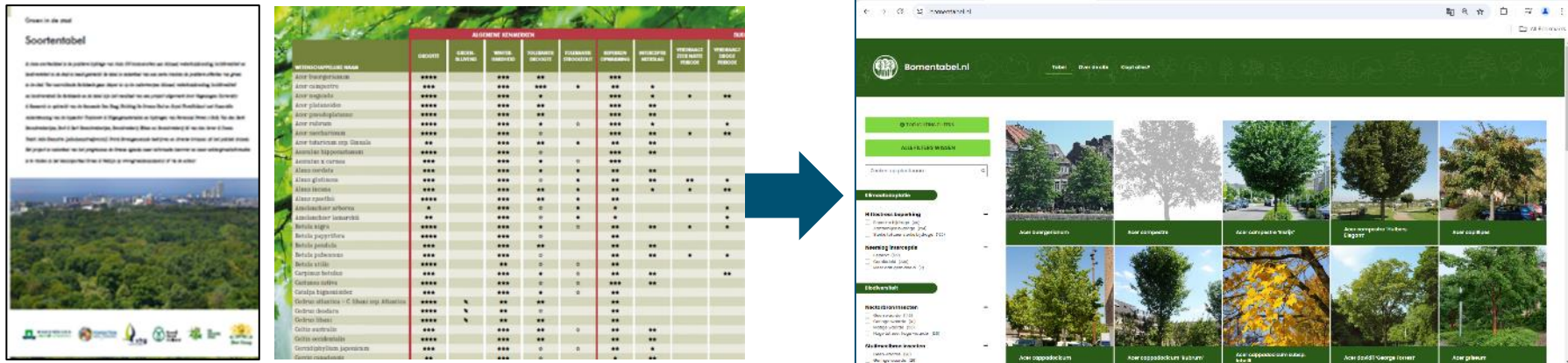


WETENSCHAPPELIJKE NAAM	ALGEMENE KENMERKEN								BIJD
	GROOITE	GROEN- BLIJFEND	WINTER- HARDHEID	TOLERANTIE DROOGTE	TOLERANTIE STROOKZOUT	BEPERKEN OPWAEMING	INTERCEPTIE NEERSLAG	VERDRAAGT ZEER NATTE PERIODE	VERDRAAGT DROGE PERIODE
Acer buergerianum	****		***	**		***			
Acer campestre	***		***	***	*	**	*		
Acer negundo	****		***	*		***	*	*	**
Acer platanoides	****		***	**		***	**		
Acer pseudoplatanus	****		***	**		***	**		
Acer rubrum	****		***	*	☆	***	*		*
Acer saccharinum	****		***	☆		***	**	*	**
Acer tataricum ssp. Ginnala	**		***	**	*	**	**		
Aesculus hippocastanum	****		***	☆		***	**		
Aesculus x carnea	***		***	*	☆	***			
Alnus cordata	***		***	*	*	**	**		
Alnus glutinosa	***		***	☆	*	**	**	**	*
Alnus incana	***		***	**	*	**	*	*	**
Alnus spaethii	****		***	**	*	**			
Amelanchier arborea	*		***	☆	*	*			*
Amelanchier lamarckii	**		***	☆	*	*			*
Betula nigra	****		***	*	☆	**	**	*	*
Betula papyrifera	****		***	☆		**			
Betula pendula	***		***	**		**	**		
Betula pubescens	***		***	☆		**	**	*	*
Betula utilis	****		**	☆	☆	**			
Carpinus betulus	***		***	*	☆	**	**		**
Castanea sativa	****		***	☆	☆	***	**		
Catalpa bignonioides	***		***	*	☆	**			
Cedrus atlantica = C. libani ssp. Atlantica	****	☞	**	**		**			
Cedrus deodara	****	☞	**	☆		**			
Cedrus libani	****	☞	**	**		**			
Celtis australis	***		***	**	☆	**	**		
Celtis occidentalis	****		***	**		**	**		
Cercidiphyllum japonicum	***		***	☆	☆	**	*		
Cercis canadensis	**		***	☆		*	**		

Soortentabel → digitale interactieve database op internet

- Meer soorten (en cultivars)
- Meer info

Soortentabel (2018) → Bomentabel.nl



Bestaande soortentabel → (Digitale) Bomentabel

- Digitaal & Interactief: "Bomenkieswijzer"
- Uitbreiding naar 359 soorten/cultivars
- Geïllustreerd (foto van boom in praktijk)
- Onafhankelijk, gebaseerd op (wetenschappelijke) kennis
- Keuze d.m.v. filters op basis van:
 - gewenste baten (functies)
 - soorteigenschappen
 - groeiplaats kenmerken

BOMENTABEL.NL

**TOELICHTING
FILTERS**

ALLE FILTERS WISSEN

Zoeken op plantnaam 🔍

Klimaatadaptatie

Hittestress beperking

- Beperkte bijdrage (65)
- Aanzienlijke bijdrage (130)
- Sterke tot zeer sterke bijdrage (164)

Neerslag interceptie

- Beperkt (121)
- Gemiddeld (236)
- Meer dan gemiddeld (2)

Biodiversiteit

Nectarbron Insecten

- Geen waarde (146)
- Geringe waarde (18)
- Matige waarde (50)
- Hoge tot zeer hoge waarde (135)

Stuifmeelbron insecten

- Geen waarde (28)
- Geringe waarde (26)



Acer buergerianum



Acer campestre



**Acer campestre
'Elsrijk'**



**Acer campestre
'Huibers
Elegant'**



Acer capillipes



Acer cappadocicum



**Acer cappadocicum
'Rubrum'**



**Acer cappadocicum
subsp. lobelii**



**Acer davidii
'George Forrest'**



Acer griseum



Ulmus 'New Horizon'



Ulmus 'Plantijn'



Ulmus 'Rebona'



Ulmus 'Wanoux' (Vada)



Ulmus glabra 'Exoniensis'



Ulmus laevis



Ulmus minor
'Hoersholmiensis'



Ulmus minor 'Sarniensis'



Ulmus pumila



Ulmus x hollandica
'Groeneveld'



Ulmus x hollandica
'Wredei'



Zelkova serrata



Zelkova serrata 'Flekova'



Zelkova serrata 'Village
Green'

De BOMENTABEL is een product van een met steun van TKI T&U uitgevoerd project waarin een groot aantal partijen uit de groensector, stedelijk beheer en onderzoek hebben samengewerkt aan de ontwikkeling van tools voor effectief klimaatgroen in de stad. De data zijn verzameld door Wageningen Research (eindredactie J.A. Hiemstra), de technische uitvoering is verzorgd door Blunt Communicatieadvies en de foto's zijn beschikbaar gesteld door diverse kwekers.

BOMENTABEL

i TOELICHTING
FILTERS

ALLE FILTERS WISSEN

Zoeken op plantnaam

Klimaatadaptatie

Hittestress beperking

- Beperkte bijdrage (65)
- Aanzienlijke bijdrage (130)
- Sterke tot zeer sterke bijdrage (164)

Neerslag interceptie

- Beperkt (121)
- Gemiddeld (236)
- Meer dan gemiddeld (2)

Biodiversiteit

Nectarbron Insecten

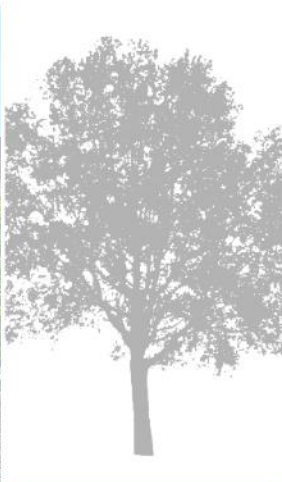
- Geen waarde (146)
- Geringe waarde (18)
- Matige waarde (50)
- Hoge tot zeer hoge waarde (135)

Stuifmeelbron insecten

- Geen waarde (28)
- Geringe waarde (26)



Acer buergerianum



Acer campestre



Acer campestre 'Elsrijk'



Acer campestre 'Huibers Elegant'



Acer capillipes



Acer cappadocicum



Acer cappadocicum 'Rubrum'



Acer cappadocicum subsp. lobelii



Acer davidii 'George Forrest'



Acer griseum

Zoeken op soortnaam



Bomentabel.nl

Tabel

Over de site

Klopt alles?

TOELICHTING FILTERS

ALLE FILTERS WISSEN

Tilia cordata



Klimaatadaptatie

Hittestress beperking

Sterke tot zeer sterke bijdrage (4)

Neerslag interceptie

Gemiddeld (4)

Biodiversiteit

Nectarbron Insecten

Hoge tot zeer hoge waarde (4)



Tilia cordata



Tilia cordata 'Böhlje'



Tilia cordata 'Greenspire'



Tilia cordata 'Rancho'



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH



Ecosysteemdiensten

Hittestress beperking: Sterke tot zeer sterke bijdrage

Neerslag interceptie: Gemiddeld

Fijnstof filtering: Matig

NOx/O3 opname: Groot

CO2 vastlegging: Groot

Biodiversiteit

Nectarbron: Hoge tot zeer hoge waarde

Stuifmeelbron: Hoge tot zeer hoge waarde

Voedselbron vogels:

Algemene kenmerken

Soort of cultivar: Cultivar

Grootte: 10-15 meter

Groenblijvend: Nee; bladverliezend

Winterhardheid: Zeer goed

Droogtetolerantie: Matig

Strooizouttolerantie:

Verdraagt verharding: Goed (verdraagt verharding)

Mannelijke/vrouwelijke selectie:

Herkomst

Inheems: Oorspronkelijk inheems

Ecologische compatibiliteit: Hoog

Herkomst:

Negatieve kenmerken

Allergeniciteit: Niet of zwak

VOS emissie: Matig

Evt overige overlast:

Filteren; bijvoorbeeld op functies:

- Sterke bijdrage beperking hittestress
- Hoge waarde als nectarbron
- Groot vermogen filteren fijnstof

TOELICHTING FILTERS

ALLE FILTERS WISSEN

Zoeken op plantnaam

Klimaatadaptatie

Hittestress beperking

- Beperkte bijdrage (65)
- Aanzienlijke bijdrage (130)
- Sterke tot zeer sterke bijdrage (164)

Neerslag interceptie

- Gemiddeld (236)

Biodiversiteit


Nectarbron Insecten

- Geen waarde (146)
- Geringe waarde (18)
- Matige waarde (50)
- Hoge tot zeer hoge waarde (135)


Stuifmeelbron insecten

- Matige waarde (187)
- Hoge tot zeer hoge waarde (92)


Luiftoverdekking




Salix alba




Salix alba 'Belders'




Tilia tomentosa



Tilia tomentosa 'Brabant'



Tilia tomentosa 'Doornik'



Tilia tomentosa 'Pendula'

Samenvatting: Effectief (klimaat)groen in de stad

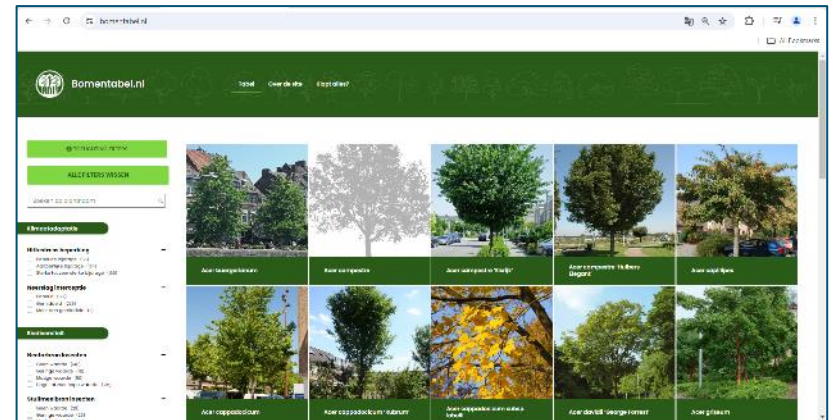
Essentieel:

Evenwicht soort – locatie - functie

Tools:

- Bomentabel:

<https://bomentabel.nl>



- Brochure Effectief Klimaatgroen: <https://edepot.wur.nl/658564>
- Brochure Aantrekkelijke koele plekken en routes

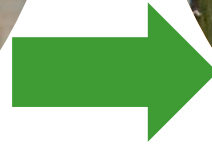


- <https://klimaatadaptatienederland.nl/hulpmiddelen/overzicht/>

Van (wens)beeld naar Effectief Groen



Rome, Santa Maria in Trastevere (12^e eeuw)



Amsterdam, J.W. Siebeleshof (2011)

Dank voor uw aandacht



INFO:

www.wur.nl/klimaatgroen-in-de-stad

www.wur.nl/ecosysteemdienstenbomen

Bomentabel: <https://bomentabel.nl/>

Brochure Effectief Klimaatgroen → <https://edepot.wur.nl/658564>

Brochure Aantrekkelijke Koele Plekken en Routes →

<https://klimaatadaptatienederland.nl/publish/pages/184513/aantrekkelijke-koele-plekken-en-routes.pdf>