

Eureka

De Stadsregio Arnhem Nijmegen wil een regio zijn waar het goed leven is: aantrekkelijk, bereikbaar en concurrerend. Eureka zet zich hiervoor in: een samenhangend pakket van programma's om de luchtkwaliteit te verbeteren in samenhang met de aanpak van het klimaat- en energievraagstuk.

Eureka bestaat nu uit vijf programma's:

Hydra (schone en duurzame brandstoffen),

Terra (duurzame logistiek),

Flora (groen voor een betere luchtkwaliteit),

Eolus (maatregelen bij puntbronnen) en

Argus (regionale reken- en meetstrategie).

In 2009 is het EU Interreg IVB-project **Future Cities** (klimaatadaptatie in de stadsregio) gestart en werken we aan het programma **Helios** (duurzame energie). Alle projecten die binnen de programma's worden opgezet en uitgevoerd zijn samenwerkingsproducties van kennisinstituten, bedrijfsleven, overheden, maatschappelijke en bewonersorganisaties.

Zie voor meer informatie www.destadsregio.nl en www.future-cities.eu

Voorwoord

Warmere zomers, hittegolven, extreme droogte, te veel of te weinig water, tropische regenbuien... Klimaatverandering zal ook in Nederland niet ongemerkt blijven, zo blijkt uit verschillende onderzoeken. De komende decennia kan Gelderland wellicht wel drie keer zoveel hittegolven tegemoetzien in vergelijking met de afgelopen decennia. In steden blijft de hitte langer hangen, waardoor het woonklimaat en de luchtkwaliteit daar tijdelijk sterk verslechteren. We krijgen ook te maken met te veel water door heftiger stortbuien en met watertekort door langere droogteperiodes. En daarnaast zal er periodiek sprake zijn van hogere waterstanden in onze grote rivieren. Wat betekent dat voor bijvoorbeeld de aan- en afvoer van water in de stad?

Wij willen de gevolgen van de klimaatverandering voor Arnhem, Nijmegen en de Stadsregio Arnhem Nijmegen in beeld brengen, om ons vervolgens tegen mogelijke problemen te kunnen wapenen. Daarom werken we in het Europese project Future Cities samen met de gemeente Tiel, het Engelse Hastings, de West-Vlaamse Intercommunale, de Duitse waterschappen Lippeverband en Emschergerenossenschaft en het Franse Rouen-Seine-Aménagement. Kennis delen en ervaringen uitwisselen zijn essentieel in Future Cities en dat doen wij in de vorm van workshops, conferenties, themabijeenkomsten en publicaties. In Arnhem concentreren wij ons op de hitte in de stad.

De effecten die we inventariseren, vertalen we naar concrete maatregelen in onze stad. Inmiddels kunnen we de inventarisatiefase afronden. We weten nu meer over de achtergronden van hitte in de stad, wat dit betekent voor onze stad en waar zich knelpunten kunnen voordoen.

Dit tweede boekje over Future Cities richt zich op de hitte in de stad, op hitte-eilanden. Het komt uit aan de vooravond van de eerste, landelijke themabijeenkomst op 26 mei 2010 in Arnhem. We praten u bij over de problematiek, onze aanpak om de hitte in de stad in beeld te brengen en de resultaten tot nu toe. Maar ook concrete maatregelen komen aan bod. Met sprekers uit binnen- en buitenland hopen wij u een inspirerend programma te bieden voor betrokken beleids mensen van gemeenten, provincies en waterschappen in Nederland.

Margreet van Gastel

Wethouder Milieu gemeente Arnhem en lid van het College van Bestuur van de Stadsregio Arnhem Nijmegen

1 Klimaatverandering

Klimaatverandering kan voor de Stadsregio Arnhem Nijmegen in het algemeen en Arnhem en Nijmegen in het bijzonder verschillende gevolgen hebben. Door de klimaatverandering worden de zomers warmer, met meer en langere hittegolven en droogte. En als het dan regent, dan komt het in stortbuien naar beneden. De hitte blijft langer hangen, het water kan moeilijker af- en aangevoerd worden en de luchtkwaliteit vermindert.



Gevolgen klimaatverandering in Gelderland

Stijging gemiddelde temperatuur	Minder extreme wintercondities, minder kans op ijsgang, afname van het aantal malen dat zout gestrooid moet worden, toename van ziekten en allergieën, meer corrosie van voertuigen, gebouwen en bruggen
Meer hittegolven	Lagere waterstanden, meer kans op droogte en watertekort, smelten van wegooppervlakken, afname van lucht- en waterkwaliteit, stedelijke gebieden worden 'hitte-eilanden', toename van sterfte (hittestress)
Toename intensiteit zomerse buien	Wateroverlast in stedelijke gebieden, meer overlast door water op straat, meer schade aan wegen en gebouwen door wateroverlast
Toename hoeveelheid neerslag winter	Hogere rivierafvoeren (meer kans op overstromingen), meer wateroverlast in het landelijk gebied, hogere waterstanden, meer schade aan wegen en gebouwen door wateroverlast en meer wateroverlast in stedelijke gebieden
Toename stormen	Meer schade aan hoogspanningsleidingen, voertuigen, gebouwen en bruggen

Wat meespeelt, is dat wij Nederlanders zijn ingesteld op een gematigd klimaat. Een klimaat met een grote mate van voorspelbaarheid, regelmaat en zekerheid. Klimaatverandering houdt in dat we andere extremen op onverwachte momenten mogen verwachten. Daarnaast wordt onze maatschappij steeds complexer, waardoor zelfs vrij kleine, en op zich onbeduidende, voorvallen al een grote impact hebben. Zo ontwrichten regen na een lange droogteperiode en plotselinge sneeuwval in de winter nu al het verkeer.

De klimaatverandering wordt op twee manieren aangepakt: mitigatie en compensatie.

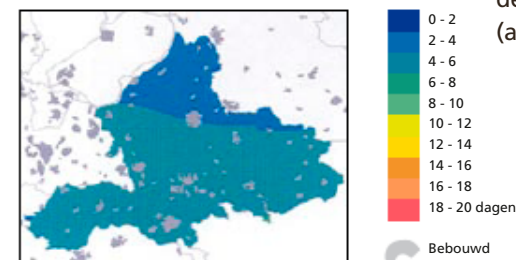
We verminderen de uitstoot van broeikasgassen (mitigatie) en proberen door grootschalige aanplant van bossen de concentratie van bepaalde broeikasgassen in de lucht te verminderen (compensatie).

Waarschijnlijk zijn beide maatregelen niet voldoende en moeten we er rekening mee houden dat we toch met de gevolgen van klimaatverandering worden geconfronteerd.

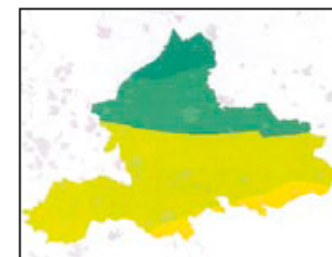
We kunnen ons daar dan ook maar beter tijdig op voorbereiden. We passen de steden aan om ze leefbaar te houden (adaptatie).

Aantal tropische dagen per jaar (maximumtemperatuur > 30°)

1976 – 2005



2050 W



2050 W+



Het EU-project Future Cities

De gemeenten Arnhem, Nijmegen en Tiel werken, samen met het Engelse Hastings, de West-Vlaamse Intercommunale, de Duitse waterschappen Lippeverband en Emschergerenossenschaft en het Franse Rouen-Seine-Aménagement in het project Future Cities. Future Cities is een Europees project binnen het programma Interreg IVB dat stedelijke gebieden in Noordwest-Europa, via een proactieve aanpassing, wil wapenen tegen de voorspelde gevolgen van klimaatverandering. Met Future Cities richten we ons dus vooral op adaptatie.

De projectpartners ontwikkelen gezamenlijke oplossingen om stedelijke gebieden voor te bereiden op de gevolgen van de klimaatverandering. Er worden planningsprocedures en criteria ontwikkeld die beslissingen voor duurzame stedelijke ontwikkeling ondersteunen. De partners leggen daarbij het accent op het gecombineerd en effectief toepassen van groen, water en stadsmorfologie om de gevolgen van klimaatverandering te verminderen. Maar binnen het project wordt ook gekeken naar de toepassing van duurzame energie (verminderen van de uitstoot van warmte en kooldioxide). De projectpartners maken daarbij gebruik van elkaars kennis en ervaring.



Maar we maken ook gebruik van kennis en ervaring elders in de wereld, zoals in Japan, China (Hong Kong) en Duitsland. Zo doet Duitsland al tientallen jaren onderzoek naar de verkoelende werking van wind. Binnen Future Cities richt Arnhem zich op het hitte-eilandeffect. Arnhem werkt daarvoor samen met Alterra, Wageningen Universiteit, Hogeschool Van Hall Larenstein en MAPSUP.

Steden zijn gevoelig voor opwarming, extreme hitte, droogte en neerslag. Door de verdichting van onze steden, inbreiding van woningen staat voorop, warmen deze gebieden – ook los van de klimaatverandering – meer en meer op. Dit effect wordt het hitte-eiland-effect genoemd. Klimaatverandering zal het hitte-eilandeffect versterken. Reden genoeg om het effect te analyseren, de ernst van het effect te bepalen en waar nodig op zoek te gaan naar aanpassingen om een gezond,

veilig en aantrekkelijk klimaat te behouden in de stad. Future Cities legt daarbij op verschillende schaalniveaus keuzes voor aan beleidsmakers, ontwikkelaars, uitvoerders en beheerders.

Inmiddels kunnen we de inventarisatiefase afsluiten. We weten nu meer van de achtergronden van het hitte-eiland-effect, wat het betekent voor de stad, waar het zich voordoet en welke mogelijke adaptieve maatregelen kunnen worden genomen. In de komende periode willen we tot aanbevelingen komen voor de steden en de stadsregio. Zo werken we toe naar een pakket aan maatregelen – een ‘gereedheidskist’ – waarvan duidelijk is waar ze het meest effectief zijn, hoe ze te implementeren zijn, wie daartoe initiatief dient te nemen en wat de investerings- en beheerlasten zijn die daarbij horen.



Maptable van MAPSUP

2 Hitte in de stad

Een van de meest voor de hand liggende veranderingen die tot problemen leidt, maar die tot nu toe relatief onderbelicht bleef, is warmte. Iedereen heeft vast wel eens gemerkt dat de muur van de woning of het stenen bankje in de tuin na een mooie zomerse dag nog steeds warm aanvoelen, terwijl het buiten al een stuk kouder is geworden. De stenen warmen overdag op in de zon; doordat stenen hun warmte lang vast blijven houden zijn ze 's avonds nog lang warm.

Dit gebeurt ook in stedelijke gebieden. Doordat gebouwen warmte goed opnemen (absorptie) en lang vasthouden, stijgt de temperatuur. Tevens komen in steden relatief veel, donkere materialen (asfalt) voor die het zonlicht nog beter adsorberen dan in de omliggende gebieden die lichter van kleur zijn en waar het zonlicht meer gereflecteerd wordt (het Albedo-effect). De warmte die overdag wordt opgeslagen, wordt 's nachts weer afgestaan. Bij langdurige en extreme opwarming kan 's nachts niet alle warmte weer worden afgestaan, waardoor de stad steeds verder opwarmt. Hierdoor is vooral in de meest versteende delen van de stad het hitte-eilandeffect het grootst.



Waterschap stelt verbod in om parken en tuinen te besproeien ivm watergebrek door extreme hitte



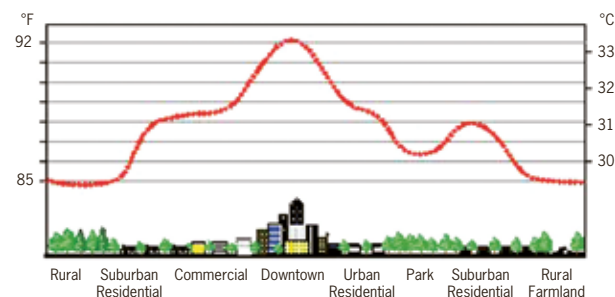
In juli verliezen bomen hun blad door extreme warmte

De stedelijke gebieden houden dus niet alleen veel warmte vast, maar hebben ook weinig verkoelende elementen. De stad kan als het ware niet 'uit zichzelf' 's nachts voldoende afkoelen. Er is te weinig water en groen aanwezig die voor koeling zorgen. Daarnaast kunnen gebouwen de afkoelende werking van wind blokkeren. Dit leidt ertoe dat in steden de temperatuur na enige dagen aanhoudende warmte hoog kan oplopen, terwijl die 's avonds en 's nachts zeer langzaam en weinig afkoelt. De temperatuur in steden kan 4 tot 10 °C hoger zijn dan in de omliggende gebieden. Als de stad te warm wordt, gaan veel mensen op zoek naar verkoeling: in de stad of daarbuiten. Op groene plekken, waar meer wind is en minder materiaal dat de warmte vasthoudt.

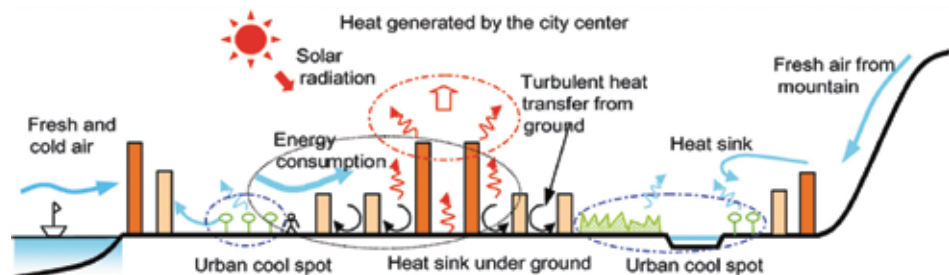


Airconditioners: dubbel nadelig

Een van de reacties van inwoners van steden op de toenemende warmte in hun woning is het aanschaffen van airconditioning of andere koelapparatuur. Bij bedrijven en kantoren is dat al langer het geval. Dat heeft twee nadelige gevolgen: airconditioners stoten niet alleen de warmte uit het pand naar buiten, maar ook die van hun eigen motor erbij. De hitte in de stad wordt zo versterkt. Ten tweede verbruiken airco's erg veel energie, waarmee de CO₂-uitstoot toeneemt, de luchtkwaliteit verslechtert, wat de klimaatverandering (opwarming) weer verergert.



Temperatuurverdeling in de namiddag rondom steden. (NRCAN, 2007)



Het stedelijk gebied verandert bij aanhoudende hoge temperaturen dus in Urban Heat Islands of hitte-eilanden. In essentie wordt het hitte-eilandeffect veroorzaakt door een combinatie van drie factoren:

1. Steden houden veel warmte vast.
2. Steden kunnen moeilijker afkoelen.
3. Steden produceren ook warmte.

Door dit hitte-eilandeffect kan het in stedelijke gebieden tijdens een hittegolf erg onaangenaam zijn. Extreme warmte leidt tot vermindering van comfort en van het functioneren van mensen. Mensen kunnen last krijgen van hittestress. Natuurlijk is voor sommige mensen de temperatuurstijging geen probleem, al zijn ze wellicht minder productief.



Maar voor andere groepen kan temperatuurstijging ernstige gezondheidsklachten oproepen. Hitte kan onder andere leiden tot toename van gezondheidsproblemen als uitdroging, vermoeidheid, concentratie- en ademhalingsproblemen, slaapproblemen en allergieën. In het ergste geval overlijden er zelfs mensen aan (vooral de kwetsbare bevolkingsgroepen). In de uitzonderlijk hete zomers van 2003 en 2006 lag het sterftecijfer in een groot deel van Europa een stuk hoger dan normaal.

Door de klimaatverandering wordt de extreme hitte, zoals in de zomers van 2003 of 2006, in de toekomst eerder regel dan uitzondering zijn. 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 van de openbare ruimte) en de ontwerpen van gebouwen en infrastructuur.

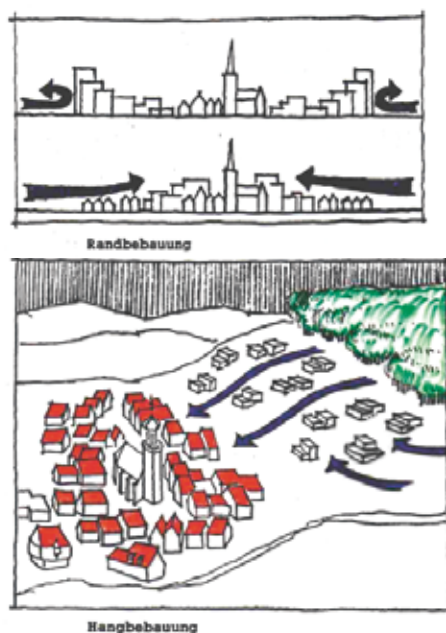
3 Analyse hitte-eiland-effect op Arnhem

Om vast te stellen of steden in Nederland ook hitte-eilanden zijn, is in augustus 2009, zowel in Arnhem als in Rotterdam, een temperatuurmeting uitgevoerd. Met een bakfiets vol meetapparatuur heeft Wageningen Universiteit op hete dagen in en om Arnhem en Rotterdam gefietst en is de temperatuur gemeten. Uit de voorlopige resultaten blijkt dat er sprake is van een temperatuurverschil van maximaal 7 °C tussen de temperatuur binnen en buiten de stad. Dit verschil is zowel in

Arnhem als in Rotterdam aangetroffen, iets wat de wetenschappers niet hadden verwacht. Belangrijker is dat het grootste verschil optreedt na zonsondergang. Als in het buitengebied de temperatuur aan het begin van de avond weer snel begint te zakken, zakt de temperatuur in de (binnen)stad een stuk langzamer. We kunnen dus gerust stellen dat er ook in steden in Nederland sprake is van het hitte-eilandeffect.



Fietsmetingen WUR



De temperatuurmetingen in Arnhem en Rotterdam laten een vergelijkbare opwarming zien. De omvang van de stad lijkt er niet toe te doen. Maar wat dan wel? Wat veroorzaakt nu het hitte-eilandeffect voor een stad als Arnhem?

Eerst hebben we de factoren die hierbij een rol spelen geïnventariseerd. Dat hebben we gedaan door gebruik te maken van kennis uit binnen- en buitenland.



Duitsland doet al tientallen jaren onderzoek naar de verkoelende werking van wind. In Freiburg is het beleid zo aangepast dat bij uitbreiding van de stad de koele luchtstromen niet geblokkeerd worden.

Door de ligging van de stad in de vallei van de Rijn is het zomers in Freiburg vier tot acht weken behoorlijk warm. De wind, die dan vrijwel alleen 's nachts waait, zorgt voor de enige verkoeling. Zij het beperkt, omdat de frisse lucht uit de omliggende heuvels het oostelijk deel van de stad binnen kan komen, maar niet verder reikt dan het centrum. Daardoor koelt het westelijk stadsdeel niet of nauwelijks af.

Om de wind verder in de stad te laten komen, worden de groene ruimten zoveel mogelijk opengehouden en geldt het motto: niet te vol bouwen en niet te hoog. Hierdoor, en door het gebruik van vegetatiedaken, wordt geprobeerd om de temperaturen in Freiburg aangener te maken.

We onderscheiden vijf, sterk aan elkaar gerelateerde factoren die het hitte-eilandeffect in een stad bepalen. Het gaat daarbij om:

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

In essentie gaat het daarbij telkens om twee mechanismen:

1. mate van warmte-opslag,
2. mate van afkoeling.

Windpatroon

Tijdens een hittegolf kan de wind voor verkoeling zorgen en de verdere opwarming van de stad beperken. De wind voert koelere lucht aan en warme lucht af. Naast de overheersende windrichting en windsnelheid, zowel overdag als 's nachts, is de mate waarin de wind in de stad kan doordringen van belang. De wind volgt zogenaamde windpaden. Dat zijn grotere lijnvormige open ruimten zoals rivieren, waterlopen en hoofdwegen. Via deze hoofdaanvoer kan de wind via het fijnere netwerk van wegen, plantsoenen en waterpartijen al dan niet diep in de stad doordringen. Tijdens een hittegolf komt de wind in Oost-Nederland vooral uit het oosten. Noord-zuid verlopende windpaden zijn dan van weinig nut.



Stedelijke morfologie

De structuur van de stad beïnvloedt de mate waarin de stad tijdens een hittegolf de warmte opneemt. Het gaat dan om bebouwingsdichtheid, het volume en de hoogte van de gebouwen en de verhouding tussen bebouwd en onbebouwd. Hoe hoger de bebouwingsdichtheid, des te meer massa die warmte kan opnemen en vasthouden. De structuur van de stad bepaalt ook hoe ver koelere lucht binnendringt en warme lucht wordt afgevoerd.

Materiaal- en kleurgebruik

De mate waarin warmte wordt opgenomen wordt bepaald door de kleur en het soort materiaal. Stenige materialen, zeker als ze ook donkere kleuren hebben, bepalen hoeveel warmte wordt opgenomen en 's nachts weer

wordt afgegeven. Gebouwen, maar ook straten (zwart!), kunnen overdag grote hoeveelheden warmte opslaan.

Een bitumendak warmt overdag zeer sterk op, en geeft die warmte af aan de rest van het gebouw. De warmtestraling overdag is erg hoog, maar 's nachts koelt dit dak ook weer snel en sterk af. Om dit effect van het materiaal in beeld te brengen hebben we een hittestaan uitgevoerd. Met een vliegtuig is, na een warme dag in augustus 2009, op 4 kilometer hoogte over de Stadsregio Arnhem Nijmegen en de stad Arnhem gevlogen en zijn (infrarood-)warmtebeelden gemaakt. Hierop zijn bijvoorbeeld de wegen goed te herkennen.



Grondgebruik

Bomen zorgen voor schaduw waardoor de betreffende plek minder snel opwarmt. Daarom zijn parken en bossen in de zomer ook heerlijk koel. Gras en lage struiken leveren weliswaar geen schaduw, maar zorgen er, net als bomen, door de verdamping (evaporatie) wel voor dat de omgeving minder snel opwarmt. De mate waarin groen bijdraagt aan het verlagen van de gevoelstemperatuur is per soort verschillend. Groen kan voor een temperatuursverlaging van 5 tot 20°C zorgen. Een groen dak in plaats van

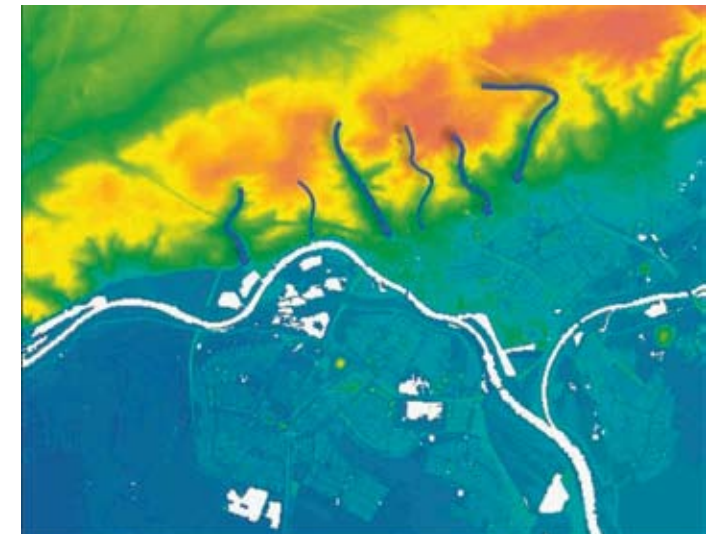
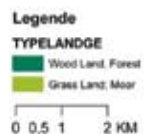
een bitumendak heeft dan ook een verkoelend effect op de stad. Zowel overdag als 's nachts.

Voor water is dat niet zo eenduidig te stellen. Water heeft overdag net zo'n verkoelend effect als groen, maar 's nachts straalt het juist de warmte uit die het heeft opgenomen. Bij stilstaand water is dat effect het sterkst, bij stromend water (menging van warmer en kouder water) het minst. De groene en blauwe structuren in en rond de stad zijn zo bepalend voor de mate waarin een stad opwarmt en weer afkoelt.



Hoogteverschillen

Vooral uit onderzoek in Duitsland is bekend dat grotere hoogteverschillen een bijdrage leveren aan de aanvoer van koele lucht. Voor een stad als Arnhem zou dit ook kunnen gelden: koele lucht uit de bossen op de hoger gelegen Veluwe stroomt via de dalen en de parken de stad in. Deze luchtstromen zijn in Nederland heel zwak en daarom snel te verstoren. Wellicht geldt dit maar voor enkele steden in Nederland, maar voor Arnhem en Nijmegen is dit mogelijk een factor waarmee rekening gehouden kan worden.



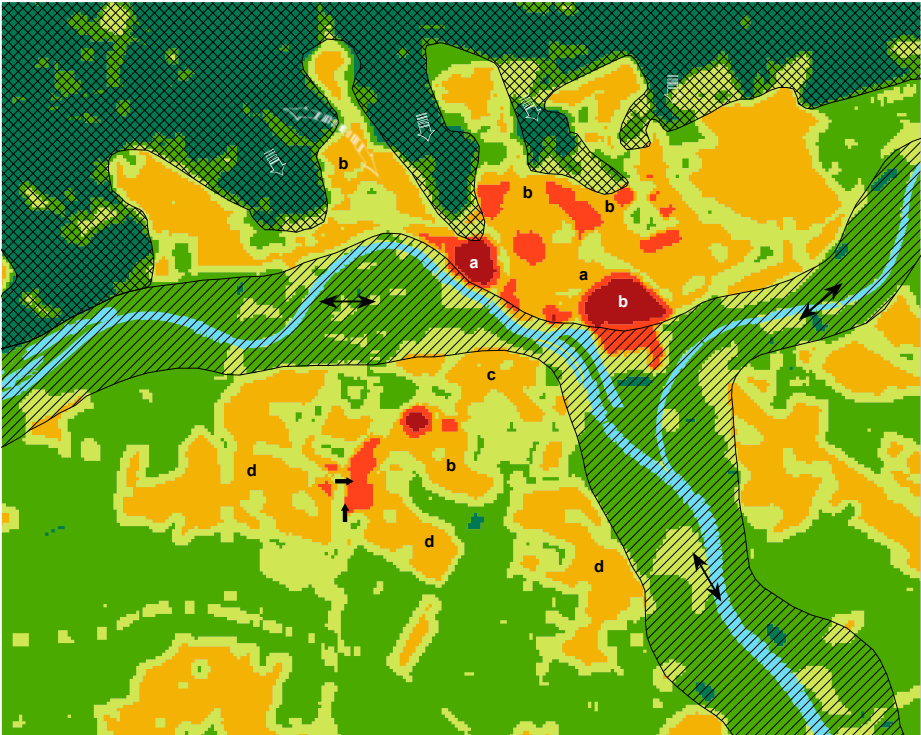
4 Hittekaart van Arnhem

Van de stedelijke morfologie, het materiaal- en grondgebruik en topografie beschikken we in Arnhem al over veel gedetailleerde gegevens. Deze gegevens vullen we aan met meteorologische gegevens, zoals het windpatroon gemeten in omliggende KNMI-stations en de temperatuur. Op deze manier kunnen we van elk van de vijf factoren kaartlagen maken. De Universiteiten van Kassel en Hong Kong hebben hiervoor de kennis geleverd. Omdat niet elke factor op elke plek een even grote invloed heeft, hebben we aan de factoren een gewicht toegekend. De volgende stap is om de kaartlagen met elkaar te combineren. De gegevens worden, 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 weer-geven. Op deze manier hebben we de eerste versie van de hittekaart van Arnhem opgesteld. Deze Urban Climate Analysis Map signaleert de warmte-ophoping in een gebied. Op deze kaart zijn in één oogopslag zowel de kansen als de problemen te zien.

Op de Urban Climate Analysis Map zien we de warmte- en de ventilatiebalans:

- Welke gebieden van de stad lopen het meeste risico op warmte-ophoping en hebben moeite om 's avonds af te koelen?
- Welke gebieden kunnen koele lucht produceren en welke (delen van) de stad kunnen overdag en vooral 's nachts afkoelen?



	Naam	Beschrijving
	Cool air producing-zones	Dalwinden 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	Open groengebieden rondom de stad Uiterwaarden, agrarische gronden en overgangszones rondom Arnhem hebben een zekere verkoelende werking op de stad. De groene gebieden slaan minder warmte op en in combinatie met de, in Nederland heersende zuidwesterlijke of zuidoostelijke wind die eroverheen blaast, koelt het de stad in het verlengde van de windrichting.
	Mixed Climate	Grote groengebieden in en om de stad 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 klimaatrobust. Ze hebben een beperkte koelende werking op omliggende gebieden.
	Moderate Urban Heat Island	Gebieden met risico tot opwarming Tot deze groep behoren bebouwde gebieden (woonwijken en bedrijfsterrains) die door hun openheid en de aanwezigheid en nabijheid van groen/blauwe structuren, nauwelijks opwarmen.
	Remarkable Urban Heat Island	Gebieden met verhoogd risico tot opwarming Tot deze categorie behoren bebouwde gebieden (woonwijken en bedrijfsterrains) 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	Gebieden met hoog risico tot opwarming Dit zijn het stadscentrum, de omliggende dichtbebouwde, stenige, oudere woonwijken en bedrijfsterrains 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.

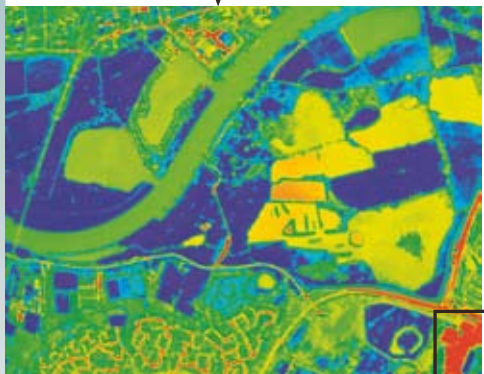
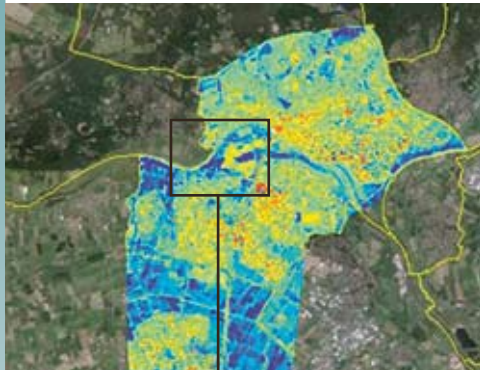
Hiermee is de analyse nog niet afgerond. We confronteren nu de hittekaart met onze andere onderzoeken, zoals de hittestscan. We zien verschillen en onderzoeken waardoor deze verschillen worden veroorzaakt.

Een van de verschillen die we zien, is dat het Gelredome (stadion) in de hittestscan rood is gekleurd (veel warmtestraling), terwijl het Gelredome op de Urban

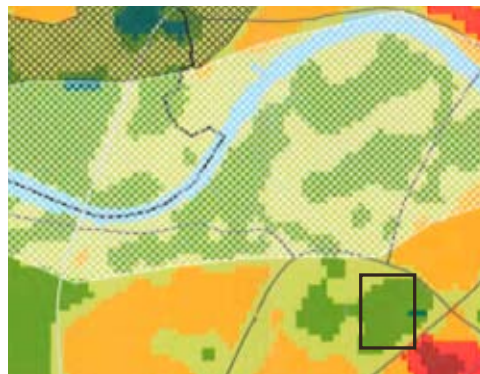
Climate Analysis Map groen is gekleurd (geen warmteophoping). Een verklaring zou kunnen zijn dat het Gelredome weliswaar overdag sterk opwarmt en warmte uitstraalt, maar de warmte 's nachts ook weer makkelijk en snel kwijtraakt. Het materiaalgebruik, maar ook de bebouwingsdichtheid zou hierbij een rol kunnen spelen.

Ontwerpen van een klimaatbestendige stad

Een goed ontworpen stad kan ervoor zorgen dat de temperatuur relatief laag blijft tijdens warme periodes. Het gaat dan om het slim gebruiken van de verkoelingsmogelijkheden en van de stedelijke morfologie. Samen met studenten van de Wageningen Universiteit hebben we ontwerpen gemaakt voor een hittebestendige stad.



□ Gelredome



Zo is nagegaan hoe het Sonsbeekpark beter gebruikt kan worden om de stad te koelen. Op basis van de resultaten zijn studenten van Hogeschool Van Hall Larenstein aan de slag gegaan om te verkennen wat dit verder betekent in relatie met de monumentale status van het Sonsbeekpark.

Een ander voorbeeld is het hittebestendig inrichten van winkelgebieden zoals de binnenstad, winkelcentrum Kronenburg en winkelcentrum Presikhaaf. Op basis van deze resultaten maken studenten van Wageningen Universiteit, Hogeschool Van Hall Larenstein en Saxion Hogeschool Deventer ontwerptools voor de implementatie.

Een deel van de ontwerpessies gaat in op de Stadsregio Arnhem Nijmegen. Hier worden ook de kansen en mogelijkheden voor stadsranden en de stedelijke omgeving in beeld gebracht. Hoe ziet bijvoorbeeld een klimaatbestendige weg eruit? Hoe kan de stedelijke omgeving bijdragen aan het leefbaar houden van een stad en haar omgeving? Kunnen natuurgebieden ook een rol van betekenis spelen? Hoe gaan we om met te veel (piekbuien) en te weinig water (droogte) in de regio? Dit zijn belangrijke vragen die alle een rol spelen in de hittebestendige stad en regio.

Vervolg

Met de Urban Climate Analysis Map hebben we de effecten van de hitte in de stad zichtbaar gemaakt.

De volgende stap is om te bepalen of het hitte-eilandeffect 'erg is', of er sprake is van ongewenste situaties of zelfs risico's voor de gezondheid van kwetsbare bevolkingsgroepen. We bepalen de urgentie tot handelen en tot het nemen van adaptatiemaatregelen. Dat doen we door een Urban Climate Recommendation Map op te stellen, die laat zien hoe we ongewenste warmteophoping kunnen voorkomen of verminderen. In de eerste plaats op stedelijk niveau, gekoppeld aan de nieuwe structuurvisie van Arnhem. We wijzen gebieden aan waar we de verkoelende luchtstromen niet willen hinderen, gebieden die we niet (verder) willen verdichten of gebieden waarvoor we adviseren meer groen op maaiveld, gevel of dak aan te leggen. Dit zal moeten leiden tot een actieprogramma.

Vervolgens zullen we op verschillende lagere schaalniveaus aanbevelingen doen, die op projectniveau een bijdrage kunnen leveren aan de uitvoeringsagenda van het programma, gebundeld in een gereedschapskist. We houden u hierover graag op de hoogte.

[illegible]

Colofon

Samenstelling: Jolanda Roskamp en Erik Zweers

Stadsregio Arnhem Nijmegen: Ron Josten

Gemeente Arnhem: Hans van Ammers

Gemeente Nijmegen: Ton Verhoeven

Gemeente Tiel: Annemieke de Kort

Alterra: Barry de Vries en Vincent Kuypers

Hogeschool Van Hall Larenstein: o.l.v. Wim Timmermans

Universiteit Kassel: o.l.v. Lutz Katzschner

Wageningen Universiteit: o.l.v. Sanda Lenzhölzer

MAPSUP: Jaap de Kroes en Sjoerd Verhagen

Met dank aan alle teamleden, studenten en gemeentelijke diensten die Future Cities tot een unieke leeromgeving over Klimaat en de Stad maken.



Mixed Sources
Productgroep uit goed beheerde
bossen, gecontroleerde bronnen
en gerecycled materiaal.
Cert no. SCS-COC-00652-GD
www.fsc.org
© 1996 Forest Stewardship Council

