

NATIONAAL KENNIS- EN INNOVATIEPROGRAMMA WATER EN KLIMAAT

# Hitte in bestaande woningen 2.0

## Achtergronddocument



Februari 2023

Jeroen Kluck, Edwin van der Strate, Batoul Mesdaghi, Samuel de Vries, Lisanne Coppel, Anna Solcerova, Hester Thoen, Ronald Groen, Lucas Nieuweboer, Jelmer van de Ridder, Bart Jannink, Roland Goetgeluk, en Sander ten Hove, Laurens Zwakhals, Werner Hagens

 Hogeschool  
van Amsterdam

 TAUW

 Royal  
HaskoningDHV  
Enhancing Society Together

 Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu  
Ministerie van Volksgezondheid,  
Welzijn en Sport

 RIGO Research en Advies  
Woon- werk- en leefomgeving

 SWECO 

# Hitte in bestaande woningen 2.0

## Achtergronddocument

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 deze handreiking als een vervolg op de eerste versie tot stand gekomen.

Het onderzoeksplan achter deze handreiking is opgesteld en uitgevoerd door een consortium dat bestaat uit de volgende organisaties en personen:

Edwin van der Strate (TAUW), Batoul Mesdaghi (TAUW), Jeroen Kluck (Hogeschool van Amsterdam), Samuel de Vries (Hogeschool van Amsterdam), Lianne Coppel (Hogeschool van Amsterdam), Anna Solcerova (Hogeschool van Amsterdam), Hester Thoen (Royal Haskoning DHV), Ronald Groen (Royal Haskoning DHV), Lucas Nieuweboer (Sweco), Jelmer van de Ridder (Sweco), Bart Jannink (Sweco), Roland Goetgeluk (Labyrinth Onderzoek), en Sander ten Hove (Rigo), Laurens Zwakhals (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu) en Werner Hagens (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:

Bart van Overbeek (Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport), Carolyn Jonkers (Gemeente Middelburg), Danielle Freriks (Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties), Hans van Ammers (Gemeente Arnhem), Hans Gehrels (Deltares), Madeleen Helmer (Klimaatverbond Nederland), Marty Braat (Gemeente Moerdijk), Nancy Ockeloën (Gemeente Heerlen), Patrick Klaassen (GGD Gelderland-Zuid) en Yvonne Bosch (Gemeente Goes).

# Inhoudsopgave

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Inleiding</b>  | <b>3</b>  |
| 1.1      | Context   | 3         |
| 1.2      | Activiteiten en resultaten NKWK-KBS 2021                        | 3         |
| 1.3      | Hoofdvraag en deelvragen 2022                                   | 3         |
| 1.4      | Toelichting en argumentatie                                     | 4         |
| 1.5      | Aanpak  | 5         |
| <b>2</b> | <b>Simulaties van archetypen van woningen</b>                   | <b>6</b>  |
| 2.1      | Het simulatiemodel  | 6         |
| 2.2      | Woningtypen in het simulatiemodel                               | 7         |
| 2.2.1    | Toetsingskader  | 8         |
| 2.2.2    | Simulatieresultaten   | 9         |
| <b>3</b> | <b>Hittelabel</b>   | <b>12</b> |
| 3.1      | Opbouw hittelabel   | 12        |
| 3.2      | Overzicht resultaten simulaties aan de hand van de hittelabels  | 12        |
| 3.3      | Resultaten voor UHI en toekomstig klimaat                       | 15        |
| 3.4      | Conclusie simulaties en hittelabel en mogelijk vervolgonderzoek | 16        |
| <b>4</b> | <b>Invloed van het gebied op hitte in de woning</b>             | <b>17</b> |
| 4.1      | Behoefte aan inzicht nachthitte                                 | 17        |
| 4.2      | Effect van omgeving op hitte in de woning                       | 17        |
| <b>5</b> | <b>Gebouw</b>   | <b>18</b> |
| 5.1      | De hittekwetsbare gebouwenkaart                                 | 18        |
| 5.1.1    | Doel van de kaart   | 18        |
| 5.1.2    | Methode   | 18        |
| 5.2      | Bevindingen uit de kaart  | 21        |
| 5.2.1    | Hoekhuizen  | 22        |
| 5.2.2    | Plaats ten opzichte van andere panden                           | 22        |
| 5.2.3    | Bomen naast een pand  | 23        |
| 5.2.4    | Schaduw door eigen pand   | 23        |
| 5.3      | Opvallende punten uit de kaart                                  | 24        |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 5.3.1    | Muurhoogte niet altijd goed berekend                                   | 24        |
| 5.3.2    | Ruimte tussen panden   | 25        |
| 5.3.3    | Relatie tussen oppervlak en inhoud                                     | 26        |
| 5.3.4    | Aanbevelingen voor vervolgonderzoek                                    | 27        |
| <b>6</b> | <b>Broosheidsindex</b>   | <b>29</b> |
| 6.1      | Gevoeligheid voor hitte: broosheid                                     | 29        |
| 6.1.1    | Ouderen  | 29        |
| 6.1.2    | Chronisch zieken   | 30        |
| 6.1.3    | Medicatiegebruik   | 30        |
| 6.1.4    | Overige risicogroepen  | 31        |
| 6.2      | Frailty index op basis van 37 indicatoren uit de gezondheidsmonitor    | 31        |
| 6.3      | Frailty-index op buurtniveau   | 32        |
| 6.4      | Vervolgonderzoek   | 34        |
| <b>7</b> | <b>Belevingsonderzoek</b>  | <b>34</b> |
| 7.1      | Inleiding  | 34        |
| 7.2      | Respondenten   | 34        |
| 7.3      | Betrouwbaarheid antwoorden   | 35        |
| 7.4      | Resultaten   | 35        |
| 7.4.1    | Opgegeven redenen voor een warme woning                                | 35        |
| 7.4.2    | Verschillen van deze redenen naar achtergrondkenmerken                 | 36        |
| 7.4.3    | Beleving hitte tijdens dagelijkse activiteiten                         | 38        |
| 7.4.4    | Kennis over interventies   | 41        |
| 7.4.5    | Kennis over kwetsbare doelgroepen                                      | 45        |
| 7.4.6    | Worden symptomen van (over)verhitting herkend?                         | 46        |
| 7.5      | Conclusies belevingsonderzoek  | 47        |
| 7.6      | Kaarten  | 48        |
| 7.7      | Praktische adviezen voor verkoeling                                    | 48        |
| <b>8</b> | <b>Conclusies en aanbevelingen voor nader onderzoek</b>                | <b>49</b> |
| <b>9</b> | <b>Bronnenlijst</b>  | <b>51</b> |
|          | <b>Bijlage: Praktische adviezen om lichaamstemperatuur te verlagen</b> | <b>52</b> |

# 1 Inleiding

## 1.1 Context

Steden zijn gevoelig voor de effecten van klimaatverandering, waaronder hittegolven. Daarmee nemen ook de problemen rondom hittestress toe: doordat gebouwen en gebouwde gebieden niet ontworpen zijn op de hogere temperaturen ontstaan risico's voor de gezondheid van (kwetsbare) bewoners. Gemeenten en corporaties zien steeds meer de noodzaak om de hitteproblematiek aan te pakken maar missen handelingsperspectief: In welke situatie warmen woningen op? Met welke maatregelen kan die hitte het beste worden beperkt? En wat kan de bewoner zelf doen?

## 1.2 Activiteiten en resultaten NKWK-KBS 2021

De hierboven beschreven onderzoeksrichting was het uitgangspunt voor het onderzoek in het NKWK-KBS programma in 2021. In het onderzoek van 2021 is een literatuurstudie uitgevoerd naar de invloed van omgevingsfactoren, gebouwkenmerken en gedragingen van bewoners op hitte in de woning. Vervolgens is een simulatiestudie opgezet, waarin voor rijtjeswoningen en appartementencomplexen is berekend hoe warm deze worden afhankelijk van de aanwezige zonwering, de uitgevoerde renovaties, ventilatiegedragingen en de omgeving. Op basis van de bevindingen uit deze studies is er een eerste versie van de handreiking hitte in bestaande gebouwen opgeleverd.

De handreiking uit 2021 bevat vier onderdelen:

1. Een overzichtstabel van factoren die volgens de literatuurstudie en simulaties de hitte in de woning verergeren of juist beperken.
2. Een hittelabel dat op basis van verschillende factoren met een 'score' aangeeft hoe gevoelig een rijtjeswoning of appartementenwoning is voor hitte.
3. Een overzicht van maatregelen die juist wel of niet aan te bevelen zijn.
4. 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.

## 1.3 Hoofdvraag en deelvragen 2022

Op 20 januari 2022 is een workshop gehouden met ongeveer 25 vertegenwoordigers van decentrale overheden met als doel om de kennisvragen voor het hitte-onderzoek voor 2022 nader te identificeren. In de workshop zijn de belangrijkste resultaten gepresenteerd uit het onderzoek uit 2021 en hebben de deelnemers kennisgenomen van de belangrijkste aanbevelingen voor onderzoek uit 2021. Mede op basis hiervan is een brainstormsessie in parallele groepen gehouden waarin de geformuleerde kennisvragen verder zijn verrijkt en uitgebreid.

De sessie heeft een breed palet met onderzoeksvragen opgeleverd. In overleg met de Begeleidingscommissie zijn deze kennisvragen door het onderzoeksconsortium verder samengevoegd en zijn er keuzes gemaakt voor de focus van het uit te voeren onderzoek in 2022. Hierbij is nadrukkelijk gekeken naar het in 2021 uitgevoerde NKWK-hitteonderzoek en andere eerder uitgevoerde en lopende onderzoeken.

De samengevatte onderzoeksvragen zijn:

**1. Welke woningen en wijken zijn kwetsbaar voor hitte?**

Er is behoefte aan een methode om op basis van data en kaartmateriaal over heel Nederland snel kwetsbare wijken en woningen te identificeren. Er is inzicht nodig in de kwetsbaarheid op wijk- of woningniveau op basis van hittekaarten. Wij leggen hierbij de focus op hitte in de woning en het effect van de omgeving op hitte in de woning en of bewoners kunnen ontsnappen aan die hitte (bijvoorbeeld op basis van de afstand tot koele plekken). We noemen dit de 'hittekwestbaarheid' van wijken.

**2. Hoe kwetsbaar is dan de individuele woning of pand?**

Bij deze onderzoeksvraag gaat het om het ontwikkelen van een systematiek dat inzicht geeft in hoe hittebestendig een woningtype is, en welke maatregelen men kan treffen om de hitte te verminderen.

**3. Hoe kwetsbaar/gevoelig zijn de bewoners?**

Dit is inclusief inzicht in kwetsbare gebieden en gevoelige bewoners. Kwetsbaarheid is een combinatie van woningkenmerken, bewonerskenmerken en de mogelijkheden om maatregelen te nemen tegen hittestress.

**4. Wat zijn hierbij de gevolgen van verduurzaming van woningen?**

Hierbij gaat de aandacht uit naar de isolatie van de woning.

## **1.4 Toelichting en argumentatie**

De bovenstaande onderzoeksvragen zijn gebaseerd op verschillende behoeften en aandachtspunten uit de bijeenkomst met de Begeleidingscommissie en de vraagarticulatie.

Onderzoeksvraag 1 richt zich op de behoefte om een globaal beeld te creëren van de kwetsbare wijken door te kijken naar het gebied, gebouw en de gebruiker. Het onderzoek helpt daarmee gemeenten, corporaties, GGD'en en andere partijen te duiden in welke wijken de grootste hiterisico's bestaan.

Onderzoeksvraag 2 is geformuleerd om te onderzoeken welke effectieve en toetsbare maatregelen er zijn om hittestress te reduceren, hoe haalbaar ze zijn (financieel, technisch en maatschappelijk) en hoe deze zich verhouden tot hittelabels. In het vorige NKWK-onderzoek is een eerste aanzet voor een hittelabel gemaakt, die voor rijtjeswoningen en appartementen een inschatting geeft van het risico op oververhitting. De wens van de begeleidingscommissie is om voort te bouwen op dit product en deze door te ontwikkelen. Het moet duidelijker zijn voor welke situaties we hittelabels introduceren en hoe deze er concreet in werkbare vorm uit gaan zien.

De focus van onderzoeksvraag 3 hangt samen met de vraag wanneer we van hittestress spreken en wat de ervaren hittestress is. Dit hangt samen met de vraag van wat de gewenste temperatuur in een woning moet zijn. Om tot hittebestendige woningen te komen is het belangrijk om te weten wie en waar de meest kwetsbare inwoners zijn en wat voor hen acceptabel is.

Ten slotte is onderzoeksvraag 4 geformuleerd omdat energietransitiemaatregelen van invloed zijn op hitte in de woning. Zo is isolatie positief om warmte vast te houden in de winter, maar zorgt het in de zomer ervoor dat een woning lastiger de warmte binnen kwijt kan raken. De wens is om nu meer kennis over de samenhang tussen de energietransitie en de isolatie van woningen in te brengen.

Voor het onderzoek in 2022 is het verzoek om de kennis over de drie domeinen (gebied, gebouw, gebruiker) te combineren om tot integrale inzichten te komen ten aanzien van hitte in de woning.

## 1.5 Aanpak

Op basis van twee digitale bijeenkomsten en tussentijdse afstemming zijn de volgende onderdelen vastgesteld voor het onderzoek van 2022:

- Simulaties van archetypen van woningen
- Uitwerking hittelabels gebouw
- Impact van het gebied op het gebouw
- Ontwikkelen hittekwestbare gebouwenkaart
- Kwetsbare bevolkingsgroepenkaart
- Belevingsonderzoek
- Opstellen handreiking 2.0

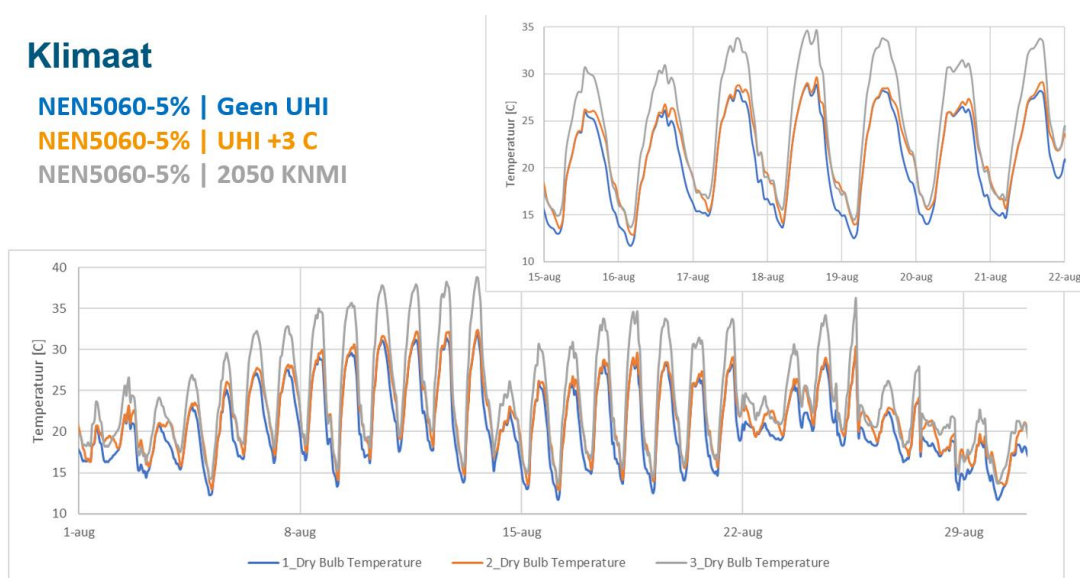
Deze inhoudelijke onderdelen zullen in de volgende hoofdstukken worden omschreven. De handreiking is [hier](#) te vinden. Dit is het achtergronddocument bij de handleiding.

## 2 Simulaties van archetypen van woningen

Om te kunnen bepalen welke eigenschappen van woningen maken dat het er heet wordt en welke maatregelen effectief zijn om hittestress te reduceren is voor een groot aantal woningen met verschillende kenmerken en in verschillende situaties de hitte gedurende een maatgevende zomer gesimuleerd. De temperatuurreksen per kamer zijn samengevoegd tot een serie hitte-indicatoren aan de hand waarvan de hittegevoeligheid is onderzocht. Deze indicatoren waren vervolgens de basis voor de bepaling van een hittelabel per woning.

### 2.1 Het simulatiemodel

Om de mate van oververhitting, en het effect van de verschillende maatregelen in te kunnen schatten zijn gebouwssimulaties uitgevoerd met behulp van EnergyPlus. Van de berekende gebouwen zijn simulatiemodellen opgesteld waarin typische kenmerken als bouwmaterialen, isolatiewaarden, zontoetredingsfactor van de ramen, maar ook de activiteiten binnenhuis zijn ingevoerd. Van elke te berekenen ruimte wordt in de simulatiesoftware uurlijks de warmtebalans opgemaakt. Enkele zaken die mee zijn genomen in deze uurlijkse balans zijn: de warmteafgifte van de mensen en apparatuur, de zonstraling door de ramen, het warmtetransport door de wanden en ramen, luchtuitwisseling met buiten door ventilatie, infiltratie en te openen ramen. Verder is in de simulaties zowel gekeken naar het huidige klimaat, als het Urban Heat Island effect ('s nachts tot 3 graden warmer buiten) en het toekomstige klimaat (2050 KNMI, Hoog). Zie Figuur 1. In de UHI-reeks is de temperatuur overdag telkens ongeveer gelijk aan de temperatuur zonder UHI. Alleen in de nacht is de temperatuur hoger.



**Figuur 1: De verschillende klimaatfiles die gebruikt zijn in de simulaties**

De invoer van de constructies sluit aan bij de publicatie “Voorbeeldwoningen 2011: Bestaande bouw” van Agentschap NL. Voor de invoer van de gebruiksprofielen en ventilatieregime is gebruik gemaakt van “Bijlage VII behorende bij artikel 3.10 van de Regeling bouwbesluit 2012”. Hierin zijn de eisen en uitgangspunten opgesteld voor het uitvoeren



van een dynamische simulatie voor oververhitting tijdens een zomerperiode voor een nieuwbouwwoonfunctie.

## 2.2 Woningtypen in het simulatiemodel

De keuze voor het type woning is gebaseerd op welke typen het meest voorkomt en waarin bovendien mogelijk veel kwetsbare mensen wonen. Onderstaande tabel toont de verdeling van woningen in Nederland.

|   | Percentage van woningvoorraad | Langdurig zieken | Alleenstaande ouderen >55 | Alleenstaande ouderen >75 |
|---|-------------------------------|------------------|---------------------------|---------------------------|
| <b>1 rijtjeshuis, tussenwoning, hoekwoning</b>                    | <b>38%</b>                    | <b>12%</b>       | <b>7%</b>                 | <b>2%</b>                 |
| 2 half-vrijstaande woning   | 12%                           | 4%               | 2%                        | 1%                        |
| 3 vrijstaande woning  | 13%                           | 4%               | 2%                        | 1%                        |
| 4 boerderij, woning met tuindersbedrijf                           | 1%                            | 0%               | 0%                        | 0%                        |
| 5 woning met aparte winkel, kantoor-, praktijk- of bedrijfsruimte | 1%                            | 0%               | 0%                        | 0%                        |
| 6 maisonnette   | 2%                            | 0%               | 0%                        | 0%                        |
| 7 bovenwoning   | 3%                            | 1%               | 1%                        | 0%                        |
| 8 benedenwoning   | 3%                            | 1%               | 1%                        | 0%                        |
| <b>9 appartement / etagewoning</b>                                | <b>19%</b>                    | <b>7%</b>        | <b>6%</b>                 | <b>3%</b>                 |
| 10 flat   | 7%                            | 3%               | 3%                        | 1%                        |
| 11 ander soort woning   | 1%                            | 0%               | 0%                        | 0%                        |
| 12 wooneenheid met gezamenlijk gebruik van keuken of toilet       | 1%                            | 0%               | 0%                        | 0%                        |
| Totaal  | 100%                          | 33%              | 22%                       | 9%                        |

**Figuur 2: overzicht van woningtypen in NL en aandeel kwetsbare mensen**

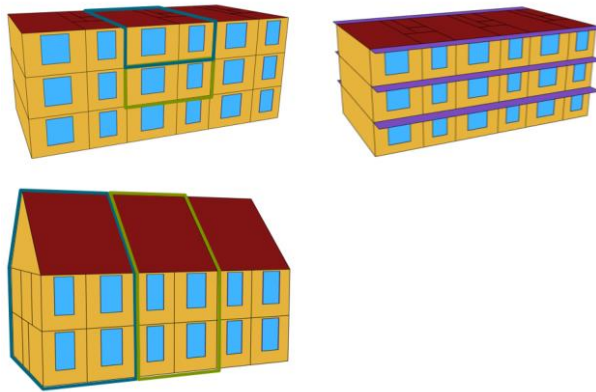
### *Tussenwoning en hoekwoning*

38% van de woningvoorraad in Nederland bestaat uit rijtjeshuizen, met vaak vier of meer huizen op een rij. In de simulaties is een tussenwoning als standaardwoning, en hoekwoning meegenomen. Deze woningtypen zijn meegenomen om uitspraken te doen over vergelijkbare woningtypen als een bovenwoning (3%), benedenwoning (3%) en (half-)vrijstaande woning (25%).

### *Appartementen (flat en galerij)*

De woningvoorraad in Nederland bestaat voor 19% uit appartementen. Het voornaamste kenmerk is dat de woning onderdeel uitmaakt van een groter gebouw met meerdere wooneenheden. Er zijn twee soorten appartementen die zijn doorgerekend, namelijk een galerij (doorzon) en flat (enkelzijdig). De galerij heeft daarnaast ook een overstek. Er is zowel gekeken naar een appartement onder het dak en als een tussenappartement. Alle woningen kunnen een balkon hebben.

Figuur 3 toont de standaardwoningen die als basis hebben gediend voor alle simulatievarianten.



***Figuur 3: de woningtypen die de basis vormen voor alle simulaties. Linksonder de flat, dan rechtsboven de galerijflat en linksonder de rijtjeswoning (hoekwoning en tussenwoning).***

### 2.2.1 Toetsingskader

Simulaties geven per uur informatie over de temperatuur in verschillende kamers van woningen. Om hieruit te beoordelen of een woning te heet is of niet is gebruikt gemaakt van een toetsingskader met indicatoren om te beoordelen of een woning te vaak of te heet is. De onderstaande indicatoren zijn onderzocht en overwogen. Voor de meeste indicatoren is per simulatie (per kamer van een woning) de waarde van de indicator bepaald. Later zijn hiermee verschillende klassen bepaald.

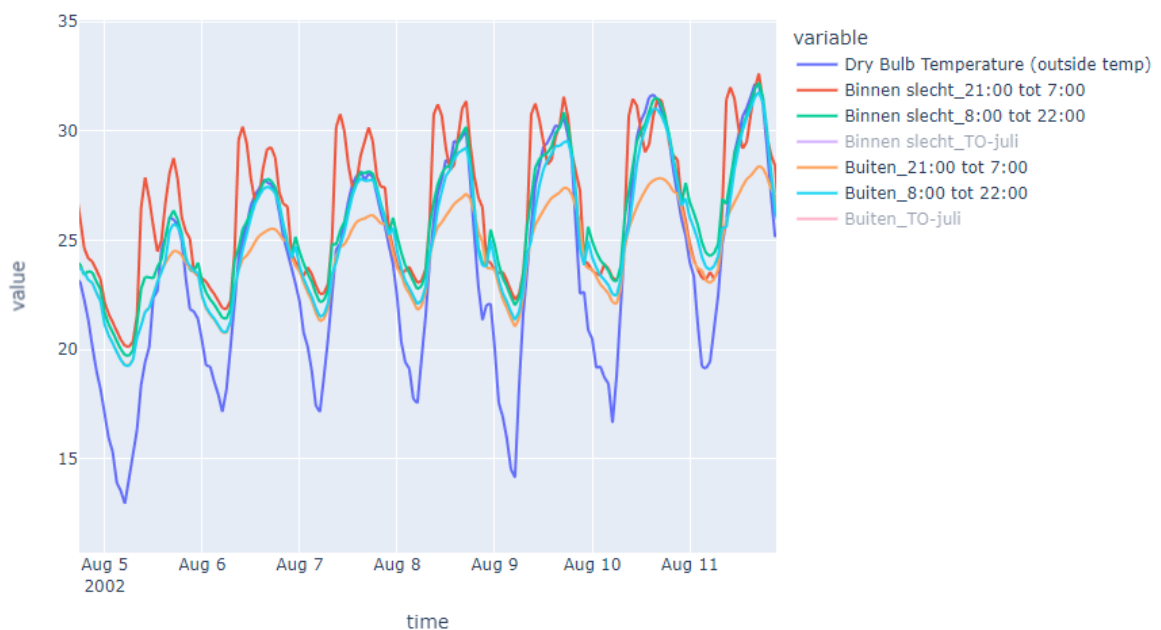
- **TemperatuurOverschrijdingJuli:** de TOjuli-eis wordt uitgedrukt in een getal. Dit getal geeft het risico aan op temperatuuroverschrijding en wordt bepaald aan de hand van de koelbehoefte in de maand juli. Bij het TOjuli-getal geldt: hoe hoger het getal, des te groter het risico is op temperatuuroverschrijding. De definitieve grenswaarde van de TOjuli is vastgesteld op 1,20 en is overgenomen in de simulatiestudies.
- **Gewogen Temperatuur Overschrijding:** de GTO is een vaste formule waarin de afwijking van een comfortabele situatie gewogen wordt en wordt uitgedrukt in uren. Een logische eis voor de GTO is < 450 uur omdat dit de eis is waaraan voldaan moet worden als niet aan de TOjuli-eis wordt voldaan.
- **Thermische Sensatie (PMV):** een theoretische weging van het percentage mensen die ontevreden is over het comfort in de ruimte. Een negatieve PMV geeft aan dat mensen het te koud vinden en een positieve PMV geeft aan dat mensen het te warm vinden.
- **Adaptieve Temperatuur Grenswaarde:** deze methode geeft richtlijnen voor het thermisch binnenklimaat van gebouwen waarin rekening is gehouden met het aanpassingsvermogen van mensen.

Om mee te nemen dat de hitteperceptie van ouderen minder gevoelig is, waardoor ze niet of in mindere mate in staat zijn maatregelen te nemen hebben we ook indicatoren met een focus op problemen bij ouderen gekozen. Ook bij zieken reageert het lichaam minder goed op warmte bij bepaalde ziekten (verminderd zweten, hogere warmteproductie, afwijkende bloeddruk). De volgende parameters zijn meegenomen om dit in de simulaties te ondervangen:

- **Overlevingstijd ( $\tau_s$ ) maximale:** de tolerantietijd voordat een zonnesteek optreedt.
- **Number of hours of heat stress (NhHS):** bepaald door  $\tau_s < 5$  dagen.
- **Number of days of heat stress (NdHS):** wordt berekend als gedurende 3 dagen de minimale temperatuur groter is dan 18 graden en de maximale temperatuur boven de 32 graden.
- **Day Degree Hour (DDH):** intensiteit van de oververhitting tussen 7:00-21:00 >32 graden.
- **Night Degree Hour (NDH):** intensiteit van de oververhitting tussen 22:00-6:00 >26 graden.

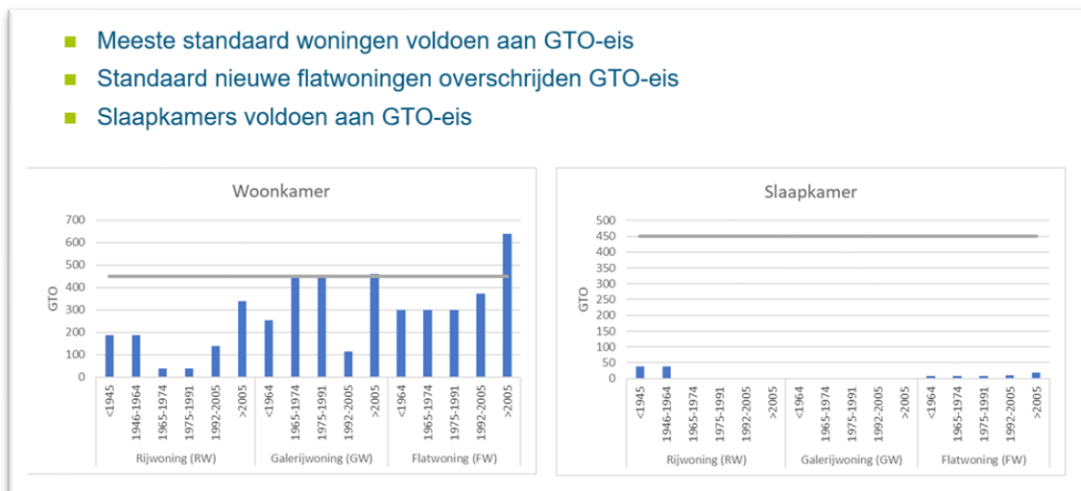
### 2.2.2 Simulatieresultaten

De simulaties resulteren in het temperatuurverloop in alle kamers van maart tot en met oktober. Figuur 4 geeft een voorbeeld van de temperaturen in een kamer voor een tussenwoning met twee verschillende soorten zonwering en voor dag- of nachtventilatie.



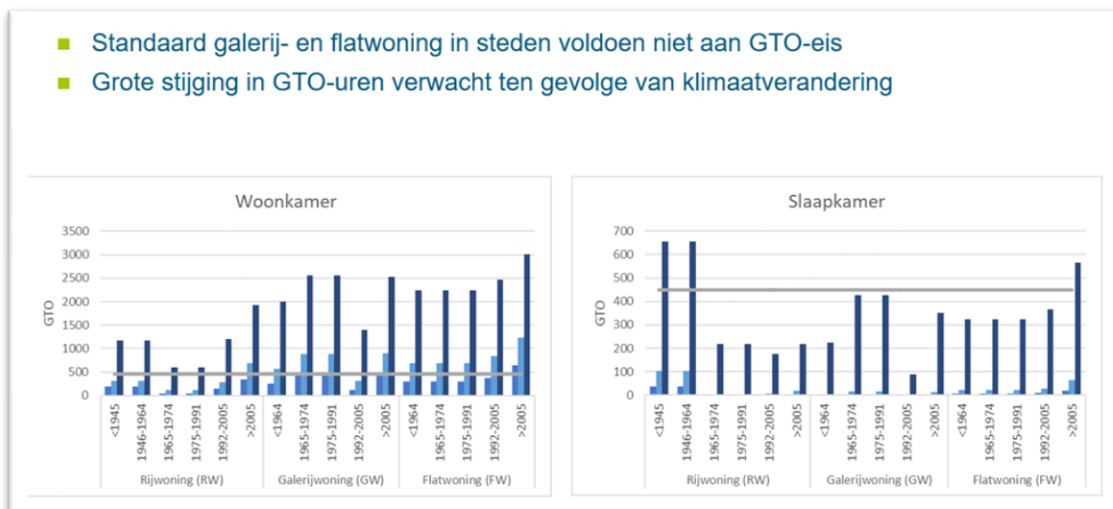
**Figuur 4: Voorbeeld van temperatuurverloop voor een hittegolf volgens de simulaties**

De donkerblauwe lijn is de buitenluchttemperatuur. De andere lijnen zijn allemaal de woonkamertemperatuur ('binnen' of 'buiten' duidt op de zonwering). Duidelijk is dat de binnentemperatuur elke dag een beetje hoger wordt. De rode lijn (slechte binnenzonwering en nachtventilatie) toont elke dag een kamelenbult doordat de zon eerst aan de oostzijde naar binnen schijnt en in de middag aan de westzijde naar binnen schijnt. De varianten met buitenzonwering laten dit niet zien. De groene lijn is de lijn voor de slechte binnenzonwering (zoals gordijnen) en dagventilatie. Duidelijk is dat ook dagventilatie nodig is als het buiten koeler is dan binnen. Dit is alleen ter illustratie. Er zijn namelijk heel veel temperatuurfiles te vergelijken. Omdat dit ondoenlijk is met 15.000 simulaties, hebben we de analyse verder uitgevoerd op de indicatoren die per variant de hele temperatuurreeks samenvatten. Hieruit blijkt dat de meeste woningen voldoen aan de GTO-eis (gewogen temperatuuroverschrijding <450 uur) als ze buiten de stad liggen – dus als er geen stedelijk hitte-eilandeffect (UHI-effect) is. Figuur 5 geeft dit weer.



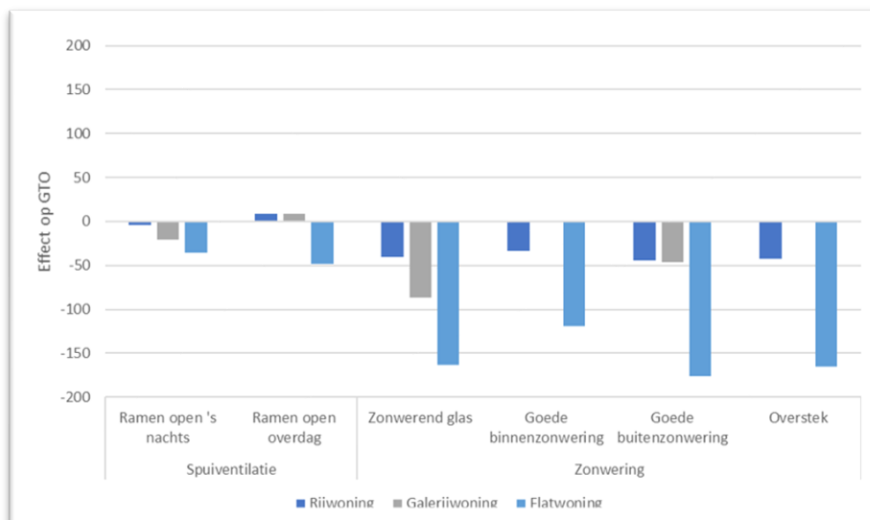
**Figuur 5: Vergelijking GTO per type woningen voor de situatie zonder UHI**

Echter, als er een stedelijk UHI-effect van 3 graden is, voldoen de meeste galerijwoningen en flatwoningen niet meer aan de GTO-eis (zie Figuur 6). En als rekening gehouden wordt met klimaatverandering dan voldoen bijna alle woningen niet meer aan de GTO-eis.



**Figuur 6: Vergelijking GTO per type woningen voor de situatie zonder UHI, met UHI en na klimaatverandering. Voor de woonkamers zijn telkens 3 balkjes gegeven. De kleinste is zonder UHI, de middelste met UHI en de grootste de situatie met klimaatverandering.**

Om de hitte te beperken is vooral het plaatsen van een goede zonwering effectief. Figuur 7 toont de effectiviteit van de meest evidente maatregelen voor de verschillende typen woningen. Bedacht moet worden dat zonwerend glas niet alleen in de zomer de zonnestraling effectief tegenhoudt: ook in de winter houden ze de zonnestraling buiten en beperken ze de opwarming door de zon.



**Figuur 7: effect maatregelen op standaard woningen**

### 3 Hittelabel

Op basis van de indicatoren is dit jaar het hittelabel uit 2021 vernieuwd. Voor elk van de 15.000 simulaties voor verschillende typen rijtjeshuizen en appartementen is een hittelabel bepaald. Dit kan gebruikt worden om snel voor elke combinatie van invoerparameters (zoals isolatie en type zonwering) het label van een woning te berekenen.

#### 3.1 Opbouw hittelabel

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. Daarbij is uitgegaan van hitte-indicatoren als GTO (gewogen temperatuur overschrijding), maximale dagtemperatuur en aantal uren overschrijdingen van 26 graden 's nachts. Er is een Excel beschikbaar met het hittelabel. Deze is [hier](#) te vinden of opvraagbaar bij de auteurs.

De categorieën en grenswaarden zijn:



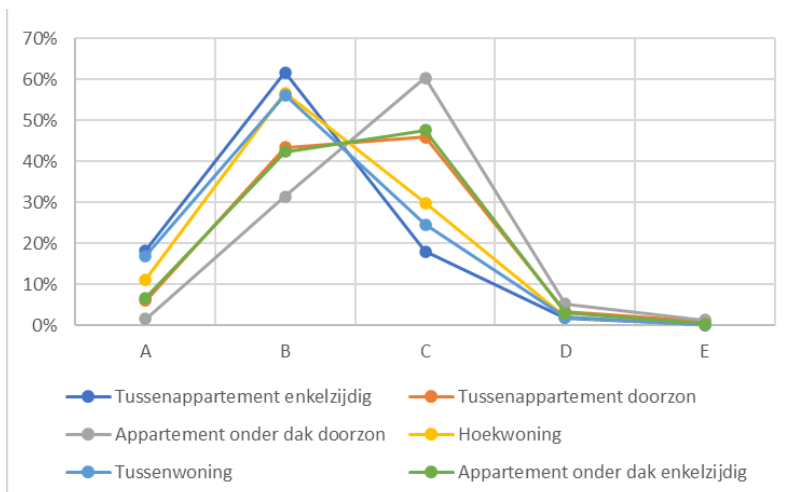
| Label | GTO uren <= | T <sub>nacht</sub> <= 26°C uren <= | Ta <sub>max</sub> °C <= |
|-------|-------------|------------------------------------|-------------------------|
| A     | 450         | 6                                  | 28                      |
| B     | 450         | 24                                 | 32                      |
| C     | 900         | 200                                | 35                      |
| D     | 1800        | 500                                | 38                      |
| E     | groter      | groter                             | groter                  |

De grenswaarden voor de indicatoren zijn arbitrair gekozen. Deze indicatoren en grenswaarden hebben vanzelfsprekend een grote invloed op het uiteindelijke hittelabel. In vervolgonderzoek is het belangrijk om te kijken welke grenswaarden en indicatoren het hittelabel nog nauwkeuriger kunnen maken.

Zie de Excel en handreiking voor een uitleg over het gebruik van het hittelabel.

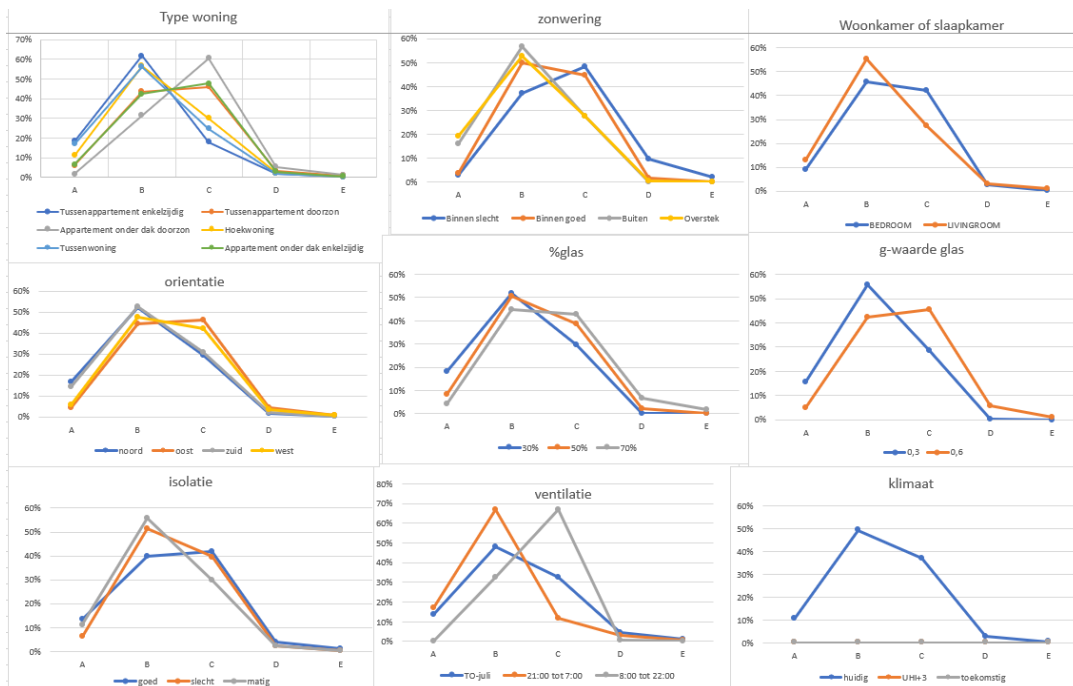
#### 3.2 Overzicht resultaten simulaties aan de hand van de hittelabels

Figuur 8 toont de verdeling van de hittelabels op basis van de simulaties voor het huidige klimaat buiten de stad. De verticale as geeft aan welk percentage van de kamers (in de gekozen type woningen) label A, B, C, D of E heeft. Het totaal voor elke lijn is telkens 100%.



**Figuur 8: Hittelabel per type woning voor huidig klimaat buiten de stad**

De meeste type woningen hebben label A of B. Dit betekent onder andere dat de GTO kleiner is dan 450 uur. In 'tussenappartementen enkelzijdig', 'tussenwoningen' en 'hoekwoningen' zijn de minste problemen met hitte te verwachten (voornamelijk hittelabel B: GTO < 450 uur en Luchttemperatuur < 32 graden en minder dan 24 uren gedurende een nacht te heet). 'Appartement doorzon' en 'appartementen onder dak enkelzijdig' scoren gemiddeld B en C. Het type 'Appartement onder dak doorzon' scoort slechts gemiddeld C. Figuren zoals figuur 8 zijn voor alle kenmerken van woningen die zijn gevarieerd gemaakt. Figuur 9 toont het huidige klimaat buiten de stad. De subfiguren tonen de gevoeligheid van woningen voor kenmerken zoals zonwering, oriëntatie van de ramen en ventilatie. Hieronder volgt een beschrijving van de variatie per kenmerk. Voor de andere klimaatsituaties bestaan ook dit soort figuren. De verschillen zijn vooral verschoven op de horizontale as. Dit wordt later getoond.



**Figuur 9: Labels per kenmerk voor de huidige situatie buiten de stad.**

**Zonwering:** duidelijk is dat buitenzonwering en een overstek woningen koeler maken. 'Binnen slecht' zonwering (zoals gordijnen) is het minst gunstig. De verschillen zijn overigens niet heel erg groot. Dit behoeft nadere bestudering in een vervolgonderzoek, omdat uit eerder onderzoek bleek dat buitenzonwering veel effectiever was dan binnenzonwering. Deze subfiguren tonen de labels telkens voor alle woningen met een bepaalde eigenschap, bijvoorbeeld alle woningen met binnen zonwering en alle woningen met buitenzonwering.

**Oriëntatie:** gevels op het noorden en zuiden zijn koeler dan gevels op het oosten en westen. Het verschil is echter niet zo groot. Bovendien is het opvallend dat het noorden en zuiden zo dicht op elkaar liggen.

**Percentage glas:** hoe groter het percentage glas, hoe groter de kans op oververhitting.

**Soort glas:** hoe minder instraling, hoe koeler de woning.

**Isolatie:** een goede isolatie leidt tot meer hitteproblemen. Duidelijk is dat bij isoleren ook gedacht moet worden aan goede zonwering en voldoende ventilatiemogelijkheden.

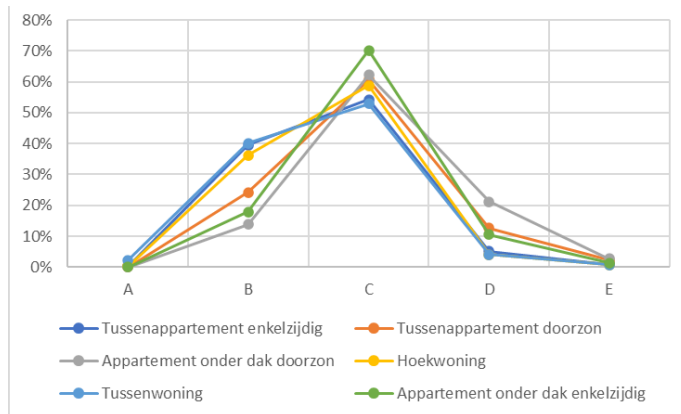
**Ventilatie:** de subfiguren geven aan dat ventilatie een groot effect heeft op hitte in de woning. Nachtventilatie heeft daarbij het grootste effect. Vooral als het buiten koel is, is het effectief om te ventileren. Overigens is in de simulaties uitgegaan van alleen ventileren als het binnen warmer is dan 24 graden. Ventileren tot een lagere temperatuur is nog een goede optie om 's nachts de kamers verder af te koelen. Dit is een aanbeveling voor toekomstige simulaties. Daarbij zou het ook interessant zijn om te onderzoeken hoe effectief 'altijd ventileren' is en hoe effectief ventileren is als het buiten koeler is dan binnen.



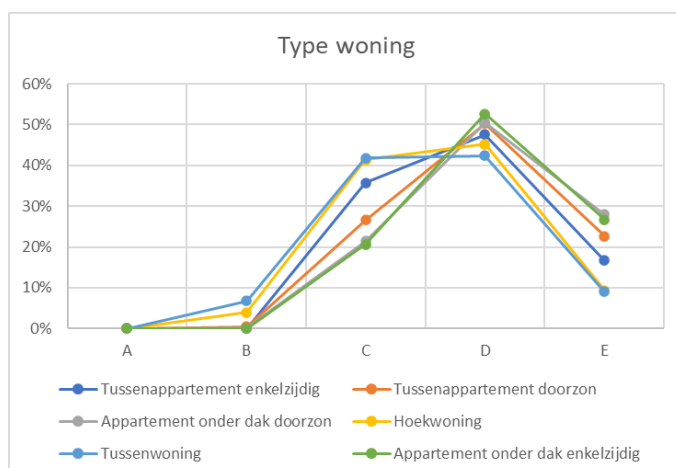
Wat verschilt in de resultaten ten opzichte van het onderzoek van 2021 is dat ventileren meer effect lijkt te hebben dan zonwering. Vervolgonderzoek is nodig om te weten waarom het resultaat verschilt van het resultaat uit 2021. Dit kan te maken hebben met modelinstellingen, zoals het gekozen ventilatiedebiet. Met meer meetgegevens kan hier een uitspraak over gedaan worden.

### 3.3 Resultaten voor UHI en toekomstig klimaat

Naast de situatie in het huidige klimaat voor buiten de stad zijn ook simulaties uitgevoerd voor de situatie met 3 graden UHI-effect en voor een situatie met klimaatverandering in 2050. Figuren 10 en 11 tonen voor deze situaties de verdeling van hittelabels. Duidelijk is dat door het UHI-effect het meest voorkomende label niet meer B is maar C. Bij C wordt de GTO-norm overschreden en kan het 38 graden in de woning worden. Duidelijk is ook dat bij klimaatverandering de hitte in woningen veel groter zal zijn. De meeste woningen hebben dan klasse D (GTO > 900 uur, vaak meer dan 35 graden). Dit is een situatie waar zeker nader naar gekeken moet worden. Hoe gaan we de woningen dan voldoende koel houden?



**Figuur 10: Verdeling labels per type woning voor situatie met 3 graden UHI**



**Figuur 11: Verdeling labels voor situatie met klimaatverandering volgens KNMI 2050-hoog**

### 3.4 Conclusie simulaties en hittelabel en mogelijk vervolgonderzoek

De grote hoeveelheid simulaties hebben veel inzichten opgeleverd, die nog niet allemaal voldoende bestudeerd zijn. De grote hoeveelheid maakt dat hier nog nader naar gekeken moet worden, zowel ter verificatie van de simulaties als voor het trekken van conclusies over de resultaten. Denk daarbij aan de visuele analyse via figuren van het temperatuurverloop of analyses op basis van samenvattende hitte-indicatoren.

De wens om zoveel simulaties uit te voeren bracht ook beperkingen met zich mee ten aanzien van het nog eenvoudig kunnen uitzoeken wat het effect van een specifiek kenmerk is door de invoer weer anders te variëren. Met name de ventilatie kan nog worden verbeterd. Ook variaties in zonwering (soort en gedrag) is interessant om nader te onderzoeken.

Het hittelabel is nu een praktisch hulpmiddel om allerlei woningen te vergelijken. Echter, niet alle type woningen en niet de hele range van variaties zijn beschikbaar. Extra simulaties zijn hiervoor nodig. Een belangrijker punt is echter de keuzes van hitte-indicator en grenswaarden voor de indicatoren. Met andere indicatoren en grenswaarden zouden andere conclusies getrokken kunnen worden. Bovendien moet bedacht worden hoe met de klimaatverandering in het hittelabel rekening wordt gehouden. We bouwen voor de toekomst, daarmee zou de analyse uit moeten gaan van simulaties voor het toekomstige klimaat. De grenswaarden en indicatoren moeten dus in een vervolg afgestemd worden op de toekomst.

Het hittelabel zoals het er nu is, is daarom vooral indicatief en om aan te geven welke maatregel erg effectief is en welke minder. Nader onderzoek en vooral discussie is nodig om de betrouwbaarheid van het label te vergroten.

## 4 Invloed van het gebied op hitte in de woning

Een groene openbare ruimte is koeler dan een versteende openbare ruimte en een versteende openbare ruimte is vaak heter dan het gebied buiten de stad. Men spreekt dan van een Urban Heat Island-effect of stedelijk hitte-eilandeffect. Zowel de gemiddelde temperatuur als de verschillen tussen stad en land of tussen wijken in de stad kunnen van belang zijn. Dit is toegelicht in de handreiking.

### 4.1 Behoeftte aan inzicht nachthitte

Om te kunnen verkennen waar hitteproblemen door een UHI-effect mogelijk groter zijn, zijn in de landelijke klimaateffectatlas twee kaarten beschikbaar: een kaart met het jaargemiddelde UHI en een kaart met het aantal hete nachten. Beide kaarten zijn even geschikt. Ze geven aan waar het mogelijk heter is in de nacht. Heel exacte informatie geven ze niet. De kaart met jaargemiddelde UHI is mogelijk geen erg goede indicator voor de temperatuurverschillen in de zomer en bovendien zit hier geen variatie over kust en binnenland in. Beide kaarten geven een indicatie van waar het heter zou kunnen zijn.

We hebben in Nederland geen goed inzicht in hoe de temperatuur in de nacht in de stad varieert. Het berekenen van nachttemperaturen met de rekenmethodiek voor de PET-kaart bleek in een recent onderzoek voor Stichting CAS niet te leiden tot een betrouwbare kaart. Er zijn echter veel meetgegevens verzameld en steeds meer sensoren staan te meten. Een analyse van deze meetgegevens is nodig om inzicht te krijgen in ruimtelijke variaties (zowel lokaal als regionaal) en temporele variaties te duiden. Onderzoek hiervoor loopt nog niet.

### 4.2 Effect van omgeving op hitte in de woning

De analyses en het hittelabel tonen, zoals in het vorige hoofdstuk is uitgelegd, een groot verschil tussen de simulaties voor de huidige situatie buiten de stad (klimaatfile huidig) en in de stad (klimaatfile +3C UHI). Dit duidt op een grote invloed van de omgeving op de hitte in de woning. Dit is gerelateerd aan de invloed van ventilatie op hitte in de woning. We hebben de 3 graden UHI-effect meegenomen met een variatie over 24 uur, waarbij het effect heel vroeg in de ochtend het grootst is. De effecten van het UHI-effect lijken nu groter dan in het NKWK-onderzoek van 2021. Mogelijk zijn de uitgangspunten in de berekening van ventilatie hier debet aan. Dit vereist nog nader onderzoek. Belangrijk is het signaal dat dit een groot effect kan hebben op de mogelijkheden van het afkoelen van de woning in de nacht en de vroege ochtend.

Uit de simulaties volgt overigens ook dat sommige woningen buiten de stad ook hitteproblemen kennen, en dat woningen binnen een gebied met UHI niet per se problematisch zijn.

Er is ook een effect van de directe omgeving op woningen. Gebouwen en bomen in de buurt kunnen schaduw werpen op een gebouw en daarmee hitteproblemen voorkomen. Dit is in het onderdeel gebouw opgenomen.

# 5 Gebouw

## 5.1 De hittekwetsbare gebouwenkaart

Een van de doelstellingen van het NKWK-onderzoek van dit jaar is om een voorstel voor een kaart te presenteren waarmee een indicatie kan worden gegeven van de oververhitting in de woning. Dit hoofdstuk presenteert de kaart.

### 5.1.1 Doel van de kaart

Tijdens het NKWK-onderzoek van 2021 bleek dat de zoninstraling de belangrijkste factor is die de oververhitting van de woning beïnvloedt. De zoninstraling wordt beperkt door zonwering aan te brengen. Een van de indicaties die inzicht geeft in de hoeveelheid zon die een woning binnenvalt is de slagschaduw. Slagschaduw is (ook bekend als schim) de schaduw die een object werpt op een ondergrond of een ander voorwerp. De slagschaduw van een woning, bijvoorbeeld door een overstek of boom, is een eerste indicatie van of én hoeveel zon er op een gevel valt.

Het doel van het NKWK-onderzoek van dit jaar was om deze indicator door te ontwikkelen tot een kaart, die per gebouw aangeeft hoeveelheid zoninstraling die ervaart. De koppeling met hittestress is als volgt gemaakt:

Dreiging \* kwetsbaarheid = risico op hittestress in de woning

De dreiging is hier hittestress, vertaald naar de kans op zoninstraling (afhankelijk van de slagschaduw). De kwetsbaarheid is hier de indicatie voor de gevoeligheid van gebouwen en enkele gebouwkenmerken tegen deze dreiging.

### 5.1.2 Methode

Om de zoninstraling op een gevel te bepalen is gebruikt gemaakt van de AHN-4, een digitale hoogtekartaal van Nederland. Van deze kaart zijn de Digitaal Terrein Bestand (Digital Terrain Model) en Digitaal Hoogtebestand gebruikt (Digital Surface Model). In een Digitaal Terrein Model zijn alle meetgegevens uit het hoogtebestand driedimensionaal verwerkt. Met dit model kunnen vervolgens berekeningen worden uitgevoerd. Het Digitaal Hoogtebestand geeft ook deze hoogtes weer, inclusief objecten op het aardoppervlak zoals bomen en bouwwerken.

Uit deze bestanden is de berekening voor de slagschaduw voor de Bilt gemaakt. Vervolgens is de zoninstraling op deze gevels op drie tijdstippen (9:00, 13:00 en 15:00 CET) berekend voor een warme zomerdag op 1 juli 2015, omdat deze ook gebruikt is voor de berekening van de gevoelstemperatuur in de landelijke klimaateffectatlas.

De berekening is uitgevoerd voor twee hoogtes, namelijk 1,5 meter en 4,5 meter om de instraling op twee verdiepingen te combineren tot één score. Als het pand hoger is dan 6 meter, worden de waarden voor 4,5 meter ook voor het overige geveloppervlak gehanteerd.

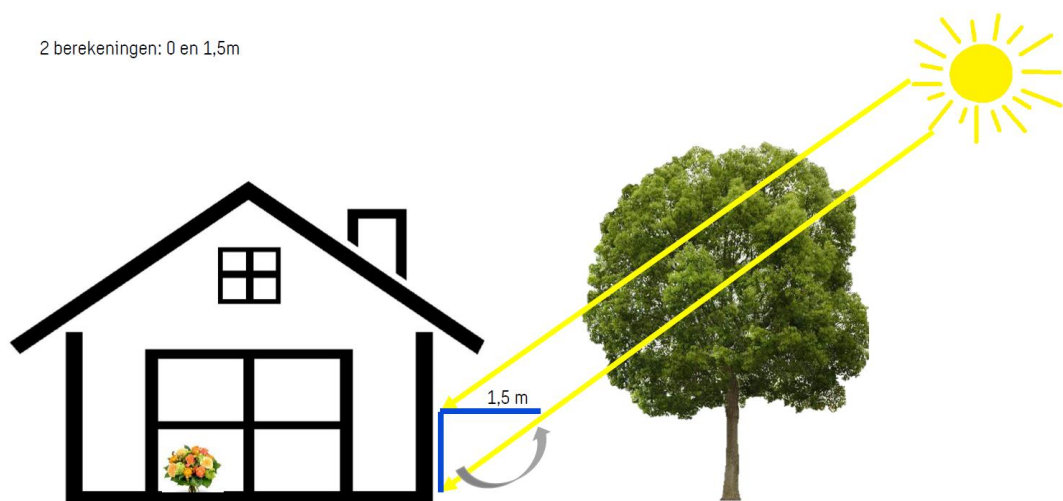
De inkomende energie wordt per gevel berekend:

- 9.00 uur: de inkomende energie is 0,0241 W/m<sup>2</sup>
- 12.00 uur: de inkomende energie is 0,0314 W/m<sup>2</sup>
- 15.00 uur: de inkomende energie is 0,0255 W/m<sup>2</sup>

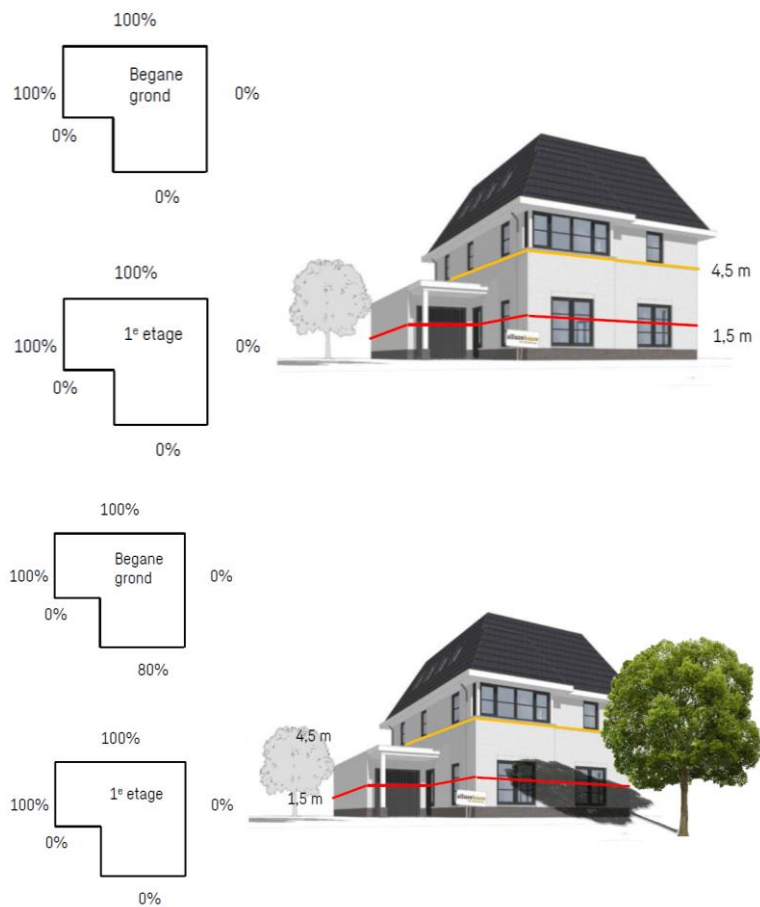
De bovenstaande waarden zijn geldig wanneer de zonstraling loodrecht op de gevel valt. Op basis van de oriëntatie van de betreffende gevel wordt de inkomende energie gecorrigeerd voor de hoek waaronder de straling op het pand valt:

- 9.00 uur: de zonnehoek is 102,62 graden
- 12.00 uur: de zonnehoek is 160,37 graden
- 15.00 uur: de zonnehoek is 235,42 graden

Op basis van de zoninstraling wordt een schaduwfactor berekend, zoals bij een boom (Figuur 12). Samen met de lengte en hoogte van iedere gevel wordt de instraling gesommeerd naar het hele pand. Voor het aantal Watt per m<sup>3</sup> is gerekend met de oppervlakte en hoogte van een pand. Het aantal Watt per volume per verdieping is berekend door het aantal Watt per kubieke meter te delen door 2,6 meter, wat de gemiddelde hoogte van een verdieping is.

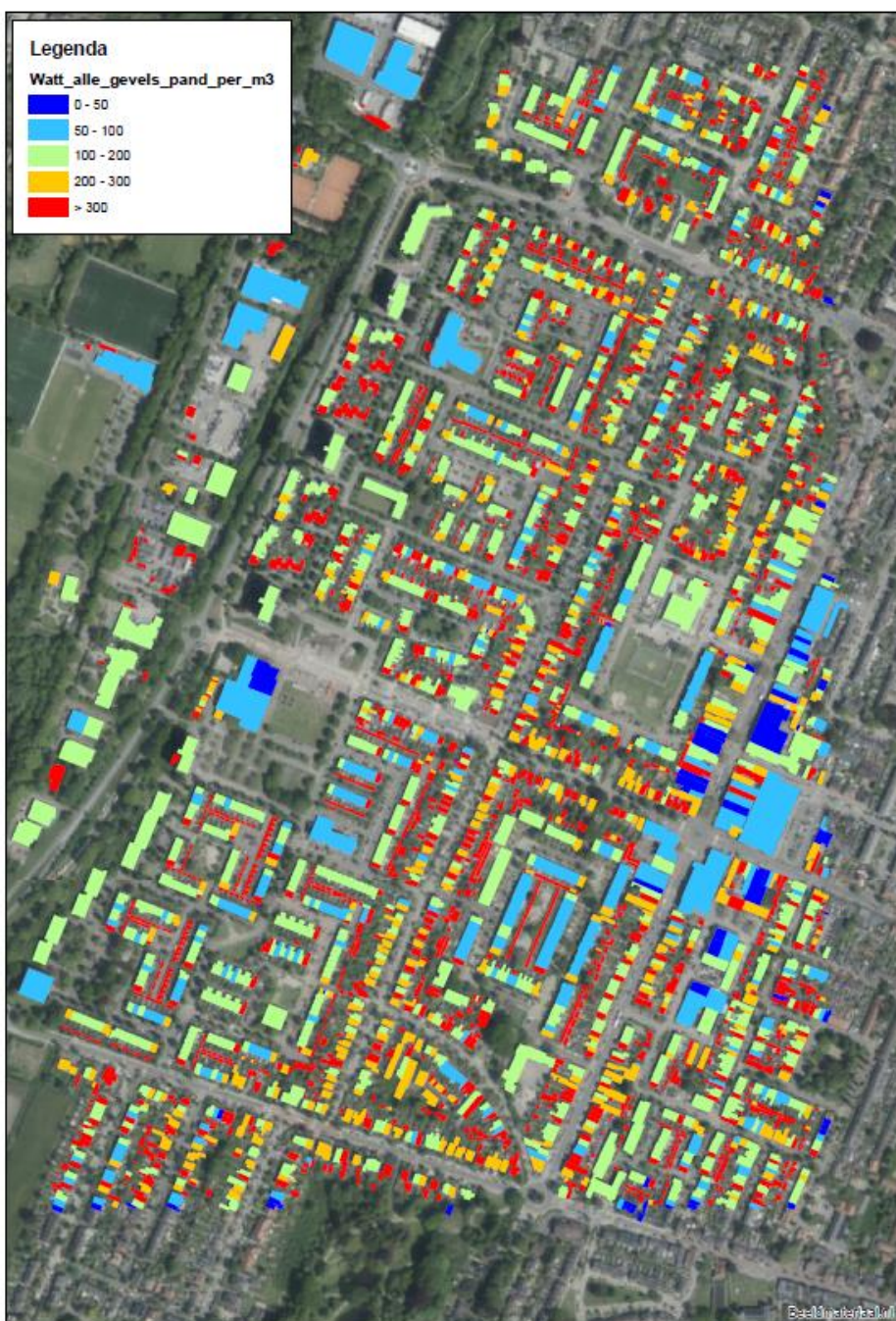


**Figuur 512: berekening van de schaduwfactor**



**Figuur 513: voorbeeldweergave van de invloed van een boom voor de gevel**

Figuur 5 geeft de hittekwaetsbaarheid van gebouwen aan voor De Bilt op basis van het aantal Watt dat op alle gevels van een pand valt gedeeld door het volume van het pand. In plaats van  $W/m^3$  zijn ook andere indicatoren denkbaar:  $W/m^2$  of  $W$ . Binnen projectgroep is een aantal keer gediscussieerd over welke indicator de juiste zou zijn en hoe we komen tot geschikte grenswaarden zijn om risico's te classificeren. Dit is iets voor nader onderzoek.



***Figuur 514: de eerste versie van de hittekwaetsbare gebouwenkaart voor de Bilt***

## 5.2 Bevindingen uit de kaart

De kwetsbaarheid van panden wordt door verschillende elementen beïnvloed. Hierbij moet gedacht worden aan de oriëntatie van het pand, de schaduw door het eigen pand of een ander pand en een boom voor het pand.

### 5.2.1 Hoekhuizen

Hoekhuizen komen als kwetsbaarder naar voren. Doordat een hoekhuis meer gevels heeft kan deze langer op de dag in de zon staan.

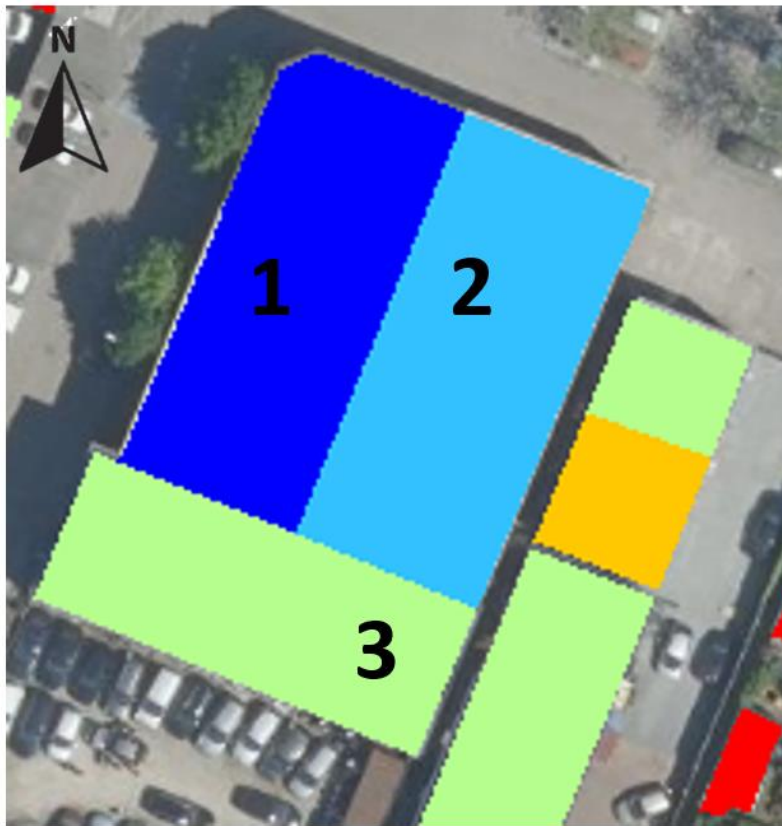


***Figuur 515: voorbeeld uit de kaart waar het hoekhuis door meer gevels die in de zon staan rood wordt op de kaart.***

### 5.2.2 Plaats ten opzichte van andere panden

Figuur 16 laat zien dat de plaats van een pand ten opzichte van andere panden uitmaakt voor hoeveel zon er op de gevels staan. Bij pand 1 wordt de zon door de andere twee panden geblokkeerd. Het ligt vrijwel de gehele dag in de schaduw. Pand 2 krijgt in de ochtend wat zon, maar valt daarna in de schaduw van andere panden. Pand 3 krijgt gedurende een groot deel van de dag zon.





*Figuur 16: een voorbeeld uit de kaart die aangeeft dat de positie van een pand invloed heeft op hoeveel zon de gevels krijgen.*

### 5.2.3 Bomen naast een pand

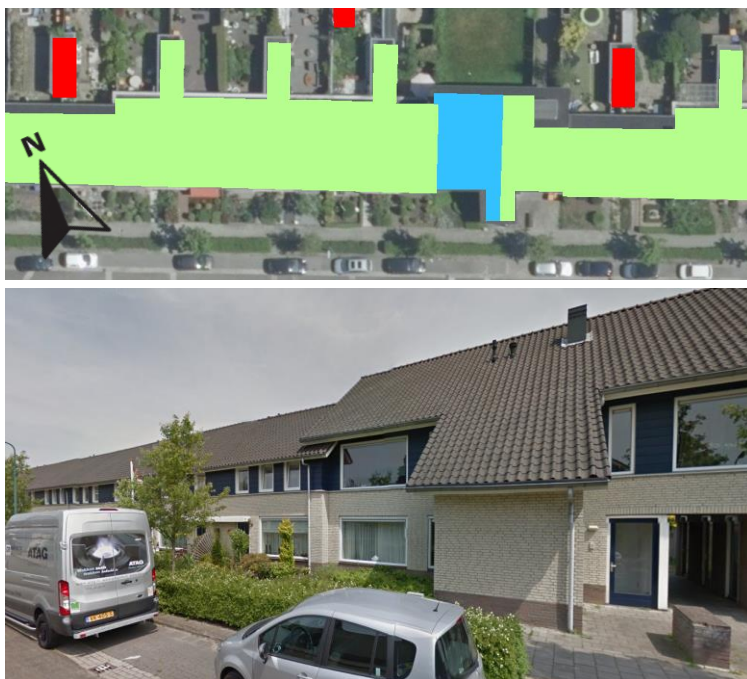
Bomen naast panden zorgen voor minder zonninstraling op de gevels.



*Figuur 517: een voorbeeld uit de kaart die laat zien dat een boom de zonninstraling op de gevel beperkt.*

### 5.2.4 Schaduw door eigen pand

Bij het 'blauwe' pand (Figuur 18) steekt er een stuk gevel uit waardoor er schaduw op het pand valt gedurende de ochtend terwijl de overige huizen al in de zon vallen.



**Figuur 18:** een voorbeeld uit de kaart die laat zien dat een woning door de eigen schaduw minder zon op de gevel krijgt.

### 5.3 Opvallende punten uit de kaart

#### 5.3.1 Muurhoogte niet altijd goed berekend

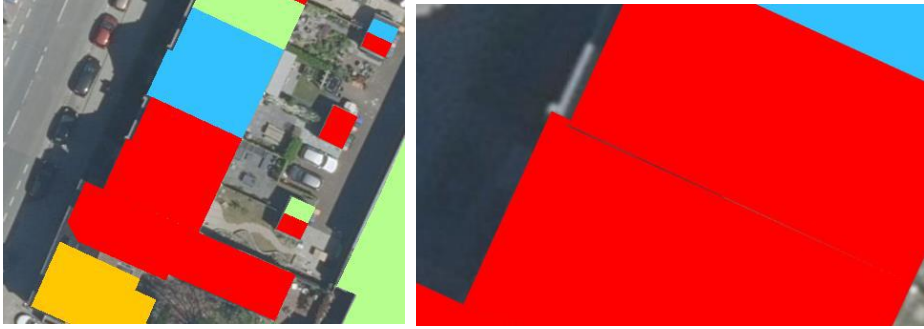
In Figuur 19 kleurt een pand heel rood, terwijl in de praktijk er veel bomen rond het pand staan. Dit komt doordat bij het bepalen van de muurhoogte de hoogte van de bomen om het pand is. Hierdoor kom je op een groot oppervlak in de zon ten opzichte van het volume uit, terwijl eigenlijk de hele muur in de schaduw staat. In vervolgonderzoek zouden de cellen met de boom eruit gefilterd kunnen worden voordat de muurhoogte wordt bepaald. Dit zou wel betekenen dat er naast het Digitaal Terrein Bestand (Digital Terrain Model) en Digitaal Hoogtebestand (Digital Surface Model) een infraroodluchtfoto nodig is om te bepalen wat een boom is.



***Figuur 19: bij dit voorbeeld op de kaart wordt de hoogte van de boom als muurhoogte beschouwd, en niet van het pand dat wordt omring door de bomen (in het rood).***

### 5.3.2 Ruimte tussen panden

In Figuur 20 kleuren twee panden rood en twee panden blauw. Dit, terwijl de panden hetzelfde volume en hoogte hebben. Dit heeft te maken met fouten in de BAG-kaart. De panden sluiten niet goed aan waardoor de tussenmuur als buitenmuur wordt beschouwd. Alle panden die binnen een bepaalde afstand van elkaar liggen moeten aan elkaar verbonden worden zodat de muren samenvallen.



***Figuur 520: een voorbeeld uit de kaart waar de tussenmuur als buitenmuur wordt beschouwd.***

### **5.3.3 Relatie tussen oppervlak en inhoud**

Kleine gebouwen vallen warmer uit dan grote gebouwen en grote gebouwen vallen relatief koel uit. Dit valt vooral op bij de schuurtjes in Figuur 21. Die zijn standaard rood hierdoor.

De verhouding gevel en inhoud liggen anders bij kleine panden dan bij grote panden. Bijvoorbeeld: een vrijstaande kubus met  $1 \text{ m}^3$  inhoud heeft  $4 \text{ m}^2$  buitengevel. De verhouding gevel/inhoud is dus 4:1. Een kubus van 3 bij 3 m heeft een inhoud van  $27 \text{ m}^3$  en  $36 \text{ m}^2$  buitengevel. Een verhouding van 4:3. Een klein pand ontvangt dus meer ruim 5 keer meer straling dan een groot pand per  $\text{m}^2$  gevel. Hier moet voor gecorrigeerd worden. Het idee is om in plaats van de inhoud de ontvangen straling per  $\text{m}^2$  bruto vloeroppervlak te weergeven waardoor de panden beter met elkaar te vergelijken zijn. Een optie is om de berekeningen van de archetypen hierin mee te nemen. De vraag is of dit altijd opgaat, omdat er andere factoren zijn die de opwarming van de woning kunnen beperken.



*Figuur 521: een voorbeeld uit de kaart waarin het verschil tussen kleinere panden (grotendeels rood) en grotere panden (groen of blauw) te zien is.*

#### 5.3.4 Aanbevelingen voor vervolgonderzoek

##### **Indicator en grenswaarden**

Voor drie verschillende indicatoren zijn nu kaarten gemaakt. Er dient nog een keuze te worden gemaakt voor de meest geschikt indicator en in grenswaarden voor de duiding van risico's. Hiervoor is een vergelijking van waarden voor enige karakteristieke panden waarvoor we de ernst van hitte problemen met simulaties kunnen inschatten nodig.

##### **Vergelijkbaarheid verschillende type woningen verwerken**

In de kaart is nu gekeken naar de hittegevoeligheid van panden op basis van de schaduw op de geveloppervlakken. Er wordt hierbij nog geen expliciet onderscheid gemaakt tussen verschillende typen woningen.

##### **Presentatie**

De weergave op de kaart is nu per pand. Mogelijk is een weergave van de gemiddelde gevoeligheid per straat of postcodegebied beter.

##### **Bomen en hoge objecten uit de kaart filteren**

Bomen worden soms herkend als gevels. Het is voor de opschaling belangrijk om deze bomen eruit te filteren, zodat de daadwerkelijke hoogte van de muur wordt berekend. Ook zorgen hoge

objecten, die dicht bij een gebouw staan en schaduw op het gebouw geven, soms voor een onjuiste inschatting van de schaduw omdat we kijken naar de zon op het object zelf.

### **Incorrecte BAG-pand aansluitingen (ruimte tussen woningen) aanpakken**

De ruimte tussen woningen wordt nu nog niet altijd goed meegenomen in de kaart.

### **Omgaan met uitzonderingen AHN-bladen**

Soms bevinden zich panden in twee AHN-bladen. De vraag is dan welke hoogte meegenomen gaat worden.

### **Opschalen en rekencapaciteit voor landsdekkende kaart**

Om de methode op te schalen naar heel Nederland, zijn er nog een aantal vervolgstappen nodig. De uitdagingen zitten in de grote hoeveelheid data (1364 AHN-4 kaartbladen) en benodigde rekentijd en -capaciteit. Door het script achter de kaart slimmer in te richten en gebruik te maken van *parallel processing* – meerdere berekeningen tegelijkertijd uitvoeren – kan de rekentijd aanzienlijk verkort worden. Daarnaast zijn er tijdens de validatie van de kaart een aantal opvallende punten gevonden, waardoor de kaart niet voor alle gebouwen een even betrouwbare inschatting geeft van het daadwerkelijke risico op oververhitting op basis van de zoninstraling. De schaal van de kaart is nu nog alleen een sortering van klein naar groot en dus van blauw naar rood. Aan de verdeling is nog geen oordeel gehangen. Een rood pand is dus niet per definitie kwetsbaar. De grenswaarden van de verschillende klassen moeten dus nog bepaald worden. De simulaties van de archetypen gebouwen kunnen hier ook in meegenomen worden.

## 6 Broosheidsindex

Bij dit onderdeel zoomen we in op bewoners, ofwel de gebruiker. Een pand kan dan wel gevoelig zijn voor hitte, als er in dat pand geen mensen blootgesteld worden aan hitte, is ook geen sprake van hittestress.

Het effect van hittestress treedt dus op bij mensen. Niet iedereen is echter even gevoelig voor hitte. Verderop wordt beschreven wat de kenmerken zijn van de mensen die het meest gevoelig zijn.

De belangrijkste groep is de ouderen. Het risico op *broosheid* neemt toe met de leeftijd. Om deze broosheid te meten zijn speciale meetinstrumenten ontwikkeld. Zo bestaat de *Tilburg Frailty Index* maar ook de *Groningen Frailty Indicator*. Frailty laat zich hier het best vertalen als broosheid. Op basis van de Gezondheidsmonitors, een enquête, uitgezet onder meer dan een half miljoen mensen, is een landelijk uniforme Frailty-Index ontwikkeld: de FI-HM37 (Frailty Index op basis van 37 vragen uit de *Health Monitor*). Verder zal worden beschreven hoe deze index is ontwikkeld en welke indicatoren hierin zijn opgenomen.

De Gezondheidsmonitor is, zoals gezegd, een zeer grote enquête. Echter, om uitspraken te kunnen doen op buurtniveau (er zijn meer dan 13.500 buurten in Nederland), is de enquête toch nog te klein. Het RIVM heeft echter een rekenmodel ontwikkeld, waarmee op basis van persoonskenmerken van de bevolking een schatting kan worden gedaan van de prevalentie van allerlei indicatoren op buurtniveau. Dit schattingsmodel is ook gebruikt om de Frailty-Index op buurtniveau te berekenen.

### 6.1 Gevoeligheid voor hitte: broosheid

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 (RIVM, 2013). Uit experimenten (Relft et al. 2018 & Moore et al. 2013) blijkt dat mensen zich na slaaptkort slechter voelen en (subjectief) meer last hebben van de warmte. Maar voor sommige mensen vormt hitte een groter gezondheidsrisico. Ouderen en mensen met een kwetsbare gezondheid door (chronische) ziekten behoren onder andere tot de risicogroepen voor hitte, evenals mensen die specifieke medicatie gebruiken.

#### 6.1.1 Ouderen

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 dorstprikkel 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 (RIVM, 2013).

### 6.1.2 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. Dit heeft in belangrijke mate te maken met het feit dat er gewoonweg veel mensen lijden aan een hart- en vaatziekte (Ebi et al., 2021). 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. Ook dit heeft te maken met het grote aantal mensen met bestaande luchtwegaandoeningen (Ebi et al., 2021). 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 blijkt uit onderzoek dat hitte geassocieerd is met ontstekingen in de luchtwegen en met verstoringen in het afweersysteem. Bij COPD-patiënten kunnen symptomen verergeren als reactie op de verhoogde ademhaling (WHO, 2021).

Ook mensen met andere aandoeningen, zoals diabetes en nieraandoeningen hebben een verhoogd gezondheidsrisico bij hitte. Een uitgebreid overzicht is te vinden in de studie van Ebi (Ebi et al., 2021) en een recente publicatie vanuit de WHO (WHO, 2021).

### 6.1.3 Medicatiegebruik

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 verwijderen 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 vochthuishouding 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 (RIVM, 2013).

Volgens de KNMI-klimaatscenario's zal de kans op en de intensiteit van hittegolven in Nederland toenemen (KNMI, 2022). 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 over 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.

#### 6.1.4 Overige risicogroepen

Personen die al eerder een hitteberoerte hebben gehad, hebben meer kans op herhaling, waarschijnlijk door effecten op de hypothalamus. Daarnaast zijn zuigelingen heel erg afhankelijk van de ouders. Ouders moeten zich daarom bewust zijn van de risico's. Fysiologisch gezien zijn baby's in het voordeel gezien een groter lichaamsoppervlak ten opzichte van hun inhoud. Echter, gedragsmatig kunnen ze zich niet aanpassen door bijvoorbeeld koele plekken op te zoeken en meer te drinken.

## 6.2 Frailty index op basis van 37 indicatoren uit de gezondheidsmonitor

Hoewel er meerdere risicogroepen zijn, zijn de ouderen toch de groep die het meest risico loopt. Met de jaren neemt het risico op hittestress sowieso toe, maar ouderen hebben ook vaker één of meer chronische ziekten onder de leden en daarnaast gebruiken zij ook veel vaker medicijnen. Voor de schatting van de risicogroep, focussen we in deze studie dan ook op de groep ouderen (65 jaar en ouder).

Echter, niet alle ouderen lopen evenveel risico. Het zijn met name de ouderen die broos zijn, die risico lopen. Broosheid is een vertaling vanuit het Engels van frailty. Dit is een construct dat in de ouderengeneeskunde veel gebruikt wordt. Er bestaat een veelheid van meetinstrumenten waarmee broosheid gemeten kan worden. Dat zijn instrumenten die frailty op individueel niveau kunnen meten.

Op basis van de enquêtegegevens uit de [Gezondheidsmonitor Volwassenen en Ouderen](#) is ook een frailty index ontwikkeld waarmee uitspraken gedaan kunnen worden op populatieniveau. Dat is de FI-HM37 (Kleinenberg-Talsma et al., 2021).

De volgende pagina geeft een overzicht van de 37 indicatoren die zijn geselecteerd bij de samenstelling van deze frailty-index. Deze indicatoren zijn onderverdeeld naar drie domeinen: fysiek, psychologisch en sociaal.

---

#### **Fysiek domein**

---

- 1 Hoe is over het algemeen uw gezondheid?
  - 2 Heeft u één of meer langdurige ziekten of aandoeningen?
  - 3 Bent u vanwege problemen met uw gezondheid beperkt in uw dagelijks leven?
  - 4 Kunt u een gesprek volgen in een groep van 3 of meer personen?
  - 5 Kunt u met één andere persoon een gesprek voeren?
  - 6 Zijn uw ogen goed genoeg om de kleine letters in de krant te kunnen lezen?
  - 7 Kunt u op een afstand van 4 meter het gezicht van iemand herkennen?
  - 8 Kunt u een voorwerp van 5 kg 10 meter dragen?
  - 9 Kunt u als u staat, bukken en iets van de grond oppakken?
  - 10 Kunt u 400 meter aan een stuk lopen, zonder stil te staan?
- 

#### **Psychologisch domein**

---

- 11 Hoe vaak voelde u zich erg vermoeid zonder duidelijke redenen?

- 12 Hoe vaak voelde u zich zenuwachtig?
- 13 Hoe vaak was u zo zenuwachtig dat u niet tot rust kon komen?
- 14 Hoe vaak voelde u zich hopeloos?
- 15 Hoe vaak voelde u zich rusteloos of ongedurig?
- 16 Hoe vaak voelde u zich zo rusteloos dat u niet meer stil kon zitten?
- 17 Hoe vaak voelde u zich somber of depressief?
- 18 Hoe vaak had u het gevoel dat alles veel moeite kostte?
- 19 Hoe vaak voelde u zich zo somber dat niets hielp om u op te vrolijken?
- 20 Hoe vaak vond u zichzelf afkeurenswaardig, minderwaardig of waardeloos?
- 21 Ik heb weinig controle over de dingen die me overkomen
- 22 Sommige van mijn problemen kan ik met geen mogelijkheid oplossen
- 23 Er is weinig dat ik kan doen om belangrijke dingen in mijn leven te veranderen
- 24 Ik voel me vaak hulpeloos bij het omgaan met de problemen van het leven
- 25 Soms voel ik dat ik een speelbal van het leven ben
- 26 Ik kan ongeveer alles als ik m'n zinnen erop gezet heb

---

#### **Sociaal domein**

- 27 Er is altijd wel iemand in mijn omgeving bij wie ik met mijn dagelijkse probleempjes terecht kan.
  - 28 Er zijn genoeg mensen op wie ik in geval van narigheid kan terugvallen.
  - 29 Ik heb veel mensen op wie ik volledig kan vertrouwen.
  - 30 Er zijn voldoende mensen met wie ik me nauw verbonden voel.
  - 31 Wanneer ik daar behoefte aan heb, kan ik altijd bij mijn vrienden terecht.
  - 32 Ik mis een echt goede vriend of vriendin.
  - 33 Ik ervaar een leegte om mij heen.
  - 34 Ik mis gezelligheid om mij heen.
  - 35 Ik vind mijn kring van kennissen te beperkt.
  - 36 Ik mis mensen om mij heen.
  - 37 Vaak voel ik me in de steek gelaten.
- 

### **6.3 Frailty-index op buurniveau**

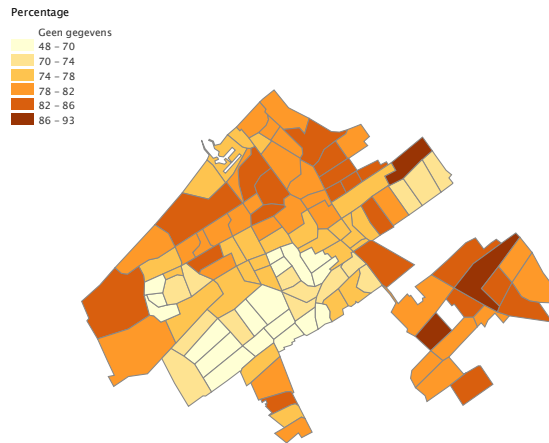
De Frailty-Index is dus ontwikkeld op een set van indicatoren uit de Gezondheidsmonitor Volwassenen en Ouderen. Deze enquête geeft inzicht in de gezondheid en leefstijl van Nederlanders van 18 jaar en ouder. Het onderzoek vindt normaal gesproken elke vier jaar plaats en wordt uitgevoerd door de GGD'en, GGD-GHOR Nederland, RIVM en CBS. Met de resultaten van het onderzoek wordt beleid ontwikkeld om de gezondheid en leefstijl van de Nederlandse bevolking te bevorderen. De Gezondheidsmonitor Volwassenen en Ouderen bevat gegevens op landelijk, regionaal en gemeentelijk niveau. Voor sommige wijken in een aantal stedelijke gemeenten is de steekproef opgehoogd om ook cijfers voor deze gemeenten te kunnen publiceren. Dat geeft echter geen landsdekkend beeld van de gezondheids- en leefstijl situatie op wijkniveau.

Het RIVM heeft een model ontwikkeld waarmee met behulp van extra achtergrondgegevens toch een schatting kan worden gedaan op buurniveau (~13.500) in Nederland. Het gaat hier om een model op basis van het XgBoost Machine Learning algoritme (Viljanen et al., 2022).

Voor 37 enkelvoudige indicatoren zijn op deze manier schattingen op buurt-, wijk- en gemeenteniveau beschikbaar. De indicatoren gaan over ervaringen, meningen en gedrag.

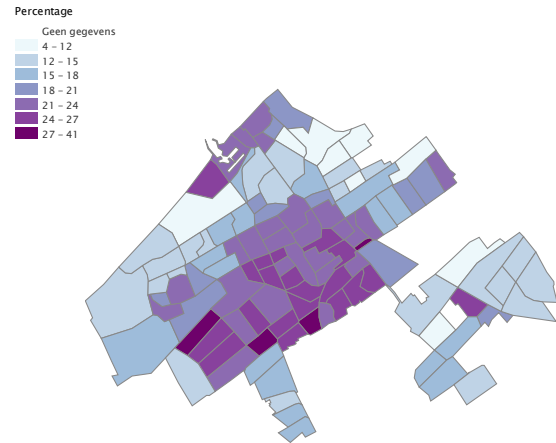
Een greep uit de onderwerpen: ervaren gezondheid, lichamelijke gezondheid, beperkingen, leefstijl (roken, alcoholgebruik, bewegen), over- en ondergewicht, en eenzaamheid. De cijfers zijn [hier](#) als open data beschikbaar. Ook zijn de gegevens als kaarten [hier](#) beschikbaar.

**Goede of zeer goede ervaren gezondheid 2020**  
Per buurt in 's-Gravenhage



Bron: Gezondheidsmonitor Volwassenen en Ouderen 2020, GGD'en/CBS/RIVM (bewerking obv SMAP-methodek, RIVM)

**Rokers 2020**  
Per buurt in 's-Gravenhage

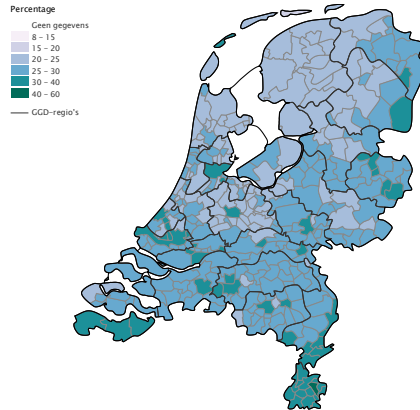


Bron: Gezondheidsmonitor Volwassenen en Ouderen 2020, GGD'en/CBS/RIVM (bewerking obv SMAP-methodek, RIVM)

**Figuur 622: voorbeelden van kaartmaterialen van de indicatoren uit de frailty index.**

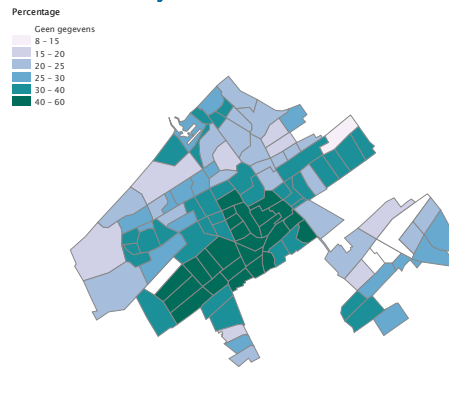
Het is echter ook mogelijk om op basis van een samengestelde index schattingen te maken op buurtniveau. Voor de Frailty-Index zijn dan ook cijfers op buurt-, wijk- en gemeentenniveau berekend.

**Frailty Index 2020**  
Klik op een gemeente voor meer details



Bron: Gezondheidsmonitor Volwassenen en Ouderen 2020, GGD'en/CBS/RIVM (bewerking obv SMAP-methodek, RIVM)

**Frailty Index 2020**  
Per buurt in 's-Gravenhage



Bron: Gezondheidsmonitor Volwassenen en Ouderen 2020, GGD'en/CBS/RIVM (bewerking obv SMAP-methodek, RIVM)

**Figuur 623: een landelijke kaart van de frailty index en een voorbeeldkaart voor Den Haag.**

De kaarten zijn beschikbaar op de klimaat-effectatlas.

## 6.4 Vervolgonderzoek

In bovenstaande aanpak is aangenomen dat de algemene frailty index een goede indicator is voor broosheid wat betreft hitteproblemen. Dit zou nader onderzocht kunnen worden.

# 7 Belevingsonderzoek

## 7.1 Inleiding

Naast het onderzoek naar welke gebieden, gebouwen en gebruikers kwetsbaar(der) zijn voor hitte, is er ook een enquête uitgezet onder huurders van woningcorporaties.

In dit belevingsonderzoek is gekeken hoe respondenten de hitte ervaren, welke kennis zij hebben over het voorkomen van hitte, over het herkennen van de symptomen van hitte-aandoeningen en over het herkennen van kwetsbare doelgroepen.

In de enquête stond met name centraal hoe deze respondenten de hitte van afgelopen zomer hebben ervaren, maar is er ook gekeken naar de kennis die respondenten hebben over interventies om hitte in de woning en (over)verhitting van het lichaam te voorkomen. Daarnaast is de kennis vergaard over wanneer iemand kwetsbaarder is voor hitte en hoe je (over)verhitting kan herkennen. Ten slotte is ook gevraagd naar enkele achtergrondkenmerken van de respondent (leeftijd, geslacht, huishoudsamenstelling, werksituatie, opleidingsniveau en inkomen) en het gebouw (bouwperiode, woningtype, viercijferige postcode, seniorenwoning, hoekwoning, verdieping, aantal kamers, energielabel, type glas en hoeveel ramen er in de gevel zitten).

## 7.2 Respondenten

Bijna een kwart van de respondenten is tussen de 65 en 75 jaar oud. Ook de leeftijdsklassen 55-64 jaar en 75+ komen met respectievelijk 18,0% en 16,4% relatief vaak voor. Naar mate de leeftijdsklasse afneemt neemt ook het aandeel af. Daarnaast heeft 15,5% zijn leeftijd niet ingevuld. Wanneer de groep wordt verdeeld in twee leeftijdsklassen van onder de 65 jaar en 65 jaar en ouder dan zijn deze groepen nagenoeg even groot. De verdeling qua geslacht en huishoudsamenstelling is niet gelijk. Ongeveer 37% van de respondenten is man en 36% van de respondenten hebben thuiswonende kinderen. Het opleidingsniveau is ook niet helemaal gelijk verdeeld. Er is een oververtegenwoordiging van theoretisch opgeleiden (hbo of wo). De overige opleidingsniveaus zijn daarom samengevoegd tot één groep zodat de verdeling tussen theoretisch opgeleiden en praktisch opgeleiden nu 55/45 is.

Als er in plaats van naar de gebruiker naar het gebouw wordt gekeken vallen er een paar dingen op. Omdat de enquête is verspreid onder leden van woningcorporaties gaat het voornamelijk om huurwoningen. Alleen de leden van De Amsterdamsche Coöperatieve Woningvereniging "Samenwerking" vormen hierop een uitzondering. De hoge respons van leden van deze corporatie zorgt ook voor een oververtegenwoordiging van oudere woningen aangezien zij bijna allemaal in vooroorlogse panden wonen. De verhouding eengezinswoningen en meergezinswoning is met 44/56 redelijk gelijk verdeeld, maar het valt wel op dat zo'n 46% van de respondenten in zeer sterk stedelijke (2500+ adressen per km<sup>2</sup>) gebieden wonen.

### 7.3 Betrouwbaarheid antwoorden

Een groep van 1300 respondenten is een te kleine groep om op alle vlakken representatief te zijn. De conclusies zijn dus indicatief, maar wel interessant en met nieuwe belevingsonderzoeken in de komende jaren met deze vragenlijst kunnen conclusies met meer zekerheid worden getrokken.

Wanneer dit onderzoek wordt herhaald en er zo meer data beschikbaar komt kan aan de hand van de significante verschillen een betrouwbaarder beeld worden gegeven dan nu met de beperkte data. Daarnaast kan er dan ook multivariaat worden gekeken. Dat wil zeggen dat er naast de verschillen op de beleving van hitte of de kennis van een interventie op basis van één achtergrondkenmerk zoals ouderdom of opleidingsniveau, er op den duur met meer data ook iets betrouwbaars kan worden gezegd over de verschillen voor een combinatie van deze achtergrondkenmerken.

### 7.4 Resultaten

Slechts 14% van de respondenten geven aan geen last te ondervinden van een warme woning. 86% dus wel en zij meten in 90% van de gevallen ook bewust elke dag de temperatuur in hun woning. Voor de groep die geen last ondervinden van een warme woning ligt dit aandeel lager op 70%.

#### 7.4.1 Opgegeven redenen voor een warme woning

Onderzocht is wat de oorzaak is van hitte in de woning. In veel gevallen ziet men een combinatie van redenen als oorzaak. Zo geeft 70% van de respondenten die het grote raamoppervlak opgeeft als reden voor de warmte in de woning, ook het ontbreken van buitenzonwering als reden op. Het vaakst – in één op de vijf gevallen - wordt een combinatie van drie redenen voor de warmte in de woning genoemd. Een grote groep geeft zelfs meer redenen op. In totaal geeft 53% van de respondenten die last heeft van hitte drie of meer redenen op. De meest voorkomende reden is het ontbreken van buitenzonwering en een airco of ventilator. Het hebben van veel ramen die warmte doorlaten geven respondenten ook aan als reden. Zo heeft 88,8% van de respondenten een raam in de woonkamer waarbij 's middags zonlicht naar binnen komt en 65,7% van deze groep heeft geen zonwering of schaduw van bomen of gebouwen die zoninstraling beperkt.



**Figuur 24: Hoe vaak wordt elke reden gegeven voor de hitte in de woning en hoeveel respondenten hebben geen last van een warme woning (NVT).**

#### 7.4.2 Verschillen van deze redenen naar achtergrondkenmerken

Als er wordt gekeken naar enkele achtergrondkenmerken van de woningen dan vallen bij de opgegeven redenen nauwelijks verschillen op tussen respondenten uit een eengezinswoning en respondenten uit een meergezinswoning. Er is ook nog specifiek gekeken naar de 96 respondenten die op de bovenste verdieping wonen in een flat, appartement, etagewoning, bovenwoning, maisonnette of woning boven een winkel/kantoor. Zij geven in de helft van de gevallen het ontbreken van een goed geïsoleerd warmtebestendig (plat) dak aan als reden voor de warmte in de woning. Een stuk hoger dan de 29% van het totaal aantal respondenten die deze reden opgaf.

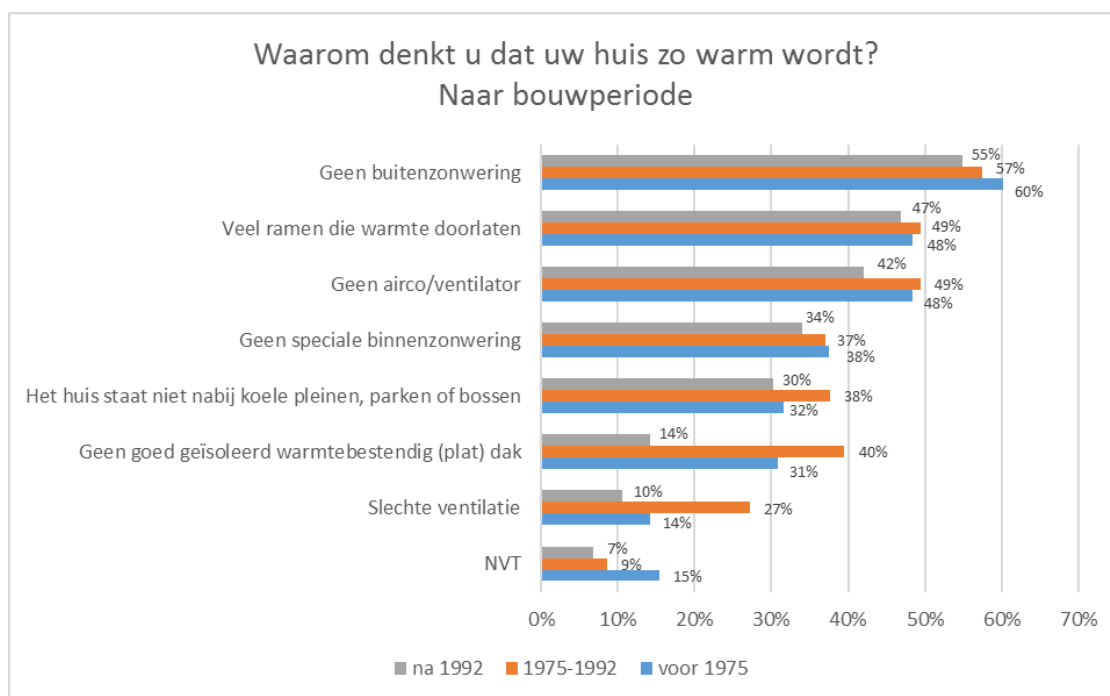
##### Verschillen naar bouwperiode

De bouwperiode speelt in enige zin wel een rol in de opgegeven redenen. Respondenten uit een woning die gebouwd is na 1992 geven met 7% significant minder vaak aan dat het in hun huis niet zo warm wordt. Ook voor de respondenten uit een woning uit de bouwperiode 1976-1991 ligt dit met een aandeel van 9% lager dan het gemiddelde van 14%, maar dit verschil is niet significant. Het geeft echter wel goed weer dat er door de tijd heen anders is gebouwd, waarbij er steeds meer werd ingezet op de isolatie van de woning en er bovendien steeds meer werd ingezet op lichtinval en grotere ramen, terwijl zonlicht een van de belangrijkste bronnen van hitte is en de goede isolatie ervoor zorgt dat deze hitte niet kan ontsnappen. Deze verandering door de tijd komt ook terug uit de vraag over hoe groot het raamoppervlak is als percentage van de gevel met het grootste raam in de woonkamer. Bij de woningen van voor 1975 geeft 50,6% aan dat de gevel voor de helft tot drie kwart uit raamoppervlak bestaat. Bij woningen uit de bouwperiode 1975-1991 is dit 65,71% en voor de recenter gebouwde woningen is dit met 60,5% ook bovengemiddeld. Ook wat betreft de isolatie klopt dit beeld met wat we zien uit de respons. Veel respondenten (71%) wisten niet wat hun energielabel was, maar van degenen die dit wel wisten hadden alle woningen van na 1991 een A- tot en met D-label, terwijl dit voor woningen uit de bouwperiode 1975-1991 voor 21,4% niet gold en voor de oudste woningen zelfs voor 39,1% niet. De meeste recente woningen hebben bovendien in

67,7% van de gevallen een A-label, terwijl dit voor de andere bouwperiodes slechts 19,1% (1975-1992) en 11,3% (<1975) is.

Naast dat er significant minder vaak werd aangegeven dat een warme woning niet van toepassing was werd 'geen goed geïsoleerd warmtebestendig (plat) dak' met 14% ook significant minder vaak aangegeven door respondenten uit een recenter gebouwde woning. Dit toont ook weer aan dat de nieuwere woningen goed geïsoleerd zijn. Respondenten uit een woning met een bouwjaar van 1975 tot 1991 geven echter juist significant vaker een slecht geïsoleerd warmtebestendig (plat) dak aan als reden voor een warm huis. Voor deze bouwperiode wordt daarnaast significant vaker aangegeven dat een slechte ventilatie de reden is voor een warme woning.

Wat verder opvalt (Figuur 25) is dat ondanks dat respondenten uit een woning van na 1992 het minst vaak aangeven geen last te hebben van een warme woning, dat ze elke reden minder vaak opgeven als reden. Dit wil zeggen dat het bij deze woningen vaker gaat om één of enkele redenen en bij de andere bouwperiodes vaker een mix aan redenen is. Daarnaast is de goede isolatie van deze woningen een reden waardoor de warmte in de woning blijft. Dit is niet als reden opgenomen in de vragenlijst, maar kan wel een logische verklaring zijn waarom er vaker last wordt ervaren van hitte in de woning.



**Figuur 25: Hoe vaak wordt elke reden gegeven voor de hitte in de woning naar bouwperiode**

Zonlicht bepaalt sterk de hitte in de woning. De invloed van het zonlicht wordt mede bepaald door het soort glas in de ramen. Alleen de respondenten met enkel glas geven met vaker aan dat dat de warmte komt door veel ramen die warmte doorlaten. Door het kleine aantal respondenten met enkel glas is dit verschil echter niet significant.

### Adressendichtheid

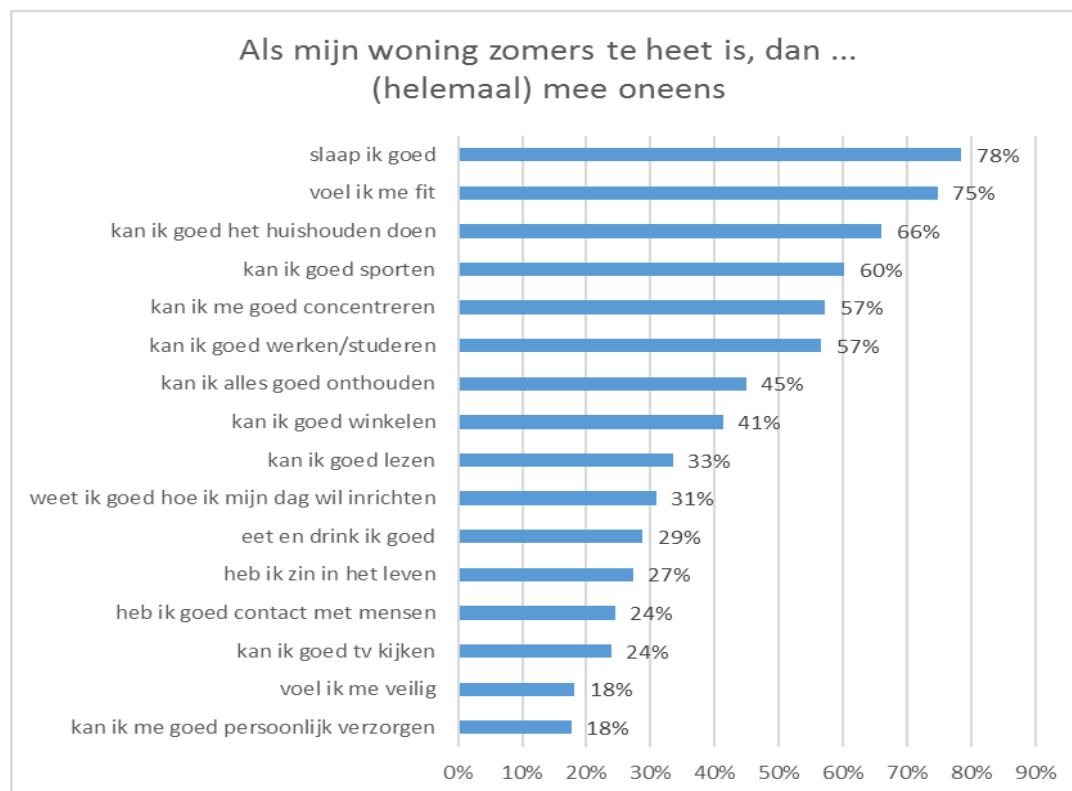
In steden kan de temperatuur enkele graden hoger liggen dan op het platteland. Dit doordat de vele stenen gebouwen en geasfalteerde straten de warmte vasthouden. Echter zien wij dit niet terug in de respons van de enquête. Respondenten uit postcodes met meer dan 2500 adressen per vierkante kilometer, oftewel zeer sterk stedelijke gebieden,

geven met 20% significant vaker aan dat hun woning niet warm wordt, terwijl respondenten uit een postcode met minder dan 2500 adressen per kilometer met 10% significant minder vaak aangeven geen last van een warme woning te hebben.

Ook het ontbreken van koele pleinen, parken of bossen wordt door de respondenten uit drukbevolkte postcodes minder vaak als reden voor een warme woning gegeven dan door respondenten uit minder drukbevolkte postcodes. Dit verschil is echter niet significant. Het 'hitte-eiland effect' is dus niet terug te zien in dit belevingsonderzoek. Mogelijk is het effect van omgeving op gebouw klein ten opzichte van andere kenmerken als bouwtype en scoren de woningen in deze drukbevolkte gebieden beter op dit vlak. De onderzoeksgroep is echter te klein om dit nader te duiden.

### 7.4.3 Beleving hitte tijdens dagelijkse activiteiten

Aan de respondenten is gevraagd om de stellingen 'Als mijn woning zomers te heet is, dan ...' te beantwoorden op een schaal van helemaal mee oneens tot helemaal mee eens. De stellingen zoals in figuur 26 te zien gingen over dagelijkse activiteiten en hoe mensen zich voelen. In de figuur zijn de antwoorden helemaal mee oneens en mee oneens samengenomen als percentage van alle antwoorden. Omdat alle stellingen vanuit een positieve kant zijn benaderd, geven onderstaande percentages weer welk aandeel op elk vlak last ondervindt van de hitte in de woning.



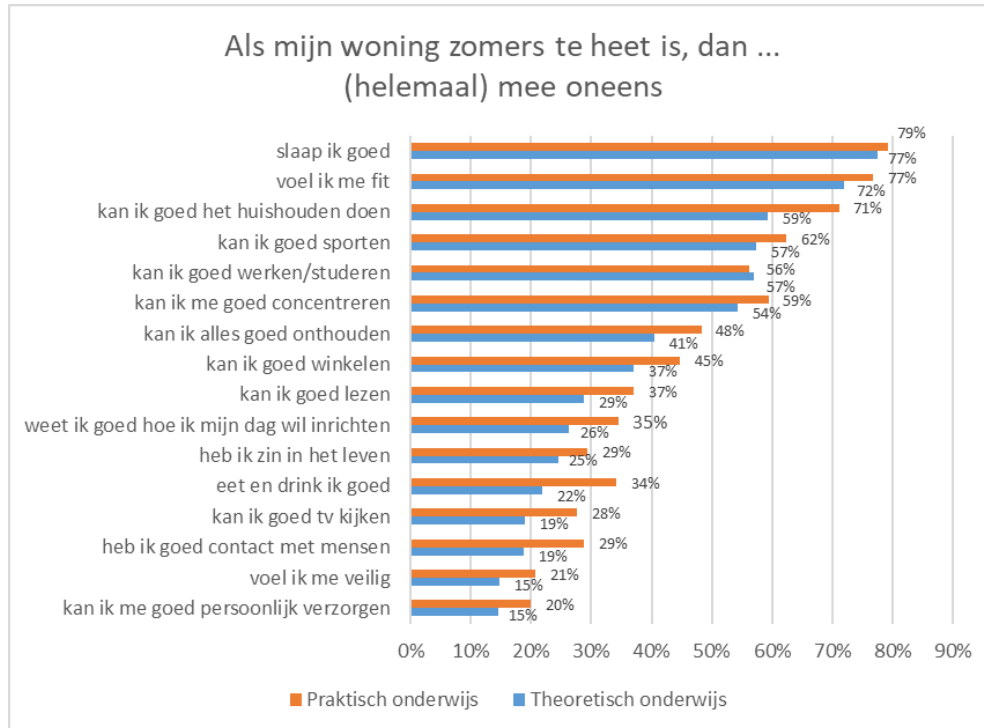
**Figuur 26: Beleving hitte. Algemeen.**

Over het algemeen geeft dus (meer dan) driekwart van de ondervraagden aan dat ze niet goed slapen en niet fit voelen door de hitte in de woning zomers. Ook huishoudelijke taken en sporten wordt door een groot deel aangegeven als activiteiten die door de hitte in de woning minder goed kan worden gedaan. Werken/studeren en het alles goed kunnen onthouden wordt ook door de meerderheid nog aangegeven als iets dat door de warmte minder goed lukt. De enige stellingen waar meer mensen het vaker (helemaal) mee eens waren dan (helemaal) mee oneens zijn de stellingen over het goed kunnen eten en



drinken, veilig voelen, persoonlijk verzorgen, tv kijken, contact met anderen en het inrichten van de dag. Dit zijn dus in tegenstelling tot de andere dagelijkse activiteiten de activiteiten en gevoelens waarbij de hitte minder tot geen invloed heeft op hoe dit wordt ervaren/uitgevoerd.

### Verschillen naar type opleiding



**Figuur 27: Verschillen in ervaring dagelijkse gebruiken naar type opleiding.**

Als er wordt gekeken naar de verschillen in deze ervaringen naar verschillende achtergrondkenmerken dan valt op dat theoretisch opgeleiden – hbo of wo – bij alle activiteiten/gevoelens op het goed kunnen werken/studeren na, minder last ervaren van de hitte dan zij die praktisch opgeleid zijn. Bij de activiteiten waar over het algemeen meer last werd ervaren door de hitte vallen deze verschillen relatief mee. Van de zeven bovenste stellingen uit figuur 27, is er alleen een significant verschil bij de stelling ‘als het in de zomer te heet is in mijn woning, dan kan ik goed het huishouden doen’. 59% van de theoretisch opgeleiden gaven aan het hier (helemaal) mee oneens te zijn en voor de praktisch opgeleiden lag dit aandeel significant hoger op 71%. De overige stellingen – waar dus een kleiner deel van de respondenten het (helemaal) mee oneens was – werden op de stelling over het veilig voelen na, allemaal significant als minder prettig ervaren door de hitte door de groep praktisch opgeleiden. De grootste verschillen in de antwoorden zijn te zien bij de stellingen over het goed eten en drinken en het huishouden doen. Beide met een verschil van 12 procentpunt tussen de groep theoretisch opgeleiden en praktisch opgeleiden.

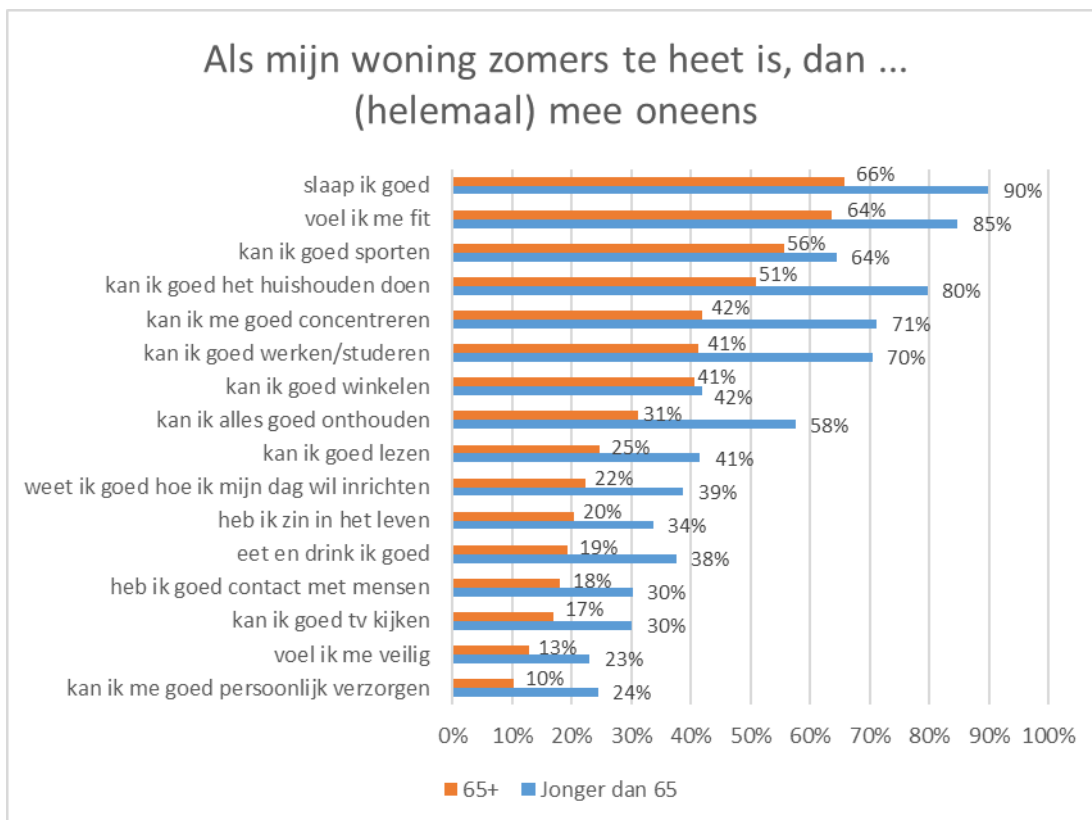
Er is in plaats van de verschillen tussen theoretisch en praktisch opgeleiden ook gekeken naar de verschillen tussen lager onderwijs – gedefinieerd als geen diploma, basisschool-diploma, Mavo-/ vmbo(-TL) -, mbo-1-, mulo-, lbo-, lts- of huishoudschool-diploma – en degenen met een hoger genoten opleiding. Deze verschillen zijn echter voor alle stellingen niet significant. Een reden hiervoor kan de scheve verhouding zijn van het opleidingsniveau. Slechts 26% gaf aan een opleidingsniveau te hebben gehad die we hierboven tot lager onderwijs benoemden, terwijl 45% van de respondenten heeft gestudeerd aan de hogeschool of universiteit. Het kan echter ook gewoon zo zijn dat het niet de

praktisch opgeleiden zijn die meer last ondervinden van de hitte, maar dat de theoretisch opgeleiden minder last ervan ondervinden enerzijds door betere kennis, gezondere leefstijl, maar ook door betere fysieke componenten in de woning.

### **Verschillen naar leeftijd**

De verschillen tussen respondenten onder de 65 jaar - die over het algemeen nog werkzaam zijn - en de respondenten ouder dan 65 – die over het algemeen al met pensioen zijn - zijn nog groter dan de verschillen tussen de opleidingsniveaus. De antwoorden op alle activiteiten en gevoelens op het goed kunnen winkelen na, wijken significant af tussen deze twee leeftijdsgroepen. Bij de meeste stellingen wijken de aandelen van respondenten die het er (helemaal) mee oneens zijn voor zowel de groep onder de 65 (vanaf nu benoemd als werkzame leeftijdsgroep) als de groep boven de 65 ook significant af van het gemiddelde. Bij alle stellingen geven ouderen (65-plussers) minder vaak aan dat ze het (helemaal) oneens zijn met de stelling en dus last ondervinden van de hitte dan de groep in de leeftijdscategorie onder de 65 jaar.

De grootste significante verschillen zijn te zien bij de stelling "... dan kan ik me goed concentreren", "... dan kan ik goed werken/studeren" en "... dan kan ik goed het huishouden doen". In alle drie de gevallen geeft de werkzame leeftijdsgroep met een verschil van 29 procentpunten vaker dan de gepensioneerde leeftijdsgroep aan dat ze last ondervinden van de hitte. Ook het fit voelen, goed kunnen slapen en alles goed onthouden worden met verschillen van meer dan 20 procentpunten significant minder ervaren door de werkzame leeftijdsgroep. Dit zou kunnen worden verklaard omdat ouderen met 22,2% vaker aangeven geen last van een warme woning te hebben dan de werkzame leeftijdsgroep met 6,8%. Maar ook omdat ouderen minder verplichtingen zoals werk hebben waardoor het ook minder nodig is om bijvoorbeeld geconcentreerd te zijn. Bovendien functioneren ouderen door ouderdomskwalen bij veel stellingen al minder. Bij de werkzame leeftijdsgroep zou het verval door de hitte dan groter kunnen zijn.



**Figuur 28: Beleving hitte. Jonger en ouder dan 65 jaar.**

#### Alleenstaand

Respondenten die alleenstaand zijn ervaren de hitte bij alle stellingen als grotere hinder dan respondenten die samenwonen. De verschillen zijn echter heel klein. Omdat werkende alleenstaanden vaak nog genoeg contact hebben op hun werk is er ook gekeken naar alleenstaande ouderen (65+). Ook hier valt op dat de groep alleenstaanden iets meer last ervaart van de hitte dan de hele groep ouderen. Ook hier zijn de verschillen echter heel klein en niet significant. De focus op alleenstaande ouderen is daarmee niet onderbouwd met dit belevingsonderzoek. Echter het kan ook nog zo zijn dat hitteproblemen door sommige mensen niet zozeer wordt erkend, maar dat ze wel kwetsbaar zijn voor de gevolgen.

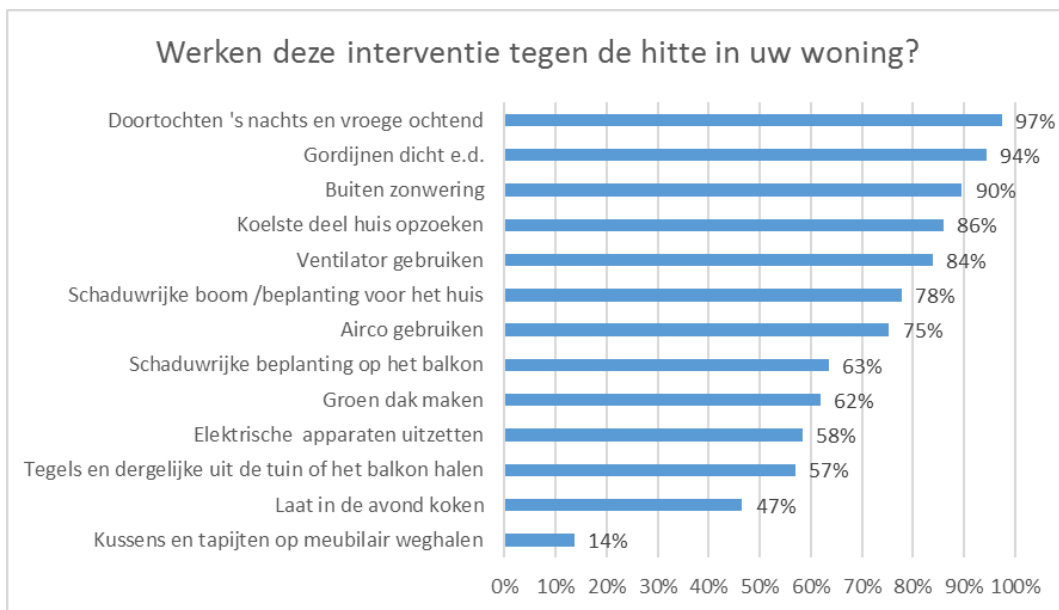
#### 7.4.4 Kennis over interventies

Goede kennis over interventies tegen hitte kunnen veel (ernstige) gevolgen voorkomen. In dit onderzoek hebben we gevraagd naar de kennis over interventies om de woning koel te houden maar ook naar de kennis over het gedrag in het doen en laten van mensen.

#### Temperatuur in de woning

Figuur 29 laat zien dat de belangrijkste eenvoudige interventies algemeen bekend zijn. Deze twee interventies zijn het spuien van de warme lucht door middel van het laten doortochten op momenten dat het buiten koeler is en het dichtdoen van de gordijnen. Ook het gebruik van een ventilator, airco of het plaatsen van zonwering of beschutting door bomen zijn interventies waarvan de meeste respondenten het effect begrijpen. Het

weghalen van kussens en tapijten op meubilair is echter een interventie waarvan bijna niemand dacht dat het effect had. Ook het koken later op de avond en in iets mindere mate het ‘tegelwippen’ in de tuin of het balkon, het uitzetten van elektrische apparaten en het groen maken van het dak zijn maatregelen waar meer respondenten niet aan denken. Voor sommige interventies zijn de effecten niet heel groot. Zo heeft een groen dak op dit vlak bijna geen toegevoegde waarde voor hitte in de woning als het dak al goed geïsoleerd is. Het verwijderen van tegels en dergelijke uit de tuin of het balkon is echter een interventie waarvoor meer aandacht gebracht mag worden aangezien tegels de warmte juist vasthouden en bewoners met een tuin deze interventie zelf kunnen uitvoeren.



**Figuur 29: Kennis over werkende interventies tegen hitte in de woning**

### Verskil in kennis

De groep 65-plussers en de werkzame leeftijdsgroep geven geen significant andere antwoorden dan gemiddeld. Wel verschillen ze bij drie stellingen significant van elkaar.

65-plussers geven met 70% minder vaak aan dat het gebruik van een airco werkt tegen de hitte in de woning dan de 81% van de werkzame leeftijdsgroep. Ook het weghalen van kussens en tapijten op meubilair en het creëren van schaduwrijke beplanting op het balkon worden door de oudere leeftijdsgroep met respectievelijk 7 procentpunten en 9 procentpunten minder vaak aangevinkt als effectieve maatregel.

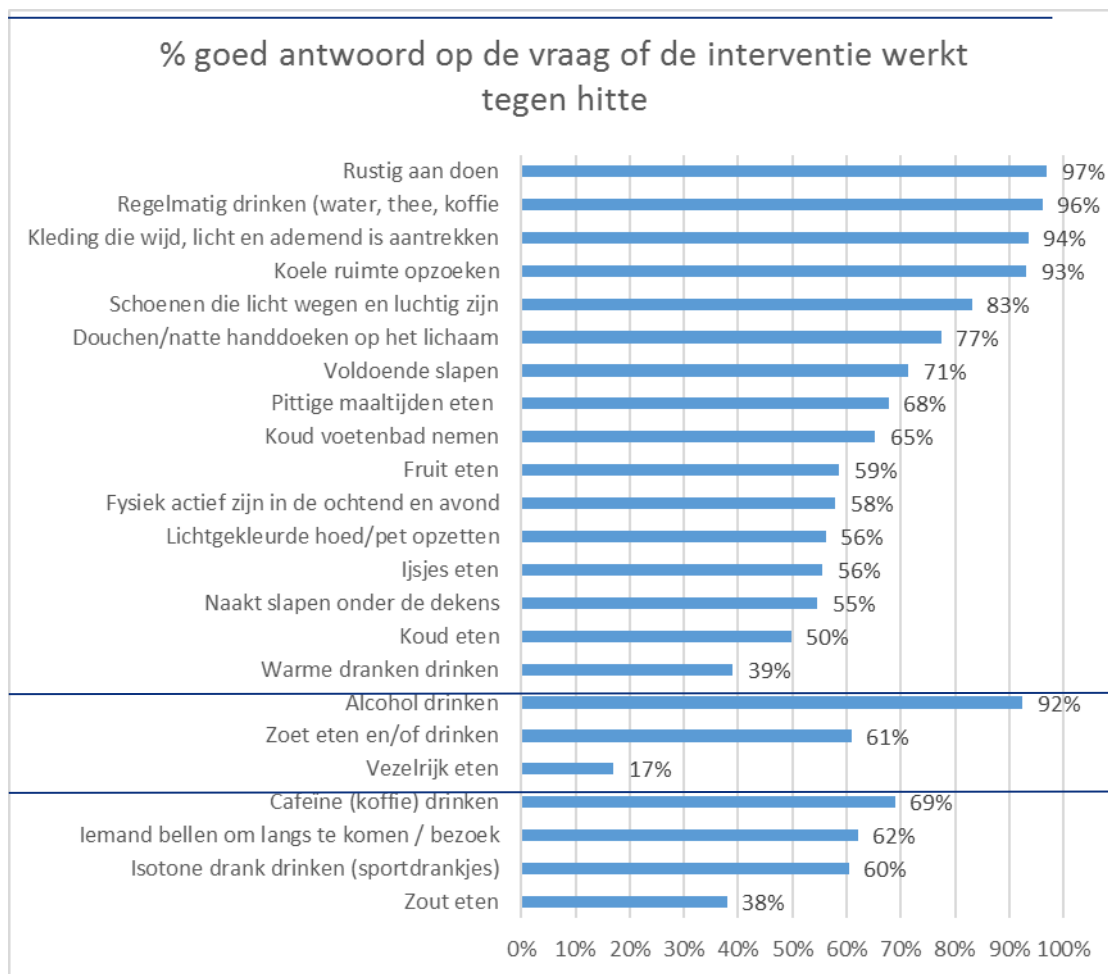
De verschillende bouwperiodes van woningen spelen geen rol in de kennis van de bewoners die daar wonen over hoe de hitte kan worden tegen gegaan door middel van aanpassingen in het huis. Voor het opleidingsniveau geldt dit wel. Respondenten met een afgeronde hbo- of wo-opleiding en respondenten met een ander opleidingsniveau gaven significant andere antwoorden op de stelling “Wat gaat hitte tegen: Schaduwrijke boom/beplanting voor het huis”. De respondenten met een hbo- of wo-opleiding gaven met 86% significant vaker een goed antwoord op de stelling. Degenen met een ander opleidingsniveau met 71% significant minder vaak, maar alsnog is de kennis vaak paraat. De theoretisch opgeleiden gaven ook voor de stellingen “Wat gaat hitte tegen: Schaduwrijke beplanting op het balkon, .... Tegels en dergelijke uit de tuin of het balkon halen, ...Groen dak maken” significant vaker een juist antwoord dan dat er gemiddeld werd

gegeven. De groep met een praktisch opleidingsniveau week bij deze drie stellingen niet significant af van het gemiddelde, maar wel van de groep theoretisch opgeleiden.

### Lichaamstemperatuur

Naast aanpassingen aan de woning kan ook gedrag tijdens warme dagen worden aangepast. Hierbij gaat het niet over het verminderen van hitte in de woning maar om de lichaamstemperatuur. In de enquête moesten respondenten bij verschillende stellingen aangeven of de gedragsmaatregel helpt bij het verkoelen van het lichaam. De bovenste activiteiten in Figuur 30 werken allemaal tegen (over)verhitting van het lichaam, vanaf het drinken van alcohol juist niet en de onderste vier activiteiten hebben niet per se een effect op de lichaamstemperatuur. Het krijgen van bezoek is mentaal wel bevorderlijk, maar heeft geen direct effect op de lichaamstemperatuur. Zout eten is in Nederland niet nodig behalve als je veel gaat sporten en cafeïne heeft geen effect, maar het drinken van koffie is ook niet slecht omdat het wel de vochttoename bevordert. Dit geldt ook voor isotone dranken. Van de maatregelen/activiteiten die goed zijn om te doen tegen de hitte is het overgrote deel van de respondenten op de hoogte. Alleen het drinken van warme dranken – met name thee – is een maatregel waarvan minder dan de helft wist dat dit tegen de hitte werkt.

Wat je tijdens een hittegolf echter niet moet doen is minder bekend. Het drinken van alcohol wordt terecht door 92% opgemerkt als iets dat je niet moet doen tijdens de hitte, maar zoet eten en/of drinken wordt door slechts 61% opgemerkt als iets slechts tijdens de hitte, terwijl je dit juist moet vermijden. Voor vezelrijk eten ligt dit percentage met 17% zelfs nog lager. Vezelrijk eten is echter lastiger te verteren en bij de verbranding van vezelrijk eten maakt je lichaam meer warmte aan dan bij makkelijker te verteren voedsel.



**Figuur 30: Goed herkennen van maatregelen tegen oververhitting die wel en niet werken of geen effect hebben.**

### Verskil in kennis

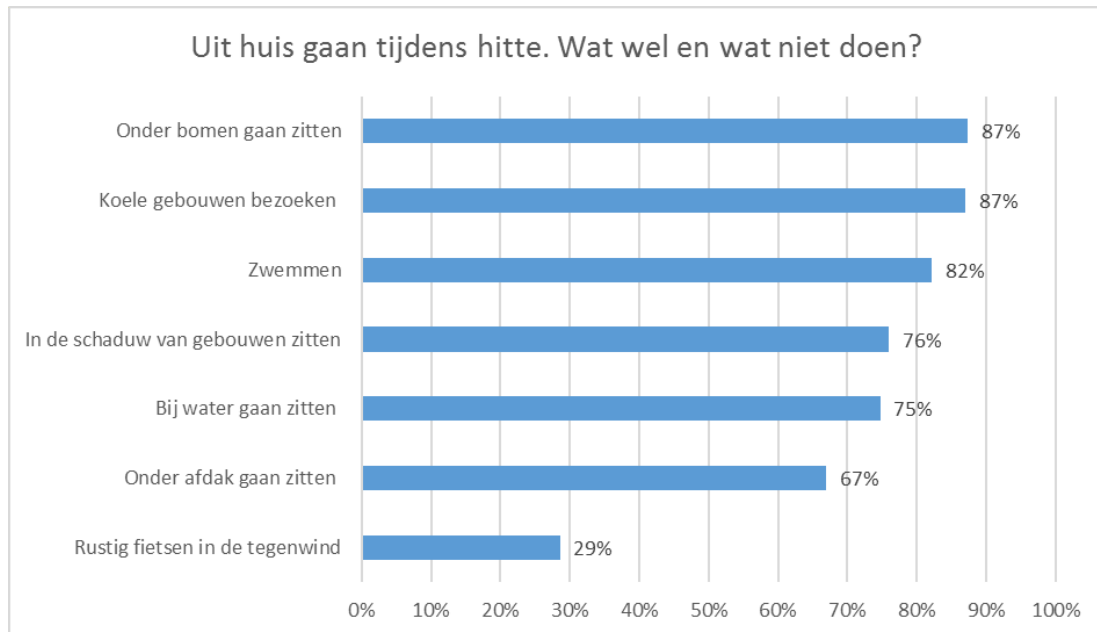
Ook bij deze stellingen zijn er verschillen te zien tussen de respondenten van boven de 65 jaar en respondenten die jonger zijn. Daar waar deze verschillen significant zijn, is het de groep onder de 65 jaar die vaker de goede kennis paraat heeft. Zo gaf 65% van deze groep terecht aan dat het eten van ijsjes werkt tegen oververhitting terwijl dit door slechts 45% van de groep 65-plussers werd aangegeven. Ook het drinken van cafeïne (koffie) wordt met 76% vaker aangegeven door de groep onder de 65. Zoals eerder vermeld heeft cafeïne zelf geen effect, maar is koffie wel goed voor de vochttoename en dus helpt het tegen oververhitting. Nog vier andere stellingen werden significant beter beantwoord door de jongere leeftijdsgroep dan door de oudere groep. Deze verschillen echter niet significant met het gemiddelde. Het ging om de stellingen “koud eten”, “koud voetenbad nemen”, “douchen/natte handdoeken op het lichaam” en “alcohol drinken”.

De respondenten met een hbo- of wo-opleiding verschillen significant met de praktisch opgeleiden bij de stellingen “pittige maaltijden eten”, “lichtgekleurde hoed/pet opzetten”, “Cafeïne drinken” en “ijsjes eten”.

### Wat te doen als je naar buiten gaat

Wanneer je tijdens de hitte naar buiten gaat moet je zoveel mogelijk directe blootstelling aan de zon vermijden. Dit kan onder andere door alle onderstaande buitenshuis activiteiten. Alleen het rustig fietsen in de tegenwind is in een hittegolf niet aan te raden. Naast

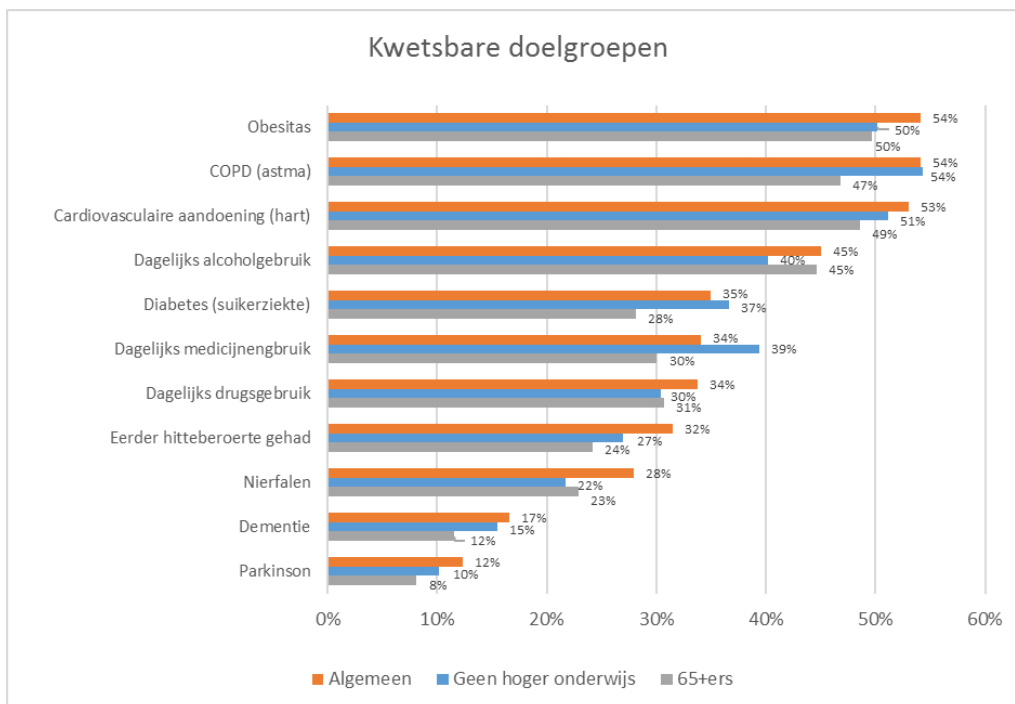
dat je fysieke activiteiten moet vermijden, stel je je op de fiets constant bloot aan de zon. Dit was de enige activiteit waarvan slechts een klein deel van 29% wist dat dit af te raden is. De overige activiteiten voor buitenshuis worden goed herkend als wat je wel moet doen tijdens de hitte.



**Figuur 31: Uit huis gaan tijdens de hitte. % goed herkennen van activiteit die je wel/niet moet doen tijdens de hitte.**

#### 7.4.5 Kennis over kwetsbare doelgroepen

Waar er redelijk wat goede kennis was bij sommige interventies, is dit bij de herkenning van kwetsbare doelgroepen een stuk minder. Alle ziekten en dergelijke uit Figuur 32 gaan niet goed samen met hitte, alleen bij het dagelijks medicijngebruik is dit afhankelijk van het soort medicijn dat wordt genomen. Zoals in Figuur 32 te zien is, wist slechts iets meer dan de helft van de respondenten dat obesitas en COPD (astma) niet goed samen gaan met hitte. Voor de andere ziekten ligt dit aandeel zelfs nog lager. Daarmee geeft dit echter geen inzicht in of de kwetsbare groepen zelf inzicht hebben in hun kwetsbaarheid. Zolang die kennis er wel is, is de kwetsbaarheid al een stuk lager. Bij dementie en in zekere zin ook bij verslavingen kan deze aanwezige kennis echter niet altijd goed worden toegepast. Bij dementie omdat ze misschien wel weten dat ze kwetsbaarder zijn, maar de bijbehorende handelingen zijn vergeten en verslaafden kunnen ondanks de aanwezige kennis irrationeel gedrag vertonen als gevolg van de alcohol en/of drugs.



**Figuur 32: Wat gaat niet goed samen met hitte.**

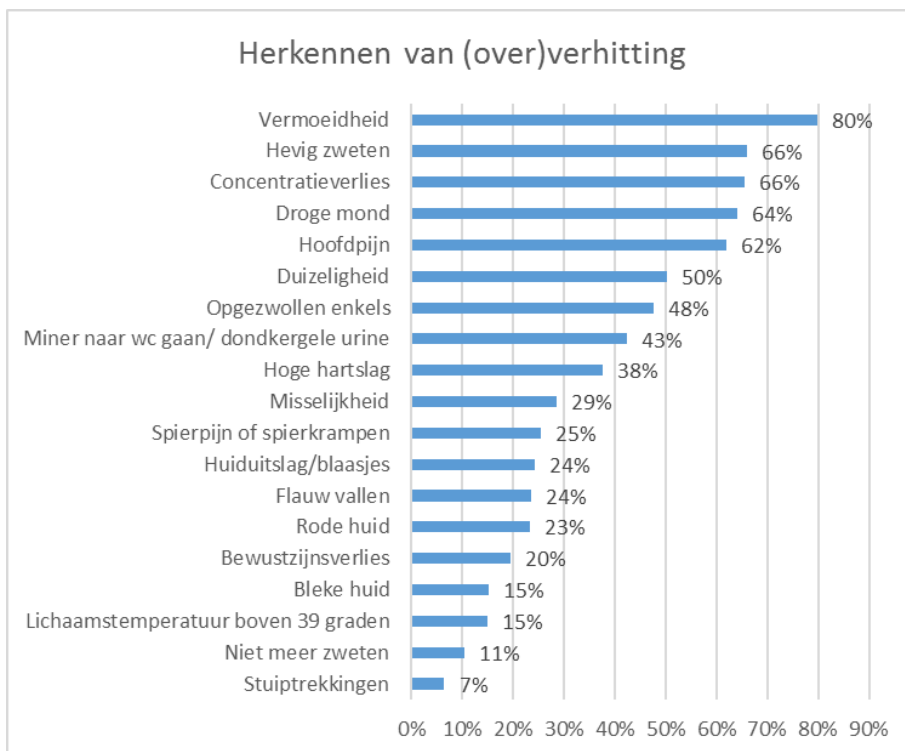
Zoals in Figuur 32 duidelijk te zien is, zijn 65-plussers minder goed op de hoogte van welke ziekten minder goed samengaan met hitte. Voor alle ziekten geldt dit, maar alleen voor het eerder hebben gehad van een hitteberoerte is dit verschil ook daadwerkelijk significant. Dit terwijl ouderen over het algemeen vaker last hebben van de ziekten die hierboven worden weergegeven.

Het niet hebben gestudeerd aan de hogeschool of universiteit heeft een minder duidelijke relatie op deze kennis. Bij de meeste ziekten is de kennis wel iets lager dan over het algemeen, maar in geen enkel geval is dit verschil significant. Dat hitte minder goed samengaat met dagelijks medicijngebruik, diabetes en COPD wist deze groep zelfs beter dan de gemiddelde respondent.

#### 7.4.6 Worden symptomen van (over)verhitting herkend?

Veel symptomen van (over)verhitting worden niet goed herkend. Stuiptrekkingen - een gevolg van uitdroging - wordt door slechts 7% van de respondenten aangegeven als een symptoom van (over)verhitting. Ook een lichaamstemperatuur van boven de 39 graden Celsius wordt door een ongekend laag aandeel van 15% herkend als een symptoom van (over)verhitting. Dit zijn samen met een hoge hartslag, misselijkheid, rode huid, niet meer zweten en bewustzijnsverlies allemaal symptomen van een hitteberoerte. Ondanks dat dit de meest extreme vorm van (over)verhitting is, maar wellicht juist daarom minder vaak voorkomend, worden deze symptomen het minst herkend. Een hitteberoerte is echter levensbedreigend en bij het herkennen door middel van deze symptomen moet onmiddellijk 112 worden gebeld. De symptomen van oververhitting als vermoeidheid, concentratieverlies, hoofdpijn, duizeligheid, spierpijn, opgezwollen enkels en jeukende blaasjes worden wel vaker herkend, maar ook deze kennis valt tegen. Vier op de vijf mensen herkent de vermoeidheid, maar van de overige symptomen is alsnog een op de drie tot meer dan driekwart van de respondenten niet op de hoogte.





**Figuur 33: Herkennen van symptomen van (over)verhitting**

## 7.5 Conclusies belevingsonderzoek

Bijna alle respondenten (86%) geven aan dat hun woning warm wordt in de zomer. Het merendeel van de respondenten gaf drie of meer redenen op voor deze warmte in de woning. Wel zijn er verschillen te zien tussen enkele achtergrondkenmerken.

De groep respondenten is echter niet representatief voor heel Nederland (want geen random selectie uit populatie) en bovendien niet erg groot. Conclusies zijn dus indicatief.

Het ontbreken van buitenzonwering wordt door alle respondenten vaak aangegeven als een reden voor de warmte in de woning en is dus volgens voor de meeste bewoners een goede manier om de hitte buiten te houden.

Respondenten die op een bovenste verdieping wonen geven vaker aan dat het ontbreken van een goed geïsoleerd warmtebestendig (plat) dak een reden is voor de hitte in de woning.

Als er niet naar het gebouw maar naar de gebruiker (bewoner) wordt gekeken dan valt op dat ouderen (65+) aangaven minder last te ondervinden dan de werkzame leeftijdsgroep. Voor alle stellingen op één na zijn deze verschillen ook significant. Enerzijds is het fijn dat ouderen minder last ondervinden van hitte in de woning. Anderzijds kan dit ook gevaarlijk zijn, daar zij wel een kwetsbare groep zijn. Ouderen hebben een verminderde thermoregulatie en zweten daardoor minder en hebben een mindere dorstprikkel. Daarnaast wisten ouderen met respectievelijk 11 en 9 procentpunten lager minder vaak dat het gebruik van een airco en het creëren van schaduwrijke beplanting in de tuin/op het balkon werkt tegen de hitte in de woning. Ook dat het eten van ijsjes werkt tegen oververhitting was bij ouderen significant minder bekend.

Theoretisch opgeleiden geven over het algemeen aan minder last te ervaren van hitte in de woning. Dit kan worden verklaard door de hogere sociaaleconomische status die zij over het algemeen hebben (betere huisvesting, gezondere levensstijl...). Daarnaast zijn theoretisch opgeleiden beter op de hoogte van werkzame maatregelen in de woning die

werken tegen de hitte. In combinatie met de overige aandachtsgroepen moet de focus dus vooral worden gelegd op de praktisch opgeleiden.

Over het algemeen valt op dat mensen best goed weten wat ze wel moeten doen tijdens een hittegolf – rustig aan, veel drinken - maar niet goed weten dat het eten van vezelrijk voedsel en in mindere mate ook zoet eten en drinken niet bevorderlijk is voor de lichaamstemperatuur. Dit komt doordat het moeilijker te verteren is. Verder kan worden medegedeeld dat ondanks dat koude dranken beter werken ook warme lauwe dranken werken tegen oververhitting.

Waar wel extra aandacht voor moet komen zijn de kwetsbare doelgroepen. Slechts iets meer dan de helft van de respondenten wist dat obesitas en COPD (astma) niet goed sa- mengaan met hitte. Voor de overige ziekten was deze kennis zelfs nog lager. Voor oude- ren was deze kennis zelfs nog lager voor alle ziekten, terwijl zij juist vaker last zullen hebben van deze ziekten.

Als het fout gaat worden symptomen van oververhitting ook niet goed herkend. De mil- dere vormen worden nog enigszins herkend, maar ernstige symptomen van hitte-uitput- ting en een hitteberoerte slechts door een kleine groep. Er zou dus meer aandacht moe- ten komen voor symptoomherkenning.

Wat verder opvalt is dat het verwachte ‘hitte-eiland effect’ niet terug te zien is in de res- pons. Respondenten uit zeer sterk stedelijke gebieden geven met 20% zelfs significant vaker aan geen last te hebben van een warme woning dan respondenten uit minder druk- bevolkte gebieden (10%). Mogelijk is het effect van omgeving op gebouw klein ten op- zichte van andere kenmerken als gebouwtipe en scoren de woningen in deze drukbe- volkte gebieden beter op dit vlak. De onderzoeksgroep is echter te klein om dit nader te duiden.

Door de beperkte respons is het sowieso nog niet mogelijk sluitende en harde conclusies te trekken op alle onderdelen die we voor ogen hadden. Herhaling van dit belevingson- derzoek bevelen we daarom aan, want er ligt een mooie methodiek voor een uitgebreid belevingsonderzoek. In het volgende hoofdstuk wordt getoond hoe aan de hand van meer data de resultaten kunnen worden vertaald op kaartniveau.

## **7.6 Kaarten**

Het plan was kaarten te ontwikkelen om inzicht die inzicht geven in hoeveel mensen of welk deel van de mensen per gemeenten of per wijk last hebben van de hitte. Echter de onderzoeksgroep was met 1300 respondenten veel te klein voor een betrouwbare conclu- sie en bovendien bestond de respondenten uit mensen die zelf hadden gereageerd zodat niet duidelijk is of deze groep representatief is voor heel Nederland.

Door herhaling van dit onderzoek zal de groep respondenten en kan mogelijk een repre- sentatieve groep worden verkregen. Dan kunnen interessante inzichten voor heel NL en per gemeente worden afgeleid en op kaart worden gezet.

## **7.7 Praktische adviezen voor verkoeling**

Om de lichaamstemperatuur te verlagen zijn al eerder de volgende praktische adviezen opgesteld. Deze staan in de bijlage.

## 8 Conclusies en aanbevelingen voor nader onderzoek

### Simulaties

De vele simulaties hebben veel inzicht gegeven. Ventilatie is belangrijk want het is de manier om binnengekomen warmte weer kwijt te raken. Logisch is dat bij hogere nachttemperaturen (UHI-effect) de afkoeling minder effectief is. Verder is de zoninstraling heel belangrijk, maar volgens de simulaties lijkt het erop dat ventilatie zelfs nog belangrijker is. Of dit werkelijk zo is behoeft nader onderzoek.

Er zijn ondanks het grote aantal simulaties nog veel andere simulaties uit te voeren. Het gaat dan om andere woningtypen, maar ook andere kenmerken van isolatie, glas, zonwering en ventilatie. Vooral de interne ventilatie, het debiet waarmee geventileerd wordt en ook de aansturing (wanneer of onder welke voorwaarden) behoeft nadere aandacht.

### Hittelabel

Het hittelabel dat is ontwikkeld is nu vooral geschikt om woningen en situaties onderling te vergelijken. Voordat het gebruikt kan worden als label dat aangeeft of iets goed genoeg is, is nader onderzoek naar de gebruikte indicatoren en de grenswaarden nodig. Daarbij hoort ook een onderzoek naar wat mensen (onder welke omstandigheden) acceptabel vinden en een onderzoek naar hoe we het label willen invullen als het gemiddeld 1 of 2 graden warmer is. Naast het rekenen aan het temperatuurverloop zou meer aandacht moeten worden besteed aan de ervaringen van mensen.

Het hittelabel kan ondertussen ter verkenning worden gebruikt. Tot slot ligt er met alle simulaties een schat aan data die zeer bruikbaar is voor nader onderzoek.

### Kaart met hittekwaetsbare gebouwen

Er is een concept ontwikkeld voor een kaart met hittekwaetsbare gebouwen. Het is mogelijk om in GIS te bepalen hoeveel zon en schaduw er op een pand valt. De methodiek is nog niet ver genoeg ontwikkeld om al landelijk zo'n kaart te maken. Een aantal fouten moeten nog worden opgelost. Bovendien kost rekenen met de huidige aanpak erg veel tijd. Daarnaast moet nog beter worden afgewogen wat de beste indicator is, wat goede grenswaarden zijn en met welke weergave de resultaten het beste overkomen. Tot slot is een validatie door in te zoomen op enige specifieke panden nodig.

### Broosheidsindex

De landelijke broosheidsindex is uitgewerkt zodat deze per gemeente per buurt kan worden bekeken in de klimaateffectatlas. Dit geeft mogelijk een goed beeld van waar de meeste kwetsbare mensen wonen. De toepassing van de algemene broosheidsindex voor hitte behoeft nog nadere onderbouwing.

### Belevingsonderzoek

Het belevingsonderzoek heeft een reeks aan resultaten opgeleverd, zoals dat ouderen minder overlast rapporteren dan de jongere groep en dat er geen relatie leek tussen bewonersdichtheid in een gebied en de overlast. Doordat de groep respondenten niet heel groot was en bovendien niet aselekt is gekozen zijn de resultaten indicatief en niet

representatief. Door het belevingsonderzoek te herhalen en na te denken over hoe een representatief beeld kan worden verkregen zijn de nadelen te ondervangen. Juist het oordeel van de bewoners is erg belangrijk om problemen te duiden. In combinatie met hitemetingen is een goed belevingsonderzoek extra waardevol.

### **Koppeling met energietransitie**

De vragen die de hitte in de woning koppelen aan de energietransitie hebben we slechts gedeeltelijk kunnen beantwoorden. We hebben niet meer kunnen rekenen aan de impact van duurzame verwarmings- en koelsystemen door de complexiteit aan systemen en het grote aantal berekeningen dat al uitgevoerd was. Wat op basis van de simulaties wel kan worden verwacht is dat een koude/warmte systeem dat ook beperkt kan koelen, ervoor kan zorgen dat de woningen gedurende lange hete periodes minder sterk opwarmen. Wat we wel hebben onderzocht is in welke mate de isolatiegraad van invloed is op de kans op hitteproblemen. Vanwege de energietransitie zullen de komende tijd nog veel woningen worden geïsoleerd. Duidelijk kwam uit de simulaties naar voren dat men er rekening mee moet houden dat na het isoleren hitteproblemen ontstaan of verergeren als men geen maatregelen neemt. Het is belangrijk bij isoleren na te gaan of er goede zonwering is en er voldoende ventilatiemogelijkheden zijn.

Punt voor nader onderzoek is het onderzoeken van de impact van koude/warmte systemen op het opwarmen van woningen gedurende langere hete periodes.

## 9 Bronnenlijst

Ebi, K.L., Capon, A., Berry, P., Broderick, C., Dear de, R., Havenith, G. Honda, Y., Kovats, R.S. Ma, w., Malik, A., Morris, N.B., Nybo, L., Seneviratne, S.I., Vanos, J., Jay, O. (2021). Heat and Health 1: Hot weather and heat extremes: health risks. *Lancet* 2021; 398: 698-708

KNMI (2022). KNMI-klimaatscenario's. Geraadpleegd van: <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/knmi-klimaatscenario-s>

Moore, J. P., Harper Smith, A. D., Di Felice, U., & Walsh, N. P. (2013). Three nights of sleep deprivation does not alter thermal strain during exercise in the heat. *European Journal of Applied Physiology*, 113(9), 2353–2360. <https://doi.org/10.1007/S00421-013-2671-2>

Relf, R., Willmott, A., Mee, J., Gibson, O., Saunders, A., Hayes, M., & Maxwell, N. (2018). Females exposed to 24 h of sleep deprivation do not experience greater physiological strain, but do perceive heat illness symptoms more severely, during exercise-heat stress. *Journal of Sports Sciences*, 36(3), 348–355.

RIVM (2013) GGD-richtlijn medische milieukunde: Gezondheidsrisico's van zomerse omstandigheden. Geraadpleegd van: <https://www.rivm.nl/publicaties/ggd-richtlijn-medische-milieukunde-gezondheidsrisicos-van-zomerse-omstandigheden> (momenteel wordt er gewerkt aan een update van deze richtlijn. In 2023 zal die gereed zijn onder penvoerder-schap van Y. Heeg met de titel: GGD-richtlijn medische milieukunde - Hitte en gezondheid)

WHO (2021). Heat and health in the WHO European Region: updated evidence for effective prevention. Geraadpleegd van: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/339462>

# Bijlage A: Praktische adviezen om lichaamstemperatuur te verlagen

## Koeling

- Het is heel effectief om dunne waterdruppeltjes op het lichaam aan te brengen die vervolgens kunnen verdampen. Dit geldt voornamelijk voor ouderen omdat zij veel minder zweten. Vanuit thermodynamisch oogpunt is het gebruik van een plantenspuit een goede aanpak. Wanneer dit wordt gecombineerd met een ventilator is dit effect nog hoger. Om het risico op Legionella te voorkomen is het echter beter om een spons te gebruiken.
- De handen en voeten zijn de lichaamsdelen die het meest effectief zijn om te koelen. Dit kan gewoon in koud water. Wanneer het water stromend is en/of de temperatuur laag gehouden kan worden is het meer effectief.
- Hoe groter het koelingsoppervlak op de huid, hoe effectiever de koeling. Dat is de reden waarom koelvesten effectief zijn.
- Koelen van “holten” zoals knieholtes of oksels is minder effectief omdat het bloed snel door de grote vaten gaat en het koeloppervlak relatief klein is.

## Kleding

- Uit onderzoek bij bedoeïenen in woestijngebieden is bekend dat wijde kleding meer verkoelend is dan strakke kleding. Voor wijde kleding geldt dat de huidtemperatuur hetzelfde is bij donker als bij licht getinte kleding. Voor strakke kleding geldt dat licht getinte kleding minder warm is dan donkere kleding.
- Lichtgewicht schoenen maken veel uit t.o.v. zware schoenen. Dit heeft te maken met de extra inspanning die geleverd moet worden om zware schoenen voort te bewegen.
- Idealiter is de kleding gemaakt van stof dat ademend is, licht van gewicht is en zonlicht reflecteert (met name bij strakke kleding). Tegenwoordig zijn er speciale kunststoffen (polyester en polypropyleen) die die eigenschappen hebben. Katoen en linnen hebben grotendeels die eigenschappen, maar hebben als nadeel dat ze makkelijk vocht opnemen en moeilijk loslaten. Dit bemoeilijkt zweten waardoor mensen minder snel afkoelen. Zo wijd mogelijke kleding zorgt voor meer ventilatie.

## Hoofddeksel

- Het dragen van een hoofddeksel buiten geeft altijd verkoeling omdat de straling tegenhoudt. Het heeft echter meer effect wanneer:
  - het groter is (meer schaduw),
  - licht van gewicht is,
  - reflecterend is (bv zilver of lichte kleur)
  - van ademend materiaal is gemaakt (bv kunststof dat grof geweven is)

- kan ventileren. Hiermee wordt bedoeld dat er meer dan 1 cm ruimte moet zijn tussen het hoofddekseel en hoofd. Praktisch betekent dat dat er vooral bovenin in het hoofddekseel ruimte moet zitten).

## Slapen

- Een nacht slecht slapen heeft geen effect op de temperatuur van het lichaam, maar je voelt je minder vitaal.
- Het niet gebruiken van een dekbed (en in mindere mate een pyjama) heeft grote invloed op de warmteafgifte 's nachts. De opmerking dat mensen het ook te koud kunnen krijgen aan het einde van de nacht is een feit, maar de mens is zo gebouwd dat hij zichzelf beter beschermt tegen koude. Mensen krijgen een prikkel en zullen dan de reactie hebben om een deken over zich heen te trekken.

## Eten

- Bij het verteren van eten ontstaat warmteproductie. Het advies is dan ook om niet al te veel te eten bij hitte. Dit gebeurt deels automatisch: in de hitte heb je minder trek.
- Het eten van pittig eten waarin pepers zijn verwerkt leidt tot het aanzetten van het lichaam om meer te gaan zweten (dus meer warmteverlies). De stof capsaïcine in pepers is hiervoor verantwoordelijk.

## Drinken

- Drinken van vocht is belangrijk, maar het maakt niet uit welk soort vocht, zelfs koffie is OK.
- Drink voldoende, maar hoeveel is voldoende: Waar moet je op letten is niet te vatten in één aanbeveling en zeker niet in een voorgeschreven hoeveelheid. Aangegeven wordt dat het een combinatie is van de volgende drie zaken:
- De kleur van de urine, de frequentie van plassen en het dorstgevoel zijn belangrijk om in de gaten te houden (bij voorkeur iets meer drinken dan het dorstgevoel). Er zit een risico in om precies aan te raden hoeveel je precies moet drinken. Dit kan een risico geven omdat er veel verschillen zijn tussen mensen. Voor ouderen geldt een verminderd dorstgevoel.
- Alcohol gebruik heeft invloed op gedrag, waardoor je mogelijk niet de meest “verkoelende omstandigheden” opzoekt/toepast. Daarom wordt het afgeraden om alcohol te drinken tijdens hitte.
- Warmere dranken zorgen dat je lichaam in actie komt om te gaan koelen (meer zweten). Hoe kouder het water hoe meer warmte aan je lichaam onttrokken wordt. Een goed voorbeeld is ijschaafsel eten. Warm water heeft dus een koelend effect, maar koud water/ijschaafsel nog meer. Ijschaafsel kun je maar in kleine hoeveelheden opnemen, grotere hoeveelheden koud water gaat gemakkelijk. Als je al zweet kun je beter koude dranken nemen, zweet je nog niet, dan kan warme drank je over de zweetdrempel helpen.
- In een normaal Nederlands dieet zit voldoende zout om een tekort aan zout in het lichaam (hyponatriemie) te voorkomen. Extra toevoeging van zout is daarom niet nodig. Een uitzondering geldt bij (top)sport.

- Je moet zorgen dat je niet uitgedroogd begint aan activiteit. Dat betekent vooraf voldoende drinken. Het vooraf drinken heeft niet zoveel invloed op de lichaamstemperatuur. Als je temperatuur tijdens een fysieke activiteit stijgt dan heeft drinken tijdens deze activiteit meer zin. Bij voorkeur tijdens een pauze omdat je in de regel dan meer zult drinken dan tijdens een inspanning.

### Omgeving

- Vernevelen met water. Beter rechtstreeks op de huid (zie adviezen daar). Vernevelen in de omgeving verhoogt de luchtvochtigheid en heeft dan een tegenstrijdig effect.
- Airconditioning is erg effectief in het terugbrengen van de temperatuur binnenshuis. Het heeft echter een hoog energieverbruik, wat juist één van de oorzaken is voor het opwarmen van de aarde.