



# Verkoeling door bomen

Hittesymposium

27 juni 2023

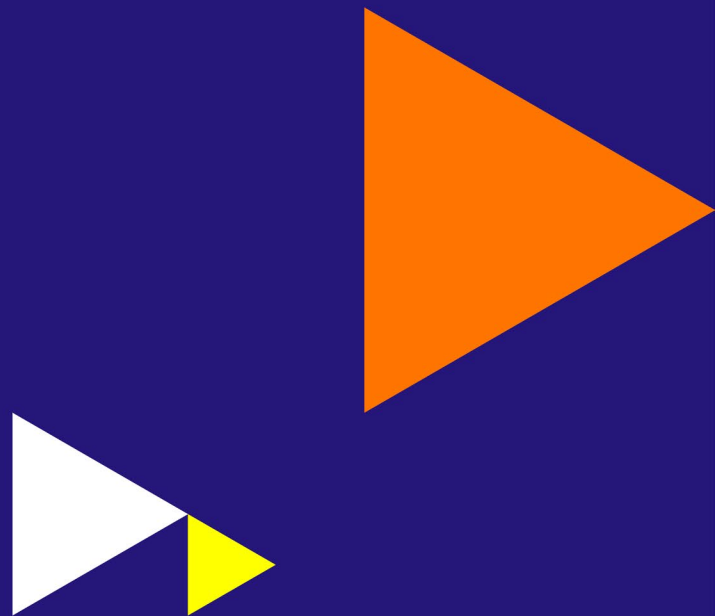
Docent Duurzame Stedelijke Ontwikkeling – Technische Universiteit Delft

René van der Velde – Associate Professor Landscape Architecture and Urban Forestry

Lectoraat Water in en om de stad – Hogeschool van Amsterdam

Dante Föllmi – Docent-Onderzoeker

Laura Kleerekoper – Docent-Onderzoeker



# Verkoeling door bomen





# Verkoeling door bomen

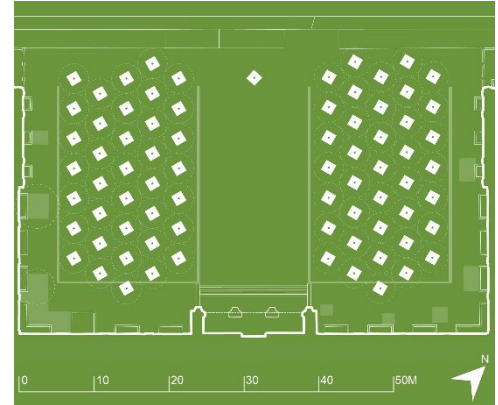




# Verkoeling door bomen

# Opzet sessie

1. Het stedelijk klimaat arboretum bij de faculteit Bouwkunde  
- TU Delft
2. Metingen Steve Bikoplein, Amsterdam  
Project Effectief Groen - HvA en WUR



# 1. Het stedelijk klimaat arboretum bij de faculteit Bouwkunde - TU Delft

# 2. Metingen Steve Bikoplein, A'dam

## Project Effectief Groen - HvA en WUR

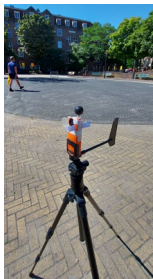


# HET EFFECT VAN BOOMEIGENSCHAPPEN OP HET VERMINDEREN VAN HITTE-STRESS

METINGEN STEVE BIKOPLEIN, AMSTERDAM  
EFFECTIEF GROEN VOOR KLIMAATADAPTATIE IN DE STAD

**Hitte Symposium - Juni 2023**

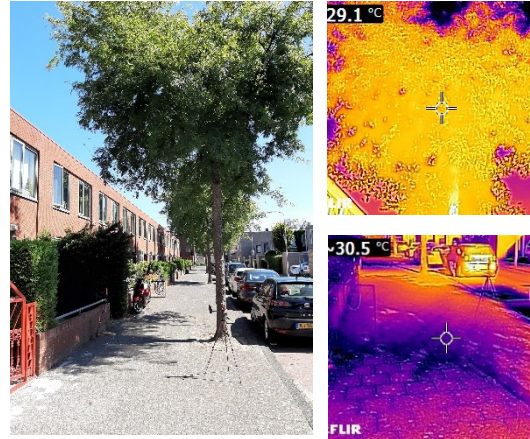
Dante Föllmi, Laure Kleerekooper, Jeroen Kluck



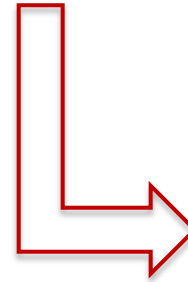


# INLEIDING

- ▶ Hoe koelen bomen?
- ▶ WUR → veel individuele bomen gemeten: **37 soorten en cultivars** (nog in analyserende fase)
- ▶ Riep vragen op: grote variatie tussen metingen:
  - ▶ Invloed **standplaats** (boomvitaliteit)
  - ▶ Invloed **boomeigenschappen**
  - ▶ Invloed **microklimaat**
  - ▶ Invloed (lokale) **weersomstandigheden**



## Metingen



Soortentabel: variatie in  
effectiviteit individuele  
bomen

Hiemstra, J. A. (2018). Groen in de stad: soortentabel. WUR

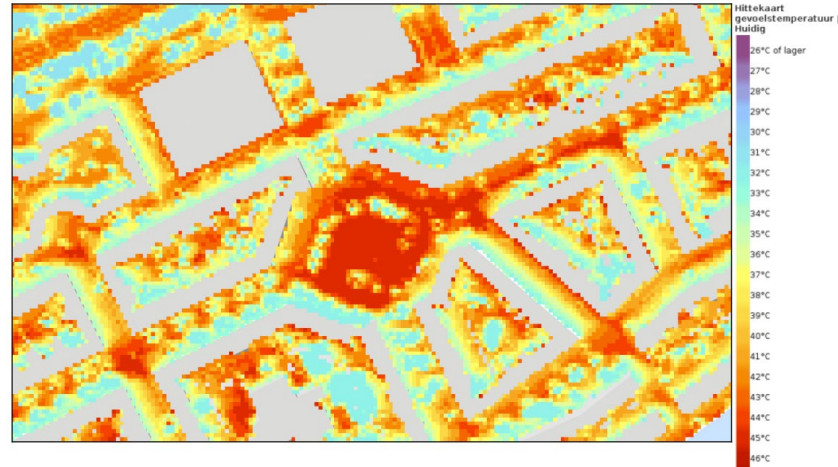
# INLEIDING – OPZET METINGEN

- ▶ HvA → Aanvullende metingen in hetzelfde microklimaat
- ▶ Metingen aan bomen **tegelijkertijd** en **over de hele dag**
  - ▶ Variabiliteit per dag: weersomstandigheden in de ochtend-middag groter dan de verschillen tussen bomen
- ▶ Het effect van **boomeigenschappen en het tegengaan van hitte-stress:**
  - ▶ Vitaliteit/conditie van de boom;
  - ▶ Doorlatendheid/kruindichtheid
  - ▶ Kruindiameter
  - ▶ Boomhoogte



# MEETLOCATIE: STEVE BIKOPLEIN

- ▶ Stedelijk bouwblok met **hoge mate van hittestress**
  - ▶ Representatief om bomen te kunnen meten
- ▶ **Geen schaduwwerking** van omliggende gebouwen
- ▶ Veel verschillende boomtypes in hetzelfde microklimaat  
→ **maakt vergelijken mogelijk**

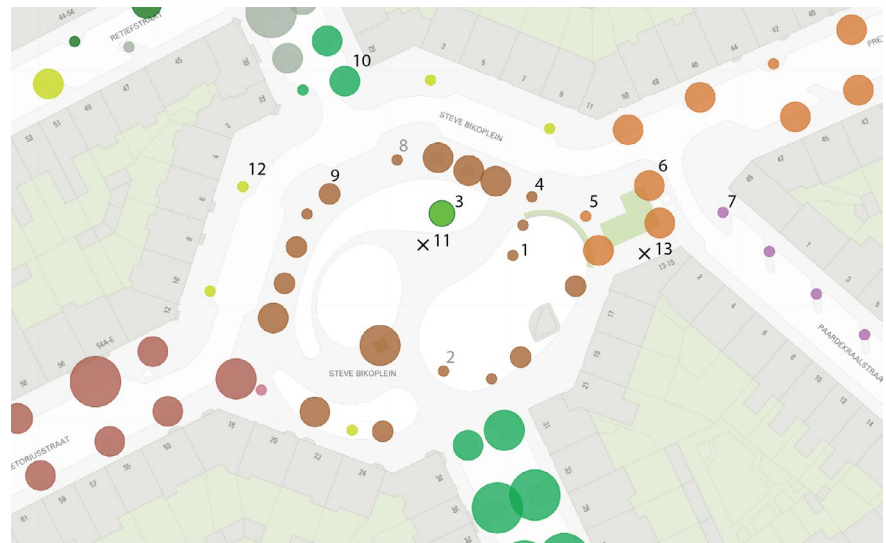


# INTRODUCTIE BOMEN

- ▶ **10 bomen gemeten** (6 soorten)
- ▶ Drie dagen, elke dag ~4 uur gemeten per boom = **12 uur per boom**



Soort	punt	Staat boom	Kruin dichtheid (%)	Kroon diameter (m)	Hoogte (m)
P. Kastanje	1	gezond	dicht (80-100%)	7.00	6.90
Acacia	3	zwak	zeer open (0-30 %)	5.00	8.20
P. Kastanje	4	gezond	dicht (80-100%)	3.50	5.20
Haagbeuk	5	zwak	dicht (80-100%)	4.00	7.80
Haagbeuk	6	gezond	dicht (80-100%)	6.00	11.00
Haagbeuk	6	gezond	dicht (80-100%)	6.00	11.00
Sierkers	7	zwak	open (20-40%)	3.50	5.00
P. Kastanje	9	gezond	dicht (80-100%)	7.00	9.80
Linde	10	zwak	half-open (40-60%)	8.00	9.60
Referentie	11	-	-	-	-
Hazelaar	12	gezond	normaal (60-80%)	6.00	8.80
Referentie	13	-	-	-	-





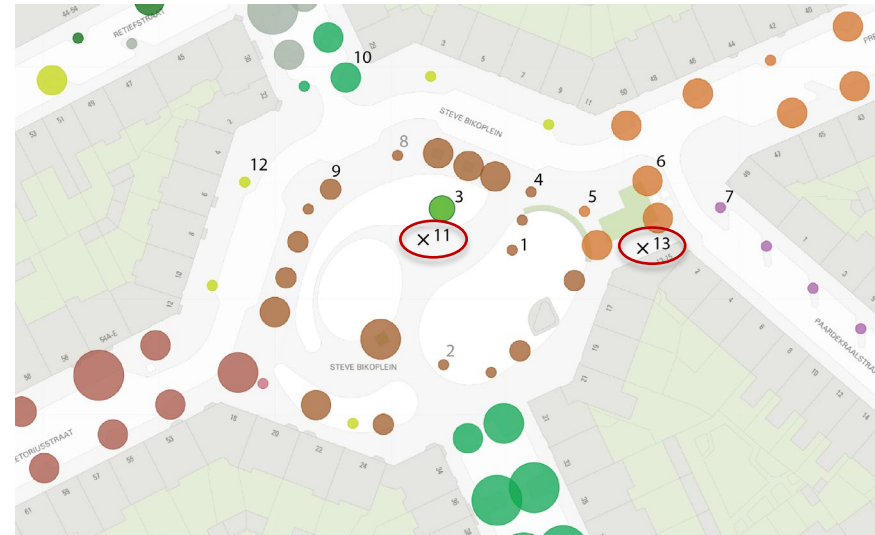
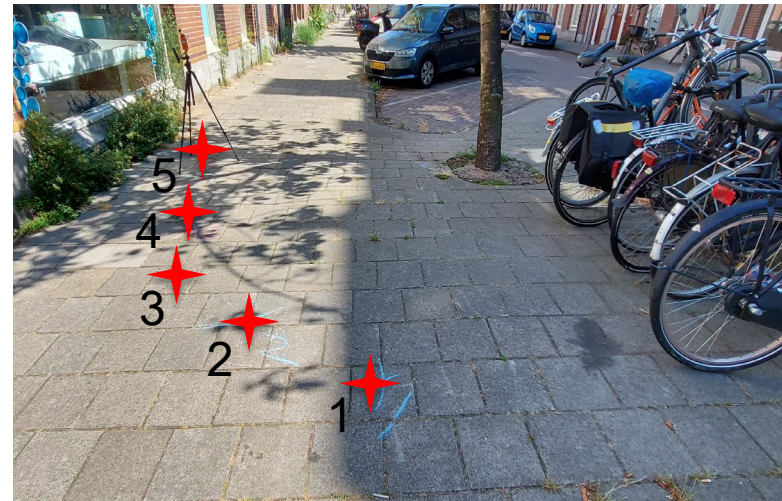
# METHODE (1)

- ▶ **Conditie:** >25 graden & onbewolkt
- ▶ **Meetmoment:** heetst moment van de dag (12:00 - 16:00)
- ▶ Dag 1 → 23 Juni 2022 (aan het eind wat sluierbewolking)
- ▶ Dag 2 → 19 Juli 2022
- ▶ Dag 3 → 11 Augustus 2022
- ▶ **Apparatuur:** Kestrel weerstation
- ▶ **Hitte parameter:** PET (Physiological Equivalent Temperature) berekend uit:
  - ▶ Luchttemperatuur
  - ▶ Straling (zwarte bol temperatuur)
  - ▶ Windsnelheid
  - ▶ Luchtvochtigheid



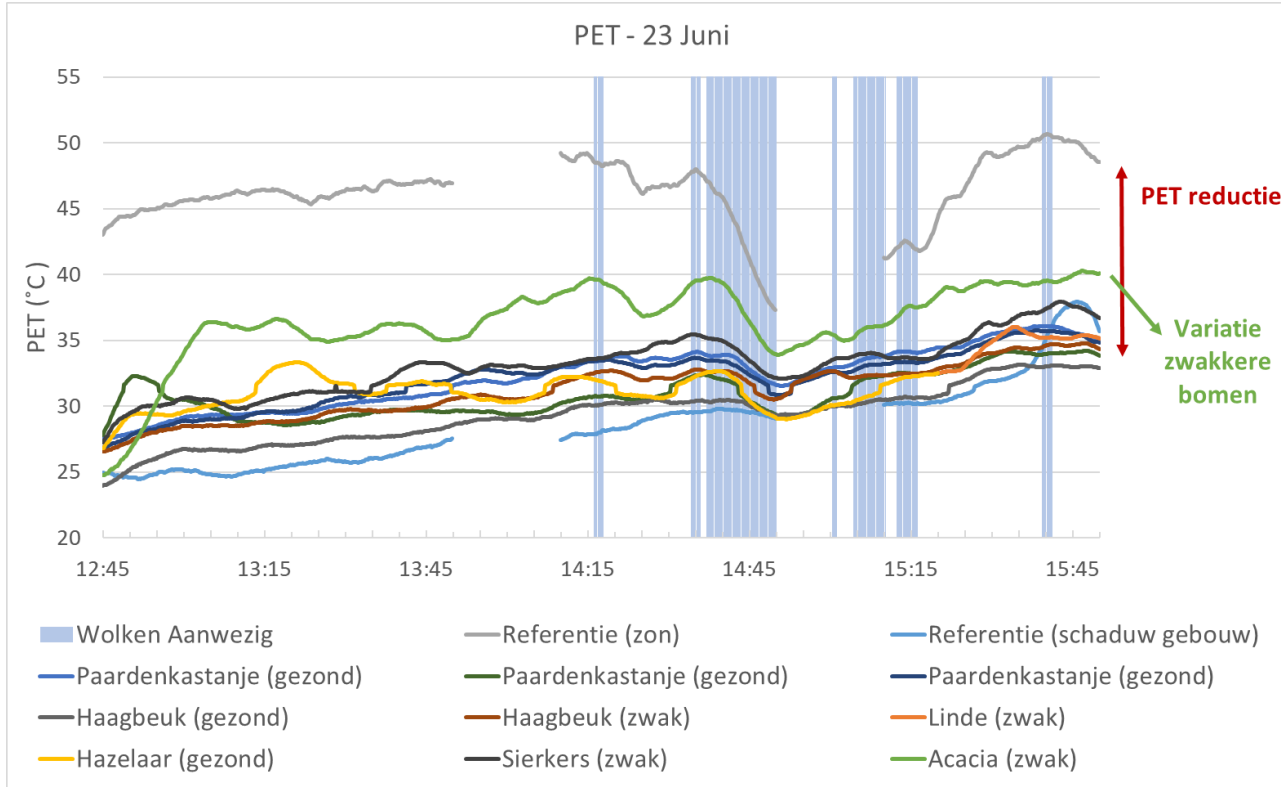
## METHODE (2)

- ▶ Kestrel ieder uur verplaatsen naar **midden schaduwpatroon**
- ▶ **Twee referentiepunten:**
  - ▶ Volle zon
  - ▶ Schaduw van een gebouw
- ▶ *PET reductie = PET Referentie punt in zon – PET waarde meetpunt boom*
  - ▶ Geeft aan wat is de winst is t.o.v. de volle zon

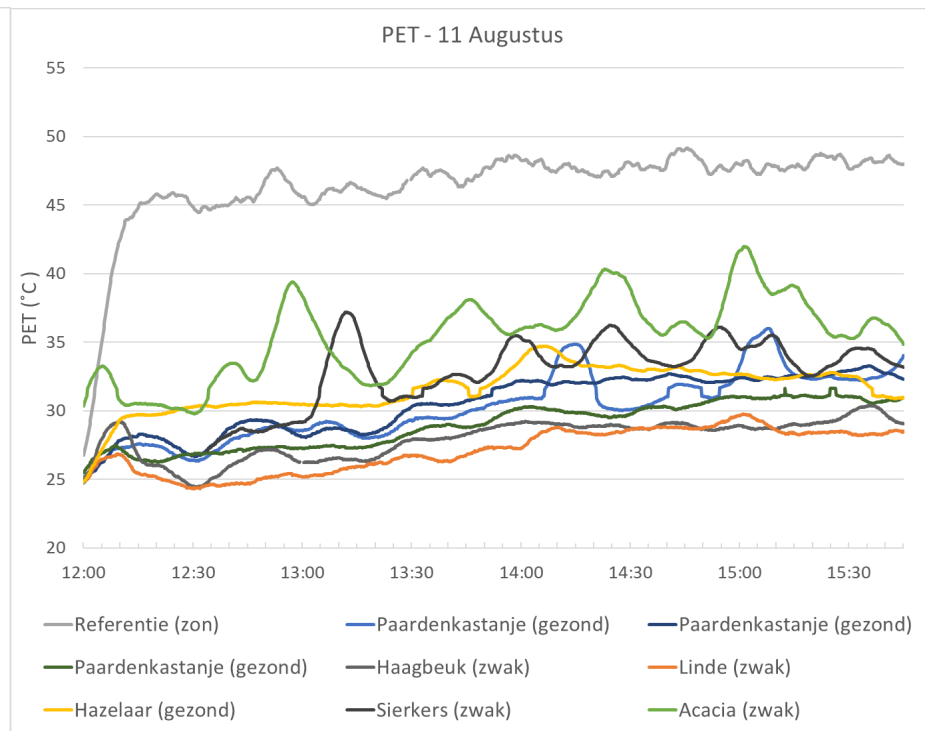
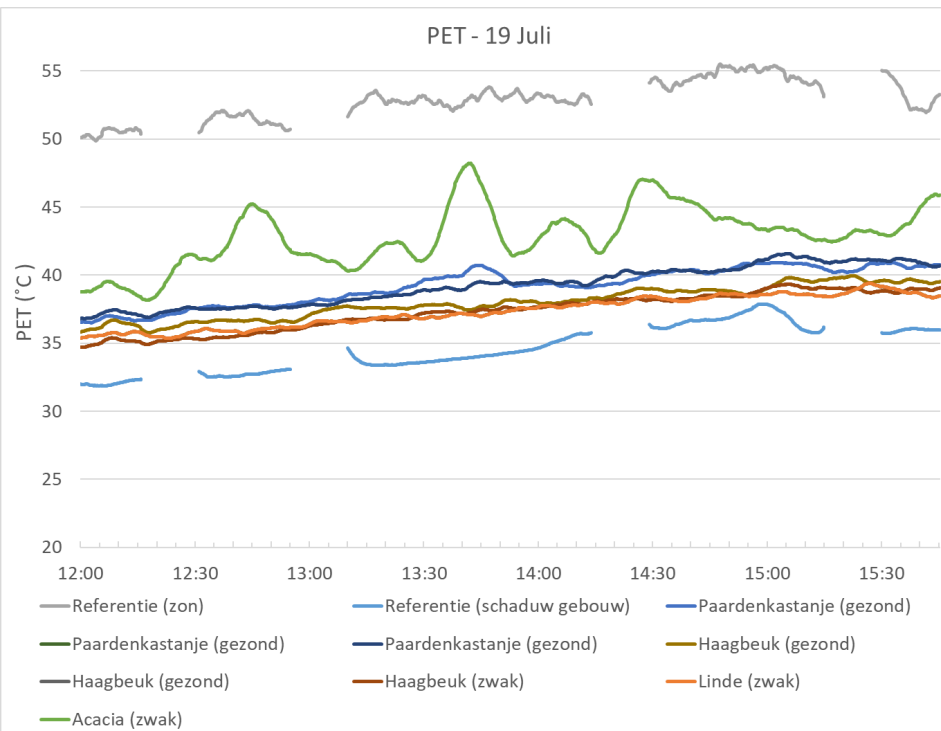




# PET TIJDVERLOOP – DAG 1



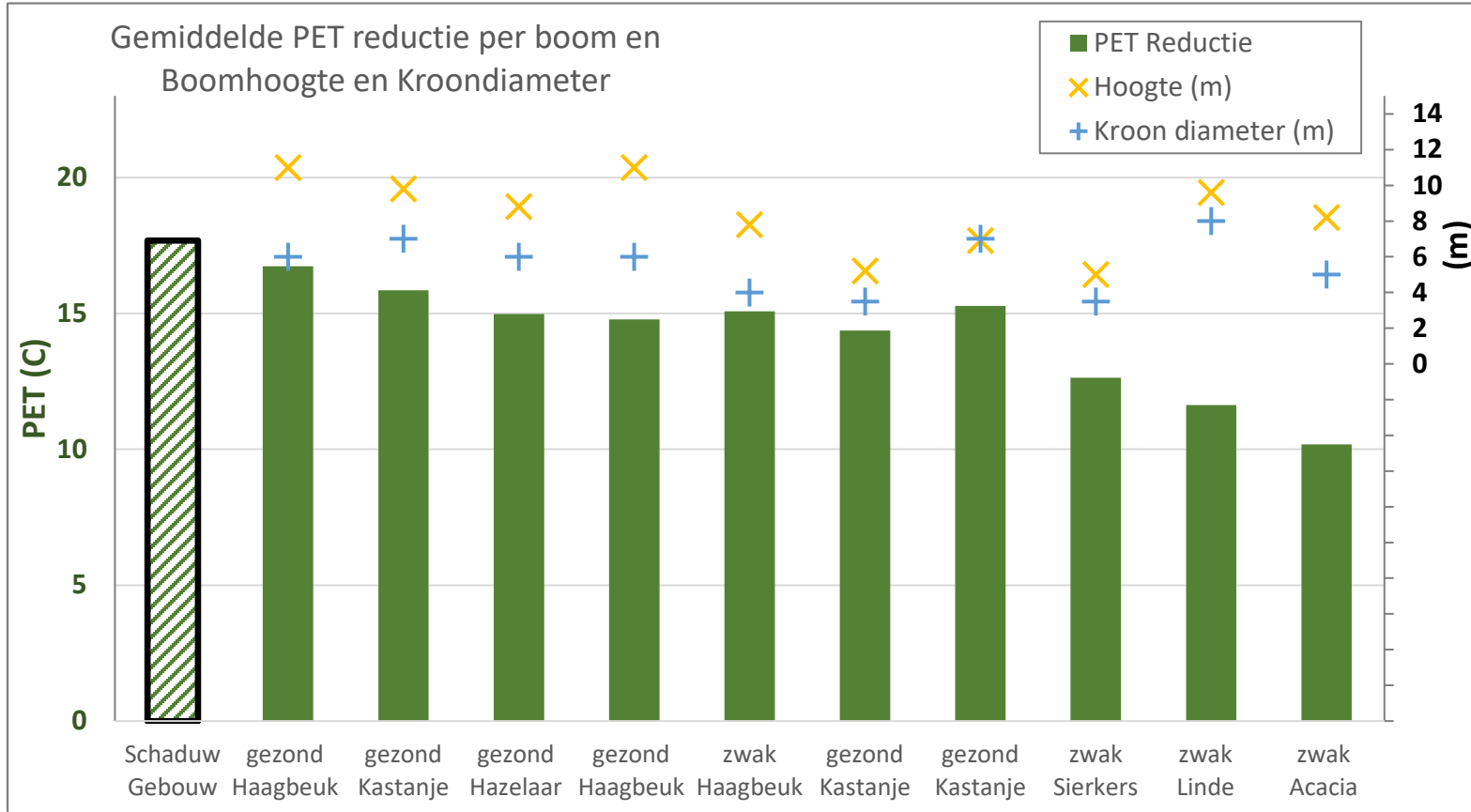
# PET TIJDVERLOOP – DAG 2 & 3





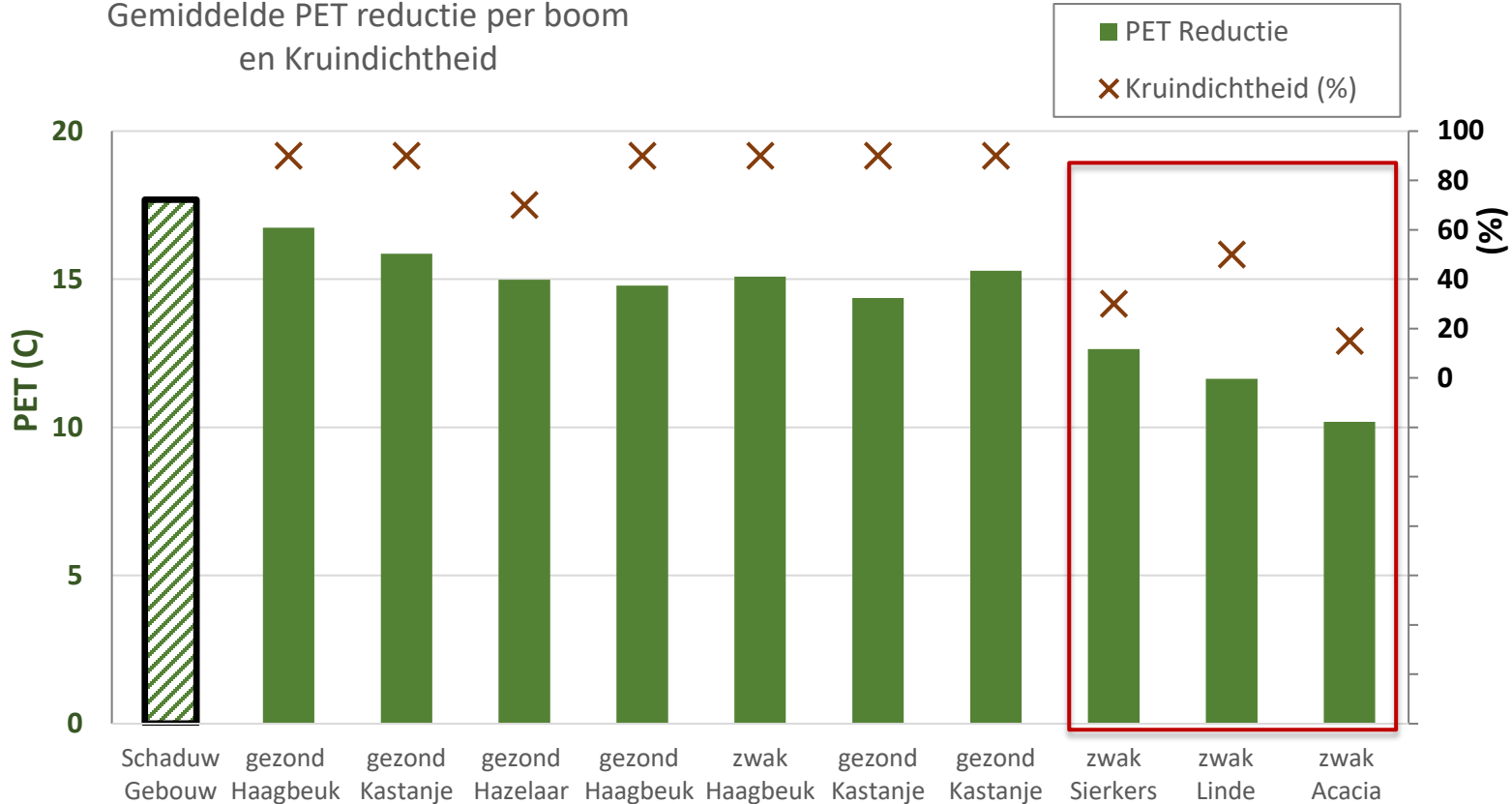


# DAG 1, 2 EN 3





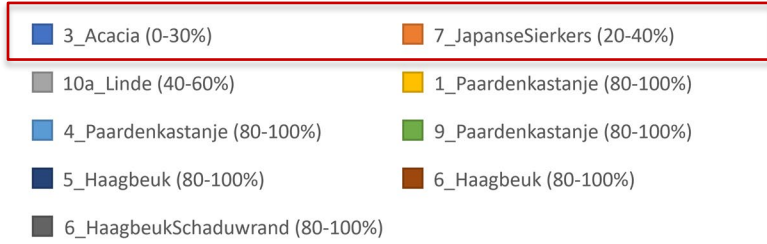
Gemiddelde PET reductie per boom  
en Kruindichtheid





# KRUINDICHTHEID

PET reductie in relatie tot kruindichtheid - Alle dagen

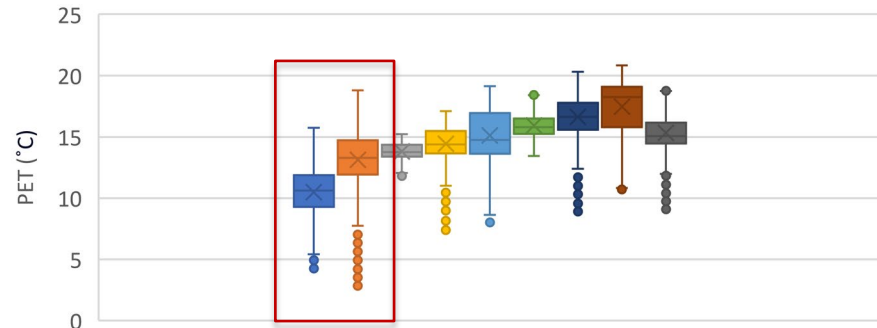


Acacia



Kastanje

- ▶ **Grotere variatie** in de data voor zwakkere bomen
- ▶ **Boomvitaliteit en kruindichtheid** invloed op de reductie van PET met 7 °C
- ▶ **Zwakke bomen/net aangeplante bomen** doen er toe
- ▶ Alleen schaduwpatroon/-oppervlak is kleiner bij jonge bomen



# VARIABLEN VERANTWOORDELIJK VOOR PET REDUCTIE – DAG 1,2,3

Gem. temperatuur (°C)	30.3
Gem. Temp t.o.v. Referentie in volle zon (°C)	-1.1
Gem. Windsnelheid (m/s)	1.2
Gem. Windsnelheid t.o.v. Referentie in volle zon (m/s)	0.2
Gem. Zwarte bol temperatuur (°C)	33.4
Gem. Zwarte bol temperatuur. t.o.v. Referentie in volle zon (°C)	-11.3
Gem. Relatieve vochtigheid (%)	39.3
Gem. Relatieve vochtigheid t.o.v. Referentie in volle zon (%)	0.6

# CONCLUSIE

- ▶ **Elke boom koelt** → verschil tussen bomen = 10-17 °C PET reductie
- ▶ **Zwarte bol temperatuur (straling)** meest bepalend in PET reductie, verdamping lijkt een kleiner effect te hebben
- ▶ Kroonometrek & Hoogte heeft beperkt invloed op de PET reductie → **Kruindichtheid belangrijker** (7 °C PET verschil op een dag)
- ▶ **Droogtebestendige groen en groeiplaats** (en dus boomvitaliteit) belangrijk?



# BOMEN PLAATSEN NIET MOGELIJK?

- ▶ Optimale groeiplaats = 1.5 x kroon diameter
- ▶ Bij gebrek aan (ondergrondse) ruimte & verminderen watervraag → **Pergola?**
- ▶ **Prototype en Onderzoek** binnenplaats Hogeschool van Amsterdam
  - ▶ Vervolgonderzoek effectiviteit Pergola's op hitte-stress
  - ▶ Optimaal ontwerp
  - ▶ Sociale context



# VRAGEN?

Email: [d.follmi@hva.nl](mailto:d.follmi@hva.nl)



# Discussie



## Stelling: *De soortkeuze in bomen is onbelangrijk voor verkoeling in de stad*

- Drie-dimensionaal groen (schaduw van bomen) heeft significant meer impact op stedelijke verkoeling dan lage beplanting en gras;
- Niet de soort maar de fysieke boomkenmerken (plantenmorfologie) zijn doorslaggevend als het gaat om verlaging van gevoelstemperatuur en oppervlaktetemperatuur;
- Toekomstbestendig groen is afhankelijk van een goede groeiplaats of is bestand tegen droogte;
- Een (alternatieve) indeling van soorten op basis van hun fysieke kenmerken is nodig om hittestress effectief tegen te gaan met bomen.



## Stelling:

*Droogtebestendig is minstens zo belangrijk als hitte-stress reductie bij het kiezen van soorten*

- Fysieke kenmerken van bomen worden beïnvloed door droogte in samenhang met groeiplaats en de hoogte van de grondwaterspiegel;
- Sommige geslachten (zoals Platanus) zijn minder gevoelig voor deze effecten dan andere (stelling voor vervolgonderzoek).





Stelling:

*Effecten bomen nacht en evapotranspiratie effect meet je niet in lokale PET*

