

# Climate Proof Cities



## Kennismontage Hitte en Klimaat in de Stad

Sonja Döpp  
14 april 2011, Arnhem

## Kennismontage Hitte in de Stad



**Doel:** Bijeenbrengen van aanwezige kennis op het gebied van hitte in de stad die relevant is voor de uitvoeringspraktijk

**Opdrachtgever:** Alliantie Klimaatbestendige Steden (Amsterdam, Rotterdam, Den Haag, Utrecht en ministerie van IenM)

**Uitgevoerd door:** Climate Proof Cities (CPC) consortium  
[www.knowledgeforclimate.nl/climateproofcities](http://www.knowledgeforclimate.nl/climateproofcities)



## Opbouw



1. Hitte in de stad: Wat is er aan de hand?
2. Hoe brengen we (lokale) hitteproblematiek in beeld?
3. Welke maatregelen kunnen worden genomen?
4. Hoe kunnen maatregelen worden geïmplementeerd in beleid?

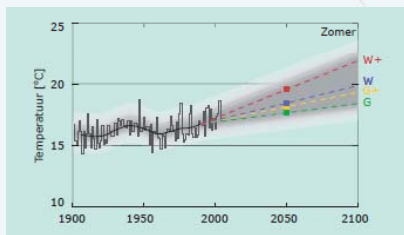
## Hitte in de stad: Wat is er aan de hand?



## Meer hitte in de stad



- Relatief weinig data over stadsklimaat in Nederland beschikbaar
- KNMI'06 scenario's:
  - Stijging zomer temperatuur 0,9 – 2,8 °C in 2050
  - Toename tropische dagen (>30°C) van 4 naar 7-15/jaar in 2050
  - Toename frequentie en duur hittegolven
- Versterkt effect door Urban Heat Island effect (UHI)



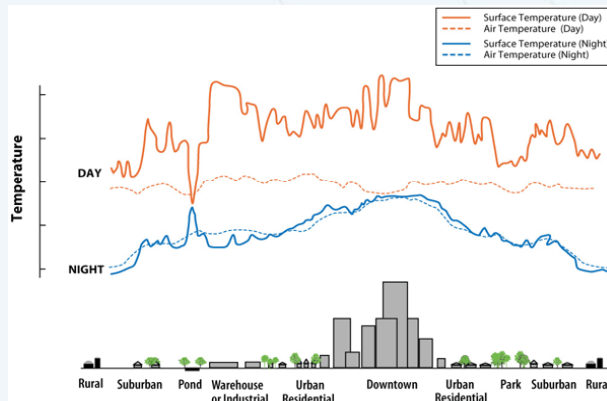
Kennismontage Hitte

	De Bilt 1976-2005*	G 2050	G+ 2050	W 2050	W+ 2050	Parijs 1976- 2005
Dagtemperatuur (°C)	16,8 (15,3-18,7)	17,7	17,6	17,9	19,6	19,3
Max. temperatuur (°C)	21,7 (19,8-24,6)	23,6	23,1	23,4	24,5	23,9
Zomerse dagen (max. temperatuur >= 25°C)	24 (4-48)	30	34	39	47	45
Aantal tropische dagen (max. temperatuur >= 30 °C)	4 (0-13)	7	9	10	14	9
Totale neerslag (mm)	214 (72-352)	220	193	227	173	147
Gemiddelde max. zomer- dagneerslag per jaar (mm)	27 (11-51)	29	27	32	29	27

## Urban Heat Island effect



- **Vasthouden van warmte door hoge bebouwingdichtheid;** materialen die langzaam opwarmen en afkoelen en veel warmte opslaan
- **Weinig verdamping door verharding;** vervanging van natuurlijke oppervlakken door waterdoorlatende oppervlakken; weinig water beschikbaar
- **Weinig zonlicht reflectie, veel warmte absorptie** door donkere oppervlakken met laag *albedo*



### Dagelijks patroon, UHI :

- minimaal/negatief bij zonsopkomst
- loopt of gedurende dag
- maximaal paar uur na zonsondergang

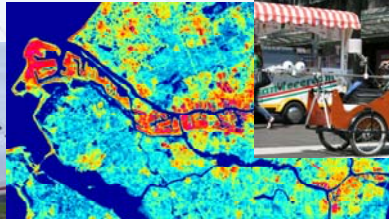
## UHI onderzoek NL - Metingen



- Luchttemperatuur
- Oppervlaktetemperatuur
- Gevoelstemperatuur

Meetstrategie CPC 2011-2014

[www.knowledgeforclimate.nl/climateproofcities](http://www.knowledgeforclimate.nl/climateproofcities)



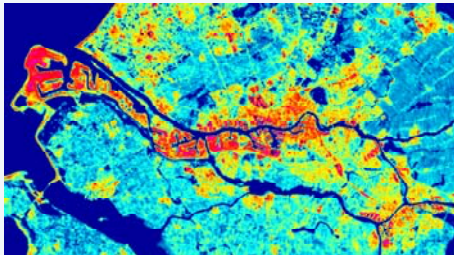
Kennismontage Hitte

Climate Proof Cities

## UHI onderzoek NL – resultaten



- Utrecht (Conrads, 1974): T verschil 2.7 °C in nacht
- Amateurdata NL: T verschil 1 - 8 °C; helder weer, weinig wind
- Rotterdam en Arnhem (2010) : **2 °C overdag** en **7 °C 's nachts**



Kennismontage Hitte

Climate Proof Cities



## Gevolgen van hitte voor de mens



## Hittestress

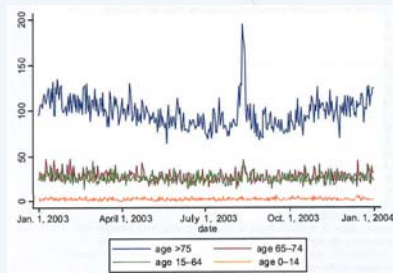
*De aanwezigheid van hitte als stressor op de fysiologie, welke zich uit in temperatuurverhoging van het lichaam*

- Ziekteverschijnselen: warmte-uitslag, hittekrampen, uitputting en hitteberoerte
- Risicogroepen
  - Bepaald medicijngebruik
  - Overgewicht
  - Hart- of bloeddrukproblemen
  - Luchtwegaandoeningen
  - Ouderen

## Sterfte bij ouderen



- Oversterfte vooral bij ouderen boven 75 jaar
  - Gebruik medicatie; ziekten en aandoeningen; verminderde temperatuurswaarneming en dorstprikkel; verminderd transpiratievermogen



(Kovats & Hajat, 2003)

- Toename sterfte met 12% (ongeveer 40 doden) per dag tijdens hittegolf in NL
- 500 extra doden in zomer 2010
- Vrijwel geen 'oogsteffect'

Kennismontage Hitte

Climate Proof Cities

## Andere gevolgen van hitte



- Slaapverstoring, vooral bij ouderen
  - Studies Tilburg en Rotterdam; ernstige verstoring tijdens hittegolven
- Thermisch comfort (gevoelstemperatuur)
  - Rotterdam: verschil gevoelstemperatuur meer dan 15 °C stad-buitengebied op zomerse dag
- Luchtkwaliteit
  - Hogere ozonconcentraties en stabiele atmosfeer; meer kans op smogvorming; gezondheidseffecten
- Energieverbruik door airconditioning
- Arbeidsproductiviteit, leerprestaties
- Aantrekkelijkheid stad voor wonen, werken en recreatie

Kennismontage Hitte

Climate Proof Cities



## Problematiek in beeld: Hittekaarten

Kennismontage Hitte

Climate Proof Cities



### Hittekaarten

- Stedelijke Klimaatkaarten, gericht op vragen rondom thermisch comfort stad

#### Stedelijke klimaatkaarten

- Koppeling van klimatologische informatie aan geografische en stedenbouwkundige informatie (planning en ontwerp)
- Analyse van kwetsbaarheid aan weer- en klimaatverbonden risico's en ondersteuning van planningsprocessen
- Benodigde data:
  - Klimatologisch; op basis van meteorologische waarnemingen, scenario's en/of modellen
  - Geografische informatie (bijv. Kadaster, Actueel Hoogtebestand NL)
  - Stedenbouwkundige kenmerken (bouvvolume, -hoogte, vegetatie etc.)

Kennismontage Hitte

Climate Proof Cities

## Hittekaarten



- Geen algemene methode; afhankelijk van beschikbare data en doel
- *Klimatopen*: eenheden van combinaties van stadskenmerken die op gelijke manier reageren
- Aantal voorbeelden hittekaarten in Nederland (Rotterdam, Arnhem, Den Haag, Provincie Limburg en Brabant)
- Doelstellingen variëren; bewustmaking tot ondersteuning ontwerp en planningsprocessen

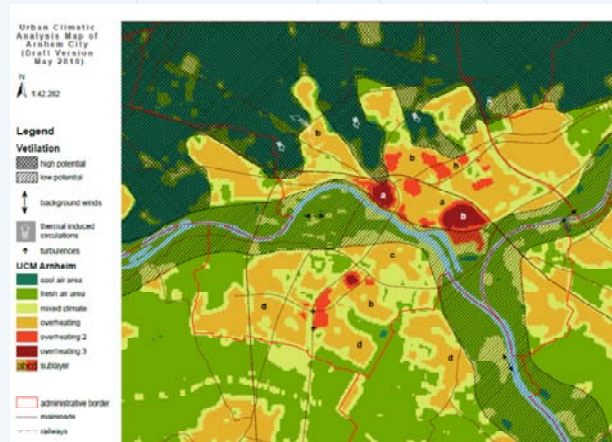
Kennismontage Hitte

Climate Proof Cities

## Voorbeeld: Hittekaart Arnhem



- Problemen: Verhoogde kans op intens UHI effect
- Kansen: Windbanen; mogelijkheden voor natuurlijke ventilatie



Kennismontage Hitte

Climate Proof Cities





# Maatregelen



## Hittemaatregelen

### Mogelijkheden

- Tegengaan temperatuurstijging, beperken UHI effect
- Negatieve gevolgen tegengaan of beperken

### Thema's

- Groen
- Water
- Gebouwen
- Stedelijke structuur
- Gedrag

## Groen



### Koelende werking

- Actief overdag door verdamping via bladeren (evapotranspiratie)  
*1 boom op zonnige dag koelvermogen van 20-30 kW ≈ 10 airco's*
- Passief overdag door beschaduwing
- Absorbeert weinig warmte i.t.t. verhard oppervlak

### Effectiviteit

- Afhankelijk van soort en dichtheid van vegetatie, grootte en locatie
- Kennis beperkt (kwantitatief)
  - *Manchester (ASCCUE): 10% toename groen tot 2080 kan temperaturen constant houden*
- Voldoende water beschikbaar essentieel!

## Groen - toepassingen



### Groene ruimten; stadsbossen, parken en tuinen

- Effect op lokaal microklimaat: koel in het park (Park Cool Island)
  - Verschil in luchttemperatuur tussen park en omgeving 1 – 6 °C
- Effect op omgeving
  - Weinig kwantitatieve gegevens; uiteenlopende meetresultaten (20 - 1100 m); sterk afhankelijk van ventilatie

### Bomen

- Beschaduwing van straat, gevels en mensen
  - Onderzoek Univ. Manchester naar kwantitatieve effecten (beschaduwing, runoff, type bomen etc.)



## Groen – toepassingen (2)



### Groene daken en gevels

- Beperking UHI effect, alleen bij aanleg op grote schaal en 'intensieve' groene daken (dikke substraatlaag en voldoende irrigatiewater)
- Isolatie; lagere binnentemperatuur bij hitte
- Vasthouden water bij piekneerslag
- Direct koelend effect op straatniveau zeer beperkt
- Gevels: beschaduwing en verdampingskoeling dichtbij oppervlak



Kennismontage Hitte



Climate Proof Cities

## Water



### Koelende werking

- Verdamping; kost energie
- Absorptie van warmte
- Transport van warmte



Kennismontage Hitte

Climate Proof Cities

## Water – toepassingen



- Oppervlaktewater
  - Rotterdam: alleen koelend effect vlak boven water (tot 6 °C), zeer beperkt op straatniveau
- Verneveling, fonteins
  - Vergroot contactoppervlak met lucht; meer verdamping
  - Direct koeling op de huid
- Uchimizu: besprenkeling straten met water (Japan)
  - Bruggelen
  - Onderzoek CPC 2011 naar koelen van straten in NL
- Natte daken; laag water of sproei-installaties
  - Afname oppervlakte T tot 23 °C (in Japan)

Kennismontage Hitte

Climate Proof Cities

## Aanpassingen aan gebouwen



- Toename oververhitting in gebouwen; vermindering comfort, kans op hittestress
- Hoger energieverbruik
- Relatie binnen / buiten temperatuur complex  
(omringende gebouwen, schaduw, gebouwgeometrie, isolatie, gebruikersgedrag etc.)
- Onderzoek naar Nederlandse bouwtypes binnen CPC; kwetsbaarheidsclassificatie



Climate Proof



Adaptation required

Kennismontage Hitte

Climate Proof Cities

## Aanpassingen aan gebouwen



- Lichtgekleurde daken en gevels (verhoging albedowaarde)
  - Reductie van koelvermogen tot 60%
  - Studies VS: energiebesparing van 30%
- Groene daken en gevels
  - Studie New York: piek temperatuur wit dak gemiddeld 17 °C en groen dak 33 °C koeler dan zwart dak in zomer (Gaffin et al. 2010)
- Verdampingskoeling
- Passieve ventilatietechnieken en mechanische (airconditioning)



Kennismontage Hitte



Climate Proof Cities

## Stedelijke structuur



- Omvang, bebouwingsdichtheid, samenstelling en geometrie

### Aanpassingen:

- Rekening houden met zon en wind oriëntatie; koele luchtstromen, meer schaduw
- Ventilatie door aanpassing straatprofiel: hoogte/breedte verhouding (H/B van 0,5 of lager)
- Verhoging albedo waarden op stadsniveau: minder asfalt/beton, meer groen en blauw, andere lichtgekleurde bouwmaterialen

Kennismontage Hitte

Climate Proof Cities

## Gedrag



Nationaal Hitteplan (2007, update in 2011)

**Wat u moet doen als het warm wordt**

**Drink voldoende**  
Drink 2 liter vloeit per dag, ook als u geen dorst heeft. Drink bij voorkeur water. Vermijd alcohol.

**Vermijd inspanning**  
Vermijd inspanning vooral tussen 12.00 en 16.00 uur, de warmste uren van de dag.

**Blijf uit de hitte**  
Blijf binnen of in schaduw in de schaduw tussen 12.00 en 16.00 uur, de warmste uren van de dag. Draag een hoed, zonnebril en lichte kleding.

**Zorg voor koelte**  
Leg af en toe een koele handdoek in uw nek, neem een koele douche of bad. Laat de zonnering jaloezie of sluit de gordijnen af van kamers die veel aan krijgen. Doe ook de ramen dicht als het buiten warmer is dan binnen (voerdag) en het te open als het buiten kouder is ('s nachts en vriesg in de morgen).

**Zorg voor elkaar**  
Steek een helpende hand toe als er in uw omgeving ouderen of zieken zijn, die hulp nodig hebben om deze adviezen op te volgen.

**Vragen?**  
Overleg met uw huisarts als u vragen heeft over uw gezondheid of met uw sportclub als u moederspin gebruikt. Voor alle andere vragen kunt u terecht bij de GGD in uw regio. Vraag of het nummer risic, bel dan met Postbus 51 (0895 - 9951).

- Kleding aanpassen
- Angst voor tocht wegnemen
- Mogelijkheden acclimatisatie vlak voor hitteperiode?

## Hittebeleid



## Implementatie van hittemaatregelen



3 sturingsmodellen:

- Juridisch; regelgeving
- Economisch; financiële stimulansen / sancties
- Communicatief; kennis/informatie bieden, voorbeeld geven

## Hittebeleid in Nederland



- Aantal gemeentes bezig met hitteproblematiek en adaptatie, maar nog in de onderzoekende fase
- Weinig / geen algemeen adaptatiebeleid, wel actieve inzet op specifieke maatregelen
- Bijvoorbeeld:
  - Subsidiemogelijkheden aanleg groene daken
  - Amsterdam: 50 euro/m<sup>2</sup> (tot max 20.000) voor groen dak of gevel van minimaal 40m<sup>2</sup>
  - Rotterdam: 30 euro/m<sup>2</sup> per gerealiseerd groen dak
  - Alkmaar: 'duurzaamheidslening' met lagere rente bij keuze voor groen dak
- Websites over gevaren van hitte en verwijzingen naar Nationaal Hitteplan, hittesticker etc.

## Internationaal hittebeleid



### London

- Aanpassing bouwreglementen tbv hittebestendigheid
- Vergroenen stad dmv samenwerking met (private) partners
- Promoten van nieuwe alternatieven binnen de bouw

### Stuttgart

- Aanpassing ruimtelijke ordeningsplannen en bouwreglementen op basis van klimaatkaart

### Basel

- Gebouw en constructie wet 2002: nieuwbouw en gerenoveerde platte daken verplicht groen (in navolging op subsidieprogramma); met insteek op behouden biodiversiteit en energiebesparing



Kennismontage Hitte

Climate Proof Cities

## Internationaal hittebeleid

### New York

- 'cool roofs' verplicht in nieuwe bouwreglementen
- wetgeving voor bomenplant bij bouwprojecten

### Chicago

- Bouwreglementen: platte daken minimum reflectie van 0,5
- 'green alleys' reflectieve en permeabele bestrating
- Bomen planten of onderhouden bij nieuwbouw en renovatie wettelijk vastgelegd
- Stuk ontwikkeling afstaan aan groen bij nieuwbouw of kostenvergoeding

### Toronto

- Aanleg groen dak wettelijk verplicht bij nieuwbouwproject > 2000 m<sup>2</sup>
- Samenwerking met gezondheidsinstellingen, Heat alert system, Hot Weather Response Plan



Kennismontage Hitte

Climate Proof Cities



## Lessen voor Nederlandse steden?



- Duidelijke visie en nauwkeurig doel formulering; kwantitatief en duidelijk tijdspad (bijv. Londen; 100.000m2 nieuwe groene daken voor 2012)
- Inzet van combinatie van instrumenten (juridisch, economisch en communicatief)
- Onderzoekende fase, maar tegelijkertijd actieve inzet op doorvoeren van no-regret maatregelen
- Relatie met /inzet op andere doelstellingen; adaptatie aan wateroverlast, biodiversiteit, energieverbruik etc

## Meer informatie



sonja.dopp@tno.nl

[www.knowledgeforclimate.nl/climateproofcities](http://www.knowledgeforclimate.nl/climateproofcities)

Inge.Koolen@minvrom.nl