

Notitie

Contactpersoon	Ruben Keizer
Datum	24 april 2023
Kenmerk	N001-1288496RKI-V01-rlk-NL

Methode stresstest hitte en hiterichtlijnen

In deze beknopte notitie zijn de gehanteerde uitgangspunten en de achterliggende methodiek van de stresstest hitte en hiterichtlijnen analyses beschreven. De resulterende kaarten zijn middels een viewer ontsloten via het Duurzaamheidskaartplatform van de gemeente Groningen en de GIS-bestanden zijn separaat opgeleverd.

1.1 Hittestress

TAUW heeft voor de stresstest hitte gebruik gemaakt van het softwareprogramma Tygron. Dit platform combineert de meest recente openbare data (onder andere AHN4, 3D BAG, BGT en Kadaster) om een 3D-model van de gemeente Groningen op te zetten. TAUW heeft daarnaast gebruik gemaakt van het gevoelstemperatuurmodel, de zogenaamde PET-methodiek, zoals deze is beschreven in de bijsluiter van Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie¹ (DPRA). PET staat voor Physiological Equivalent Temperature en wordt beïnvloed door verschillende factoren. Figuur 1 geeft alle bepalende factoren uit het model weer. De module berekent voor elke cel (resolutie van 1 bij 1 m) het volgende:

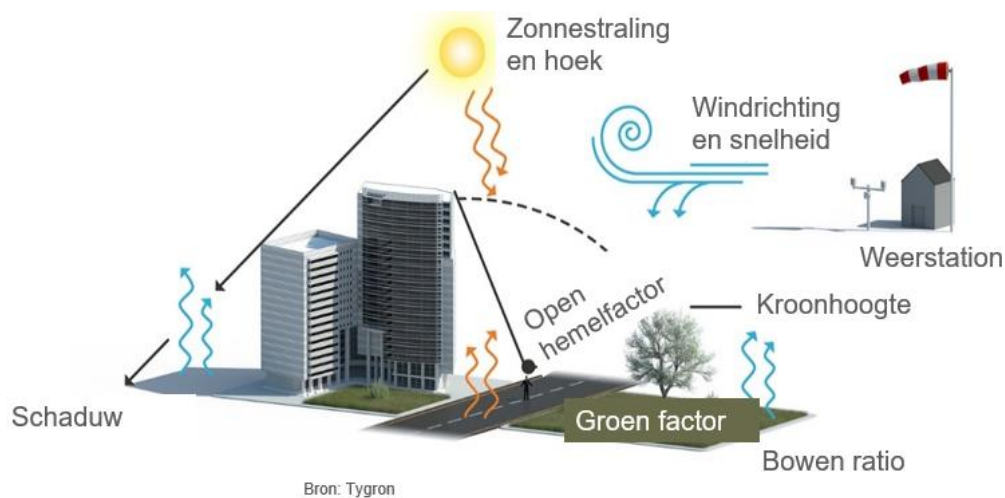
- Bladerdak-hoogte; de hoogte van de kronen van de bomen²
- Sky-view factor; fractie zichtbare lucht
- Gemiddelde vegetatie fractie én gemiddelde sky-view factor
- Het hitte-eilandeffect

Vervolgens wordt, voor elke tijdstap, per cel het volgende berekend:

- De luchttemperatuur en de luchtvochtigheid
- Fractie schaduw door gebouwen, bomen or andere elementen in het landschap
- De windsnelheid op 1,2 m boven de grond, gebaseerd op de gemeten 10 m windsnelheid op betreffende weerstation
- Diffuse straling, gebaseerd op de zonnestraling en de zonhoogte
- De gevoelstemperatuur (PET)

¹ Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Ontwikkeling Standaard Stresstest Hitte, 2019

² Voor de stresstest hitte en hiterichtlijnen analyses is gebruik gemaakt van het bomenbestand van de gemeente Groningen en het Treepottermodel van TAUW. De aanpak wordt toegelicht in paragraaf 1.4



Figuur 1 Factoren in het hittestressmodel

KNMI-gegevens

Passende lokale gegevens van het KNMI zijn onmisbaar voor een gedegen hitte-analyse. De weersgegevens zijn belangrijke invoer voor het hittestressmodel. Voor de stresstest hitte is gebruikt gemaakt van de weergegevens van 19 juli 2022. Hiermee wijkt de stresstest af van de landelijke PET-kaart in de Klimateffectatlas (KEA). Daar is gebruik gemaakt van de weersgegevens van 1 juli 2015. Echter, deze dag pakt voor Noord-Nederland relatief koel uit. Daardoor biedt een meer recentere extremere hittedag meer inzicht in hoe de gevoelstemperatuur zich verhoudt in de gemeente Groningen.

De weergegevens van die dag (uur- en dag gemiddelden) van het dichtstbijzijnde KNMI-meetstation Eelde zijn gebruikt als input voor het model (Tabel 1). Hierbij gaat het om de luchtvochtigheid (U), luchttemperatuur (T), zonnestraling (Q), windsnelheid (FF) en windrichting (DD).

Tabel 1 Weersgegevens KNMI-meetstation Eelde

Uren	U [%]	T [°C]	Q [J/cm ²]	FF [m/s]	DD [°]
12:00	32	31,3	705,6	3	140
13:00	25	32,9	772,2	4	160
14:00	23	33,7	794,4	4	160
15:00	24	34,1	780,6	4	160
16:00	22	34,8	722,2	4	140
17:00	20	35,2	619,4	3	150
18:00	23	35,1	497,2	3	120

Op basis van de PET-methodiek en de gebruikte KNMI-gegevens is uiteindelijk de gemiddelde hittestress (12:00 - 18:00 uur) op 19 juli 2022 berekend. Voor het toekomstige 2050Wh-scenario is rekening gehouden met een stijging van de luchttemperatuur van 2°C.

Vershil methodiek oude en nieuwe hittekaart

De oude hittekaarten uit 2019 en de hittekaarten uit dit onderzoek zijn niet met elkaar te vergelijken. Oorzaak is de verschillende methodiek en gehanteerde uitgangspunten. Zo is voor de nieuwe hittekaart gebruikt gemaakt van het landelijke recept uit de bijsluiter van het DPRA³. Tabel 2 geeft inzicht in enkele verschillen tussen beide kaarten:

Tabel 2 Verschillen in methodiek

	TAUW-methodiek oude hittekaart	RIVM-methodiek nieuwe hittekaart
1	Kaart presenteert kwalitatieve waarden (verschillen in gevoelstemperatuur: warmer en koeler dan buiten de stad) en vertaalt deze naar kwantitatieve waarden op basis van een gegeven standaard temperatuur in het buitengebied	Kaart presenteert kwantitatieve waarden van de gevoelstemperatuur
2	Kaart is gebaseerd op temperatuur waarnemingen in Eindhoven en Groningen, en op een fictieve hete windstille dag	Kaart is gebaseerd op KNMI-gegevens van het weerstation Eelde, op een hete dag van 19 juli 2022 met wind
3	Gebaseerd op het heetste uur van de dag	Gebaseerd op het gemiddelde (12:00 - 18:00) van de dag

1.2 Nachthitte

Voor nachthitte is nog geen landelijke methodiek beschikbaar. De mate waarin het UHI (Urban Heat Island) effect optreedt, geeft echter een goede indicatie. Voortbordurend op de PET-methodiek hebben wij voor de nacht (00:00 - 05:00) aansluitend op de hittedag van 19 juli 2022 te gemiddelde hitte-eilandeffect en de gemiddelde luchttemperatuur berekend. De weergegevens van die nacht (uur- en dag gemiddelden) van het dichtstbijzijnde KNMI-meetstation Eelde zijn gebruikt als input voor het model (Tabel 3).

Tabel 3 Weersgegevens KNMI-station Eelde

Uren	U [%]	T [°C]	Q [J/cm ²]	FF [m/s]	DD [°]
00:00	40	25,6	0	2	100
01:00	380	25,6	0	3	110
02:00	40	24,2	0	3	120
03:00	42	23,1	0	3	110
04:00	45	22,3	0	3	110
05:00	47	21,4	0	3	120

De grootte van het hitte-eilandeffect hangt af van de meteorologische condities. Het dagelijks maximale Urban Heat Island is bepaald door eerst het UHI_{max} uit te rekenen. Deze wordt berekend aan de hand van een vergelijking waarin de gemiddelde sky-view factor, de vegetatiefractie en de weersomstandigheden als factoren zijn meegenomen.

³ Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Ontwikkeling Standaard Stresstest Hitte, 2019.

De uurlijkse luchttemperatuur is uitgerekend door de uurlijkse gemeten luchttemperatuur op het referentie weerstation Eelde en de uurlijkse UHI (UHI_{max} vermenigvuldigd met dagelijkse gang van UHI) bij elkaar op te tellen en vervolgens te middelen over de nacht. De complete formules en toelichtingen zijn beschreven in de bijsluiters van Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie⁴.

1.3 Loopafstand tot koelte

De loopafstand-tot-koelte-analyse geeft aan hoever gebouwen van een koele aangename verblijfsplek af liggen. Bij de totstandkoming van deze analyse is de definitie van een aangename koele verblijfsplek samen met de gemeente Groningen bepaald. De definitie van een koele plek is grotendeels gebaseerd op de landelijke afstand-tot-koelte-analyse van de KEA. In Tabel 3 wordt de gehanteerde criteria van de KEA afgezet tegen de gehanteerde criteria in deze analyse.

Tabel 4 Criteria koele plekken KEA (links) en Gemeente Groningen (rechts)

Criteria		KEA	Gemeente Groningen
Grootte	Oppervlak schaduw in openbare buitenruimte	200m ²	200m ²
Temperatuur	Grens gevoelstemperatuur en daarmee grens schaduw	35°C PET	36,5°C PET
Afstand tot wegen	Buffer in meters om wegen per snelheidslimiet	≤30 km/uur= 5 meter 50 km/uur= 10 meter >50 km/uur= 15 meter	≤30 km/uur= 2,5 meter 50 km/uur= 10 meter >50 km/uur= 15 meter
Vorm	Omtrek/oppervlakte-verhouding	>0,35 is te smal	>0,4 is te smal

Bovenstaande selectie is toegepast op de gevoelstemperatuurkaart die volgt uit de stappen van paragraaf 1.1 Vervolgens is vanaf de koele plekken de maximaal te bereiken afstand (service area) in categorieën van 100, 200, 300, 400, 500 en 500+ meter berekend op basis van geselecteerde looproutes (bron: BGT). De berekende categorie is daarna toegekend aan de aangrenzende panden.

Verskil methodiek oude en nieuwe loopafstand tot koelte kaart

De oude loopafstandtotkoelte-kaarten uit 2019 en de loopafstandtotkoelte-kaarten uit dit onderzoek zijn niet één-op-één met elkaar te vergelijken. Oorzaak is de verschillende methodiek en gehanteerde uitgangspunten. Tabel 5 geeft inzicht enkele verschillen tussen beide kaarten:

Tabel 5 Inzicht verschillen tussen oude en nieuwe loopafstandtotkoelte-kaart

	TAUW-methodiek oude LATK-kaart	TAUW-methodiek nieuwe LATK-kaart
1	Kaart maakt gebruik van de hittekaart die uit de oude TAUW-methodiek volgt	Kaart maakt gebruik van de hittekaart die uit de RIVM-methodiek volgt
2	Grootte: <ul style="list-style-type: none"> • 200m² aan schaduw • Liggend in zowel private als openbare ruimte 	Grootte: <ul style="list-style-type: none"> • 200m² aan schaduw • Liggend in openbare ruimte

⁴ Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Ontwikkeling Standaard Stresstest Hitte, 2019.

	TAUW-methodiek oude LATK-kaart	TAUW-methodiek nieuwe LATK-kaart
3	Buffer rondom wegen: <ul style="list-style-type: none"> • 5 meter op basis van BGT-classificatie 	Buffer rondom wegen: <ul style="list-style-type: none"> • ≤30 km/uur= 2,5 meter • 50 km/uur= 10 meter • >50 km/uur= 15 meter
4	Loopafstand wordt berekend op basis van (hart)lijnenbestand van wegen (NWB).	Loopafstand wordt berekend op basis van een polygonenbestand van daadwerkelijke voetgangersgebieden (BGT)
5	Kaart drukt de loopafstand tot dichtstbijzijnde koele plek uit in loopminuten op basis van twee verschillende loopsnelheden, 2 en 4 km/u	Kaart drukt de loopafstand tot dichtstbijzijnde koele plek uit in meters

1.4 Percentage schaduw

De percentage schaduwanalyse biedt inzicht in hoeveel schaduw er op een maatgevende dag in buurten en op (belangrijke) loop- en fietsroutes is. Aangenomen dat minimaal 30 % (buurten) en minimaal 40 % (op belangrijke routes) schaduw maatgevend is, kun je zien welke delen van de gemeente Groningen meer schaduw nodig hebben⁵. TAUW heeft ook voor de schaduwanalyses gebruik gemaakt van het softwareprogramma Tygron.

Bomen

Naast de schaduw van gebouwen of andere elementen in het landschap is de schaduwwerking van bomen zeer relevant voor het onderzoek. Daarom is het 3D-model aangevuld met:

- Het bomenbestand van de gemeente (gemiddelde boomhoogte binnen klassen aangehouden)
- En een bomenbestand van TAUW op basis van een door TAUW ontwikkelde bomenspottermodel. Dit model spot individuele bomen uit luchtfoto's en kent op basis van de AHN-hoogten toe. Hiermee worden zowel kleine als grote bomen en zowel publieke als private bomen in kaart gebracht

Het bomenbestand van de gemeente is leidend maar wordt verrijkt met bomen uit het bomenspottermodel die:

- Zich op privaat terrein begeven
- Niet in beheer of in eigendom zijn van de gemeente
- Waar binnen een straal van 5 meter geen gemeentelijke boom staat

In combinatie met boomparameters als de boomhoogte en de kroon diameter kan in de schaduwanalyse een betere benadering van de werkelijkheid gedaan worden.

⁵ [De hittebestendige stad: een koele kijk op de inrichting van de buitenruimte \(hva.nl\)](http://hva.nl)

Zonnestand

De te hanteren zonnestand (datum en tijdstip) voor de schaduwbeoordeling is in overleg met de gemeente bepaald. Voor het bepalen van de schaduw is 13:00 uur op 21 juni als maatgevende dag en tijdstip aangehouden. Op dat moment staat de zon ongeveer het hoogst en daarmee biedt de analyse inzicht in de percentages schaduw voor een worst-case scenario. Hetzelfde uitgangspunt is gebruikt binnen het onderzoek 'De hittebestendige stad'⁶.

Langzaamverkeersroutes en schaalniveau

Op basis van de verschillende functies in Tygron (bron: BGT) zijn de langzaamverkeersroutes per kompaswijk (gemeente Groningen) geselecteerd. Hierbij is per kompaswijk inzicht geboden in de percentages schaduw op:

- Langzaamverkeersroutes; met functies voet- én fietspad (open/gesloten verharding, niet zijnde wegen)
- Fietsroutes; met functie fietspad

Vervolgens zijn deze losse weggedelen per kompaswijk samengenomen zodat een percentage schaduw per kompaswijk te berekenen valt. Het schaalniveau 'kompaswijk' is gekozen omdat dit schaalniveau ook wordt gehanteerd in de (basis)monitoringsstrategie van de gemeente.

Rekenmethode

In Tygron is voor alle langzaamverkeersroutes per kompaswijk het oppervlak van de slagschaduw op 21 juni om 13:00 uur berekend om deze vervolgens af te zetten tegen het totale oppervlak van de langzaamverkeersroutes per kompaswijk. Dit resulteert in een percentage schaduw per kompaswijk voor alle langzaamverkeersroutes en voor fietsroutes.

⁶ [De hittebestendige stad: een koele kijk op de inrichting van de buitenruimte \(hva.nl\)](#)