

# DE HITTEBESTENDIGE STAD

Netwerkdagen Infracampus

**Thema: Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie**

Dinsdag 8 september 2020

**Dr. Ir. Lisette Klok**

Urban Technology

Hogeschool van Amsterdam

[www.hva.nl/klimaatbestendigestad](http://www.hva.nl/klimaatbestendigestad)

CREATING TOMORROW



# HITTE ACTUEEL

Welingerichte Kringen

ECONOMIE

SPORT

SAMENLEVING

MEDIA

SAMENLEVING



## Weeronline: gemiddelde temperatuur deze hittegolf 'ongekend hoog'

DOOR ANP

16 AUGUSTUS, 2020 // 8:16

TWEEET SHARE SHARE+

De gemiddelde maximumtemperatuur van deze hittegolf is ongekend hoog, stelt Weeronline. De afgelopen elf dagen was het gemiddeld 31,7 graden in De Bilt. Bij de langste officiële hittegolf - van 29 juli tot en met 15 augustus 1975 - was de gemiddelde maximumtemperatuur 29,2 graden.



Hoofdenland uitgeroepen

## Mogelijk fatale hittegolf in Californië: '4 dagen boven de 45 graden'

05 september 2020 10:24  
Aangepast: 05 september 2020 14:24



HART VAN NEDERLAND

NIEUWS

GEHIST

PANEL

TIP DE REDACTIE

WEER & VERKEER

## De laatste hittegolf heeft ruim 400 mensen het leven gekost

21 AUG 2020, 07:33 / UPDATE: 21 AUG 2020, 07:34



Tijdens de hittegolf zijn vorige week ruim 400 mensen meer overleden dan in de weken daarvoor: Volgens statistiekbureau CBS is het hogere sterftecijfer "bijna volledig" toe te schrijven aan de "hogere temperaturen".

Plus

## Klimaatonderzoeker waarschuwt voor nog extremere hittegolven

Klimaatonderzoeker Geert Jan van Oldenborgh is ervan overtuigd: Nederland stevent af op de warmste week ooit. 'Acht dagen zulke extreme warmte, dat is uitzonderlijk.'

Koen Voskuil 10 augustus 2020, 10:03



BEELD: ROB ENGELAAR

# DE HITTEBESTENDIGE STAD

1. Wat is het probleem? Wat is de **hitteopgave** van een stad, wijk of straat?
2. Welke **inrichtingsmaatregelen** zijn effectief?
3. Welke **ontwerprichtlijnen** werken in de praktijk?

Een koele kijk op de  
inrichting van de buitenruimte

## De hittebestendige stad



# HITTEOPGAVE

- ▶ Wat is het probleem? Wat is de hitteopgave van een stad, wijk of straat?

Een koele kijk op de  
inrichting van de buitenruimte

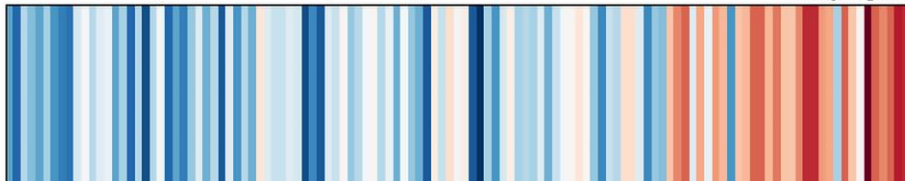
## De hittebestendige stad



# HITTE NU EN IN DE TOEKOMST

Klimaatstreepjescode - KNMI, De Bilt, 1901-2019

(c) Karin van der Wiel, KNMI  
twitter: @kann\_vdwiel



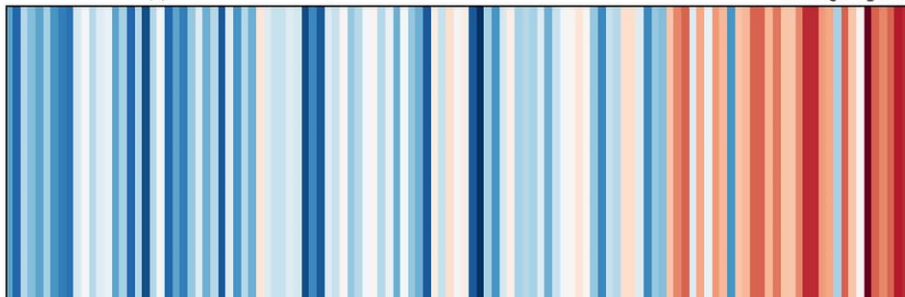
Tabel 2.1. Huidige zomerklimaat (1981-2010) en klimaatscenario's voor 2050 voor Maastricht en De Kooy bij Den Helder (Bron: KNMI, 2015).

Indicator	Maastricht					De Kooy bij Den Helder				
	Huidig klimaat	G <sub>L</sub> 2050	G <sub>H</sub> 2050	W <sub>L</sub> 2050	W <sub>H</sub> 2050	Huidig klimaat	G <sub>L</sub> 2050	G <sub>H</sub> 2050	W <sub>L</sub> 2050	W <sub>H</sub> 2050
Gemiddelde temperatuur in de zomer (°C)	17,5	18,6	19,0	19,3	20,0	16,4	17,4	17,7	18,1	18,6
Aantal zomerse dagen per jaar <sup>7</sup>	32	40	44	47	55	9	12	14	15	19
Aantal tropische dagen per jaar <sup>8</sup>	6	9	12	13	18	1	1	2	2	4
Aantal tropische nachten per jaar <sup>9</sup>	0	1	2	4	5	0	2	2	4	5

# HITTE NU EN IN DE TOEKOMST EN IN 2020

Klimaatstreepjescode - KNMI, De Bilt, 1901-2019

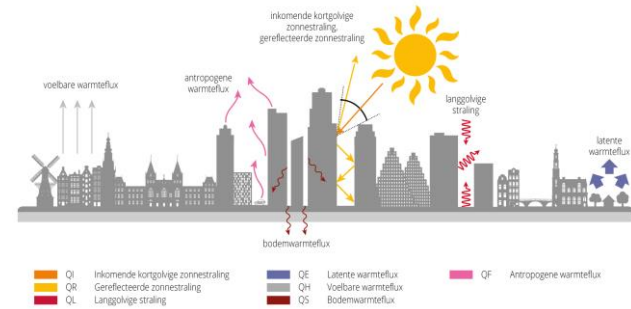
(c) Karin van der Wiel, KNMI  
twitter: @kann\_vdwiel



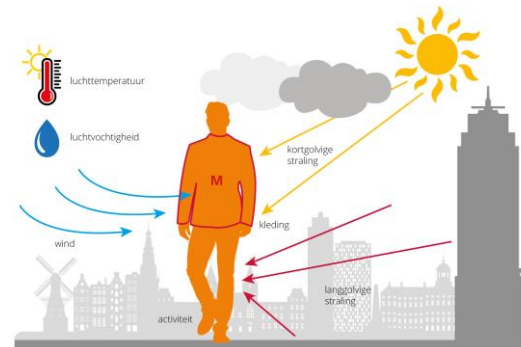
Indicator	Maastricht						De Kooy bij Den Helder					
	Huidig klimaat	2020	G <sub>L</sub> 2050	G <sub>H</sub> 2050	W <sub>L</sub> 2050	W <sub>H</sub> 2050	Huidig klimaat	2020	G <sub>L</sub> 2050	G <sub>H</sub> 2050	W <sub>L</sub> 2050	W <sub>H</sub> 2050
Gemiddelde temperatuur in de zomer (°C)	17,5	18,9	18,6	19,0	19,3	20,0	16,4	17,7	17,4	17,7	18,1	18,6
Aantal zomerse dagen per jaar <sup>7</sup>	32	39	40	44	47	55	9	16	12	14	15	19
Aantal tropische dagen per jaar <sup>8</sup>	6	12	9	12	13	18	1	3	1	2	2	4
Aantal tropische nachten per jaar <sup>9</sup>	0	0	1	2	4	5	0	7	2	2	4	5

# EFFECTEN STEDELIJK GEBIED OP HITTE

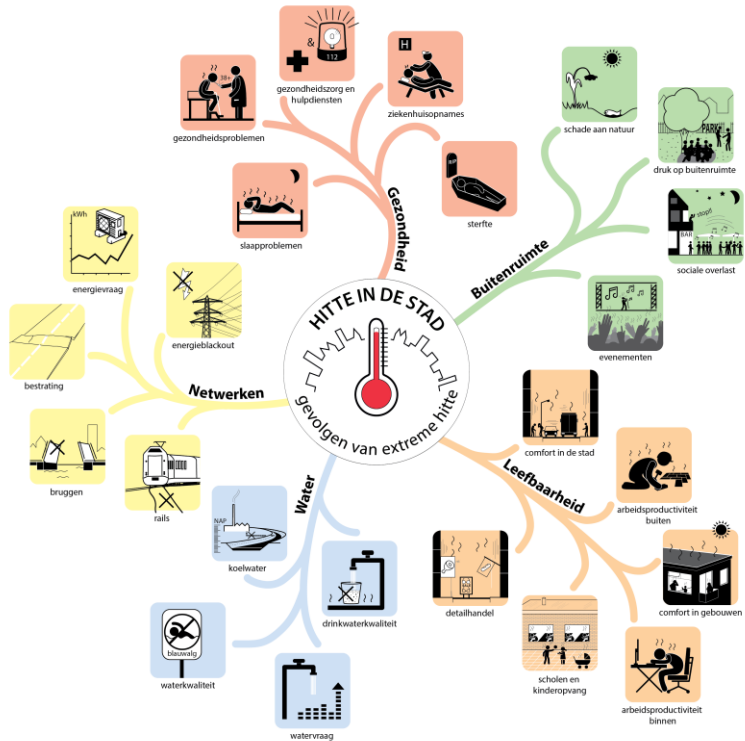
- 's Avond en 's nachts een hogere **luchttemperatuur** (het stedelijk hitte-eilandeffect)



- Overdag **de gevoelstemperatuur** onaangenaam hoog



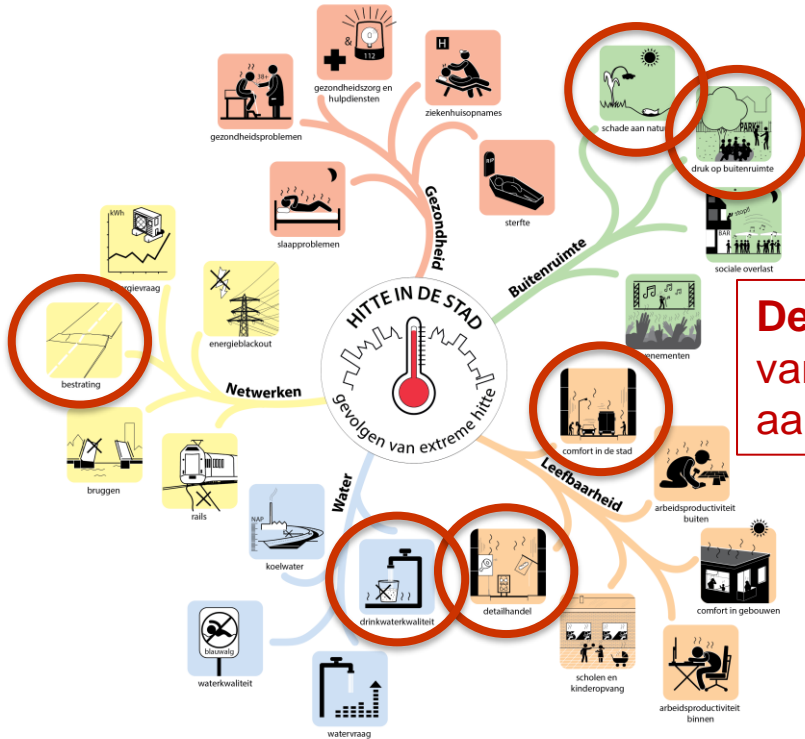
# GEVOLGEN VAN HITTE



Thema	Gevolg van extreme hitte in de stad	Temperatuurvariabelen						Domain voor meest effectieve adaptatiemaatregelen
		Type			Vorm			
		Luchttemperatuur binnen	Luchttemperatuur buiten	Gevoelstemperatuur buiten	Dagwaarde	Nachtwaarde	Een enkele piekwaarde	
Gezondheid	slaapproblemen	X			X		X	gebouw
	gezonderheidsproblemen	X	X	X	X	X	X	zorg en gedrag
	gezonderheidszorg en hulpdiensten	X	X	X	X	X	X	zorg en gedrag
	ziekenhuisopnames	X	X	X	X	X	X	zorg en gedrag
	sterfte	X	X	X	X	X	X	zorg en gedrag
Buitenruimte	schade aan natuur		X		X		X	ruimtelijke inrichting
	druk op buitenruimte		X	X	X		X	ruimtelijke inrichting
	soziale overlast		X	X	X	X	X	zorg en gedrag
	evenementen		X	X	X		X	zorg en gedrag
Leefbaarheid	comfot in de stad		X	X	X		X	ruimtelijke inrichting
	arbeidsproductiviteit buiten		X	X	X		X	zorg en gedrag
	comfot in gebouwen	X			X	X		gebouw
	arbeidsproductiviteit binnen	X			X			gebouw
	scholen en kinderopvang	X			X	X		zorg en gedrag
Water	detailhandel		X	X	X		X	ruimtelijke inrichting
	koelwater		X		X	X		anders
	waterkwaliteit		X		X	X		anders
	watervraag		X					anders
Netwerken	drinkwaterkwaliteit		X		X		X	ruimtelijke inrichting
	energieblack-out		X		X	X	X	anders
	energievraag	X	X		X	X	X	anders
	bestrating		X		X		X	ruimtelijke inrichting
	bruggen		X		X		X	anders
Netwerken	rails		X		X		X	anders



# GEVOLGEN VAN HITTE



**De hitteopgave: alle niet-acceptabele gevolgen van hitte die moeten worden tegengegaan door aanpassingen in de buitenruimte.**

Thema	Gevolg van extreme hitte in de stad	Temperatuurvariabelen						Domein voor meest effectieve adaptatiemaatregelen
		Type			Vorm			
		Luchttemperatuur binnen	Luchttemperatuur buiten	Gevoelstemperatuur buiten	Dagwaarde	Nachtwaarde	Een enkele piekwaarde	
Gezondheid	slaapproblemen	X				X	X	gebouw
	gezondheidsproblemen	X	X	X	X	X	X	zorg en gedrag
	gezondheidszorg en hulpdiensten	X	X	X	X	X	X	zorg en gedrag
	ziekenhuisopnames	X	X	X	X	X	X	zorg en gedrag
	sterfte	X	X	X	X	X	X	zorg en gedrag
Buitenruimte	schade aan natuur		X		X		X	ruimtelijke inrichting
	druk op buitenruimte		X	X	X		X	ruimtelijke inrichting
	sociale overlast		X	X	X	X	X	zorg en gedrag

Water	detailhandel		X	X	X		X	ruimtelijke inrichting
	koelwater		X		X	X	X	anders
	waterkwaliteit		X		X	X	X	anders
	watervraag		X				X	anders
	drinkwaterkwaliteit		X		X		X	ruimtelijke inrichting
Netwerken	energieblack-out		X		X	X	X	anders
	energievraag		X	X	X	X	X	anders
	bestrating		X		X		X	ruimtelijke inrichting
	bruggen		X		X		X	anders
	rails		X		X		X	anders

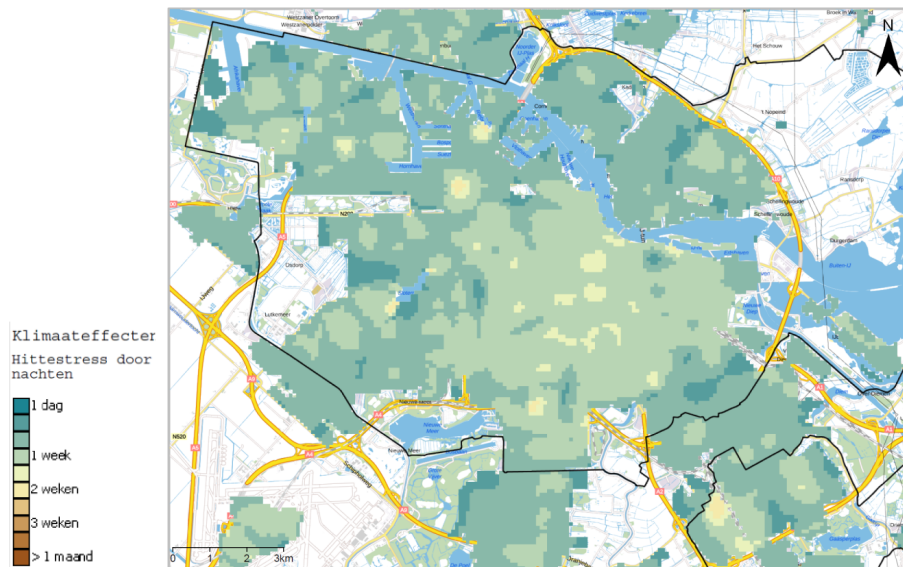
# HITTEKAARTEN BRENGEN DE OPGAVE IN BEELD



# DRIE BELANGRIJKE TYPEN HITTEKAARTEN

## 1. **Temperatuurkaarten** – waar is het heet?

- het aantal warme nachten



Kaart met het aantal warme nachten

# DRIE BELANGRIJKE TYPEN HITTEKAARTEN

## 1. **Temperatuurkaarten** – waar is het heet?

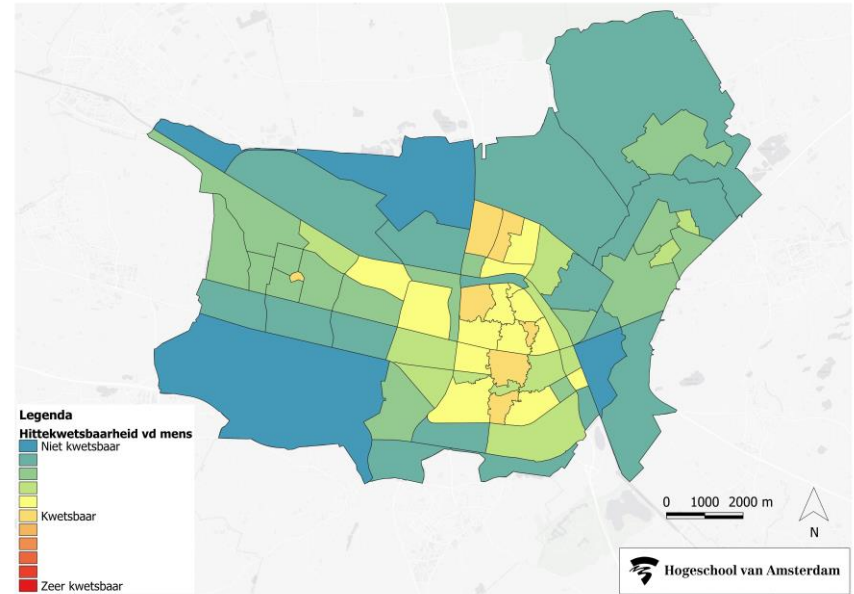
- het aantal warme nachten
- de gevoelstemperatuur (PET) overdag;



Kaart van de gevoelstemperatuur (PET)

# DRIE BELANGRIJKE TYPEN HITTEKAARTEN

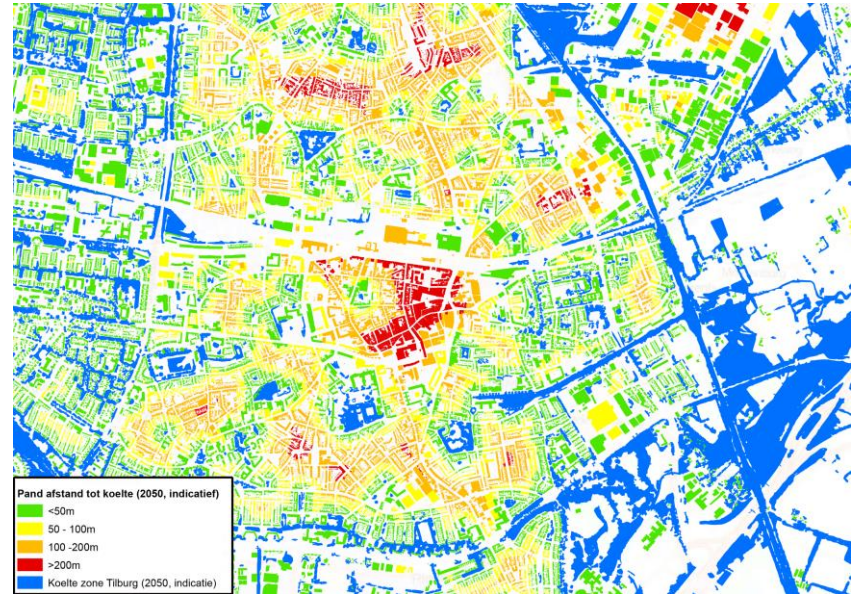
1. **Temperatuurkaarten** – waar is het heet?
  - het aantal warme nachten
  - de gevoelstemperatuur (PET) overdag;
2. **Hitterisicokaarten** – waar is hitte een probleem?



Hitterisico-voor-de-mens kaart

# DRIE BELANGRIJKE TYPEN HITTEKAARTEN

1. **Temperatuurkaarten** – waar is het heet?
  - het aantal warme nachten
  - de gevoelstemperatuur (PET) overdag;
2. **Hitterisicokaarten** – waar is hitte een probleem?
3. **Toetsings- of maatregelenkaarten** – waar zijn maatregelen of ontwerprichtlijnen nodig?



Afstand-tot-een-koelte kaart

# MAATREGELEN

- ▶ Welke inrichtingsmaatregelen zijn effectief?

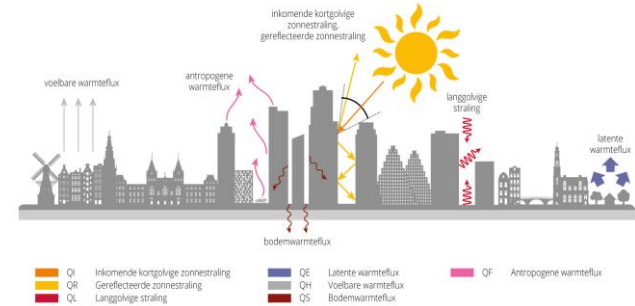
Een koele kijk op de  
inrichting van de buitenruimte

## De hittebestendige stad

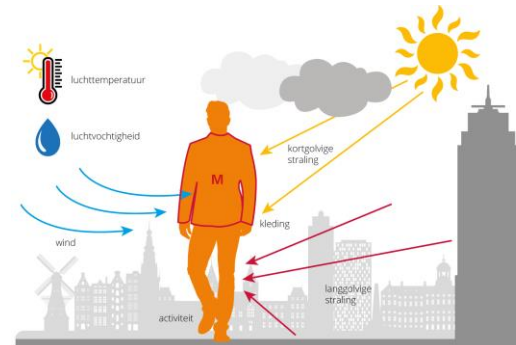


# HITTEMAATREGELEN – TWEE DOELEN

- Stadsbreed **de luchttemperatuur** verlagen



- Lokaal voldoende koele plekken creëren met een lage **gevoelstemperatuur**





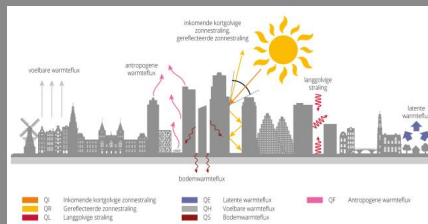
# VERKOELINGSPRINCIPES

- ▶ Beschaduwing
- ▶ Verdamping
- ▶ Ventilatie
- ▶ Reflectie



# HOE GROOT IS HET EFFECT?

## Luchttemperatuur



25% groendak + 30% meer bomen en plantsoenen: (Kleerekoper et al., 2018)

tot 2 °C overdag en 1 °C 's nachts

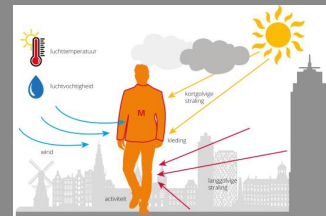
Water: een groot meer (Theeuwes et al., 2013)

tot 1,5 °C

Toename fractie groen met 10 procentpunt (Steenekveld et al., 2011; Heusinkveld et al., 2014)

tot 0,5 °C

## Gevoelstemperatuur (PET)



Schaduw bomen/gebouwen (Klok et al., 2019)

12 tot 22 °C

Gras (Klok et al., 2019)

tot 4 °C

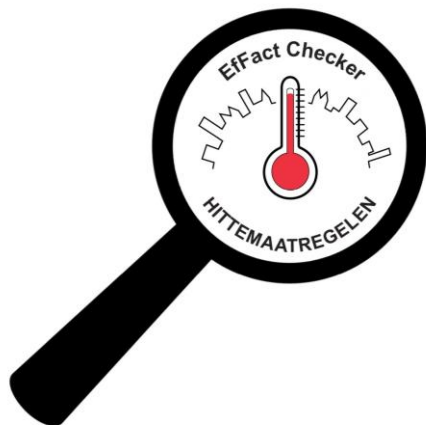
Kleine waterlichamen (Jacobs et al., 2020)

tot 1,5 °C

Schaduw (bomen) (Heusinkveld et al., 2011; 2014)

~15 °C

# EF-FACT CHECKER



## EFFACT CHECKER

 Delen

4 RESULTATEN

In de Effact checker worden antwoorden gegeven op allerlei vragen over hittemaatregelen in de buitenruimte. Een hittebestendige inrichting is belangrijk om ervoor te zorgen dat het bebouwde gebied koel en aangenaam blijft tijdens hete zomerdagen, maar welke hittemaatregelen zijn er? Hoe werken deze maatregelen en hoeveel verkoeling leveren ze? Welke maatregelen kunnen het beste worden ingezet om een straat of stad koel in te richten? Welke maatregelen zorgen daadwerkelijk voor een verlaging in de lucht- of gevoelstemperatuur die merkbaar is voor mensen op straat? De Effact checker probeert antwoord te geven op veel van deze gehoorde praktijkvragen.

De Effact checker is work-in-progress. Regelmatig komen er vragen en antwoorden bij. Mist u vragen of antwoorden, of heeft u aanvullingen, geef het ons door: [a.j.klok@hva.nl](mailto:a.j.klok@hva.nl)



### STEDELIJK OPPERVLAKTEWATER

Hoe verkoelt stedelijk oppervlaktewater de omgeving? Hoe groot is het verkoelend effect op de lucht- en de de gevoelstemperatuur? Wat is het effect van stedelijk oppervlaktewater 's nachts? Lees meer "facts" over ...



### GROENE GEVELS

Hoe koelen groene gevels de omgeving af? Hoe groot is het verkoelend effect van groene gevels? Wat is de beste vegetatiesoort voor groene gevels? Wat zijn andere voordelen van groene gevels? Lees meer "facts" ...



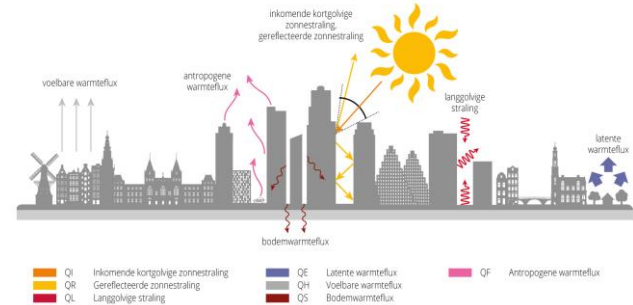
### GROENE DAKEN

Welke soorten groene daken zijn er? Verkoelt een groendak de binnenomgeving? Verkoelt een groendak de buitenomgeving? Lees meer "facts" over groene daken.

# EFFECTIEVE INRICHTINGSMAATREGELEN

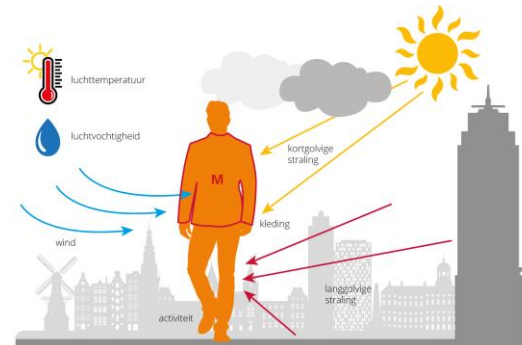
- **Doel:** stadsbreed **de luchttemperatuur** verlagen

VERDAMPING! 10 procentpunt meer groen leidt tot een verkoeling van ongeveer 0,5 °C.



- **Doel:** lokaal voldoende koele plekken creëren met een lage **gevoelstemperatuur**

SCHADUW! In de schaduw is de gevoelstemperatuur 10-15 °C lager.



# HITTERICHTLIJNEN

- ▶ Welke ontwerprichtlijnen werken in de praktijk?

Een koele kijk op de  
inrichting van de buitenruimte

## De hittebestendige stad

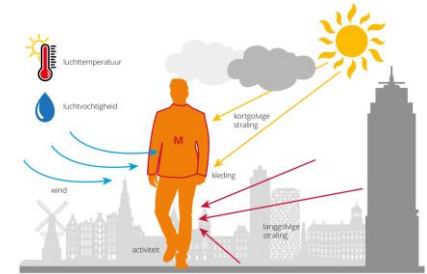


## HOE RICHT JE DIT HITTEBESTENDIG IN?

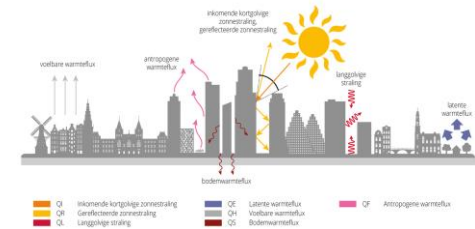


# TWEE DOELEN - DRIE ONTWERP RICHTLIJNEN

Lokaal voldoende koele plekken creëren (**gevoelstemperatuur**)



Stadsbreed **de luchttemperatuur** verlagen

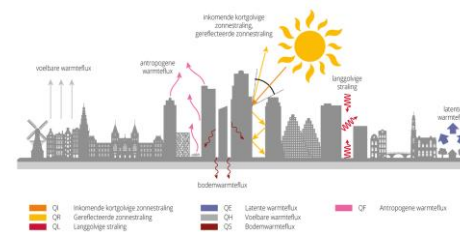
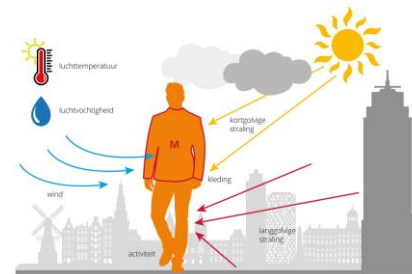


# TWEE DOELEN - DRIE ONTWERP RICHTLIJNEN

Lokaal voldoende koele plekken creëren (**gevoelstemperatuur**)

- Afstand tot koelte:** Binnen 300 m van elke woning ligt een aangename, koele verblijfsplek in de buitenruimte.

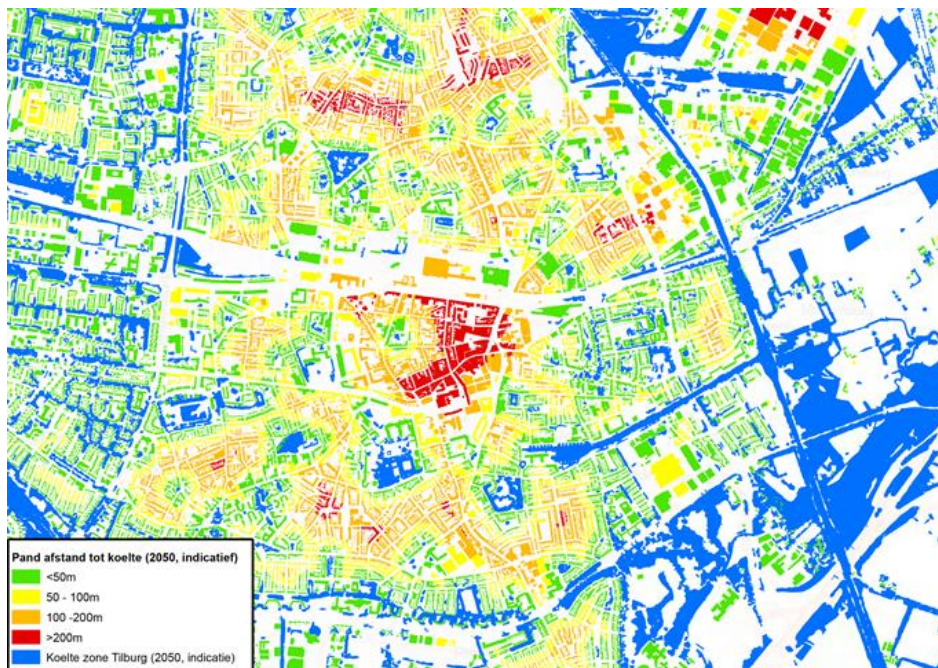
Stadsbreed **de luchttemperatuur** verlagen





## AFSTAND TOT KOELTE

- ▶ Afstand < 300 m
- ▶ Koele plek: minimaal 200 m<sup>2</sup> met PET <35 °C
- ▶ Wel: bankjes, ligweides, groen en water
- ▶ Niet: privégroen, smal groen, langs drukke wegen

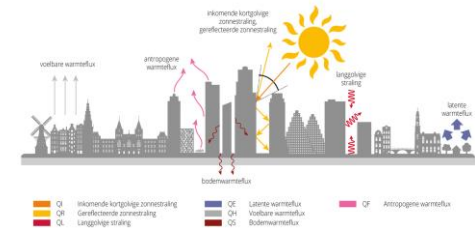
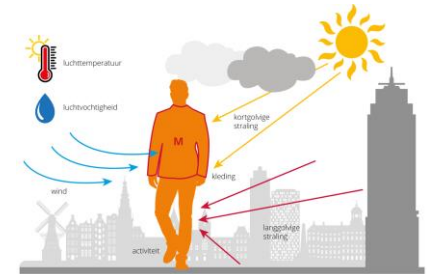


# TWEE DOELEN - DRIE ONTWERP RICHTLIJNEN

Lokaal voldoende koele plekken creëren (**gevoelstemperatuur**)

1. **Afstand tot koelte:** Binnen 300 m van elke woning ligt een aangename, koele verblijfsplek in de buitenruimte.
2. **Schaduw op loopgebieden:** Voldoende schaduw op looproutes op het heetst van de dag.

Stadsbreed **de luchttemperatuur** verlagen



# SCHADUW OP LOOPGEBIEDEN

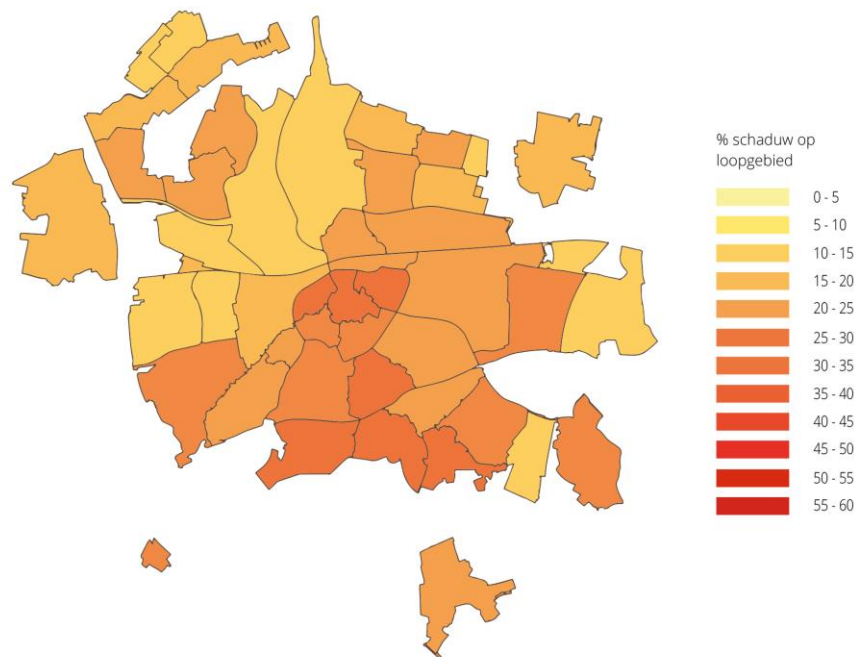
- ▶ Looproutes in binnensteden minimaal 40% schaduw



*Figuur 4.11 Percentage schaduw op loopgebieden op 21 juni om 14:00 uur, met per straat het resultaat van de schaduanalyse (links) – wit is loopgebied, zwart is schaduw, oranje is overig – en een foto op ooghoogte (midden) en vanuit de lucht (rechts).*

# SCHADUW OP LOOPGEBIEDEN

- ▶ Loopgebieden in buurten minimaal 30% schaduw

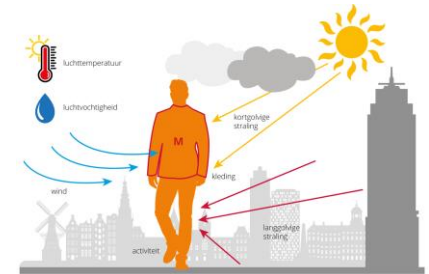


Figuur 4.12 Percentage schaduw op loopgebieden op 21 juni om 14:00 uur per buurt binnen de bebouwde kom van Breda.

# TWEE DOELEN - DRIE ONTWERPRICHTLIJNEN

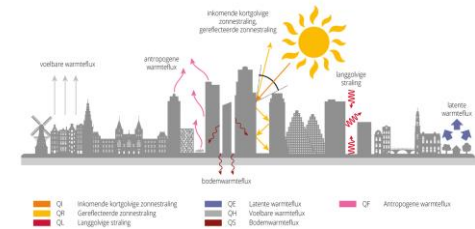
Lokaal voldoende koele plekken creëren (**gevoelstemperatuur**)

1. **Afstand tot koelte:** Binnen 300 m van elke woning ligt een aangename, koele verblijfsplek in de buitenruimte.
2. **Schaduw op loopgebieden:** Voldoende schaduw op looproutes op het heetst van de dag.



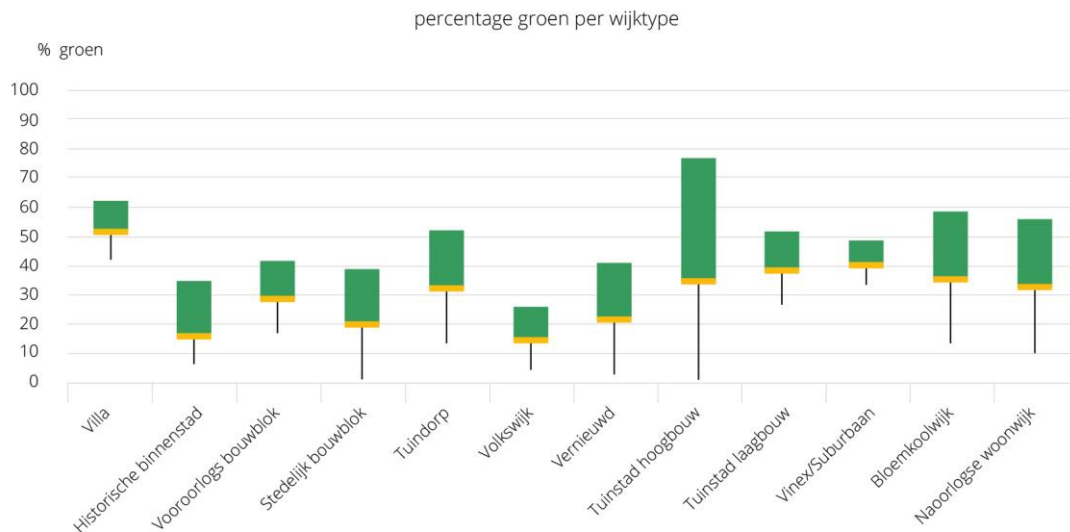
Stadsbreed **de luchttemperatuur** verlagen

3. **Percentage groen:** Het percentage groen binnen een buurt is groter dan een bepaalde ondergrens.



## PERCENTAGE GROEN

- Voorstel streefwaarde per wijktype: gemiddeld percentage groen plus de standaarddeviatie.



Figuur 4.15 Het percentage groen per wijktype op basis van vier steden (Amsterdam, Utrecht, Haarlem en Breda) met het gemiddelde percentage (geel) en de standaarddeviatie. De standaarddeviatie naar boven is in groen aangegeven.

# ONTWERP RICHTLIJNEN IN DE PRAKTIJK



# TOT SLOT

- ▶ Adaptatie aan hitte is niet alleen een maatschappelijk thema, maar een echte opgave voor gemeentes.
- ▶ Zowel in nieuwbouw als bij elke herinrichting.
- ▶ **Vraag:** Hoe kunnen jullie gemeentes daarbij ondersteunen? Welke oplossingen kunnen jullie bieden?

