

3 ■ Rekenmodellen

Dit hoofdstuk geeft antwoord op de volgende deelvraag:
- Op welke manier is stedelijke hitte te berekenen?

In dit hoofdstuk wordt beschreven op welke manier er twee rekenmodellen gemaakt zijn, hoe deze werken en wat Witteveen+Bos met deze modellen kan in zijn advieswerk. In paragraaf 3.1 wordt rekenmodel 1 beschreven, paragraaf 3.2 een ruimtelijke verdeling van het SHE door middel van een data-analyse. In paragraaf 3.3 wordt model 2 beschreven, in 3.4 worden voorbeelden gegeven hoe er met rekenmodel 2 veranderingen in een bepaalde straat doorberekend kan worden.

3.1 Rekenmodel 1

Inleiding

Met rekenmodel 1 kan op buurtniveau gekeken worden naar de kans op en mate van stedelijke hitte (zie voor meer informatie over de verschillende schaalniveaus en motivatie om voor bepaalde schaalniveaus te kiezen bijlage 11).

In hoofdstuk 2.2 worden verschillende ruimtelijke, antropogene en klimatologische oorzaken genoemd van het SHE. De klimatologische veroorzakers kunnen door metingen inzichtelijk worden gemaakt. Antropogene veroorzakers zijn dynamisch en moeilijk te meten. De verschillende ruimtelijke oorzaken kunnen relatief eenvoudig door middel van een data-analyse inzichtelijk worden gemaakt. Op basis hiervan is het mogelijk om een rekenmodel te maken.

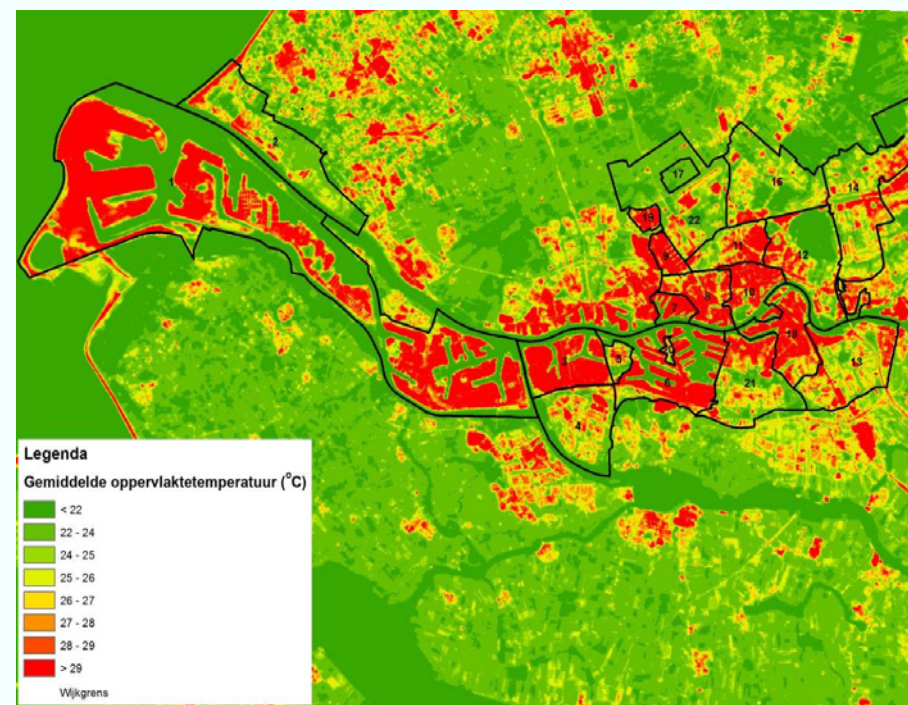
Data

Door een analyse uit te voeren op basis van gegevens van TNO⁵⁰ kunnen ruimtelijke oorzaken inzichtelijk worden gemaakt. Deze dataset geeft de oppervlaktetemperatuur van Rotterdamse buurten weer met verschillende buurtkenmerken (zie bijlage 8 & 10).

In dit onderzoek is de data van 89 verschillende buurten door de auteurs verwerkt en zijn de buurten naar typologie gerangschikt. Bij het analyseren van deze buurten is door de auteurs een afweging gemaakt of een bepaalde buurt wel zuiver en representatief is (zie voor meer informatie bijlage 7). Na deze selectie blijven er 57 buurten over.

Dit wordt gedaan zodat andere Nederlandse steden profijt hebben van de verwerkte data en gebruik kunnen maken van het rekenmodel.

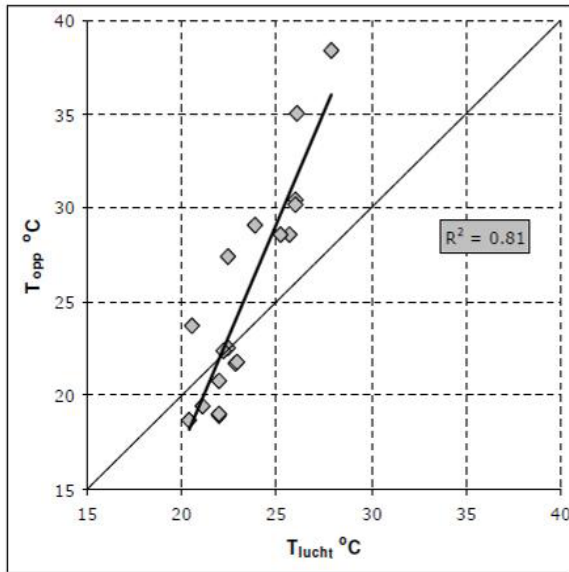
De buurten die vallen onder de typologieën bedrijventerrein, industrie, haven en kantorenpark zijn buiten beschouwing gelaten omdat er aangenomen kan worden dat veel werkplekken voorzien zijn van airco en het binnenklimaat op de werkplek de verantwoording is voor de werkgever.



Figuur 37. Gemiddelde oppervlaktetemperatuur op basis van 15 Landsat satelliebeelden. Bron: TNO 2011

Ook wordt er aangenomen dat mensen op het werk minder buiten komen dan mensen die in een woning zijn en hebben deze typologieën andere eigenschappen dan woonwijken. Verder hebben deze buurten totaal andere ruimtelijke kenmerken waardoor het niet mogelijk is om bepaalde standaarden te ontwikkelen als deze buurten zouden worden meegenomen.

50. Klok, L, Broeke, H. ten, Harmelen, T. van, e.a. (2010), Ruimtelijke verdeling en mogelijke oorzaken van het hitte-eiland effect. TNO & Waterwatch. p.30-32



Figuur 38. Relatie tussen SHE en SHI. Bron: Klok, L., H. ten Broeke, T. van Harmelen e.a. (2010)
 Figuur 39. fish eye opname van een plein met een sky view factor van 0.716 Bron: sciencedirect.com



Zoals al eerder gezegd geven onderzoekers van TNO een indicatie van hitte door hitte te meten aan de hand van oppervlaktetemperatuur (SHI). Dit is de oppervlaktetemperatuur die verkregen is uit een analyse van vijftien Landsat satellietbeelden (figuur 37). Deze beelden zijn genomen in zomerperioden tussen 1987-2007 op onbewolkte warme middagen (rond 12 uur). De resolutie van de Landsatbeelden is 120 bij 120m (satellietbeelden vanaf 1984) en 60 bij 60m (satellietbeelden tussen 1999-2003). Uit het onderzoek van TNO in Rotterdam is gebleken dat hoge luchttemperaturen samen gaan met hoge oppervlaktetemperaturen.

Er bestaat geen relatie die luchttemperatuur direct uit oppervlaktetemperatuur afleidt. De redenen om toch oppervlaktetemperatuur te gebruiken zijn de volgende:

1. In Rotterdam zijn metingen gedaan waaruit bleek dat de oppervlak-

tetemperatuur sterk gecorreleerd was aan de gemeten luchttemperatuur (zie figuur 38). Later is door dezelfde onderzoekers van TNO geprobeerd de relatie tussen luchttemperatuur en oppervlaktetemperatuur meer inzichtelijk te maken.⁵¹ Dit is echter niet gelukt, omdat het meetpunt voor de luchttemperatuur bijvoorbeeld niet in representatief stedelijk gebied stond. Verder onderzoek zal in de toekomst duidelijk moeten maken in welke mate het SHE met het SHI samen valt. Onderzoekers hebben wel een relatie getrokken tussen de nacht oppervlaktetemperatuur en de nacht luchttemperatuur, die is namelijk vrijwel identiek.⁵²

2. Zowel het SHE als het SHI hebben invloed op thermisch comfort.⁵³
3. Er is veel meer data met oppervlaktetemperatuur beschikbaar waardoor er onderzoek naar stedelijke hitte mogelijk is.

Uitkomsten data-analyse

Door een selectie te maken van de 30 (van de 57) warmste buurten met een gemiddelde oppervlaktetemperatuur tussen 27,9 en 31,2°C zijn, kunnen de kenmerken van die buurten worden geanalyseerd. Buurten met een gemiddelde oppervlaktetemperatuur van 27,9°C worden vanaf nu aangemerkt als warme buurten. Buurten onder de 27,9°C worden aangeduid als koele buurten, omdat dit de temperatuur is waarbij buurten extremere gebiedskenmerken krijgen.

Bij verschillende kenmerken (zie een lijst met alle gebiedskenmerken in bijlage 8) is er nauwelijks tot geen verschil tussen warme en koele buurten. Er zijn vijf kenmerken waarin wel een duidelijk verschil te zien is. De 30 buurten hebben de volgende gebiedskenmerken die afwijken van de koele buurten (zie bijlage 8 & 10 en de tabel in figuur 40):

- Een lage gemiddelde sky view factor.
76% van de warmste buurten heeft een gemiddelde sky view factor van minder dan 0,71. In figuur 39 is een sky view factor van 0.716 te zien. (zie voor een lineair verband tussen oppervlaktetemperatuur en sky view factor, figuur 43).
- Weinig groen
90% van de warmste buurten heeft minder dan 18% groen (zie voor een lineair verband tussen oppervlaktetemperatuur en percentage groen, figuur 44).

51. Duyzer, J. Klok, L. Verhagen, H. (2011). *Hoge temperaturen ten gevolge van het stedelijk hitte-eiland effect nu en in de toekomst*. TNO p. 49

52. Blijkt uit gesprek met Dr. ir. F.D. (Franklin) van der Hoeven.

53. Klok, L. Broeke, H. ten, Harmelen, T. van, e.a. (2010), Ruimtelijke verdeling en mogelijke oorzaken van het hitte-eiland effect. TNO & Waterwatch. p. 29 & mailconversatie met Lisette Klok in bijlage 4.2.5

- Veel verharding
90% van de warmste buurten heeft een verhardingspercentage van meer dan 65% (zie voor een lineair verband tussen oppervlaktetemperatuur en percentage verharding, figuur 45).
- Veel bebouwing
76% van de warmste buurten heeft meer dan 20% bebouwing (zie voor een lineair verband tussen oppervlaktetemperatuur en percentage bebouwing, figuur 46).
- Hoge dichtheid, uitgedrukt in omgevingsadressendichtheid.
93% van de warmste buurten heeft een omgevingsadressendichtheid van meer dan 4000 (zie voor een lineair verband tussen oppervlakte-temperatuur en omgevingsadressendichtheid, figuur 47).

Uit deze opsomming blijkt dat omgevingsadressendichtheid de beste indicator is. Omdat bij een omgevingsadressendichtheid van meer dan 4000, 93% van de warme buurten wordt geïndexeerd. Op de tweede plaats volgt het groenpercentage.

Percentage bebouwing	Totaal buurten	Warme buurten	Percentage kans op hittegevoeligheid
<11%	12	0	0%
11-20%	22	7	32%
>20%	23	23	100%
Totaal	57	30	
Sky view factor			
<0,71	23	23	100%
0,71-0,75	13	6	46%
>0,75	21	1	5%
Totaal	57	30	
Omgevingsadressendichtheid			
<3000	22	0	0%

3000-4000	7	2	29%
4000-5000	8	7	88%
>5000	21	21	100%
Totaal	58	30	
Percentage verharding			
<45%	8	0	0%
46-65%	18	3	17%
66-79%	13	9	69%
>80%	18	18	100%
Totaal	57	30	
Percentage groen			
<18%	27	27	100%
18-24%	8	2	25%
>25%	22	1	5%
Totaal	57	30	

Figuur 40. Kenmerken getoetst aan warme en koele buurten waardoor de procentuele kans op hittegevoeligheid kan worden berekend. In rood zijn kritieke waarden weergegeven. Bron: eigen werk (Peter)

Het SHE wordt veroorzaakt door meerdere factoren. Om meer inzicht te krijgen in de relatie tussen warme en koele buurten en de verschillende veroorzakers van de stedelijke hitte (zie de rode getallen in figuur 40) is de volgende tabel samengesteld (figuur 41). Ook wordt zo de kans op hittegevoeligheid zichtbaar.

Omdat de sky view factor een moeilijk te meten factor is en daardoor de gebruiksvriendelijkheid van het rekenmodel aantast, is deze in het rekenmodel buiten beschouwing gelaten.

Daardoor blijven er 4 factoren over die nodig zijn als input bij het rekenmodel

Aantal factoren met een kritieke waarde	Warme buurten	Koele buurten	Totaal aantal buurten	Kans Percentage
4	23	0	23	100%
3	4	1	5	80%
2	3	3	6	50%
1	0	4	4	0%
0	0	19	19	0%
Totaal	30	27	57	

Figuur 41. Buurten met de hoeveelheid factoren boven een kritieke grens. Bron: eigen werk (Peter)

Werking model

De uitkomsten van het door de auteurs uitgevoerde dataonderzoek resulteren in een rekenmodel in Office Excel, waarmee de kans op hittegevoeligheid uit te rekenen is. In sommige gevallen is de uitkomst bij de eerste indicator al 100%. In dat geval is het niet noodzakelijk om verder te rekenen. Verdere invoer kan wel meer inzicht in de oorzaken van de stedelijke hitte geven. Als de norm van de invoer namelijk hoger dan een bepaalde kritieke waarde komt, verspringt de invoer van kleur. Het rekenmodel is dus enerzijds een hitte-indicator en geeft anderzijds inzicht in waardoor het probleem veroorzaakt wordt.

Hoe kleiner het gebied is, hoe betrouwbaarder het model toegepast kan worden. De grote van de buurten uit de dataset is tussen de 553,0 en 5,4 ha met een gemiddelde van 152,8 ha.

Naar aanleiding van de uitkomsten van het rekenmodel is geprobeerd om de cijfers te verifiëren aan de hand van een vergelijkbare dataset van de Stadregio Rotterdam en het zuidelijk deel van Stadsgewest Haaglanden (zie bijlage 10.2). Helaas heeft deze analyse geen nieuwe resultaten opgeleverd. Zie voor meer info en beschrijving van deze data-analyse bijlage 9.

Rekenmodel 1, in figuur 42, werkt als volgt:

Stap 1

Definieer de typologie van de buurt en voer deze in bij het kopje “Typologie”. De typologieën industrieterrein, bedrijventerrein en havengebied kunnen niet worden ingevoerd. De woontypologieën centrum hoogstedelijk, vooroorlogse stadswijk, groene stadswijk, tuinstad jaren ‘60/’70, bouw na 1985, dorps en landelijk zijn mogelijk als invoer.

Stap 2

Verzamel de volgende data:

1. Percentage verharding --> TOP 10 GIS
2. Percentage bebouwing --> TOP 10 GIS
3. Percentage groen --> TOP 10 GIS
4. Omgevingsadressendichtheid --> CBS

Stap 3

Voer de waarden van het gebied in onder het kopje “invoer”. In de cellen ernaast komen de uitkomst, factor en vervolgstappen te staan. Het kopje “factor” bevat data die afkomstig is uit figuur 41 en berekend de uiteindelijke kans op hittegevoeligheid. Als een invoer, op basis van figuur 41 sowieso hittegevoeligheid oplevert komt er automatisch een 4 onder het kopje factor te staan in plaats van 1 (bij een minder abnormale waarde) of 0 (bij hitteongevoeligheid). De percentages onder “uitkomst” zijn afkomstig uit figuur 40.

Stap 4

Als alles is ingevoerd is in rood te zien welke waarde over een kritieke grens heengaat. Als de uiteindelijke factor meer dan 4 is, dan is bij “conclusie” te zien dat de uitkomst hittegevoelig is. Als er geen cellen zijn die rood opkleuren dan is de uitkomst dat de buurt een oppervlaktetemperatuur heeft van minder dan 27,9°C en niet hittegevoelig is.

						boven norm
						onder norm
						niet hittegevoelig
naam buurt:	Voorbeeld					hittegevoelig
Typologie:	Tuinstad jaren '60 '70					error
						n.v.t.
	<u>indicator</u>	<u>invoer</u>	<u>uitkomst</u>	<u>factor</u>	<u>vervolg</u>	<u>norm grens</u>
Stap 1	% bebouwing					>16%
Stap 2	Omgevingsadressendichtheid					>4000
Stap 3	% verharding					>65%
Stap 4	% groen					<17%
Conclusie	hittegevoelige buurt					

Figuur 42. Beginscherm van rekenmodel 1 op buurniveau. Bron: eigen werk (Peter)

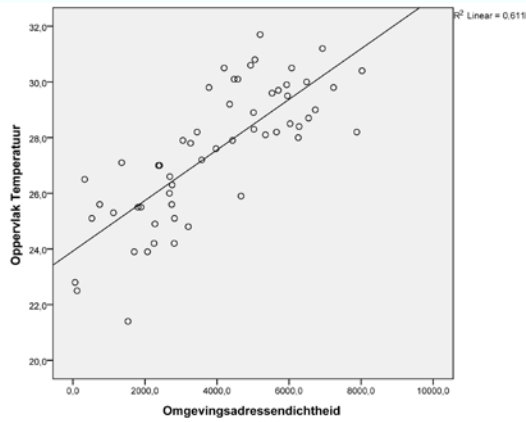
Stap 5

Analyseer de percentages onder het kopje "uitkomst". Deze percentages geven de kans op hittegevoeligheid weer op basis van de analyse van figuur 41.

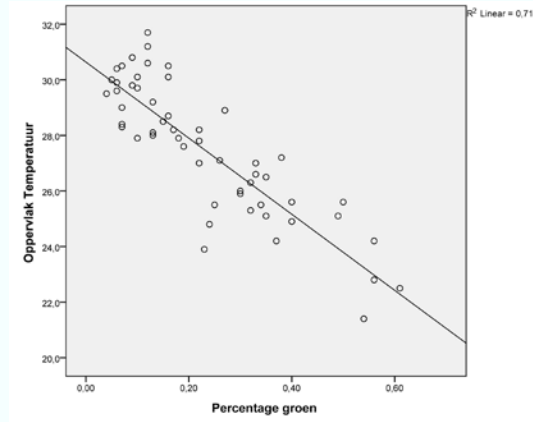
Stap 6

Als de uitkomst "hittegevoelige buurt" is, kan geconcludeerd worden dat de buurt hittegevoelig is en de buurt gekoeld moet worden de rode cijfers laten zien bij welke gebiedskenmerken moet worden ingegrepen.

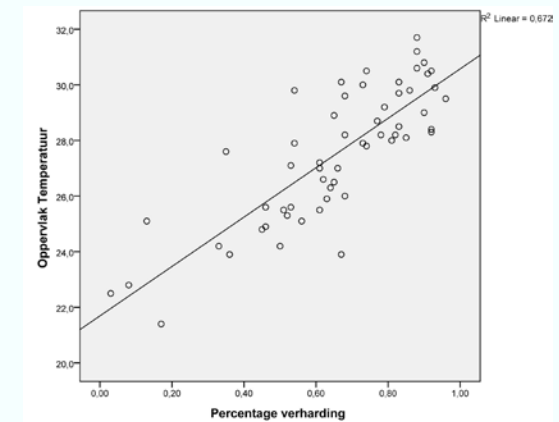
Zie voor verschillende voorbeelden van het rekenmodel bijlage 11.



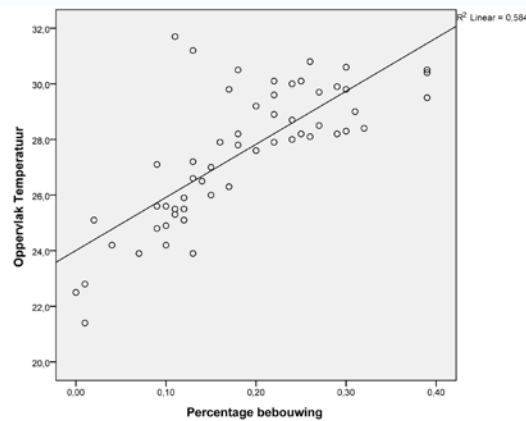
Figuur 43. In SPSS verkregen lineair verband tussen de omgevingsadressendichtheid en oppervlakttemperatuur. Bron: eigen werk (Peter)



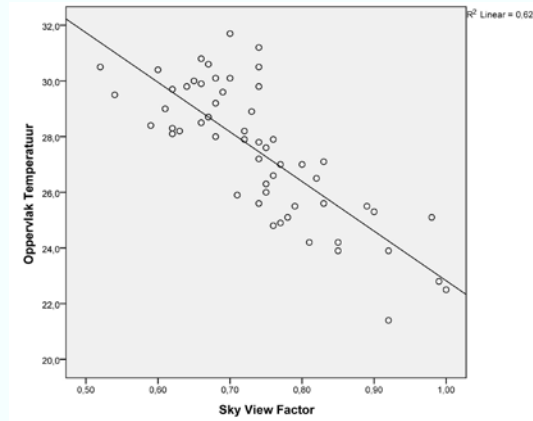
Figuur 44. In SPSS verkregen lineair verband tussen percentage groen en oppervlakttemperatuur. Bron: eigen werk (Peter)



Figuur 45. In SPSS verkregen lineair verband tussen percentage verharding en oppervlakttemperatuur. Bron: eigen werk (Peter)



Figuur 46. In SPSS verkregen lineair verband tussen percentage bebouwing en oppervlakttemperatuur. Bron: eigen werk (Peter)



Figuur 47. In SPSS verkregen lineair verband tussen sky view factor en oppervlakttemperatuur. Bron: eigen werk (Peter)

3.2 Uitkomsten dataset Rotterdam

Zoals in hoofdstuk 2.2 is benoemd hebben Nederlandse wetenschappers nog geen cijfers van de verhouding tussen de verschillende oorzaken van het SHE voor Nederlandse steden. Meer inzicht in de oorzaken van stedelijke hitte is te verkrijgen uit de dataset van Rotterdam (bijlage 10.1). Dit is mogelijk door de warmste buurten naast elkaar te zetten en deze te analyseren. De volgende tabel in figuur 48 is een rangschikking van de oorzaken van stedelijke hitte. Bij de analyse van de buurten is gekeken naar de meest opvallende factoren, oftewel factoren met een extreme waarde. Dit zijn:

- Groen: 10% of minder.
- Verharding: meer dan 85%
- Dichtheid: omgevingsadressendichtheid van meer dan 5500
- Bebouwing: meer dan 30%

Kenmerken + aantal	Buurten	Percentage
4 kenmerken	4	13%
groen + dichtheid + bebouwing	1	3%
groen + dichtheid	2	7%
dichtheid + groen	1	3%
dichtheid + verharding	1	3%
groen + verharding	3	10%
Groen	4	13%
Verharding	3	10%
Dichtheid	5	17%
geen extreme waarde	6	20%

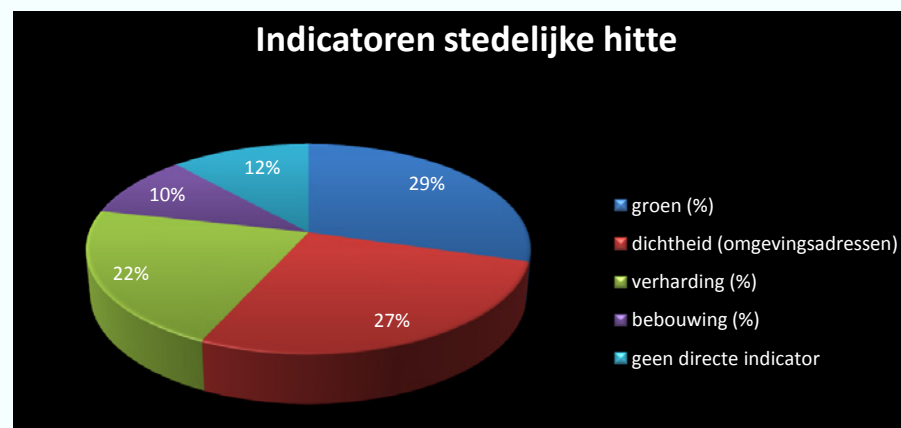
Figuur 48. kenmerken en combinaties van kenmerken. Bron: eigen werk (Peter)

Veel buurten hebben meerdere factoren of voldoen aan geen van de criteria. Om beter inzicht te krijgen geeft de tabel in figuur 46 een overzicht van de meest voorkomende factoren.

Indicatoren	Buurten	Percentage
groen (%)	15	50%
dichtheid (omgevingsadressen)	14	47%
verharding (%)	11	37%
bebouwing (%)	5	17%
geen directe indicator	6	20%

Figuur 49. de frequentie van ruimtelijke veroorzakers van het SHE aan. Bron: eigen werk (Peter)

Hieruit blijkt dat de helft van de Rotterdamse buurten de factor groen als één van de hoofdoorzaken heeft. Ook de dichtheid is vaak een oorzaak (47%) gevolgd door verharding en bebouwingspercentage. Het bebouwingspercentage is niet de beste indicator omdat het een factor is die niet in massa maar in percentage van het oppervlak wordt uitgedrukt. Een hoge dichtheid hoeft niet gepaard te gaan met een hoog percentage bebouwing.



Figuur 50. Verdeling van oorzaken Bron: eigen werk (Peter)

3.3 Rekenmodel 2

Inleiding

Met rekenmodel 2 (straatniveau) kan men het verschil in luchttemperatuur tussen een bepaald stuk stedelijk gebied en het buitengebied, rond 12 uur in de middag, uitrekenen. Het model is gebaseerd op het landgebruik van de desbetreffende locatie en gaat uit van de luchttemperatuur in het rurale gebied. In het model is het mogelijk om de extra hitteproductie per oppervlak uit te rekenen bij een bepaalde luchttemperatuur. Het model maakt gebruik van verschillende cellen die het stedelijk oppervlak vertegenwoordigen. Elk stukje oppervlak heeft een bepaalde waarde, die door o.a. UNESCO en Deltares afgeleid zijn uit oppervlakte temperaturen.⁵⁴ Deze waarde wordt in een formule geplaatst waarin de luchttemperatuur van het buitengebied en een SHE-compensatiefactor een rol spelen. Deze formule is:

$T = CF * (DT + 0.1 * DT * (omgevingstemperatuur - 20))$ (uit bijlage 12)

T: temperatuur
 CF: SHE-compensatiefactor (zie figuur 51)
 DT: landgebruik (zie figuur 52)

Deze formule is als voorbeeld in een Excel-bestand toegepast op 912 cellen, per cel komt als uitkomst een getal (zie figuur 53-57). Het rekenmodel telt automatisch alle cellen op en deelt ze door het aantal cellen zodat de gemiddelde buurttemperatuur en het verschil met de achtergrondtemperatuur wordt berekend.

Data compensatiefactor

De genoemde SHE-compensatiefactor is geëxtrapoleerd uit eerder bronnenonderzoek. Zoals ook bij rekenmodel 1 staat beschreven zijn er gegevens van TNO⁵⁵ bekend over oppervlakte temperaturen (op basis van Landsat-satellietbeelden) van verschillende Rotterdamse buurten. Deze buurten zijn naar type ingedeeld zodat er per type buurt een gemiddelde oppervlakte temperatuur

Type buurt	Gemiddelde oppervlakte temperatuur	SHE-compensatiefactor
Centrummix hoogstedelijk	30,1	1,4
Stadswijk vooroorlogs	28,8	1,2
Groenstedelijk vooroorlogs	24,4	0,8
Tuindorp jaren '30	27,1	1,0
Tuinstad '60/'70	26,6	1,0
Bouw na 1985	25,9	0,9
Haven & Industrie	30,4	1,4
Bedrijventerrein	29,4	1,3
Park & Recreatie	23,6	0,7
Dorps	26,0	0,9
Landelijk	22,7	0,6

Figuur 51. Compensatiefactor (CF) afgeleid uit oppervlaktetemperaturen Rotterdam. Bron: VITO/TNO (2010)

naar voren kwam.

Uit een rapport voor de gemeente Tilburg, uitgevoerd door ingenieursbureau VITO, blijkt dat er een relatie is tussen oppervlakte temperaturen uit Landsatbeelden en luchttemperatuur. In dit rapport is deze relatie in een formule gezet en wordt gesteld dat uit oppervlaktetemperaturen de luchttemperatuur voor het SHE te berekenen is.⁵⁶

Deze formule is:

$$SHE^{gem} = 0,070 \times LST - 1,8560$$

SHE^{gem}: gemiddelde SHE (overdag)
 LST: oppervlaktetemperatuur van het Landsat-beeld

De bovenstaande formule is per typologie gebruikt, waardoor per type buurt een compensatiefactor ontstaat (zie figuur 51).

Landgebruik	DT
Vrijstaand huis	4
Huizenblok	5
Bedrijfsgebouw	6
Warenhuis/ Detailhandel	7
Hoogbouw	8
Stroomweg/ Hoofdweg	9
Gebiedsontsluitingsweg	7
Straat/ Erftoegangsweg	3
Niet verharde weg	3
Gedeeltelijk verharde weg	1
Voetgangersgebied	8
Fietspad	5
Parkeerterrein	9
Loofbos	0
Naaldbos	-3
Gemengd bos	-3
Bouwland	-1
Gras/ Weide	-8
Zand	-1
Water	-7
Begraafplaats	-3
Kustlijn/ Zee	-10
Haven/ Industrie	6

Figuur 52. Landgebruik (DT) rekenmodel 2, Bron: Unesco/ Tygron (2011)

54. Unesco & Deltares (2010). Building the Netherlands Climate Proof, p. 84

55. Klok, L, Broeke, H. ten, Harmelen, T. van, e.a. (2010). Ruimtelijke verdeling en mogelijke oorzaken van het hitte-eiland effect. TNO & Waterwatch. p. 30-32

56. Maiheu B. (2011). Hittekaart voor Tilburg. VITO & BELWADVIES, p. 94-95

Data landgebruik

Voor de ontwikkeling van het rekenmodel is er gebruikt gemaakt van kengetallen op basis van landgebruik geproduceerd door UNESCO-IHE die zijn afgeleid uit het rapport 'Building the Netherlands Climate Proof: Urban Areas', van onder andere Deltares, Kennis voor Klimaat en Klimaat voor Ruimte. Zie ook de bijlage voor het document 'Delft Spetterstad' (Tygron) waarin deze getallen toegepast zijn voor de TU-wijk.

Stap 1

Zoek een bepaald stedelijk oppervlak naar keuze en leg daar een raster met vakjes van 2 bij 2 meter overheen (figuur 53).

Stap 2

Pak de legenda met kengetallen (figuur 54) op basis van landgebruik er bij en kijk welk type landgebruik er past bij een bepaald vakje, doe dit voor alle vakjes (figuur 55).

Stap 3

Selecteer de cellen met waardes en plak deze in tabblad 1 in het rekenmodel in Office Excel (figuur 56).

Stap 4

Voer de luchttemperatuur van het buitengebied (achtergrondtemperatuur) in (figuur 56). Let op: deze temperatuur moet altijd hoger dan 10 graden zijn.

Stap 5

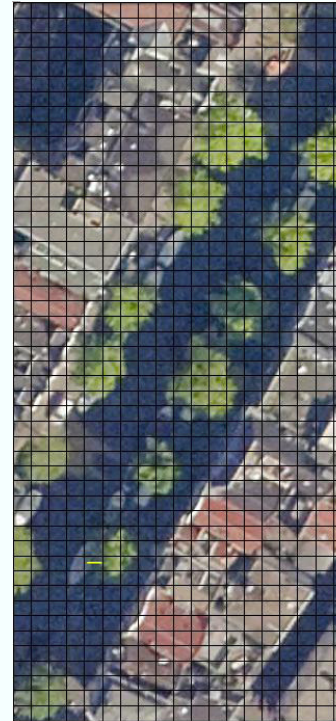
Bepaal binnen welk type buurt de te onderzoeken locatie past en voer de passende SHE-compensatiefactor in (figuur 56).

Stap 6

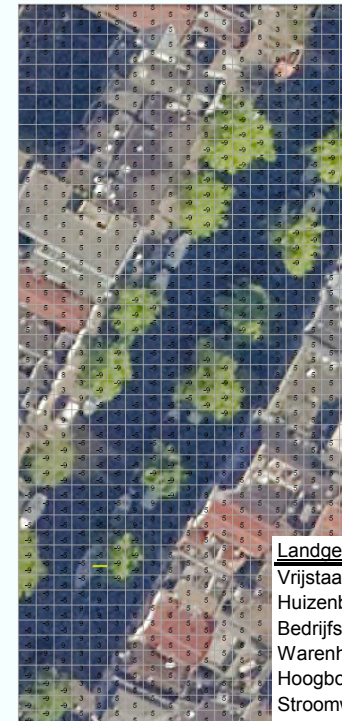
Het model rekent automatisch in tabblad 2 uit hoeveel graden het geselecteerde stukje stad warmer is dan het buitengebied (figuur 57).

Stap 7

Kijk eventueel wat de effecten zijn van het toevoegen van meer groen, water (zie bijlage 13 voor voorbeelden hiervan).



Figuur 53. Stap 1. Bron: eigen werk (Leander)



Figuur 54. Stap 2. Bron: eigen werk (Leander)

Landgebruik	DT
Vrijstaand huis	4
Huizenblok	5
Bedrijfsgebouw	6
Warenhuis/ Detailhandel	7
Hoogbouw	8
Stroomweg/ Hoofdweg	7
Gebiedsontsluitingsweg	3
Straat/ Erftoegangsweg	3
Niet verharde weg	1
Gedeeltelijk verharde weg	1
Voetgangersgebied	8
Fietspad	5
Parkeerterrein	9
Loofbos	10
Naaldbos	-3
Gemengd bos	-9
Bouwland	-1
Gras/ Weide	-6
Zand	-1
Water	-5
Begraafplaats	-3
Kustlijn/ Zee	-10
Haven/ Industrie	6

Figuur 55. Kengetallen landgebruik. Bron: Tygron (2009).

Hittestresstool Input

Step 4 >10
 Step 5

Landgebruik	DT
Vrijstaand huis	4
Huizenblok	5
Bedrijfsgebouw	6
Warenhuis/ Detailhandel	7
Hoogbouw	8
Stroomweg/ Hoofdweg	8
Gebiedsontsluitingsweg	7
Straat/ Erftoegangsweg	3
Niet verharde weg	3
Gedeeltelijk verharde weg	1
Voetgangersgebied	5
Fietspad	5
Parkeerterrein	9
Loofbos	5
Naaldbos	5
Gemengd bos	5
Bouwland	-1
Gras/ Weide	-6
Zand	-1
Water	0
Begraafplaats	-3
Kustlijn/ Zee	-10
Haven/ Industrie	6

Step 5

Type wijk	UC
Centrum hoogstedelijk	1.4
Stadswijk vooroorlogs	1.2
Groenstedelijk vooroorlogs	0.8
Tuindorp jaren '30	1.0
Tuinstad jaren '60/'70	1.0
Bouw na 1985	0.9
Haven en industrie	1.4
Bedrijventerrein	1.3
Park en Recreatie	0.7
Dorps	0.9



is 2 bij 2 meter model gaat uit van een windstille situatie

Step 3

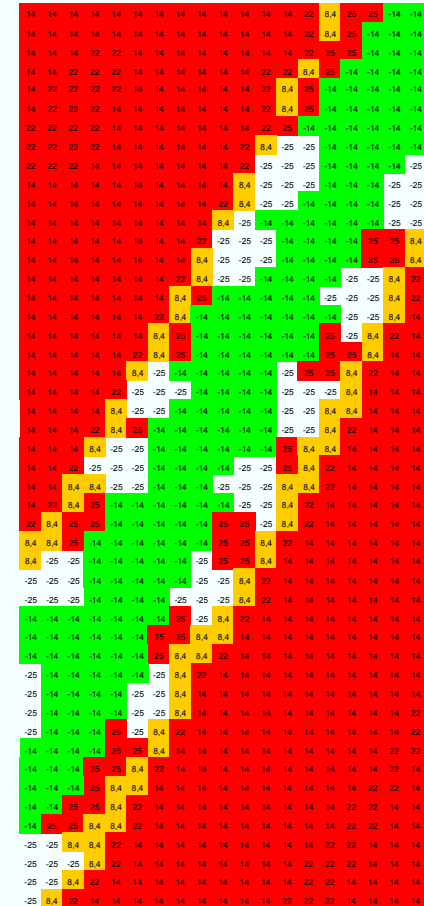
Figuur 56. Tabblad 1, rekenmodel 2. Bron: eigen werk (Leander)

Hittestresstool Output

step 6

Landgebruik	aant. %
Huis	0 0%
Huizenblok	413 45%
Groot Gebouw/ Bedrijf	0 0%
Warenhuis/ Detailhandel	0 0%
Hoogbouw	0 0%
Stroomweg/ Hoofdweg	0 0%
Gebiedsontsluitingsweg	0 0%
Straat/ Erftoegangsweg	70 8%
Niet verharde weg	0 0%
Gedeeltelijk verharde weg	0 0%
Voetgangersgebied	87 10%
Fietspad	0 0%
Parkeerterrein	48 5%
Loofbos	0 0%
Naaldbos	0 0%
Gemengd bos	11 1%
Bouwland	0 0%
Gras	0 0%
Zand	0 0%
Water	108 22%
Begraafplaats	0 0%
Kustlijn/ Zee	0 0%
Haven/ Industrie	6 0%

Legenda	
luchttemperatuur boven 40	548 60%
luchttemperatuur 30-40	618 68%
luchttemperatuur onder 20	294 32%

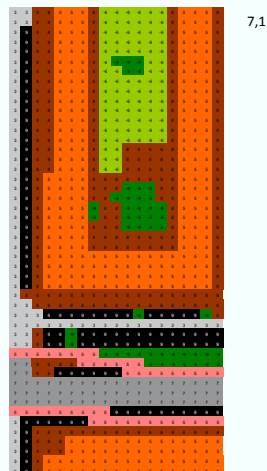


is 2 bij 2 meter model gaat uit van een windstille situatie

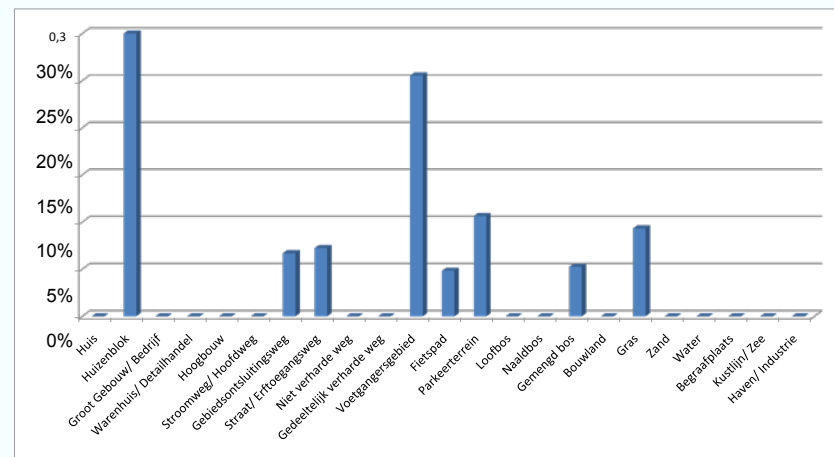
Figuur 57. Tabblad 2, rekenmodel 2. Bron: eigen werk (Leander)

3.4 Uitkomsten model 2

Rekenmodel 2 is in staat de percentages grondgebruik op te tellen. Op deze manier kan snel inzichtelijk gemaakt worden op welke manier grondgebruik invloed heeft op de hitte in het ingevoerde gebied.. Linksboven de grafiek is het verschil in luchttemperatuur tussen de wijk en het buitengebied te zien. Naast de normale situatie (figuur 59) zijn vijf voorbeeld inrichtingen bedacht waardoor de stedelijke hitte verminderd word. Zie bijlage 13 voor de complete rekenmodellen achter de in deze paragraaf weergegeven grafieken en figuren.



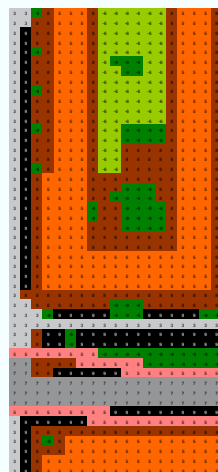
7,1



Figuur 59. Normale situatie. Bron eigen werk (Leander)

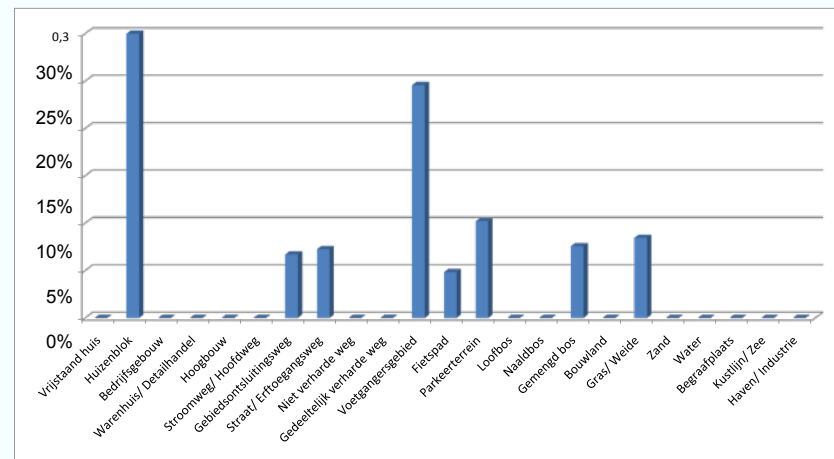


Landgebruik	DT
Vrijsaand huis	8
Huizenblok	5
Bedrijfsgebouw	4
Warenhuis/ Detailhandel	7
Hoogbouw	9
Stroomweg/ Hoofdweg	8
Gebiedsontsluitingsweg	7
Straat/ Ertoegangsweg	3
Niet verharde weg	3
Gedeeltelijk verharde weg	1
Voetgangersgebied	6
Fietspad	5
Parkeerterrein	9
Loofbos	2
Naaldbos	2
Gemengd bos	2
Bouwland	-1
Gras/ Weide	-6
Zand	-1
Water	0
Begraafplaats	-3
Kustlijn/ Zee	-10
Haven/ Industrie	6



6,6

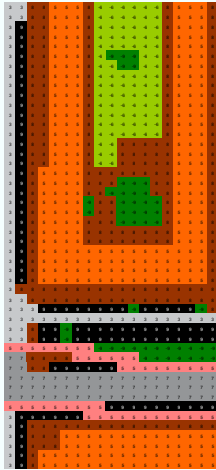
voorbeeld situatie



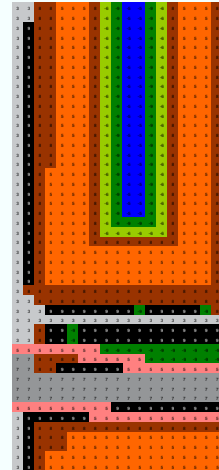
Figuur 60. Herinrichting met extra bomen. Bron eigen werk (Leander)

Figuur 58. Locatie vanuit vogelvlucht.
Bron: Bing-maps

Landgebruik	DT
Vrijstaand huis	4
Huizenblok	5
Bedrijfsgebouw	6
Warenhuis/ Detailhandel	7
Hoogbouw	8
Stroomweg/ Hoofdweg	8
Gebiedsontsluitingsweg	7
Straat/ Erftoegangsweg	3
Niet verharde weg	3
Gedeeltelijk verharde weg	1
Voetgangersgebied	5
Fietspad	5
Parkeerterrein	9
Loofbos	10
Naaldbos	10
Gemengd bos	10
Bouwland	-1
Gras/ Weide	-3
Zand	-1
Water	10
Begraafplaats	10
Kustlijn/ Zee	-10
Haven/ Industrie	6

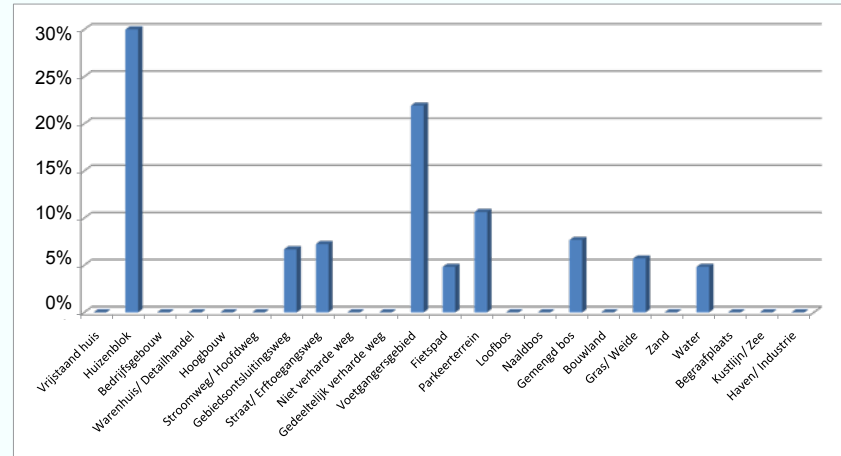


oorspronkelijke situatie



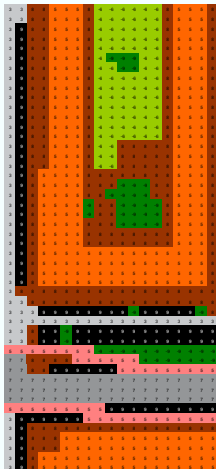
voorbeeld situatie

6,2

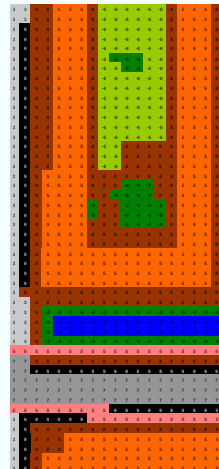


Figuur 61. Vijver in de binnentuin. Bron eigen werk (Leander)

Landgebruik	DT
Vrijstaand huis	4
Huizenblok	5
Bedrijfsgebouw	6
Warenhuis/ Detailhandel	7
Hoogbouw	8
Stroomweg/ Hoofdweg	8
Gebiedsontsluitingsweg	7
Straat/ Erftoegangsweg	3
Niet verharde weg	3
Gedeeltelijk verharde weg	1
Voetgangersgebied	5
Fietspad	5
Parkeerterrein	9
Loofbos	10
Naaldbos	10
Gemengd bos	10
Bouwland	-1
Gras/ Weide	-3
Zand	-1
Water	10
Begraafplaats	10
Kustlijn/ Zee	-10
Haven/ Industrie	6

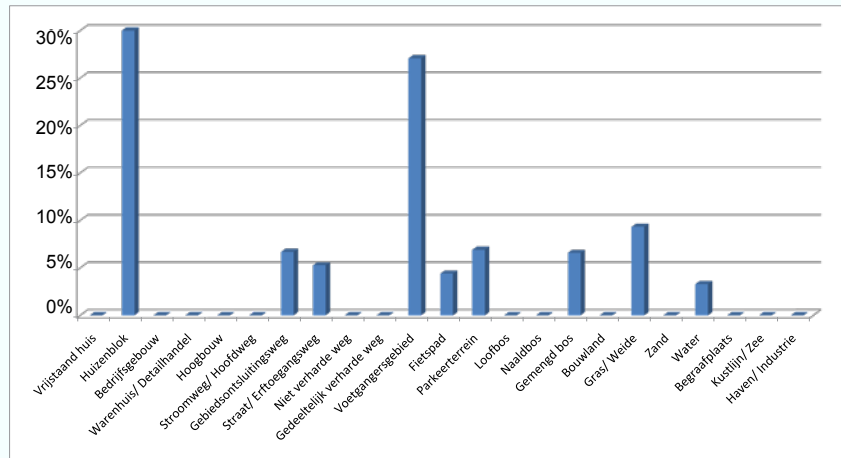


oorspronkelijke situatie

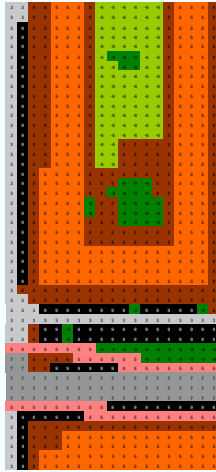


voorbeeld situatie

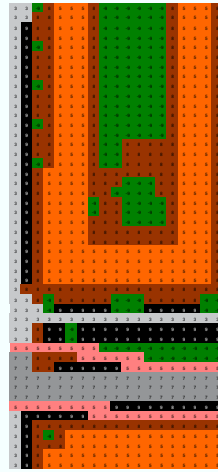
6,1



Figuur 62. Singel. Bron eigen werk (Leander)

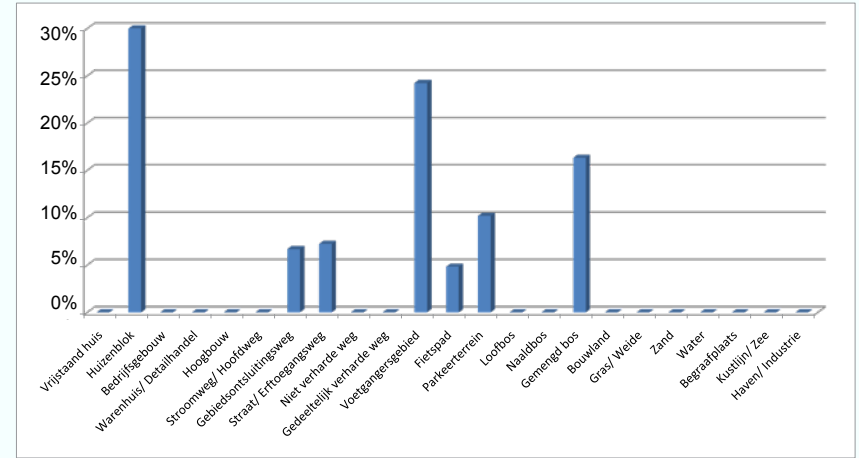


oorspronkelijke situatie

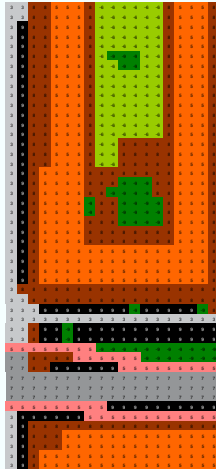


voorbeeld situatie

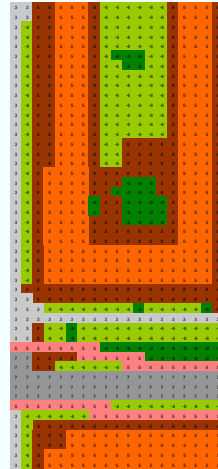
6,1



Figuur 63. Herinrichting binnentuin en straat met extra bomen. Bron eigen werk (Leander)

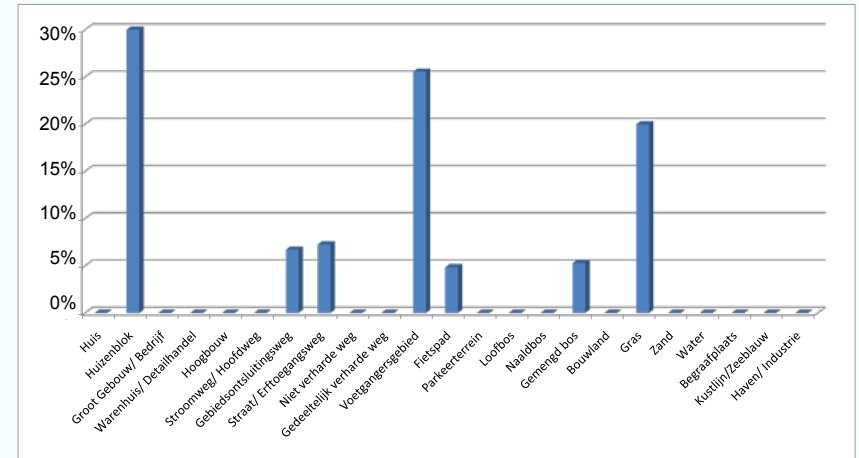


oorspronkelijke situatie



voorbeeld situatie

4,5



Figuur 64. Herinrichting straat met groene parkeerplaatsen. Bron eigen werk (Leander)

4. ■ Conclusies & Aanbevelingen

In dit hoofdstuk staan de conclusies en aanbevelingen van zeventien weken afstudeerstage over stedelijke hitte centraal. De hoofdvraag 'in hoeverre is stedelijke hitte inzichtelijk en berekenbaar te maken?' wordt in dit hoofdstuk beantwoord (zie 4.2).

Daarvoor worden de deelvragen beantwoord in paragraaf 4.1 en worden na 4.2 de aanbevelingen in paragraaf 4.3 beschreven.

4.1 Deelvragen

1. Wat is stedelijke hitte?

Stedelijke hitte ontstaat voornamelijk doordat bepaalde verharde oppervlakken in een stad straling van de zon opslaan en niet direct terugkaatsen. Deze straling wordt geabsorbeerd in bepaalde materialen en later weer uitgestraald. Wanneer deze warmteuitstraling plaatsvindt wordt de lucht in de stad extra verwarmt waardoor extra hitte ontstaat. Om stedelijke hitte te definiëren worden de begrippen SHE en hittestress gebruikt en toegelicht in de paragrafen 2.1 en 2.2.

Het rekenen in luchttemperatuur is het meest geschikt omdat rekenen in gevoelstemperatuur ingewikkeld en niet goed wetenschappelijk te onderbouwen is. Het SHE wordt door een breed scala aan factoren veroorzaakt, namelijk:

- locatie van de stad;
- grootte van de stad;
- de omgeving van de stad;
- de weersomstandigheden;
- de tijd van het jaar;
- de functie van de stad;
- de bebouwingsdichtheid;
- het materiaalgebruik van de stad.

Uit paragraaf 3.2 blijkt dat afwezigheid van groen en dichtheid van bebouwing de hoofdoorzaken van het SHE in Nederland zijn.

2. Welke effecten heeft stedelijke hitte?

Stedelijke hitte heeft veel verschillende effecten op gezondheid. Van lichte effecten (vermoeidheid, hoofdpijn) tot zware effecten (beroertes, sterfte). Uit onderzoek uit Parijs blijkt dat er een relatie is tussen warme temperaturen in de nacht en oversterfte.

De relatie tussen nachttemperatuur en de daling van slaapkwaliteit en slaapkwantiteit is ook overduidelijk wetenschappelijk aangetoond. Hierbij kan aangenomen worden dat stedelijke hitte ook effect heeft op arbeids-

productiviteit, als gevolg van een slechtere slaap, en daarmee dus economische nadelen heeft. Verder heeft stedelijke hitte effecten op materialen als ijzer en hout (die krimpen in of zetten uit tijdens hitte) wat voor bepaalde constructies problemen met zich mee kan brengen.

3. Wat zijn oplossingen voor stedelijke hitte?

Oplossingen om stedelijke hitte in te perken kunnen op verschillende schaalniveaus (stedelijk niveau, buurniveau en straatniveau) toegepast worden. In de paragrafen 2.4. t/m 2.6. zijn er per schaalniveau oplossingen beschreven en gerangschikt.

Omdat geen enkele stad is exact vergelijkbaar met een andere kent elke stad weer andere combinaties aan oorzaken van het SHE. Om die reden blijft aanbevelingen doen maatwerk. Voor alle schaalniveaus zijn de volgende vier factoren overeenkomstig:

1. Het toevoegen van meer groen;
2. Het toevoegen van meer water;
3. Het toepassen van materialen met meer weerkaatsingsvermogen;
4. Het toepassen van materialen met minder absorptievermogen.

4. Op welke manier is stedelijke hitte te berekenen?

Stedelijke hitte is inzichtelijk te maken door middel van twee rekenmodellen. Deze rekenmodellen zijn op twee schaalniveaus in te zetten, namelijk op straat- en buurniveau:

- Rekenmodel 1 geeft de kans op hitteproblematiek weer op basis van gegevens van 57 Rotterdamse buurten.
- Rekenmodel 2 geeft dankzij een SHE-compensatiefactor inzicht in de luchttemperatuur op straatniveau.

Beide rekenmodellen laten zien wat de oorzaken van de stedelijke hitte zijn en laten zien hoe dit verminderd kan worden.

4.2 Conclusies

In hoeverre is stedelijke hitteproblematiek inzichtelijk en berekenbaar te maken?

Het SHE is een dynamisch fenomeen en van veel factoren afhankelijk, hierdoor is advies geven maatwerk. Omdat het SHE per stad verschilt is een rekenmodel een handig middel om inzicht te krijgen in de mate en oorzaken van deze hitte. Stedelijke hitte is als gevolg van de in deze scriptie beschreven rekenmodellen deels inzichtelijk en berekenbaar te maken. Met deze modellen kan Witteveen+Bos zijn opdrachtgevers adviseren omtrent stedelijke hitte. Vervolgens kan Witteveen+Bos naar aanleiding van de rekenmodellen oplossingen aanbevelen die het SHE kunnen inperken.

Samengevat kan geconcludeerd worden dat stedelijke hitte enerzijds door middel van de twee rekenmodellen berekenbaar te maken is. Met deze modellen kan Witteveen+Bos zijn opdrachtgevers adviseren omtrent:

- de kans op stedelijke hitte (model 1);
- de mate van stedelijke hitte (model 2);
- effect van veranderingen in het stedelijk landgebruik (beide modellen).

Daarnaast is stedelijke hitte ook inzichtelijk te maken doordat in dit document verschillende oorzaken, gevolgen en oplossingen beschreven worden die deels wetenschappelijk zijn onderbouwd.

Anderzijds is de koppeling van stedelijke hitte naar gezondheid, economische voordelen en maatschappelijke kosten-baten lastig berekenbaar te maken, hiervoor ontbreekt nog veel onderzoek en data. Ook is er nog geen totaal inzicht te bieden in de fenomenen SHE en hittestress, zo is het formuleren van hoofdoorzaken voor het SHE lastig en is het onduidelijk hoe hittestress berekend kan worden. Het inzichtelijk maken van gevolgen is het lastigst omdat er in Nederland veel data is van overdag terwijl uit literatuurstudie blijkt dat er een relatie is tussen temperaturen in de nacht en hitte-gerelateerde sterfte. Inzicht in de oorzaken is per stad verschillend en hangt af of er luchttemperatuur oppervlaktetemperatuur of gevoelstemperatuur wordt onderzocht.

4.3 Aanbevelingen

Dit onderzoek naar stedelijke hitte geeft een inzicht in stedelijke hitteproblematiek voor Nederlandse steden. Het is geen eindonderzoek maar een belangrijke eerste indicator voor Witteveen+Bos om dit thema verder te ontwikkelen. Witteveen+Bos kan op verschillende schaalniveaus uitspraken doen en in het advieswerk hittedregerende maatregelen aanbevelen en de effecten hiervan aantonen. Als stedelijke hitte meer een issue wordt, is het professioneler als er meer concreet geadviseerd kan worden. Om die reden zijn de in deze paragraaf beschreven aanbevelingen omtrent de rekenmodellen van belang.

Algemeen

- In de rekenmodellen is gebruik gemaakt van data op basis van oppervlaktetemperatuur en daaruit berekende luchttemperatuur. Een andere waardevolle invalshoek van het stedelijke hitte is te verkrijgen als er ook met gevoelstemperatuur gerekend kan worden. Onderzoek van het consortium van o.a. WUR en TNO moet hiervoor worden afgewacht.
- Het is waardevol als men, vanwege de sterke relatie tussen hoge nachttemperaturen en oversterfte, berekeningen kan maken van temperaturen in de nacht. Beide rekenmodellen geven nu alleen dagtemperaturen weer.
- Tot slot is het waardevol als er meer kennis komt omtrent de maatschappelijke kosten en baten van stedelijke hitte. Op deze manier kan het economisch voordeel omtrent het voorkomen van stedelijke hitte aangetoond worden.

Rekenmodel 1:

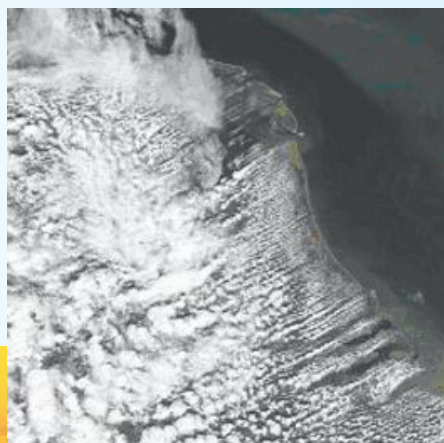
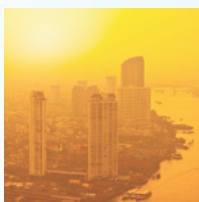
- Bij dit model wordt alleen rekening gehouden met ruimtelijke oorzaken. Buurten kunnen warmer of kouder zijn omdat er antropogene warmtebronnen en natuurlijke factoren zijn, die een positief of negatief effect hebben op de hitte van een buurt. Bijvoorbeeld het verkoelende effect van omliggende bossen en zeewind en de verwarmende effect van industrie. Om het rekenmodel betrouwbaarder en completer te maken zou dit in het rekenmodel kunnen worden opgenomen.
- Het verkoelend effect van water in het begin van de zomer is niet in het rekenmodel meegenomen. De aanwezigheid van water is namelijk niet terug te vinden in de buurtgemiddelde oppervlaktetemperatuur.
- De afstand van een gebied tot het hittecentrum moet in een volgend onderzoek worden meegenomen omdat dit invloed heeft op de stedelijke hitte in de buurt.
- De in het rekenmodel gevonden resultaten moeten worden geverifieerd aan de hand van een representatieve dataset om zo de resultaten ook voor andere steden te laten gelden.
- Percentages bebouwing zeggen nog niets over de massa van een gebied. Massa (kubieke meters bebouwing) of floor space index zijn betere factoren om de stedelijkheid van een gebied weer te geven. H

Rekenmodel 2:

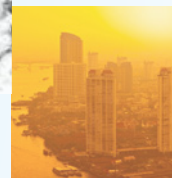
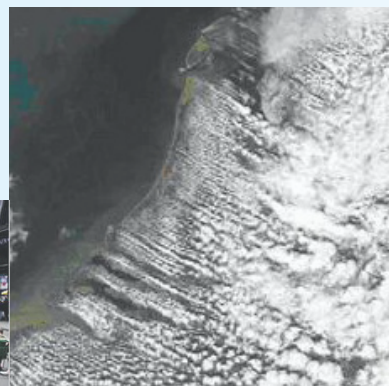
- Rekenmodel 2 is momenteel gemaakt in Office Excel het zou waardevol zijn wanneer dit model omgezet wordt naar GIS of een driedimensionaal programma zodat het model een representatiever uiterlijk krijgt, er makkelijker wijzigingen in doorgevoerd kunnen worden en er een groter gebied in het model gezet kan worden. Momenteel kan een straat/ buurt die ingevoerd wordt maximaal 3600 m² groot zijn, dit kan uitgebreid worden zodat hele buurten in het model gezet kunnen worden.
- Het huidige model gaat uit van een windstille situatie en kan alleen temperaturen uitrekenen van overdag (12 uur in de middag). Wanneer Witteveen+Bos de ambitie heeft dit model verder te ontwikkelen zou het goed zijn om het model ook geschikt te maken om nachttemperaturen uit te rekenen (vanwege de sterke relatie tussen sterfte en nachttemperaturen). Daarnaast is het waardevol om de effecten van wind en schaduw aan het model toe te voegen. Deze effecten zijn erg van invloed op gevoelstemperatuur (zie figuur 58).



Figuur 65. Het effect van schaduw op gevoelstemperatuur tijdens fietsen. Bron: WUR / Heusinkveld (2010)



Bijlagen



Leander Timmer
Peter Visser
7 juni 2012
Afstudeerscriptie
Versie: Definitief

Bijlagen

1. Bronnenlijst	5
2. Taakverdeling	7
3. Plan van Aanpak	9
4. Interviews & emails	12
5. KNMI Klimaatscenario's	19
6. Schaalniveau's	20
7. Typologiën	21
8. Data Rotterdam	22
9. Controle rekenmodel 1	24
10. Data rekenmodel 1	26
11. Voorbeelden rekenmodel 1	42
12. Data rekenmodel 2	46
13. Voorbeelden rekenmodel 2	48
14. Advieskaarten	53

1. Bronnenlijst

- Nijhuis, I. & Streng, J. (2011). *Hittestress in Rotterdam, Kennis voor Klimaat Rapport*. Alterra Wageningen UR & Climate Proof Cities Consortium.
 - Hove, L. van, Elbers, J. & Jacobs C. e.a. (2010). *Het stadsklimaat in Rotterdam, Eerste analyse van de meetgegevens van het meteorologische meetnet*. Alterra Wageningen.
 - Döpp S. (2011). *Kennismontage. Hitte en klimaat in de stad*. TNO & Climate Proof Cities Consortium.
 - Heusinkveld, L. Hove C. van, & Jacobs, C. (2010). *Ruimtelijke analyse van het stadsklimaat in Rotterdam*. Alterra Wageningen UR.
 - Kleerekoper L. (2009). *A heat robust city. Case study designs for wo neighbourhoods in the netherlands*. Delft University of Technology.
 - Kleerekoper L. (2009). *Design principles for Urban Heat Management*. Delft University of Technology.
 - Bosch, P. Hoogvliet, H. & Hoeven, F. van der e.a. (2011). *Fysieke bouwstenen voor de knelpuntenanalyse nieuwbouw en herstructurering*. Climate Proof Cities Consortium
 - Seppänen, O. Fisk, W. J. & Lei, Q. H. (2006). *Effect of temperature on task performance in office environment*. Helsinki University of Technology
 - Dousset, B. Gourmelon, F. & Laaidi, K. e.a. (2010). *Satellite monitoring of summer heat waves in the Paris metropolitan area*. International Journal of Climatology.
 - Hove, B. van, Steeneveld, G. Jacobs C. e.a. (2011). *Exploring the urban island heat intensity of Dutch cities*. Alterra Wageningen UR & Climate Proof Cities Consortium.
 - Klok, L. Broeke, H. ten, Harmelen, T. van, e.a. (2010). Ruimtelijke verdeling en mogelijke oorzaken van het hitte-eiland effect. TNO & Waterwatch.
 - Duyzer, J. Klok, L. Verhagen, H. (2011). *Hoge temperaturen ten gevolge van het stedelijk hitte-eiland effect nu en in de toekomst*. TNO
 - Maiheu B. (2011). *Hittekaart voor Tilburg*. VITO & BELWADVIES
 - Kuypers, V. & Vries, B. de, (2008). *Groen voor klimaat: www.kennisvoorklimaat.nl*.
 - Wong, E. (2008). *Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies. Green Roofs. Climate Protection Partnership Division*.
 - Levinson, R. Akbari, H. & Berdahl, P. (2009). *A novel technique for the production of cool colored roofing materials*. Heat Island Group, Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA USA.
 - Hitchcock D. (2004). *Cool Houston Plan. A plan for cooling the region*. HARC.
 - Via Secura (2011). *Invloed van het weer op de verkeersveiligheid*. SWOV.
 - Akbari H. (2001). *Energy Saving Potentials and Air Quality Benefits of Urban Heat Island Mitigation*. Heat Island Group Lawrence Berkeley National Laboratory.
 - Hove B. van (2009) *Onderzoek naar het Stadsklimaat Amsterdam: Presentatie gehouden tijdens het oloopdebat Klimaat in de Stad*
 - Rovers, V. Bosch, P. Pasztor, A. e.a. (editors) (2011). *Klimaatbestendige Steden - Voortgangsrapportage Climate Proof Cities, december 2011*
- ### Internetbronnen
- Centraal Bureau voor de Statistiek. <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/methoden/begrippen/default.htm?conceptid=2384>
 - <http://www.vab.be/nl/actueel/dossiers/dossier tekst.aspx?id=31>, geraadpleegd op 28-02-2012
 - UN population fonds (2007). *Geraadpleegd op 13-02-'12*, <http://www.unfpa.org/swp/2007/english/introduction.html>
 - http://nl.odemagazine.com/blogs/editors_blog/14283/houd_het_hoofd_koel_met_groen, geraadpleegd op 7 mei 2012
- ### Gespreksbronnen
- Blijkt uit mailcontact met prof. G. Steeneveld op 16 april 2012
 - Blijkt uit gesprek met Dr.ir. F.D. (Franklin) van der Hoeven op 15 maart 2012
 - Blijkt uit gesprek met Dr. Ir. J Bessembinder op 15 maart 2012
- ### Illustratieverantwoording
- Figuur 1. Voorspellingen wereldwijde urbanisatie. Bron: United Nations (2006)
Figuur 2. Verklaring van het stedelijk hitte eiland. Bron: The Heat Island Group (2009)
Figuur 3. Factoren van invloed op gevoelstemperatuur. Bron: eigen werk (Leander)
Figuur 4. Factoren van invloed op het stedelijk hitte eiland. Bron: eigen werk (Leander)
Figuur 5. Ruimtelijk klimatologische verschillen binnen Nederland. Bron: KNMI (2011)
Figuur 6. Sky View Factor. Bron: Sebastian Wypych (after Oke, 1987)
Figuur 7. Het ontstaan van albedo en emissiviteit. Bron: eigen werk (Leander)
Figuur 8. Aircogebruik in Singapore. Bron: fotograaf Alexander de Graaf (2005)
Figuur 9. Verschil tussen SHE dag en nacht (in Fahrenheit). Bron: NOAA/Glueck

- (2006)
- Figuur 10. Het koelingseffect van bossen. Bron: Chenn (2006)
- Figuur 11. Het effect van warmte op slaap (onderzocht bij ouderen). Bron: H. Daanen, M. Simons en S. Janssen (2010)
- Figuur 12. Hittesterteft als gevolg van hitteglof 2006. Bron: CBS/ Carel Harmsen (2006)
- Figuur 13. Relatie tussen gemiddelde dagtemperatuur en oversterfte. Bron: Kennis voor Klimaat/ gemeentewerken Rotterdam (2011)
- Figuur 14. Relatie tussen nachttemperaturen en sterfte Parijs 2006. Bron: RmetS (2011)
- Figuur 15. Hitte in Parijs 'nacht. Bron: RmetS (2011)
- Figuur 16. Hitte in Parijs dag. Bron: RmetS (2011)
- Figuur 17. De productie van warmte door verkeer in Rotterdam. Bron: TNO (2010)
- Figuur 18. Typologieën met oppervlaktetemperatuur gerelateerd aan verschillende gebiedskenmerken. Bron: eigen werk (Peter)
- Figuur 19. Het effect van negen maatregelen. Onder is 's nachts, boven overdag. Bron: Kennis voor Klimaat/ hittestress in Rotterdam (2011)
- Figuur 20. Bitumendak. Bron: dakweb.nl
- Figuur 21. Groen dak. Bron: greenroofing.com
- Figuur 22. De invloed van stedelijk water op oppervlaktetemperatuur. Bron: Deltares/ Reinder Brolsma (2011)
- Figuur 23. De invloed van stedelijk water op oppervlaktetemperatuur. Bron: Deltares/ Reinder Brolsma (2011)
- Figuur 24. Groene wand Musée du quai Branly, Jean Nouvel
- Figuur 25. Het reflectievermogen van diverse dakmateriaalsoorten. Bron: conference "Passive and Energy Cooling for the Built Environment" (2005)
- Figuur 26. Albedo (a) en Emissiviteit (e) van verschillende materialen. Bron: Alterra/ Wageningen (2011), after Oke (1957)
- Figuur 27. Het reflectievermogen van koel asfalt. Bron: Heat Island Group (2011)
- Figuur 28. Koel asfalt. Bron: Heat Island Group (2011)
- Figuur 29. Waterafvoer en koeling door water. Bron: The Chicago Green Alley Handbook
- Figuur 30. Verschil in afvoer van water tussen stad en land. Bron: US Environmental Protection Agency
- Figuur 31. De koelingseffecten van parken, Alterra (2011)
- Figuur 32. Stedelijke albedo's. Bron: Environmental Protection Agency (2008)
- Figuur 33. Koele witte daken vergeleken met standaard daken. Bron: heat island group (2011)
- Figuur 34. De relatie tussen de oriëntatie van straten en de luchttemperatuur. Bron: onbekend
- Figuur 35. De relatie tussen de hoogtebreedte (H/W) van straatpatronen en wind. Bron: Oke (1988)
- Figuur 36. Het weren van ongewenste windstromen/ het toelaten van gewenste windstromen. Bron: onbekend.
- Figuur 37. Gemiddelde oppervlaktetemperatuur op basis van 15 Landsat satellitebeelden. Bron: TNO 2011
- Figuur 38. Relatie tussen SHE en SHI. Bron: Klok, L, H. ten Broeke, T. van Harmelen e.a. (2010)
- Figuur 39. fish eye opname van een plein met een sky view factor van 0.75. Bron <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132311004100>
- Figuur 40. Kenmerken getoetst aan warme en koele wijken waardoor de procentuele kans op hittegevoeligheid kan worden berekend. In rood zijn kritieke waarden weergegeven. Bron: eigen werk (Peter)
- Figuur 41. Buurten met de hoeveelheid factoren boven een kritieke grens. Bron: eigen werk (Peter)
- Figuur 42. Beginscherm van rekenmodel 1 op buurtniveau. Bron: eigen werk (Peter)
- Figuur 43. In SPSS verkregen lineair verband tussen de omgevingsadressendichtheid en oppervlaktetemperatuur. Bron: eigen werk (Peter)
- Figuur 44. In SPSS verkregen lineair verband tussen oppervlaktetemperatuur en het percentage groen. Bron: eigen werk (Peter)
- Figuur 45. In SPSS verkregen lineair verband tussen oppervlaktetemperatuur en het percentage verharding. Bron: eigen werk (Peter)
- Figuur 46. In SPSS verkregen lineair verband tussen percentage bebouwing en oppervlaktetemperatuur. Bron: eigen werk (Peter)
- Figuur 47. In SPSS verkregen lineair verband tussen sky view factor en oppervlaktetemperatuur. Bron: eigen werk (Peter)
- Figuur 48. kenmerken en combinaties van kenmerken. Bron: eigen werk (Peter)
- Figuur 49. de frequentie van ruimtelijke veroorzakers van het SHE aan. Bron: eigen werk (Peter)
- Figuur 50. Verdeling van oorzaken Bron: eigen werk (Peter)
- Figuur 51. Compensatiefactor (CF) afgeleid uit oppervlaktetemperaturen Rotterdam.
- Figuur 52. Landgebruik (DT) rekenmodel 2, Bron: Unesco/ Tygron (2011)
- Figuur 53. Stap 1. Bron: eigen werk (Leander)
- Figuur 54. Stap 2. Bron: eigen werk (Leander)
- Figuur 55. Kengetallen landgebruik. Bron: Tygron (2009).
- Figuur 56. Tabblad 1, rekenmodel 2. Bron: eigen werk (Leander)
- Figuur 57. Tabblad 2, rekenmodel 2. Bron: eigen werk (Leander)
- Figuur 58. Locatie vanuit vogelvlucht. Bron: Bing-maps
- Figuur 59. Normale situatie. Bron eigen werk (Leander)
- Figuur 60. Herinrichting met extra bomen. Bron eigen werk (Leander)
- Figuur 61. Vijver in de binnentuin. Bron eigen werk (Leander)
- Figuur 62. Singel. Bron eigen werk (Leander)
- Figuur 63. Herinrichting binnentuin en straat met extra bomen. Bron eigen werk (Leander)
- Figuur 64. Herinrichting straat met groene parkeerplaatsen. Bron eigen werk (Leander)
- Figuur 65. Het effect van schaduw op gevoelstemperatuur tijdens fietsen. Bron: WUR / Heusinkveld (2010)

2. Taakverdeling

<u>Onderdeel scriptie</u>	<u>Door</u>
Voorwoord	gezamenlijk
Samenvatting	Leander
1. Inleiding	
1.1. opdrachtomschrijving	Leander
1.2. kader	gezamenlijk
2. Literatuurstudie	
2.1. stedelijke hitte & hittestress	Peter
2.3. stedelijk hitte eiland	Peter
2.4. gevolgen	Leander
2.5 dataset stedelijke hitte	Peter
2.5. oplossingen - <i>straatniveau</i>	Leander
2.6. oplossingen - <i>buurniveau</i>	Leander
2.7. oplossingen - <i>stedelijk niveau</i>	Leander
3. Rekenmodellen	
3.1. rekenmodel 1	Peter
3.2. uitkomsten model 1	Peter
3.3. rekenmodel 2	Leander
3.4. uitkomsten model 2	Leander

<u>Onderdeel scriptie</u>	<u>Door</u>
5. Conclusie & Aanbevelingen	gezamenlijk
5.1. Conclusies	gezamenlijk
5.2. Aanbevelingen	gezamenlijk
Bijlagen	
1. Bronnenlijst	gezamenlijk
2. Taakverdeling	gezamenlijk
3. Plan van Aanpak	gezamenlijk
4. Interviews & emails	gezamenlijk
5. KNMI Klimaatscenario's	Peter
6. Schaalniveau's	gezamenlijk
7. Typologiën	Peter
8. Data Rotterdam	Peter
9. Controle rekenmodel 1	Peter
10. Data rekenmodel 1	Peter
11. Voorbeelden rekenmodel 1	Peter
12. Data rekenmodel 2	Leander
13. Voorbeelden rekenmodel 2	Leander
14. Advieskaarten	Peter

3. Plan van Aanpak

Plan van Aanpak

Hittestress in de stad

Een onderzoek naar het inzichtelijk maken van en anticiperen op hittestress



Leander Timmer
Peter Visser
ROP 4
Begeleider: Michaël Meijer
Februari 2012
Status: concept, maart 2012

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	
1. Inleiding.....	
1.1. Achtergrond.....	
1.2. Aanleiding	
1.3. Hittestress	
1.4. Opdrachtschrijving.....	
1.5. Definities	
1.6. Toekomstblik	
2. Organisatiebeschrijving	
2.1. Witteveen + Bos	
2.2. Structuur	
3. Ambities & competenties.....	
3.1. Ambities	
3.2. Competenties	
4. Kader	
4.1. Doelstelling.....	
4.3. Deelvragen.....	
4.4. Projectgrenzen en randvoorwaarden.....	
5. Onderzoeksmethodes	
5.1. Literatuurstudie	
5.2. Interviewend onderzoek	
6. Producten	
6.2. Uitwerking	
6.3. Afronding.....	
7. Planning.....	

Witteveen + Bos



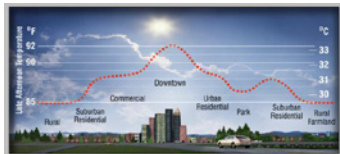
1. Inleiding

1.1. Achtergrond

Doordat meer mensen van het rurale gebied naar het urbane gebied verhuizen, groeien steden enorm. De helft van de wereldbevolking leeft momenteel in urbaan gebied, terwijl dit rond 1950 nog maar zo'n 35% was. Naar verwachting leeft in 2030 ongeveer 80% van wereldbevolking in een stedelijk gebied.¹ Deze trend brengt veel uitdagingen met zich mee. Door de toenemende verstedelijking is er behoefte aan oplossingen voor slim ruimtegebruik. Naast ruimtegebruik zijn oplossingen die bijdragen aan het leefbaar² houden van de stad essentieel en zullen, gezien de stijgende trend in inwoneraantallen van steden, in de toekomst alleen maar urgenter worden.

1.2. Aanleiding

Binnen het ingenieursbureau Witteveen+Bos is vraag naar een afstudeeropdracht waarbij onderzoek gedaan wordt naar het fenomeen hittestress. Dit onderzoek sluit aan bij de werkzaamheden van Maarten Schöffner³, duurzaamheidsadviseur en cradle to cradle consultant bij Witteveen+Bos. Maarten heeft onder andere een 'potentiescan duurzaamheid' ontwikkeld. Omdat er binnen het bedrijf nog weinig bekend is over hittestress, en men dit in de toekomst mogelijk wil gaan toevoegen aan het advieswerk, is deze afstudeeropdracht ontstaan. Witteveen+Bos werkt met bepaalde duurzaamheidsprincipes. Hittestress kan hier onderdeel van worden.



1.3. Hittestress

Het temperatuurverschil (in gevoels-temperatuur) van het stedelijke gebied ten opzichte van het landelijke gebied heet het hitte eiland effect.⁴ Dit effect komt in principe voor boven elke bebouwde omgeving, op elk moment, maar zal verschillen naar mate de grootte, de samenstelling en de ligging van de stad/ het stedelijk gebied.

Voor ons afstuderen hanteren wij een definitie waarbij de gezondheid van de mens centraal staat en is afkomstig uit een rapportage van de gezondheidsraad (zie volgende pagina). Wij vinden dat er sprake is van hittestress wanneer het hitte eiland effect een gevoelstemperatuur (ook wel PET⁵) produceert die slecht is voor de gezondheid van de mens (zie in 1.5. de exacte definitie).

1.4. Opdrachtomschrijving

De focus in onze opdracht zal tweeledig zijn. Aan de ene kant zal er op basis van bestaande meetgegevens een tool ontwikkeld worden om per type stedelijk gebied te bepalen hoe groot de kans op hittestress is. Aan de andere kant zullen er specifieke oplossingen per type stedelijk gebied gegenereerd worden. Elk type stedelijk gebied heeft andere oorzaken voor hittestress, daarom zullen de oplossingen per stedelijk gebied dus ook verschillen.

¹ Blijkt uit onderzoek van de United Nations Population Fund:

<http://www.unfpa.org/swp/2007/english/introduction.html>, geraadpleegd op 13-02-'12

² Volgens ons de gebruiks- en belevingswaarde van een buurt of wijk

³ Manager duurzame stedelijke ontwikkeling bij Witteveen+Bos

⁴ Het temperatuurverschil (in luchttemperatuur) tussen de urbane en rurale omgeving op eenzelfde moment.

⁵ Physiologically Equivalent Temperature

1.5. Definities

- Hittestress

Er is sprake van hittestress wanneer de hittebelasting op het menselijk lichaam⁶ fysiologische gevolgen met zich meebrengt die schadelijk zijn voor het functioneren van mensen.

- Hitte eiland effect (UHI)

Het verschil in luchttemperatuur tussen een urbaan en ruraal gebied.

- Gevoelstemperatuur (PET)

De som van de luchttemperatuur, de stralingswarmte van de omgeving, de windsnelheid en de luchtvochtigheid.

- Urbaan gebied

Een rastervierkant wordt tot stedelijk gebied gerekend als de adressendichtheid van het vierkant 1500 of meer adressen per vierkante kilometer bevat.⁷

- Ruraal gebied

Een rastervierkant wordt tot stedelijk gebied gerekend als de adressendichtheid van het vierkant minder dan 1000 adressen per vierkante kilometer bevat.

1.6. Toekomstblik

Het is aannemelijk dat hittestress in stedelijke gebieden in de toekomst zal toenemen. Verondersteld wordt dat deze toename zal ontstaan door feit dat steden voller / groter worden (urbanisatie) en dat door klimaatveranderingen extremere weersomstandigheden regelmatig zullen voorkomen. Hoewel het probleem momenteel in Nederland, ten opzichte van andere wereldsteden nog niet zo groot is, is er ook in Nederland wel dergelijk sprake van hittestress. Voorbeeld hiervan zijn de hittegerelateerde overlijdensgevallen tijdens de hittegolven van 2003 en 2006.

Bij Nederlandse overheden en instellingen is nog relatief weinig urgentie aanwezig om hittestress aan te pakken. Gemeente Rotterdam en Arnhem hebben beide metingen laten doen (door universiteit Wageningen) naar hittestress. Maar het is bij onderzoek gebleven. Wij verwachten dat er in de toekomst meer behoefte zal zijn aan instrumenten om te sturen op hittestress en hopen dat ons afstudeerproduct daar aan zal mogen bijdragen.

⁶ De som van de warmte die ontstaat in het lichaam plus de warmte die afkomstig is van de omgeving min de warmte die door het lichaam aan de omgeving wordt afgegeven. Uit hittestress op de werkplek – Gezondheidsraad 24 november 2008

⁷ <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/methoden/begrippen/default.htm?conceptid=2384> geraadpleegd op 28 februari 2012

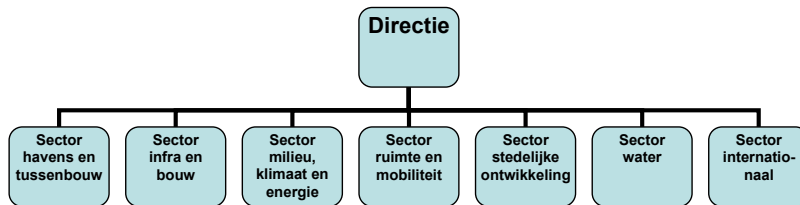
2. Organisatiebeschrijving

2.1. Witteveen + Bos

Witteveen + Bos is een advies- en ingenieursbureau dat advies lever op het gebied van water, infrastructuur, milieu en bouw. Witteveen + Bos heeft een bijzondere eigendomsstructuur waarbij de werknemers ook tegelijk aandeelhouder zijn in het bedrijf. Qua omvang (950 werknemers in binnen- en buitenland) is het bedrijf het tiende ingenieursbureau van Nederland. Het bedrijf is na de tweede wereldoorlog (1945, te Deventer) opgericht door de ing. Witteveen (bekend van het wederopbouw van voor Rotterdam) en prof. Bos.

2.2. Structuur

Witteveen + Bos bevat een informele organisatie waarbij zelfs de directeur getutoyeerd mag worden. De verschillende sectoren zijn weer onderverdeeld in zogenaamde PMC's (productmarktcombinaties). Elk PMC bestaat op haar beurt weer uit verschillende groepen.



De PMC waarin wij en Maarten werkzaam zijn heet Gebiedsontwikkeling en is als volgt verdeeld;

- Initiatief en haalbaarheid
- Beter bouw- en woonrijpmaken
- Gebiedsgerichte contractbeheersing
- Planuitwerking

Onderstaand overzicht toont een specifiekere hiërarchische structuur binnen Witteveen + Bos.



3. Ambities & competenties

3.1. Ambities

- Het vergroten kennis over actuele RO-thema's
- Het bieden van oplossingen voor een duurzame leefomgeving
- Werken voor een toonaangevend ingenieursbureau
- Het implementeren van oplossingen in adviesproducten

3.2. Competenties⁸

- Literatuurstudie doen
- Opzetten en uitvoeren van integraal planologisch onderzoek
- Analyseren en implementeren van beleid
- Stedenbouwkundig analyseren van locaties
- Het toepassen van RO-wetgeving
- Communiceren met belanghebbenden
- Adviseren

4. Kader

4.1. Doelstelling

Het leveren van gerichte oplossingen voor hittestress door m.b.v. een tool de hittestress in bepaalde typen stedelijke gebieden inzichtelijk te maken.

4.2. Onderzoeksvraag

Op welke manier is hittestress inzichtelijk te maken voor ruimtelijke opgaven?

4.3. Deelvragen

- Wat is hittestress? Hoe ontstaat het? Wat zijn de gevolgen?
- Welke kenmerken zijn als indicator te gebruiken om hittestress aan te duiden?
- Op welke manieren is hittestress (op mesoniveau/wijkniveau) te reduceren?

4.4. Projectgrenzen en randvoorwaarden

Tijd

17 weken, 6 februari tot en met eind juni

Werkzaamheden

Literatuuronderzoek en interviews om inzicht in het probleem te krijgen.
Literatuuronderzoek en interviews om oplossingen voor het probleem te genereren.
Interviews en productkennis om de implementatie van de oplossingen te omschrijven.
Doen van kwalitatief onderzoek naar indicatiefactoren van hittestress
Documenteren van verschillende tussen en eindproducten.
Het ontwikkelen van een tool om hittestress inzichtelijk te maken.
Het genereren van oplossingen om hittestress te reduceren per type stedelijk gebied.

Volgende aspecten worden niet meegenomen in het onderzoek:

- Exact meetbaar maken van hittestress
- De implementatie van hittestress in producten van Witteveen+Bos

4. Interviews & e-mails

Intern geïnterviewden

- Jacobiene Ritsema specialiste in milieu/ MVO
- Ronald Groen milieu, klimaat en energie
- Inge Blom infrastructuur en bouw
- Arno Hofmeijer herontwikkeling en beheer
- Maarten Veerman architect, Cradle to Cradle consultant
- Maurits Schilt planoloog
- Dirk de Kramer milieu, klimaat en energie
- Rob Dijcker milieu, klimaat en energie
- Ursula Kirchholtes MKBA

Extern geïnterviewden

- Dr. ir. L.W.A. (Bert) van Hove
Assistent Professor klimaatverandering en luchtkwaliteit,
Wageningen University
- Dr. Ir. J. (Janette) Bessembinder
KNMI, klimatoloog, onderzoeker SHE in Nederland
- L. (Laura) Kleerekoper MSc.
PhD kandidaat bij TU Delft, Freelance bij LK Sustainable
Urban Design & Advisory
- Dr.ir. F.D. (Franklin) van der Hoeven
Director of Research Faculty of Architecture bij TU Delft
Technology & Associate Professor Urban Design bij TU Delft
- dr.ir. G.J. (Gert-Jan) Steeneveld
Assistent Professor bij Wageningen University
Besuuslid bij Nederlandse Vereniging ter Bevordering van de
Meteorologie
- Dr. ir. E.J. (Lisette) Klok
Wetenschapper luchtkwaliteit en klimaat bij TNO
- William Veerbeek
Onderzoeker bij UNESCO-IHE Delft

4.1 Interviews

4.1.1 Bert van Hove (WUR), 2 maart 2012

- Formules berekenen van SHE?

Formules SHE van Amerikaanse prof. Oke niet betrouwbaar voor Nederland. Nederlands onderzoek: inwonersaantal niet inherent aan SHE/ stijging in NL door bebouwingsdichtheid.

- Waar SHE het hoogst?

Centrum vaak hoogste SHE ('luchtpluim') hangt ook van bebouwing centrum af: straalt warmte uit. SHE overdag helemaal niet zo groot. Speelt vooral 's nachts, is de stad het warmst.

- Hoofdoorzaken SHE?

Cirkel/taartdiagram, wat is verantwoordelijk in percentages voor SHE nog niet bekend dit is nog een punt van discussie en maakt deel uit van het onderzoek binnen project Climate Proof Cities. Nog niet bekend wat de daling van SHE is op moment dat je x aantal groen % toevoegt.

- Invloed SHE op gezondheid? Vanaf welke temperatuur?

Hittestress vanaf 27°C Amerikaanse heatindex geeft discomfort bij 29°C uitgangspunt nemen.

Het verschilt hoe mensen het ervaren. Daarom wordt er onderzoek gedaan door de afdeling landschapsarchitectuur:

PET interviews worden hierbij geijkt aan wat mensen echt voelen. Verschilt bijvoorbeeld tussen mensen uit Hongkong of NL, ligt aan aanpassingsvermogen.

PET is gebaseerd energiebalans van mensen.

- Berekenen gevoelstemperatuur (PET)?

Gevoelstemperatuur kan berekend worden met een formule van de Wet Bulb Globe Temperatuur (WTGB):

Van deze formule is ook een versimpelde versie beschikbaar

Zwarteboltemperatuur = stralingstemperatuur. Nodig om PET te berekenen. Om thermisch comfort te berekenen. Langgolvig + kortgolvlige straling, meer dan gevoelstemperatuur.

- Waar is het best op te sturen SVF, emissiviteit, albedo?

Sturen op albedo het meeste resultaat. Is dit mogelijk of is er pas een effectief resultaat bij wit maken van alle bebouwing?

Ligt aan schaalniveau. Gebouw wordt koeler als het wit is. Op stadsniveau zou je alles wit moeten maken om echt effect te hebben. TU Eindhoven doet hier veel onderzoek naar.

Amerikaanse meetgegevens zoals van Akbari etc. zijn niet op gebouwen in NL toe te passen. In Nederland is er namelijk niet zo veel hoogbouw. Het is zelfs de vraag of je van ene stad op andere kan kopiëren.

Meetgegevens weeramateurs in bezit?

Nee, kan ook niet gegeven wordt is in bezit van consortium.

4.1.2 Janette Bessembinder (KNMI), 15 maart 2012

- SHE berekenen?

SHE is te berekenen door SVF en luchttemperatuur achtergrondklimaat. Albedo en emissiviteit zijn voor alle Nederlandse steden ongeveer hetzelfde.

- Klimaatscenario's?

Aarde warmt volgens elk KNMI scenario op. Steden gelijke tred?

Sommige Amerikaanse onderzoekers zeggen dat het SHE groter wordt door klimaatverandering. Door vergroting van de stad zal dit nogmaals toenemen. Hoeveel precies is onbekend.

- Meetresultaten weeramateurs?

Kunnen niet gegeven worden, mag niet voor commerciële doeleinden verstrekt worden.

4.1.3 Laura Kleerekoper (TU Delft), 15 maart 2012

- Scriptie?

Begon ook met de intentie hittestresstool te maken. Snel van af gestapt, nog lang niet mogelijk, van te veel factoren afhankelijk. Daarom Amerikaanse literatuur verzameld en wat algemeenheden in scriptie gezet.

- Nieuws?

Heeft geen nieuwe kengetallen. SHE zit hem niet in het aantal inwoners per m² maar in massa uitgedrukt in FSI of kubieke meters.

4.1.4 Franklin van de Hoeven (TU Delft), 15 maart

- Effecten hitte op gezondheid?

GGD heeft 4 risicogroepen in kaart gebracht:

- Baby's
- Evenementen
- Daklozen
- Ouderen / Chronisch zieken

- Hitte uitrekenen?

Nachtoppervlaktetemperatuur komt overeen met nachtluchttemperatuur, behalve water omdat water 's nachts veel langzamer afkoelt en veel warmte uitstraalt.

Hete dagen zijn niet zo zeer het probleem omdat iedereen verkoeling op zoekt. Vooral de hete nachten zijn het probleem bij hittestress (studie Parijs).

- Typologie onderzoek interessant?

Voor typologieën is het van belang dat je de volgende aspecten meeneemt:

- verharding
- (aan/af)wezigheid van groen
- bebouwing
- volumedichtheid

- open water (s' nachts warmste deel)
- SVF

Goede onderscheiding in typologieën is de spacematrix van Per Haupt & Meta Berkhauser (via repository.tudelft.nl).

- Data?

verschillende kaarten zijn gratis te verkrijgen:

NOAA kaart: luchttemperatuur

esa kaarten: google op eolisa --> download de BEam Visat voor dataverwerking

nasa satelliet: semiruwe data (reverb.echo.nasa.gov)

- Tips?

Je zou nog kunnen kijken naar de energiezuinigheid van steden, door bijvoorbeeld te kijken naar energielabels.

Woningen zijn qua energiezuinigheid te classificeren op bouwjaar. Je kunt er van uit gaan dat een oudere woning minder energiezuinig is. Nadeel hieraan is wel dat een label wordt gekoppeld aan de installaties/ boiler en niet aan isolatie.

Gert-Jan Steeneveld (WUR), 16 maart

Lisette Klok (TNO), 5 april 2012

William Veerbeek (UNESCO-IHE), 13 april 2012

4.2 E-mails

4.2.1 Mailconversatie Maxim Kneplé

Onderwerp: climategame/hittestress

3/13/2012 4:29

Beste Leander, Peter,

Dank voor jullie vraag en interesse in de game.

De Climategame maakt o.a. gebruik van kennis van andere partijen en voor hittestress is dat een model van UNESCO-IHE in Delft. Zij maken op basis van kengetallen (en een formule) een inschatting van de opwarming op een warme dag. Bijgevoegd is een Word document met de berekeningen zoals die ook in de game worden gedaan.

Ik heb na aanleiding van jullie email direct aan hun gevraagd of het goed als we die informatie doorspelen en dat was geen probleem, sterker nog je kunt ook contact opnemen met UNESCO voor verdere vragen/details. Contactpersoon is William Veerbeek (dinarch@xs4all.nl). Beantwoord dit jullie vraag?

28, Mar, 2012, at 17:25

Beste Maxim,

Bedankt voor de info.

We vroegen ons nog wel af of jullie ook een getal hebben voor gras, achtertuinen en/of water?

Of moeten we dit aan UNESCO vragen?

We horen graag van je.

M.v.g.,

Leander & Peter

2 Apr 2012 15:55:10

Ja, je kunt het het beste aan UNESCO vragen.

In de game maken we overigens geen onderscheid tussen achtertuin en huis. Dit mede omdat het niet te controleren is wie nou wel zijn tuin heeftverhard (carport) en wie niet. Het waterschap ziet tuinen ook al

“onderdeel” van een huis.

Groeten,
Maxim

4.2.2 Mailconversatie Gert Jan Steeneveld

Onderwerp: vraag bewolking i.r.t. SHE

16 april 2012 10:59

Beste Gert Jan Steeneveld,

We hebben nog een vraag over een onderwerp waar we niet helemaal uitkomen.

Weet je ook het effect van bewolking op het SHE is? Het SHE is het grootst tijdens een onbewolkte warme nacht, maar is het ook zo dat dichte bewolking automatisch gepaard gaat met een laag SHE? kan een wolkendek ook een deken om de stad heen vormen zodat de hitte niet weg kan? En als je een hoog albedo toepast op de stad ontstaan er minder wolken boven de stad waardoor de stad misschien weer meer opwarmt? Weet je misschien ook een rapport waarin meer over dit onderwerp te vinden is?

Ik hoop dat je ons kan helpen.

Vriendelijke groet,
Peter

4/16/2012 12:10

Beste Peter,

Bij hoge bewolgingsgraad is het SHE effect kleiner (je kunt dat bijv zien aan de figuur in mijn paper waar ik SHE_{max} plot tegen de hoeveelheid zonnestraling die die dag is binnen gekomen (global radiation)), en dat komt omdat er overdag minder zonnestraling de stad bereikt, en er dus ook minder geabsorbeerd wordt. In absolute zin koelt een landschap 's nachts inderdaad minder af bij meer bewolking, maar de tegenstraling door wolken is boven platteland en stad hetzelfde, dus dat draagt niet erg bij aan het verschil, i.e. het SHE. Dus het effect van de zonnestraling

overdag domineert.

Over wolkenvorming en neerslag boven de stad door eigenschappen van de stad is niet zoveel bekend. Daar wordt nog actief onderzoek naar gedaan.

Groet
Gert-Jan

16 april 2012 13:44

Dag Gert-Jan,

Bedankt voor het beantwoorden van mijn mail. Het beantwoord mijn vraag zo grotendeels. Welke paper bedoel je in de mail? Gaat het over deze paper of een ander:

Steenefeld, G.J, 2012: Stable Boundary Layer Issues, Proc. ECMWF/ GABLS Workshop on Diurnal cycles and the stable atmospheric boundary layer..

vriendelijke groet,
Peter Visser

16 Apr 2012 11:53:00

Beste Peter,

Het gaat om attached paper, en dan met name fig 2d. Dezelfde lineaire verbanden hebben we gezien voor andere hobby-meteorologische stations in Nederland (zie tabel 2 in dit document “Radiation slope”: ams.confex.com/ams/pdfpapers/172498.pdf). Dus het beeld lijkt redelijk robuust.

Groet
Gert-Jan

2 mei 2012 11:48

Beste Gert-Jan,

We hebben nog een vraag over bewolking i.r.t. SHE.

Is de stad het heetst op moment dat het overdag onbewolkt en heet is en s'nachts zwaar bewolkt zodat er een deken over de stad hangt, of werkt het niet zo?

vriendelijke groet,
Peter Visser

3 May 2012 07:38:40 +0000
Beste Peter,

Dat klopt: bewolking dempt de dagelijkse gang van de temperatuur, dus maxima worden lager en minima worden hoger. De stad is dus het warmst als je overdag wolkenloze hemel hebt, en als er de nacht erna een wolkendeken overtrekt.

Groet
Gert-Jan

4.2.3 Mailconversatie Franklin van der Hoeven:
Onderwerp: Vraag m.b.t. SHE
25 apr. 2012, 11:35,
Beste Franklin van der Hoeven,

Een tijdje geleden heeft u ons aan informatie geholpen in een gesprek over het SHE in Nederland.

We hebben hier nog een vraag over. Weet u ook of er al een soort standaardverdeling bekend is over hoe het SHE in Nederland wordt veroorzaakt? Graag zouden we een grafiek maken met daarin de veroorzakers van het SHE en de mate waarin ze invloed hebben op het SHE.

Ik hoop dat u onze vraag kunt beantwoorden.

Vriendelijke groet,
Peter Visser

25 Apr 2012 12:15:51
Hallo Peter,

we zijn met een dergelijk onderzoek bezig omdat een en ander inderdaad ontbreekt.
Resultaten hebben we pas in het najaar.
groet Frank

4.2.4 Mailconversatie Janette Bessembinder:
Onderwerp: Vraag m.b.t. SHE
25 april 2012 11:41
Beste mw Bessembinder,

Een tijdje geleden heeft u ons aan informatie geholpen in een gesprek over het SHE in Nederland.

We hebben hier nog een vraag over. Weet u ook of er al een soort standaardverdeling bekend is over hoe het SHE in Nederland wordt veroorzaakt? Graag zouden we een grafiek maken met daarin de veroorzakers van het SHE en de mate waarin ze invloed hebben op het SHE.

Ik hoop dat u onze vraag kunt beantwoorden.

Vriendelijke groet,
Peter Visser

26 Apr 2012 10:03:32
Beste Peter,

Ik kan je niet een standaardverdeling/grafiek geven met daarin de veroorzakers van het SHE en hun procentuele bijdragen, want die informatie heb ik niet (als ik je vraag tenminste goed heb begrepen). Wel kunnen wel de belangrijkste factoren aangeven die bijdragen aan het SHE,

nl.

- het verschil in albedo, waardoor er in de meeste gevallen minder straling weer de atmosfeer ingekaatst wordt in een stad
- het verschil in verdamping, waardoor er meer energie uit straling overblijft voor opwarming van de bodem en de lucht in een stad
- het verschil in uitstraling. in de nacht, minder efficiënt in de stad
- het verschil in materialen: in de stad worden allerlei materialen gebruikt die veel warmte kunnen opnemen (en dat vervolgens in de nacht vaak weer afstaan)
- warmteproductie door de mens in de stad (lijkt niet zo belangrijk t.o.v. de bovenstaande factoren).

Ik vermoed dat de relatieve bijdrage van de bovenstaande factoren ook zal afhangen van de weersomstandigheden, en daarnaast kan de relatieve bijdrage in elke stad verschillen door de verschillen in geometrie, albedo, gebruikte materialen (hoewel er mogelijk geen extreme verschillen tussen Nederlandse steden bestaan).

Misschien dat men in Wageningen de relatieve bijdrage van de verschillende factoren heeft berekend?

Met vriendelijke groeten,
Janette Bessembinder

4.2.5 Mailconversatie Lisette Klok:

Onderwerp: rapport PZH

4/5/2012 11:42

Hoi Leander en Peter,

Hierbij de rapportage voor Provincie Zuid-Holland. Sterftegegevens kun je inderdaad bij het CBS krijgen.
Succes met jullie onderzoek!

Groeten,
Lisette

10 april 2012 9:00

Beste Lisette,

Bedankt voor het doorsturen van de documenten.

Is het ook nog mogelijk dat we de parameters/data van Den Haag krijgen?

Vriendelijke groet,
Peter Visser

4/10/2012 2:21

Hoi Peter,

Ik heb de projectleider van dit onderzoek vandaag gesproken, en hij zal de mogelijkheid navragen bij de opdrachtgever (provincie Zuid-Holland) navragen.

Groeten,
Lisette

4/13/2012 10:29

Dag Lisette,

Ik ben benieuwd. Als het niet lukt of erg lang duurt wil ik er zelf ook wel achteraan gaan als je me de contactgegevens geeft.

We hadden verder nog een vraag over de reden dat je de dag oppervlaktetemperaturen gebruikt in plaats van de nacht temperaturen omdat 's nachts het SHE het grootsts is en de oppervlakte temperatuur 's nachts gelijks is aan de luchttemperatuur. Franklin van der Hoeven van de TUDelft heeft ons gezegd dat je eigenlijk naar de nachttemperaturen hoeft te kijken om het hitte-eiland in kaart te brengen.

Je hebt tijdens het gesprek hier al wel het één en ander over gezegd maar zou je dit toch nog iets meer kunnen toelichten?
alvast bedankt!

vriendelijke groet,
Peter Visser

27 Apr 2012 14:54:47
Hoi Peter,

Het duurde even mijn antwoord, maar hier is ie dan. Ik denk dat het wat betreft de data van Provincie Zuid-Holland beter is als je contact opneemt met mijn collega Jan Duyzer. Hij is de projectleider geweest van dit project en beschikt over de gegevens. Zijn telefoonnummer is 08886 62027.

Wat betreft dag- en nachttemperaturen: Veel satellieten nemen alleen overdag opnames van het oppervlak, daarom zijn er veel meer gegevens beschikbaar van het oppervlakte hitte-eiland effect overdag. Dat is 1 reden. Het is juist dat 's nachts de luchttemperatuur meer in de buurt komt van de oppervlaktetemperatuur dan overdag. Dat heeft met de stabiliteit van de atmosfeer te maken. Overdag zal het oppervlak over het algemeen warmer zijn dan de luchttemperatuur, en 's nachts kouder dan de luchttemperatuur. Dit kun je ook terug lezen in dit rapport:
<http://www.epa.gov/hiri/resources/pdf/BasicCompendium.pdf>

Groeten,
Lisette Klok

5. KNMI klimaatscenario's

Nederland heeft een zeeklimaat met koele zomers, milde winters en kent niet echt extremen. Het klimaat in Nederland is gematigd en kent weinig hittegolven. In de toekomst kan dit echter veranderen. Het KNMI heeft de internationale klimaatveranderingsprognoses vertaald naar de Nederlandse maatstaven. Daarin wordt uitgegaan van vier klimaatscenario's. Voor alle vier de klimaatscenario's geldt het volgende:

- de opwarming zet door, hierdoor komen zachte winters en warme zomers vaker voor;
- de winters worden gemiddeld natter ook zullen de extreme neerslaghoeveelheden toenemen;
- de hevigheid van extreme regenbuien in de zomer neemt toe, maar het aantal zomerse regendagen juist minder wordt;
- de berekende veranderingen in het windklimaat zijn klein ten opzichte van de natuurlijke grilligheid: de zeespiegel blijft stijgen.¹

Hete zomers zullen vaker voorkomen met alle gevolgen van dien. Nederland zal dus nog meer rekening met een grillig klimaat moeten houden en hier op anticiperen.

Het klimaat in de stad bestaat uit drie componenten.

1. Achterklimaat
2. Effect lokaal klimaat
3. Effect verstedelijking²

Het is nog maar de vraag of het SHE in Nederland ook zal toenemen. Er zijn Amerikaanse wetenschappers die dat beweren. Volgens Dr. Ir. J Bessembinder van het KNMI is dit niet met zekerheid te zeggen. Het SHE hoeft niet perse toe te nemen als de temperatuur in Nederland stijgt. Op het moment dat het rurale gebied droger wordt door opwarming en meer zonuren, zal het temperatuurverschil en daarmee het SHE, afnemen of

gelijk blijven.³

1. Rovers, V. Bosch, P. Pasztor, A. e.a. (editors) (2011). *Klimaatbestendige Steden - Voortgangsrapportage Climate Proof Cities*, december 2011, p. 12

2. Hove B. van (2009) *Onderzoek naar het Stadsklimaat Amsterdam: Presentatie gehouden tijdens het oploopdebat Klimaat in de Stad*

3. *Gesprek met Dr. Ir. J Bessembinder op 15 maart 2012*

6. Schaalniveaus

Inleiding

In wetenschappelijke literatuur wordt meerdere malen gesteld dat stedelijke hitte op drie schaalniveaus te onderzoeken is. Dit zijn de schaalniveaus meso(stad), local(buurt) en micro(straat).⁴ Mesoscale kan vergeleken worden met een stedelijke agglomeratie, localscale kan vergeleken worden met buurt-/wijkniveau en micro staat gelijk aan straatniveau.

Stedelijk niveau

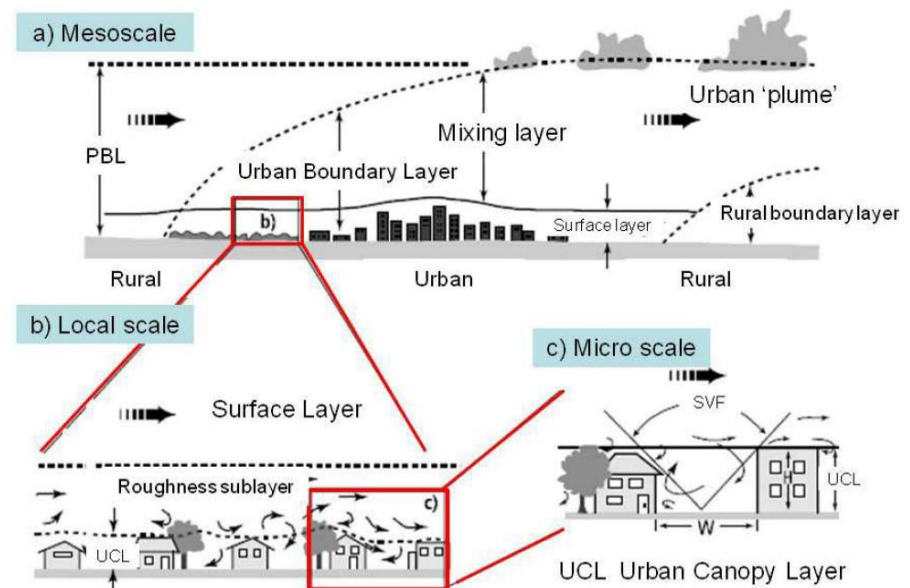
Bij het ontwikkelen van de rekenmodellen is het schaalniveau meso achterwege gelaten. Dit is gedaan omdat stedelijke hitteproblematiek per stad wordt bekeken en er dus geen data bekend is op dit niveau. Daarnaast zijn de Nederlandse onderzoekers nog lang niet zo ver zijn om de effecten van de ene stad op de andere stad of de effecten van het omliggende rurale gebied op de stad door te rekenen. Dit niveau is ook veruit het meest complex, vandaar dat er op dit niveau pas over enkele jaren onderzoek gedaan gaat worden. Het Nederlandse consortium van TNO, Wageningen Universiteit, TU Delft e.a. dat hier onderzoek naar doet is daar op dit moment mee bezig.

Buurtniveau

Op lokale schaal (buurtniveau) is wel onderzoek gedaan in Nederland (Utrecht, Rotterdam, Den Haag en voor Amsterdam loopt het onderzoek nog). Voor deze schaal is het daarom wel mogelijk om uit de beschikbare data een rekenmodel te ontwikkelen. Op deze schaal wordt vooral op buurtkenmerken gefocust.

Straatniveau

Het microschaalniveau is het kleinste schaalniveau en heeft maximaal een paar straten als bereik. Op dit schaalniveau is zeer veel onderzoek gedaan. Bijvoorbeeld naar effecten van het toevoegen van waterpartijen, de effecten



Figuur 17. Oke (1997). Stedelijke schaalniveaus

van materiaal en groen op de temperatuur van woningen en straten. Met de beschikbare data was het ook voor dit schaalniveau mogelijk om een rekenmodel te ontwikkelen.

4. Hove, B. van, Steeneveld, G. Jacobs C. e.a. (2011). *Exploring the urban island heat intensity of Dutch cities*. Alterra Wageningen UR & Climate Proof Cities Consortium, p. 14

7. Typologiën

Bij het gebruik van de datasets is een selectie gemaakt van de representatieve wijken/buurtten. Alleen deze wijken/buurtten zijn geanalyseerd. De redenen waarom verschillende wijken niet zijn gebruikt staan hieronder vermeld.

Rekenmodel 1

Dataset Rotterdam: 89 buurtten
Representatief: 57 buurtten
Niet representatief: 32 buurtten

Buurtten zijn als niet representatief aangemerkt om de volgende redenen:

- onzuivere typologie (voornamelijk combinatie van typologiën)
- groot wateroppervlak (van de Maas) wat mee is gerekend in de oppervlaktetemperatuur
- buurtten die in ontwikkeling zijn en nog niet volledig ontwikkeld warme ten tijde van de satellietopnamen.
- buurt valt niet binnen een typologie omdat het bijvoorbeeld als noodvoorziening is neergezet.
- Typologie wordt niet bewoond, zoals een industriegebied, en heeft voor een woonwijk buitenproportionele waarden.

Dataset Den Haag: 290 wijken
Representatief: 167 wijken
Niet representatief: 123 wijken

wijken zijn als niet representatief aangemerkt om de volgende redenen:

- wijk is nog in ontwikkeling en is erg veranderd sinds de laatste satellietbeelden
- data ontbreekt
- wijk heeft door fout aangeleverde formule een absurde waarde.

Rekenmodel 2

Buurtten zijn als niet representatief aangemerkt om de volgende redenen:

- onzuivere typologie (voornamelijk combinatie van typologiën)
- groot wateroppervlak (van de Maas) wat mee is gerekend in de oppervlaktetemperatuur
- buurtten die in ontwikkeling zijn en nog niet volledig ontwikkeld warme ten tijde van de satellietopnamen.
- buurt valt niet binnen een typologie omdat het bijvoorbeeld als noodvoorziening is neergezet.

onbewoonde typologiën zoals industriegebieden en bedrijventerreinen zijn in dit model wel gebruikt omdat de temperaturen hiervan kunnen worden gebruikt in de compensatiefactor.

8. Gegevens dataset Rotterdam

Buurtten naar Typologie

Afkomstig van TNO

Typologiën zijn op basis van typologiënljst van welstandcommissie Rotterdam uit de Koepelnota Welstand Rotterdam 2004⁵

Oppervlaktetemperatuur.

Afkomstig van TNO verkregen uit Landsat beelden⁶

SHE gemiddelde en 95 percentiel

Berekend door de auteurs. formule is afkomstig van dhr. Bino Maiheu van VITO⁷

Verschil met ruraal

Berekend door de auteurs. data is afkomstig van de KNMI. Gemiddelde genomen van de door de KNMI gemeten luchttemperatuur, in dezelfde periode als de Landsat temperaturen zijn gemeten.⁸

nachttemperatuur

Afkomstig van TNO

De gegevens zijn door de auteurs verzameld uit gegevens van TNO en zijn afkomstig van NOAA-AVHRR- satellietbeelden uit 2006.⁹

% Water

Afkomstig van TNO

percentage wateroppervlak op basis van het TOP 10 GIS bestand van Rotterdam.(TNO)⁵

% Groen

Afkomstig van TNO

percentage totaal groen op basis van het TOP 10 GIS bestand van Rotterdam.(TNO)⁵

% Verhard

Afkomstig van TNO

percentage verhard oppervlak op basis van het TOP 10 GIS bestand van Rotterdam (www.Kadaster.nl/top10nl) bevat zowel verhard oppervlak als bebouwing en overige verharding zoals snelwegen, parkeerplaatsen etc. (TNO)⁵

% publiek groen

Afkomstig van TNO.

Percentage groen oppervlak dat beheerd wordt door de Gemeente Rotterdam.

Totaal oppervlak in ha cijfers CBS 2010¹⁰

Afkomstig van CBS. geeft het totaal oppervlak van buurten aan op basis van kadastrale gemeentegrenzenbestand.

% verkeersterrein 2008 CBS¹¹

Afkomstig van CBS

Terrein in gebruik voor spoor-, weg- en luchtverkeer.

omgevingsadressendichtheid.

5. Klok, L, Broeke, H. ten, Harmelen, T. van, e.a. (2010). *Ruimtelijke verdeling en mogelijke oorzaken van het hitte-eiland effect*. TNO & Waterwatch. p. 27

6 *Idem*, p. 30

7. Maiheu B. (2011). *Hittekaart voor Tilburg*. VITO & BELWADVIES, p. 94-95

8. <http://www.knmi.nl/klimatologie/daggegevens/index.cgi>

9. Klok, L, Broeke, H. ten, Harmelen, T. van, e.a. (2010). *Ruimtelijke verdeling en mogelijke oorzaken van het hitte-eiland effect*. TNO & Waterwatch. p. 20

10. CBS

11. CBS <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/methoden/begrippen/default.htm?ConceptID=2833>

Zie voor een definitie de begrippenlijst.

% bebouwd

Afkomstig van TNO

Percentage bebouwd oppervlak op basis van een gebouwhoogtekaart van de gemeente Rotterdam(TNO) ¹²

inwoner-dichtheid per ha.

Het aantal inwoners per hectare verkregen van het centrum voor onderzoek en statistiek van de Gemeente Rotterdam. ¹²

Gebouwhoogte

Het gewogen gemiddelde van de gebouwhoogte met het gebouwoppervlak op basis van een gebouwhoogtekaart van de Gemeente Rotterdam. ¹²

Albedo

Afkomstig van TNO

Gemiddelde albedo afgeleid uit de 15 Landsatbeelden.(TNO).¹² Zie voor een definitie de begrippenlijst.

Emissiviteit

Afkomstig van TNO

Gemiddelde albedo afgeleid uit de 15 Landsatbeelden.(TNO).¹² Zie voor een definitie de begrippenlijst.

Sky view factor

De sky view factor is bepaald voor een grid van 10 bij 10meter op grond van een digitale kaart van gebouwhoogtes van de gemeente Rotterdam(TNO).¹² Zie voor een definitie de begrippenlijst.

13 Klok, L, Broeke, H. ten, Harmelen, T. van, e.a. (2010). *Ruimtelijke verdeling en mogelijke oorzaken van het hitte-eiland effect*. TNO & Waterwatch. p. 27

9. Controle van Rekenmodel 1

Dataset Den Haag.

Naar aanleiding van een dataset uit den Haag (zie bijlage 10.2), is geprobeerd om de aannames uit het rekenmodel te controleren door dezelfde gegevens uit Den Haag in het rekenmodel te zetten. Deze dataset beslaat de regio Rotterdam en een gedeelte van de regio Haaglanden. Dat komt neer op 290 deelgemeentes/wijken. Door deze dataset te analyseren wordt inzichtelijk gemaakt in welke mate het SHE in stedelijk gebied is te traceren. Het is een goede manier om de aannames van de dataset van Rotterdam te verifiëren. Echter de volgende problemen dienen zich bij deze dataset aan:

- De wijken in de dataset zijn te groot. de gemiddelde grootte is 652,8 ha, tegenover 152,8 ha van de Rotterdamse dataset. Om die reden zijn er weinig echt warme(27°C) gebieden. De data dient leent zich niet om op lokaal schaalniveau stedelijke hitte te traceren.
- De sky view factor is daardoor niet representatief omdat gebieden te groot zijn en er vaak stukken land in een gebied zitten. Waar bij de dataset van Rotterdam de sky view factor van de warme buurten vaak onder de 0,7. In de grotere dataset gebeurt dat maar een enkele keer terwijl er toch dezelfde gebieden worden meegenomen.
- 30% van het landgebruik valt onder overig. Dit maakt de factoren verharding, groen en bebouwing onbetrouwbaar.

Na het verwerken (o.a. tabel 2) van de nieuwe dataset is het moeilijker om een indicatie van stedelijke hitte op local schaal te geven. 49 wijken zijn warmer dan 26°C. van deze wijken hebben 27 wijken 4 kenmerken (tabel1). Dit is een laag aantal. Vooral het feit dat er wel 10 wijken ofwel 21% van de wijken geen van de 4 kenmerken heeft is erg lastig. Ook is er geen duidelijke correlatie te vinden tussen de vrschillende factoren en demooppervlaktetemperatuur(zie de plot op pagina) Om deze reden wordt de data van Den Haag niet meegenomen in het rekenmodel.

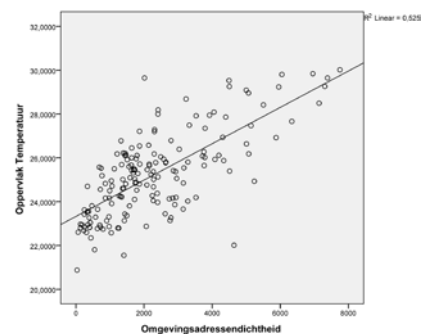
Aantal factoren	Warme buurten	Koele buurten	Totaal	Kans percentage
4	27	1	28	96%
3	5	3	8	63%
2	5	5	10	50%
1	7	14	21	33%
0	10	90	100	10%
Totaal	54	113	167	

Tabel 1. Buurten met aantallen factoren. Bron: eigen werk (Peter)

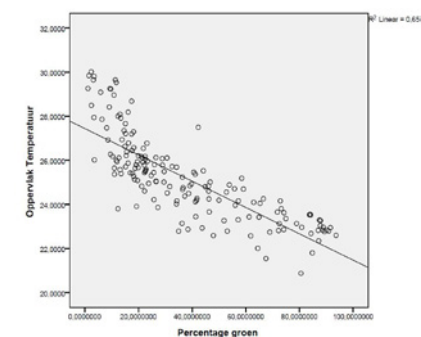
Percentage bebouwing	Totaal	Hittegevoelige buurten	Percentage kans op hittegevoeligheid
<10%	59	1	2%
11-15%	32	5	16%
16-20%	34	11	32%
<21%	42	31	74%
Totaal	167	49	
SVF			
<0,7	1	1	100%
0,71-0,75	9	9	100%
>0,75	157	39	25%
Totaal	167	49	
% VERHARDING			

<45	132	20	15%
<46-65%	23	17	74%
66-79	9	9	100%
>80%	3	3	100%
Totaal	167	49	
OMGEVINGSADRESSENDICHTHEID			
<2000	88	11	13%
2000-3000	37	8	22%
3000-5000	26	15	58%
>5000	16	15	94%
Totaal	167	49	
% GROEN			
<10	18	16	89%
<17	27	18	67%
18-24	29	7	24%
>25	93	8	9%
Totaal	167	49	

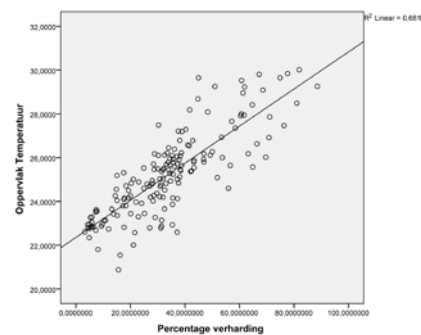
Tabel 2. Buurten met factoren op hittegevoeligheid gerangschikt. Bron: eigen werk (Peter)



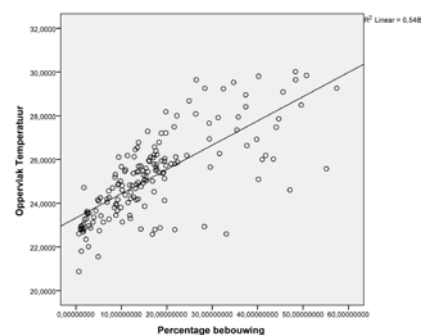
Lineair verband tussen oppervlakte-temperatuur en omgevingsadressedichtheid. Bron: eigen werk (Peter)



Lineair verband tussen oppervlakte-temperatuur en het percentage groen. Bron: eigen werk (Peter)



Lineair verband tussen oppervlakte-temperatuur en het percentage verharding. Bron: eigen werk (Peter)



Lineair verband tussen oppervlakte-temperatuur en het percentage bebouwing. Bron: eigen werk (Peter)

10. Data rekenmodel 1

10.1 Rotterdam

Buurtentypologie	opp. temperatuur	CHE-gem	SHE 95 per-centiel	verschil ru-raal	dag-temperatuur 2006	nachttemperatuur 2006	% water	% groen	% verhard	% publiek groen	totaal oppervlak in ha	% verkeersterrein	omgevingsadressendichtheid	% bebouwd	inwonerdichtheid per ha.	gebouwhoogte	albedo	emissiviteit	sky view factor
Kop van Zuid-Entrepot	30,5	1,41	2,4	11,0	40,0	19,0	10%	16%	74%	10%	81,0	26%	4197,0	18%	103	12	0,10	0,95	0,74
Struisenburg	27,9	1,1	2,1	8,4	37,0	18,0	37%	10%	54%	8%	61,0	16%	4431,0	16%	110	13	0,07	0,97	0,72
Cool	30,5	1,41	2,4	11,0	39,0	19,0	1%	7%	92%	5%	61,0	9%	6072,0	39%	69	16	0,08	0,95	0,52
CS-kwartier	31,2	1,5	2,5	11,7	39,0	19,0	0%	12%	88%	2%	39,0	58%	6927,0	13%	24	25	0,08	0,94	0,74
Dijkzigt	28,9	1,24	2,2	9,4	39,0	19,0	8%	27%	65%	13%	51,0	13%	5012,0	22%	13	17	0,10	0,96	0,73
Stadsdriehoek	30,0	1,4	2,4	10,5	39,0	19,0	22%	5%	73%	4%	172,0	18%	6487,0	24%	95	16	0,08	0,95	0,65
Zuidplein	31,7	1,54	2,6	12,2	39,0	19,0	0%	12%	88%	10%	26,0	17%	5196,0	11%	43	14	0,09	0,95	0,70
1. Centrummix hoogstedelijk																			
Carnisse	28,3	1,17	2,2	8,8	39,0	19,0	1%	7%	92%	5%	62,0	3%	5023,0	30%	175	10	0,09	0,96	0,62
Oud-Charlois	28,2	1,16	2,2	8,7	39,0	19,0	10%	22%	68%	18%	149,0	10%	3447,0	18%	43	10	0,09	0,97	0,72
Bospolder	30,6	1,42	2,5	11,1	39,0	19,0	0%	12%	88%	2%	38,0	7%	4932,0	30%	197	11	0,09	0,95	0,67
Delfshaven	30,1	1,37	2,4	10,6	39,0	19,0	23%	10%	67%	5%	53,0	8%	4475,0	25%	146	13	0,08	0,95	0,70
Middelland	28,4	1,19	2,2	8,9	39,0	19,0	1%	7%	92%	5%	70,0	7%	6279,0	32%	165	12	0,08	0,96	0,59
Nieuwe Westen	28,5	1,20	2,2	9,0	39,0	19,0	2%	15%	83%	7%	122,0	11%	6028,0	27%	154	13	0,09	0,96	0,66
Oud Mathenesse	27,2	1,06	2,0	7,7	39,0	19,0	1%	38%	61%	26%	82,0	17%	3575,0	13%	80	12	0,10	0,97	0,74
Spangen	29,2	1,27	2,3	9,7	39,0	19,0	7%	13%	79%	10%	64,0	4%	4350,0	20%	162	13	0,09	0,96	0,68
Tussendijken	29,7	1,32	2,3	10,2	39,0	19,0	8%	10%	83%	6%	40,0	8%	5703,0	27%	180	12	0,08	0,96	0,62
Afrikaanderwijk	30,8	1,44	2,5	11,3	40,0	19,0	1%	9%	90%	10%	48,0	9%	5052,0	26%	194	12	0,09	0,95	0,66
Bloemhof	29,9	1,35	2,4	10,4	40,0	19,0	1%	6%	93%	5%	80,0	4%	5933,0	29%	172	8	0,10	0,95	0,66

Hillesluis	30,1	1,37	2,4	8,7	40,0	19,0	2%	16%	83%	12%	90,0	24%	4577,0	22%	120	11	0,09	0,96	0,68
Hillegersberg-Zuid	27,9	1,13	2,1	8,4	37,0	17,0	9%	18%	73%	5%	127,0	7%	3052,0	22%	67	9	0,10	0,97	0,76
Kralingen-West	28,2	1,16	2,2	8,7	37,0	18,0	1%	17%	82%	11%	105,0	5%	5651,0	29%	153	11	0,09	0,96	0,63
Oud-Crooswijk	28,7	1,22	2,2	9,2	37,0	18,0	7%	16%	77%	12%	54,0	7%	6542,0	24%	256	12	0,09	0,96	0,67
Agniesebuurt	30,4	1,40	2,4	10,9	39,0	18,0	3%	6%	91%	5%	36,0	7%	8027,0	39%	110	12	0,09	0,95	0,60
Bergpolder	28,1	1,15	2,1	8,6	39,0	18,0	3%	13%	85%	7%	46,0	16%	5344,0	26%	169	14	0,09	0,96	0,62
Blijdorp	25,9	0,92	1,9	6,4	39,0	18,0	7%	30%	63%	13%	168,0	17%	4666,0	12%	60	13	0,10	0,98	0,71
Liskwartier	28,0	1,14	2,1	8,5	39,0	18,0	6%	13%	81%	11%	59,0	15%	6255,0	24%	132	12	0,08	0,96	0,68
Oude Noorden	29,8	1,34	2,4	10,3	39,0	18,0	5%	9%	86%	5%	107,0	10%	7235,0	30%	167	11	0,08	0,96	0,64
Provenierswijk	29,0	1,25	2,3	9,5	39,0	18,0	3%	7%	90%	7%	30,0	9%	6728,0	31%	159	12	0,08	0,96	0,61
Het Nieuwe Werk	24,8	0,80	1,7	5,3	39,0	19,0	32%	24%	45%	25%	99,0	11%	3203,0	9%	19	15	0,08	0,98	0,76
Oude Westen	29,5	1,30	2,3	10,0	39,0	19,0	0%	4%	96%	3%	59,0	7%	5957,0	39%	168	11	0,08	0,96	0,54
Tarwewijk	29,6	1,31	2,3	10,1	39,0	19,0	26%	6%	68%	5%	113,0	6%	5528,0	22%	134	11	0,07	0,96	0,69
2. Stadswijk vooroorlogs																			
Hillegersberg-Noord	23,9	0,70	1,6	4,4	37,0	17,0	41%	23%	36%	14%	306,0	5%	2071,0	7%	41	8	0,08	0,98	0,92
Molenlaankwartier	23,9	0,70	1,6	4,4	37,0	17,0	9%	23%	67%	16%	214,0	6%	1701,0	13%	39	7	0,11	0,99	0,85
Overschie	25,5	0,88	1,8	6,0	37,0	16,0	15%	34%	51%	13%	169,0	11%	1805,0	12%	2	8	0,11	0,98	0,89
3. Groenstedelijk vooroorlogs																			
Vreewijk	27,6	1,10	2,1	8,1	40,0	19,0	2%	19%	35%	12%	204,0	10%	3973,0	20%	68	7	0,10	0,97	0,75
Heijplaat	26,5	0,98	1,9	7,0	37,0	20,0	0%	35%	65%	16%	41,0	8%	326,0	14%	37	7	0,10	0,97	0,82
4. Tuindorp jaren '30																			
Pendrecht	26,3	0,96	1,9	6,8	39,0	19,0	4%	32%	64%	17%	123,0	4%	2753,0	17%	100	8	0,10	0,98	0,75
Zuidwijk	26,0	0,93	1,9	6,5	39,0	19,0	2%	30%	68%	17%	153,0	6%	2680,0	15%	81	9	0,10	0,98	0,75
Feijenoord	29,8	1,34	2,4	10,3	40,0	19,0	37%	9%	54%	6%	100,0	1%	3777,0	17%	116	12	0,08	0,96	0,74
Groot-IJsselmonde	25,6	0,89	1,8	6,1	39,0	18,0	4%	40%	53%	22%	583,0	9%	2743,0	10%	47	7	0,11	0,98	0,74
Lombardijen	26,6	0,99	2,0	7,1	39,0	18,0	4%	33%	62%	17%	261,0	12%	2689,0	13%	51	7	0,11	0,98	0,76
Rubroek	28,2	1,16	2,2	8,7	37,0	18,0	6%	17%	78%	16%	53,0	6%	7880,0	25%	155	13	0,09	0,96	0,63
Ommoord	24,2	0,74	1,7	4,7	38,0	17,0	5%	37%	50%	20%	448,0	10%	2813,0	10%	52	8	0,11	0,98	0,85
Hoogvliet-Zuid	24,9	0,81	1,7	5,4	37,0	18,0	15%	40%	46%	20%	5,4	4%	2276,0	10%	47	7	0,11	0,98	0,77

Oosterflank	27,8	1,12	2,1	8,3	38,0	17,0	4%	22%	74%	16%	163,0	7%	3266,0	18%	67	9	0,11	0,97	0,74	
Zevenkamp	27,0	1,04	2,0	7,5	38,0	17,0	6%	22%	66%	16%	216,0	3%	2404,0	15%	78	8	0,12	0,97	0,80	
5. Tuinstad '60/'70																				
Beverwaard	27,0	1,04	2,0	7,5	39,0	18,0	6%	33%	61%	21%	152,0	5%	2375,0	15%	86	7	0,11	0,97	0,77	
Prinsenland	25,1	0,83	1,8	5,6	38,0	17,0	9%	35%	56%	24%	179,0	7%	2819,0	12%	61	8	0,12	0,98	0,78	
's Gravenland	25,5	0,88	1,8	6,0	38,0	17,0	14%	25%	61%	12%	223,0	12%	1887,0	11%	45	7	0,12	0,98	0,79	
6. Bouw na 1985																				
Zuiderpark	24,2	0,74	1,7	4,7	39,0	19,0	9%	56%	33%	24%	521,0	13%	2253,0	4%	3	6	0,12	0,99	0,81	
Kralingse Bos	21,4	0,44	1,3	1,9	37,0	18,0	29%	54%	17%	42%	446,0	7%	1529,0	1%	0	5	0,09	0,99	0,92	
Hoek van Holland Strand & Duin	25,1	0,83	1,8	5,6	31,0	15,0	20%	49%	13%	15%	468,0	6%	526,0	2%	2	4	0,12	0,98	0,98	
9. Park & Recreatie																				
Hoek van Holland Dorp	25,3	0,85	1,8	5,8	31,0	15,0	17%	32%	52%	10%	381,0	5%	1125,0	11%	27	6	0,12	0,97	0,90	
Pernis	25,6	0,89	1,8	6,1	38,0	20,0	4%	50%	46%	26%	160,0	6%	743,0	9%	31	5	0,12	0,98	0,83	
Kralingseveer	27,1	1,05	2,0	7,6	38,0	17,0	21%	26%	53%	8%	64,0	30%	1353,0	9%	34	7	0,10	0,97	0,83	
10. Dorps																				
Noord Kethel	22,5	0,55	1,4	3,0	37,0	16,0	10%	61%	3%	1%	253,0	4%	114,0	0%	10	4	0,15	0,99	1,00	
Schieveen	22,8	0,59	1,5	3,3	37,0	16,0	5%	56%	8%	2%	429,0	8%	60,0	1%	1	4	0,15	0,99	0,99	
11. Landelijk																				
Botlek	29,8	1,34	2,4	10,3	34,0	18,0	34%	14%	53%	0%	2474,0	13%	121,0	5%	0	11	0,09	0,96	0,68	
Europoort	28,1	1,15	2,1	8,6	34,0	18,0	45%	17%	37%	0%	3405,0	9%	24,0	3%	0	11	0,09	0,98	0,97	
Eemhaven	29,7	1,32	2,3	10,2	38,0	20,0	34%	14%	52%	0%	680,0	15%	372,0	3%	0	7	0,09	0,96	0,82	
Waalhaven	31,2	1,49	2,5	11,7	38,0	20,0	57%	2%	41%	0%	618,0	10%	1343,0	7%	0	8	0,06	0,97	0,77	
Nieuw-Mathenesse	32,9	1,67	2,7	13,4	38,0	19,0	38%	7%	55%	2%	218,0	11%	2771,0	15%	0	10	0,08	0,96	0,78	
Vondelingenplaat	31,1	1,47	2,5	11,6	38,0	20,0	25%	8%	67%	0%	911,0	9%	238,0	7%	0	13	0,11	0,92	0,72	
Maasvlakte	30,0	1,36	2,4	10,5	34,0	18,0	39%	28%	33%	0%	3941,0	7%	6,0	1%	0	10	0,09	0,95	0,99	
7. Haven & Industrie	30,4	1,4	2,4	10,9	36,3	19,0	39%	13%	48%	0%	1749,6	11%	696,4	6%	0	10	0,09	0,96	0,82	

Spaanse Polder	32,1	1,58	2,6	12,6	41,0	18,0	10%	14%	76%	6%	205,0	13%	1514,0	26%	1	7	0,10	0,95	0,77	
Blijdorps polder	26,4	0,97	1,9	6,9	39,0	18,0	11%	48%	41%	14%	91,0	15%	1956,0	6%	1	6	0,11	0,98	0,85	
Nieuw-Crooswijk	26,6	0,99	2,0	7,1	37,0	18,0	6%	41%	53%	6%	111,0	26%	4726,0	12%	22	11	0,10	0,97	0,80	
Waalhaven-Zuid	32,0	1,57	2,6	12,5	38,0	20,0	0%	19%	80%	0%	187,0	30%	550,0	16%	0	9	0,10	0,95	0,79	
Bedrijvenpark Noord-West	29,7	1,32	2,3	10,2	41,0	16,0	7%	15%	79%	15%	117,0	2%	583,0	27%	0	8	0,13	0,96	0,80	
8. Bedrijventerrein	29,4	1,3	2,3	9,9	39,2	18,0	7%	27%	66%	8%	142,2	17%	1865,8		5	8	0,11	0,96		
12. ROTTERDAM	5,4	0,2	0,4	1,9	6,9	3,4	4%	4%	10%	1%	31935,0	10%	3859,0	1%	0	2	0,02	0,17	0,07	

10.2 Den Haag

Nr.	Gemeente	Wijknaam	Totaal oppervlak	Oppervlak water	% water	Temperatuur totaal oppervlak	Temperatuur oppervlak zonder water	Temperatuur wateroppervlak	Oppervlak gebouwen andere shape	% gebouwen	Opp. verhardbebouwd (gecorrigeerd)	Omgevingsadres-dichtheid	Oppervlak hoog groen	% hoog groen	Oppervlak laag groen
1	's-Gravenhage	Vogelwijk	183,1	1,7	0,9	23,46	23,45	25,66	15,97	9	15,86	2621	28,36	15,6	46,62
2	Leidschendam-Voorburg	Raadhuiskwartier	42,4	1,1	2,5	25,34	25,37	24,47	7,91	19	7,91	2928	0,10	0,2	4,48
3	's-Gravenhage	Willemspark	32,2	0,8	2,4	26,28	26,27	26,49	9,93	32	9,78	3758	1,28	4,1	1,73
4	Zoetermeer	Buitengebied	1350,6	182,1	13,5	21,52	21,80	19,74	14,13	1	13,49	549	153,55	13,1	837,04
5	Leidschendam-Voorburg	Verzetsheldenwijk	36,9	2,0	5,3	25,88	25,94	24,93	6,58	19	6,56	2579	2,60	7,4	1,59
8	Leidschendam-Voorburg	Leidschendam-Zuid	70,8	3,7	5,3	24,50	24,52	23,99	11,52	17	11,52	1785	9,01	13,4	11,57
9	's-Gravenhage	Bomen- en Bloemenbuurt	141,0	4,2	3,0	26,53	26,63	23,28	51,46	38	50,84	5009	5,49	4,0	15,00
10	's-Gravenhage	Duinoord	73,7	3,7	5,0	27,35	27,47	25,03	30,87	44	30,79	5140	0,48	0,7	5,24
11	's-Gravenhage	Bezuidenhout	198,8	1,4	0,7	27,93	27,94	25,65	70,57	36	69,73	3923	1,36	0,7	5,42
14	's-Gravenhage	Regentessekwartier	90,7	2,7	3,0	29,58	29,65	27,54	42,54	48	42,54	7387	0,09	0,1	2,73
15	's-Gravenhage	Kijkduin en Ockenburgh	436,5	14,0	3,2	23,33	23,36	22,28	16,75	4	14,64	1493	114,36	27,1	202,22
16	Zoetermeer	Noordhove	137,8	10,7	7,7	25,17	25,28	23,78	18,95	15	18,87	1818	0,98	0,8	22,13
17	's-Gravenhage	Centrum	205,7	6,3	3,0	29,74	29,84	26,52	101,23	51	99,03	6957	0,79	0,4	2,22
18	Leidschendam-Voorburg	Zeeheldenwijk	27,2	2,2	8,0	25,60	25,67	24,78	2,50	10	2,50	1623	0,22	0,9	4,76
19	's-Gravenhage	Bohemen en Meer en Bos	130,1	4,4	3,4	23,62	23,66	22,53	11,46	9	10,06	3149	38,20	30,4	20,14
21	Zoetermeer	Seghwaert	225,5	9,9	4,4	25,35	25,41	24,09	41,57	19	41,45	2861	12,82	5,9	25,50
22	's-Gravenhage	Valkenboskwartier	104,8	1,2	1,2	29,23	29,26	27,24	59,47	57	59,45	7307	0,41	0,4	0,83
23	's-Gravenhage	Stationsbuurt	75,4	2,5	3,3	29,77	29,81	28,68	29,30	40	29,26	6048	0,05	0,1	2,47
26	's-Gravenhage	Vruchtenbuurt	111,4	2,3	2,1	26,14	26,18	24,45	45,52	42	45,51	5073	2,84	2,6	20,04
27	's-Gravenhage	Transvaalkwartier	76,5	0,0	0,0	30,02	30,02	#N/B	36,96	48	36,73	7753	0,23	0,3	1,61
28	Zoetermeer	Buytenwegh - De Leyens	308,9	19,5	6,3	25,02	25,13	23,39	56,38	19	56,27	2411	20,53	7,1	33,22
29	's-Gravenhage	Rustenburger en Oostbroek	100,6	2,6	2,6	28,44	28,49	26,17	48,62	50	48,62	7139	0,59	0,6	1,82

Percentage laag groen	% totaal groen	Op-pervlak overig (gecori-geerd)	Percentage overig gecori-geerd	Op-pervlak verhard onbe-bouwd	Percentage verhard onbe-bouwd	Som per-gentages landge-bruik	Gemid-delde emis-siviteit per wijk	Gemid-delde albedo per wijk	Gemid-delde Sky-View-Factor per wijk	SVF	totaal verhard+ bebou-wing + rest	Op-pervlak verhard-bebouwd	Percentage verhard bebouwd	Op-pervlak overig	Percentage overig
25,7	41	60,49	33,4	29,63	16,3	99,8	0,983	0,113	0,095	0,90	25	1,78	1,0	74,58	41,1
10,8	11	19,19	46,4	9,50	23,0	99,6	0,979	0,106	0,178	0,82	42	0,47	1,1	26,63	64,4
5,5	10	12,72	40,5	5,78	18,4	99,6	0,965	0,098	0,289	0,71	50	4,26	13,6	18,24	58,1
71,6	85	83,26	7,1	80,56	6,9	99,9	0,993	0,143	0,002	1,00	8	4,24	0,4	92,51	7,9
4,5	12	18,25	52,3	5,89	16,9	100,0	0,973	0,111	0,157	0,84	36	1,13	3,2	23,69	67,9
17,3	31	24,50	36,6	10,29	15,4	99,8	0,979	0,114	0,143	0,86	33	1,74	2,6	34,29	51,2
11,0	15	26,17	19,1	39,37	28,8	100,1	0,966	0,097	0,230	0,77	66	42,25	30,9	34,76	25,4
7,5	8	11,01	15,7	22,58	32,3	100,1	0,958	0,087	0,266	0,73	76	25,84	36,9	15,96	22,8
2,7	3	71,37	36,2	51,20	25,9	100,8	0,958	0,098	0,277	0,72	62	45,45	23,0	95,65	48,5
3,1	3	19,41	22,1	23,32	26,5	100,1	0,944	0,097	0,245	0,75	75	39,26	44,6	22,69	25,8
47,9	75	43,70	10,3	47,32	11,2	99,9	0,987	0,125	0,016	0,98	15	3,81	0,9	54,53	12,9
17,4	18	60,44	47,5	24,84	19,5	100,1	0,970	0,134	0,131	0,87	34	0,72	0,6	78,59	61,8
1,1	2	44,26	22,2	53,63	26,9	100,2	0,945	0,088	0,383	0,62	78	87,80	44,0	55,48	27,8
19,0	20	11,55	46,2	6,13	24,5	100,6	0,971	0,120	0,099	0,90	35	0,06	0,2	13,99	56,0
16,0	46	28,02	22,3	29,39	23,4	100,0	0,984	0,109	0,123	0,88	32	0,23	0,2	37,86	30,1
11,8	18	95,07	44,1	41,23	19,1	100,2	0,975	0,112	0,171	0,83	38	3,63	1,7	132,89	61,6
0,8	1	10,67	10,3	32,30	31,2	100,0	0,947	0,092	0,287	0,71	89	57,20	55,2	12,92	12,5
3,4	3	22,26	30,5	19,71	27,0	101,1	0,946	0,092	0,272	0,73	67	24,04	33,0	27,48	37,7
18,4	21	17,25	15,8	23,38	21,4	100,0	0,970	0,099	0,146	0,85	63	43,21	39,6	19,55	17,9
2,1	2	12,22	16,0	25,70	33,6	100,0	0,944	0,098	0,252	0,75	82	34,66	45,3	14,29	18,7
11,5	19	126,22	43,6	53,81	18,6	100,3	0,976	0,108	0,167	0,83	38	8,36	2,9	174,13	60,2
1,9	2	16,26	16,6	30,85	31,5	100,1	0,955	0,093	0,234	0,77	81	45,95	46,9	18,93	19,3

30	's-Gravenhage	Laakkwartier en Spoorwijk	289,8	15,1	5,2	28,31	28,41	26,39	102,65	37	102,08	5506	4,32	1,6	20,79
31	's-Gravenhage	Leyenburg	101,4	4,6	4,5	26,96	26,92	27,86	38,50	40	37,84	5878	1,48	1,5	6,92
32	's-Gravenhage	Leidschenveen	373,0	29,7	7,9	23,78	23,91	22,30	30,51	9	30,09	1050	3,03	0,9	63,08
33	's-Gravenhage	Waldeck	173,7	7,8	4,5	25,82	25,87	24,69	37,13	22	35,43	4340	8,70	5,2	18,09
34	Zoetermeer	Meerzicht	235,1	8,4	3,6	23,79	23,86	22,00	34,29	15	32,49	2905	29,29	12,9	32,46
35	Zevenh'z'n-Moerkapelle	Moerkapelle	747,6	8,9	1,2	22,82	22,82	23,09	105,50	14	103,93	406	4,02	0,5	529,21
37	Zoetermeer	Centrum	355,5	15,3	4,3	25,48	25,54	24,07	60,63	18	59,06	3170	25,45	7,5	51,45
38	's-Gravenhage	Zuiderpark	99,5	12,0	12,1	21,84	22,01	20,57	2,41	3	2,29	4643	18,06	20,7	38,32
39	Rijswijk	Wijk 01	44,2	1,6	3,7	25,94	26,02	23,88	18,48	43	18,44	3785	0,36	0,8	1,16
41	's-Gravenhage	Hoornwijk	366,5	24,6	6,7	24,08	24,25	21,76	18,41	5	18,26	1315	16,18	4,7	141,91
42	's-Gravenhage	Moerwijk	168,9	6,0	3,6	26,07	26,11	24,96	35,76	22	35,49	4197	4,96	3,0	15,80
43	Rijswijk	Wijk 02	113,4	2,4	2,1	25,60	25,65	23,59	32,83	30	32,78	3766	3,98	3,6	8,27
44	's-Gravenhage	Loosduinen	318,3	11,6	3,6	27,98	28,09	25,12	80,92	26	80,36	4053	16,21	5,3	23,95
45	Zoetermeer	Oosterheem	367,0	10,1	2,7	23,80	23,80	23,64	30,21	8	30,18	1574	3,97	1,1	40,23
46	's-Gravenhage	Morgenstond	173,9	4,6	2,6	25,36	25,39	24,07	31,17	18	30,16	4512	5,83	3,4	17,12
48	Rijswijk	Wijk 03	164,8	16,5	10,0	22,86	23,14	20,35	15,14	10	15,03	2767	25,63	17,3	28,09
49	Rijswijk	Wijk 09	156,7	11,9	7,6	24,53	24,60	23,61	14,71	10	14,64	1370	5,51	3,8	61,29
50	's-Gravenhage	penburg	488,7	57,0	11,7	24,03	24,21	22,61	52,01	12	51,90	1343	24,42	5,7	86,76
51	's-Gravenhage	Kraayenstein en de Uithof	343,6	37,2	10,8	22,74	22,87	21,63	56,79	19	55,15	2066	63,52	20,7	54,29
52	Pijnacker-Nootdorp	Nootdorp	767,5	63,4	8,3	22,68	22,79	21,44	153,22	22	153,54	1263	37,62	5,3	208,39
53	's-Gravenhage	Bouwlust en Vrederust	399,0	19,2	4,8	23,96	24,02	22,78	43,61	11	42,57	3286	40,07	10,5	89,68
54	Zoetermeer	Rokkeveen	379,1	22,9	6,0	25,35	25,44	23,97	56,33	16	55,04	1728	6,60	1,9	72,71
55	Rijswijk	Wijk 04	71,0	2,3	3,2	25,73	25,80	23,25	14,41	21	13,57	3289	5,73	8,3	12,11
56	Rijswijk	Wijk 05	192,5	5,3	2,8	24,15	24,16	23,62	24,85	13	23,42	2841	24,53	13,1	39,73
57	Rijswijk	Wijk 08	320,7	12,2	3,8	25,69	25,72	24,94	61,16	20	60,90	1876	30,51	9,9	69,84
59	Rijswijk	Wijk 07	118,2	13,7	11,6	23,11	23,27	21,96	7,61	7	7,29	2791	19,77	18,9	34,48
61	Pijnacker-Nootdorp	Pijnacker	2896,3	139,5	4,8	22,55	22,58	22,04	463,11	17	461,28	1039	251,56	9,1	1452,51
63	Lansingerland	Berkel Buiten	872,3	19,7	2,3	22,59	22,59	22,62	282,24	33	281,35	310	2,72	0,3	405,77
65	's-Gravenhage	Wateringse Veld	324,6	23,8	7,3	25,63	25,71	24,69	42,82	14	42,70	2150	3,87	1,3	41,85
66	Rijswijk	Wijk 06	281,9	11,2	4,0	24,11	24,13	23,61	52,75	19	52,32	2743	21,71	8,0	89,79
68	Westland	Wateringen	908,3	45,6	5,0	25,04	25,09	24,01	346,55	40	347,13	1589	8,40	1,0	161,10
70	Delft	Delftse Hout	300,1	40,3	13,4	21,27	21,55	19,45	12,71	5	12,42	1410	63,58	24,5	111,77

7,6	9	73,56	26,8	75,03	27,3	100,4	0,953	0,101	0,218	0,78	65	83,59	30,4	92,05	33,5
7,1	9	20,61	21,3	30,02	31,0	100,1	0,964	0,094	0,240	0,76	71	30,40	31,4	28,05	29,0
18,4	19	195,81	57,0	52,13	15,2	100,2	0,980	0,143	0,040	0,96	24	0,72	0,2	225,19	65,6
10,9	16	69,09	41,6	34,74	20,9	100,1	0,974	0,102	0,229	0,77	43	7,85	4,7	96,67	58,2
14,3	27	86,96	38,4	46,07	20,3	100,2	0,982	0,105	0,155	0,84	35	5,81	2,6	113,64	50,1
71,6	72	75,72	10,3	24,80	3,4	99,9	0,983	0,154	0,004	1,00	18	7,61	1,0	172,04	23,3
15,1	23	119,16	35,0	86,74	25,5	100,5	0,974	0,109	0,161	0,84	43	14,01	4,1	164,20	48,3
43,8	64	12,78	14,6	16,06	18,4	100,1	0,992	0,120	0,020	0,98	21	1,49	1,7	13,58	15,5
2,7	4	11,57	27,2	11,15	26,2	100,4	0,968	0,095	0,256	0,74	70	14,02	33,0	15,99	37,6
41,5	46	116,83	34,2	49,88	14,6	100,3	0,980	0,135	0,018	0,98	20	12,11	3,5	122,98	36,0
9,7	13	62,37	38,3	44,50	27,3	100,1	0,976	0,098	0,227	0,77	49	5,79	3,6	92,07	56,5
7,4	11	35,93	32,4	30,02	27,0	100,0	0,973	0,099	0,205	0,80	57	19,19	17,3	49,52	44,6
7,8	13	119,04	38,8	67,46	22,0	100,1	0,964	0,107	0,186	0,81	48	44,11	14,4	155,30	50,6
11,3	12	251,37	70,4	31,12	8,7	100,0	0,977	0,153	0,009	0,99	17	1,65	0,5	279,90	78,4
10,1	14	75,72	44,7	40,58	24,0	100,0	0,978	0,103	0,225	0,78	42	4,37	2,6	101,51	59,9
18,9	36	48,10	32,4	31,48	21,2	100,0	0,987	0,108	0,102	0,90	31	2,95	2,0	60,18	40,6
42,3	46	42,56	29,4	21,40	14,8	100,4	0,980	0,130	0,067	0,93	25	5,79	4,0	51,41	35,5
20,1	26	188,68	43,7	80,67	18,7	100,2	0,976	0,139	0,044	0,96	31	5,83	1,4	234,75	54,4
17,7	38	94,43	30,8	39,48	12,9	100,1	0,979	0,141	0,025	0,97	31	3,08	1,0	146,49	47,8
29,6	35	238,91	33,9	66,01	9,4	100,1	0,982	0,144	0,039	0,96	31	8,52	1,2	383,93	54,5
23,6	34	143,94	37,9	63,74	16,8	100,0	0,981	0,118	0,115	0,88	28	4,25	1,1	182,25	48,0
20,4	22	142,53	40,0	80,04	22,5	100,2	0,974	0,131	0,133	0,87	38	6,83	1,9	190,74	53,5
17,6	26	22,17	32,2	15,28	22,2	100,2	0,975	0,110	0,176	0,82	43	7,56	11,0	28,18	41,0
21,2	34	57,86	30,9	41,70	22,3	100,0	0,980	0,115	0,116	0,88	36	3,16	1,7	78,12	41,7
22,6	33	94,01	30,5	53,45	17,3	100,1	0,972	0,121	0,086	0,91	37	34,69	11,2	120,21	39,0
33,0	52	20,31	19,4	22,77	21,8	100,1	0,984	0,117	0,072	0,93	29	0,30	0,3	27,30	26,1
52,7	62	460,02	16,7	132,15	4,8	100,0	0,986	0,156	0,021	0,98	22	11,61	0,4	909,68	33,0
47,6	48	128,45	15,1	34,25	4,0	100,0	0,983	0,157	0,011	0,99	37	0,79	0,1	409,01	48,0
13,9	15	170,19	56,6	42,74	14,2	100,2	0,966	0,146	0,063	0,94	28	4,58	1,5	208,32	69,3
33,2	41	59,01	21,8	48,09	17,8	100,1	0,977	0,142	0,066	0,93	37	1,74	0,6	109,59	40,5
18,7	20	245,77	28,5	100,70	11,7	100,0	0,967	0,158	0,064	0,94	52	17,62	2,0	575,29	66,7
43,0	67	42,77	16,5	29,38	11,3	100,0	0,993	0,131	0,004	1,00	16	4,27	1,6	50,91	19,6

71	Delft	Vrijenban	151,7	8,5	5,6	25,71	25,80	24,28	31,17	22	29,75	2644	8,58	6,0	18,78
73	Delft	Binnenstad	143,6	11,6	8,1	27,78	27,86	26,93	58,89	45	58,06	4398	3,28	2,5	5,20
74	Westland	's-Gravenzande	1743,7	62,0	3,6	24,57	24,60	23,65	792,21	47	790,08	1403	94,07	5,6	280,70
75	Westland	Honselersdijk	1087,9	60,2	5,5	25,50	25,57	24,27	566,35	55	565,44	687	15,36	1,5	119,93
77	Delft	Wippolder	263,0	17,4	6,6	26,09	26,18	24,82	59,92	24	59,02	2299	16,16	6,6	39,02
78	Delft	Voordijkshoorn	153,1	6,9	4,5	25,00	25,06	23,85	22,09	15	22,00	2959	4,77	3,3	34,06
79	Delft	Hof van Delft	156,4	6,6	4,3	26,84	26,94	24,82	44,00	29	43,90	4312	4,05	2,7	16,73
81	Lansingerland	Bleiswijk	2204,1	130,8	5,9	22,83	22,93	21,20	585,85	28	583,70	704	54,83	2,6	851,78
82	Pijnacker-Nootdorp	Delfgauw	188,8	11,6	6,2	25,41	25,50	24,16	31,09	18	30,81	1126	4,00	2,3	35,88
85	Delft	Schieweg	198,8	13,3	6,7	27,30	27,49	24,79	40,11	22	40,10	3329	40,61	21,9	37,77
87	Midden-Delfland	Schipluiden	2955,2	110,3	3,7	23,13	23,13	23,06	171,40	6	169,98	1422	36,53	1,3	2208,19
88	Delft	Voorhof	129,8	6,3	4,9	25,85	25,93	24,40	24,01	19	23,73	4082	11,45	9,3	12,74
90	Moordrecht	Wijk 00	1268,8	56,5	4,5	22,83	22,86	22,18	39,06	3	40,24	974	35,27	2,9	863,14
91	Delft	Buitenhof	231,3	14,6	6,3	24,11	24,19	22,95	29,68	14	29,23	3524	33,63	15,5	56,61
92	Lansingerland	Berkel Binnen	306,6	16,0	5,2	24,89	24,95	23,72	39,69	14	38,49	1041	4,06	1,4	65,07
93	Lansingerland	Bergschenhoek	1560,8	101,6	6,5	22,73	22,79	21,81	253,82	17	251,87	1231	147,02	10,1	627,96
95	Westland	Naaldwijk	829,2	39,5	4,8	25,91	26,00	24,04	323,88	41	323,28	1636	14,39	1,8	78,27
96	Lansingerland	Rodenrijs Binnen	428,9	17,1	4,0	24,47	24,49	23,81	49,55	12	48,87	991	3,14	0,8	156,07
98	Delft	Tanthof-West	147,3	12,0	8,1	25,21	25,37	23,38	17,12	13	16,77	2271	10,40	7,7	45,29
99	Delft	Tanthof-Oost	92,5	4,1	4,4	25,61	25,64	24,77	15,60	18	15,29	2155	3,68	4,2	12,91
102	Nieuwerkerk ad IJssel	Wijk 00	1858,1	176,9	9,5	23,33	23,44	22,28	199,14	12	200,24	1436	109,35	6,5	919,55
108	Rotterdam	Hillegersberg-Schiebroek	1328,2	181,6	13,7	24,24	24,68	21,48	150,47	13	146,51	2277	73,36	6,4	344,68
110	Schiedam	Woudhoek-Spaland	534,9	19,3	3,6	24,04	24,05	23,80	35,28	7	34,54	2269	15,89	3,1	320,79
115	Capelle aan den IJssel	Schollevaar-Zuid	287,1	33,0	11,5	24,57	24,76	23,14	36,40	14	36,31	2084	39,57	15,6	53,54
117	Rotterdam	Kralingen-Krooswijk	1273,8	252,3	19,8	23,96	24,93	20,06	151,10	15	151,19	5237	161,67	15,8	244,55
119	Capelle aan den IJssel	Schenkel	115,1	12,8	11,1	25,09	25,23	23,98	15,74	15	13,79	2207	8,39	8,2	28,84
121	Vlaardingen	Holy-Noord	351,4	20,5	5,8	23,88	23,97	22,53	29,27	9	26,81	2400	23,70	7,2	161,72
122	Capelle aan den IJssel	Oostgarde-Noord	115,7	10,3	8,9	24,14	24,27	22,82	13,43	13	13,30	2243	8,34	7,9	35,70
123	Ouderkerk	Ouderkerk aan de IJssel	1800,5	107,8	6,0	22,31	22,35	21,82	37,44	2	40,72	439	9,75	0,6	1465,19
124	Rotterdam	Overschie	1571,4	92,2	5,9	24,03	24,10	22,88	73,80	5	71,43	1723	89,27	6,0	841,78
127	Capelle aan den IJssel	Oostgarde-Zuid	161,5	28,0	17,4	24,53	25,01	22,24	22,49	17	22,44	2282	11,29	8,5	28,06
128	Vlaardingen	Holy-Zuid	191,8	11,0	5,7	24,74	24,85	22,97	24,06	13	20,09	3154	17,32	9,6	53,39

13,1	19	50,51	35,3	36,02	25,2	100,3	0,975	0,106	0,160	0,84	47	9,82	6,9	70,44	49,2
3,9	6	31,13	23,6	34,89	26,4	100,5	0,958	0,091	0,245	0,75	71	46,44	35,2	42,76	32,4
16,7	22	368,79	21,9	147,99	8,8	100,0	0,962	0,151	0,049	0,95	56	23,26	1,4	1135,62	67,5
11,7	13	227,56	22,1	99,90	9,7	100,1	0,956	0,181	0,043	0,96	65	19,10	1,9	773,90	75,3
15,9	22	76,74	31,2	55,34	22,5	100,3	0,971	0,110	0,159	0,84	47	37,85	15,4	97,90	39,9
23,3	27	60,90	41,7	24,73	16,9	100,2	0,972	0,129	0,121	0,88	32	2,13	1,5	80,77	55,3
11,2	14	49,29	32,9	36,03	24,1	100,2	0,968	0,103	0,186	0,81	53	23,43	15,6	69,76	46,6
41,1	44	435,66	21,0	147,78	7,1	100,0	0,980	0,146	0,023	0,98	35	53,11	2,6	966,24	46,6
20,3	23	80,87	45,6	25,89	14,6	100,2	0,973	0,137	0,102	0,90	32	11,56	6,5	100,12	56,5
20,4	42	51,21	27,6	16,08	8,7	100,1	0,970	0,124	0,082	0,92	30	34,02	18,3	57,28	30,9
77,6	79	293,34	10,3	137,67	4,8	100,0	0,991	0,156	0,007	0,99	11	6,66	0,2	456,66	16,1
10,3	20	41,96	34,0	33,79	27,4	100,2	0,978	0,098	0,219	0,78	47	7,65	6,2	58,04	47,0
71,2	74	199,66	16,5	73,84	6,1	100,0	0,992	0,140	0,001	1,00	9	4,67	0,4	235,23	19,4
26,1	42	57,86	26,7	39,50	18,2	100,0	0,985	0,114	0,134	0,87	32	5,49	2,5	81,60	37,7
22,4	24	141,59	48,7	41,54	14,3	100,0	0,978	0,132	0,073	0,93	28	3,63	1,2	176,45	60,7
43,0	53	291,72	20,0	141,56	9,7	100,1	0,983	0,144	0,033	0,97	27	14,38	1,0	529,22	36,3
9,9	12	274,04	34,7	100,28	12,7	100,1	0,956	0,157	0,080	0,92	54	19,98	2,5	577,35	73,1
37,9	39	174,11	42,3	29,90	7,3	100,1	0,980	0,145	0,047	0,95	19	11,98	2,9	211,00	51,2
33,5	41	37,64	27,8	25,39	18,8	100,1	0,979	0,129	0,117	0,88	31	0,71	0,5	53,70	39,7
14,6	19	38,07	43,0	18,65	21,1	100,2	0,978	0,112	0,174	0,83	39	0,67	0,8	52,69	59,6
54,7	61	314,67	18,7	138,77	8,3	100,1	0,986	0,136	0,038	0,96	20	17,24	1,0	497,67	29,6
30,1	36	379,98	33,1	204,26	17,8	100,2	0,981	0,115	0,093	0,91	31	9,22	0,8	517,27	45,1
62,2	65	101,94	19,8	42,65	8,3	100,0	0,987	0,142	0,054	0,95	15	1,55	0,3	134,94	26,2
21,1	37	82,31	32,4	42,72	16,8	100,1	0,980	0,110	0,110	0,89	31	6,71	2,6	111,91	44,0
23,9	40	262,84	25,7	203,29	19,9	100,2	0,978	0,107	0,095	0,91	35	53,59	5,2	360,43	35,3
28,2	36	30,73	30,0	20,77	20,3	100,2	0,977	0,115	0,127	0,87	36	0,29	0,3	44,23	43,2
48,9	56	75,02	22,7	43,65	13,2	100,0	0,988	0,130	0,087	0,91	22	1,59	0,5	100,24	30,3
33,9	42	31,65	30,0	16,67	15,8	100,3	0,984	0,116	0,110	0,89	29	5,44	5,2	39,50	37,5
86,6	87	132,40	7,8	44,94	2,7	100,0	0,994	0,147	0,021	0,98	5	9,39	0,6	163,73	9,7
56,9	63	293,38	19,8	186,31	12,6	100,2	0,986	0,134	0,031	0,97	18	2,03	0,1	362,78	24,5
21,0	29	44,73	33,5	27,19	20,4	100,2	0,979	0,110	0,124	0,88	37	2,03	1,5	65,13	48,8
29,5	39	46,12	25,5	44,03	24,4	100,1	0,984	0,106	0,143	0,86	38	3,40	1,9	62,81	34,7

131	Schiedam	Kethel-Bijdorp-Groenord	442,0	23,3	5,3	24,09	24,19	22,19	28,63	7	24,72	2939	65,79	15,7	143,35
134	Rotterdam	Wijk 05 Noord	538,2	31,4	5,8	27,50	27,66	24,89	148,66	29	146,94	6339	20,35	4,0	56,36
137	Krimpen aan den IJssel	Krimpen aan den IJssel	911,6	144,1	15,8	24,91	25,49	21,76	113,30	15	112,56	1715	71,08	9,3	155,67
138	Rotterdam	Wijk 01 Stadscentrum	558,4	124,9	22,4	27,64	29,23	22,19	140,71	32	139,28	5955	8,18	1,9	34,14
139	Capelle aan den IJssel	Middelwatering-Oost	155,7	16,7	10,7	25,57	25,77	23,84	24,61	18	23,51	2635	3,54	2,5	36,71
140	Capelle aan den IJssel	Middelwatering-West	199,6	25,0	12,5	24,19	24,38	22,87	18,95	11	17,49	2389	11,64	6,7	53,41
142	Rotterdam	Wijk 03 Delfshaven	576,3	78,7	13,7	28,04	28,96	22,29	185,87	37	186,13	5067	5,27	1,1	48,88
144	Vlaardingen	Wijk 01 Centrum	175,1	6,2	3,5	27,85	27,92	25,99	52,87	31	52,57	3528	3,99	2,4	18,71
145	Brielle	Wijk 00 Brielle	883,9	125,9	14,2	22,85	23,30	20,11	90,58	12	90,48	968	49,40	6,5	383,85
146	Brielle	Brielse Maas	227,9	109,1	47,8	19,73	20,88	18,48	0,77	1	2,22	34	46,09	38,8	49,67
151	Schiedam	Schiedam-Oost	90,5	1,5	1,6	29,50	29,53	27,62	30,90	35	30,88	4496	4,45	5,0	6,02
153	Schiedam	Havens en Grachten	39,3	6,7	17,1	28,83	29,09	27,58	14,85	46	14,82	5002	0,27	0,8	1,65
155	Schiedam	Wijk 03 Schiedam-West	118,1	2,1	1,8	27,33	27,35	26,06	41,10	35	40,94	3793	6,52	5,6	10,42
159	Rotterdam	Wijk 10 Feijenoord	785,1	156,7	20,0	27,77	29,25	21,80	178,18	28	181,33	4505	5,46	0,9	53,29
160	Capelle aan den IJssel	Capelle-West	169,0	19,7	11,7	26,91	27,21	24,78	29,52	20	29,73	1868	1,59	1,1	21,09
161	Vlaardingen	Wijk 04 Oostwijk	253,1	72,4	28,6	26,76	28,68	21,97	44,99	25	46,17	3234	7,57	4,2	23,95
164	Schiedam	Wijk 04 Schiedam-Zuid	326,8	134,7	41,2	26,28	29,65	21,50	50,89	26	51,07	2013	1,61	0,8	20,32
166	Ridderkerk	Wijk 02 Bolnes	291,9	31,7	10,9	24,55	24,89	21,73	24,39	9	23,90	1755	12,55	4,8	127,58
167	Nederlek	Krimpen aan de Lek	710,4	168,4	23,7	22,02	22,74	19,70	27,94	5	31,19	795	79,18	14,6	294,38
169	Rotterdam	Wijk 13 Pernis	153,1	4,4	2,8	25,46	25,53	22,99	16,24	11	15,88	743	14,86	10,0	50,84
172	Rotterdam	Wijk 15 Charlois	1220,5	88,6	7,3	25,77	26,08	21,85	192,39	17	191,51	3715	90,00	8,0	236,87
174	Brielle	Wijk 02 Zwartewaal	962,6	103,9	10,8	22,42	22,68	20,24	13,50	2	14,16	234	19,55	2,3	704,22
179	Alblasserdam	Wijk 00	1002,0	134,8	13,4	24,52	25,01	21,30	85,18	10	86,60	1378	35,55	4,1	369,67
184	Rotterdam	Wijk 16 Hoogvliet	1068,0	107,8	10,1	24,91	25,46	19,96	103,04	11	104,10	2093	87,71	9,1	302,16
185	Bernisse	Wijk 01 Heenvliet	461,7	17,2	3,7	22,93	22,96	22,24	12,81	3	12,60	357	12,89	2,9	346,27
186	Barendrecht	Buitengebied Noord	226,9	17,4	7,7	24,59	24,71	23,06	3,66	2	3,58	1062	30,68	14,6	86,21
187	Hellevoetsluis	Wijk 05 Nieuwenhoorn	95,9	1,0	1,0	23,40	23,42	21,35	5,21	5	5,13	247	10,42	11,0	51,13
190	Albrandswaard	Wijk 00 Rhoon	1630,5	163,8	10,0	22,80	23,13	19,93	55,11	4	55,82	904	143,99	9,8	919,07
191	Barendrecht	Wijk 10 Dorpzicht	23,7	1,3	5,4	26,71	26,78	25,62	3,09	14	3,09	1324	1,66	7,4	3,53
193	Ridderkerk	Wijk 07 Rijsoord	177,5	4,2	2,4	24,67	24,70	23,46	13,93	8	13,75	340	20,42	11,8	82,00
194	Barendrecht	Wijk 01 Centrum	43,5	1,4	3,3	26,42	26,57	22,34	7,27	17	7,04	2135	2,61	6,2	5,07
199	Spijkenisse	Wijk 01 Schiekamp	115,4	4,1	3,6	25,85	25,91	24,26	18,01	16	16,44	1506	2,45	2,2	21,66

34,2	50	99,76	23,8	85,99	20,5	100,2	0,986	0,112	0,070	0,93	27	2,78	0,7	121,70	29,1
11,1	15	145,63	28,7	141,15	27,9	100,7	0,967	0,093	0,168	0,83	57	101,68	20,1	190,89	37,7
20,3	30	312,68	40,7	116,66	15,2	100,1	0,978	0,112	0,100	0,90	30	13,71	1,8	411,52	53,6
7,9	10	130,64	30,1	127,44	29,4	101,4	0,952	0,090	0,200	0,80	62	79,28	18,3	190,63	44,0
26,4	29	50,23	36,1	25,18	18,1	100,1	0,976	0,113	0,147	0,85	36	5,09	3,7	68,65	49,4
30,6	37	59,28	33,9	32,96	18,9	100,1	0,982	0,114	0,105	0,89	30	2,53	1,4	74,24	42,5
9,8	11	138,82	27,9	119,25	24,0	100,2	0,958	0,092	0,182	0,82	61	153,29	30,8	171,65	34,5
11,1	13	46,54	27,6	49,16	29,1	101,2	0,968	0,100	0,196	0,80	60	33,56	19,9	65,55	38,8
50,6	57	151,48	20,0	83,08	11,0	100,0	0,984	0,134	0,042	0,96	23	6,32	0,8	235,64	31,1
41,8	81	3,42	2,9	17,78	15,0	100,2	0,993	0,122	0,000	1,00	16	1,73	1,5	3,91	3,3
6,8	12	24,68	27,7	23,22	26,1	100,2	0,957	0,096	0,184	0,82	61	24,80	27,9	30,75	34,5
5,1	6	8,42	25,9	7,49	23,0	100,3	0,958	0,086	0,266	0,73	69	11,32	34,8	11,92	36,6
9,0	15	31,36	27,0	26,69	23,0	100,0	0,969	0,095	0,196	0,80	58	31,54	27,2	40,76	35,2
8,5	9	248,89	39,6	142,35	22,7	100,5	0,957	0,098	0,159	0,84	51	85,57	13,6	344,65	54,8
14,1	15	70,20	47,0	26,60	17,8	100,0	0,968	0,122	0,156	0,84	38	1,34	0,9	98,59	66,1
13,3	17	67,93	37,6	35,85	19,8	100,5	0,959	0,098	0,102	0,90	45	28,80	15,9	85,30	47,2
10,6	11	86,41	45,0	35,44	18,4	101,4	0,946	0,107	0,082	0,92	45	43,16	22,5	94,32	49,1
49,0	54	60,82	23,4	35,57	13,7	100,1	0,978	0,121	0,059	0,94	23	4,19	1,6	80,53	31,0
54,3	69	100,21	18,5	37,11	6,8	100,0	0,990	0,130	0,030	0,97	12	8,71	1,6	122,68	22,6
34,2	44	46,43	31,2	20,78	14,0	100,0	0,978	0,117	0,080	0,92	25	0,06	0,0	62,26	41,9
20,9	29	374,77	33,1	241,16	21,3	100,2	0,976	0,107	0,105	0,90	38	52,42	4,6	513,86	45,4
82,0	84	71,97	8,4	48,89	5,7	100,0	0,989	0,144	0,002	1,00	7	0,97	0,1	85,16	9,9
42,6	47	280,78	32,4	97,65	11,3	100,3	0,979	0,125	0,020	0,98	21	27,70	3,2	339,68	39,2
31,5	41	298,65	31,1	172,78	18,0	100,5	0,978	0,119	0,073	0,93	29	6,41	0,7	396,34	41,3
77,9	81	42,60	9,6	30,16	6,8	100,0	0,991	0,144	0,003	1,00	10	0,03	0,0	55,18	12,4
41,2	56	56,52	27,0	34,89	16,7	101,1	0,980	0,132	0,005	0,99	18	0,63	0,3	59,46	28,4
53,9	65	20,34	21,4	7,87	8,3	100,0	0,986	0,139	0,009	0,99	14	0,29	0,3	25,18	26,5
62,7	72	252,52	17,2	96,27	6,6	100,1	0,987	0,138	0,016	0,98	10	2,58	0,2	305,76	20,8
15,7	23	7,68	34,2	6,52	29,1	100,2	0,970	0,123	0,100	0,90	43	0,82	3,6	9,95	44,4
47,3	59	24,65	14,2	32,99	19,0	100,3	0,979	0,124	0,006	0,99	27	1,56	0,9	36,83	21,3
12,1	18	17,36	41,3	9,97	23,7	100,0	0,974	0,109	0,146	0,85	41	1,68	4,0	22,72	54,1
19,5	22	46,67	41,9	24,17	21,7	100,1	0,977	0,111	0,137	0,86	38	1,29	1,2	61,82	55,5

201	Ridderkerk	Wijk 03 Oostendam	175,1	1,5	0,8	24,15	24,16	23,41	8,37	5	6,16	868	8,49	4,9	117,95
202	Barendrecht	Wijk 02 Noord	86,3	2,5	2,9	26,08	26,11	25,19	7,86	9	7,70	1793	5,34	6,4	20,31
203	Albrandswaard	Wijk 02 Poortugaal	740,9	62,6	8,4	23,76	24,16	19,45	62,38	9	63,08	981	123,50	18,2	264,76
205	Barendrecht	Wijk 18 Riederhoek	25,6	2,9	11,4	25,80	25,96	24,57	3,63	16	3,63	1771	0,54	2,4	4,75
206	Hellevoetsluis	Wijk 06 Ravense Hoek	71,7	9,0	12,6	24,71	24,82	23,93	7,41	12	7,41	864	1,68	2,7	11,61
207	Bernisse	Wijk 00 Abbenbroek	952,7	12,9	1,4	22,80	22,80	22,54	10,40	1	10,04	136	19,40	2,1	835,09
208	Spijkenisse	Wijk 00 Centrum	197,3	21,5	10,9	27,51	28,18	21,99	34,79	20	35,50	2415	5,56	3,2	22,83
210	Hendrik-Ido-Ambacht	Sandelingen-Ambacht	246,7	24,1	9,8	23,69	23,81	22,65	22,03	10	19,82	469	5,18	2,3	157,78
211	Barendrecht	Wijk 09 Nieuweland	94,7	4,2	4,4	26,41	26,45	25,63	11,83	13	11,55	1638	2,63	2,9	13,27
212	Hendrik-Ido-Ambacht	Wijk 01 Centrum	213,2	11,7	5,5	25,97	26,10	23,61	33,14	16	30,96	1438	4,42	2,2	38,86
215	Barendrecht	Wijk 05 Buitenoord	67,0	4,2	6,3	25,37	25,43	24,38	8,44	13	8,34	1636	1,94	3,1	8,71
216	Spijkenisse	Wijk 06 De Hoek	46,1	2,5	5,3	25,95	26,05	24,32	8,53	20	8,53	2490	3,73	8,5	6,12
218	Hellevoetsluis	Den Bonsen Hoek	131,7	10,4	7,9	25,34	25,45	24,09	16,70	14	16,65	1695	2,68	2,2	28,48
219	Barendrecht	Wijk 04 Oranjewijk	56,6	1,6	2,9	26,14	26,18	24,76	6,24	11	6,21	1210	2,15	3,9	3,53
221	Hendrik-Ido-Ambacht	Wijk 05 De Oevers	310,7	99,1	31,9	23,94	25,18	21,30	18,23	9	21,43	765	4,96	2,3	118,72
223	Spijkenisse	Wijk 08 Schenkel	160,8	47,7	29,7	23,04	24,80	18,87	11,52	10	13,90	1864	4,37	3,9	46,32
224	Barendrecht	Wijk 31 Buitengebied Zuid	738,5	142,3	19,3	22,97	23,65	20,13	26,14	4	28,56	637	42,56	7,1	385,08
225	Spijkenisse	Wijk 04 Groenewoud	77,8	4,0	5,2	26,67	26,79	24,48	13,49	18	13,35	2793	4,07	5,5	7,94
226	Spijkenisse	Wijk 03 Sterrenkwartier	66,4	3,6	5,4	26,28	26,39	24,40	11,06	18	10,57	3033	2,29	3,6	7,51
227	Hendrik-Ido-Ambacht	Wijk 03 De Volgerlanden	228,1	7,0	3,1	25,31	25,31	25,24	19,17	9	17,53	1682	0,89	0,4	53,80
228	Hellevoetsluis	Wijk 02 Nieuw-Helvoet	144,9	1,9	1,3	26,19	26,21	24,72	24,58	17	24,53	1447	3,66	2,6	24,86
229	Hellevoetsluis	Wijk 08 Buitengebied	2156,3	51,4	2,4	22,81	22,83	22,12	28,71	1	30,87	401	115,59	5,5	1714,54
230	Spijkenisse	Akkers-Vogelenzang	243,3	12,9	5,3	27,09	27,20	25,18	43,34	19	43,27	2306	10,01	4,3	30,18
231	Hellevoetsluis	Wijk 04 De Kooistee	309,9	11,3	3,6	24,80	24,84	23,89	27,56	9	27,24	1746	11,87	4,0	125,81
232	Hendrik-Ido-Ambacht	Wijk 02 Krommeweg	203,8	4,9	2,4	26,10	26,12	25,14	25,50	13	25,18	1468	8,23	4,1	44,50
233	Spijkenisse	Wijk 02 Maaswijk	173,3	10,3	5,9	26,15	26,22	24,91	29,08	18	29,08	1394	0,91	0,6	24,23
234	Hellevoetsluis	Wijk 07 Centrumgebied	30,7	4,1	13,5	27,62	28,00	25,18	5,90	22	5,66	2410	0,44	1,7	2,85
235	Spijkenisse	Wijk 05 Waterland	129,7	8,3	6,4	25,65	25,78	23,70	20,82	17	20,69	2342	4,50	3,7	22,44
237	Bernisse	Wijk 04 Oudendoorn	984,3	17,8	1,8	22,95	22,97	21,77	13,43	1	17,12	135	9,87	1,0	848,30
238	Hellevoetsluis	Hellevoetsluis Zuid-West	158,9	34,2	21,5	24,41	24,81	22,97	15,50	12	16,25	1462	5,12	4,1	34,39
239	Zwijndrecht	Heerjansdam	580,9	64,4	11,1	23,22	23,62	19,98	12,75	2	14,30	248	20,87	4,0	362,33
244	Hellevoetsluis	Wijk 03 Struyten	143,2	18,0	12,5	24,70	25,03	22,36	19,41	16	21,19	1729	6,05	4,8	27,23

67,9	73	18,57	10,7	22,54	13,0	100,1	0,981	0,134	0,010	0,99	18	0,03	0,0	24,69	14,2
24,3	31	33,17	39,6	17,46	20,9	100,3	0,978	0,118	0,093	0,91	30	1,12	1,3	39,75	47,5
39,0	57	159,25	23,5	68,45	10,1	100,1	0,984	0,132	0,041	0,96	19	5,17	0,8	217,16	32,0
21,0	23	9,58	42,3	4,18	18,5	100,1	0,970	0,144	0,091	0,91	34	0,49	2,1	12,73	56,2
18,5	21	28,86	46,1	13,30	21,2	100,3	0,974	0,140	0,069	0,93	33	0,00		36,27	57,9
88,9	91	44,52	4,7	30,77	3,3	100,0	0,991	0,153	0,002	1,00	4	0,00		54,56	5,8
13,0	16	73,52	41,8	38,55	21,9	100,1	0,960	0,118	0,118	0,88	42	17,94	10,2	91,08	51,8
70,9	73	21,17	9,5	18,76	8,4	100,0	0,983	0,138	0,005	0,99	18	0,00		40,99	18,4
14,7	18	44,12	48,7	18,96	20,9	100,0	0,972	0,129	0,125	0,87	34	0,38	0,4	55,29	61,1
19,3	21	89,25	44,3	38,02	18,9	100,0	0,976	0,110	0,134	0,87	35	1,71	0,8	118,50	58,8
13,9	17	30,91	49,2	12,95	20,6	100,1	0,980	0,106	0,150	0,85	34	0,71	1,1	38,54	61,4
14,0	23	17,69	40,5	7,65	17,5	100,1	0,976	0,112	0,160	0,84	37	1,11	2,5	25,10	57,5
23,5	26	51,67	42,6	21,96	18,1	100,1	0,973	0,128	0,114	0,89	32	0,33	0,3	67,99	56,1
6,4	10	33,50	61,0	9,61	17,5	100,1	0,978	0,111	0,118	0,88	29	0,73	1,3	38,98	71,0
56,1	58	54,21	25,6	13,63	6,4	100,7	0,976	0,126	0,000	1,00	15	11,16	5,3	64,48	30,5
41,0	45	30,10	26,6	18,01	15,9	99,6	0,976	0,132	0,062	0,94	26	3,06	2,7	40,94	36,2
64,6	72	90,16	15,1	52,00	8,7	100,4	0,983	0,139	0,003	1,00	13	4,03	0,7	114,70	19,2
10,8	16	33,82	45,9	14,60	19,8	100,1	0,971	0,112	0,167	0,83	38	2,98	4,0	44,19	59,9
12,0	16	30,87	49,1	11,63	18,5	100,1	0,975	0,104	0,184	0,82	36	0,28	0,4	41,16	65,5
24,3	25	129,29	58,5	19,52	8,8	100,0	0,973	0,136	0,066	0,93	18	0,01	0,0	146,81	66,4
17,4	20	66,66	46,6	23,34	16,3	100,0	0,974	0,119	0,132	0,87	34	2,64	1,8	88,55	61,9
81,5	87	134,07	6,4	109,07	5,2	100,0	0,987	0,147	0,002	1,00	7	3,35	0,2	161,59	7,7
13,1	17	100,97	43,8	46,23	20,1	100,1	0,968	0,113	0,172	0,83	39	3,00	1,3	141,24	61,3
42,1	46	100,63	33,7	33,11	11,1	100,0	0,978	0,137	0,076	0,92	20	5,42	1,8	122,45	41,0
22,4	27	81,79	41,1	39,21	19,7	100,0	0,974	0,123	0,082	0,92	33	2,13	1,1	104,84	52,7
14,9	15	74,98	46,0	33,91	20,8	100,0	0,970	0,134	0,107	0,89	39	0,32	0,2	103,74	63,6
10,7	12	7,60	28,6	10,24	38,5	100,8	0,962	0,116	0,135	0,86	61	0,72	2,7	12,55	47,2
18,5	22	53,59	44,1	20,22	16,7	100,0	0,978	0,108	0,149	0,85	34	0,94	0,8	73,33	60,4
87,8	89	56,46	5,8	34,36	3,6	100,0	0,987	0,151	0,002	1,00	5	6,30	0,7	67,28	7,0
27,6	32	49,26	39,5	19,45	15,6	99,8	0,976	0,112	0,076	0,92	28	1,27	1,0	64,24	51,5
70,2	74	93,64	18,1	25,74	5,0	100,1	0,986	0,138	0,003	1,00	7	3,44	0,7	104,51	20,2
21,7	27	51,28	41,0	19,15	15,3	99,7	0,976	0,115	0,127	0,87	31	1,81	1,4	70,66	56,4

245	Bernisse	Wijk 03 Zuidland	1913,5	102,4	5,4	22,61	22,77	19,83	29,23	2	31,36	630	40,86	2,3	1576,09
246	Bernisse	Wijk 02 Geervliet	1668,7	147,0	8,8	22,67	22,84	20,87	15,81	1	18,30	242	67,35	4,4	1303,84
247	Zwijndrecht	Wijk 03 Noord	142,1	4,7	3,3	27,22	27,29	25,10	21,68	16	20,94	2309	6,91	5,0	18,07
248	Zwijndrecht	Heer Oudelands Ambacht	134,3	12,2	9,1	2x5,49	25,69	23,51	16,84	14	16,56	1343	13,22	10,8	28,53
251	Oud-Beijerland	Wijk 00	1958,7	104,6	5,3	24,08	24,25	20,92	135,53	7	138,41	1268	49,31	2,7	1184,50
255	Binnenmaas	Wijk 01 Mijnsheerenland	1601,7	67,8	4,2	23,40	23,56	20,03	37,63	2	37,26	378	34,71	2,3	1252,17
257	Zwijndrecht	Wijk 06 Nederhoven	106,5	6,5	6,1	25,46	25,60	23,37	15,37	15	14,74	1560	4,29	4,3	18,46
260	Zwijndrecht	Wijk 05 Kort Ambacht	135,4	7,1	5,2	26,41	26,54	23,89	17,38	14	17,15	1869	6,40	5,0	21,59
265	Binnenmaas	Wijk 04 Puttershoek	515,1	71,6	13,9	24,02	24,56	20,68	32,09	7	34,33	718	16,80	3,8	217,22
270	Binnenmaas	Wijk 03 Maasdam	1008,2	76,0	7,5	23,33	23,53	20,87	26,83	3	26,62	342	41,62	4,5	738,55
277	Binnenmaas	Wijk 02 Westmaas	742,0	55,6	7,5	23,20	23,52	19,22	17,49	3	17,26	326	13,45	2,0	563,92
279	Korendijk	Wijk 00 Nieuw-Beijerland	1161,0	52,0	4,5	22,93	23,04	20,46	18,56	2	21,19	422	57,51	5,2	915,33
280	Korendijk	Wijk 01 Piershil	1138,5	35,7	3,1	22,86	22,94	20,21	12,26	1	13,92	182	57,56	5,2	951,62
285	Strijen	Wijk 00 Strijen	2643,1	45,1	1,7	23,28	23,29	22,80	61,33	2	60,84	577	27,28	1,1	2244,15
287	Cromstrijen	Wijk 01 Klaaswaal	1504,8	6,8	0,5	23,26	23,26	23,38	28,71	2	28,57	390	56,94	3,8	1258,53
288	Strijen	Wijk 01 Strijensas	2552,6	106,9	4,2	22,53	22,60	20,82	16,07	1	17,81	65	140,54	5,7	2149,02
289	Cromstrijen	Wijk 00 Numansdorp	3967,1	79,4	2,0	22,81	22,83	21,95	70,45	2	72,32	726	241,30	6,2	3206,11

87,0	89	101,68	5,6	60,48	3,3	100,0	0,987	0,149	0,006	0,99	5	6,11	0,3	126,92	7,0
85,7	90	60,02	3,9	72,78	4,8	100,0	0,992	0,148	0,001	1,00	6	3,09	0,2	75,23	4,9
13,1	18	57,94	42,1	33,76	24,6	100,1	0,972	0,105	0,094	0,91	40	5,05	3,7	73,83	53,7
23,4	34	40,14	32,9	23,69	19,4	100,0	0,976	0,116	0,118	0,88	33	1,04	0,9	55,65	45,6
63,9	67	349,56	18,9	132,59	7,2	100,0	0,982	0,140	0,036	0,96	14	37,94	2,0	450,03	24,3
81,6	84	128,95	8,4	80,76	5,3	100,0	0,984	0,143	0,009	0,99	8	0,21	0,0	166,01	10,8
18,5	23	41,89	41,9	20,70	20,7	100,1	0,980	0,103	0,160	0,84	36	0,00		56,63	56,6
16,8	22	47,39	36,9	35,92	28,0	100,1	0,975	0,107	0,139	0,86	42	0,94	0,7	63,61	49,5
49,0	53	141,54	31,9	33,68	7,6	100,0	0,980	0,131	0,032	0,97	15	4,21	0,9	171,66	38,7
79,2	84	85,15	9,1	40,41	4,3	100,0	0,986	0,142	0,003	1,00	7	0,00		111,77	12,0
82,2	84	59,54	8,7	32,17	4,7	100,0	0,986	0,146	0,009	0,99	7	0,00		76,80	11,2
82,5	88	68,50	6,2	46,36	4,2	100,0	0,986	0,147	0,002	1,00	6	3,40	0,3	86,29	7,8
86,3	92	44,16	4,0	35,48	3,2	100,0	0,987	0,151	0,001	1,00	4	2,70	0,2	55,38	5,0
86,4	87	174,48	6,7	91,27	3,5	100,0	0,988	0,148	0,008	0,99	6	0,00		235,31	9,1
84,0	88	103,53	6,9	50,38	3,4	100,0	0,986	0,148	0,002	1,00	5	0,00		132,10	8,8
87,9	94	75,89	3,1	62,28	2,5	100,0	0,986	0,146	0,001	1,00	3	2,14	0,1	91,56	3,7
82,5	89	222,77	5,7	145,01	3,7	100,0	0,986	0,146	0,001	1,00	6	4,86	0,1	290,24	7,5

11. Voorbeelden rekenmodel 1

						boven norm
						onder norm
						niet hittegevoelig
Naam wijk:	Voorbeeld					hittegevoelig
Typologie:	Industrie					error
						n.v.t.
	indicator	invoer	uitkomst	factor	vervolg	norm grens
Stap 1	% bebouwing	101%	100%	4	buurt sowieso hittegevoelig → stap 2	>16%
Stap 2	omgevingsadressendichtheid	1	0%	0	buurt niet hittegevoelig → stap 3	>4000
Stap 3	% verharding	120%	100%	4	buurt hittegevoelig → stap 4	>65%
Stap 4	% groen	200%	5%	0	conclusie	<17%
Conclusie	hittegevoelige buurt			8		

Bovenstaande figuur toont verschillende errors in rekenmodel 1. Typologie Industrie kan niet met het rekenmodel berekend worden. Ook klopt de invoer niet.

						boven norm
						onder norm
						niet hittegevoelig
Naam wijk:	Voorbeeld					hittegevoelig
Typologie:	Hoogstedelijk					error
						n.v.t.
	<u>indicator</u>	<u>invoer</u>	<u>uitkomst</u>	<u>factor</u>	<u>vervolg</u>	<u>norm grens</u>
<u>Stap 1</u>	% bebouwing	30%	100%	4	buurt sowieso hittegevoelig → stap 2	>16%
<u>Stap 2</u>	omgevingsadressendichtheid	6000	100%	4	buurt hittegevoelig → stap 3	>4000
<u>Stap 3</u>	% verharding	80%	100%	4	buurt hittegevoelig → stap 4	>65%
<u>Stap 4</u>	% groen	10%	100%	4	buurt hittegevoelig → conclusie	<17%
<u>Conclusie</u>	hittegevoelige buurt			16		

Hittegevoelige buurt (type hoogstedelijk) met 16 factoren. Als een kenmerk 100% oplevert, dan wordt het aantal factoren, x vier gedaan.

						boven norm
						onder norm
						niet hittegevoelig
Naam wijk:	Voorbeeld					hittegevoelig
Typologie:	Tuindorp jaren '30					error
						n.v.t.
	<u>indicator</u>	<u>invoer</u>	<u>uitkomst</u>	<u>factor</u>	<u>vervolg</u>	<u>norm grens</u>
<u>Stap 1</u>	% bebouwing	15%	14%	0	buurt niet hittegevoelig → stap 2	>16%
<u>Stap 2</u>	omgevingsadressendichtheid	2500	0%	0	buurt niet hittegevoelig → stap 3	>4000
<u>Stap 3</u>	% verharding	55%	17%	0	stap 4	>65%
<u>Stap 4</u>	% groen	25%	0%	0	buurt niet hittegevoelig → conclusie	<17%
<u>Conclusie</u>	niet hittegevoelig			0		

Buurt (type tuindorp) met als uitslag niet hittegevoelig. Alle invoer is onder de cruciale norm

						boven norm
						onder norm
						niet hittegevoelig
Naam wijk:	Voorbeeld					hittegevoelig
Typologie:	Tuinstad jaren '60 '70					error
						n.v.t.
	indicator	invoer	uitkomst	factor	vervolg	norm grens
Stap 1	% bebouwing	40%	100%	4	buurt sowieso hittegevoelig → stap 2	>16%
Stap 2	Omgevingsadressendichtheid	1000	0%	0	buurt niet hittegevoelig → stap 3	>4000
Stap 3	% verharding	45%	0%	0	buurt niet hittegevoelig → stap 4	>65%
Stap 4	% groen	25%	0%	0	buurt niet hittegevoelig → conclusie	<17%
Conclusie	hittegevoelige buurt			4		

Hittegevoelige buurt wat veroorzaakt wordt door een te grote hoeveelheid aan bebouwing.

12. Data rekenmodel 2

Delft Spetterstad

Omschrijving Hittestress (basisversie)



De distributie en intensiteit van hittestress is afhankelijk van de distributie en type van het landgebruik in het gebied. Verschillende types landgebruik zorgen voor een verwarmend of verkoelend effect t.o.v. de omgevingstemperatuur. De gevoeligheid voor hittestress wordt bepaald door de gemiddelde temperatuurstijging voor het gebied (totale gebied of per buurt) onder invloed van een wijziging in het landgebruik.

De barometer bepaalt:

- Relatieve gevoeligheid: de nieuwe gevoeligheid voor hittestress t.o.v. de huidige situatie (dus met de huidige inrichting).
- Absolute gevoeligheid: gemiddelde temperatuurstijging per graad stijging omgevingstemperatuur.

Procedure

Initialisatie:

1. Bepaal voor iedere cel de opwarming/afkoeling op basis van 4 discrete omgevingstemperaturen: 20, 25, 30, 35 graden
2. Bepaal voor iedere cel de gemiddelde temperatuurstijging/daling per graad omgevingstemperatuurstijging
3. Bepaal de gemiddelde temperatuurstijging/daling voor het hele gebied

Na iedere zet/reeks zetten:

1. Bepaal voor iedere cel de opwarming/afkoeling op basis van 4 discrete omgevingstemperaturen: 20, 25, 30, 35 graden
2. Bepaal voor iedere cel de gemiddelde temperatuurstijging/daling per graad omgevingstemperatuurstijging
3. Bepaal de gemiddelde temperatuurstijging/daling voor het hele gebied
4. Vergelijk de gemiddelde temperatuurstijging/daling voor het hele gebied met die van tijdens de initialisatie
5. Visualiseer 2 en 4 (barometer)

Operationalisatie:

Cell Properties:

Landuse
T20
T25
T30
T35
DTDX
*AREA**

*Indien mogelijk: Tel aantal aaneengesloten cellen met zelfde *Landuse*

Cell Methodes:

Update Temperature(AmbientTemperature):

$$T = CF * (DT + 0.1 * DT * (AmbientTemperature - 20))$$

Uitzonderingen (indien wordt gebruik gemaakt van *AREA*):

$$Landuse = \text{"Overige bodemgebruik"} \text{ AND } AREA < 25000m^2: T = CF * (1 + DT + (0.1 * (AmbientTemperature - 20)))$$

Landuse = "Weiland" AND AREA < 25000m2: T = AmbientTemperature - 20

Landuse = "Oeverlijn/Landblauw" AND AREA < 10000m2: T = CF * (-6 + AmbientTemperature - 20 + (0.3 * AmbientTemperature - 20))

Bereken DT

T20, T25, T30, T35 = Update Temperature(AmbientTemperature)

DTDX = ((T35-T30)/5) + ((T30-T25)/5) + ((T25-T20)/5)

Globale variabelen:

AmbientTemperature = [20,25,30,35] (Temperatuur buitenlucht)

CF = 0.6 (Heat Island compensation factor)

DTDXTotaal = 0.0

Globale methodes

Evaluatie module Globaal:

DTDXTotaal = Gemiddelde DTDX voor alle cellen

Visualisatiemodule Globaal:

DTDXTotaal

DTDXTotaal Nieuwe situatie / DTDXTotaal startopstelling

Tabel Landuse klasse - DT

LANDUSE	DT
Bebouwd Gebied/Huizenblok	5
Groot Gebouw	6
Warenhuizen	7
Autoweg ongelijkvlrs 2 rijb.	7
Autoweg	7
Hoofdverb. weg 2 rijb.	5
Regionale weg > 7	7
Regionale weg 4-7	5
Autoweg 2 rijb.	7
Hoofdverb. weg 4-7	7
Hoofdverb. weg	7
Verh. weg lok. belang 2 rijb	7
Verh. weg 2 rijb.	4
Verh. weg > 7	8
Verh. weg lok. belang > 7	7
Verh. weg lok. belang 4-7	5
Verh. weg lok. belang 2-4	4
Overige weg > 2	1
Ged. verh. weg > 2	1
nverh. weg > 2	3
Voetgangersgebied	8

Straat	3
Fietspad	5
Fietspad > 2	5
Parkeerterrein	8
Loofbos	-10
Naaldbos	-9
Gemengd bos	-9
Griend	-4
Populieren opstand	-7
Bouwland	-1
Weiland	-6
Boomgaard	-8
Zand	-1
Overig bodem gebruik	6
Begraafplaats	-3
Fruittwekerij	-6
Steenglooiing/krib	2
Aanlst 1	-2
Dok	0
Gebouw/Huis	4
Hoogbouw	5
Opslagtank (dicht)	4
Kustlijn/Zeeblauw	-10
Oeverlijn/Landblauw	-10
Laagwaterlijn/droogv.gronden	-3
Hoofdverb. weg > 7	8
Verh. weg 4-7	6
Boomkwekerij	-8
Verb. weg/auto-weg 2 rijb.	8

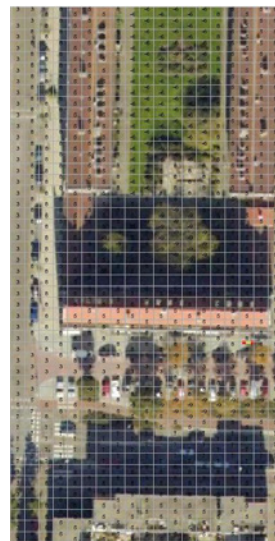
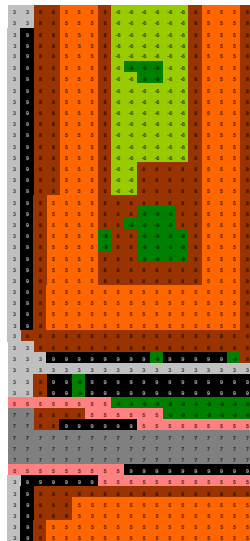
13. Voorbeelden rekenmodel 2

Hittestresstool Input

Luchttemperatuur
Uitr. coefficient

30
1,0

- Landgebruik
- Wijstaand huis
- Huizenblok
- Bedrijfsgebouw
- Warenhuis/ Detailhandel
- Hoogbouw
- Stroomweg/ Hoofdweg
- Gebiedsontkultivering
- Straat/ Erfbeleging
- Niet verharde weg
- Gedeeltelijk verharde weg
- Voetgangersgebied
- Fietspad
- Parkeerterrein
- Lofbos
- Naaldbos
- Gemengd bos
- Bouwland
- Gras/ Weide
- Zand
- Water
- Begraafplaats
- Kustlijn/ Zee
- Haven/ Industrie
- Type wijk
- Centrum hoogstedelijk
- Stadswijk vooroorlogs
- Groenstedelijk vooroorlogs
- Tuindorp jaren '30
- Tuinstad jaren '60/'70
- Bouw na 1985
- Haven en industrie
- Bedrijventerrein
- Park en Recreatie
- Dorps



□ is 2 bij 2 meter model gaat uit van een windstille situatie en geeft luchttemperatuur weer

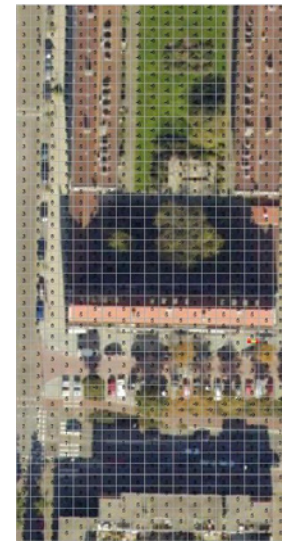
Hittestresstool Output

aantal graden warmer dan
luchtemper. in buitengebied

7,1

- Landgebruik
- Huis
- Huizenblok
- Groot Gebouw/ Bedrijf
- Warenhuis/ Detailhandel
- Hoogbouw
- Stroomweg/ Hoofdweg
- Gebiedsontkultivering
- Straat/ Erfbeleging
- Niet verharde weg
- Gedeeltelijk verharde weg
- Voetgangersgebied
- Fietspad
- Parkeerterrein
- Lofbos
- Naaldbos
- Gemengd bos
- Bouwland
- Gras
- Zand
- Water
- Begraafplaats
- Kustlijn/ Zee
- Haven/ Industrie

- Legenda
- luchttemperatuur boven 40
- luchttemperatuur 30-40
- luchttemperatuur onder 20

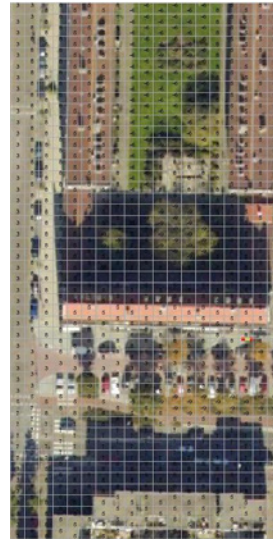
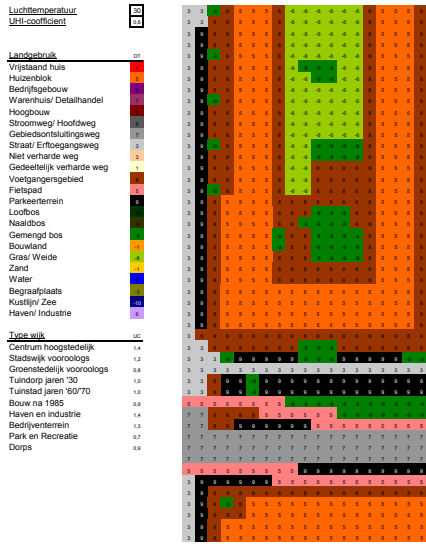


□ is 2 bij 2 meter model gaat uit van een windstille situatie en geeft oppervlaktetemperatuur weer

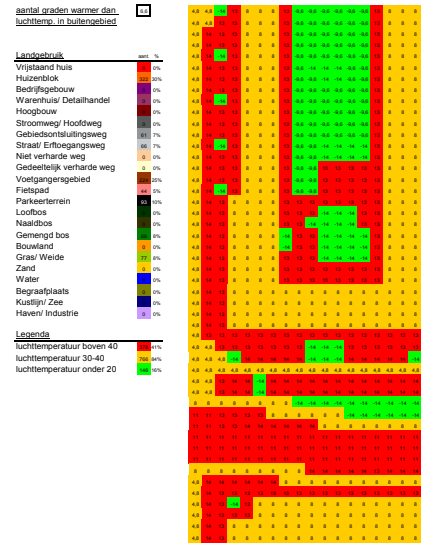
Het rekenmodel gaat uit van een luchttemperatuur van 30 graden in het buitengebied en een windstille situatie (rond 12:00 in de middag). Omdat het ingevoerde stukje stad in een groenstedelijk-vooroorlogse wijk ligt is een SHE-compensatiefactor van 0,8 toegevoegd.

Bij de output kant geeft het rekenmodel weer dat dit stukje stad, bij de hiernaast beschreven omstandigheden, gemiddeld 7,1 graden in luchttemperatuur warmer is dan het buitengebied. Er is ook te zien uit hoe het ingevoerde stukje stad is opgebouwd (35% bebouwing, 11% parkeerterrein). Op de volgende pagina's is gespeeld met deze percentages en is te zien wat bijvoorbeeld het effect is van het toevoegen van meer groen of het realiseren van een singel.

Hittestresstool Input

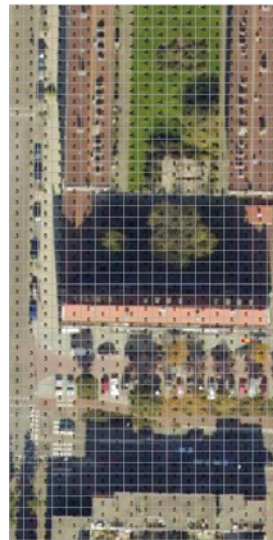
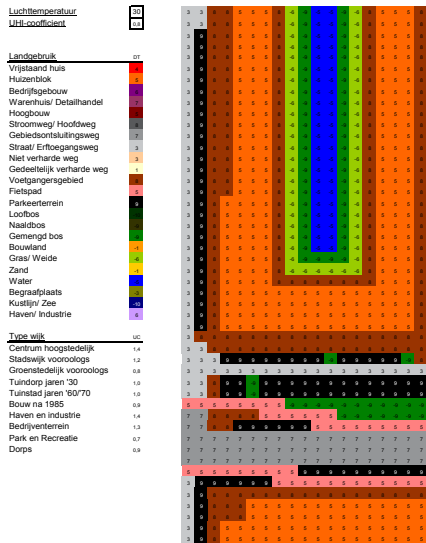


Hittestresstool Output

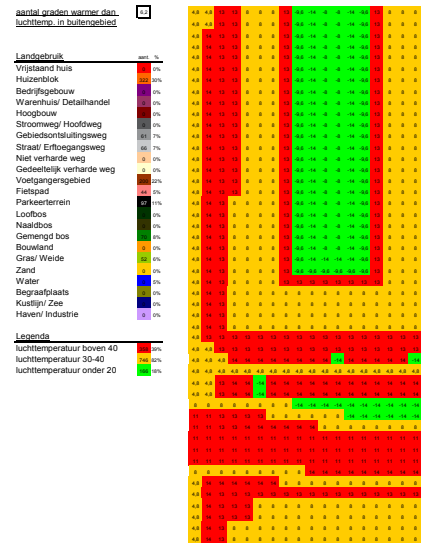


Is 2 bij 2 meter model gaat uit van een windstille situatie en geeft luchttemperatuur weer

Hittestresstool Input



Hittestresstool Output



Is 2 bij 2 meter model gaat uit van een windstille situatie en geeft luchttemperatuur weer

Is 2 bij 2 meter model gaat uit van een windstille situatie en geeft oppervlaktetemperatuur weer

Hittestresstool Input

Luchttemperatuur

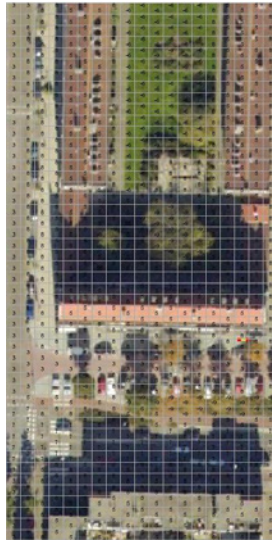
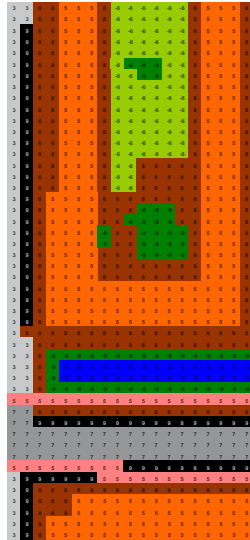
UHI-coëfficiënt

Landgebruik

- Vrijstaand huis
- Huizenblok
- Bedrijfsgebouw
- Warenhuys/ Detailhandel
- Hoogbouw
- Stroomweg/ Hoofdweg
- Gebiedsontsluitingsweg
- Straat/ Ertoegangsweg
- Niet verharde weg
- Gedeeltelijk verharde weg
- Voetgangersgebied
- Fietspad
- Parkeerterrein
- Looftbos
- Naaldbos
- Gemengd bos
- Bouwland
- Graaf/ Weide
- Zand
- Water
- Begraafplaats
- Kustlijn/ Zee
- Haven/ Industrie

Type wijk

- Centrum hoogstedelijk
- Stadswijk vooroorlogs
- Groenstedelijk vooroorlogs
- Tuindorp jaren '30
- Tuinstad jaren '60/70
- Bouw na 1985
- Haven en industrie
- Bedrijventerrein
- Park en Recreatie
- Dorps



Hittestresstool Output

aantal graden warmer dan

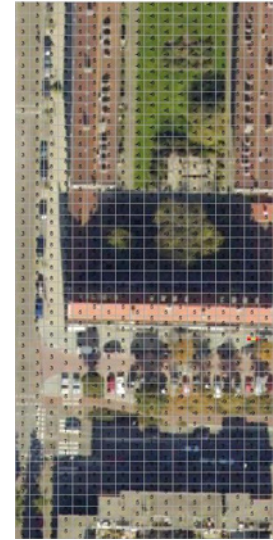
luchttemp. in builengebied

Landgebruik

- Vrijstaand huis
- Huizenblok
- Bedrijfsgebouw
- Warenhuys/ Detailhandel
- Hoogbouw
- Stroomweg/ Hoofdweg
- Gebiedsontsluitingsweg
- Straat/ Ertoegangsweg
- Niet verharde weg
- Gedeeltelijk verharde weg
- Voetgangersgebied
- Fietspad
- Parkeerterrein
- Looftbos
- Naaldbos
- Gemengd bos
- Bouwland
- Graaf/ Weide
- Zand
- Water
- Begraafplaats
- Kustlijn/ Zee
- Haven/ Industrie

Legenda

- luchttemperatuur boven 40
- luchttemperatuur 30-40
- luchttemperatuur onder 20



is 2 bij 2 meter

model gaat uit van een windstille situatie en geeft luchttemperatuur weer

Hittestresstool Input

Luchttemperatuur

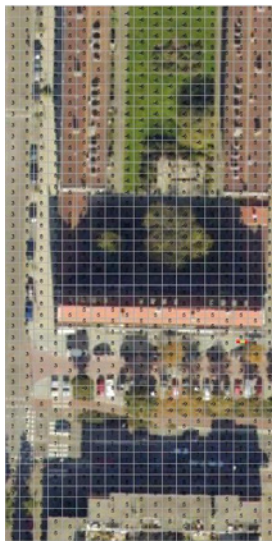
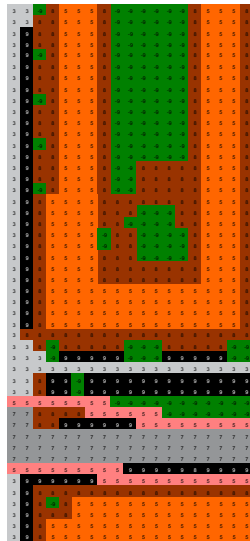
UHI-coëfficiënt

Landgebruik

- Vrijstaand huis
- Huizenblok
- Bedrijfsgebouw
- Warenhuys/ Detailhandel
- Hoogbouw
- Stroomweg/ Hoofdweg
- Gebiedsontsluitingsweg
- Straat/ Ertoegangsweg
- Niet verharde weg
- Gedeeltelijk verharde weg
- Voetgangersgebied
- Fietspad
- Parkeerterrein
- Looftbos
- Naaldbos
- Gemengd bos
- Bouwland
- Graaf/ Weide
- Zand
- Water
- Begraafplaats
- Kustlijn/ Zee
- Haven/ Industrie

Type wijk

- Centrum hoogstedelijk
- Stadswijk vooroorlogs
- Groenstedelijk vooroorlogs
- Tuindorp jaren '30
- Tuinstad jaren '60/70
- Bouw na 1985
- Haven en industrie
- Bedrijventerrein
- Park en Recreatie
- Dorps



Hittestresstool Output

aantal graden warmer dan

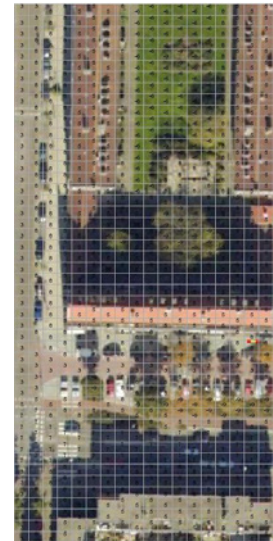
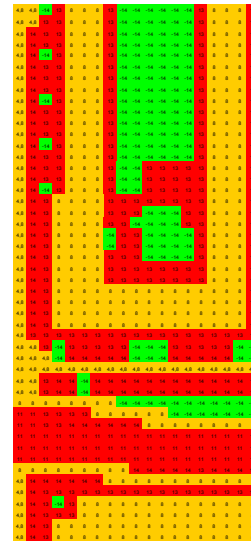
luchttemp. in builengebied

Landgebruik

- Vrijstaand huis
- Huizenblok
- Bedrijfsgebouw
- Warenhuys/ Detailhandel
- Hoogbouw
- Stroomweg/ Hoofdweg
- Gebiedsontsluitingsweg
- Straat/ Ertoegangsweg
- Niet verharde weg
- Gedeeltelijk verharde weg
- Voetgangersgebied
- Fietspad
- Parkeerterrein
- Looftbos
- Naaldbos
- Gemengd bos
- Bouwland
- Graaf/ Weide
- Zand
- Water
- Begraafplaats
- Kustlijn/ Zee
- Haven/ Industrie

Legenda

- luchttemperatuur boven 40
- luchttemperatuur 30-40
- luchttemperatuur onder 20



is 2 bij 2 meter

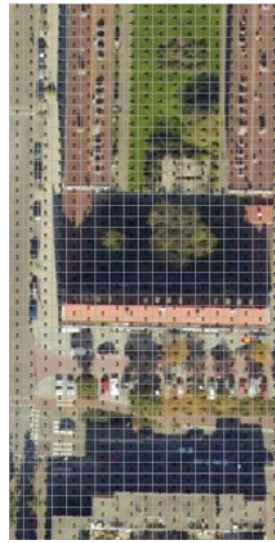
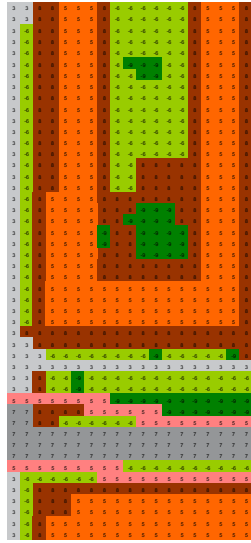
model gaat uit van een windstille situatie en geeft oppervlaktetemperatuur weer

Hittestresstool Input

Luchttemperatuur
UHI-coëfficiënt



- | Landgebruik | wt |
|---------------------------|----|
| Vrijstaand huus | 1 |
| Huizenblok | 2 |
| Bedrijfsgebouw | 3 |
| Warenhuus/ Detailhandel | 4 |
| Hoogbouw | 5 |
| Stroomweg/ Hoofdweg | 6 |
| Celebrationstuwingsweg | 7 |
| Straat/ Erfboegangsweg | 8 |
| Niet verharde weg | 9 |
| Gedeeltelijk verharde weg | 10 |
| Voetgangersgebied | 11 |
| Fietspad | 12 |
| Parkeerterrein | 13 |
| Loofbos | 14 |
| Naaldbos | 15 |
| Gemengd bos | 16 |
| Bouwaland | 17 |
| Gras/ Weide | 18 |
| Zand | 19 |
| Water | 20 |
| Begraafplaats | 21 |
| Kustlijn/ Zee | 22 |
| Haven/ Industrie | 23 |
-
- | Type wijk | wt |
|----------------------------|-----|
| Centrum hoogstedelijk | 1.4 |
| Stadswijk vooroorlogs | 1.2 |
| Groenstedelijk vooroorlogs | 0.8 |
| Tuindorp jaren '30 | 1.0 |
| Tuinstad jaren '60/70 | 1.0 |
| Bouw na 1985 | 0.8 |
| Haven en industrie | 1.4 |
| Bedrijventerrein | 1.3 |
| Park en Recreatie | 0.7 |
| Dorps | 0.8 |

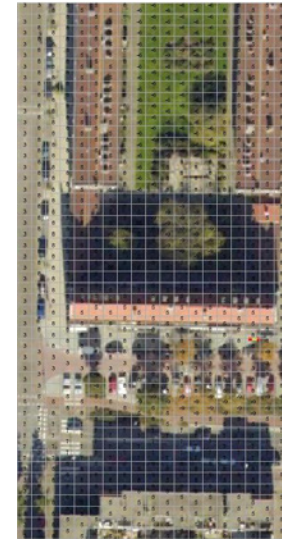


Hittestresstool Output

aantal graden warmer dan
luchttemp. in buitengebied



- | Landgebruik | opp. % |
|---------------------------|--------|
| Huis | 2% |
| Huizenblok | 2% |
| Groot Gebouw/ Bedrijf | 2% |
| Warenhuus/ Detailhandel | 2% |
| Hoogbouw | 2% |
| Stroomweg/ Hoofdweg | 2% |
| Celebrationstuwingsweg | 2% |
| Straat/ Erfboegangsweg | 2% |
| Niet verharde weg | 2% |
| Gedeeltelijk verharde weg | 2% |
| Voetgangersgebied | 2% |
| Fietspad | 2% |
| Parkeerterrein | 2% |
| Loofbos | 2% |
| Naaldbos | 2% |
| Gemengd bos | 2% |
| Bouwaland | 2% |
| Gras | 2% |
| Zand | 2% |
| Water | 2% |
| Begraafplaats | 2% |
| Kustlijn/Zeeblauw | 2% |
| Haven/ Industrie | 2% |
-
- | Legenda | wt |
|---------------------------|----|
| luchttemperatuur boven 40 | 2% |
| luchttemperatuur 30-40 | 2% |
| luchttemperatuur onder 20 | 2% |



is 2 bij 2 meter

model gaat uit van een windstille situatie en geeft luchttemperatuur weer

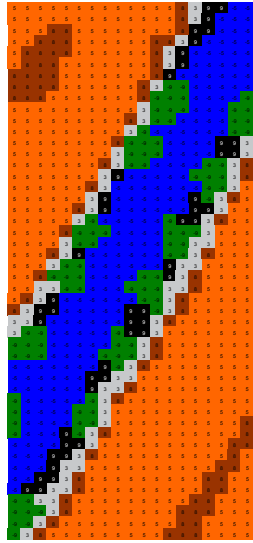
is 2 bij 2 meter

model gaat uit van een windstille situatie en geeft oppervlakte temperatuur weer

Hittesresstool Input

Luchttemperatuur
UHI-coëfficiënt

- | | |
|----------------------------|-----|
| Landgebruik | 77 |
| Vrijstaand huis | 2 |
| Huizenblok | 2 |
| Bedrijfsgebouw | 2 |
| Warenhuys/ Detailhandel | 2 |
| Hoogbouw | 2 |
| Stroomweg/ Hoofdweg | 2 |
| Gebiedsontsluitingsweg | 2 |
| Straat/ Erftoegangsweg | 2 |
| Niet verharde weg | 2 |
| Gedeelteilijk verharde weg | 2 |
| Voetgangersgebied | 2 |
| Fietspad | 2 |
| Parkeerterrein | 2 |
| Loofbos | 2 |
| Naaldbos | 2 |
| Gemengd bos | 2 |
| Bouwland | 2 |
| Gras/ Weide | 2 |
| Zand | 2 |
| Water | 2 |
| Begraafplaats | 2 |
| Kustlijn/ Zee | 2 |
| Haven/ Industrie | 2 |
| Type wijk | 0.0 |
| Centrum hoogstedelijk | 1.4 |
| Stadswijk vooroorlogs | 1.2 |
| Groenstedelijk vooroorlogs | 0.8 |
| Tuindorp jaren '30 | 1.0 |
| Tuinstad jaren '60/'70 | 1.0 |
| Bouw na 1985 | 0.8 |
| Haven en industrie | 1.4 |
| Bedrijventerrein | 1.3 |
| Park en Recreatie | 0.7 |
| Dorps | 0.8 |

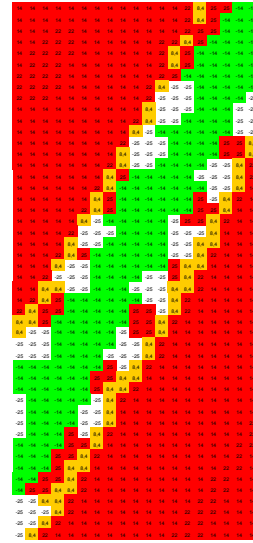


is 2 bij 2 meter model gaat uit van een windstille situatie en geeft luchttemperatuur weer

Hittesresstool Output

aantal graden warmer dan
luchttemp. in buitengebied

- | | |
|----------------------------|-----|
| Landgebruik | 77 |
| Huis | 42% |
| Huizenblok | 42% |
| Groot Gebouw/ Bedrijf | 42% |
| Warenhuys/ Detailhandel | 42% |
| Hoogbouw | 42% |
| Stroomweg/ Hoofdweg | 42% |
| Gebiedsontsluitingsweg | 42% |
| Straat/ Erftoegangsweg | 42% |
| Niet verharde weg | 42% |
| Gedeelteilijk verharde weg | 42% |
| Voetgangersgebied | 42% |
| Fietspad | 42% |
| Parkeerterrein | 42% |
| Loofbos | 42% |
| Naaldbos | 42% |
| Gemengd bos | 42% |
| Bouwland | 42% |
| Gras | 42% |
| Zand | 42% |
| Water | 42% |
| Begraafplaats | 42% |
| Kustlijn/ Zee | 42% |
| Haven/ Industrie | 42% |
| Legenda | |
| luchttemperatuur boven 40 | 80% |
| luchttemperatuur 30-40 | 70% |
| luchttemperatuur onder 20 | 20% |

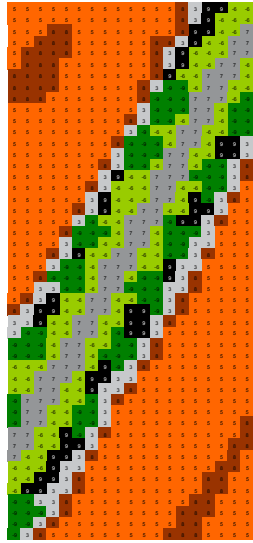


is 2 bij 2 meter model gaat uit van een windstille situatie en geeft oppervlaktetemperatuur weer

Hittesresstool Input

Luchttemperatuur
UHI-coëfficiënt

- | | |
|----------------------------|-----|
| Landgebruik | 77 |
| Vrijstaand huis | 2 |
| Huizenblok | 2 |
| Bedrijfsgebouw | 2 |
| Warenhuys/ Detailhandel | 2 |
| Hoogbouw | 2 |
| Stroomweg/ Hoofdweg | 2 |
| Gebiedsontsluitingsweg | 2 |
| Straat/ Erftoegangsweg | 2 |
| Niet verharde weg | 2 |
| Gedeelteilijk verharde weg | 2 |
| Voetgangersgebied | 2 |
| Fietspad | 2 |
| Parkeerterrein | 2 |
| Loofbos | 2 |
| Naaldbos | 2 |
| Gemengd bos | 2 |
| Bouwland | 2 |
| Gras/ Weide | 2 |
| Zand | 2 |
| Water | 2 |
| Begraafplaats | 2 |
| Kustlijn/ Zee | 2 |
| Haven/ Industrie | 2 |
| Type wijk | 0.0 |
| Centrum hoogstedelijk | 1.4 |
| Stadswijk vooroorlogs | 1.2 |
| Groenstedelijk vooroorlogs | 0.8 |
| Tuindorp jaren '30 | 1.0 |
| Tuinstad jaren '60/'70 | 1.0 |
| Bouw na 1985 | 0.8 |
| Haven en industrie | 1.4 |
| Bedrijventerrein | 1.3 |
| Park en Recreatie | 0.7 |
| Dorps | 0.8 |

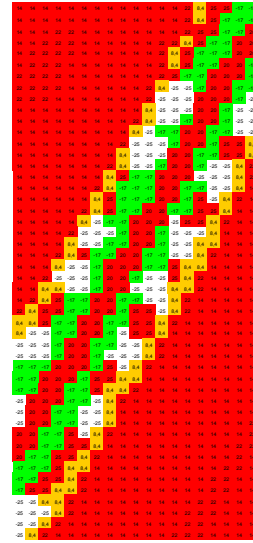


is 2 bij 2 meter model gaat uit van een windstille situatie en geeft luchttemperatuur weer

Hittesresstool Output

aantal graden warmer dan
luchttemp. in buitengebied

- | | |
|----------------------------|-----|
| Landgebruik | 77 |
| Huis | 42% |
| Huizenblok | 42% |
| Groot Gebouw/ Bedrijf | 42% |
| Warenhuys/ Detailhandel | 42% |
| Hoogbouw | 42% |
| Stroomweg/ Hoofdweg | 42% |
| Gebiedsontsluitingsweg | 42% |
| Straat/ Erftoegangsweg | 42% |
| Niet verharde weg | 42% |
| Gedeelteilijk verharde weg | 42% |
| Voetgangersgebied | 42% |
| Fietspad | 42% |
| Parkeerterrein | 42% |
| Loofbos | 42% |
| Naaldbos | 42% |
| Gemengd bos | 42% |
| Bouwland | 42% |
| Gras | 42% |
| Zand | 42% |
| Water | 42% |
| Begraafplaats | 42% |
| Kustlijn/ Zee | 42% |
| Haven/ Industrie | 42% |
| Legenda | |
| luchttemperatuur boven 40 | 80% |
| luchttemperatuur 30-40 | 70% |
| luchttemperatuur onder 20 | 20% |



is 2 bij 2 meter model gaat uit van een windstille situatie en geeft oppervlaktetemperatuur weer

14. Advieskaarten

De advieskaarten op de volgende pagina's kunnen door Witteveen+Bos worden gebruikt voor een snelle weergave van de onderzoeksresultaten van dit rapport. De kaarten kunnen als hulpmiddel dienen bij gesprekken met potentiële opdrachtgevers.

Oorzaken stedelijk hitte

Ruimtelijke factoren:	<ul style="list-style-type: none"> • laag groenpercentage (17%-) • hoog verhardingspercentage (65%+) • hoog bebouwingspercentage (20%+) • dichtbevolkt gebied hoge met een omgevingsadressendichtheid (4000+) • lage sky view factor (minder dan 0,71) • hoge bebouwingsmassa
Klimatologisch/meteorologische factoren	<ul style="list-style-type: none"> • windstille situatie • eiland effect vooral in de nacht. • speelt hoofdzakelijk in lente en zomer
Materiaalgebruik	<ul style="list-style-type: none"> • laag weerkaatsingvermogen (albedo) • hoog absorptiegraad (emissiviteit)
Demografische factoren	<ul style="list-style-type: none"> • steden met een hoge bevolkingsdichtheid (voor Nederland nog niet berekend).

Hittereducerende maatregelen

<p>Groen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Daken • Parken • Bomen 	<ul style="list-style-type: none"> • Een toename van 10% groenoppervlak verlaagt de buurtoppervlaktetemperatuur met ongeveer 1°C. • Het toepassen van 10% groene daken leidt tot een verlaging van het SHE met 1 tot 2°C. Een toepassing van 50% groene daken kan tot een nog verdere verlaging leiden. • Parken hebben een verkoelend effect van 1-6°C dat zich 100 tot 1000m verspreid. • Bomen kunnen de omgevingstemperatuur met 0.5-3°C koelen.
<p>Water</p> <ul style="list-style-type: none"> • Opslag • Vormen 	<ul style="list-style-type: none"> • Water heeft voornamelijk een verkoelend effect aan het begin van de zomerperiode. • Door wateropslag op een dak kan het dakoppervlak tot 33°C koeler zijn dan zwarte daken en 16°C koeler zijn dan witte daken. • Water heeft een gemiddelde verkoeling van 1-3°C met een bereik van ongeveer 30-35m. Een groter koelingseffect is mogelijk bij een grotere watermassa, stroming of bij verspreiding zoals bij een fontein.
<p>Materialengebruik</p> <ul style="list-style-type: none"> • verandering op buurt-niveau • verandering op stads-niveau 	<ul style="list-style-type: none"> • Het temperatuurverschil tussen donker- en lichtgekleurde materialen is groot, witte materialen kunnen 8 tot 17°C koeler zijn. • Verhoging van albedo (weerkaatsingsvermogen) of emissiviteit (uitstraling) met 0,01 een verlagend effect op de oppervlaktetemperatuur van 0,8 en 1,7°C. • Met een stadsbrede albedo-verhoging van 25-40% kan een groot effect worden bereikt een temperatuurverlaging van 1-4°C.
<p>Bouwprincipes</p> <ul style="list-style-type: none"> • H/W ratio 	<ul style="list-style-type: none"> • Straten die van noord naar zuid lopen zijn het koelst. • De beste ventilatie (door wind) is mogelijk bij een hoogte/breedte-ratio van 0,5.⁴
<p>Verkeer</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Het autoluw maken van binnensteden zal het SHE daar reduceren.

