



Stadswerk

---

# 'Effectief groen voor klimaatadaptatie in de stad' – Het project en de Bomentabel

Jelle Hiemstra, 29-4-2021

Stadswerk Webinar Klimateffectief groen en de toekomstige stad



# Uitdaging: Groen → Klimaatbestendige stad

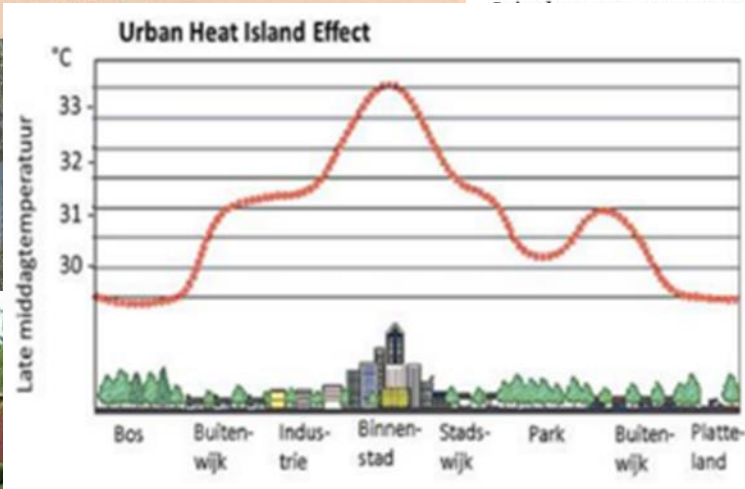
8 | Economie & Politiek

Maandag 9 juli 2018 | Het Financieele Dagblad

KLIMAAT STEDENBOUW

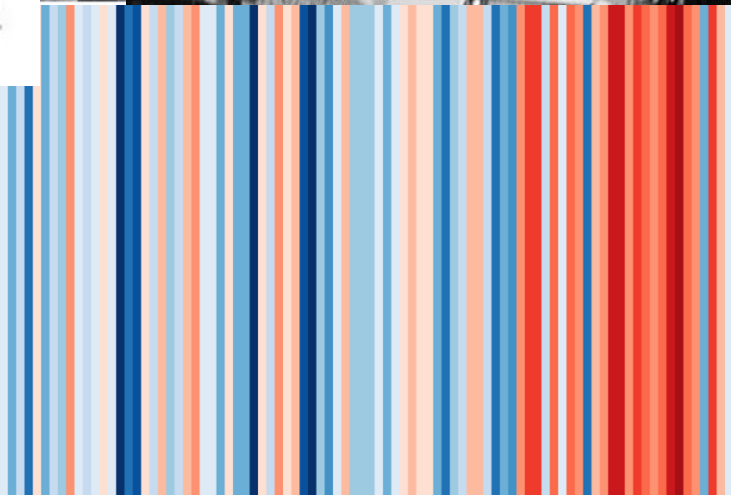
## Hittestress is een groeiend gevaar voor Nederlandse steden

Door opwarming van het klimaat komen hittegolven vaker voor. Bomen, groene daken en minder baksteen helpen een stad minder snel warm te laten worden



Sweltering cities

## Halfway to boiling: the city at 50C

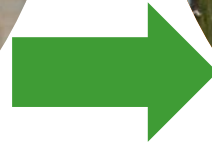




# Van (wens)beeld naar Effectief klimaatgroen



Rome, Santa Maria in Trastevere (12<sup>e</sup> eeuw)



Amsterdam, J.W. Siebeleshof (2011)

# Partners

## ■ Groene sector



## ■ Onderwijs & Onderzoek



## ■ Stedelijk beheer



Gemeente Den Haag



city of life sciences  
gemeente WAGENINGEN

# PPS: Effectief groen voor klimaatadaptatie

- Doel:

Vertalen van bestaande kennis in concrete concepten en richtlijnen voor effectief klimaatgroen

- Producten:

1. Concrete ontwerprichtlijnen voor benutten van groen in de stad voor klimaatadaptatie
2. Een set van "voorbeeldprofielen" (sjablonen) van klimaatgroen voor standaardsituaties in de stad
3. Bomentabel → uitgebreide database (interactief)





WETENSCHAPPELIJKE NAAM	ALGEMENE KENMERKEN					BIJDRAGE AAN ECOSYSTEEDIENSTEN										
	GROORTE	GROEN-BLIJVEND	WINTER-HARDHEID	TOLERANTIE DROOGTE	TOLERANTIE STROOIZOUW	BEPERKEN OPWARMING	INTERCEPTIE REERSLAG	VERDRAAGT ZEER NATTE PERIODE	VERDRAAGT DROGE PERIODE	WEGVANGEN FUNGSTOF	WEGVANGEN NO <sub>x</sub> /O <sub>x</sub>	VASTLEGGEN CO <sub>2</sub>	NEKTARBRON INSECTEN	STUIFMEELBRON INSECTEN	VOEDSELBRON VOGELS	A
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	★★		★★★	☆		★	★★			★★		★★★				
Cercis siliquastrum	★★		★★	★★	☆	★	★★			★★		★★★	★★★			
Chamaecyparis lawsoniana	★★★★	☞	★★★	★		★	★★			★★★★	★	★★★				
Cornus mas	★		★★★	☆		★	★		★	★★	★★★	★★★	★★★	★★	☞	
Corylus colurna	★★★		★★★	★	☆	★	★			★★	★★★	★★★		★★		
Crataegus coccinea	★		★★★	★	☆	★	★			★★		★★★				
Crataegus x lavalleyi	★		★★★	★	☆	★	★			★★★	★	★★★	★★★	★★		
Crataegus monogyna	★★		★★★	★	☆	★	★			★★		★★★	★★★	★★	☞	
Elaeagnus angustifolia	★		★★★	★★	★	★				★		★★				
Fagus sylvatica	★★★★		★★★	☆	☆	★★★	★★			★★★	★★★	★★★★	★★	★★	☞	
Fraxinus angustifolia	★★★		★★★	★	★	★★	★★			★★	★★★★	★★★★	☆	★★	☞	
Fraxinus excelsior	★★★★		★★★	☆	★	★★★	★★		★	★★	★★★★	★★★★	☆	★★	☞	
Fraxinus ornus	★★★		★★	★★	★	★★	★★			★	★★★	★★★	★	★★★	☞	
Fraxinus pennsylvanica	★★★★		★★★	★	★	★★		★	★★	★★	★★★★	★★★★	☆	★★	☞	
Ginkgo biloba	★★★★		★★★	★★		★	★★	★	★★	★★	★★★★	★★★★	☆	☆		
Gleditsia triacanthos var. inermis	★★★★		★★★	★★★	★	★★	★★			★★★	★★★	★★★★	★★★★	★		
Gymnocladus dioicus	★★★		★★★	★★★		★				★★	★★★	★★★★				
Ilex aquifolium	★★★	☞	★★	☆		★	★★			★★	★★★★	★★★	★★★	★★	☞	
Juglans nigra	★★★★		★★★	★★		★★★	★★			★★	★★★	★★★★			☞	



# Bomentabel 2.0

## ■ Uitbreiden tabel

- Aantal soorten
- Aanvullen informatie
- Onderbouwen informatie

120→300

compilatie literatuur in xls-file

Idem

## ■ Digitale versie maken

1<sup>e</sup> concept "webshop-vorm



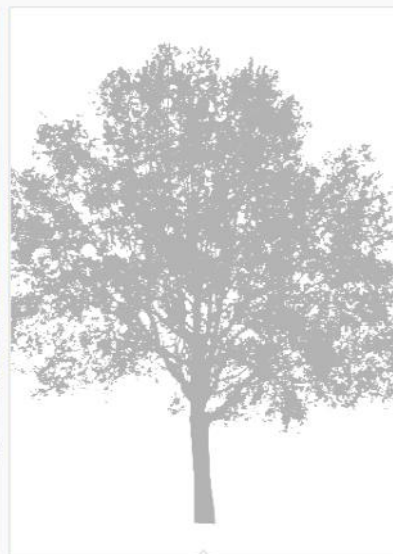
Acer buergerianum

Vergelijk



Acer campestre

Vergelijk



Acer negundo

Vergelijk



## LEEFMILIEU

### BEPERKING OPWARMING

- Hoge bijdrage beperking opwarming 40
- Matige bijdrage beperking opwarming 52
- Lage bijdrage beperking opwarming 32

### NEERSLAG INTERCEPTIE

- Sterke neerslaginterceptie 1
- Matige neerslaginterceptie 63
- Geringe neerslaginterceptie 23

### WEGVANGEN FIJNSTOF

- Zeer grote wegvangcapaciteit 12
- Grote wegvangcapaciteit 14
- Matige wegvangcapaciteit 74
- Geringe wegvangcapaciteit 20

# Vragen



## Info:

- [www.wur.nl/ecosysteemdienstenbomen](http://www.wur.nl/ecosysteemdienstenbomen)
- [www.wur.nl/klimaatgroen-in-de-stad](http://www.wur.nl/klimaatgroen-in-de-stad)
- [www.ruimtelijkeadaptatie.nl/hulpmiddelen/factsheets-groen](http://www.ruimtelijkeadaptatie.nl/hulpmiddelen/factsheets-groen)
- [www.groenkennisnet.nl](http://www.groenkennisnet.nl) → portal Groen & Welbevinden





# Wageningen University & Research

*Metingen 2020*

*- Eva Meijers*

*DLO onderzoeker WUR*



**WAGENINGEN**  
UNIVERSITY & RESEARCH





# Inhoud

- Doel metingen 2020
- Methodologie
- Resultaten

# De Soortentabel (Hiemstra, 2018)

WETENSCHAPPELIJKE NAAM	ALGEMENE KENMERKEN							BIJDRAGE AAN ECOSYSTEEDIENSTEN							NADELIGE EIGENSCHAPPEN		
	GROOITE	GROEN-BLIJVEND	WINTER-HARDHEID	TOLERANTE DROOGTE	TOLERA NIE UT	BEPERKEN OPWARMING	IN NIEPTIE KSLAG	VERDRAAGT ZEER NATTE PERIODE	VERDRAAGT DROGE PERIODE	WEGVANGEN FJNSTOF	WEGVANGEN NO <sub>x</sub> O <sub>3</sub>	VASTLEGGEN CO <sub>2</sub>	NEKTARBRON INSECTEN	STUIFMEELBRON INSECTEN	VOEDSELBRON VOGELS	ALLERGENITEIT	EMISSIE VOS
Acer buergerianum	****		***	**		***	*			**	***	***	***	**	**	**	**
Acer campestre	***		***	***	*	***	*	*	**	**	***	***	**		**	**	**
Acer negundo	****		***	*		***	*	*	**	**	***	***	**		**	**	**
Acer platanoides	****		***	**		***	**		**	***	***	***	**		***	**	**
Acer pseudoplatanus	****		***	**		***	**		**	***	***	***	**		***	**	**
Acer rubrum	****		***	*	☆	***	*	*	**	***	***	***	**		*** (afh. van cv)	**	**
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	**		***	☆		*	**		**	**	**	**	**	☐	*	*	*
Cercis siliquastrum	**		**	**	☆	*	**		**	**	**	**	***	☐	*	**	**
Chamaecyparis lawsoniana	****	☐	***	*		*	**		***	*	**	**	**	☐	***	*	*
Cornus mas	*		***	☆		*	*	*	**	***	**	***	***	**	☐	*	**
Corylus colurna	***		***	*	☆	*	*		**	***	**	***	**	☐	***	**	**
Crataegus coccinea	*		***	*	☆	*	*		**	**	**	**	**	☐	*	**	**
Crataegus x lavallei	*		***	*	☆	*	*		**	*	**	***	**	☐	*	**	**
Crataegus monogyna	**		***	*	☆	*	*		**	**	**	***	**	☐	*	**	**
Elaeagnus angustifolia	*		***	**	*	*	*		*	**	**	**	**	☐	**	**	**
Fagus sylvatica	****		***	☆	☆	***	**		**	***	***	***	**	**	☐	**	***
Fraxinus angustifolia	***		***	*	*	**	**	*	**	***	***	***	☆	**	☐	***	**
Fraxinus excelsior	****		***	☆	*	***	**	*	**	***	***	***	☆	**	☐	***	*
Fraxinus ornus	***		**	**	*	**	**		*	**	**	**	*	***	☐	***	*
Fraxinus pennsylvanica	****		***	*	*	**	*	*	**	**	***	***	☆	**	☐	***	**
Ginkgo biloba	****		***	**		*	**	*	**	**	***	***	☆	☆	**	***	**

Experimentele data ontbreekt → geschatte waarden



# Doel metingen

WETENSCHAPPELIJKE NAAM	ALGEMENE KENMERKEN							BIJDRAGE AAN ECOSYSTEEDIENSTEN						NADELIGE EIGENSCHAPPEN			
	GROOITE	BRUIN BLEVEN	WITTE HARHEID	TOLBIJNEN BROOITE	TOLBIJNEN STROOIZOUT	BRUINEN OPWAMING	INTERIJN NIEERLAS	VERDRAAT ZIEZ NITTE PROOIT	VERDRAAT DROOL PROOIT	WETJONGEN HANTOF	WETJONGEN NO, O,	WETJONGEN CO,	WETJONGEN NIJCTEN	STUJNEN- DROOL NIJCTEN	WETJONGEN VOJELS	ALLERJENITET	BRUKE VOS
Acer buergerianum	****		***	**		***							***	**		**	**
Acer campestre	***		***	***	*	***	*					***	***	***	**	**	**
Acer negundo	****		***	*		***	*	*	**	**	**	***	***	***	***	***	**
Acer platanoides	****		***	**		***	**		**	****	****	***	**		***	***	**
Acer pseudoplatanus	****		***	**		***	**		**	****	****	****	***	**	***	***	**
Acer rubrum	****		***	*	o	***	*	*	**	***	****	***	**	**	***	***	**
Acer saccharinum	****		***	o		***	**	*	**	***	****	****	***	**	***	***	**
Acer glabrum subsp. tinale	**	%	***	**	*	**	**		**	**	**	**	**	**	**	**	**
Aesculus hippocastanum	****		***	o		***	**		**	***	****	****	***	***	**	**	**
Aesculus x carnea	***		***	*	o	***	**		**	***	****	****	***	***	**	**	**
Alnus cordata	***		***	*	*	**	**		**	**	**	***	***	***	***	***	*
Alnus glutinosa	***		***	o	*	**	**	**	**	**	**	***	***	***	***	***	*
Alnus incana	***		***	**	*	**	*	*	**	**	**	***	***	***	***	***	*
Alnus spertlii	****		***	**	*	**	**		**	**	**	***	***	***	***	***	*
Amelanchier alnifolia	***		***	o	*	*	*	*	*	***	**	***	**	***	**	**	**
Amelanchier canadensis	***		***	o	*	*	*	*	*	***	**	***	**	***	**	**	**
Amelanchier sp. (var. sp.)	***		***	o	*	*	*	*	*	***	**	***	**	***	**	**	**
Betula pubescens	****		***	o		**	**	*	*	**	***	****	***	**	**	***	**
Betula utilis	****		**	o	o	**	**		**	**	***	***	***	**	**	***	**
Carpinus betulus	***		***	*	o	**	**		**	**	**	***	****	**	**	***	*
Carpinus pubescens	***		***	*	o	**	**		**	**	***	****	***	***	**	***	*
Corylus avellana	***	%	**	**		**	**		***	*	****	***	***	**	**	***	*
Corylus heterophylla	***	%	**	**		**	**		***	*	****	***	***	**	**	***	*
Celtis australis	****		***	**	o	**	**		**	**	***	****	o	o	**	**	**
Celtis occidentalis	****		***	**	o	**	**		**	**	***	****	***	**	**	***	**
Cercodaphnum japonicum	***		***	o	**	*	*		**	***	****	***	***	**	**	***	*
Cercis canadensis	**		***	o		*	**		**	**	**	***	***	**	**	***	*
Cercis siliquastrum	**		**	**	o	*	**		**	**	**	***	***	**	**	***	*
Quercus agrifolia	****	%	***	*		*	**	*	**	***	**	***	***	***	**	***	*
Quercus robur	****	%	***	o		*	**	*	**	***	**	***	***	***	**	***	*
Quercus petraea	****	%	***	o		*	**	*	**	***	**	***	***	***	**	***	*
Crataegus coccinea	*		***	*	o	*	*	*	**	**	**	***	***	***	**	***	**
Crataegus laevigata	*		***	**	o	*	*	*	**	**	*	***	***	***	**	***	**
Crataegus monogyna	**		***	*	o	*	*	*	**	**	*	***	***	***	**	***	**
Elaeagnus angustifolia	*		***	**	*	*	*	*	**	**	**	***	***	***	**	***	**
Fagus sylvatica	****		***	o	o	***	**		**	**	***	****	***	**	**	***	**
Fraxinus angustifolia	****		***	*	*	**	**		**	**	***	****	o	**	**	***	**
Fraxinus excelsior	****		***	o	*	***	**		**	**	***	****	o	**	**	***	**
Fraxinus ornus	***		**	**	*	**	**		*	**	***	****	o	**	**	***	*
Fraxinus pennsylvanica	****		**	*	*	**	**	*	**	**	***	****	o	**	**	***	**
Ginkgo biloba	****		***	**		*	**	*	**	**	***	****	o	o	**	***	**

## 1. Onderbouwing Soortentabel

- Lokaal verkoelend vermogen

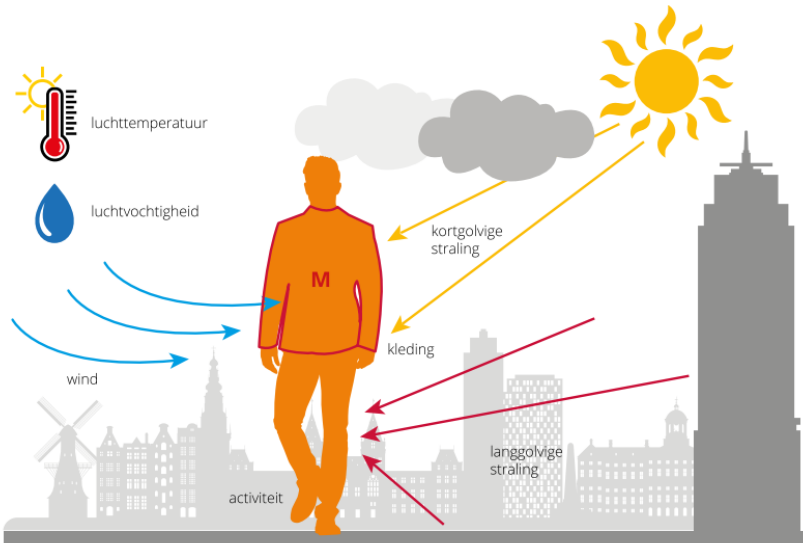
## 2. Uitbreiding Soortentabel van 100 naar 300

## 3. Digitale Bomenkieswijzer

- Wetenschappelijk onderbouwd

# Gevoelstemperatuur

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>.

# Verkoelingsprincipes

1. Verdamping (water contact)
2. Ventilatie (fan)
3. **Beschaduwing (10x)**  
→ Bomen

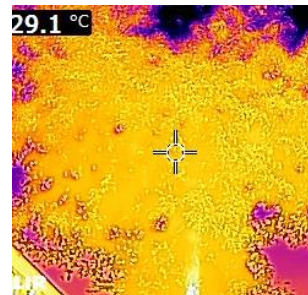
## Gevoelstemperatuur (PET)

- Kleding, geslacht, lengte, zonhoek, etc..
- Luchtvochtigheid, instraling, wind snelheid

# Metingen methodologie 2020



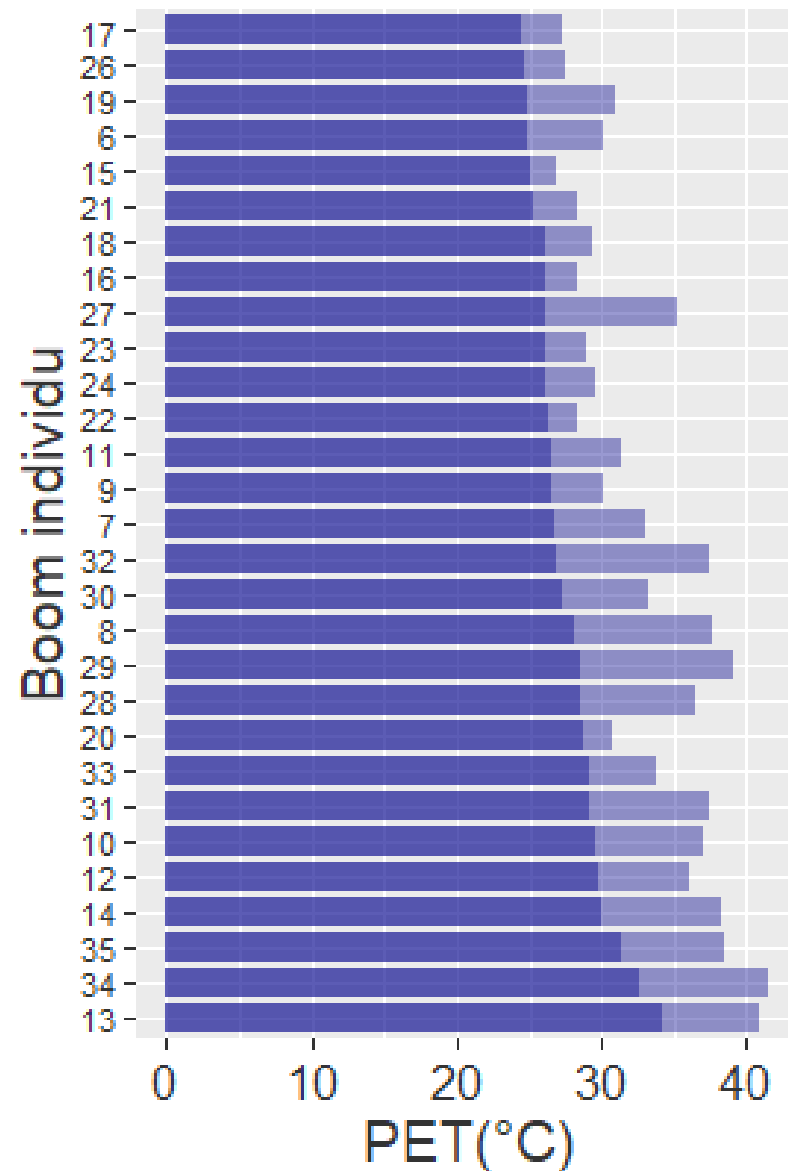
- ▶ 4 wijktypen (volkswijk, bloemkoolwijk, stedelijk bouwblok, verbindingsweg)
- ▶ 23 boom individuen (waarvan 5 herhaald)
- ▶ schaduw vs. zon
- ▶ Kestrel meter - klimaat
- ▶ 's Middag 5 minuten metingen op hitte dagen
- ▶ FLIR meter – oppervlakte temperatuur (afbeelding)
- ▶ Boomeigenschappen
- ▶ Berekening
  - ▶ Instralings temperatuur ( $T_{mrt}$ )
  - ▶ Gevoelstemperatuur (PET)





# Verkoeling door beschaduwing (PET)

► **Figuur 1**  
**Verkoelingscapaciteit door beschaduwing**  
uitgedrukt  
gevoelstemperatuur  
(PET) individu  
verschillen tussen  
zon- en  
schaduwmeting op  
hitte dagen.

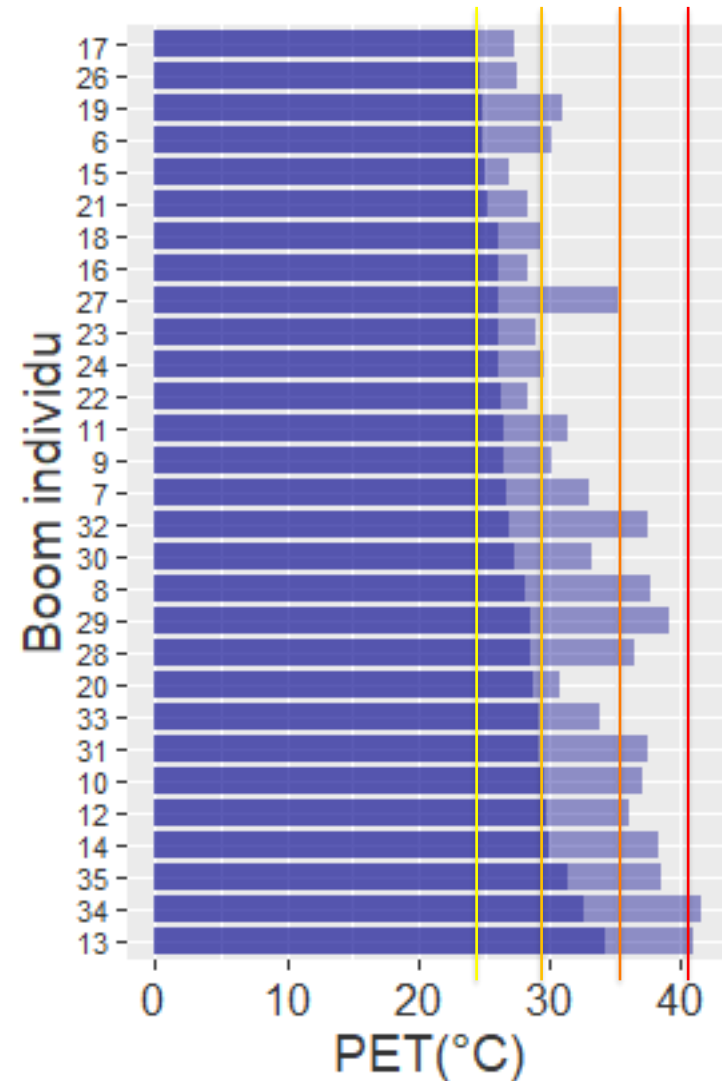


# Verkoeling door beschaduwing (PET)

PET (°C)	Thermal Perception	Grade of Physical Stress
> 41	Very hot	Extreme heat stress
35 to 41	Hot	Strong heat stress
29 to 35	Warm	Moderate heat stress
23 to 29	Slightly warm	Slight heat stress
18 to 23	Neutral (Comfortable)	No thermal stress
13 to 18	Slightly cool	Slight cold stress
8 to 13	Cool	Moderate cold stress
4 to 8	Cold	Strong cold stress
≤ 4	Very cold	Extreme cold stress

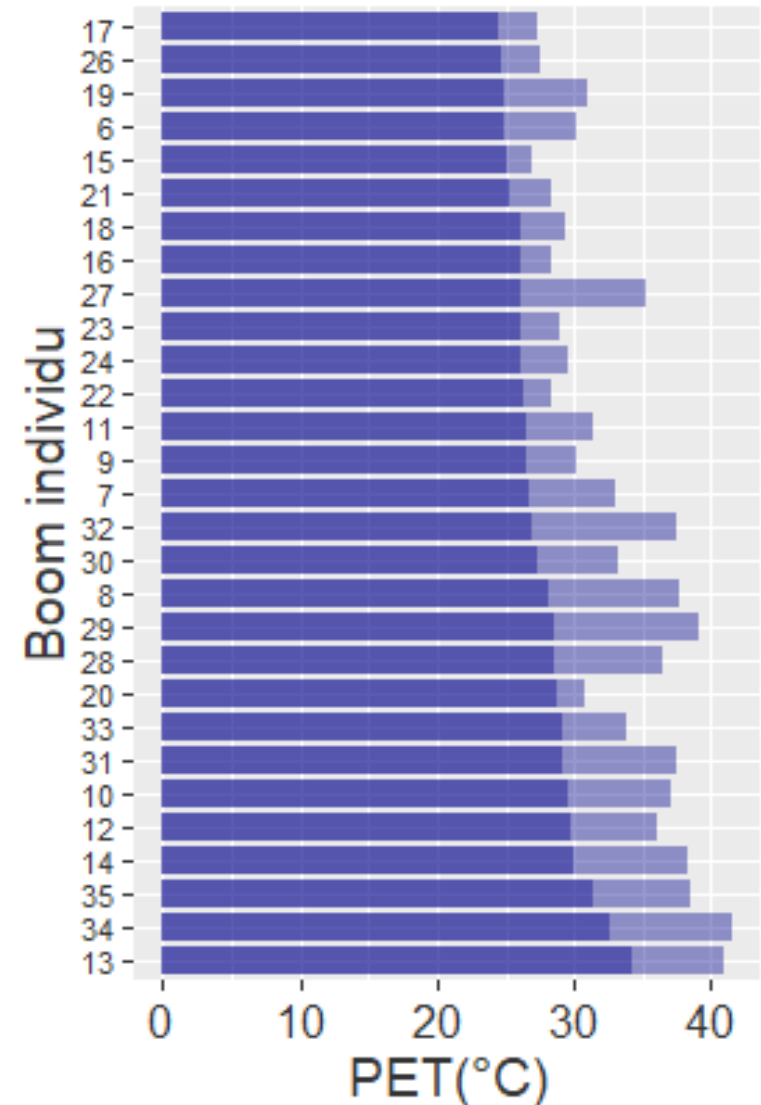
Uit Zhang et al., 2020

► **Figuur 1 Verkoelingscapaciteit door beschaduwing** uitgedrukt in gevoelstemperatuur (PET) individu verschillen tussen zon- en schaduwmeting op hitte dagen.



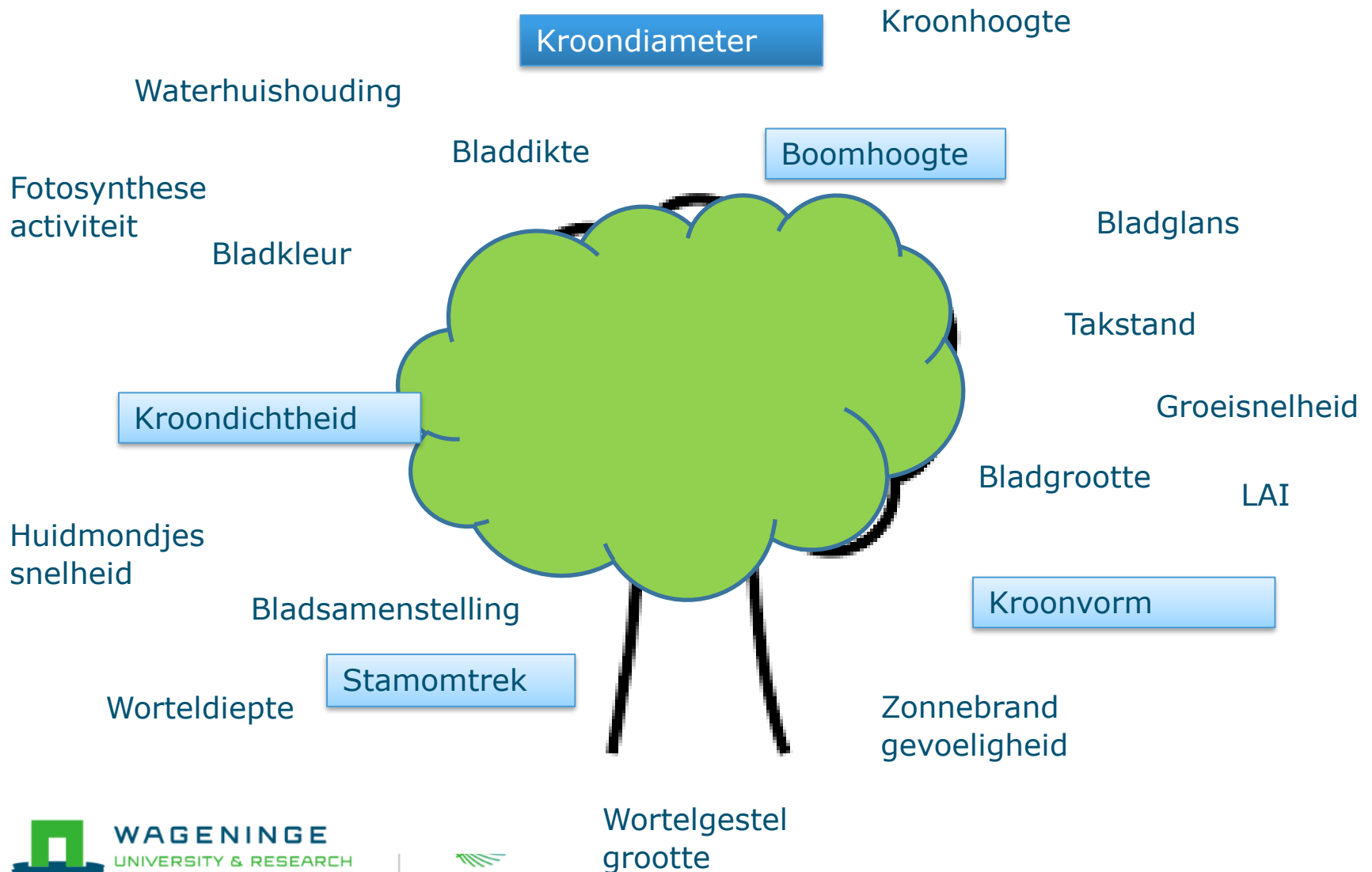
# Verkoeling door beschaduwing (PET)

Soort	Kroonvorm Vademecum	Boom- hoogte	Stam- omtrek	Kroon- diameter	Kroon- dichtheid
Acer pseudoplatanus	J	15	140	12	40
Aesculus hippocastanum		12	80		
Betula utilis					
Carpinus betulus	C	12	80		
Carpinus betulus	F	16	160	10	80
Catalpa bignoides		4	50		
Corylus colurna	D	10	88	7	70
Corylus colurna	D	12	160	10	90
Crateagus x media 'Paul's Scarlet'	D/J	6	80	7	30
Fagus sylvatica		12	80		
Fraxinus angustifolia	B	10	60	5	30
Fraxinus pennsylvanica/Liriodendron tulipifera		10	70		
Gleditsia triacanthos		12	70		
Gleditsia triacanthos	K	9	73	7	90
Liquidambar styraciflua	D	7	62	7	80
Liquidambar styraciflua	B	17	140	9	70
Platanus hispanica	H	19	250	15	80
Prunus serrulata 'Kanzan'	J	6	65	5	30
Quercus palustris		12	80		
Robinia pseudoacacia	B	15	125	8	70
Robinia pseudoacacia	K	16	150	15	50
Robinia pseudoacacia	H	16	140	12	40
Sorbus aria	C	4	36	4	40
Tilia cordata	H	9	60	6	80
Tilia europeae	J	17	150	10	70
Ulmus columella	A	17	130	5	95
Ulmus minor sarniensis	H	26	270	15	50
Ulmus New Horizon	C	9	80	8	90
Ulmus pumila DH	K	12	110	8	20





# Boomeigenschappen en verkoeling



# Conclusies

## 1. Experimentele data

bevestigt dat bomen verkoeling bieden

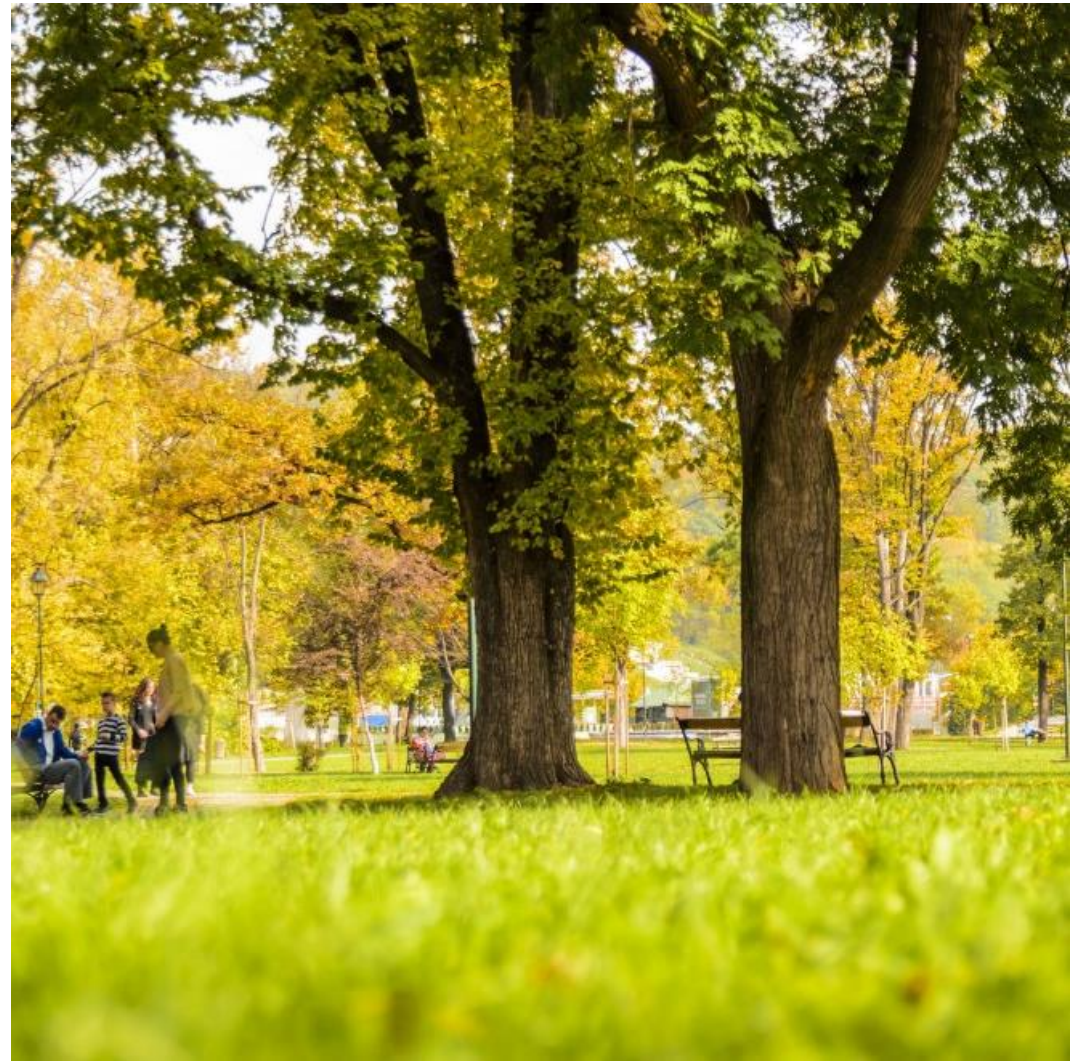
## 2. Er zijn **verschillen** tussen bomen

## 3. Indicaties dat verkoelingsvermogen wordt bepaald door **boomeigenschappen**



Hartelijk dank  
voor uw aandacht

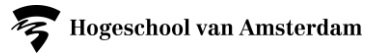
[Eva.Meijers@wur.nl](mailto:Eva.Meijers@wur.nl)



# ONTWERPEND ONDERZOEK EFFECTIEF GROEN

## Amsterdam en Wageningen

Laura Kleerekoper, Jeroen Kluck & Vera Wetzels  
Urban Technology  
Hogeschool van Amsterdam  
[www.hva.nl/klimaatbestendigestad](http://www.hva.nl/klimaatbestendigestad)



Cor Jacobs  
Wageningen Environmental Research, Wageningen



Xiaoyu Xu & Judith van der Poel  
Niek Roozen Landscape



CREATING TOMORROW



stedelijk bouwblok



bloemkoolwijk



## EXPERT SESSIONS

Ontwerpend onderzoek

- ▶ Op welke manier is de groene inrichting is effectief tijdens hittestress en gaat deze samen met ...



# HITTESTRESS EN GEVOELSTEMPERATUUR

## ► Wat is de hitteopgave?

 Hogeschool van Amsterdam

Een koele kijk op de inrichting van de buitenruimte

### De hittebestendige stad



dr. ir. Jeroen Kluck  
dr. ir. Lisette Klok  
dr. ir. Anna Solcerová  
dr. ir. Laura Kleerekoper  
dr. Liesbeth Wilschut  
dr. ir. Cor Jacobs  
ir. Ronald Loeve

Mei 2020

Creating Tomorrow



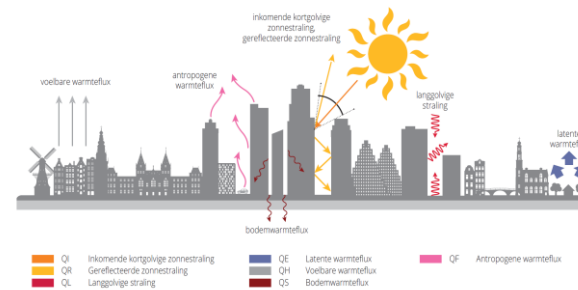
## DE HITTEOPGAVE – RUIMTELIJKE ADAPTATIE

- ▶ De hitteopgave is dat wat je moet doen om de stad en vooral de buitenruimte bij hitte leefbaar en comfortabel te houden.
- ▶ De hitteopgave zijn alle niet-acceptabele gevolgen van hitte in de stad die moeten worden tegengegaan door aanpassingen in de buitenruimte.

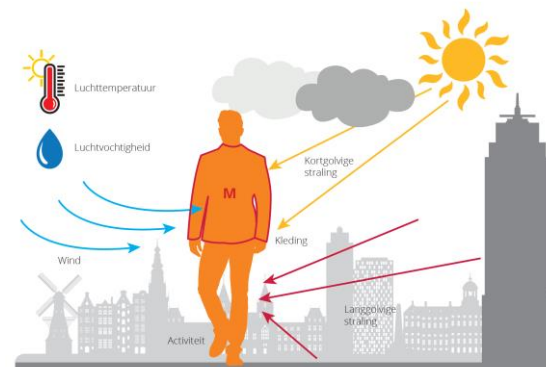


## EFFECTEN VAN STEDELIJK GEBIED OP HITTE

- ▶ In de **avond** en **'s nachts** zorgt het hitte-eilandeffect ervoor dat **de luchttemperatuur** in de stad een paar graden warmer is dan de omgeving.



- ▶ Door bebouwing en verharding (minder schaduw, meer, warmteuitstraling en reflectie) kan met name **overdag de gevoelstemperatuur** op bepaalde locaties in de stad onaangenaam hoog worden.

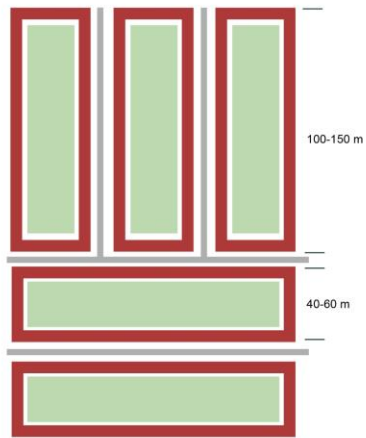




# INTRODUCTIE WIJKTYPEN EN CASES



# STEDELIJK BOUWBLOK



Rotterdam West



Nieuwe Pijp, Amsterdam



Rivieren buurt, Amsterdam



Sweelinkplein, Den Haag



## STEDELIJK BOUWBLOK



Rotterdam West



Nieuwe Pijp, Amsterdam



Rivieren buurt, Amsterdam



Sweelinkplein, Den Haag

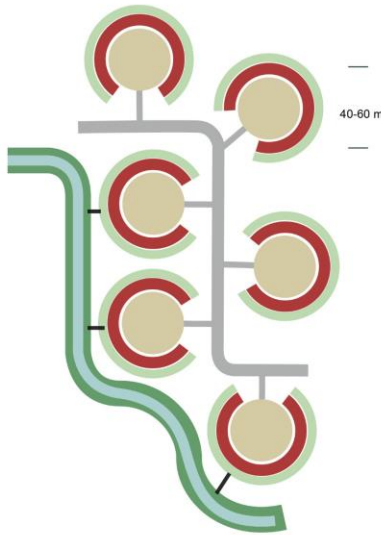
# STEDELIJK BOUWBLOK Rivieren buurt, Niersstraat

EFFECTIEF KLIMAATGROEN





# BLOEMKOOLWIJK



Achterwerf, Almere



Aetsveld, Weesp



Tarthorst, Wageningen



Peelo, Assen

# BLOEMKOOLWIJK



Achterwerf, Almere



Aetsveld, Weesp



Tarthorst, Wageningen



Peelo, Assen



# BLOEMKOOLWIJK Tarthorst

EFFECTIEF KLIMAATGROEN





# TEKENSESSIE/ DISCUSSIE ONLINE



# VOLGORDE SESSIES

## Sessie 1:

- ▶ Maximalisatie op hittestress

## Sessie 2:

- ▶ Optimalisatie hitte en water
- ▶ Droogte

## Sessie 3:

- ▶ Integratie klimaatadaptatie en andere thema's

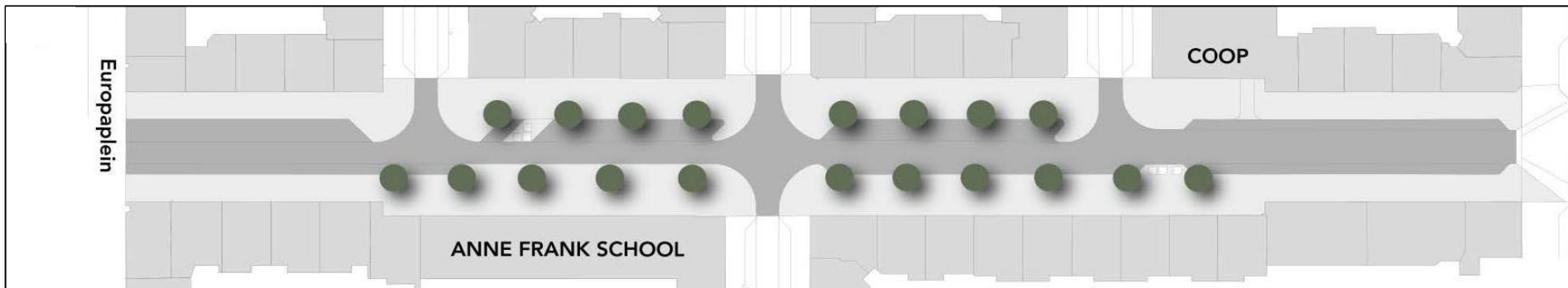


# CASE NIERSTRAAT AMSTERDAM

## Voorkeursvariant



## Bestaand

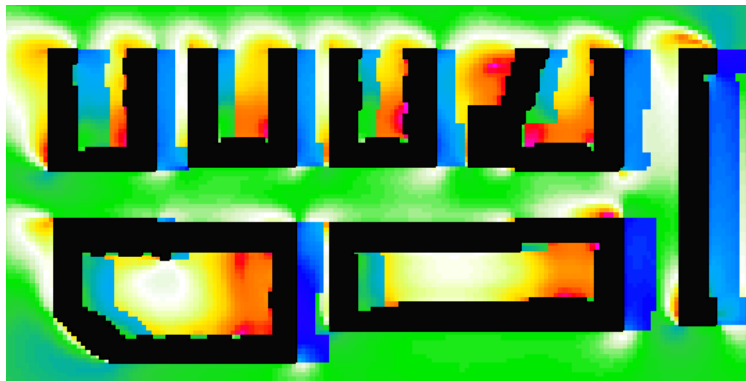




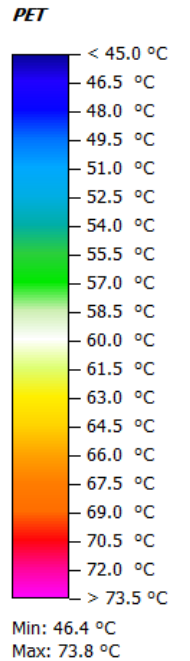
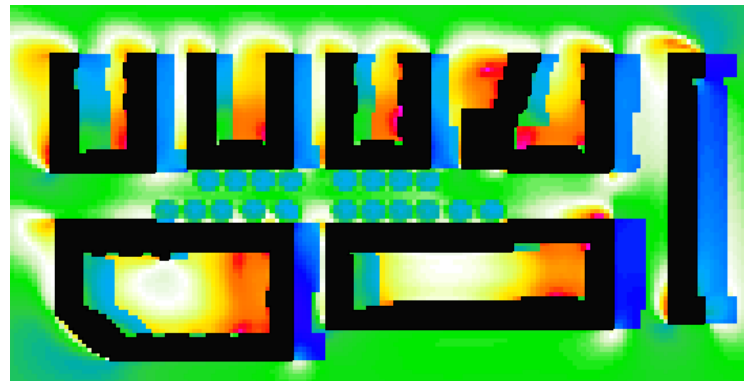
# MODELRESULTATEN NIERSSTRAAT

## ► Gevoelstemperatuur PET

Zonder groen



Bestaande situatie



# MODELRESULTATEN NIERSSTRAAT

► Verschil bestaand – zonder groen

PET [°C]	Thermal sensation	Level of thermal stress
< 4°C	very cold	extreme cold stress
4.1 - 8°C	cold	strong cold stress
8.1 - 13°C	cool	moderate cold stress
13.1 - 18°C	slightly cool	slight cold stress
18.1 - 23°C	neutral (comfortable)	no thermal stress
23.1 - 29°C	slightly warm	slight heat stress
29.1 - 35°C	warm	moderate heat stress
35.1 - 41°C	hot	strong heat stress
41°C >	very hot	extreme heat stress

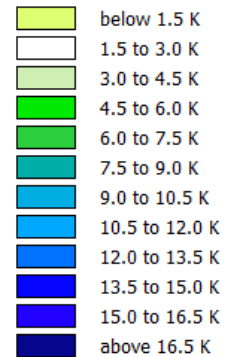
Gevoelstemperatuur PET  
Range -1,8 – 6,8 °C



Luchttemperatuur  
Range -0,2 – 0,5 °C



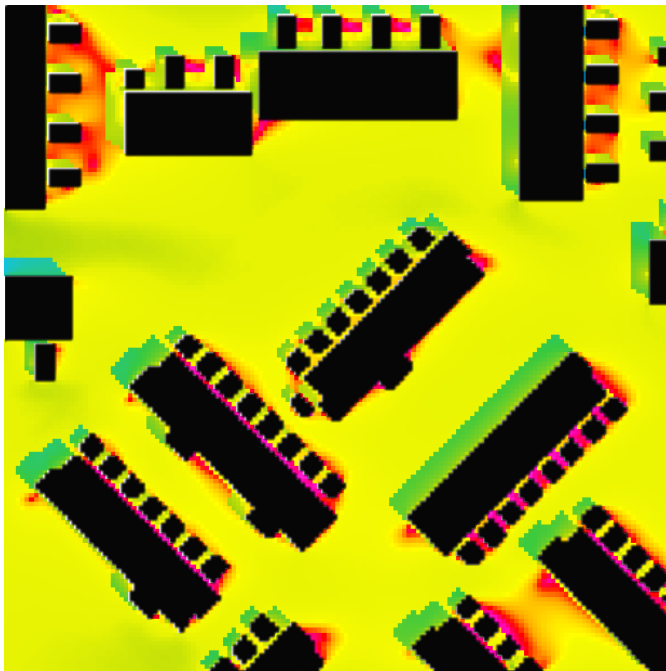
Difference



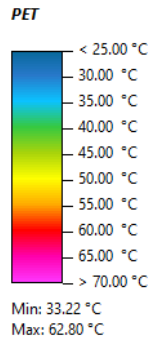
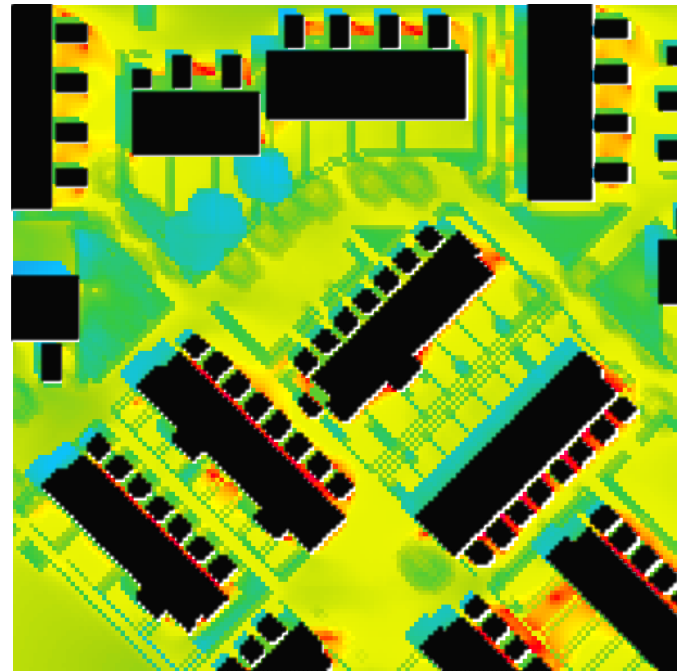
# MODELRESULTATEN TARTHORST

## ► Gevoelstemperatuur PET

Zonder groen



Bestaande situatie



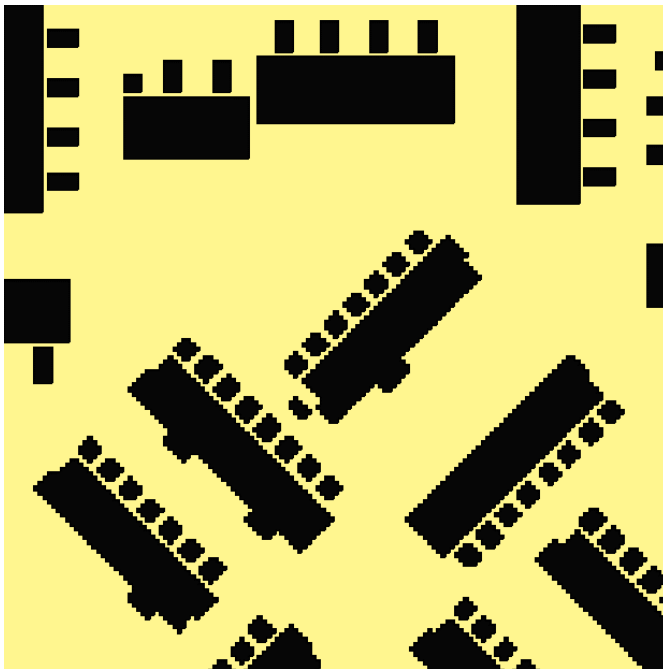
GEMIDDELDE WINDRICHTING



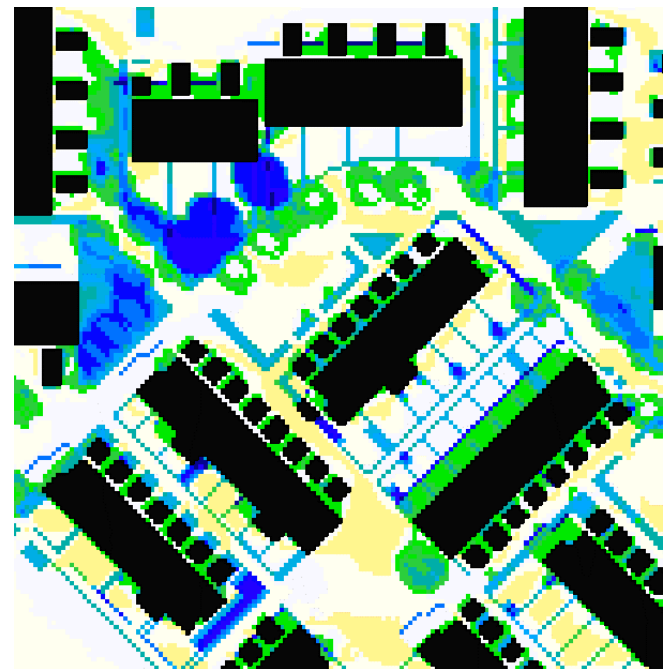
# MODELRESULTATEN TARTHORST

- Verschillen (zonder groen – bestaand) luchttemperatuur en PET

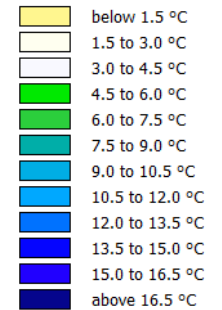
Luchttemperatuur (range 0 - 0.7)



Gevoelstemperatuur PET (range -2.1 – 25.6)



## Difference



GEMIDDELDE WINDRICHTING

PET [°C]	Thermal sensation	Level of thermal stress
< 4°C	very cold	extreme cold stress
4.1 - 8°C	cold	strong cold stress
8.1 - 13°C	cool	moderate cold stress
13.1 - 18°C	slightly cool	slight cold stress
18.1 - 23°C	neutral (comfortable)	no thermal stress
23.1 - 29°C	slightly warm	slight heat stress
29.1 - 35°C	warm	moderate heat stress
35.1 - 41°C	hot	strong heat stress
41°C >	very hot	extreme heat stress

# CONCLUSIES

## VARIANTEN VOOR DE VOLGENDE SESSIE

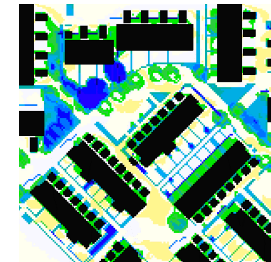
Testen twee varianten in ENVI-MET voor Niersstraat:

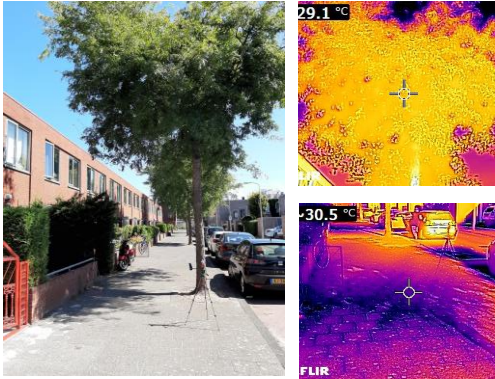
- ▶ Effect van bomen die meer verspringen en inrichting plantvakken
- ▶ Effect van pergola's en gevelgroen



Testen twee varianten in ENVI-MET voor Tarthorst:

- ▶ Effect van andere boomvormen
- ▶ Effect van andere kroondichtheden





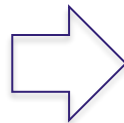
metingen



Soortentabel: variatie in  
effectiviteit individuele  
bomen



ontwerpsessies



Sjablonen per  
wijktype: effectiviteit  
groen in context

