

Landelijke hittekaart gevoelstemperatuur

Technische toelichting

Stichting CAS



Nelen &
Schuurmans

6-12-2024

Landelijke hittekaart gevoelstemperatuur

Technische toelichting

Voor
Stichting CAS

Nelen & Schuurmans
Zakkendragershof 34-44
3511 AE Utrecht

www.nelen-schuurmans.nl

Projectgegevens

Dossier : Z0096
Datum : 6-12-2024

1 Inleiding

1.1 Klimaatverandering zorgt voor meer hittestress

Door klimaatverandering wordt het warmer en komen hete dagen steeds vaker voor. Te veel hitte kan voor problemen zorgen, op het gebied van bijvoorbeeld gezondheid, comfort en infrastructuur. Dat soort problemen noemen we ook wel hittestress. Denk bij hittestress bijvoorbeeld aan mensen die onwel worden door hitte, evenementen die afgelast moeten worden, een slechtere nachtrust in een stad die 's nachts niet afkoelt en treinrails, wegen of bruggen die door hitte beschadigd raken of niet meer betrouwbaar functioneren.

1.2 Een slimme inrichting van ons land zorgt voor minder hittestress

Hoe heet het ergens wordt, is niet alleen afhankelijk van het weer. De inrichting van de buitenruimte is daarbij ook heel belangrijk: Een schaduwrijk plein met veel bomen, gras en water warmt minder op dan een versteend plein in de volle zon. Dat kan een paar graden schelen in de gemeten temperatuur, en tot wel meer dan tien graden in de zogenaamde gevoelstemperatuur. De gevoelstemperatuur is de beste graadmeter voor hittestress bij mensen en dieren. Als we bij de inrichting van onze pleinen, verblijfsplekken, wandelroutes en fietsroutes rekening houden met de gevoelstemperatuur, werken we dus aan een leefbare en klimaatbestendige toekomst.

1.3 Een nieuwe landelijke kaart van de hittestress

Nelen & Schuurmans heeft voor de Klimateffectatlas een nieuwe landelijke hittekaart gevoelstemperatuur opgesteld. De hittekaart gevoelstemperatuur laat de lokale gevoelstemperatuur zien op een extreem hete zomermiddag, conform de standaard rekenmethode zoals het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) die sinds 2019 heeft voorgeschreven.

In de Klimateffectatlas was al eerder een landsdekkende hittekaart gevoelstemperatuur beschikbaar. Deze kaart was nog deels gebaseerd op datalagen die teruggingen tot 2007. Ondertussen zijn er nieuwere datasets en nieuwe rekenmethodes beschikbaar. Daarom is een update van de kaart gemaakt, waarbij alle datalagen van 2020 en daarna zijn.

1.4 Twee versies: vergelijken mogelijk

Het feit dat er nu data is van verschillende jaren, maakt het mogelijk om hittekaarten voor verschillende datums te maken en die te vergelijken. Voor deze opdracht hebben we een versie gemaakt waarin data van 2007-2012 (AHN2) centraal staat en een versie waarin de data van 2020 – 2022 (AHN4) centraal staat.

1.5 Gemaakt in samenwerking met de Nederlandse experts

We hechten grote waarde aan een breed gedragen methodiek. Daarom hebben we de randvoorwaarden en de rekenmethoden voor deze nieuwe kaart opgesteld met een brede groep van experts van deze instellingen: Wageningen Universiteit (WUR), de Hogeschool van Amsterdam (HvA), de Stichting Climate Adaptation Services (CAS), de Unie van Waterschappen (UvW) en het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM).

2 Beschrijving standaardmethodiek

2.1 Basis methodiek berekening hittekaarten gevoelstemperatuur

Het RIVM heeft in 2019 een standaardmethodiek gepubliceerd (met een update in 2020) waarin is vastgelegd met welke data en formules de gevoelstemperatuur kan worden berekend. Deze methodiek hebben we gevolgd. In dit hoofdstuk lichten we toe hoe we de berekeningen hebben uitgevoerd en welke basisdata we daarvoor gebruikt hebben conform de standaardmethodiek.

2.2 Twee versies, op basis van twee hoogtebestanden

Het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) is een van de belangrijkste basiskaarten voor het opstellen van de kaart. We hebben twee versies van de hittekaart gemaakt, op basis van twee versies van het AHN.

1. Een versie die is gebaseerd op het AHN4 (representatief voor de periode 2020-2022). Deze kaart zullen we in deze notitie de PET2022 kaart noemen.
2. Een versie die is gebaseerd op het AHN2 (representatief voor de periode 2007-2012). Deze kaart zullen we in deze notitie de PET2012 kaart noemen.

2.3 Gebruikte databronnen conform standaard methodiek

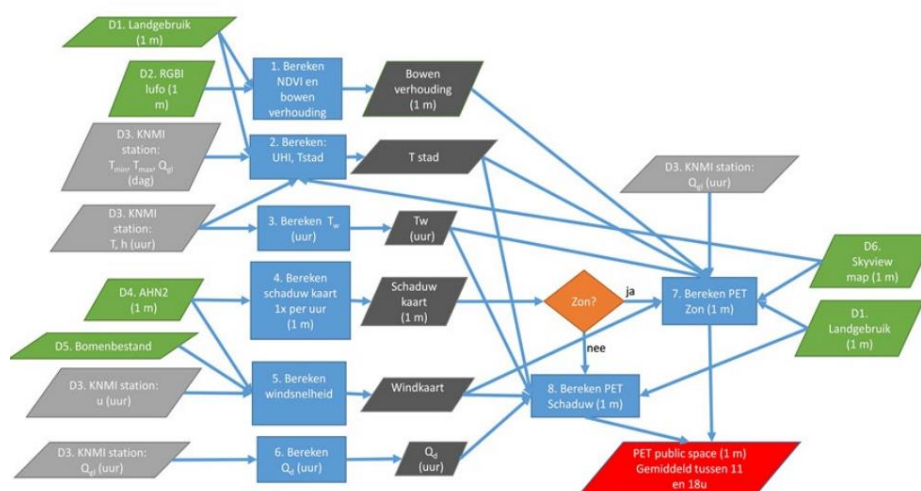
De PET2012 kaart is gemaakt met de precieze databronnen die in de standaardmethodiek uit 2019 worden beschreven. Omdat er ondertussen nieuwere open data beschikbaar is, hebben we voor de PET2022 kaart gebruik kunnen maken van nieuwere versies van deze databronnen. In Tabel 1 staat beschreven welke versies van de databronnen voor de twee kaarten zijn gebruikt.

Het is belangrijk om daarbij te melden dat niet alle ruimtelijke data op hetzelfde moment wordt ingewonnen. Zo is het is dus niet mogelijk om voor heel Nederland de hoogtedata, luchtfoto's, infraroodbeelden en topografische data van precies hetzelfde moment te gebruiken.

Tabel 1 Databronnen hittekaart gevoelstemperatuur

Input	Bron	Versie (datum)
D1: Landgebruik	Panden uit BAG (Basisregistratie Adressen en Gebouwen), verhardingstype, waterdelen en agrarisch gebruik uit BGT (Basis Grootchalige Topografie).	PET2012: 2016 PET2022: 2022
D2: RGB en Infrarood luchtfoto	PDOK luchtfoto's RGB en IR. Op basis van deze gegevens wordt de NDVI berekend. Ook de Bowen ratio wordt bepaald met NDVI en Landgebruik.	PET2012: 2016 PET2022: 2021
D3: KNMI data	KNMI meteodata	1 juli 2015 De Bilt
D4: Hoogtekaart	Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN)	PET2012: AHN2 (2007 - 2012) PET2022: AHN4 (2020 - 2022)
D5: Bomenbestand	Berekend op basis van D2 en D4. Abrupt hoogteverschil (AHN). Zie toelichting paragraaf 3.6	Zie D2 en D4
D6: Skyview factor	Berekend op basis van AHN. Berekend met eigen script op basis van de open Relief Visualisation Toolbox (beschrijving en github). Methodiek afgestemd met KNMI.	Zie D4

Deze databronnen zijn conform het stroomdiagram uit de standaardmethodiek verwerkt om ruimtelijk de gevoelstemperatuur te berekenen.



Figuur 1: Stroomschema RIVM standaardmethodiek (figuur 3.5 op pagina 29 van 127)

3 Discussie

3.1 Nieuwe keuzes in nieuwe versie landelijke hittekaart gevoelstemperatuur

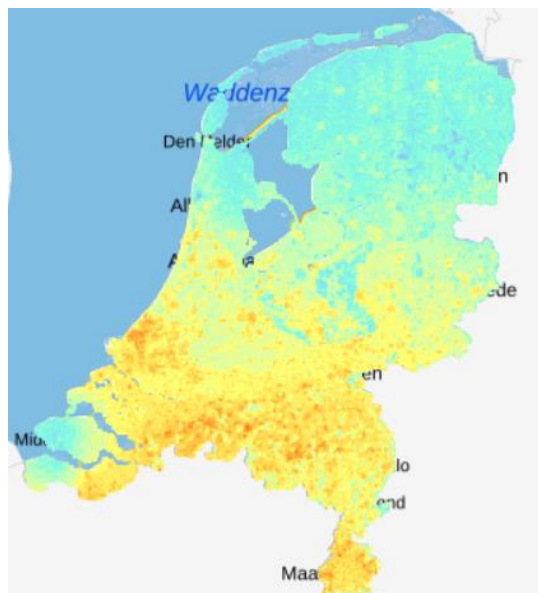
Bij het uitvoeren van de standaardmethodiek zijn met de expertgroep enkele belangrijke nieuwe keuzes gemaakt die afwijken van de vorige versie van de landelijke hittekaart gevoelstemperatuur.

3.2 Keuze voor windstille situatie

Er is voor gekozen om de kaarten te berekenen voor een nagenoeg windstille dag. De expertgroep heeft bepaald dat windreductie zeker waardevol kan zijn voor specifieke lokale casussen, maar niet voor de landsdekkende kaart. De wind komt niet altijd uit het oosten, door windreductie achterwege te laten wordt een beter algemeen bruikbaar beeld neergezet. Bovendien geeft de windstille dag een beter 'worst-case' beeld. Als windsnelheid is daarom de voor de methodiek minimale waarde van 0,5 m/s toegepast. Een eerdere uiteenzetting van deze zienswijze is ook in [dit blog](#) terug te vinden.

3.3 Keuze voor zelfde meteorologische omstandigheden voor heel Nederland

De gemeten (of aangenomen) luchttemperatuur bepaalt voor een groot deel hoe hoog de gemodelleerde gevoelstemperatuur wordt. In de standaardmethodiek wordt 1 juli 2015 aangedragen als goeie 'referentiedag' voor een hete, onbewolkte zomerdag. Het kwik liep die dag in De Bilt op tot 33,1 graden. Het daggemiddelde tussen 12:00 en 18:00 was 31,6 graden. Toch werd het niet overal in Nederland zo warm. In het Noorden van het land en in Zeeland werd het minder warm door lokale weersverschillen. In een eerdere versie van de hittekaart gevoelstemperatuur werden die lokale weersverschillen ook meegenomen in de berekening. Dit is ook duidelijk terug te zien in figuur 2.



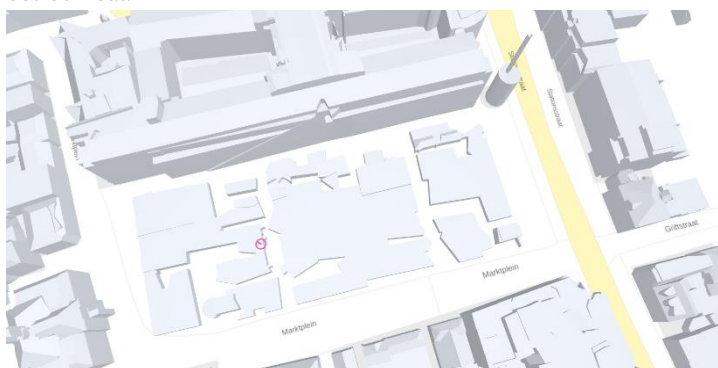
Figuur 2: Vorige versie hittestresskaart waarin koele plekken in Zeeland en noordelijk Nederland opvallen. Deze zijn feitelijk juist voor de gevoelstemperatuur op 1 juli 2015, maar niet gewenst om de invloed van de inrichting van ons land op de gevoelstemperatuur eenduidig in beeld te brengen.

Op basis van voortschrijdend inzicht heeft de expertgroep nu besloten deze lokale gemeten temperatuurverschillen niet langer mee te nemen in de berekeningen voor de gevoelstemperatuur. De expertgroep heeft geoordeeld dat het voor de landelijke kaart beter is om een hypothetische situatie te kiezen met uniforme randvoorwaarden dan een situatie met 'toevallig' gemeten randvoorwaarden per locatie. Zo zijn gebieden beter met elkaar te vergelijken. Voor heel Nederland is daarom de luchttemperatuur, zonnestraling en luchtvochtigheid gebruikt zoals gemeten op 1 juli 2015 bij KNMI station de Bilt. In het kaartverhaal bij de kaart is uitleg opgenomen dat deze omstandigheden in sommige delen van ons land vaker voor komen dan op andere.

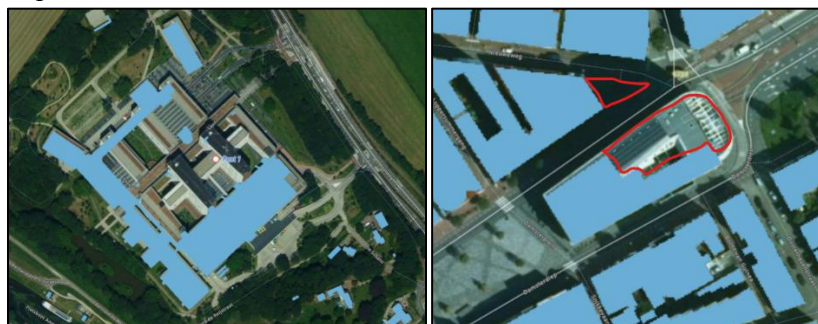
3.4 Discussie over meest geschikte data pandcontouren

De gevoelstemperatuur dient alleen uitgerekend te worden in de buitenruimte. Daarom moeten (o.a.) pandcontouren uit de hittestresskaart geknipt worden. Er zijn drie databases waarin pandcontouren zijn opgenomen, maar deze hebben alle drie tekortkomingen.

- BAG: Alle panden zitten in deze Basisregistratie Adressen en Gebouwen. Nadeel van deze set is dat gebouwen onder de grond (zoals parkeergarages) ook worden meegenomen. Als er dus een plein is bovenop een ondergrondse parkeergarage, filteren we die onterecht uit de hittestresskaart.
- BAG3D: Hier zitten ook alle panden in, inclusief hoogte. Deze hoogte component maakt het mogelijk ondergrondse panden weg te filteren. Maar op dit moment zitten er nog onverklaarbare objecten in het BAG3D. Een voorbeeld hieronder op het Marktplaatsplein in Apeldoorn. Op onze verschilkaart tussen BAG en BAG3D zien we meer onverklaarbare verschillen. Deze dataset is dus nog niet honderd procent betrouwbaar.



- BGT: De Basisregistratie Grootschalige Topografie bevat alleen bovengrondse panden, waardoor we geen last hebben van ondergrondse parkeergarages. Helaas heeft ook deze dataset onbetrouwbare aspecten. Hieronder (links) is bijvoorbeeld te zien dat een groot deel van een ziekenhuis in Amersfoort niet als gebouw wordt gezien. Ook op het Damsterdiep in Groningen (rechts) missen gebouwen of gebouwdelen.



We hebben er voor gekozen om voor de hittestresskaarten de pandcontouren uit het BAG te gebruiken. Deze data is niet perfect, omdat ondergrondse gebouwen onterecht uit de hittestress worden gefilterd. Maar deze onvolmaaktheid is wel consequent, en daarom beter uit te leggen dan de andere opties.

Op basis van eerdere meldingen van gemeenten zijn een aantal parkeergarages handmatig uit de BAG gehaald, zodat de hittekaart gevoelstemperatuur ook berekend wordt op het plein boven de parkeergarage. Het gaat op dit moment om het Vrijthof in Maastricht, het Damsterplein in Groningen en het Marktplaatsplein in Amersfoort. Nieuwe meldingen kunnen via dit [invulformulier](#) worden gedaan, op basis daarvan kunnen we later beslissen een update van de kaart te maken.

3.5 Statistische benadering bounding box middels Gaussian blur

In het recept wordt het urban heat island bepaald met onder andere de gemiddelde sky-view factor en de gemiddelde vegetatiefractie. Bij een windstille dag wordt voorgeschreven dat hiervoor per pixel het gemiddelde van een bounding box van 700 x 700m rondom de pixel moet worden genomen. Om deze berekening te benaderen, wordt op de skyviewfactor en de vegetatiekaart een [Gaussian blur](#) toegepast met een diameter van 700 m. Dit berekent per pixel een gewogen gemiddelde van de betreffende pixel en de omliggende pixels binnen de diameter.

3.6 Objecten en boomcontouren op basis van AHN

Objecten en boomcontouren werden in de eerdere versie van de landelijke hittekaart gevoelstemperatuur gebruikt voor windreductie. Omdat we nu werken met een versie zonder wind, is dat niet meer nodig. Maar we gebruiken de laag wel om de skyviewfactor goed te kunnen bepalen. Op basis van het AHN (0,5m x 0,5m resolutie) hebben we eerst een kaart met objecthoogtes opgesteld. De objecthoogte is het verschil tussen het DTM (digital terrain model) en het DSM (digital surface model), ofwel het verschil tussen het maaiveld en alle objecten die op het maaiveld staan. Alle panden, muurtjes, palen, hoogspanningsmasten en bomen worden zo als object geïdentificeerd.

Daar willen we objecten die geen boom zijn uit filteren. Voor de bomenkaart wordt in het standaardrecept verwezen naar boomregister.nl. Omdat dit geen open data is, hebben we een andere manier toegepast om bomen te identificeren. Eerst filteren we bekende objecten weg die geen bomen zijn (zoals panden o.b.v. de BAG). Daarna is gebruik gemaakt van het unieke ruimtelijke hoogteverloop van een boom van bovenaf gezien: dat is geen 'smooth' verloop (zoals een autodak), of een eenduidig hellend oppervlak (zoals een muurtje), maar een grillig patroon (takken, bladeren).

Door alleen de objecten die minstens 2 meter hoog zijn te selecteren die bovendien een hoge 'surface roughness' hebben, houden we alleen de bomen over. De surface roughness is (net als de bounding box uit de paragraaf hiervoor) bepaald door gebruik te maken van een Gaussian blur. De verschillen tussen het geblurde oppervlak en het daadwerkelijke oppervlak, is een maat voor de hoeveelheid ruimtelijke hoogtevariatie die er in het object zit (de surface roughness). Bij boomkruinen met bladeren en takken is die roughness > 0,3 m tussen de onderlinge pixels. Bij andere oppervlakken zoals een muurtje of een autodak lager. De zo verkregen bomenlaag gebruiken we om de schaduwfractiekaart te verrijken en de vegetatiekaart te verbeteren.

3.7 Technische feedback

Heeft u technische opmerkingen of verbeterpunten, dan kunt u deze melden via dit [invulformulier](#).