

Handreiking Hitte in Bestaande Woningen 3.0

Nationaal Kennis- en Innovatieprogramma
Water en Klimaat

Klimaatbestendige Stad

november 2023



Inleiding

Hitte wordt een steeds groter probleem in onze gebouwde omgeving. Langdurige warme perioden zorgen ervoor dat woningen verder opwarmen en in de nacht onvoldoende kunnen afkoelen. Dit gebeurt vooral in woningen met een slechte isolatie, donkere daken, veel glas, slechte ventilatiemogelijkheden, geen (natuurlijke) koeling, geen zonwering en in ruimtes op de bovenste etages. Maar ook moderne, goed geïsoleerde gebouwen met veel glas raken de ingevangen warmte niet meer kwijt. De hoge temperatuur in de woningen kan zorgen voor gezondheidsproblemen, slaapproblemen en indirect verminderde arbeidsproductiviteit.

Waarom deze handreiking?

Deze handreiking biedt een concreet stappenplan voor (beleids)ambtenaren en woningbouwcorporaties om aan de slag te gaan met hitte in stedelijk gebied. De handreiking 3.0 is het vervolg op eerdere NKWK onderzoeken en de Handreiking 2.0 uit 2022. Naast nieuwe kennis inzichten staat het toepasbaar maken van kennis voor de gebruiker in deze handreiking centraal.

Voor wie is deze handreiking?

De handreiking richt zich vooralsnog op drie type gebruikers: gemeente ambtenaren in het sociale en fysieke domein en medewerkers van woningbouwcorporaties. Per gebruiker zijn gebruikersvragen gedefinieerd die we in deze handreiking beantwoorden.

De handreiking is opgebouwd als een interactieve pdf waarbij de gebruiker aan de hand van de gebruikersvragen door de handleiding wordt geleid. Elke vraag kent een vast format: een korte introductie op de vraag, een stappenplan waarmee de gebruiker zelf aan de slag kan en eventuele achtergrondinformatie (zie nevenstaande leeswijzer). Via de home button links onder komt u steeds terug op deze pagina.

Aan de slag!

Selecteer via de gekleurde knoppen rechts welke gebruiker u bent om door dit klikbare document te navigeren.

Klik hier!



Gemeente – sociaal domein



Gemeente – fysiek domein



Woningbouw – beleid

Leeswijzer

Op elke pagina staat één van de gebruikersvragen centraal. Per vraag geven we een korte introductie, reiken we een stappenplan aan waarmee de gebruiker zelf aan de slag kan en linken we naar eventuele achtergrondinformatie. Via het blok linksonder klikt u eenvoudig door naar andere vragen binnen de gebruikersgroep. Wilt u een andere gebruikersgroep selecteren? Klik dan op de home button om terug te keren naar deze pagina. Via de gekleurde knoppen in de onderste balk selecteert u dan eenvoudig een andere gebruiker.



Gemeente – sociaal domein

Klik op een van de vragen

- ? [Waarom moet ik aan de slag met hittestress in het sociale domein?](#)
- ? [Waar in mijn gemeente bevinden zich kwetsbare gebruikers?](#)
- ? [Hoe kan ik de woonsituatie van de meest kwetsbare beoordelen?](#)
- ? [Hoe bepaal ik waar de urgentie het grootst is?](#)
- ? [Wat is mijn handelingsperspectief?](#)



Waarom aan de slag met hittestress in het sociale domein?

Hittestress is een term die wordt gebruikt om de negatieve effecten van extreme hitte op mens, dier en omgeving te beschrijven. Het treedt op wanneer het menselijk lichaam, of andere levende organismen, niet in staat zijn om voldoende af te koelen en de lichaamstemperatuur op een gezond niveau te houden. Hoge temperaturen, gecombineerd met hoge luchtvochtigheid, kunnen leiden tot verschillende gezondheidsproblemen, zoals hitte-uitputting, hittekrampen en hitteberoertes. Symptomen van hittestress zijn onder andere vermoeidheid, duizeligheid, hoofdpijn, misselijkheid en uitdroging. Naast de directe effecten op de gezondheid, kan hittestress ook leiden tot een verminderde productiviteit, verminderde concentratie en verstoring van het slaappatroon. Het kan ook schadelijke gevolgen hebben voor het milieu, zoals het uitdrogen van vegetatie, het verminderen van waterkwaliteit en het verhogen van de luchtverontreiniging. Hittestress is een steeds groter probleem, met name in stedelijke gebieden, als gevolg van klimaatverandering en verstedelijking. Het is daarom belangrijk om maatregelen te nemen om hittestress te voorkomen en te verminderen, zoals het creëren van groene ruimtes, het verminderen van verharding en het implementeren van hittebestendige ontwerpprincipes. Naast deze fysieke maatregelen is ook belangrijke vanuit het sociale domein actie te ondernemen (zie kader). Wat uw als beleidsmedewerker in het sociale domein kunt doen leest u onder handelingsperspectief.

- ? [Waarom moet ik aan de slag met hittestress in het sociale domein?](#)
- ? [Waar in mijn gemeente bevinden zich kwetsbare gebruikers?](#)
- ? [Hoe kan ik de woonsituatie van de meest kwetsbare beoordelen?](#)
- ? [Hoe bepaal ik waar de urgentie het grootst is?](#)
- ? [Wat is mijn handelingsperspectief?](#)



Het is belangrijk om aan de slag te gaan met het aanpakken van hittestress in het sociale domein om verschillende redenen:

- **Gezondheid en welzijn:** Hittestress kan leiden tot gezondheidsproblemen, zoals hitte-gerelateerde ziekten, uitputting en uitdroging. Het kan vooral gevaarlijk zijn voor kwetsbare groepen zoals ouderen, kinderen en mensen met chronische aandoeningen. Door het verminderen van hittestress kunnen we de gezondheid en het welzijn van mensen verbeteren.
- **Sociale rechtvaardigheid:** Hittestress treft vaak bepaalde groepen mensen harder, zoals mensen in arme wijken met beperkte toegang tot groene ruimtes en kwalitatieve huisvesting. Door hittestress aan te pakken in het sociale domein, kunnen we bijdragen aan meer sociale rechtvaardigheid en gelijke kansen voor alle bewoners.
- **Leefbaarheid van buurten:** Hoge temperaturen kunnen de leefbaarheid van buurten negatief beïnvloeden. Mensen kunnen minder buitenactiviteiten ondernemen, openbare ruimtes worden minder aantrekkelijk en het sociale leven kan verminderen. Door het verminderen van hittestress kunnen we de leefbaarheid van buurten verbeteren en aantrekkelijke en comfortabele omgevingen creëren.
- **Gemeenschapsofbouw:** Het aanpakken van hittestress in het sociale domein kan bijdragen aan het versterken van gemeenschappen. Door gezamenlijke inspanningen, zoals het vergroenen van buurten, het creëren van schaduwrijke plekken en het organiseren van buurtactiviteiten, kunnen mensen samenwerken en de banden binnen de gemeenschap versterken.

Kortom, het aanpakken van hittestress in het sociale domein heeft positieve effecten op de gezondheid, sociale rechtvaardigheid, leefbaarheid en gemeenschapsofbouw.



Waar in de gemeente bevinden zich kwetsbare gebruikers?

Om te kunnen omgaan met hittestress wordt vaak als eerste gedacht aan aanpassingen van de woning of de omgeving. Er zijn echter tal van persoonsgebonden factoren die bepalen in welke mate mensen last hebben van hitte. De mate waarin iemand last heeft van hitte wordt bepaald door zijn fysieke, psychische en sociale gezondheid. De grootste groep mensen met een verhoogd risico op problemen zijn oudere mensen met een broze gezondheid. Hiervan zijn kaarten beschikbaar in de [VZInfo Buurtatlas](#). Daarnaast zijn nog er nog meer bevolkingsgroepen die potentieel kwetsbaar zijn in een periode van hittestress. Dat zijn bijvoorbeeld zuigelingen, (chronisch) zieken en mensen die specifieke medicatie gebruiken. In het algemeen kun je zeggen dat, in tijden van (langdurige) hitte, de vochthuishouding sneller verstoord wordt bij mensen die tot deze groepen behoren.

Vanwege privacy kunnen we niet precies aangeven in welke woning iemand woont die kwetsbaar is voor hitte. We kunnen echter wel een schatting maken waar relatief veel kwetsbare ouderen wonen. Daarbij kunnen we de broze gezondheid uitsplitsen in een fysieke, een psychologische en een sociale component. Als iemand een goed sociaal netwerk heeft, kan het zijn dat zo iemand vanuit sociaal perspectief niet broos is, maar vanuit lichamelijk of psychologisch perspectief wel. De kaart biedt een eerste beeld van risicogebieden: buurten waar het percentage mensen in kwetsbare groepen hoger is dan in andere buurten. Doorloop de hiernaast benoemde stappen om te komen tot een inzicht van kwetsbare groepen in jouw gemeente of in een specifieke buurt.

- ? [Waarom moet ik aan de slag met hittestress in het sociale domein?](#)
- ? [Waar in mijn gemeente bevinden zich kwetsbare gebruikers?](#)
- ? [Hoe kan ik de woonsituatie van de meest kwetsbare beoordelen?](#)
- ? [Hoe bepaal ik waar de urgentie het grootst is?](#)
- ? [Wat is mijn handelingsperspectief?](#)

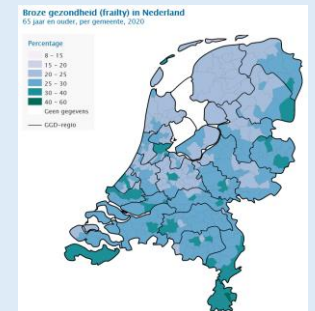
De Broosheidsindex

Broosheid is een vaak voorkomend syndroom bij ouderen. Het verwijst naar een toenemende kwetsbaarheid doordat er sprake is van een verminderde 'reservecapaciteit'. Daardoor kunnen kleine kwalen of, normaal gesproken, onschuldige incidenten, zoals een toevallige valpartij, eenvoudig uitgroeien tot grote gezondheidsproblemen. Broosheid is een veelomvattend concept van sociale, fysieke, psychologische en omgevingsfactoren en verstoort het fysiologische evenwicht van een persoon. Het verouderde lichaam regenereert niet goed en het verslechtingsmechanisme richt zich specifiek op spieren, botten, de circulatie van lichaamsvloeistoffen, evenals de hormoon- en immuunsystemen.

Om een landsdekkend beeld te krijgen is de door [Kleinenberg-Talsma et al.](#) voorgestelde broosheidsindex op buurtniveau berekend. De broosheidsindex kan gebruikt worden om gebieden aan te wijzen waar relatief veel kwetsbare ouderen wonen.

Stappen voor het bepalen van kwetsbare gebruikers

1. Doorloop bijlage '[overzicht kwetsbare groepen](#)' om te bepalen met welke kwetsbare groepen je rekening moet houden in je project.
2. Raadpleeg ook [GGD leefomgeving](#), de website van alle GGD's in Nederland waarop publieksinformatie staat over hitte en gezondheid.
3. Maak duidelijk wat het inzicht in kwetsbare gebruikers praktisch betekent voor het beschermen van bewoners tegen hitte:
 - ❑ ...is er voor de type gebruikers (zoals geselecteerd met de flowchart) een aparte of gezamenlijke aanpak nodig in het project?
 - ❑ ...definieer van elk type kwetsbare gebruikers de praktische hulpmiddelen (aan het gebouw, in de omgeving, bepaalde voorzieningen, netwerk opbouwen) die nodig zijn om hen te beschermen tegen hitte.
 - ❑ ...verwerk de praktische maatregelen in je project zover dat mogelijk is (in ontwerp, in beleid, een samenwerkingsverband, aanstellen van verantwoordelijke individuen), of leg vast wanneer deze maatregelen dan wel meegenomen dienen te worden in een later stadium en leg verantwoording bij de betreffende personen.



Hoe kan ik de woonsituatie van de meest kwetsbare beoordelen?

Aan de hand van modelsimulaties is onderzocht welke factoren bepalen hoeveel welke type woning wel of niet opwarmt tijdens (langdurige) warme periodes. Op basis hiervan is een hittelabel ontwikkeld. Het label geeft voor een zelf in te vullen combinatie van woningeigenschappen aan of het risico op oververhitting groot of klein is. Verkoelende maatregelen of kenmerken (zoals de aanwezigheid van een buitenzonwering) zijn positief voor de labelling, terwijl de aanwezigheid van veel glas negatief is. Door alle eigenschappen in te vullen, volgt er een beoordeling of label. Het hittelabel geeft een inschatting van de gecombineerde bijdrage van verschillende factoren op oververhitting. Zodra u weet waar zich de meeste kwetsbare doelgroepen in uw gemeente bevinden kunt u op basis van de gebouwkenmerken de woonsituatie van deze doelgroepen beoordelen en bepalen welke maatregelen effectief zijn. Wanneer de betreffende woningen in bezit zijn van een woningbouwcorporatie is het raadzaam hierover in gesprek te gaan en waar nodig prestatieafspraken te maken. Bij particulier eigendom kan de gemeente (gericht) subsidies verstrekken of voorlichtingen geven.

- ? [Waarom moet ik aan de slag met hittestress in het sociale domein?](#)
- ? [Waar in mijn gemeente bevinden zich kwetsbare gebruikers?](#)
- ? [Hoe kan ik de woonsituatie van de meest kwetsbare beoordelen?](#)
- ? [Hoe bepaal ik waar de urgentie het grootst is?](#)
- ? [Wat is mijn handelingsperspectief?](#)

Indicatoren

Welk label een woning krijgt hangt af van 3 indicatoren:

- Een lange termijn indicator: Adaptieve Temperatuur Grenswaarde (ATG);
- Een (tijdsgebonden) korte termijn indicator: Night Degree Hour (NDH);
- Een korte termijn (of extremen) indicator: maximale dagtemperatuur;

Meer informatie

- 📄 [Methodiek hittelabel](#)

Stappenplan Hittelabel

1. Het hittelabel is via [deze](#) link te downloaden.
2. In het tabblad **invulmenu** kunt u de woningeigenschappen invoeren. Een uitgebreide toelichting op de woningeigenschappen vindt u in [hier](#):
 1. Type woning (rijwoning, appartement enkelzijdig of doorzon appartement)
 2. Oriëntatie van voorzijde woning
 3. Glasoppervlak op de gevel (gemiddeld genomen)
 4. Type zonwering
 5. Normaal of zonwerend glas
 6. Woningisolatie (goed, matig, slecht)
3. Vervolgens krijgt u het label te zien voor uw woning, en welke aanvullende maatregelen voor deze woning genomen kunnen worden om het label te verhogen.

Let op: het label is gebaseerd op de beste natuurlijke ventilatievariant van deze woning. Het is daarom voor de bewoner(s) belangrijk om ook op deze wijze te kunnen ventileren. Indien dat niet mogelijk is moeten er aanvullende maatregelen worden getroffen.

Advies: wij adviseren kwetsbare ouderen zoveel als mogelijk in een label A woning te huisvesten. Bij label A is het risico op oververhitting van de woning het laagste. Voor gezonde mensen is label B acceptabel



Hoe bepaal ik waar de urgentie het grootst is?

Van de verschillende onderzoeken die we het afgelopen jaar hebben gedaan naar hitte weten we welke factoren bepalend zijn voor het optreden van hittestress in de verschillende domeinen: gebied, gebouw en gebruiker. Door deze te combineren kan de urgentie worden bepaald. Door de veelheid van indicatoren, verschillen in detail- en schaalniveau en het ontbreken van onderbouwde drempelwaarden en maatgevende temperaturen is dit echter niet eenvoudig. Om toch een poging te doen hebben we een stroomschema ontwikkeld met de belangrijkste indicatoren. Dit schema is geografisch vertaald naar een kaart op buurniveau. Zo is duidelijk waar in uw gemeente de urgentie het grootst is. Deze informatie is bijvoorbeeld relevant als u een code rood oefening (zie [handelingsperspectief](#)) wilt organiseren. Door ook het schema te doorlopen ontstaat inzicht in de factoren die bepalend zijn voor de urgentie en kan op basis van gebouwspecifieke informatie meer inzicht op detailniveau verkregen worden.

In het stappenplan leest u welke indicatoren en grenswaarden gehanteerd worden in de beslisboom. De beslisboom zelf en het script voor het maken van de urgentiekaart vindt u onder meer informatie.

- ? [Waarom moet ik aan de slag met hittestress in het sociale domein?](#)
- ? [Waar in mijn gemeente bevinden zich kwetsbare gebruikers?](#)
- ? [Hoe kan ik de woonsituatie van de meest kwetsbare beoordelen?](#)
- ? [Hoe bepaal ik waar de urgentie het grootst is?](#)
- ? [Wat is mijn handelingsperspectief?](#)

Meer informatie

- ① [Overzicht gebouweigenschappen](#)
- ① [Maatregelenoverzicht](#)
- ① [Maatregelen factsheets](#)
- ① [Beslisboom gecombineerde urgentie](#)
- ① [Script gecombineerde urgentiekaart](#)

Stappenplan gecombineerde urgentie

De beslisboom gecombineerde urgentie is opgebouwd uit vier indicatoren vanuit de domein gebied, gebouw en gezondheid. Voor elke indicator is een grenswaarde bepaald die een indicatie geeft van de urgentie.



Het % broze mensen in de wijk of buurt. Als dit percentage hoger is dan 30% wonen er relatief veel kwetsbare in deze wijk/buurt en is de urgentie hoger.



De gemiddelde schaduwfractie op gebouwen in de wijk of buurt. Als dit percentage lager is dan 40% is de kans op kans op opwarming van de woning groter en daarmee de urgentie hoger.



Als de gevoelstemperatuur in de wijk of buurt gemiddeld tussen de 35-41 graden is kans dat mensen hittestress ervaren groot. Als meer dan 70% van de buurt of wijk in deze temperatuur range zit hebben bewoners weinig mogelijkheden om verkoeling buitenshuis te zoeken. De urgentie is daarmee hoger.



Groen in de wijk of buurt zorgt voor verdamping en schaduw en kan daarmee de luchttemperatuur zowel 's nachts als overdag verlagen. Meer groen betekent bovendien dat mensen meer mogelijkheden hebben voor het zoeken van verkoeling. Als het percentage groen in de buurt of wijk lager is dan 30 procent is de urgentie hoger.

Onder meer informatie vindt u de link naar het de beslisboom en het script om zelf op basis van de indicatoren een kaart samen te stellen en zo te bepalen in welke wijken of buurten de urgentie het grootst is.



Wat is mijn handelingsperspectief?

Naast maatregelen aan gebouwen en de openbare ruimte is het belangrijk met name kwetsbare groepen te beschermen tegen hittestress. Met de [broosheidindex](#) krijgt u meer inzicht in waar zich in uw gemeente kwetsbare groepen bevinden. Het [hitte label](#) helpt u vervolgens om de woonsituatie van de kwetsbare groep te beoordelen. Met de [hitte urgentiekaart](#) worden gebied, gebouw en gebruiker gecombineerd en kunt u bepalen waar u als eerste aan de slag moet. Daarnaast is het waardevol om de [Menukaart Hitte](#) te bekijken van het RVO, welke een beknopt overzicht geeft van mogelijk te nemen maatregelen voor gemeenten op o.a. het niveau van de gebruiker.

Als beleidsmedewerker sociaal domein kunt u daarnaast een [lokaal hitteplan](#) en [Code Rood Strategie](#) opstellen. Een lokaal hitteplan is een aanvulling op het Nationaal Hitteplan en bevat afspraken over verantwoordelijkheden en maatregelen bij een periode van hitte. Met een lokaal hitteplan is een gemeente samen met betrokken partijen beter voorbereid op een periode van hitte. Het plan richt zich op de voor hitte meest kwetsbare mensen en op het functioneren van individuele verzorgers, professionals, zorginstellingen en maatschappelijke organisaties tijdens perioden van hitte. Het document helpt professionals bij het verkrijgen van achtergrondinformatie en bij de uitvoering van hun rol tijdens een hitteperiode. Volg nevenstaande stappen om zelf aan de slag te gaan met een lokaal hitteplan.

- ? [Waarom moet ik aan de slag met hittestress in het sociale domein?](#)
- ? [Waar in mijn gemeente bevinden zich kwetsbare gebruikers?](#)
- ? [Hoe kan ik de woonsituatie van de meest kwetsbare beoordelen?](#)
- ? [Hoe bepaal ik waar de urgentie het grootst is?](#)
- ? [Wat is mijn handelingsperspectief?](#)

Code Rood Strategie

Een Code Rood situatie is een maatschappij ontwrichtende situatie. Het besluit om tot Code Rood over te gaan wordt door meerdere factoren bepaald. Dag- en nachttemperatuur, luchtvochtigheid, lengte van de hitte perioden en verwachte impact op de samenleving. Aanname is dat Code Rood in de buurt van 38-40 graden aan de orde is. KNMI en het RIVM bepalen dit uiteindelijk.

Een aantal gemeenten is reeds bezig om een gemeentelijke strategie voor Code Rood te ontwikkelen. Zo'n strategie is een aanvulling op het lokale hitteplan beschrijft welke maatregelen de gemeente kan nemen om de gezondheidsimpact van een Code Rood situatie zoveel mogelijk te beperken, en welke voorbereiding daarvoor nodig is. Het richt zich met name op thuiswonende ouderen, het openstellen van gekoelde locaties en de rol van lokale publieke en maatschappelijke organisaties. Net als bij andere crisissituatie is het verstandig een dergelijke situatie te oefenen (een zogenaamde code rood oefening).

Stappenplan lokaal hitteplan

Het lokaal hitteplan is een uitwerking van het nationaal hitteplan.

Formuleer de doelstellingen van het lokaal hitteplan, denk hierbij aan:

- Het voorkomen, beperken en aanpakken van hitte gerelateerde gezondheids- en welzijnsproblemen, ziekte en sterfte
- het bevorderen van zelfredzaamheid en samenredzaamheid.
- Het beschrijven van rollen en taken voor gemeente, GGD en andere lokale (maatschappelijke) organisaties op het moment dat het Nationaal Hitteplan wordt geactiveerd,
- Het bieden van een platform voor kennis- en ervaringsuitwisseling van betrokken lokale organisaties,
- Het bieden van concrete maatregelen die gezondheidsrisico's beperken op de juiste tijd en plaats en passend bij de verschillende doelgroepen.

Bepaal welke collega's u wilt betrekken bij het opstellen van het hitteplan. Denk hierbij aan collega's van zowel het sociale als fysieke domein, zoals beleidsmedewerker klimaat, ouderen, zorg, onderwijs, relatiebeheerder woningbouwcorporaties, groenbeheer en klimaatbeleid.

Organiseer een kick-off waarin u uw collega's informeert over de aanleiding en het doel en gezamenlijk de doelgroepen en stakeholders bepaalt.

Organiseer een werksessie met de betrokken stakeholders waarin u de volgende onderwerpen agendeert:

- Formuleren gezamenlijke doelstelling
- Evalueren hoe er tijdens eerdere hete periode is gehandeld
- Leerpunten uit evaluatie vertalen naar concrete acties
- Bepalen van verantwoordelijkheden: welke partij is wanneer in de lead?

Leg de resultaten vast in een lokaal hitteplan en deel dit met alle betrokken. Gebruik ook aanvullende kaartmateriaal om kwetsbare gebieden te duiden. Meer informatie hierover vindt u in deze handreiking.

Update het hitteplan elk jaar:

- Zomer: activeren en uitvoeren
- Herfst: evalueren
- Winter: update en ontwikkelen
- Lente: voorbereiden



Gemeente – fysiek domein

Klik op een van de vragen

- ? [Waarom moet ik aan de slag met hittestress in het fysieke domein?](#)
- ? [Waar in mijn gemeente zijn gebieden kwetsbaar voor hittestress?](#)
- ? [Waar in mijn gemeente zijn gebouwen kwetsbaar voor hittestress?](#)
- ? [Hoe bepaal ik welke gebouwen in mijn gemeente kwetsbaar zijn voor hittestress?](#)
- ? [Wanneer is een woning te heet?](#)
- ? [Hoe bepaal ik waar de urgentie het grootst is?](#)
- ? [Wat is mijn handelingsperspectief?](#)

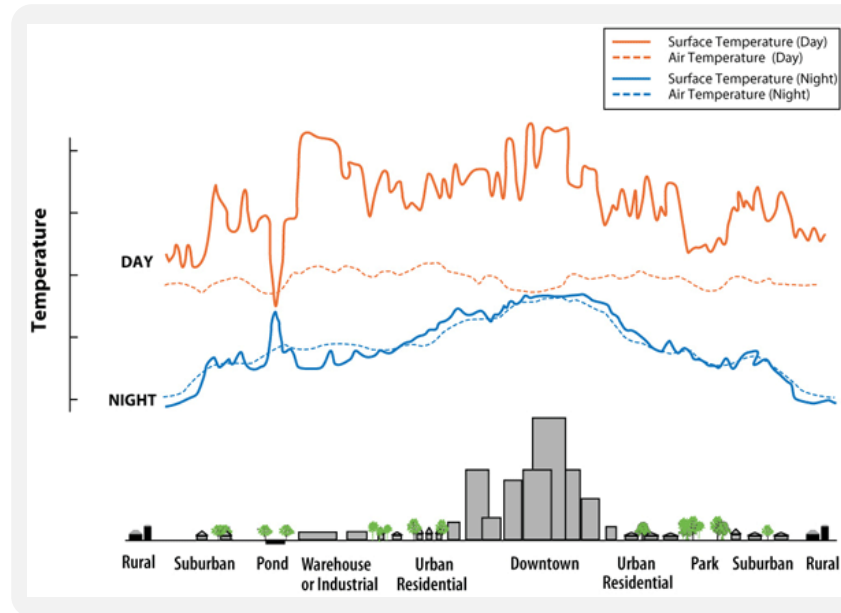


Waarom aan de slag met hittestress in het fysieke domein?

Stedelijke gebieden warmen overdag vaak veel meer op dan het buitengebied en 's nachts daalt de temperatuur minder. Dit noemen we het Urban Heat Island effect en wordt veroorzaakt door de absorptie en het vasthouden van warmte door de bebouwing, wegen, betonnen oppervlakken en gebrek aan vegetatie in steden. Het urban heat island effect heeft verschillende gevolgen, waaronder een verhoogd risico op hittegerelateerde gezondheidsproblemen, een hogere energievraag voor koeling van gebouwen, een verminderde luchtkwaliteit en een verstoring van het lokale ecosysteem. Het kan ook de leefbaarheid van steden beïnvloeden, met name voor kwetsbare groepen zoals ouderen, kinderen en mensen met gezondheidsproblemen.

Om het urban heat island effect te verminderen, kunnen gemeenten maatregelen nemen in het fysieke domein. Denk hierbij aan het vergroenen van stedelijke gebieden met bomen en vegetatie, het bevorderen van groene daken en gevels, het verminderen van verharding, het verbeteren van de luchtstroming en het implementeren van hittebestendige ontwerpprincipes. Meer informatie over maatregelen vindt u onder handelingsperspectief.

- ? [Waarom moet ik aan de slag met hittestress in het fysieke domein?](#)
- ? [Waar in mijn gemeente zijn gebieden kwetsbaar voor hittestress?](#)
- ? [Waar in mijn gemeente zijn gebouwen kwetsbaar voor hittestress?](#)
- ? [Hoe bepaal ik welke gebouwen in mijn gemeente kwetsbaar zijn voor hittestress?](#)
- ? [Wanneer is een woning te heet?](#)
- ? [Hoe bepaal ik waar de urgentie het grootst is?](#)
- ? [Wat is mijn handelingsperspectief?](#)



Urban Heat Island effect

Het Urban Heat Island (UHI) effect verwijst naar het fenomeen waarbij stedelijke gebieden warmer zijn dan de omliggende landelijke gebieden. Dit temperatuurverschil wordt veroorzaakt door verschillende factoren:

- **Bebouwing en verharde oppervlakken:** In steden zijn er veel gebouwen, wegen en betonnen oppervlakken die warmte absorberen en vasthouden. Deze materialen hebben een hogere warmtecapaciteit dan natuurlijke oppervlakken, waardoor ze overdag meer warmte opnemen en 's nachts langzamer afkoelen.
- **Verminderde vegetatie:** Stedelijke gebieden hebben vaak minder vegetatie, zoals bomen en planten, in vergelijking met landelijke gebieden. Vegetatie speelt een belangrijke rol bij het afkoelen van de omgeving door middel van schaduw en verdamping. Het gebrek aan groen in steden resulteert in minder verkoeling en een hogere temperatuur.
- **Beperkte luchtstroming:** Door de aanwezigheid van hoge gebouwen en smalle straten is er in stedelijke gebieden vaak sprake van beperkte luchtstroming. Dit belemmert de afvoer van warme lucht en verhindert de aanvoer van koele lucht, waardoor de temperatuur stijgt.
- **Menselijke activiteiten:** Menselijke activiteiten zoals industriële processen, het gebruik van airconditioning en het verbranden van fossiele brandstoffen dragen ook bij aan het UHI-effect. Deze activiteiten genereren warmte die bijdraagt aan de opwarming van stedelijke gebieden.

Al deze factoren samen zorgen ervoor dat stedelijke gebieden een hogere temperatuur behouden tijdens de nacht. Dit bemoeilijkt nachtelijk ventileren van woningen wat resulteert in een verhoogd risico op hittegerelateerde gezondheidsproblemen en een verminderd comfort voor de inwoners van deze gebieden.

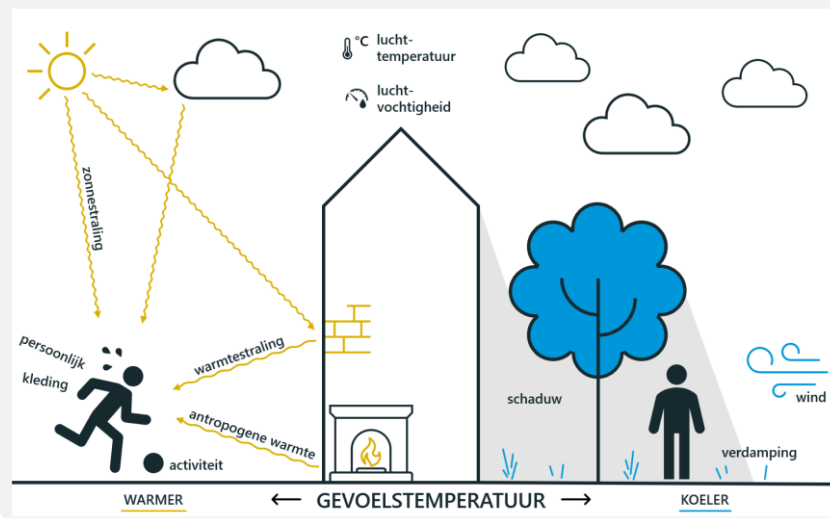


Waar in mijn gemeente zijn gebieden kwetsbaar voor hittestress?

De buitentemperatuur heeft veel invloed op de temperatuur van de woning. Door een hogere omgevingstemperatuur warmt (met een name een slecht geïsoleerde woning) overdag sneller op en een hoge buitentemperatuur zorgt er 's nachts voor dat nachtventilatie minder effectief is. Uit de simulaties volgt een groot effect van het hitte-eilandeffect. Volgens de simulaties voldoen zonder het hitte-eilandeffect bijna alle woningen aan de GTO-eis, die ook voor nieuwbouw wordt gebruikt. Met een hitte-eilandeffect van drie graden (in de nacht) voldoen de meeste woningen hier niet meer aan. Omdat de buitenluchttemperatuur de effectiviteit van nachtventilatie beïnvloedt, zijn de kaart met het stedelijk hitte-eilandeffect gecombineerd met het aantal hete nachten bruikbaar om te bepalen welke gebieden in uw gemeente het meest kwetsbaar zijn voor hittestress. Voor overdag is de PET kaart (gevoelstemperatuur) en de kaart met de afstand tot koele plekken interessant. De kaarten worden in nevenstaande kader besproken. Met de gecombineerde gebied-gebouw-gebruiker kaart kunt u de gebieden met de grootste urgentie bepalen. Om de gemiddelde temperatuur in steden omlaag te halen is vergroening in het algemeen de meest effectieve maatregel. Met 10 procentpunt meer groen neemt de luchttemperatuur met grofweg 0.5 °C af. Daarnaast bieden bomen schaduw en beperken ze directe zonnestraling. Meer hierover vindt u onder handelingsperspectief.

- ? [Waarom moet ik aan de slag met hittestress in het fysieke domein?](#)
- ? [Waar in mijn gemeente zijn gebieden kwetsbaar voor hittestress?](#)
- ? [Waar in mijn gemeente zijn gebouwen kwetsbaar voor hittestress?](#)
- ? [Hoe bepaal ik welke gebouwen in mijn gemeente kwetsbaar zijn voor hittestress?](#)
- ? [Wanneer is een woning te heet?](#)
- ? [Hoe bepaal ik waar de urgentie het grootst is?](#)
- ? [Wat is mijn handelingsperspectief?](#)

Gevoelstemperatuur



Hittestress kaarten

Op de [klimaat-effectatlas](#) en [atlas natuurlijk kapitaal](#) zijn verschillende kaarten te vinden om te bepalen welke gebieden in uw gemeente het meest kwetsbaar zijn:

Stedelijk hitte eiland effect: De kaart toont het gemiddelde temperatuurverschil tussen de stad en het platteland in graden Celsius (°C), gemeten in de zomermaanden juni, juli en augustus. De kaart geeft een voorspelling van het stedelijk hitte eiland effect weer op basis van verschillende onderliggende kaartgegevens: bevolkingsdichtheid, windsnelheid, hoeveelheid groen, water en verharding. Om de kaart uitgaat van gemiddelden blijft het verschil beperkt tot 3 graden. Op sommige zomerse dagen kan het verschil wel oplopen tot 7 of 8 graden Celsius.

Hete nachten: er is nog geen goede onderbouwde methode om het aantal weerstations gegevens te combineren met het UHI effect tot een nachthittekaart. Om toch een indicatie te krijgen krijgen kan de [kaart Hittestress door warme nachten](#) geraadpleegd worden. De kaart toont het aantal tropische nachten voor stedelijk gebied. Bij de ontwikkeling van deze landelijke kaart zijn temperatuurmetingen uit één plaats (Rotterdam) gebruikt om het stedelijk hitte-eilandeffect en het aantal hete nachten in stedelijk gebied in te schatten.

Gevoelstemperatuur: De kaart toont de gemiddelde gevoelstemperatuur in °C voor het tijdvak van 12:00-18:00 lokale tijd voor een hete zomerdag. De gevoelstemperatuur is een combinatie van luchttemperatuur, luchtvochtigheid, wind en straling en geeft hiermee aan hoe de temperatuur wordt ervaren.

Afstand tot koele: de kaart toont hoe ver elke pand verwijderd ligt van een koele plek. Voor iedereen is het belangrijk om tijdens hittegolven verkoeling te kunnen vinden op een koele plek. Dat is niet alleen prettig, maar ook beter voor de gezondheid. Dat laatste geldt vooral voor kwetsbare mensen, zoals ouderen en kinderen, omdat zij minder goed tegen hitte kunnen. Verder zijn koele plekken extra waardevol in stedelijk gebied, omdat het daar in de zomer vaak warmer is dan in de omliggende landelijke gebieden.



Waar in mijn gemeente zijn gebouwen kwetsbaar voor hittestress?

Een van de factoren die bepaalt of een gebouw kwetsbaar is voor hitte is de mate waarin zon in het gebouw kan vallen. Binnen het NKWK onderzoek is daarom een methode ontwikkeld waarmee de schaduw op gebouwen op kaart wordt gezet. De schaduw wordt veroorzaakt door omgevingskenmerken zoals gebouwen of bomen. Hoe meer een gevel in de schaduw ligt, hoe kleiner de kans op de oververhitting in de woningen. Op de hoeveelheid schaduw zijn ook het moment op de dag en de oriëntatie van het pand van invloed. Om hier rekening mee te houden is de schaduw op drie tijdstippen berekend waarin de zonhoek en zonhoogte varieert. Het stappenplan in de bijlage beschrijft hoe gemeenten zelf zo'n kaart kunnen maken.

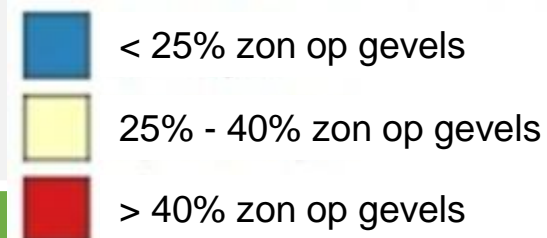
Naast zoninval zijn er ook andere gebouwfactoren onderzocht met simulaties en een literatuurstudie. Denk hierbij aan bouwmaterialen, isolatie, verkoelingsmogelijkheden en zonwering die bepalen op het gebouw kwetsbaar is. Op basis hiervan overzicht gemaakt met welke maatregelen wel of niet geschikt zijn. Meer informatie vindt u via onderstaande links.

- ? [Waarom moet ik aan de slag met hittestress in het fysieke domein?](#)
- ? [Waar in mijn gemeente zijn gebieden kwetsbaar voor hittestress?](#)
- ? [Waar in mijn gemeente zijn gebouwen kwetsbaar voor hittestress?](#)
- ? [Hoe bepaal ik welke gebouwen in mijn gemeente kwetsbaar zijn voor hittestress?](#)
- ? [Wanneer is een woning te heet?](#)
- ? [Hoe bepaal ik waar de urgentie het grootst is?](#)
- ? [Wat is mijn handelingsperspectief?](#)

Meer informatie

- 1 Overzichtstabel met factoren die volgens de literatuurstudie en simulaties de hitte in de woning verergeren of juist beperken.
- 1 Hittelabel dat op basis van verschillende factoren met een 'score' aangeeft hoe gevoelig een rijtjeswoning of appartementenwoning is voor hitte.
- 1 Een overzicht van maatregelen die juist wel of niet aan te bevelen zijn.
- 1 Factsheets met informatie over maatregelen op gebieds-, gebouw of gebruikersniveau en achtergrondinformatie over de maatregelen zoals de definitie, het effect op hitte in de woning en de kosten.

Schaduw op gebouwenkaart



Wanneer is een woning te heet?

Sinds 1 januari 2021 is er vanuit de landelijke regelgeving een grenswaarde aan oververhitting van woningen gesteld. Alle nieuwe en gerenoveerde woningen moeten sindsdien aan $GTO < 450$ voldoen. Met behulp van een simulatieprogramma moet aangetoond worden dat het risico op oververhitting (Gewogen TemperatuurOverschrijding) per ruimte onder de 450 uur blijft.

Voor dit onderzoek is het ook van belang in hoeverre bewoners risico lopen op hittestress. Er is geen eenduidige manier om dit te kwantificeren. Duidelijk is dat het van belang is hoe lang de warmte duurt, hoe warm het is en in hoeverre het 's nachts afkoelt. Met behulp van deze gegevens is het [hittelabel](#) samengesteld. Voor het hoogste label, het label dat geschikt is voor kwetsbare bewoners, gelden de strengste grenswaarden. Voor het bepalen van een hittelabel kan het hiernaast vernoemde stappenplan gebruikt worden.

- ? [Waarom moet ik aan de slag met hittestress in het fysieke domein?](#)
- ? [Waar in mijn gemeente zijn gebieden kwetsbaar voor hittestress?](#)
- ? [Waar in mijn gemeente zijn gebouwen kwetsbaar voor hittestress?](#)
- ? [Hoe bepaal ik welke gebouwen in mijn gemeente kwetsbaar zijn voor hittestress?](#)
- ? [Wanneer is een woning te heet?](#)
- ? [Hoe bepaal ik waar de urgentie het grootst is?](#)
- ? [Wat is mijn handelingsperspectief?](#)

Meer informatie

Wanneer is een woning te heet?

Over het algemeen is er geen eenduidig antwoord op deze vraag. Uit onderzoek blijkt dat mensen zich goed kunnen aanpassen aan de temperatuur, door andere kleding aan te trekken, ramen te openen en simpelweg te adapteren. Ook is er nog verschil tussen hoe verschillende mensen dezelfde temperatuur ervaren. Echter, er zijn wat temperatuurgrenswaarden die meermaals terugkomen in verschillende regelgeving:

- Maximale temperatuur overdag 7:00 – 21:00 uur is 30°C
- Maximale temperatuur 's nachts 22:00 – 6:00 uur is 26°C

Stappenplan Hittelabel

Het hittelabel is via [deze link](#) te downloaden.

In het tabblad invulmenu kunt u de woningeigenschappen invoeren. Een uitgebreide toelichting op de woningeigenschappen vindt u in hier:

1. Type woning (rijwoning, appartement enkelzijdig of doorzon appartement)
2. Oriëntatie van voorzijde woning
3. Glasoppervlak op de gevel (gemiddeld genomen)
4. Type zonwering
5. Normaal of zonwerend glas
6. Woningisolatie (goed, matig, slecht)

Vervolgens krijgt u het label te zien voor uw woning, en welke aanvullende maatregelen voor deze woning genomen kunnen worden om het label te verhogen.

Let op: het label is gebaseerd op de beste natuurlijke ventilatievariant van deze woning. Het is daarom voor de bewoner(s) belangrijk om ook op deze wijze te kunnen ventileren. Indien dat niet mogelijk is moeten er aanvullende maatregelen worden getroffen.

Advies: wij adviseren kwetsbare ouderen zoveel als mogelijk in een label A woning te huisvesten. Bij label A is het risico op oververhitting van de woning het laagste. Voor gezonde mensen is label B acceptabel



Hoe bepaal ik waar de urgentie het grootst is?

Van de verschillende onderzoeken die we het afgelopen jaar hebben gedaan naar hitte weten we welke factoren bepalend zijn voor het optreden van hittestress in de verschillende domeinen: gebied, gebouw en gezondheid. Door deze te combineren kan de urgentie worden bepaald. Door de veelheid van indicatoren, verschillen in detail- en schaalniveau en het ontbreken van onderbouwde drempelwaarden en maatgevende temperaturen is dit echter niet eenvoudig. Om toch een poging te doen hebben we een beslisboom ontwikkeld met de belangrijkste indicatoren. De beslisboom kan geografisch vertaald worden naar een kaart op buurtniveau. Zo is duidelijk waar in uw gemeente de urgentie het grootst is en waar u maatregelen kunt nemen. Deze informatie is bijvoorbeeld relevant voor uw vergroeningstrategie.

In het stappenplan leest u welke indicatoren en grenswaarden gehanteerd worden in de beslisboom. De beslisboom zelf en het script voor het maken van de urgentiekaart vindt u onder meer informatie.

- ? [Waarom moet ik aan de slag met hittestress in het fysieke domein?](#)
- ? [Waar in mijn gemeente zijn gebieden kwetsbaar voor hittestress?](#)
- ? [Waar in mijn gemeente zijn gebouwen kwetsbaar voor hittestress?](#)
- ? [Hoe bepaal ik welke gebouwen in mijn gemeente kwetsbaar zijn voor hittestress?](#)
- ? [Wanneer is een woning te heet?](#)
- ? [Hoe bepaal ik waar de urgentie het grootst is?](#)
- ? [Wat is mijn handelingsperspectief?](#)

Meer informatie

- 1 [Overzicht gebouweigenschappen](#)
- 1 [Maatregelenoverzicht](#)
- 1 [Maatregelen factsheets](#)
- 1 [Beslisboom gecombineerde urgentie](#)
- 1 [Script gecombineerde urgentiekaart](#)

Stappenplan gecombineerde urgentie

De beslisboom gecombineerde urgentie is opgebouwd uit vier indicatoren vanuit de domein gebied, gebouw en gezondheid. Voor elke indicator is een grenswaarde bepaald die een indicatie geeft van de urgentie.



Het % broze mensen in de wijk of buurt. Als dit percentage hoger is dan 30% wonen er relatief veel kwetsbare in deze wijk/buurt en is de urgentie hoger.



De gemiddelde schaduwfractie op gebouwen in de wijk of buurt. Als dit percentage lager is dan 40% is de kans op opwarming van de woning groter en daarmee de urgentie hoger.



Als de gevoelstemperatuur in de wijk of buurt gemiddeld tussen de 35-41 graden is kans dat mensen hittestress ervaren groot. Als meer dan 70% van de buurt of wijk in deze temperatuur range zit hebben bewoners weinig mogelijkheden om verkoeling buitenshuis te zoeken. De urgentie is daarmee hoger.



Groen in de wijk of buurt zorgt voor verdamping en schaduw en kan daarmee de luchttemperatuur zowel 's nachts als overdag verlagen. Meer groen betekent bovendien dat mensen meer mogelijkheden hebben voor het zoeken van verkoeling. Als het percentage groen in de buurt of wijk lager is dan 30 procent is de urgentie hoger.

Onder meer informatie vindt u de link naar het de beslisboom en het script om zelf op basis van de indicatoren een kaart samen te stellen en zo te bepalen in welke wijken of buurten de urgentie het grootst is.

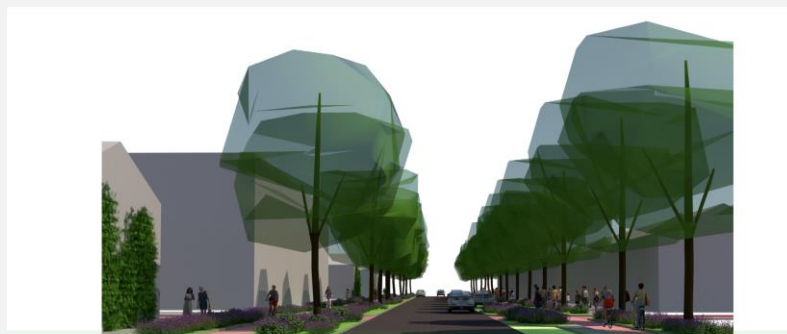


Wat is mijn handelingsperspectief?

Vanuit het fysiek domein is het belangrijk om maatregelen te nemen in de openbare ruimte die zorgen dat de omgevingstemperatuur wordt verlaagd en mensen voldoende koelte en schaduwrijk plekken in de stad op kunnen zoeken. De drie hiterichtlijnen bieden u als beleidsmedewerker fysiek domein concrete handvatten om hier invulling aan te geven (zie kader). De richtlijnen zijn door de WUR uitgewerkt in een praktische handreiking: Aantrekkelijke Koele Plekken en Routes – Basisprincipes en richtlijnen voor natuurlijke verkoeling. Naast maatregelen in de openbare ruimte kunt u ook maatregelen op privaat terrein stimuleren of reguleren. Een voorbeeld zijn initiatieven om tegels uit de tuin te halen en te vervangen door groen, zoals NK Tegelwippen of Operatie Steenbreek. Een voorbeeld van reguleren is opnemen van regels. Zo'n regel houdt bijvoorbeeld in dat de oppervlakte van alle bouwwerken en verhardingen op een perceel samen maximaal 50% van het totale perceeloppervlak mag bedragen. In plaats van percentages op te nemen voor verharding kan dit ook omgekeerd in de vorm van groen. In de regel staat dan bijvoorbeeld dat de oppervlakte aan groen ten minste 30% van het totale perceeloppervlak moet bedragen. Tot slot kunt u ook kiezen voor een samenwerkende rol en bijvoorbeeld met woningbouwcorporaties prestatie afspraken maken. Daarnaast is het waardevol om de [Menukaart Hitte](#) te bekijken van het RVO, welke een beknopt overzicht geeft van mogelijk te nemen maatregelen voor gemeenten op o.a. het niveau van de gebruiker.

- ? [Waarom moet ik aan de slag met hittestress in het fysieke domein?](#)
- ? [Waar in mijn gemeente zijn gebieden kwetsbaar voor hittestress?](#)
- ? [Waar in mijn gemeente zijn gebouwen kwetsbaar voor hittestress?](#)
- ? [Hoe bepaal ik welke gebouwen in mijn gemeente kwetsbaar zijn voor hittestress?](#)
- ? [Wanneer is een woning te heet?](#)
- ? [Hoe bepaal ik waar de urgentie het grootst is?](#)
- ? [Wat is mijn handelingsperspectief?](#)

Handreiking



Aantrekkelijke Koele Plekken & Routes

Basisprincipes en richtlijnen voor natuurlijke verkoeling

WAGENINGEN
RESEARCH & INNOVATION

Hitte richtlijnen

1. Afstand tot koelte

De hitte richtlijn met betrekking tot de afstand tot koelte benadrukt het belang van het hebben van voldoende toegang tot koele plekken tijdens periodes van hitte. Als grenswaarde voor de loopafstand wordt 300 meter gehanteerd. Uit onderzoek blijkt dat deze afstand ook voor ouderen goed te overbruggen is en het gebruik vergroot. Voor de koele plek geldt een minimale grootte van 200 m² met een gevoelstemperatuur gelijk of lager dan 35 graden PET. De plek moet bovendien goed bereikbaar, openbaar toegankelijk en als aangename verblijfsplaats zijn ingericht.

2. Percentage schaduw op loopgebieden

De richtlijn schaduw op loopgebieden waarborgt dat stedelijke functies ook op hittedagen aangenaam bereikbaar blijven. Voor deze richtlijn geldt niet 'hoe meer hoe beter'. Het is belangrijk om variatie op verblijfsplekken te creëren en niet te streven naar zoveel mogelijk schaduw. Door variatie in persoonlijke voorkeuren en de variabele weersomstandigheden in Nederland, is zonnestraling zowel in de winter als in de zomer op koele dagen vaak gewenst. Schaduw kan zowel afkomstig zijn van gebouwen als van bomen. Als streefwaarde hanteert de richtlijn we 30-40 %. Uit praktijkonderzoek blijkt dat dit haalbaar is en voldoende differentie (zon en schaduw) geeft.

3. Percentage groen per wijktype

Naast het creëren van schaduw is groen van belang om de stadstemperatuur omlaag te brengen en zo het aantal hete nachten te beperken. Omdat het daadwerkelijke verkoelende effect lastig te bepalen is en sterk afhangt van de mogelijkheden voor vergroening, gaat deze richtlijn uit van een streefpercentage groen per wijktype. Het vaststellen van een streefpercentage in beleid is belangrijk, omdat groen zo een prominentere plek krijgt in de inrichting van de buitenruimte, vergelijkbaar met de norm voor parkeren of voldoende ruimte voor kabels en leidingen.



Woningbouwcorporatie – beleid

Klik op een van
de vragen

- ? [Waarom moet ik aan de slag met hittestress in mijn huisvestingsbeleid en assetbeheer?](#)
- ? [Waar zijn mijn meest kwetsbare huurders gehuisvest?](#)
- ? [In welke gebieden zijn mijn assets kwetsbaar voor hittestress?](#)
- ? [Welke assets zijn kwetsbaar voor hittestress?](#)
- ? [Hoe bepaal ik welke assets kwetsbaar zijn voor hittestress?](#)
- ? [Welke assets zijn het meest urgent?](#)
- ? [Wat is mijn handelingsperspectief ?](#)



Waarom moet ik aan de slag met hittestress?

Hittestress kan ernstige gezondheidsproblemen veroorzaken, vooral bij kwetsbare groepen zoals ouderen, kinderen en mensen met gezondheidsproblemen. Door maatregelen te nemen kunt u als woningbouwcorporatie de leefbaarheid, het comfort en welzijn van uw huurders verbeteren. Daarnaast kan hittestress ook leiden tot hogere energiekosten, omdat huurders meer gebruik maken van airconditioning en ventilatoren om koel te blijven. Door energie-efficiënte maatregelen te nemen, zoals het isoleren van woningen en het gebruik van duurzame koelingssystemen, kunt u de energie-efficiëntie van uw woningen verbeteren en de energiekosten verlagen.

Naast het nemen van maatregelen aan woning en woonomgeving, kunt u ook in uw huisvestingsbeleid rekening houden met hittestress. Bijvoorbeeld door geen kwetsbare doelgroepen te huisvesten in woningen die snel kunnen opwarmen. Aan de hand van de broosheidindex kunt u een eerste inschatting krijgen van waar de kwetsbare doelgroepen wonen. Met de schaduw op gebouwen kaart en het hittelabel kunt u bepalen hoe gevoelig u assets zijn voor hittestress. Met de beslisboom kunt u bepalen waar op de gecombineerde urgentie van gebied-gebouw-gebruiker het grootst is.

- ? [Waarom moet ik aan de slag met hittestress in mijn huisvestingsbeleid en assetbeheer?](#)
- ? [Waar zijn mijn meest kwetsbare huurders gehuisvest?](#)
- ? [In welke gebieden zijn mijn assets kwetsbaar voor hittestress?](#)
- ? [Welke assets zijn kwetsbaar voor hittestress?](#)
- ? [Hoe bepaal ik welke assets kwetsbaar zijn voor hittestress?](#)
- ? [Welke assets zijn het meest urgent?](#)
- ? [Wat is mijn handelingsperspectief ?](#)



Een groene binnentuin in plaats van een versteend binnenplein zorgt voor verkoeling van de omgeving

Hittestress enquête woningcorporaties 2023

In 2020 werd voor het eerst een enquête over hittestress verspreid onder woningcorporaties, om te onderzoeken hoe corporaties met dit thema omgaan. In 2023 hebben Samenklimatebestendig en Aedes opnieuw een enquête verspreid onder woningcorporaties.

De belangrijkste conclusies uit het onderzoek zijn:

- Meer aandacht voor hitteproblematiek bij corporaties en ook bij de bewoners zelf
- Ondanks dat er sinds 2020 meer hitte-ervaring is opgedaan, constateren de onderzoekers een afname in de bekwaamheid en toereikende kennis bij corporaties door de complexiteit van het hittevraagstuk. Zo speelt zowel het gebied, het gebouw als de gebruiker zelf een rol bij de opwarming van de woning. Ook is het vrijwel altijd maatwerk welke hittewerende maatregelen het meest doeltreffend zijn.
- Slechts 20% van de corporaties heeft een hittebeleid. Hierbij is er, net zoals in 2020, geen eenduidige aanpak op normering, maatregelen en communicatie
- Door gebrek aan investeringsbudget en draagvlak passen corporaties slechts bij 30% van de renovatie- en onderhoudsmomenten verkoelende maatregelen toe. Maatregelen variëren van zonwering, ventilatie en vergroening
- Ondanks de toename in hitteklachten, neemt het totale corporatiebezit met zonwering neemt af sinds 2020. Zonwering leidt tot (te) hoge investerings- en onderhoudskosten en geeft onvoldoende garantie op verkoeling. De bewoner moet de zonwering immers juist gebruiken.

Waar zijn mijn meest kwetsbare huurders gehuisvest?

Om te kunnen omgaan met hittestress wordt vaak als eerste gedacht aan aanpassingen van de woning of de omgeving. Er zijn echter tal van persoonsgebonden factoren die bepalen in welke mate mensen last hebben van hitte. De mate waarin iemand last heeft van hitte wordt bepaald door zijn fysieke, psychische en sociale gezondheid. De grootste groep mensen met een verhoogd risico op problemen zijn oudere mensen met een broze gezondheid. Hiervan zijn kaarten beschikbaar in de VZInfo Buurtatlas. Daarnaast zijn nog er nog meer bevolkingsgroepen die potentieel kwetsbaar zijn in een periode van hittestress. Dat zijn bijvoorbeeld zuigelingen, (chronisch) zieken en mensen die specifieke medicatie gebruiken. In het algemeen kun je zeggen dat, in tijden van (langdurige) hitte, de vochthuishouding sneller verstoord wordt bij mensen die tot deze groepen behoren. Vanwege privacy kunnen we niet precies aangeven in welke woning iemand woont die kwetsbaar is voor hitte. We kunnen echter wel een schatting maken waar relatief veel kwetsbare ouderen wonen. Daarbij kunnen we de broze gezondheid uitsplitsen in een fysieke, een psychologische en een sociale component. Als iemand een goed sociaal netwerk heeft, kan het zijn dat zo iemand vanuit sociaal perspectief niet broos is, maar vanuit lichamelijk of psychologisch perspectief wel. De kaart biedt een eerste beeld van risicogebieden: buurten waar het percentage mensen in kwetsbare groepen hoger is dan in andere buurten. Doorloop de hiernaast benoemde stappen om te komen tot een inzicht van kwetsbare groepen in jouw gemeente of in een specifieke buurt.

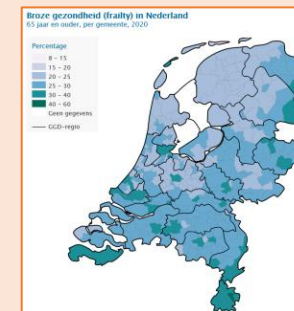
- ? [Waarom moet ik aan de slag met hittestress in mijn huisvestingsbeleid en assetbeheer?](#)
- ? [Waar zijn mijn meest kwetsbare huurders gehuisvest?](#)
- ? [In welke gebieden zijn mijn assets kwetsbaar voor hittestress?](#)
- ? [Welke assets zijn kwetsbaar voor hittestress?](#)
- ? [Hoe bepaal ik welke assets kwetsbaar zijn voor hittestress?](#)
- ? [Welke assets zijn het meest urgent?](#)
- ? [Wat is mijn handelingsperspectief?](#)

De Broosheidsindex

Broosheid is vaak voorkomend bij ouderen. Het verwijst naar een toenemende kwetsbaarheid doordat er sprake is van een verminderde 'reservecapaciteit'. Daardoor kunnen kleine kwalen of, normaal gesproken, onschuldige incidenten zoals een toevallige valpartij, eenvoudig uitgroeien tot grote gezondheidsproblemen. Broosheid is een veelomvattende term voor sociale, fysieke, psychologische en omgevingsfactoren en verstoort het fysiologische evenwicht van een persoon. Het verouderde lichaam regeneert niet goed en het verslechteringsmechanisme richt zich specifiek op spieren, botten, de circulatie van lichaamsvloeistoffen, evenals de hormoon- en immuunsystemen. Om een landelijk beeld te krijgen is de door [Kleinenberg-Talsma et al.](#) voorgestelde broosheidsindex op buurtniveau berekend. De broosheidsindex kan gebruikt worden om gebieden aan te wijzen waar relatief veel kwetsbare ouderen wonen.

Stappen voor het bepalen van kwetsbare gebruikers

1. Bekijk het overzicht om stil te staan bij verschillende kwetsbare groepen die er zijn.
 - Ouderen met een broze gezondheid
 - Chronisch zieken
 - Hoog medicatiegebruik
 - Zuigelingen
2. Doorloop de flowchart om te bepalen met welke kwetsbare groepen je rekening moet houden in je project. Ik ben van de gemeente, klik [hier](#). Ik ben een woningbouwcorporatie, klik [hier](#).
3. Maak duidelijk wat het inzicht in kwetsbare gebruikers praktisch betekent voor het beschermen van bewoners tegen hitte:
 - ...is er voor de type gebruikers (zoals geselecteerd met de flowchart) een aparte of gezamenlijke aanpak nodig in het project?
 - ...definieer van elk type kwetsbare gebruikers de praktische hulpmiddelen (aan het gebouw, in de omgeving, bepaalde voorzieningen, netwerk opbouwen) die nodig zijn om hen te beschermen tegen hitte.
 - ...verwerk de praktische maatregelen in je project zover dat mogelijk is (in ontwerp, in beleid, een samenwerkingsverband, aanstellen van verantwoordelijke individuen), of leg vast wanneer deze maatregelen dan wel meegenomen dienen te worden in een later stadium en leg verantwoording bij de betreffende personen.

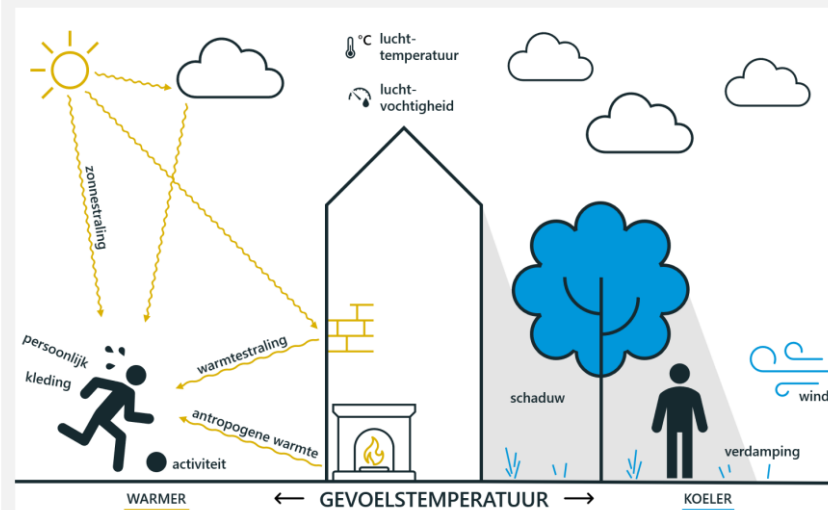


In welke gebieden zijn mijn assets kwetsbaar voor hittestress?

De buitentemperatuur heeft veel invloed op de temperatuur van de woning. Door een hogere omgevingstemperatuur warmt (met een name een slecht geïsoleerde) woning overdag sneller op en een hoge buitentemperatuur zorgt er 's nachts voor dat nachtventilatie minder effectief is. Uit de simulaties volgt een groot effect van het hitte-eilandeffect. Volgens de simulaties voldoen zonder het hitte-eilandeffect bijna alle woningen aan de GTO-eis, die ook voor nieuwbouw wordt gebruikt. Met een hitte-eilandeffect van drie graden (in de nacht) voldoen de meeste woningen hier niet meer aan. Omdat de buitenluchttemperatuur de effectiviteit van nachtventilatie beïnvloedt, zijn de kaart met het stedelijk hitte-eilandeffect gecombineerd met het aantal hete nachten bruikbaar om te bepalen welke gebieden in uw gemeente het meest kwetsbaar zijn voor hittestress. Voor overdag is de PET kaart (gevoelstemperatuur) en de kaart met de afstand tot koele plekken interessant. De kaarten worden in nevenstaande kader besproken. Met de gecombineerde gebied-gebouw-gebruiker kaart kunt u de gebieden met de grootste urgentie bepalen. Om de gemiddelde temperatuur in steden omlaag te halen is vergroening over het algemeen de meest effectieve maatregel. Met 10 procentpunt meer groen neemt de luchttemperatuur met grofweg 0.5 °C af. Daarnaast bieden bomen schaduw en beperken ze directe zonnestraling. Meer hier over vindt u onder handelingsperspectief.

- ? [Waarom moet ik aan de slag met hittestress in mijn huisvestingsbeleid en assetbeheer?](#)
- ? [Waar zijn mijn meest kwetsbare huurders gehuisvest?](#)
- ? [In welke gebieden zijn mijn assets kwetsbaar voor hittestress?](#)
- ? [Welke assets zijn kwetsbaar voor hittestress?](#)
- ? [Hoe bepaal ik welke assets kwetsbaar zijn voor hittestress?](#)
- ? [Welke assets zijn het meest urgent?](#)
- ? [Wat is mijn handelingsperspectief?](#)

Gevoelstemperatuur



Hittestress kaarten

Op de [klimaat-effectatlas](#) en [atlas natuurlijk kapitaal](#) zijn verschillende kaarten te vinden om te bepalen welke gebieden in uw gemeente het meest kwetsbaar zijn:

Stedelijk hitte eiland effect: De kaart toont het gemiddelde temperatuurverschil tussen de stad en het platteland in graden Celsius (°C), gemeten in de zomermaanden juni, juli en augustus. De kaart geeft een voorspelling van het stedelijk hitte eiland effect weer op basis van verschillende onderliggende kaartgegevens: bevolkingsdichtheid, windsnelheid, hoeveelheid groen, water en verharding. Om de kaart uitgaat van gemiddelden blijft het verschil beperkt tot 3 graden. Op sommige zomerse dagen kan het verschil wel oplopen tot 7 of 8 graden Celsius.

Hete nachten: er is nog geen goede onderbouwde methode om het aantal weerstations gegevens te combineren met het UHI effect tot een nachthittekaart. Om toch een indicatie te krijgen krijgen kan de [kaart Hittestress door warme nachten](#) geraadpleegd worden. De kaart toont het aantal tropische nachten voor stedelijk gebied. Bij de ontwikkeling van deze landelijke kaart zijn temperatuurmetingen uit één plaats (Rotterdam) gebruikt om het stedelijk hitte-eilandeffect en het aantal hete nachten in stedelijk gebied in te schatten.

Gevoelstemperatuur: De kaart toont de gemiddelde gevoelstemperatuur in °C voor het tijdvak van 12:00-18:00 lokale tijd voor een hete zomerdag. De gevoelstemperatuur is een combinatie van luchttemperatuur, luchtvochtigheid, wind en straling en geeft hiermee aan hoe de temperatuur wordt ervaren.

Afstand tot koele: de kaart toont hoe ver elke pand verwijderd ligt van een koele plek. Voor iedereen is het belangrijk om tijdens hittegolven verkoeling te kunnen vinden op een koele plek. Dat is niet alleen prettig, maar ook beter voor de gezondheid. Dat laatste geldt vooral voor kwetsbare mensen, zoals ouderen en kinderen, omdat zij minder goed tegen hitte kunnen. Verder zijn koele plekken extra waardevol in stedelijk gebied, omdat het daar in de zomer vaak warmer is dan in de omliggende landelijke gebieden.



Welke assets zijn kwetsbaar voor hittestress?

Een van de factoren die bepaalt of een gebouw kwetsbaar is voor hitte is de mate waarin zon in het gebouw kan vallen. Binnen het NKWK onderzoek is daarom een methode ontwikkeld waarmee de schaduw op gebouwen op kaart wordt gezet. De schaduw wordt veroorzaakt door omgevingskenmerken zoals gebouwen of bomen. Hoe meer een gevel in de schaduw ligt, hoe kleiner de kans op de oververhitting in de woningen. Op de hoeveelheid schaduw zijn ook het moment op de dag en de oriëntatie van het pand van invloed. Om hier rekening mee te houden is de schaduw op drie tijdstippen berekend waarin de zonhoek en zonhoogte varieert. Het stappenplan in de bijlage beschrijft hoe woningbouwcorporaties zelf zo'n kaart van hun eigen assets kunnen maken.

Naast zoninval zijn er ook andere gebouwfactoren onderzocht met simulaties en een literatuurstudie. Denk hierbij aan bouwmaterialen, isolatie, verkoelingsmogelijkheden en zonwering die bepalen op het gebouw kwetsbaar is. Op basis hiervan overzicht gemaakt met welke maatregelen wel of niet geschikt zijn. Meer informatie vindt u via onderstaande links.

- ? [Waarom moet ik aan de slag met hittestress in mijn huisvestingsbeleid en assetbeheer?](#)
- ? [Waar zijn mijn meest kwetsbare huurders gehuisvest?](#)
- ? [In welke gebieden zijn mijn assets kwetsbaar voor hittestress?](#)
- ? [Welke assets zijn kwetsbaar voor hittestress?](#)
- ? [Hoe bepaal ik welke assets kwetsbaar zijn voor hittestress?](#)
- ? [Welke assets zijn het meest urgent?](#)
- ? [Wat is mijn handelingsperspectief ?](#)

Meer informatie

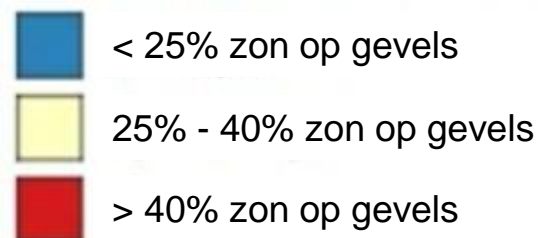
Voor gebouweigenschappen die van invloed zijn op hitte in de woning, kijk hier:

- i [Overzicht gebouweigenschappen](#)

Aan welke maatregelen is te denken om de kans op hitte in gebouwen te verkleinen? Bekijk het op een van de volgende pagina's:

- i [Maatregelenoverzicht](#)
- i [Maatregelen factsheets](#)

Schaduw op gebouwenkaart



Hoe bepaal ik welke assets kwetsbaar zijn voor hittestress?

Aan de hand van modelsimulaties is onderzocht welke factoren bepalen hoeveel welke type woning wel of niet opwarmt tijdens (langdurige) warme periodes. Op basis hiervan is een hittelabel ontwikkeld. Het label geeft voor een zelf in te vullen combinatie van woningeigenschappen aan of het risico op oververhitting groot of klein is. Verkoelende maatregelen of kenmerken (zoals de aanwezigheid van een buitenzonwering) zijn positief voor de labeling, terwijl de aanwezigheid van veel glas negatief is. Door alle factoren in te vullen, volgt er een beoordeling of label. Het hittelabel geeft een inschatting van de gecombineerde bijdrage van verschillende factoren op oververhitting. Zodra u weet waar zich de meeste kwetsbare doelgroepen in uw gemeente bevinden kunt u op basis van de gebouwkenmerken de woonsituatie van deze doelgroepen beoordelen en bepalen welke maatregelen effectief zijn. In het label wordt er tevens van uitgegaan dat de bewoner op een optimale manier ventileert. In het label verschijnt daarom ook op welke manier een bewoner het beste kan ventileren om een woning koel te houden. Het is daarom ook noodzakelijk om de bewoner hierover te informeren, en indien het niet mogelijk is voor een bewoner op een juiste manier te ventileren hier maatregelen voor te treffen, zoals het plaatsen van airco's.

- ? [Waarom moet ik aan de slag met hittestress in mijn huisvestingsbeleid en assetbeheer?](#)
- ? [Waar zijn mijn meest kwetsbare huurders gehuisvest?](#)
- ? [In welke gebieden zijn mijn assets kwetsbaar voor hittestress?](#)
- ? [Welke assets zijn kwetsbaar voor hittestress?](#)
- ? [Hoe bepaal ik welke assets kwetsbaar zijn voor hittestress?](#)
- ? [Welke assets zijn het meest urgent?](#)
- ? [Wat is mijn handelingsperspectief ?](#)

Indicatoren

Welk label een woning krijgt hangt af van 3 indicatoren:

- Een lange termijn indicator: de Adaptieve Temperatuur Grenswaarde (ATG);
- Een (tijdsgebonden) korte termijn indicator: een nachthitte indicator (Night Degree Hour);
- Een korte termijn (of extremen) indicator: dit is de maximale luchttemperatuur;

Meer informatie

- 📄 [Methodiek hittelabel](#)

Stappenplan Hittelabel

Het hittelabel is via [deze](#) link te downloaden.

1. In het tabblad invulmenu kunt u de woningeigenschappen invoeren. Een uitgebreide toelichting op de woningeigenschappen vindt u in hier:
2. Type woning (rijwoning, appartement enkelzijdig of doorzon appartement)
3. Oriëntatie van voorzijde woning
4. Glasoppervlak op de gevel (gemiddeld genomen)
5. Type zonwering
6. Normaal of zonwerend glas
7. Woningisolatie (goed, matig, slecht)

Vervolgens krijgt u het label te zien voor uw woning, en welke aanvullende maatregelen voor deze woning genomen kunnen worden om het label te verhogen.

Let op: het label is gebaseerd op de beste natuurlijke ventilatievariant van deze woning. Het is daarom voor de bewoner(s) belangrijk om ook op deze wijze te kunnen ventileren. Indien dat niet mogelijk is moeten er aanvullende maatregelen worden getroffen.

Advies: wij adviseren kwetsbare ouderen zoveel als mogelijk in een label A woning te huisvesten. Bij label A is het risico op oververhitting van de woning het laagste. Voor gezonde mensen is label B acceptabel



Welke assets zijn het meest urgent?

Van de verschillende onderzoeken die we het afgelopen jaar hebben gedaan naar hitte weten we welke factoren bepalend zijn voor het optreden van hittestress in de verschillende domeinen: gebied, gebouw en gezondheid. Door deze te combineren kan de urgentie worden bepaald. Door de veelheid van indicatoren, verschillen in detail- en schaalniveau en het ontbreken van onderbouwde drempelwaarden en maatgevende temperaturen is dit echter niet eenvoudig. Om toch een poging te doen hebben we een stroomschema ontwikkeld met de belangrijkste indicatoren. Door ook het schema te doorlopen ontstaat inzicht in de factoren en drempelwaarde die bepalend zijn voor de urgentie. Dit schema kan geografisch vertaald worden een kaart van alle assets. Zo is duidelijk waar de urgentie het grootst is en kan u waar nodig uw huisvestingsbeleid of onderhoudsplanning hierop aanpassen of gericht maatregelen nemen, bijvoorbeeld het plaatsen van zonwering of door geen ouderen te huisvesten in assets die door bouwkenmerken of ligging gevoelig zijn voor oververhitting.

- ? [Waarom moet ik aan de slag met hittestress in mijn huisvestingsbeleid en assetbeheer?](#)
- ? [Waar zijn mijn meest kwetsbare huurders gehuisvest?](#)
- ? [In welke gebieden zijn mijn assets kwetsbaar voor hittestress?](#)
- ? [Welke assets zijn kwetsbaar voor hittestress?](#)
- ? [Hoe bepaal ik welke assets kwetsbaar zijn voor hittestress?](#)
- ? [Welke assets zijn het meest urgent?](#)
- ? [Wat is mijn handelingsperspectief ?](#)

Meer informatie

- 1 [Overzicht gebouweigenschappen](#)
- 1 [Maatregelenoverzicht](#)
- 1 [Maatregelen factsheets](#)
- 1 [Beslisboom gecombineerde urgentie](#)
- 1 [Script gecombineerde urgentiekaart](#)

Stappenplan gecombineerde urgentie

De beslisboom gecombineerde urgentie is opgebouwd uit vier indicatoren vanuit de domein gebied, gebouw en gezondheid. Voor elke indicator is een grenswaarde bepaald die een indicatie geeft van de urgentie.



Het % broze mensen in de wijk of buurt. Als dit percentage hoger is dan 30% wonen er relatief veel kwetsbare in deze wijk/buurt en is de urgentie hoger.



De gemiddelde schaduwfractie op gebouwen in de wijk of buurt. Als dit percentage lager is dan 40% is de kans op kans op opwarming van de woning groter en daarmee de urgentie hoger.



Als de gevoelstemperatuur in de wijk of buurt gemiddeld tussen de 35-41 graden is kans dat mensen hittestress ervaren groot. Als meer dan 70% van de buurt of wijk in deze temperatuur range zit hebben bewoners weinig mogelijkheden om verkoeling buitenshuis te zoeken. De urgentie is daarmee hoger.



Groen in de wijk of buurt zorgt voor verdamping en schaduw en kan daarmee de luchttemperatuur zowel 's nachts als overdag verlagen. Meer groen betekent bovendien dat mensen meer mogelijkheden hebben voor het zoeken van verkoeling. Als het percentage groen in de buurt of wijk lager is dan 30 procent is de urgentie hoger.

Onder meer informatie vindt u de link naar het de beslisboom en het script om zelf op basis van de indicatoren een kaart samen te stellen en zo te bepalen in welke wijken of buurten de urgentie het grootst is.



Wat is mijn handelingsperspectief ?

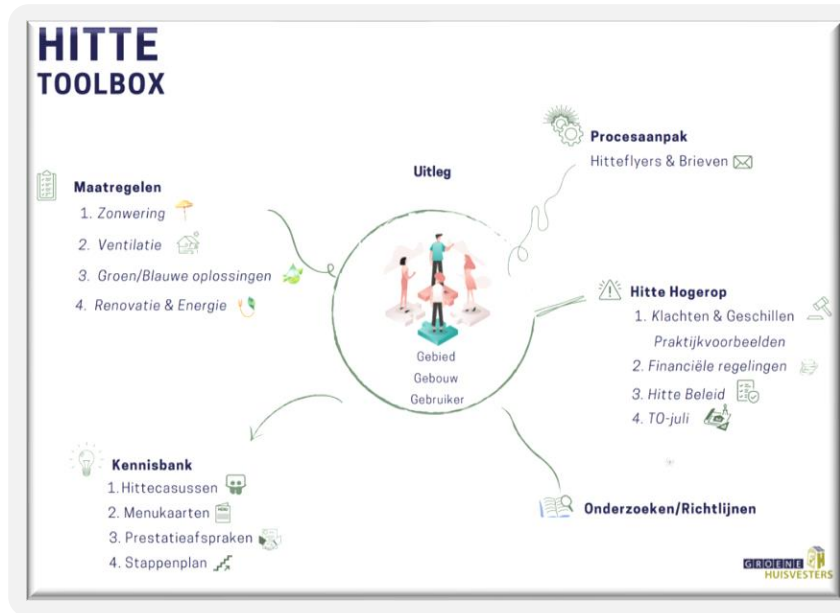
Als woningbouwcorporatie heeft u handelingsperspectief in alle drie de domeinen:

Gebouw – Gebouwmaatregelen variëren van het plaatsen van zonwering, het aanleggen van geveltuinen en groene daken, isoleren en installeren van ventilatie of koelingssystemen. Bij de aanleg van koeling hebben natuurlijke systemen de voorkeur om verdere opwarming van de buitenruimte te voorkomen. Groene daken kunnen goed gecombineerd worden met zonnepanelen. Onderzoek wijst uit dat de opbrengst hierdoor wordt verhoogd.

Gebruiker – De mate waarin maatregelen effectief zijn wordt mede bepaald door het gedrag van huurders. Goede voorlichting en communicatie is dus belangrijk. Denk hierbij aan weren van de zon overdag en luchten/ventileren 's nachts maar ook voorlichting over voldoende drinken is met name voor kwetsbare doelgroepen belangrijk. Ook in samenwerking met maatschappelijke organisaties die werken met kwetsbare doelgroepen en lokale hitteplannen kunt als u woningbouwcorporatie een rol spelen.

Gebied – Het vergroenen van tuinen en gemeenschappelijke ruimte draagt bij aan het verminderen van hittestress maar ook aan welzijn, sociale cohesie en veiligheid. Om de waarden van groen goed en duurzaam tot hun recht te laten komen is het belangrijk om de bewoners bij het groen te betrekken en vooraf het beheer en onderhoud te regelen.

- ? [Waarom moet ik aan de slag met hittestress in mijn huisvestingsbeleid en assetbeheer?](#)
- ? [Waar zijn mijn meest kwetsbare huurders gehuisvest?](#)
- ? [In welke gebieden zijn mijn assets kwetsbaar voor hittestress?](#)
- ? [Welke assets zijn kwetsbaar voor hittestress?](#)
- ? [Hoe bepaal ik welke assets kwetsbaar zijn voor hittestress?](#)
- ? [Welke assets zijn het meest urgent?](#)
- ? [Wat is mijn handelingsperspectief ?](#)



Hitte toolbox

De hitte toolbox van Groene Huisvesters is een verzameling van strategieën en handelingsperspectieven voor hitte in woningen. Het is ontwikkeld door de Hittegroep, die in 2021 is opgericht na een enquête onder corporaties. De toolbox bestaat uit verschillende hoofdstukken, waaronder 'Onderzoeken & richtlijnen' waarin relevante studies en onderzoeken worden gepresenteerd, en 'Maatregelen' waarin oplossingen worden besproken. Daarnaast heeft de Alliantie een stroomschema en menukaart ontworpen voor hitte en wateroverlast & droogte in zowel bestaande bouw als nieuwbouw. De toolbox is samengesteld door 16 samenwerkende corporaties en bevat hun aanpakken en acties. Meer informatie is te vinden op de website van Groene Huisvesters: [Hittegroep – Groene Huisvesters](#)



Bijlagen

1. Overzicht kwetsbare groepen en sociaaleconomische factoren
2. Maatgevende hitteperiode
3. Methodiek simulatie model
4. Overzicht gebouweigenschappen
5. Maatregelenoverzicht
6. Maatregelen factsheets
7. Indicatoren en grenswaarden
8. Methodiek hittelabel
9. Methodiek schaduw op gebouwenkaart
10. Beslisboom gecombineerde urgentie
11. Script gecombineerde urgentiekaart



1. Overzicht kwetsbare groepen en sociaaleconomische factoren (1/2)

Hinder en gezondheidsrisico's als gevolg van hitte

Vrijwel iedereen kan klachten krijgen van de hitte. Veel gemelde (hinder)klachten bij hitte zijn vermoeidheid, concentratieverlies, hoofdpijn, duizeligheid en spierpijn. Ook dorst, slaapverstoring en overmatig zweten worden vermeld als klachten. Slaaptekort als gevolg van warme nachten heeft eveneens invloed. Mensen voelen zich slechter en hebben (subjectief) meer last hebben van de warmte.

Het [Nationaal hitteplan](#) heeft hiervoor de volgende adviezen:

- **Drink voldoende:** Drink water, thee of koffie. Ook als u geen dorst heeft, want ouderen hebben minder dorstgevoel. Matig het gebruik van alcohol.
- **Houdt uzelf koel:** Blijf in de schaduw en beperk lichamelijke inspanning in de middag (tussen 12:00 en 18:00 uur).
- **Houd uw woning koel:** Houd de zon en warmte zoveel mogelijk buiten uw woning, bijvoorbeeld met zonwering, ventilator of airconditioning.
- **Zorg voor elkaar:** Let bij warm weer extra op mensen in uw omgeving die misschien uw hulp kunnen gebruiken.
- **Medicijnen en hitte:** Overleg met uw apotheek of huisarts als u vragen heeft over het gebruik van uw medicijnen tijdens hitte.

Deze adviezen gelden voor iedereen, maar voor sommige mensen vormt hitte een groter gezondheidsrisico.

Risicogroepen

Ouderen en mensen met een kwetsbare gezondheid door (chronische) ziekten behoren tot de belangrijkste risicogroepen voor (langdurige) hitte, evenals mensen die specifieke medicatie gebruiken.

Ouderen met een broze gezondheid

Bij ouderen vermindert de dorstprikkel. Dit kan ertoe leiden dat ouderen niet in de gaten hebben dat ze structureel te weinig drinken. Bij hitte is dat gevaarlijk. Daarnaast neemt bij het ouder worden ook de capaciteit om te zweten af, waardoor het vermogen om het lichaam via transpiratie te koelen ook afneemt. Door een combinatie van verminderde dorstprikkels en te weinig drinken zal de zweetproductie nog meer dalen. Dit kan leiden tot problemen met de nieren en het hartvaatstelsel. Door meer te drinken en te koelen worden deze schadelijke effecten zoveel mogelijk voorkomen.

Aangezien ouderen zichzelf niet altijd zien als de risicogroep is extra aandacht vanuit het (zorg)netwerk nodig. Familie, vrienden en burens kunnen deze aandacht geven, evenals de thuis- of mantelzorgers. Zij kunnen ouderen motiveren om niet onder een warme deken te slapen, zich niet te warm te kleden en ervoor zorgen dat de ouderen en zieken makkelijk water kunnen drinken en ook makkelijk naar het toilet kunnen (te vaak naar toilet moeten kan reden zijn dat een oudere minder drinkt). Soms hebben ouderen of zieken hulp

nodig om de woning koel te houden omdat zij hier zelf niet toe in staat zijn. Iemand moet voor hen dan bijvoorbeeld het zonnescherm bedienen en 's avonds en 's nachts luchten.

Niet elke oudere is echter even kwetsbaar. In de gerontologie zijn meetinstrumenten ontwikkeld waarmee met een relatief eenvoudige vragenlijst de kwetsbaarheid ofwel broosheid (in het Engels: frailty) van iemand gemeten kan worden. Er is geen landelijk bestand van de uitkomsten van deze metingen, maar in 2023 is een meetinstrument ontwikkeld waarmee op populatieniveau het percentage [ouderen met een broze gezondheid](#) in een buurt, wijk of gemeente te schatten is ([Kleinenberg-Talsma et al.](#)). Deze groep is het meest kwetsbaar voor hittestress.

Chronisch ziekten

Hart- en vaatziekten zijn de belangrijkste oorzaak van ziekte en sterfte tijdens hittegolven. Er sterven meer ouderen tijdens hitte door hart- en vaatziekten dan door alle andere hitte-gerelateerde doodsoorzaken bij elkaar. Een belangrijke reden dat hartaandoeningen zorgen voor extra risico bij hitte, is het feit dat bij een verminderde functie van het hart de bloeddorstrooming van vitale organen in gevaar komt. Bij een dreigende oververhitting neemt de bloeddorstrooming in de huid namelijk toe ten koste van de bloeddorstrooming in de rest van het lichaam. Voor een voldoende bloed- en zuurstofvoorziening van vitale organen zal het hart daarom krachtiger moeten pompen, waar het, door onderliggend lijden, moeilijk toe in staat is. Tegelijkertijd is het zo, dat als de hartfunctie onvoldoende is en er zuurstoftekort dreigt, het lichaam reageert met de activering van het sympathisch zenuwstelsel. Hierdoor treedt vernauwing op van bloedvaten in de huid waardoor de bloedtoevoer naar het hart en andere vitale organen toeneemt. Voor het lichaam betekent deze sympathische respons echter een extra warmteproductie en een verminderde zweetcapaciteit en dat is weer contraproductief voor thermoregulatie in een warme omgeving.

Longaandoeningen staan op de tweede plaats als oorzaak van ziekte en sterfte tijdens hitte. Het onderliggende mechanisme voor de negatieve gezondheidseffecten is niet helemaal duidelijk. Enerzijds heeft het te maken met het gegeven dat er tijdens een hittegolf vaak meer luchtverontreiniging (zomersmog) aanwezig is. Anderzijds wordt hitte geassocieerd met ontstekingen in de luchtwegen en met verstoringen in het afweersysteem. Bij COPD-patiënten kunnen symptomen verergeren als reactie op de verhoogde ademhaling.

Ook mensen met andere aandoeningen, zoals diabetes en nieraandoeningen hebben een verhoogd gezondheidsrisico bij hitte.



Overzicht kwetsbare groepen en sociaaleconomische factoren (2/2)

Medicijngebruik

Bij een hittegolf geeft medicatiegebruik extra kans op gezondheidsproblemen. Een voorbeeld is de behandeling van hartaandoeningen zoals ritmestoornissen en hoge bloeddruk. Hierbij worden vaak geneesmiddelen voorgeschreven met als doel om de hartslag te reguleren, overtollig vocht tegen te gaan en de bloeddruk te verlagen. Echter, hitte heeft op al deze lichaamsprocessen ook effect. Zo zorgt hitte voor een verhoogde hartslag en zweetproductie en het verwijden van de bloedvaten, met als doel de lichaamstemperatuur te reguleren. Hitte en medicatie grijpen dus allebei in op dezelfde fysiologische processen, wat een verstoring in de temperatuurregulering en vochtthuishouding kan hebben. Dit maakt mensen met onderliggend lijden extra kwetsbaar tijdens een hitteperiode. Goed overleg tussen patiënt, behandelend arts en apotheker is dan nodig om gezond de hitteperiode door te komen.

Resumé

De belangrijkste risicogroepen zijn:

- [Ouderen met een broze gezondheid](#)
- Chronisch zieken. Een indicator hiervoor is: [langdurige aandoeningen](#)
- Medicijngebruik

Andere risicogroepen zijn:

- Zuigelingen. Een indicator hiervoor is: [geboortes](#)
- Mensen meteen [beperkte mobiliteit](#) of verstandelijke beperkingen
- Mensen met [obesitas](#)
- Mensen met [psychische gezondheidsproblemen](#)
- Zwangeren. Een indicator hiervoor is: [geboortes](#)
- Mensen die zware inspanning verrichten: mensen met zware beroepen, sporters, evenementbezoekers
- [Alcohol-](#) / drugsgebruikers
- Reizigers
- Mensen van wie een anatomisch deel van het thermoregulatie-systeem beschadigd is

Sociaaleconomische indicatoren

Naast de hierboven genoemde risicogroepen zijn er ook groepen die moeite hebben om aanpassingen te doen aan hun huis zodat dat beter beschermd is tegen hitte. Hierbij kan gedacht worden aan zonwering, isolatie, aanschaf van ventilatoren of airconditioning. Dat kan te maken hebben met het feit dat ze hiervoor afhankelijk zijn van de verhuurder of dat ze geen geld hebben voor dergelijke aanpassingen.

Indicatoren hiervoor zijn:

- Huishoudens onder of rond het sociaal minimum: mensen die in armoede leven zijn ook extra kwetsbaar voor hitte omdat ze beperkte financiële middelen hebben om zichzelf te beschermen tegen de risico's van hitte.
- [Moeite met rondkomen](#): deze groep kan minder makkelijk maatregelen bekostigen om hittestress te beperken. Deze groep omvat ook studenten, die niet zijn opgenomen in de kaart met huishoudens onder of rond sociaal minimum.
- [Aandeel huurwoningen](#): Voor bewoners van huurwoningen is het lastiger om grootschalige aanpassingen te doen aan de woning, zoals het plaatsen van schermen.

Binnenkort komt in de Klimateffectatlas een nieuw [Kaartverhaal over sociale kwetsbaarheid en hitte](#) beschikbaar.

De toekomst

Volgens de KNMI-klimaatscenario's zal de kans op en de intensiteit van hittegolven in Nederland toenemen. Daarbij kunnen we in de toekomst een sterke toename verwachten van het aantal ouderen dat risico loopt. Het CBS geeft op zijn website een prognose van de leeftijdsopbouw van Nederland weer (CBS, 2022). Daar is te zien dat er in 2022 ongeveer 2,5 miljoen mensen van 70 jaar en ouder in Nederland wonen. Voor 2032 loopt dit aantal naar verwachting op tot 3,2 miljoen mensen en nog eens tien jaar later tot 3,8 miljoen mensen. Kort gezegd groeien de komende decennia zowel de hittebelasting als de belangrijkste risicogroep voor hitte.



2. Maatgevende hitteperiode (1/2)

Maatgevende hitteperiode

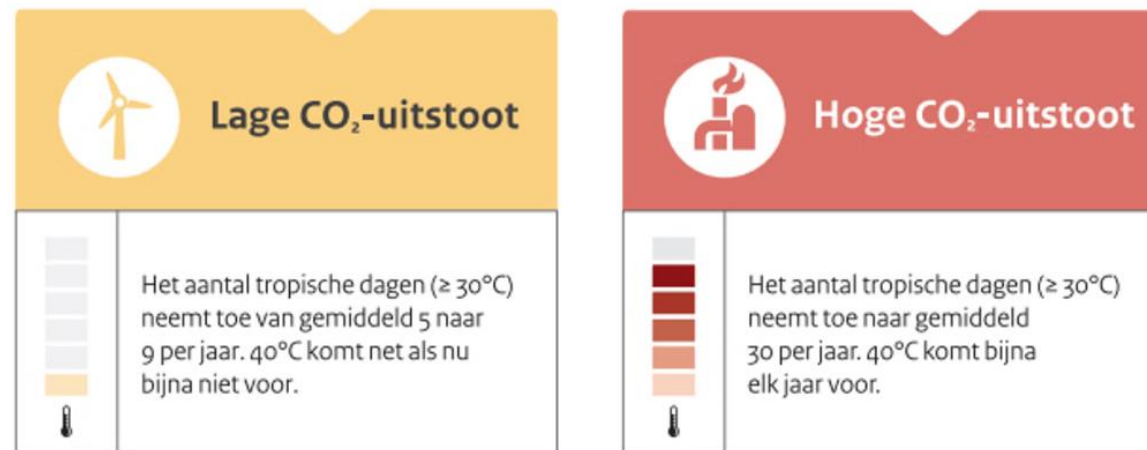
Het consortium Hitte van NKWK heeft onderzocht of er voor Nederland een maatgevende hitteperiode bestaat. Waarom? Er bestaat geen eenduidige definitie van een hitteperiode, noch een eenduidige manier om deze te simuleren of de effecten hiervan te meten. Wat een hitteperiode bovendien betekent is afhankelijk van waar men zich bevindt. De vraag is welke definitie van een hitteperiode maatgevend is voor de situatie in Nederland. Om dit vast te stellen, is inzicht nodig in de bestaande definities van hitteperiodes en waarin ze van elkaar verschillen. Door een maatgevende hitteperiode voor Nederland te definiëren, komen we tot een uniforme definitie om hitte in woningen te beoordelen en waarschuwingen die momenteel worden uitgegeven bij extreme hitte te herzien. Het formuleren van een maatgevende definitie voor een hitteperiode in woningen is (nog) niet zo eenvoudig. Hieronder wordt een beeld geschetst van de aspecten die dit zo complex maken. Wel zijn er bestaande inzichten die een vertrekpunt vormen om verder vorm aan te geven aan een maatgevende hitteperiode in woningen.

Definitie extreme hitte en het bepalen van een grenswaarde

De Wereld Meteorologische Organisatie (WMO) hanteert een definitie voor hittegolven. Een hittegolf is een periode waarin de dagelijkse maximumtemperatuur meer dan vijf opeenvolgende dagen de maximale referentie temperatuur (periode 1961-1990) met 5 °C overschrijdt. Het definiëren van extreme hitte wordt door onderzoekers en organisaties als het IPCC gedaan door het opstellen van indices. De eerste categorie betreft *univariate indices*, die kijken naar extremen (extreme indices) en gebeurtenissen (event indices). Indices die kijken naar extremen richten zich op maximale waarden of drempelwaarden in een bepaalde periode (bijvoorbeeld een seizoen) om te bepalen of een hitteperiode aanwezig of afwezig is. Het Expert Team on Climate Change Detection and Indices heeft 27 indices, waaronder 17 univariate indices gedefinieerd die worden gebruikt in rapportages van het IPCC om extreme hitte te omschrijven. De indices voor gebeurtenissen hebben een subjectiever karakter dan indices voor extremen. De keuze van het percentiel, de steekproef en de referentieperiode bepalen namelijk allemaal hoe er gemeten wordt aan hitte. *Multivariate indices* (multivariate indices) en *risico indices* (risk indices) kijken naast absolute waarden, percentielen en intensiteiten ook naar andere dimensies. Een grote categorie van de multivariate indices kijkt naar hittestress en drukt dit op verschillende manieren uit. Hittestress is hier het effect van hitte-gerelateerde impacts op de gezondheid door de luchttemperatuur, luchtvochtigheid, zonne- en thermische straling. Vaak kijken de indicatoren hier naar thermisch comfort en het warmtetransport tussen het menselijk lichaam en de omgeving, zoals de PET (Physical Equivalent Temperature) de UTCI (Universal Thermal Climate Index).

Voor de indices die kijken naar temperaturen, is de keuze voor absolute grenswaarden en percentielen een punt van aandacht. Absolute grenswaarden zijn eenvoudig te begrijpen, maar het kiezen van de juiste grenswaarde is complex. Percentielen zorgen ervoor dat hitteperiodes beter met elkaar vergeleken kunnen worden, maar de resultaten worden beïnvloed door de referentieperiode die wordt gekozen. Bij multivariate indices zijn punten van aandacht onder meer de beschikbaarheid en betrouwbaarheid van de data. Het is dus niet te zeggen welke type index meer geschikt is om te gebruiken. Dit is afhankelijk van de beschikbaarheid en kwaliteit van de data, en het doel van het onderzoek.

Daarnaast is er gekeken naar de herhalingsstijd van hitteperiodes. Diverse onderzoekers hebben gekeken hoe klimaatverandering de herhalingsstijden van hitteperiodes beïnvloedt. Zo onderzocht het KNMI (2019) hoe zeldzaam de hitte uit 2019 was. De temperatuur van 37.5 °C bij de Bilt heeft in het huidige klimaat een herhalingsstijd van eens per 70 jaar. Zonder klimaatverandering was deze extreme temperatuur in 2019 vrijwel onmogelijk geweest. Ma et al. (2020) keken ook naar de zomer van 2019. Naast de vraag hoe extreem de hitteperiode was vanuit een klimatologisch perspectief, keken zij ook hoe de herhalingsstijden in de toekomst gaan toenemen. Zij vonden dat de warmste driedaagse gemiddelde dagtemperatuur tot 4.7 °C warmer was dan dezelfde waarden tussen 1951-1980. Statistische analyses gaven aan dat de hitteperiode van 2019 een herhalingsstijd heeft van 1/283 jaar in het klimaat van 1950-2014. Bij een vergelijking met het klimaat tussen 1950 was de herhalingsstijd lager dan 1981-2014, wat aangeeft dat de menselijke invloed de herhalingsstijd van deze hitteperiode doet toenemen. Naar verwachting is door de menselijke invloed op het klimaat de kans op de gebeurtenis van juni-juli 7 keer toegenomen ten opzichte van het klimaat van 1950-2014, en 23 keer toe ten opzichte van het klimaat van 1981-2014. De KNMI 23 scenario's voorspellen dat in de scenario's met een hoge uitstoot aan het einde van deze eeuw vrijwel jaarlijks een temperatuur van 40°C bereikt wordt. Een temperatuur die sinds het begin van de metingen nog maar één keer eerder is voorgekomen.



Figuur: Scenario op basis van CO₂-uitstoot. KNMI scenario's 2023

Maatgevende hitteperiode (2/2)

Hitte in bestaande woningen

Naast meer inzicht in wat als extreme hitte wordt beschouwd in zijn algemeenheid, is de vraag wanneer hitte in bestaande woningen daadwerkelijk onacceptabel wordt geacht. Voor nieuwbouw is de TO-juli als eis ingevoerd om oververhitting in woningen te voorkomen. Voor bestaande woningen is er nog geen norm of eis vastgesteld. Naast het opstellen van indices en grenswaarden, blijft de ervaring van een hitteperiode erg subjectief. Dus alhoewel het streven er is om een maatgevende periode te kunnen aangeven, zullen de conclusies hiervan tegen het licht gehouden moeten worden van menselijke verschillen in ervaringen.

Een maatgevende hitteperiode in woningen? TO-juli norm, GTO, ATG of NEN5060?

Om te bepalen wat een maatgevende periode is voor hitte in woningen, zullen verschillende zaken berekend moeten worden. Berekeningen zullen afhangen: voor wie, voor welke ruimte en voor welk gebruik? Daarnaast dient er rekening gehouden te worden met de instabiliteit tijdens het rekenen: hoe gaat men om met uitschieters en langere periodes van hitte? Daarnaast kan er onderscheid gemaakt worden tussen een grenswaarde voor een gemiddeld individu en een grenswaarde voor een kwetsbaar individu. Daadwerkelijk een grenswaarde aangeven ligt in het verschil: wanneer spreken we van een comfortvraagstuk en wanneer slaat een hitesituatie om in een gezondheidsvraagstuk.

Naast de TO-juli norm kan de GTO, gewogen temperatuur overschrijding, een goede basis vormen om op voort te bouwen. GTO is een uitgebreide simulatieberekening. Bij deze berekening wordt de mate van discomfort per uur bepaald. Een groter discomfort telt zwaarder mee dan een lichter discomfort. Het voordeel van een GTO-berekening ten opzichte van de TO-juli berekening is dat het helpt bij het verkrijgen van inzicht in de warmte dynamiek van een woning. Met de GTO-berekening kunnen maatregelen worden genomen om het comfort in de zomermaanden te verbeteren. De GTO kan verder worden verfijnd met gegevens zoals koeling in gebouwen en het type bewoners. Op dit moment wordt de GTO echter niet geaccepteerd in gebouwwontwerpen, voornamelijk omdat inzichten pas aan het einde van het jaar duidelijk worden.

Daarnaast is er de norm NEN 5060. Deze norm bevat representatieve referentieklimaatgegevens voor de bepaling van de energieprestatie van gebouwen en voor de dimensionering van verwarmings-, koel- en luchtbehandelingsinstallaties. Met behulp van referentieklimaatgegevens wordt gekeken naar de temperatuur, wind, regen en zonnestraling voor elk uur van een fictief referentiejaar.

Verder is er de ATG (adaptieve temperatuur grenswaarde). Deze wordt toegepast in de BREEAM-NL beoordeling voor optimaal thermisch comfort. ATG geeft aan hoeveel uren de temperatuur in elke verblijfsruimte hoger is dan een bepaalde temperatuur die als comfortabel wordt beschouwd. De specifieke temperatuur hangt af van de buitentemperatuur. Als het buiten warm is, vinden mensen het over het algemeen prettig als het binnen niet te koud is.

Hoe kan ik dit inzicht in de praktijk meenemen?

Kijkend naar de inzichten over de definitie van een hitteperiode vallen enkele zaken op. Indices om mee te rekenen kunnen opgesteld worden, maar het bepalen van de juiste grenswaarde is complex. Dit hangt af van wat als referentiejaar wordt gekozen, maar er zit ook onzekerheid in de klimaatextremen die voor zullen komen in de toekomst. Voorspellingen zijn dus lastig te doen. Daarnaast spelen zeer subjectieve aspecten in woningen een rol: individueel comfort en weerbaarheid tegen hitte.

Voor nu lijkt het meest haalbaar om een maatgevende hitteperiode op te stellen per project: voor individuele woningen of een groep woningen. Pragmatisch en in kleine stappen kan er met bovenstaande inzichten en reeds bestaande normen en tools, voor individuele woningen of een groep woningen bepaald worden wat de maatgevende hitte is.



3. Methodiek simulatie model

Om een indicatie te krijgen van de hittegevoeligheid van verschillende typen woningen is met behulp van EnergyPlus een simulatiemodel gemaakt. Door het opstellen van gebouwtypologieën met bepaalde eigenschappen en een gebruikerspatroon kan een indicatie voor het risico op temperatuuroverschrijdingen bepaald worden.

Toetsingskader

Om te kunnen bepalen of woningen te warm zijn is het van belang om grenswaarden vast te stellen. Vanuit de landelijke regelgeving is de Gewogen TemperatuurOverschrijding een veelgebruikte indicator. Voor dit onderzoek is het ook van belang in hoeverre kwetsbare bewoners risico lopen op hittestress. Er is geen eenduidige manier om dit te kwantificeren. Daarom zijn er verschillende indicatoren gebruikt om de hitte in woningen in kaart te brengen:

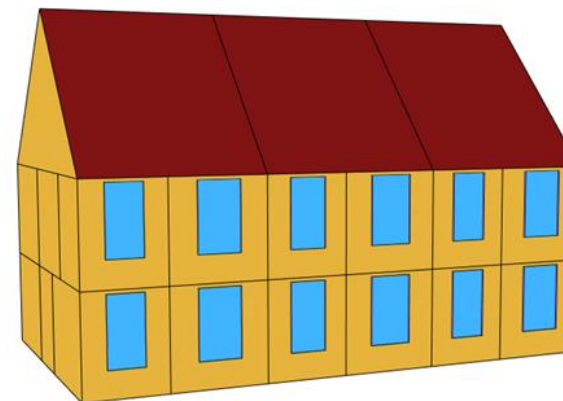
- Veelvoorkomende indicatoren: Predictive Mean Vote, Adaptieve Temperatuur Grenswaarde en Standaard Effectieve Temperatuur, maximale dag en nacht temperatuur
- Indicatoren voor kwetsbare bewoners: Number of hours of Heat Stress, Number of Days of Heat Stress, Day Degree Hour, Night Degree Hour

Woningtypen en varianten

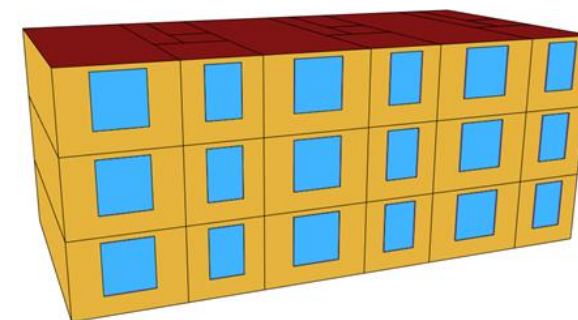
Aan de hand van onderzoek naar de bouwvoorraad van Nederland is vastgesteld dat rijwoningen en appartementen de meest voorkomende type woningen zijn, waar vaak ook kwetsbare personen in wonen. Bouwstijlen zijn in de loop van de tijd veel veranderd, waarbij vooral de thermische isolatie en het glaspercentage verschilt. Daarbij komt nog dat ook de persoonlijke invloed van bewoners effect heeft op de hitte in de woning. Alles bij elkaar zijn er meer dan 26.000 gebouwssimulaties gemaakt voor de ontwikkeling van het hittelabel.

Klimaatdata

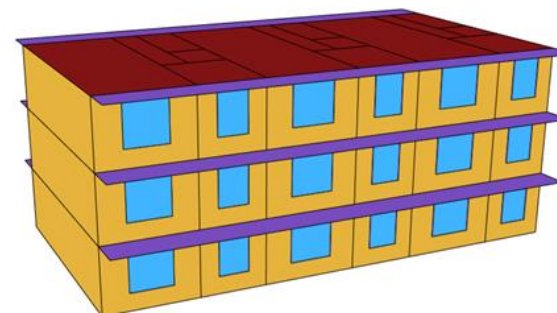
Bij temperatuursimulaties moet volgens de norm worden gerekend met een standaard klimaatbestand. Deze is gebaseerd op de klimatologische gegevens uit De Bilt, waarbij een selectie wordt gemaakt van de 1% of 5% strengste dagen. Hierbij kan aangegeven worden of het gebouw in het vrije veld staat of is omgeven door andere gebouwen, waarop de infiltratie wordt gebaseerd. In dit onderzoek zijn varianten op dit klimaattype doorgerekend met een gemiddelde stedelijk hitte-eiland effect (UHI) en de verwachting voor klimaatverandering in 2050.



Rijwoning



Flat



Galerij

4. Overzicht gebouweigenschappen

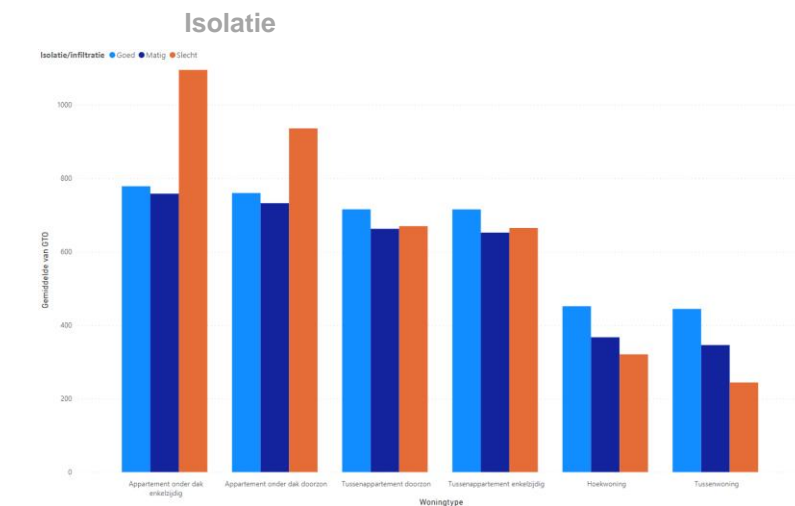
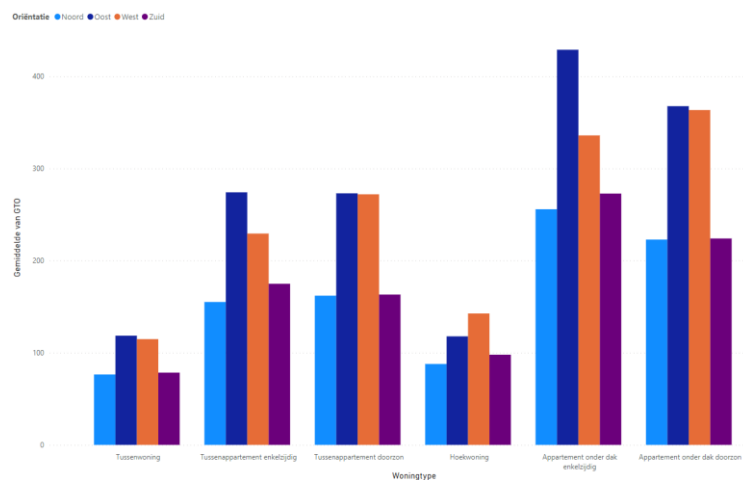
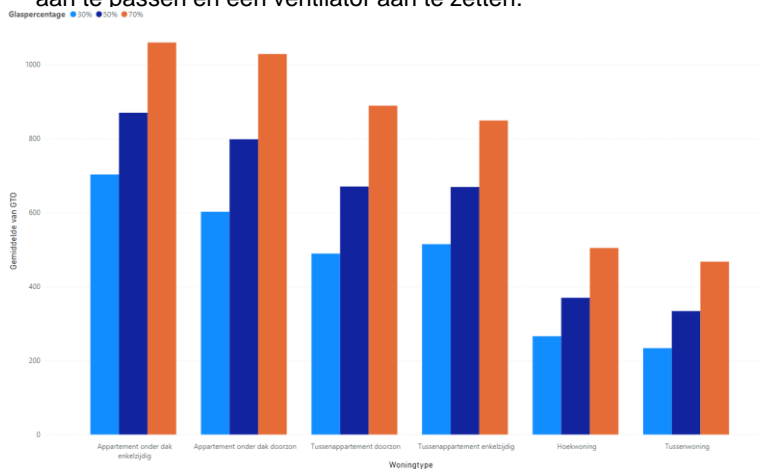
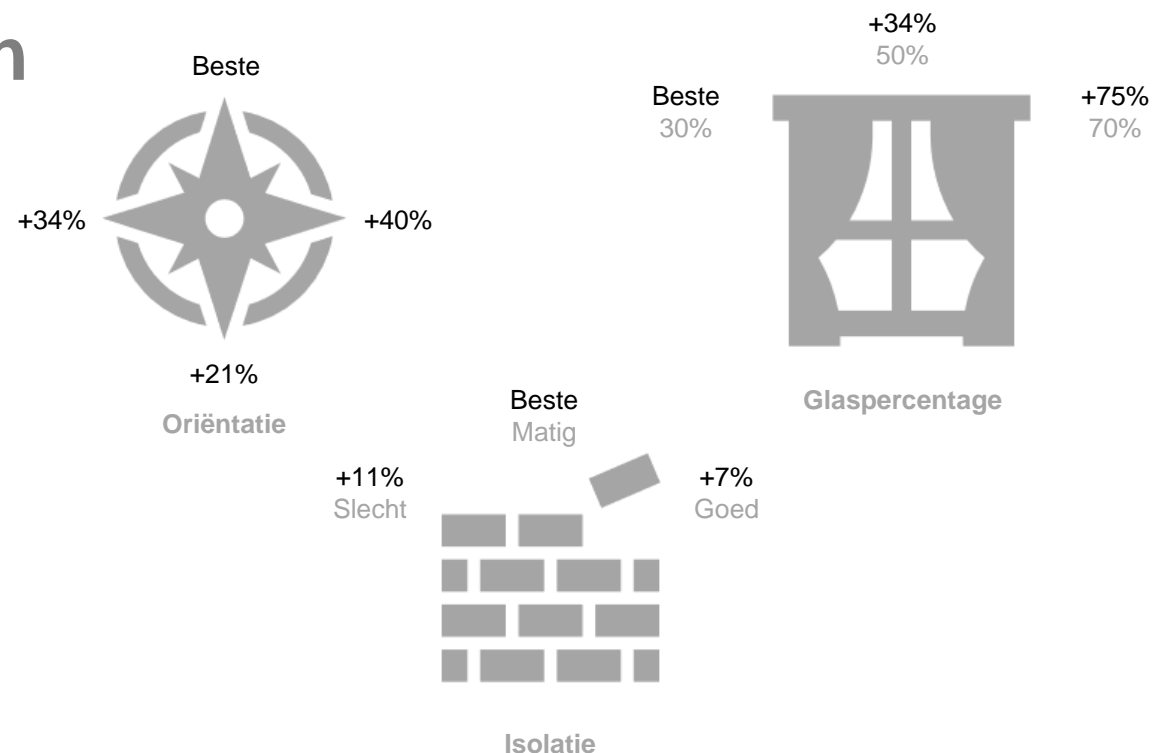
Met behulp van de Brochure Voorbeeldwoningen 2011 van Agentschap NL is vastgesteld hoe de standaard woning eruit ziet. De woningen zijn onderverdeeld in bouwtypen, die elk zijn eigenschappen op de woning hebben. De gebouweigenschappen die zijn doorgerekend zijn de volgende:

- Woningtype: rijwoning, galerij (doorzon), flat (enkelzijdig)
- Oriëntatie: noord, oost, zuid, west
- Glaspercentage: 30%, 50%, 70%
- Isolatie: slecht, matig, goed
- Beglazing: standaard, zonwerend
- Zonwering: gordijnen, reflecterende binnenscreen, buiten, overstek

Naast de gebouweigenschappen kunnen ook bewoners zelf invloed uitoefenen op de temperatuur in de woning. Dit kan bijvoorbeeld door het openen van ramen (spuiventilatie), waarbij de gesimuleerde situaties als volgt zijn (Ti staat voor binnentemperatuur, Te voor buitentemperatuur):

- overdag bij een binnentemperatuur (Ti) >24°C
- 's ochtends & 's avonds bij een binnentemperatuur (Ti) > 24°C en wanneer de buitentemperatuur lager is (Te < Ti)
- 's ochtends & 's avonds bij een binnentemperatuur (Ti) > 21°C en wanneer de buitentemperatuur lager is (Te < Ti)
- 's nachts bij een binnentemperatuur (Ti) > 24°C en wanneer de buitentemperatuur lager is (Te < Ti)
- altijd bij een binnentemperatuur (Ti) > 21°C en wanneer de buitentemperatuur lager is (Te < Ti)

Ook kunnen bewoners hun eigen beleving van hittestress beïnvloeden door hun kleding en activiteitsniveau aan te passen en een ventilator aan te zetten.



5. Maatregelenoverzicht

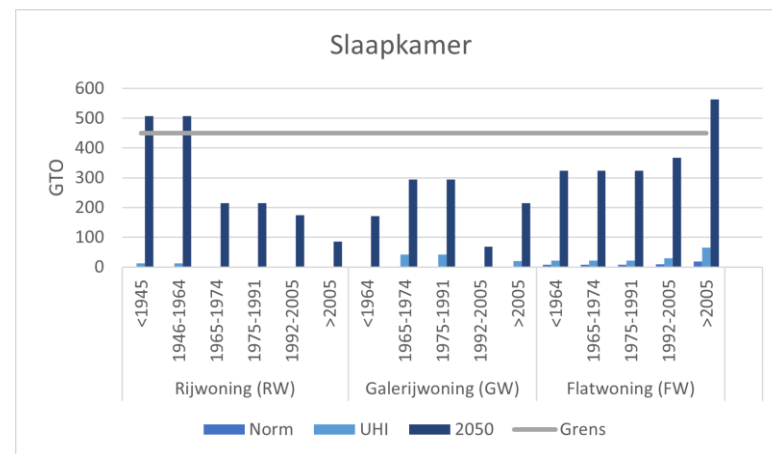
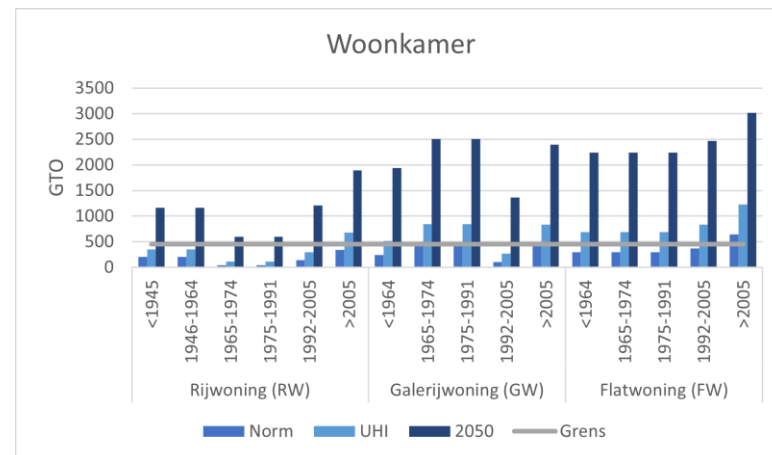
Uit de gebouwsimulaties blijkt dat over het algemeen de volgende maatregelen helpen bij het voorkomen van hitte in de woning:

1. Buitenzonwering
2. Actieve spuiventilatie
3. Zonwerend glas
4. Overstek
5. Spuiventilatie 's nachts

De gebouwsimulaties laten zien dat de meeste standaard woningen volgens de norm op dit moment voldoen aan de regelgeving. Wanneer deze woningen met de klimaatfile voor steden berekend wordt zijn temperatuuroverschrijdingen te zien in de woningen die na 2005 zijn gebouwd. Daarnaast hebben veel appartementen temperatuuroverschrijdingen. In het toekomstscenario, zoals dat nu wordt voorspeld, hebben alle woningen temperatuuroverschrijdingen en zijn maatregelen nodig om deze te beperken.

In onderstaande afbeeldingen zijn de Gemiddelde TemperatuurOverschrijdingen van standaard woningen te zien. Woningen kunnen altijd afwijken van deze kenmerken.

Veel woningen worden tegenwoordig geïsoleerd om het energiegebruik te beperken. Hoewel het langer duurt voordat de woning opgewarmd is, kunnen woningen ook slechter hun warmte weer kwijt. Hierdoor ontstaan temperatuuroverschrijdingen, met name in flats en rijwoningen gebouwd voor 1964. Daarom is het belangrijk om bij het isoleren ook rekening te houden met het plaatsen van zonwering. Vooral buitenzonwering helpt goed tegen het voorkomen van temperatuuroverschrijdingen. Wanneer het in de toekomst warmer wordt kan met goede spuiventilatie nog steeds voldaan worden aan de eisen die op dit moment gelden.



Zet in op goede zonwering

Uit de simulaties blijkt dat buitenzonwering en overstekken zeer effectief zijn om de zoninstraling via ramen te beperken. Een overstek is vooral effectief voor ramen op het zuiden, omdat de zon midden op de dag hoog staat. Ramen op het oosten en westen hebben minder baat bij een overstek. Binnenzonwering, zoals gordijnen, heeft een veel kleiner effect op het verminderen van hitte dan buitenzonwering. Bij toepassing van binnenzonwering met een reflecterende achterzijde wordt de zonnewarmte (deels) weer naar buiten gereflecteerd.

Ventileer op de juiste momenten

Spuiventilatie is een belangrijk en zelfs essentieel middel om hitte in de woning te beperken. Spuiventilatie is een extra ventilatie bovenop de al aanwezige basisventilatie, waarbij de ramen worden geopend. Spuiventilatie is effectief wanneer de ramen 's nachts of in de vroege ochtend geopend worden, zodat de ruimtes langdurig goed geventileerd worden met relatief koele lucht. Ramen 'tegen elkaar open zetten' werkt het beste. Wanneer het buiten warmer is dan binnen moeten alle deuren en ramen dicht blijven.

Isoleer je woning

De thermische isolatie van een woning heeft invloed in hoeveel warmte de woning in- en uitgaat. Ten eerste wil je voorkomen dat warmte de woning binnenkomt. Hiervoor moet je goed isoleren. Uit de resultaten van de modelwoning blijkt dat met name het thermisch isoleren van het dak van belang is. Als gevolg van het goed isoleren zien we dat warmte ook slechter de woning weer verlaat. Hiervoor is het heel belangrijk om op de juiste momenten de ramen open te zetten, zodat de warmte weer naar buiten kan.



6. Maatregelen factsheets

Met behulp van het simulatiemodel zijn verschillende scenario's doorgerekend die in grotere of kleinere mate effect hebben op de temperatuur in woningen.

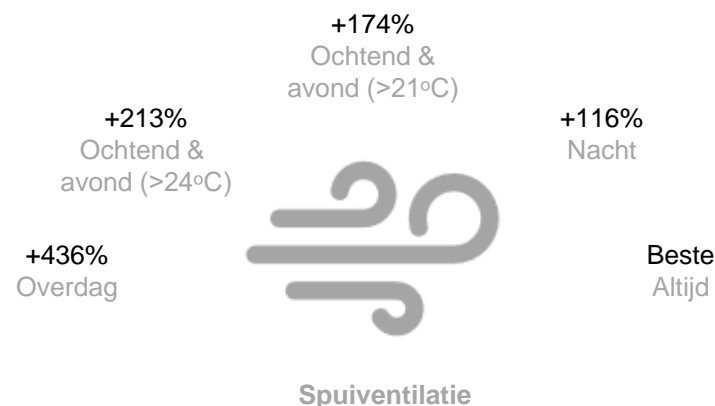
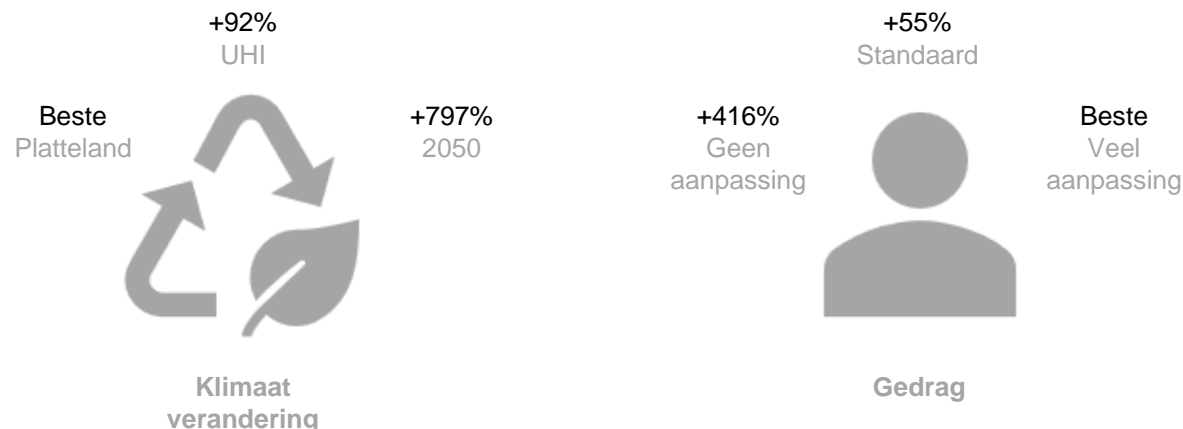
Het klimaat heeft grote invloed op de temperatuuroverschrijdingen in woningen. Uit de simulaties blijkt dat woningen in steden een veel groter risico op oververhitting hebben. Dit komt doordat deze omgeving 's nachts minder snel afkoelt, waardoor de warmte langer in de woning blijft. Daarnaast hebben de extremere weersomstandigheden in de toekomst ook een groot effect op hitte in de woning. Hieruit blijkt dat de urgentie om maatregelen te nemen tegen temperatuuroverschrijdingen in de toekomst veel groter wordt.

Mensen kunnen zelf ook veel doen om hittestress te voorkomen. Door goed te (spui)ventileren op de juiste momenten kan de warmte in de woning weer afgevoerd worden. Het is dan belangrijk om de ramen te openen als het buiten kouder is dan binnen en de woning even goed door te luchten. Uit eerdere enquêtes bleek dat mensen vaak overdag ventileren. Uit de simulaties blijkt dat deze manier van ventileren zorgt voor de grootste oververhitting.

Hittestress wordt niet alleen door de temperatuur bepaald, maar ook door de kleding die mensen aanhebben en de activiteiten die ze doen. Daarnaast heeft ook het toepassen van een ventilator een positief effect op het voorkomen van hittestress. Wanneer mensen zich niet/slecht aanpassen aan de warmere temperaturen heeft dit veel effect op mensen.

De tabel hieronder geeft de effectiviteit van verschillende maatregelen om hitte in de woning te beperken. Hierin is te zien dat de meest effectieve maatregelen tot doel hebben de zon buiten de woning te houden. Vervolgens heeft ook het afvoeren van warmte binnen de woning een positief effect. Er zijn weinig/geen effecten op de temperatuuroverschrijdingen gevonden voor standaard gordijnen en groene/daken en gevels.

Effect	Maatregel
Sterk positief effect	Buitenzonwering Zonwerend glas Overstek Actieve spuiventilatie (ook voorafgaand aan hitteperiode) Gerichte communicatie en ondersteuning van kwetsbare groepen
Positief effect	Groen in de omgeving Reflecterende binnenzonwering 's Nachts en 's ochtends spuiventileren Dakisolatie
Gering of geen effect	Binnenzonwering (gordijnen) Groene daken en gevels



Toelichting bovenstaande afbeelding

De percentages geven de procentuele toename van hitte weer. Het kopje spuiventilatie heeft betrekking op een situatie waarin de buitentemperatuur lager ligt dan de binnentemperatuur.



7. Indicatoren en grenswaarden (1/2)

Hitte-indicatoren en richtlijnen

Er bestaan veel verschillende indicatoren om hitte, hittestress of thermisch comfort uit te drukken. Een overzicht van veel gebruikte indices is te vinden in de tabel hiernaast. Sommige hitte-indicatoren kunnen relatief simpel berekend of gemeten worden, zoals de luchttemperatuur of operatieve temperatuur. Maar hitte-indicatoren kunnen ook complex worden, waarbij meerdere factoren worden meegewogen, met zowel fysieke omgevingsfactoren als luchtvochtigheid en windsnelheid als persoonlijke factoren als menselijke warmte-uitwisseling met de omgeving, type kleding en soort activiteit. Een voorbeeld van een dergelijke indicator is de Standard Effective Temperature (SET).

Binnen Europa worden veel verschillende hiterichtlijnen voor nieuwbouw gebruikt (Attia et al., 2023). Veel van deze richtlijnen gebruiken (voor een deel) de Predicted Mean Vote (PMV)/Percentage of People Dissatisfied (PPD) als basis om grenswaarden voor gebouwtoetsing te bepalen. Toch is er tussen Europese hiterichtlijnen een grote variëteit in samenstelling van de richtlijnen. Veel richtlijnen maken gebruik van toetsing over langere tijd (bijvoorbeeld het aantal uur dat de operatieve temperatuur boven een bepaalde waarde komt in een maand of jaar), maar sommige landen toetsen een gebouw over een korte periode (uur, dag of week). Daarbij wordt er door sommige richtlijnen voor gekozen om het aantal uur dat een ruimte (of een gebouw) wordt gebruikt ook in de weging van de grenswaarde mee te laten nemen. Er is daarnaast onderscheid te vinden tussen gebouwen die per ruimte (slaapkamer/woonkamer) of voor gehele gebouw als 1 ruimte toetsen. Daarnaast gebruiken sommige landen verschillende grenswaarden voor verschillende klimaatzones.

Binnen Nederland wordt de Gewogen Temperatuur Overschrijdingen (GTO) veel gebruikt. Deze is gebaseerd op de PMV. Daarnaast wordt tegenwoordig de TOjuli en Adaptieve Temperatuur Grenswaarden (ATG) vaak terug als indicatoren voor het comfort in woningen.

Grenswaarden van hitte-indicatoren

De indicatoren benoemd in 2.1 geven een indicatie van op basis van een bepaalde (temperatuur) schaal of een index. Zonder grenswaarden bij de indicatoren echter is het moeilijk te bepalen of er oververhitting plaats vindt. Omdat er veel uiteenlopende indicatoren en grenswaarden bestaan, zijn in onderstaand stuk alleen interessante en veelgebruikte indicatoren meegenomen.

PMV

De PMV geeft een aantal klassen tussen de +3 (heet) tot -3 (koud). Een 0 waarde geeft een optimale temperatuur. Door verschillende (inter)nationale standaarden als de CIBSE Guide A, EN 16798 en ISO 17772, worden PMV klassen van bijvoorbeeld +0,2/+0,5/+0,7 gebruikt om voor een aantal categorieën gebouwen te toetsen of het gebouw aan de eisen voldoet (Rahif, Amaripadath en Attia, 2021). Deze klassen zijn dan ook indirect te linken aan de mate van "acceptatie" van temperatuur overschrijding. De PMV van 0,2 geeft aan dat 94% van de gebruikers de temperaturen binnen deze bandbreedte accepteren.

Hitte-index	Definitie
NOAA Heat Index (HI)	De Amerikaanse indicator voor de gevoelstemperatuur. Het wordt berekend met behulp van meervoudige lineaire regressie op basis van de dagelijkse maximumtemperatuur en relatieve vochtigheid (berekend op basis van de dagelijkse gemiddelde specifieke vochtigheid en oppervlaktedruk) (Sandstad et al., 2022).
Psychological Equivalent Temperature (PET)	PET is een index voor de beoordeling van de veranderingen in menselijk thermisch comfort. Het wordt gedefinieerd "als de luchttemperatuur waarbij, in een typische binnen-omgeving (zonder wind- en zonnestraling), het energiebudget van de het menselijk lichaam is in balans met dezelfde kern- en huidtemperatuur als onder de complexe buitenomstandigheden die moeten worden beoordeeld" (Schwingshackl et al., 2021).
Universal Thermal Climate Index (UTCI)	Een index die de menselijke fysiologische reactie op de thermische omgeving beschrijft. Het houdt niet alleen rekening met de omgevingstemperatuur, maar ook met andere variabelen zoals vochtigheid, wind en straling, allemaal factoren die onze fysiologische reactie op de omgeving aanzienlijk beïnvloeden (Sandstad et al., 2022).
Standard Effective Temperature (SET)	De SET is een gestandaardiseerde temperatuur die een werkelijke situatie omrekenet in een denkbeeldige situatie. Hierin wordt luchttemperatuur (MRT = luchttemperatuur), luchtvochtigheid (van 50%) en windsnelheid (0,1m/s) meegenomen, evenals het soort activiteit en de kleren die de persoon aan heeft. Deze temperatuur kan vervolgens worden verdeeld in een klasse. De methode wordt standaard gebruikt door de U.S. Green Building Council (Laouadi et al, 2019).
Predicted Heat Strain (PHS)	De PHS bestaat uit een algoritme waarmee wordt berekend hoe lang het duurt voordat een lichaamswarmte van 38 °C of 3% verlies van lichaamsvocht wordt bereikt. Het model heeft een aantal nadelen, waaronder de aanname dat een lichaam constant aan hitte wordt blootgesteld (Laouadi et al, 2019).
Predicted Mean Vote (PMV) en Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD)	De PMV methode is oorspronkelijk ontwikkeld door Fanger, en gebruikt fysiologische kenmerken (energieverbruik/activiteit en type kleding) en omgevingseigenschappen (lucht- en stralingstemperatuur, luchtvochtigheid en luchtsnelheid) om een thermisch comfort te berekenen voor een groep mensen, op basis van 7 niveaus van heet naar koel (Mors et al., 2012). Op basis van de PMV kan ook de PPD worden berekend, die iets zegt over de hoeveel % van de gebruikers tevreden is over de temperatuur van het binnenklimaat (van Hoof, 2008). Het model werkt goed in gebouwen met mechanische ventilatie, maar heeft een aantal tekortkomingen, waaronder dat het minder goed in gebouwen zonder mechanische ventilatie werkt (van Hoof, 2008).[JS1]
Gemiddelde Temperatuur Overschrijding uren (GTO)	De GTO uren gaan verder op de PMV-PPD methode van Fanger door het aantal uur boven het PMV-limiet van +0,5 gewogen op te tellen. Het gewicht wordt bepaald door de PPD (een PPD van 20% weegt als 2,0, een PPD van 10% weegt als 1,0) (Van der Linden, 2007).
Adaptieve Temperatuur Grenswaarden (ATG)	Geeft de grenswaarden weer voor niet mechanische (Alpha) en mechanisch geventileerde gebouwen (Beta) bij een gemiddelde buitentemperatuur (op basis van de gemiddelde minimale en maximale temperatuur van de huidige dag en de voorgaande 3 dagen). Deze wordt op een grafiek gezet ten opzichte van een gemiddelde van lucht- en stralingstemperatuur. ATG staat omschreven in de NEN ISO 15251 (2005), Hasselaar (2013).
Humidex	Humidex is de Canadese indicator voor de gevoelstemperatuur. Het wordt berekend als een lineaire combinatie van de dagelijkse maximumtemperatuur en dampdruk (Sandstad et al., 2022).
WetBulb Globe Temperature (WBGT)	De WBGT-index is een mate voor de gevoelstemperatuur die wordt gebruikt om het effect van de temperatuur, luchtvochtigheid, windsnelheid en zonnestraling op de mens na te gaan. Het is afhankelijk van de natuurlijke natte bol (simuleert verdamping van zweet op de huid), zwarte bol (simuleert de zonnestraling) en de luchttemperatuur (simuleert warmte van de lucht). Het wordt vaak gebruikt om de gepaste blootstelling of het risico op hitteletsels vast te stellen (Koninklijke Luchtmacht, 2020)
Indoor wet-bulb globe temperature	Een vereenvoudiging van de WBGT voor het binnenklimaat (Sandstad et al., 2022).



Indicatoren en grenswaarden (2/2)

GTO

De Gewogen Temperatuur Grenswaarden zijn ook gebaseerd op de PMV. Hierbij worden de gewogen temperatuuroverschrijdingen boven de PMV 0,5 opgeteld. Deze grens komt overeen met een luchttemperatuur van 27 °C. De grenswaarde van de GTO in Nederland is bepaald op 450.

ATG

Een andere variant op de indexschaal zijn de Adaptieve Temperatuur Grenswaarden. Hiervoor zijn ook een aantal klassen gegeven, die de mate van acceptatie van een groep voor een grenswaarde geven. A correspondeert met een maximum van 5% ontevredenen, tot en met D met maximaal 25% ontevredenen. Op basis van een gemiddelde (operatieve) temperatuur van de afgelopen dagen en de operatieve binnentemperatuur kan worden bepaald of een temperatuur binnen een bepaalde klasse, of er buiten valt. Deze temperatuur is adaptief, en de mate van aanpassing van personen aan warmere temperaturen, maar ook de mogelijkheid van ventilatie zijn in deze indicator meegenomen.

SET

De Standard Effective Temperature (SET) is een standaard die is opgenomen in de ASHREA 55 om het koelend effect van ventilatie te berekenen. De SET gebruikt een aantal fysieke parameters, zoals luchttemperatuur en luchtvochtigheid, samen met persoonlijke parameters als kleren en metabolisme om de thermische comfort te berekenen (Attia et al., 2023).

Grenswaarden binnen de literatuur van de SET lopen sterk uiteen, variërend van 25,6 °C voor de bovengrens van thermisch comfortabele temperaturen, tot 30 °C - 35 °C voor kritieke grenswaarden waarbij de temperaturen een oncomfortabel tot onacceptabel niveau bereikt (Sun et al., 2021; Parsons, 2014; Auliciems & Szolokay, 1997).

Luchttemperatuur

Grenswaarden op basis van luchttemperatuur is zijn lastig te bepalen, en studies naar het bepalen van grenswaarden lopen sterk uiteen. De grenswaarde is namelijk adaptief, waarbij overschrijding afhankelijk is van veel factoren, zoals mate van gewenning, activiteit, conditie en leeftijd, luchtvochtigheid en windsnelheid (Schwingschackl et al., 2021). Het World Health Organisation (WHO) hanteert uiterlijke temperatuur tussen de 17–31 °C. Temperaturen daarboven kunnen bij kwetsbare groepen (ouderen, zieken) leiden tot gezondheidsklachten en zelfs overlijden. Een thermisch comfortbereik wordt aangegeven tussen de 18-24 °C (WHO, 1987; Weihe, 1987).

Optimale luchttemperaturen met minimale sterfte in Nederland liggen tussen de 15 en 16,5 °C, afhankelijk van geslacht en leeftijd. Het sterftcijfer neemt sterk toe bij hogere temperaturen (Folkerts et al, 2021). In de toekomst is dan ook de verwachting dat door hogere temperaturen het sterftcijfer toeneemt (Botzen et al., 2020), maar dat mensen zich ook aan hogere temperaturen kunnen aanpassen (Folkerts et al., 2020).

Bij een maximale (buiten)temperatuur van 32 °C in 1 dag neemt het risico op een ziekenhuis opnames in Nederland bij de groep tussen 65-80 jaar en 85+ jaar met respectievelijk 18% en 19% toe (van Loenhout et al., 2018). Klenk et al. (2010) vonden een optimale temperatuur van 25,9 °C, waarboven de sterfte in woningen sterk toeneemt met 26% en 62% bij 32,0-33,9 en >34 °C respectievelijk.

Een literatuurstudie door Tham et al. (2020) naar temperaturen en de effecten op gezondheid vond zeer uiteenlopende grenswaarden variërend tussen de 26 en 32 °C. Daarbij zijn zowel (mentale) gezondheid als fysiek functioneren in het onderzoek meegenomen. Daarnaast onderschrijven zij de moeilijkheid van het vinden van eenduidige temperatuurgrenswaarden voor verschillende negatieve gevolgen. Door grote range van risico-temperaturen is hun conclusie is dat 26 °C momenteel de beste temperatuurgrenswaarde is voor gevoelige groepen. Andere studies concluderen een grenswaarde wanneer ernstige van 34 °C (hot & oppressive) (Goromosov, 1968), ernstig gevaar voor volwassenen bij 35 °C (50% luchtvochtigheid) (NOAA, 1985) en 30 °C voor ernstig zieke patiënten in een ziekenhuis (Stéphan et al., 2004).

De richtlijnen ISO 17772–2 en CEN 16798–2 hanteren een grenswaarde van 26 °C (met CIBSE Guide A (2006) 28 °C voor woonkamers). De CIBSE Guide A hanteert een grens van 27 °C (Attia et al., 2023).

Een onderzoek door Ou et al. (2023) over het risico op een zonnesteek bij gezonde ouderen (65+), die optreedt wanneer de inwendige lichaamstemperatuur boven de 40,6 °C stijgt, vond al na 4 uur plaats bij ouderen bij een luchttemperatuur van 39 (luchtvochtigheid van 65% en windsnelheid van 0,1m/s) en 6,5 uur bij volwassenen. Ook bij deze studie bleek de luchtvochtigheid en de windsnelheid sterk van invloed.

De temperatuurgrenswaarden overdag verschillen van de grenswaarden 's nachts. Voor slaapkamers (of kamers waar geslapen wordt) worden daarom andere grenswaarden aangegeven. Nachts wordt een temperatuurwaarde van 24 tot 26 gegeven als grenswaarde, waarna het comfort snel af zal nemen (Tsang, Mui & Wong, 2021; Peeters et al., 2009; Lan et al., 2014).

Operatieve temperatuur

De operatieve temperatuur lijkt op een thermisch comfort temperatuur, en komt meer in de buurt van wat een gebruiker aanvoelt dan de luchttemperatuur. Om de operatieve temperatuur te bepalen wordt een gemiddeld van stralingstemperatuur en luchttemperatuur genomen, gewogen met de respectievelijke warmteoverdracht coëfficiënten (ISSO 74).

Binnen de (inter)nationale richtlijnen zijn grenswaarden van 25 tot 27 °C gebruikelijk (Attia et al., 2023). Kritieke operatieve temperaturen die binnen een literatuurstudie door Siu et al. (2023) gevonden zijn liggen rond de 30 °C. Andere grenswaarden voor thermisch comfort op basis van de operatieve temperatuur zijn 26 °C 's nachts en 32 °C overdag (Barone et al., 2021). Hier zijn de indicatoren Night Degree Hours (NDH) en Day Degree Hours (DDH) op gebaseerd.



8. Methodiek hittelabel (1)

Om het [hittelabel](#) vast te stellen is het noodzakelijk een aantal gebouweigenschappen in te vullen bij **A**:

Type huis: er zijn 8 woningtypen waar u een van kunt kiezen voor het label. Hiervoor zijn de standaardmodellen uit het onderzoek opgenomen. Kies de woning die het dichtst bij uw daadwerkelijke woningopbouw ligt.

Oriëntatie: hier kiest u de oriëntatie van de gevel met het meeste glasoppervlak in uw woning.

Zonwering: hier selecteert u het type zonwering.

- Binnen slecht: lichte of donkere gordijnen
- Binnen goed: metallic gordijnen
- Buiten: buitenzonwering, boom voor het raam
- Overstek: een overstek of uitkraging zoals bij een galerijwoning
- Een combinatie van overstek met binnen goed of binnen slecht.

Soort glas: hier selecteert u het type glas van ramen. Zonwerend glas heeft als voordeel dat er minder straling naar binnen kan maar als nadeel dat warmte in de woning ook moeilijk naar buiten kan. Goede ventilatie is dan van belang.

- Zonwerend glas: triple glas (gewone Low-E coating), zonwerend glas
- Normaal glas: enkel of dubbel glas, HR+, HR++

Let op: voor woningen met goede binnenzonwering en buitenzonwering is alleen een g-waarde van 0,6 gesimuleerd. Voor woningen met alleen een overstek, of een overstek in combinatie met buitenzonwering en goede of slechte binnenzonwering is alleen een g-waarde van 0,6 gesimuleerd. Als u voor een andere g-waarde glas hebt gekozen dan er is gesimuleerd krijgt u een waarschuwing in vak **B** en zijn de resultaten in vak **C** gearceerd.

Isolatie: hier selecteert u de mate waarin uw woning geïsoleerd is

- Goed: bouwjaar van de woning is na 2014 of er is nageïsoleerd tot minimaal $R_c \geq 3,5$ m2K/W
- Matig: bouwjaar van de woning is na 1992 of er is nageïsoleerd tot minimaal $R_c \geq 2,5$ m2K/W
- Slecht: overige woningen

Als u bovenstaande bij **A** heeft ingevuld krijgt u uw label te zien bij **C**, en krijgt u te zien welke indicatoren zijn overschreden waardoor uw woning zo scoort. Bij **D** kunt u vervolgens vergelijken hoe uw woning scoort in vergelijking met een vergelijkbare woning met andere gebouweigenschappen. Bij **E** kunt u zien door welke eigenschappen u een hogere score zou kunnen krijgen.

Bij **F** kunt u een andere woning invoeren om resultaten te vergelijken.

Invoer		Uw woning		Uw woning blijft het koelst door te ventileren van:	E	Vergelijk uw woning met een andere woning	F
Welke type huis heb je? Wat is de oriëntatie van uw woning?	Type huis	Appartement onder dak enkelzijdig	A	Altijd > 21°C		Appartement onder dak enkelzijdig	
Welk % glas heeft uw woning?	%glas	50%		Welke maatregelen kunt u treffen om uw woning te verbeteren	B	Oost	
Welke type zonwering heeft uw woning?	Zonwering	Binnen goed		Buiten		50%	
Heeft u gewoon of zonwerend glas?	Soort glas*	enkel, dubbel, HR+ of HR++ glas				Binnen slecht & overstek	
Hoe is uw woning geïsoleerd?	Isolatie	Goed				zonwerend of triple glas	
						Goed	
Uw woning heeft label:		D	C	De woning met het hoogste label overschrijdt:	D	Deze woning heeft label:	D
U krijgt bovenstaand label door een overschrijding van:			C	De woning met het hoogste label overschrijdt:		Bovenstaande woning krijg label door een overschrijding van:	
NDH		43		28		NDH	50
Ta Max		32,8		30,3		Ta Max	32,5
ATGAB		81		1		ATGAB	60



Methodiek hittelabel (2)

Opbouw van het label:

Uit een literatuurstudie is gebleken dat een sterke hiterichtlijn toetst op zowel sluimerende en extreme temperaturen. Daarnaast moet een goede hiterichtlijn rekening kunnen houden met het verschil in comfort 's nachts en overdag. Binnen het hittelabel is daarnaast een "risico" indicator meegenomen voor de situaties als een woning heel heet is, en broze mensen daarbij een risico lopen.

Het hittelabel bestaat uit:

- Langetermijn indicator. Hier is gekozen om de Adaptieve Temperatuur Grenswaarde (ATG) te gebruiken, met onderscheid in voor klasse AB en klasse C. ATG is een adaptieve temperatuurgrenswaarde gebaseerd op een voortschrijdend gemiddeld buitentemperatuur. De klassen geven een "adaptatiegraad" van gebruikers van 90% acceptatie (AB) en 80% acceptatie ©. De overschrijding per klasse wordt voor het hele jaar opgeteld, en mag niet vaker dan 0% of 3% van alle uren overschreden worden.
- (Tijdsgebonden) korte termijn indicator: Hiermee wordt een woning op extremen getoetst. In deze indicator zit ook een tijdselement, zodat de verschillen in comforttemperaturen 's nachts en overdag worden meegenomen in de toetsing. Deze indicator is de Night Degree Hour (NDH). Dit is de graaduren overschrijding van operationele temperatuur boven 26 graden, 's nachts (tussen 22:00 en 6:00). Omdat de waarden uit deze indicator graaduren zijn wegen ook hevige

temperatuuroverschrijdingen zwaarder mee. Binnen het label wordt deze indicator alleen op de slaapkamer getoetst. Voor grenswaarden tussen de NDH is 1% en 3% van de nachtelijke uren als grens genomen.

- Een "risico" indicator: hiervoor is de maximale gemeten luchttemperatuur gebruikt. Het is ingewikkeld om op basis van een luchttemperatuur duidelijk onderscheid te maken voor verschillende groepen bewoners. Uit een uitgebreid literatuuronderzoek is gekozen om als grenswaarde 30 °C voor label A te gebruiken, 31 °C voor label B en 35 °C voor label C en D. Het hittelabel wordt vastgesteld op een toekomstig klimaat (2050, met +2°C opwarming). Hiermee kunnen gebruikers zich door middel van het label voorbereiden op de toekomst. Daarnaast wordt voor de gehele woning 1 label bepaald, waarbij de ruimte met de slechtste score het label voor de woning bepaald. Aangezien het een label voor woningen betreft, en niet de gebruiker, het label van de woning geselecteerd op de meest optimale ventilatievariant. In onderstaande tabel worden de grenswaarden per indicator gegeven:

Label	ATG (aantal uren)*	NDH (graad uren)	Maximale luchttemperatuur (C)
A	ATGAB	0	30
B	ATGAB	0	31
C	ATGAB	88	35
D	ATGC	88	35
E	ATGC	>88	>35

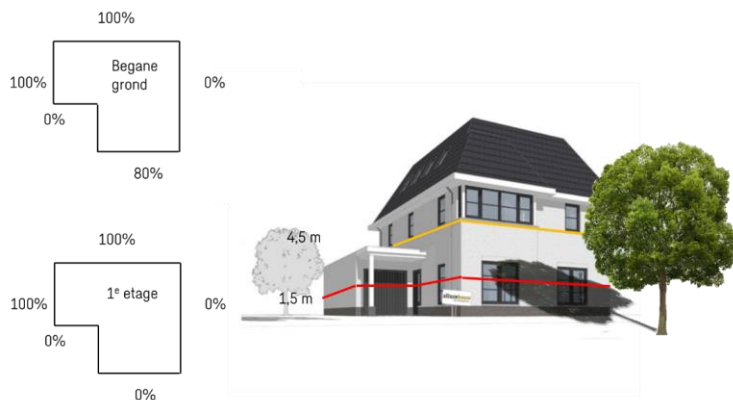


9. Methodiek schaduw op gebouwenkaart (1/4)

Gebruikte methode

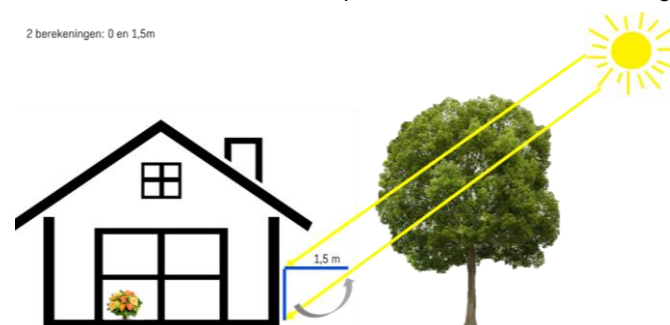
Om de hoeveelheid zon die op een gevel valt te bepalen is het nodig om de berekening om te draaien. Er wordt dus niet berekend hoeveel zon, maar hoeveel schaduw op een gevel valt. Hierbij is gebruikt gemaakt van de AHN-4 (Actueel Hoogtebestand Nederland), de digitale hoogtekarta van Nederland. Van deze kaart zijn het Digitaal Terrein Bestand (Digital Terrain Model/dtm) en het Digitaal Hoogtebestand gebruikt (Digital Surface Model/dsm). Het Digitaal Hoogtebestand geeft hoogtes weer, inclusief objecten op het aardoppervlak zoals bomen en bouwwerken. Een Digitaal Terrein Model geeft ook hoogtes weer, maar dan zonder objecten zoals bomen en huizen en dus alleen het maaiveld. Met behulp van deze modellen worden vervolgens de schaduwberekeningen uitgevoerd.

Uit deze bestanden is de slagschaduwkaart gemaakt voor drie tijdstippen (10:00, 13:00 en 16:00 CET) voor een warme zomerdag op 1 juli 2015. Deze datum is gekozen omdat deze ook gebruikt is voor de berekening van de gevoelstemperatuur in de landelijke klimaat-effectatlas. De twee benodigde parameters hierbij zijn het azimut en zonshoogte, ofwel hoe hoog de zon aan de hemel staat en de hoek van waaruit deze schijnt. Vervolgens is de schaduwkaart berekend op twee hoogtes, namelijk 1,5 meter en 4,5 meter. De hoogte ten opzichte van het maaiveld wordt hierna offset genoemd. De onderstaande figuur geeft dit principe weer. Aan het eind van de berekening wordt de schaduw op de twee verdiepingen gecombineerd tot één score. Indien het pand hoger is dan 6 meter, worden de waarden voor 4,5 meter ook voor het overige geveloppervlak gehanteerd.



Figuur 1. Schematische weergave van het resultaat: berekening verschillende hoogtes.

Figuur 2 geeft schematisch de berekening weer van de hoeveelheid schaduw op de gevel. De schaduwkaart en de AHN zijn beide 2D raster. Het is daardoor niet mogelijk om de schaduw op de gevel zelf, in het verticale vlak, te bepalen. Om dit wel te kunnen doen wordt de gevel als het ware horizontaal gekanteld en bepaald of schaduw op het raster valt tussen de gevel en 1 meter buiten de gevel op 1,5 of 4,5 meter hoogte. Als dat het geval is, valt schaduw namelijk ook op het verticale vlak. Voor iedere buitengevel is nu bepaald hoeveel schaduw op de gevel valt. Samen met de lengte en hoogte van iedere buitengevel wordt de schaduw in de laatste stap gesommeerd naar het hele pand om tot een schaduwfractie te komen. Er is gekozen om de data te presenteren op gebouwblok-niveau en niet voor individuele panden. Daarnaast worden alleen panden met een woonfunctie getoond.



Figuur 2. Op basis van zoninstraling wordt een schaduwfactor berekend, zoals bij een boom.

Recept kaart

In dit onderdeel wordt de eerder beschreven methode stapsgewijs beschreven. Het is hiermee mogelijk deze methode zelf te herhalen. Het is in verschillende programmeerprogramma's te bouwen. In deze methodiek is gekozen om in het programma FME te werken.

Data

De kaart is gemaakt met openbare data. Dit maakt de methode toegankelijk, voor iedereen herhaalbaar en houdt het actueel omdat de bronnen regelmatig geüpdatet worden. In het onderstaande overzicht staan de gebruikte databronnen weergegeven. Hierna worden de bewerking van de data en de berekeningen toegelicht.

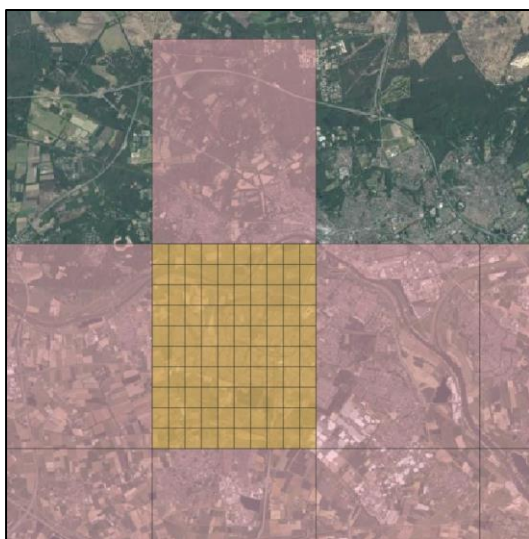
Gebruikte data:

- Actueel Hoogtebestand Nederland 4 dsm resolutie 0,5 m (AHN)
- Actueel Hoogtebestand Nederland 4 dtm resolutie 0,5 m (AHN)
- 3D BAG - PandVlakLOD12 (Bron: TU Delft 3D)
- BAG - Pand en Verblijfsobject
- Zonshoogte en azimut



Methodiek schaduw op gebouwenkaart (2/4)

Na het downloaden van de AHN wordt deze eerst bewerkt. De nodata wordt opgevuld. Hierbij nemen rastercellen zonder waarde deze over van de dichtstbijzijnde cel met een waarde. De schaduwberekening wordt uitgevoerd op een iets groter gebied omdat gebieden naast het beschouwde gebied mogelijk ook van invloed zijn. Een object buiten het gebied kan slagschaduw creëren binnen het gebied. Om dit efficiënt te doen worden de AHN-kaartbladen opgedeeld in tiles. Hierbij zijn 10 rijen en 10 kolommen gemaakt, zie figuur 3. Op AHN-blad niveau is gewerkt met parallel processing. Dan wordt de berekening van de kaart tegelijkertijd voor meerdere bladen uitgevoerd. Dit versnelt het rekenproces voor grotere gebieden aanzienlijk.



Figuur 3. Indeling originele AHN-bladen (roze) en verdeeld in tiles (geel) voor Arnhem

Beide AHN's staan in m+NAP. Om de absolute objecthoogte in meters te kunnen bepalen wordt de AHN dtm van de AHN dsm afgehaald. De formule is hieronder beschreven:

$$\text{Als } AHN_{dsm} - AHN_{dtm} - \text{offset} > 0; \text{ dan } AHN_{dsm} - AHN_{dtm} - \text{offset}; \text{ anders } 0$$

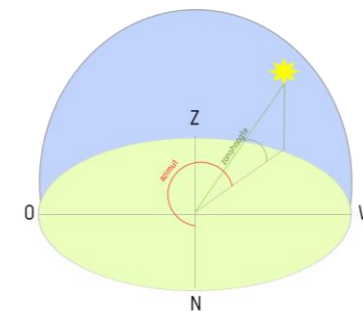
Er worden twee kaarten gemaakt één voor de offset van 1,5 meter en één voor 4,5 meter. Het maaiveld wordt hierbij dus omhoog getrokken om een kaart met de objecthoogte vanaf 1,5 en 4,5 meter te maken. Met deze kaarten, het offsetraster, wordt in de volgende de slagschaduwkaart op die hoogte gemaakt.

Slagschaduwkaart

Om de slagschaduw te kunnen bepalen zijn twee parameters nodig die informatie geven over de plek van de zon. De zonshoogte, de hoogte van de zon aan de hemel, en het azimut, de richting of hoek van de zon in de horizontale component. Om deze waarden te bepalen kan een tool als www.suncalc.org gebruikt worden. Door het invullen van een locatie, datum en tijdstip zijn deze twee waarden op te vragen. Er is gekozen voor het gebruik van de datum 1 juli 2015 om zo aan te sluiten bij de nationale PET-kaart. Bij het maken van de PET-kaart is voor deze dag gekozen omdat het een representatieve hete dag is. De zonshoogte en het azimut zijn opgevraagd voor drie tijdstippen. Namelijk 10.00, 13.00 en 16.00, zomertijd. In Tabel 1 zijn de gebruikte waarden weergegeven.

Tabel 1 Zonshoogte en azimut 1 juli 2015 in De Bilt, bron: suncalc.org.

Tijdstip	10.00	13.00	16.00
Zonshoogte	38.89	59.85	50.97
Azimut	102.4	159.99	235.222



Figuur 4. Zonshoogte en azimut

Slagschaduwberekening

Het offsetraster, de zonshoogte en het azimut vormen de input voor de slagschaduw berekening. Het resultaat uit deze stap geeft zes schaduwrasters. Voor de drie tijdstippen en de twee offsetten. De berekening is uitgevoerd in de hillshade tool van ArcGIS. Een vergelijkbare tool is ook beschikbaar in het opensource gisprogramma QGIS. In het resultaat heeft schaduw de waarde 0. De overige waarden moeten naar 1 worden gezet, dit is zon, en nodata naar een willekeurig andere waarde. Nu heeft zon de waarde 1 en schaduw de waarde 0. Als de waarde van een cell op het offsetraster groter is dan 0, krijgt deze cell op het schaduw raster altijd de waarde 0 (schaduw). Dat wil zeggen dat de objecten zelf de waarde 0 krijgen, onder een boom of gebouw valt namelijk geen zon.

Gebouwen en gevelhoogtes

Voor de gebouwen worden twee data lagen gebruikt. Als eerste worden uit de BAG panden met een woonfunctie gefilterd. Hierbij dienen ook gebouwen met een woonfunctie zoals zorginstellingen meegenomen te worden.

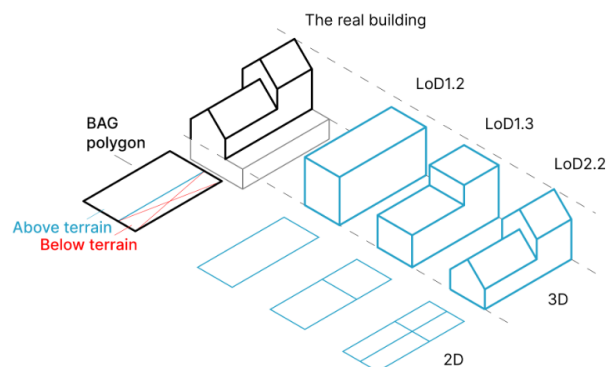
De gefilterde panden met woonfunctie worden gebruikt om een selectie uit de 3D BAG LoD1.2 laag te maken. Gebruik hierbij uit beide lagen het attribuut *identificatie*. Met LoD1.2 wordt later de gevelhoogte bepaald. De 3D BAG bestaat uit meerdere lagen waarbij de laag LoD1.2 dus wordt gebruikt.



Methodiek schaduw op gebouwenkaart (3/4)

De LoD1.2, zie Figuur 5, bestaat uit een 3D-mesh met 3 type vlakken: grondvlak, dakvlakken en muurvlakken en een 2D vlak met hoogtes. Er is gekozen voor de laag LoD1.2 omdat een pand zo niet te complex is, maar de hoogte toch nauwkeurig te gebruiken is. In de andere lagen bevat een pand te veel verschillende muursegmenten en hoogtestappen binnen een pand. Het 2D vlak wordt gebruikt om de hoogtes uit te halen.

Data Layers



Figuur 5. 3D BAG; verschillende data vormen. Bron: LoD2 voor alle 10 miljoen BAG panden in Nederland, Geo-Info 2021-1

Voor de gevelhoogte wordt het attribuut b3_h_70p gebruikt. Dit geeft het zeventigste percentiel van de gevelhoogte in meters t.o.v. NAP. Deze moet later omgezet worden naar de absolute hoogte. Voordat de maaiveldhoogte wordt toegevoegd worden eerst de panden teruggebracht tot bouwblokniveau. Soms is de data niet helemaal nauwkeurig of is er een hele smalle ruimte tussen de panden. Daarom worden de panden die minder dan 0,25 meter van elkaar liggen eerst aan elkaar verbonden en alle panden die tegen elkaar liggen daarna pas uit elkaar gehaald. Aan de bouwblokken wordt vervolgens de maaiveldhoogte toegevoegd. Neem hiervoor de middelste waarde, de mediaan, uit de DTM.

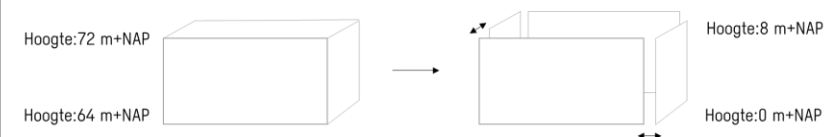
Panden die op de grens van een blad liggen worden nu in een van de bladen beoordeeld. De filtering voor de woonfunctie zorgt ervoor dat een pand maar in een blad kan liggen. De woonfunctie is namelijk een vorm met punten. De schaduwberekening wordt voor elk ahn-blad apart uitgevoerd. Dit betekent dat een bouwblok dat op de grens ligt twee verschillende waarden krijgt en daarmee de kleur op de kaart kan verschillen, zie figuur 6.



Figuur 6. Panden op grens AHN-blad

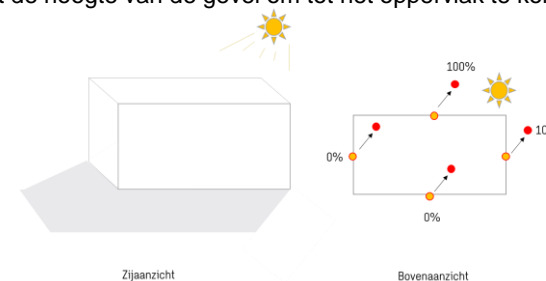
Gevels

Tot nu toe is steeds sprake geweest van hele gebouwen. Op dit punt worden geveldelen gemaakt uit de omtrek van het pand. Hier worden de zonnestanden en de oriëntatie en lengte van de gevels aan toegevoegd. Ook wordt de exacte gevelhoogte bepaald door de maaiveldhoogte van de gevelhoogte t.o.v. NAP af te halen. Vervolgens worden geveldelen korter dan 2 meter eruit gehaald. Deze worden net als tussenmuren niet beoordeeld.



Figuur 7. Van gebouwblok naar geveldelen

In de volgende stap wordt bepaald of een gevel in z'n eigen schaduw valt. Eigen schaduw wil zeggen dat de zon aan de andere kant van het object staat, waardoor deze in z'n eigen schaduw staat. Van elke gevel wordt het middelpunt bepaald. Vervolgens wordt dit punt in de richting van de zon verplaatst. Als het punt binnen het pand valt, ligt de gevel in de eigen schaduw. De zon op deze gevel is 0%. Bepaal nu de lengte van de lijn en vermenigvuldig dit met de hoogte van de gevel om tot het oppervlak te komen.

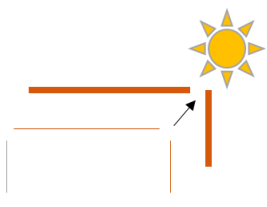


Figuur 8. Schematische weergave bepaling eigen schaduw. Voor verplaatsing is maar een centimeter nodig.

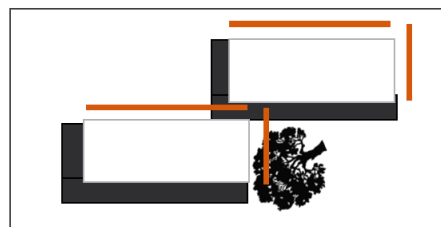


Methodiek schaduw op gebouwenkaart (4/4)

Om de hoeveel zon op de overgebleven gevels te bepalen worden de gevels eerst in de richting van de zon verplaatst, de maximaal te verplaatsen afstand is begrensd op 2 meter. Daarna wordt de gevel met 0,5 meter gebufferd om er een polygoon van te maken. Hiermee worden de zes schaduwrasters geclipped. Neem de geometrie van de lijn als attribuut op het raster over. De hoeveelheid zon wordt nu berekend door de gemiddelde waarde van de cellen per geclipped raster te bepalen. Dit geeft een fractie, maar alleen in het horizontale vlak van de bufferzone op 1,5 en 4,5 meter hoogte. Zet hierna de oorspronkelijke lijngeometrie weer terug.



Verplaatsen gevel (oranje) in zonrichting



Bepalen overlap gevel (oranje) met schaduw (zwart) uit schaduwraaster

Figuur 9. Bepalen overlap gevel met schaduwraaster

In de laatste stap wordt van de overgebleven gevels die niet volledig in de schaduw liggen het oppervlak en vervolgens de het geveloppervlak in de zon bepaald. Er moet eerst gefilterd worden op de offset. Neem bij de gevels met 1,5 meter offset de gevelhoogte over als deze kleiner is dan 3 meter. Als hij hier niet aan voldoet krijgt de gevelhoogte de waarde 3. Bij de 4,5 meter offset wordt 3 meter van de gevelhoogte afgehaald. Indien de waarde groter dan 0 is wordt de gevelhoogte, min drie meter, overgenomen. Als deze kleiner dan 0 is, bestaat dit geveldeel niet. Vermenigvuldigd vervolgens de gevelhoogte met lengte en de berekende zon fractie om het zon oppervlak te bepalen. Nu wordt het oppervlak gevel en het oppervlak zon van alle geveldelen per pand opgeteld. Door het totale oppervlak zon door het totale geveloppervlak te delen wordt de zonfractie per pand berekend.

Uitzonderingen

Er kunnen uitzondering voorkomen in de kaart waardoor het pand een afwijkende waarde geeft. Het is niet mogelijk om alle uitzondering te vinden of aan te passen. Hieronder enkele voorbeelden.

Geveldeel pand A		
Hoogte 8 m	Offset 1,5:	$8 > 3$ dus $3 \times 12 \times 0,5 = 18 \text{ m}^2$
Lengte 12 m	Offset 4,5:	$8 - 3 = 5 > 3$ dus $5 \times 12 \times 1 = 60 \text{ m}^2$
Oppv: 96 m	Totaal:	$18 + 60 = 78 \text{ m}^2$ zon
Offset 1,5: 50% zon	Fractie:	$78 / 96 = 0,81$
Offset 4,5: 100% zon		
Geveldeel pand B		
Hoogte 2,5 m	Offset 1,5:	$2,5 < 3$ dus $2,5 \times 12 \times 0,5 = 15 \text{ m}^2$
Lengte 12 m	Offset 4,5:	$2,5 - 3 = -0,5 < 3$ dus geveldeel bestaat niet
Oppv: 30 m	Totaal:	15 m^2 zon
Offset 1,5: 50% zon	Fractie:	$15 / 30 = 0,50$
Offset 4,5: 100% zon		

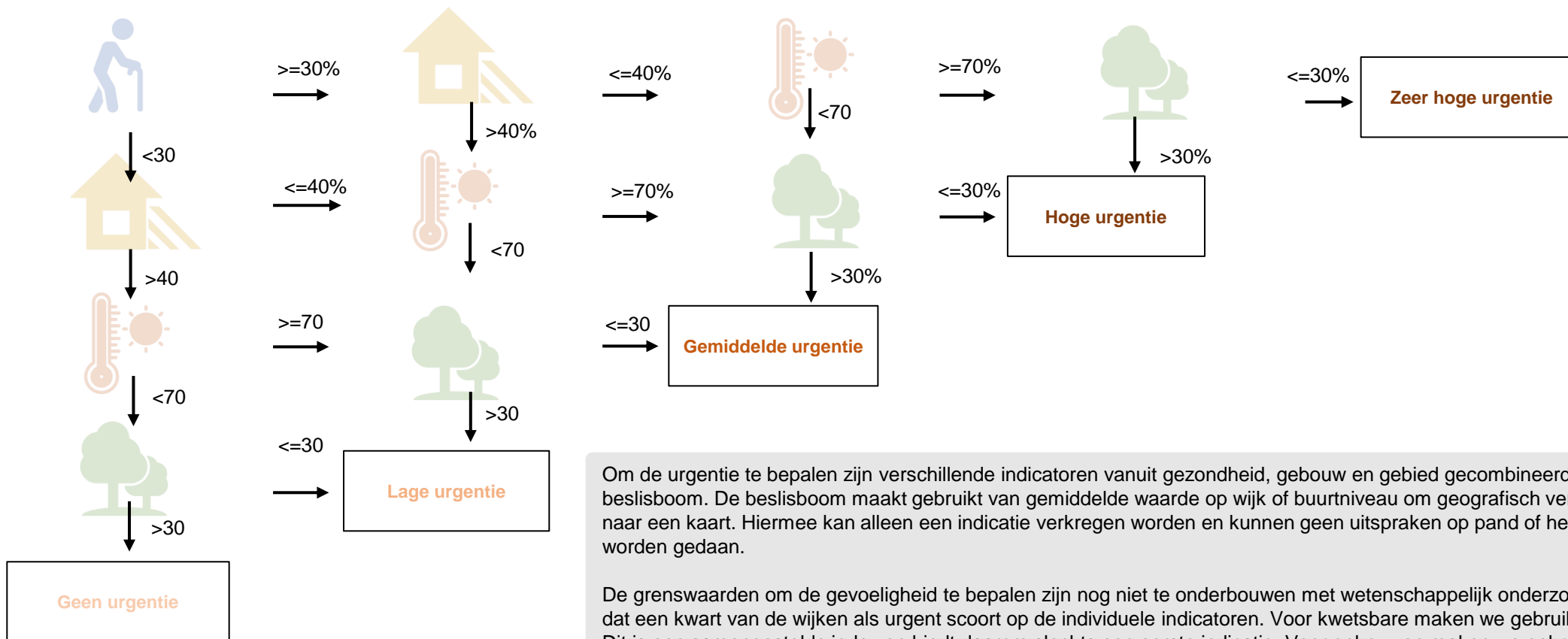
Figuur 10. Voorbeeldberekening





Overstek: Appartementengebouwen wijken af doordat ze als erg koel uit de berekening komen. Toch staan ze wel in de zon. Dit komt door de overstek van een pand. In de AHN dsm wordt het pand daardoor groter dan het werkelijke oppervlak aan grond. De gevel valt hierdoor in de schaduw wanneer hij naar buiten verplaatst wordt. Hier is niet eenvoudig voor te corrigeren.

Kleine geveldelen: Tijdens het bepalen van een gevel dient het geveldeel minimaal 2 meter lang te zijn, anders kan de schaduw niet overgenomen worden van het raster. Daarom worden geveldelen die kleiner zijn niet meegenomen in de berekening. Een uitzondering waarbij dit niet goed gaat, is wanneer een gevel geheel uit delen bestaat kleiner dan 2 meter. Dit kan het gevolg hebben dat een van de zijden van een gebouw eruit valt. Hierdoor valt het pand of heel heet of heel koel uit.

Ronde gevels: Een vergelijkbaar probleem treedt op bij ronde gevels. De geometrie van zo'n pand bevat veel vertices om de ronde vorm te maken. Het opknippen in losse geveldelen zorgt daardoor voor hele kleine gevelstukjes waardoor de gevel slechts gedeeltelijk wordt meegenomen. Het versimpelen van het pand, waardoor je minder vertices en langere geveldelen krijgt, zorgt er weer voor dat deze niet meer overeenkomt met het pand dat uit de AHN wordt gehaald en waarmee de shadeberekening wordt gedaan. Dan is er eigenlijk een overstek gecreëerd. Ronde panden of gevels komen gelukkig vrijwel niet voor.

10. Beslisboom gecombineerde urgentie



-  Het % broze mensen in de wijk of buurt
-  Het % schaduw op gebouwen in de wijk of buurt
-  Het % van de wijk of buurt waarin de gevoelstemperatuur op een hete dag meer dan 35 graden PET is
-  % groen in de wijk of buurt

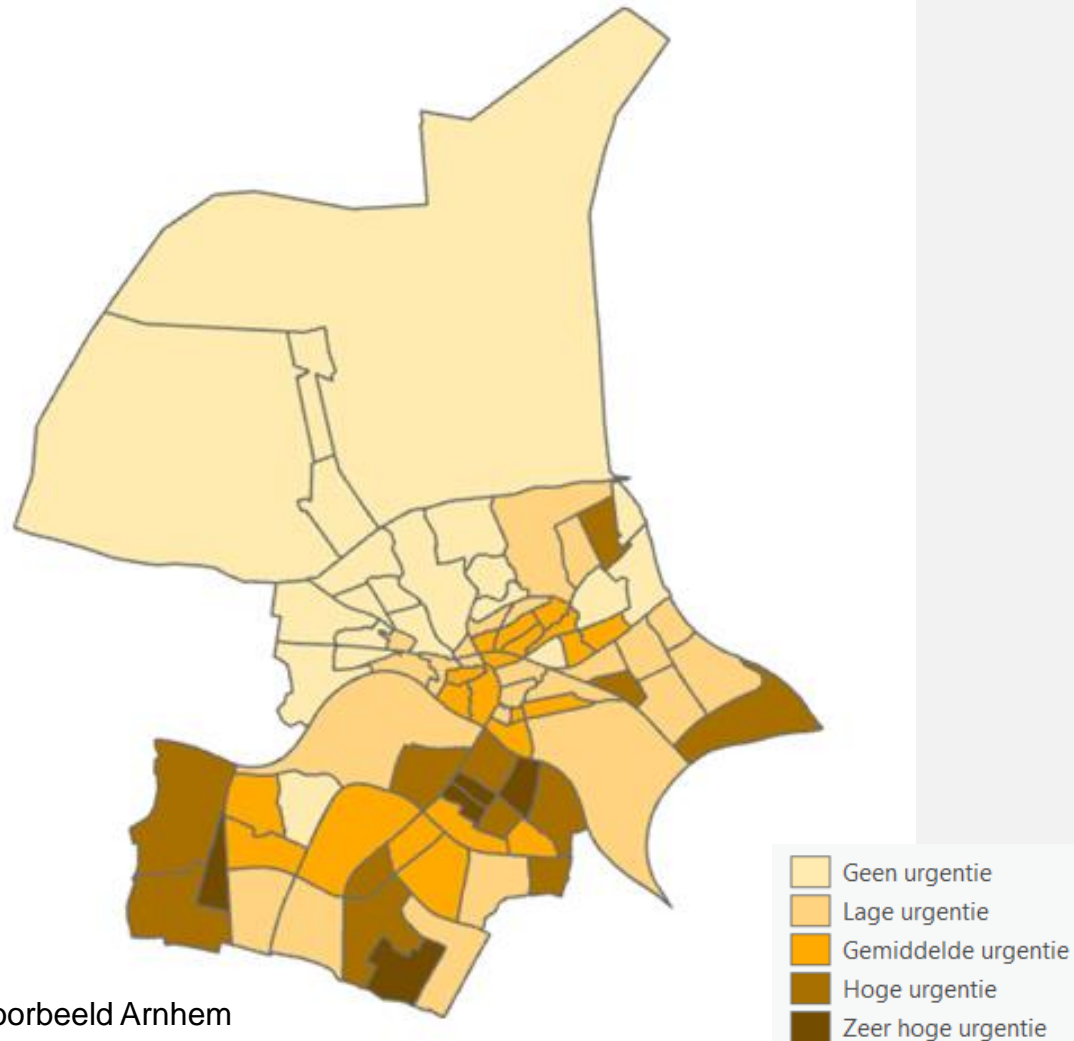
Om de urgentie te bepalen zijn verschillende indicatoren vanuit gezondheid, gebouw en gebied gecombineerd in nevenstaande beslisboom. De beslisboom maakt gebruik van gemiddelde waarde op wijk of buurniveau om geografisch vertaald te kunnen worden naar een kaart. Hiermee kan alleen een indicatie verkregen worden en kunnen geen uitspraken op pand of het niveau van de individu worden gedaan.

De grenswaarden om de gevoeligheid te bepalen zijn nog niet te onderbouwen met wetenschappelijk onderzoek en zijn nu zo gekozen dat een kwart van de wijken als urgent scoort op de individuele indicatoren. Voor kwetsbare maken we gebruik van de broosheidsindex. Dit is een samengestelde index en biedt daarom slechts een eerste indicatie. Voor gebouwen maken we gebruik van de schaduwkaart op gebouwen. Voor een nauwkeurige indicatie op gebouwniveau kan gebruik gemaakt worden van het hittelabel. Voor gebied maken we gebruik van zowel de gemiddelde gevoelstemperatuur (PET) als het % groen om zowel een indicatie voor de dag (PET) als nacht (% groen te krijgen).

De beslisboom is een eerste aanzet om op simpele wijze een integrale afweging van de domeinen gebied, gebouw en gezondheid te kunnen maken. Verdere verfijning is mogelijk door meer grenswaarden (klassen) en indicatoren toe te voegen en deze onderling te wegen.



11. Script gecombineerde urgentiekaart



Kaartlagen

Verzamel de volgende kaartlagen:

- broze gezondheid 2020 (RIVM) - % broze bewoners
- basiskaart groen en grijs 2021 (KEA) - % groen (all NL)
- hitte gevoelstemperatuurkaart 2021 (KEA) - % opp. Hittestress (35-49 PET)
- schaduw op gebouwenkaart (NB: <=40% schaduw of >=40% zon) → omgezet in score voor zonFraMed

Script voor runnen van kaart

In field calculator:

```
IF("BrozeGezon" >= 30,1,0) +  
IF("zonFraMed" >= 0,4,1,0) +  
IF("HSperc" >= 70,1,0) +  
IF("allGroen" <= 30,1,0)
```

Colofon

Het Nationaal Kennis- en innovatieprogramma Water en Klimaat (NKWK) is sinds 2015 actief. Het borduurt voort op de kennisvragen die benoemd zijn in het Deltaprogramma. Dit Deltaprogramma verschijnt ieder jaar en biedt de uitdagingen het hoofd waar de Nederlandse delta mee te maken heeft. Binnen het NKWK bestaat een onderzoekslijn genaamd de 'klimaatbestendige stad' (KBS). Hierbinnen wordt gewerkt aan kennisontwikkeling en kennisdeling, gericht op het klimaatbestendig en waterrobuust inrichten van Nederland.

In 2021 is de eerste versie van de handreiking hitte in bestaande gebouwen gepubliceerd. Op basis van de aanbevelingen voor vervolgonderzoek is in 2022 de handreiking 2.0 gepubliceerd. De handreiking 3.0 is de laatste versie van de handreiking binnen het NKWK-onderzoeksprogramma.

Het onderzoeksplan achter deze handreiking is opgesteld en uitgevoerd door een consortium dat bestaat uit de volgende organisaties en auteurs: Jeroen Kluck (Hogeschool van Amsterdam), Monique de Groot (TAUW), Edwin van der Strate (TAUW), Britt Snellen (TAUW), Anna Solcerova (Hogeschool van Amsterdam), Jeroen Schoonderbeek (Hogeschool van Amsterdam), Stephanie Erwin (Hogeschool van Amsterdam), Hester Thoen (Royal Haskoning DHV), Marc Tavenier (Royal Haskoning DHV), Lucas Nieuweboer (Sweco), Bart Jannink (Sweco) en Laurens Zwakhals (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu)

Daarnaast is voor de totstandkoming van deze handreiking input opgevraagd van publieke en private instanties tijdens verschillende bijeenkomsten. Het consortium wil graag de volgende aanwezigen bedanken voor hun bijdrage aan dit onderzoek: Carolyn Jonkers (Gemeente Middelburg), Frank Mathissen (RVO), Hans van Ammers (Gemeente Arnhem), Hans Gehrels (Deltares), Madeleen Helmer (Klimaatverbond Nederland), Marty Braat (Gemeente Moerdijk), Nancy Ockeloen (Gemeente Heerlen), en Patrick Klaassen (GGD Gelderland-Zuid).

