

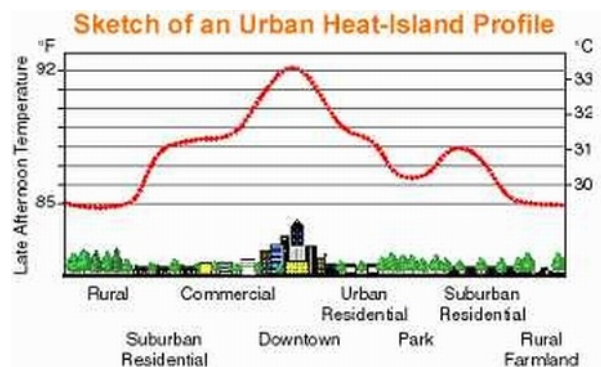
# Future Cities

Naar een klimaatbestendige Gemeente

April 2011

## Steden kunnen hitte-eilanden worden

Steden zijn gevoelig voor opwarming, extreme hitte, droogte en neerslag. Onder invloed van de zon kan de temperatuur in steden na enige dagen aanhoudende warmte hoog oplopen; 's avonds en 's nachts koelen de steden dan maar zeer langzaam en weinig af. Dat komt omdat steden, doordat ze zo stenig zijn, veel warmte vasthouden én ook nog eens zelf warmte produceren. Temperaturen die in de stad 4 tot 10 °C hoger zijn dan in de omliggende gebieden zijn heel gewoon. Steden veranderen dan in zogenaamde 'urban heat islands' of hitte-eilanden.



## Maar geldt dit ook voor Nederlandse steden?

Om vast te stellen of steden in Nederland ook hitte-eilanden zijn, zijn in augustus 2009 temperatuurmetingen uitgevoerd. Met een bakfiets vol meet apparatuur heeft Wageningen Universiteit op hete dagen in en om Arnhem en Rotterdam gefietst en is de temperatuur gemeten. Uit de resultaten blijkt dat in beide steden 's avonds sprake is van een temperatuurverschil van maximaal 7 °C tussen de temperatuur binnen en buiten de stad. Overdag is dat zo'n 2 graden.



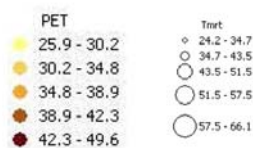
Temperatuurmetingen in Arnhem

## Hitte in de stad kan voor gezondheidsklachten zorgen

Door dit effect kan het in steden tijdens een hitte golf onaangenaam worden. Extreme warmte leidt tot vermindering van comfort en van het functioneren van mensen. Sommige mensen krijgen last van hittestress, met gezondheidsproblemen zoals uitdroging, concentratie- en ademhalingsproblemen, slaap problemen, vermoeidheid en allergieën. In het ergste geval overlijden er zelfs mensen aan. In de hete zomers van 2003 en 2006 lag het sterfte cijfer een stuk hoger dan normaal.



PET (°C)	Human sensation	Thermal stress level
4	very cold	extreme cold stress
8	cold	strong cold stress
13	cool	moderate cold stress
18	slightly cool	slight cold stress
23	comfortable	no thermal stress
29	slightly warm	slight heat stress
35	warm	moderate heat stress
38.9	hot	strong heat stress
41	very hot	extreme heat stress



Voorbeeld meting gevoelstemperatuur in Rotterdam

## De gevoelstemperatuur is bepalend

Niet de hoogte van de temperatuur, maar hoe wij de temperatuur beleven is belangrijk. We kennen dit principe door in de winter de gevoelstemperatuur aan te geven als het stevig vriest en hard waait. De gevoelde temperatuur kan dan een stuk lager liggen dan de temperatuur die wordt gemeten. Voor hitte geldt hetzelfde. Een combinatie van factoren bepaalt de gevoelde temperatuur vertaald in een PET-waarde (Physiologically Effective Temperature).



### En de klimaatverandering zal dit proces verder versterken

In de toekomst worden door de klimaatverandering hete zomers zoals in 2003 en 2006 eerder regel dan uitzondering. Dit leidt tot een sterker hitte-eilandeffect en meer hittestress. In het stedelijk gebied wordt daarom meer aandacht gevraagd voor het nemen van adaptieve maatregelen. Deze maatregelen richten zich vooral op de ruimtelijke ordening (locatiekeuze), de ruimtelijke inrichting (stedenbouwkundig ontwerp, inrichting openbare ruimte) en gebouwontwerp.

### Vijf factoren zijn bepalend voor het hitte-eilandeffect

De metingen in Arnhem en Rotterdam laten zien dat de omvang van de stad er niet toe lijkt te doen. Studies uitgevoerd in het buitenland laten zien dat vijf, sterk

aan elkaar gerelateerde factoren het hitte-eilandeffect in een stad bepalen. Deze factoren zijn:

1. het windpatroon,
2. de stedelijke morfologie,
3. het materiaal- en kleurgebruik,
4. het grondgebruik,
5. hoogteverschillen.

In essentie gaat het daarbij telkens om de mate waarin de warmte in de stad wordt opgeslagen in combinatie met de mate waarin de stad in staat is om af te koelen.

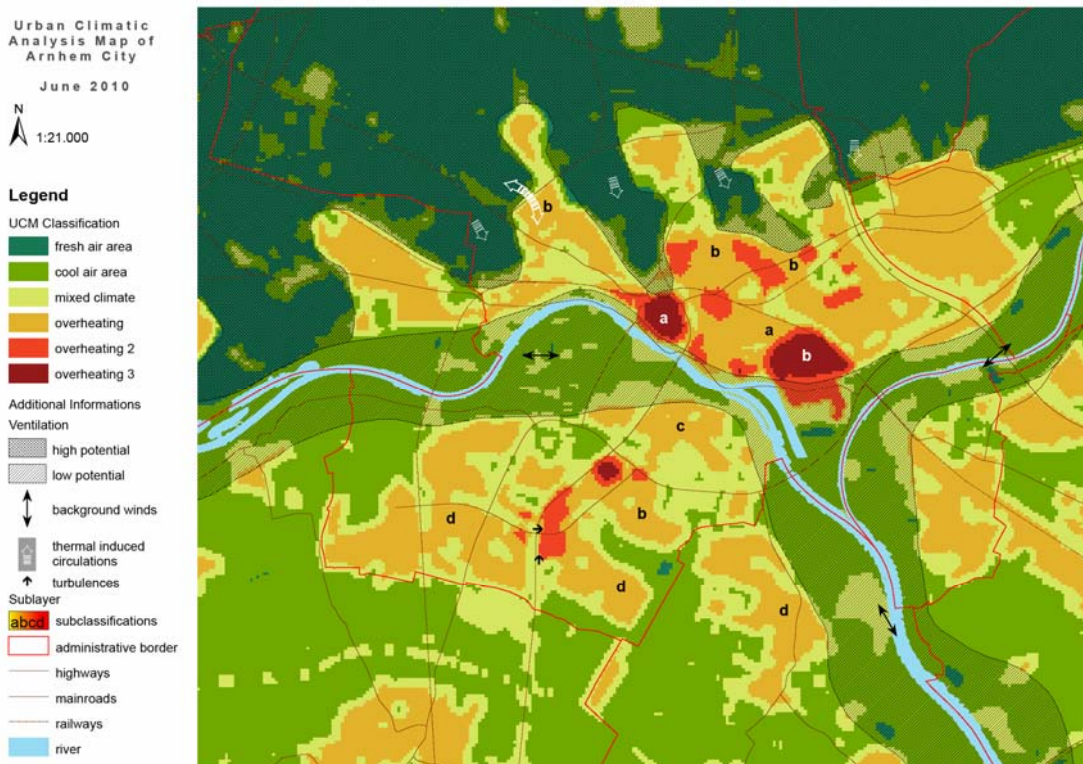
### Deze zijn voor Arnhem geanalyseerd

Met hulp van de Universiteiten van Kassel (Duitsland) en Hong Kong (China) hebben voor elk van de vijf factoren van Arnhem kaartbeelden

het materiaal- en grondgebruik en topografie beschikken we in Arnhem al over veel gedetailleerde gegevens. Deze gegevens hebben we aangevuld met meteorologische gegevens, zoals het windpatroon gemeten in omliggende KNMI-stations en de temperatuur.

### En vertaald in de hittekaart voor Arnhem

Omdat niet elke factor op elke plek een even grote invloed heeft, hebben we aan de factoren een gewicht toegekend. De gegevens zijn, aan de hand van een GIS-model, door middel van een weging, omgerekend naar een resultaat dat we als grid-cel van 100 bij 100 meter weergeven. Op deze manier hebben we een hittekaart van Arnhem opgesteld. Deze kaart signaleert de warmteopbouw in een gebied; de warmte- en ventilatiebalans.



Hittekaart Arnhem en omstreken





### De hittekaart toont de gebieden waar we de situatie moet verbeteren







De kaart laat de gebieden zien waar de warmte zich kan ophopen en moeite hebben om af te koelen. Voor sommige gebieden is dit risico laag. Hier moeten we ervoor zorgen dat de situatie niet verslechtert. Bij andere gebieden is dit risico zeer hoog. Hier zullen we de situatie moeten verbeteren. We onderscheiden daarbij gebieden waar hitte vooral overdag (zoals winkel- en werkgebieden) een probleem kan zijn of juist vooral 's nachts in verband met de hoognodige nachtrust (zoals woongebieden).

### Maar ook de gebieden die we moeten beschermen

De kaart laat ook zien welke gebieden koele lucht kunnen produceren waarmee (delen van) de stad overdag en vooral 's nachts kan worden afgekoeld. Veelal gaat dat om de grotere groengebieden in en om de stad zoals de bossen op de rand van de Veluwe, het omringende meer landelijke gebied, de rivieren met de uiterwaarden en de (grotere) parken in de stad. Bij deze gebieden moeten we ervoor zorgen dat hun koelende effect niet wordt verminderd of beter nog versterkt.

### De maatregelen hebben we vertaald in een kaart van aanbevelingen

De hittekaart geeft aan welke gebieden risico lopen sterk op te warmen en welke gebieden we kunnen gebruiken om de stad (meer) te koelen. Op de aanbevelingenkaart geven we aan in welke gebieden we nu al maatregelen moeten treffen om de situatie niet verder te laten verslechteren. We onderscheiden ook gebieden waarbij we moeten voorkomen dat de situatie verslechtert; door inbreiding (verdichting) of de gevolgen van de klimaatverandering. Tenslotte zijn gebieden aangegeven die we willen beschermen.

	Naam	Beschrijving
	Cool air Producing-zones	<b><i>Dalwinden</i></b> De Veluwe kan een grote koelende werking hebben op de stad Arnhem. Door de aanwezigheid van veel natuur en een helling, ontstaat er 's nachts een koele luchtstroom hellingafwaarts, in de richting van de pijl.
	Fresh air producing-zones	<b><i>Achtergrond wind</i></b> Arnhem ligt aan de Rijn en de IJssel die in potentie een verkoelende werking op het stadsklimaat hebben. In Nederland komt de wind overwegend uit zuidwestelijke richting en tijdens warme perioden uit (zuid)oostelijke richting. De wind blaast over de rivieren en kan daarmee het gebied koelen in het verlengde van de windrichting.
	Mixed Climate	<b><i>Grote groengebieden in en om de stad</i></b> De randen van de stad en stadsparken zijn vaak zo groen dat warmte hier weinig tot geen grip op heeft. Deze gebieden zijn in zekere zin klimaatrobuust. Ze hebben een beperkte koelende werking op omliggende gebieden.
	Moderate Urban Heat Island	<b><i>Gebieden met risico tot opwarming</i></b> Tot deze groep behoren bebouwde gebieden (woonwijken en bedrijfsterreinen) die door hun openheid en de aanwezigheid en nabijheid van groen/blauwe structuren, nauwelijks opwarmen.
	Remarkable Urban Heat Island	<b><i>Gebieden met verhoogd risico tot opwarming</i></b> Tot deze categorie behoren bebouwde gebieden (woonwijken en bedrijfsterreinen) met hogere dichtheden en grotere bouwvolumes. Deze gebieden hebben te weinig groen of ondervinden nauwelijks effect van luchtstromen om de warmte zelf kwijt te kunnen raken.
	Maximum Urban Heat Island	<b><i>Gebieden met hoog risico tot opwarming</i></b> Dit zijn het stadscentrum, de omliggende dichtbebouwde, stenige, oudere woonwijken en bedrijfsterreinen met overwegend platte daken. Deze gebieden ondervinden nauwelijks tot geen effect van wind en er is praktisch geen groen aanwezig om het gebied af te koelen.

**Meer informatie bij:**

Hans van Ammers, gemeente Arnhem [hans.van.ammers@arnhem.nl](mailto:hans.van.ammers@arnhem.nl)

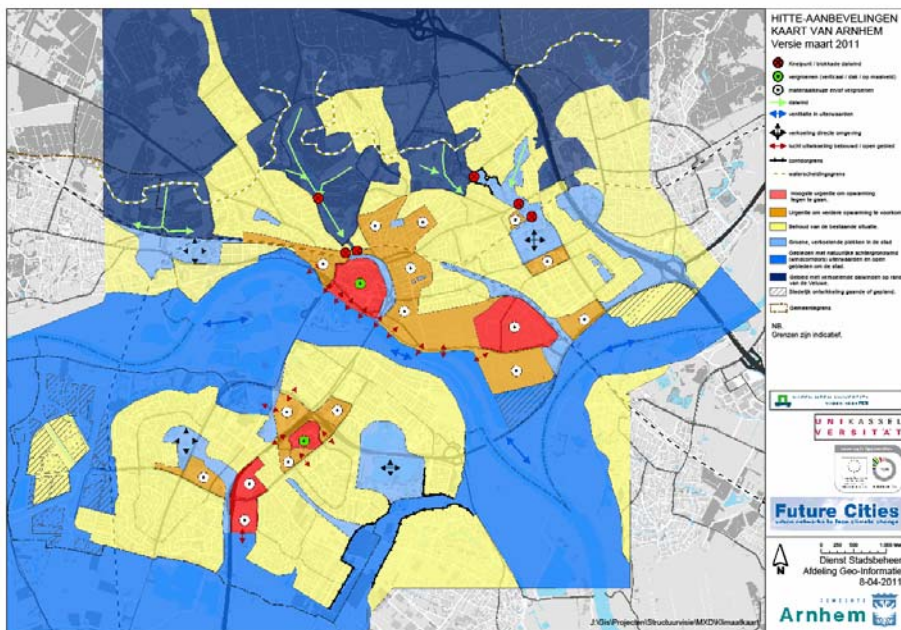
Annemieke de Kort, gemeente Tiel [adkort@tiel.nl](mailto:adkort@tiel.nl)

Ton Verhoeven, gemeente Nijmegen [t.verhoeven@nijmegen.nl](mailto:t.verhoeven@nijmegen.nl)

Vincent Kuypers, Alterra [vincent.kuypers@wur.nl](mailto:vincent.kuypers@wur.nl)

Barry de Vries, Alterra [barry.devries@wur.nl](mailto:barry.devries@wur.nl)

[www.future-cities.eu](http://www.future-cities.eu) of [www.futurecities.nl](http://www.futurecities.nl)



Eerste concept hitte-aanbevelingen kaart & legenda van Arnhem

**En werken we de kaarten verder uit**

Met de beide kaarten zijn we er nog niet. We willen de relaties tussen de fietsmetingen, de gevoels temperatuur en gezondheid verder uitwerken. De kaarten geven een algemeen beeld. Maar we weten dat specifieke groepen - zoals ouderen, chronisch zieken en hele jonge kinderen - een groter risico lopen, ongeacht waar ze zich in de stad bevinden. Dat geldt vooral als ze binnen zijn want de 'staat van het gebouw' en 'hoe mensen zich gedragen' bepaalt in grote mate wat het binnenklimaat is. Meer nog dan de opwarming buiten.

Eenheid	Toelichting	Opgave en moment
Hoogste urgentie om opwarming tegen te gaan	Buitenruimte warmt sterk op zodat het onprettig is om hier tijdens hete periodes te verblijven. Ook effect op binnenklimaat waardoor bewoners 's nachts last van de warmte kunnen hebben.	Verbeteren van de huidige situatie: <ul style="list-style-type: none"> <li>treffen autonoom maatregelen, vooral bij nieuwbouw, renovatie, herontwikkeling en groot onderhoud.</li> <li>voor locaties met kwetsbare groepen autonoom actie ondernemen om tot acceptabele situatie te komen</li> </ul>
Urgentie om verdere opwarming te voorkomen	Gebieden die behoorlijk opwarmen en het risico lopen om bij nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen te gaan behoren tot de gebieden met de eenheid "hoogste urgentie".	Voorkomen van verdere opwarming door o.a. verdichting en inbreiding, vooral aan de randen met de rode gebieden: <ul style="list-style-type: none"> <li>treffen maatregelen bij nieuwbouw, renovatie, herontwikkeling en groot onderhoud.</li> <li>voor locaties met kwetsbare groepen autonoom actie ondernemen om tot acceptabele situatie te komen.</li> </ul>
Behoud van de bestaande situatie	Door lage dichtheden, beperkte volumes, aanwezigheid en nabijheid van groene en blauwe structuren warmen deze gebieden nauwelijks op.	Behouden, beschermen van huidige situatie: <ul style="list-style-type: none"> <li>voorkomen dat door inbreiding, (her)ontwikkeling e.d. de verhouding bebouwing - groen/blauw verslechtert.</li> <li>voor locaties met kwetsbare groepen autonoom actie ondernemen om tot acceptabele situatie te komen.</li> </ul>
Gebieden met verkoelende dalwinden	Op de groene hellingen van de Veluwe ontstaan 's nachts verkoelende luchtstromen die via de dalen in de richting van de stad bewegen (pijlen = ligging dalen).	Behouden, beschermen van huidige situatie die zorgt voor het ontstaan van de dalwinden: <ul style="list-style-type: none"> <li>zorgen dat dalwinden de warme plekken van de stad binnen kunnen komen om deze te verkoelen;</li> <li>toetsing ontwikkeling op het effect op de dalwinden;</li> <li>knelpunten oplossen voor optimaler gebruik dalwinden.</li> </ul>
Gebieden met natuurlijke achtergrondwind	Gebieden langs de randen van de stad die door open/groene karakter niet of nauwelijks opwarmen en waar vandaan verkoelende luchtstromen komen die bebouwde gebieden kunnen koelen.	Behouden, beschermen van huidige situatie die ervoor zorgt dat de gebieden niet opwarmen en de verkoelende luchtstromen afzwakken: <ul style="list-style-type: none"> <li>zorgen dat deze winden de warme plekken van de stad binnen kunnen komen om deze te verkoelen.</li> <li>Bebouwing in deze gebieden is mogelijk mits deze geen invloed heeft op de luchtstromen.</li> </ul>
Groene, verkoelende plekken in de stad	Grotere groene gebieden in/aan de rand van de stad met verkoelende werking op de directe omgeving.	Behouden, beschermen en zo mogelijk versterken van de lokaal verkoelende werking van deze gebieden: <ul style="list-style-type: none"> <li>bebouwing voorkomen als deze verkoelende gebieden liggen gebieden met eenheid "(hoogste) urgentie".</li> </ul>