

Draaiboek hittemetingen

Onderzoek naar factoren die van invloed zijn op de daadwerkelijke temperatuur in bestaande woningen tijdens (extreem) warme dagen.

Author(s)

de Vries, Froukje

Publication date

2024

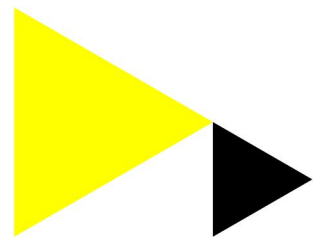
Document Version

Final published version

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

de Vries, F. (2024). *Draaiboek hittemetingen: Onderzoek naar factoren die van invloed zijn op de daadwerkelijke temperatuur in bestaande woningen tijdens (extreem) warme dagen.*

**General rights**

It is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), other than for strictly personal, individual use, unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

Disclaimer/Complaints regulations

If you believe that digital publication of certain material infringes any of your rights or (privacy) interests, please let the Library know, stating your reasons. In case of a legitimate complaint, the Library will make the material inaccessible and/or remove it from the website. Please contact the library: <https://www.amsterdamuas.com/library/contact>, or send a letter to: University Library (Library of the University of Amsterdam and Amsterdam University of Applied Sciences), Secretariat, Singel 425, 1012 WP Amsterdam, The Netherlands. You will be contacted as soon as possible.

Draaiboek hittemetingen

Onderzoek naar factoren die van invloed zijn op de daadwerkelijke temperatuur in bestaande woningen tijdens (extreem) warme dagen.

Author

Froukje de Vries

department

City Net Zero

Date

17-Jun-24

Project type

Draaiboek hittemetingen

Version

0.0

© 2024 Copyright Hogeschool van Amsterdam

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door print-outs, kopieën, of op welke manier dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de Hogeschool Amsterdam.

Voorwoord

De Hogeschool van Amsterdam voert al sinds 2018 hittemetingen uit in bestaande woningen. In 2020 werd de samenwerking met TAUW ingenieurs gezocht. Samen met een breed consortium is vervolgens in 2022 een grootschalig onderzoek gestart waarin de hittemetingen een belangrijk onderdeel van de onderzoeksmethodiek vormen. Het RAAK Hitte in de woning onderzoek is gefinancierd door regieorgaan Sia. Het thema *Hitte in de woning* wordt elk jaar actueler en de interesse groeit.

17 juni 2024 is het RAAK Hitte in de woning project afgerond met een publicatie waarin de inzichten uit de hittemetingen, een simulatiestudie en belevingsonderzoeken uitgelegd zijn aan de hand van factsheets. De publicatie is via de volgende link te downloaden:

[Hitte in de woning factsheets](#)

De methodiek voor het meten van hitte in bestaande woningen is gedurende jaren meetervaring door de Hogeschool van Amsterdam doorontwikkeld. Dit draaiboek is daar het resultaat van. De meetresultaten geven inzicht in de daadwerkelijke situatie tijdens warme dagen in woningen. Van groot belang voor een effectieve hittemeting is het in kaart brengen van alle hittefactoren van een woonsituatie.

Temperatuurmetingen zonder gebouwcontext dragen niet bij aan heldere conclusies. Als het gedrag van de bewoner niet meegenomen wordt, is het moeilijk te achterhalen waardoor de warmte blijft hangen in een woning.

Inhoudsopgave

1.	Inleiding.....	5
1.1	Probleemstelling	6
1.2	Kaders	6
1.3	Praktijkbelang / maatschappelijke relevantie	6
2.	Werkwijze	7
2.1	Voorbereidingen	8
2.1.1	Gebouw criteria	8
2.1.2	Respondenten zoeken	9
2.1.3	Draaiboek	9
2.1.4	Urenindicatie	10
2.2	Hittemetingen	11
2.2.1	Metingen.....	11
2.2.2	Hittefactoren	12
2.3	Data verwerking	16
3.	Bijlagen	18
	Bijlage 1.Gebouw criteria	19
	Bijlage 2. Context meetlocaties.....	22
	Bijlage 3. Meetprotocollen.....	23
	Bijlage 4.Opnameformulier	24
	Bijlage 5.handelingenformulier	25
	Bijlage 6. Data analyse	26

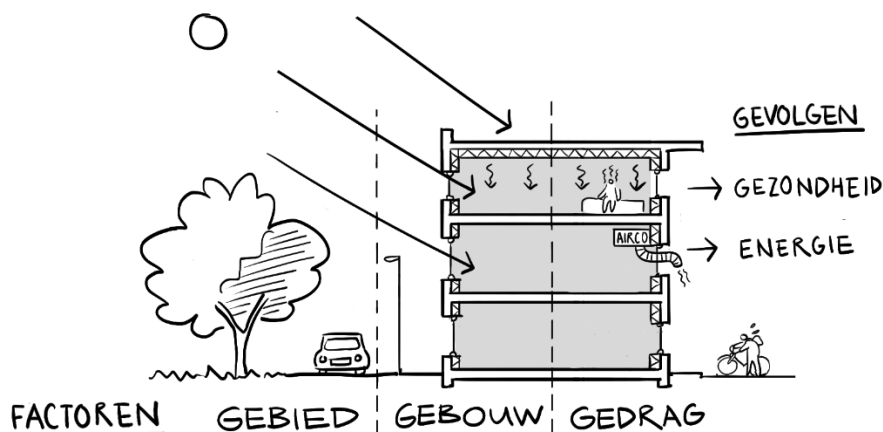
1. Inleiding

Tijdens warme en hete dagen warmen huizen op en kunnen ruimten in de woning zo warm worden dat het de levenskwaliteit nadelig beïnvloedt. Deze situatie gaat in Nederland vaker voorkomen; volgens de KNMI scenario's worden langere perioden van extreem warme dagen voorspeld (KNMI, 2015). Voorzieningen om te koelen in de zomersituatie zijn niet gebruikelijk. De koelbehoefte van de huidige woningvoorraad voor nu en voor in de toekomst is volgens het rapport van W/E adviseurs nog niet inzichtelijk (W/E adviseurs, 2018). Als voorzieningen aangeschaft worden om een ruimte in de woning te koelen, ontstaat een extra energievraag doordat een elektrisch apparaat ingeschakeld wordt. Deze mogelijke extra energievraag heeft consequenties voor gemeentelijke energie ambities of Regionale Energie Strategieën. (Koelbehoefte klimaatverbond Nederland, januari 2020,¹)

Bij nieuwbouw krijgt oververhitting steeds meer aandacht. Door een nieuwe manier van detailleren (hoge isolatie en luchtdicht), komt de aanwezige warmte in de woning moeilijker weg. De huidige TO_{juli} volgt uit de Energieprestatieberekening conform NTA8800, waarbij via een simulatiemodel aangetoond wordt dat het risico op oververhitting volgens de normen acceptabel blijft. (W/E adviseurs, 2019).

Bestaande woningen worden aangepast om de energieprestatie te verhogen. Ook hier geldt dat bij de nieuwe manier van detailleren (hoge isolatie, luchtdicht) rekening gehouden moet worden met de consequenties van het verhoogde risico op oververhitting. Hier zijn nu geen richtlijnen voor opgesteld. Inzicht in de variabelen voor de warmtelast in een woning en daarmee gepaard de koelbehoefte van de gebruiker zal huidige woningeigenaren kunnen helpen om oververhitting in hun eigen woning te voorkomen. Helemaal als een labelsprong gemaakt gaat worden is het van belang om oververhitting integraal mee te nemen in de plannen.

De temperatuur in een ruimte is volgens de ISSO publicatie Kleintje Koellast (2017) de som van interne en externe belastingsfactoren. In de publicatie heeft de zonbelasting door straling door glas de grootste invloed op de warmtelast. De zoninstraling door dichte delen is in de publicatie niet meegenomen, terwijl dit in de situatie van bijvoorbeeld een dakverdieping wel degelijk van invloed is. De invloed van de interne warmtelast is in de publicatie klein, maar is dat in werkelijk ook zo tijdens aanhoudende warme dagen?



Figuur 1. Hitteproblematiek in bestaande woningen samengevat. de Vries F. et.al. (2024) Hitte in de woning

1.1 Probleemstelling

Voor bestaande woningen is het niet duidelijk in welke mate de belastingfactoren (in het onderzoek; hittefactoren genoemd)) invloed hebben op de daadwerkelijke binnentemperatuur tijdens (extreem) warme dagen. Er is behoefte naar meer inzicht in de mate van invloed van het handelsperspectief van de bewoner op de binnentemperatuur. Ook is er behoefte naar inzicht in de acceptatiegrens van bewoners.

Hoe warm wordt het in Nederlandse bestaande woningen?

Welke hittefactoren veroorzaken hitte in de woning?

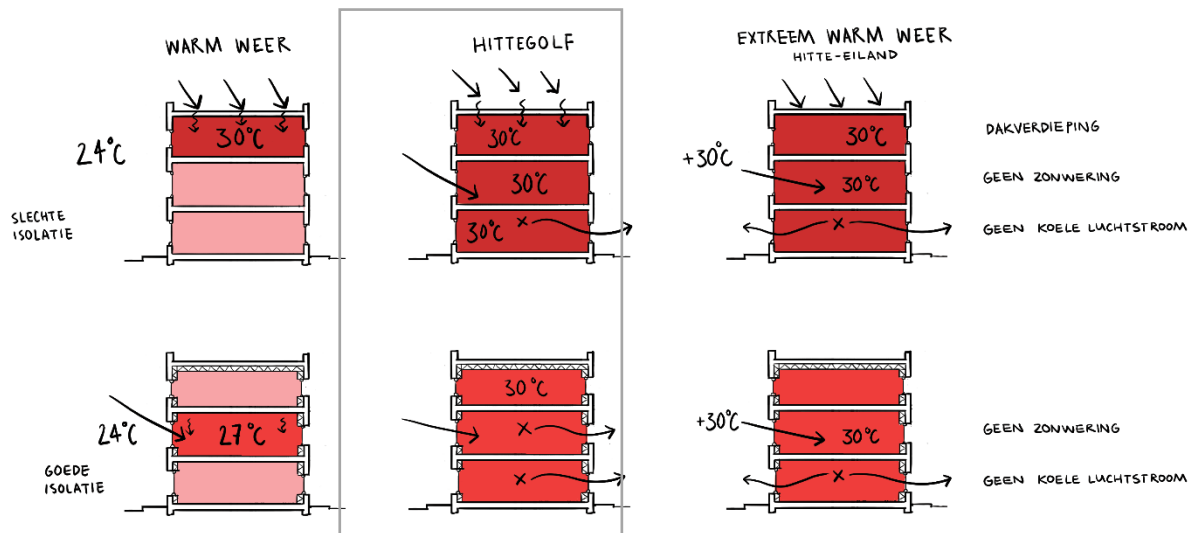
Welke oplossingen dragen bij aan het verminderen van hitte in de woning?

Achter deze vragen zitten 3 gedachten:

- Hoe warm wordt het daadwerkelijk in huidige Nederlandse woningen, (meetproef)
- Welke hittefactoren zijn van invloed geweest op de temperatuur in de ruimte (in kaart brengen van de situatie + handelsperspectief)
- Hoe wordt de warmte in de woning door de bewoner ervaren? (enquête)

1.2 Kaders

- Dit onderzoek richt zich op problemen van oververhitting tijdens een extreem warme periode, tijdens een hittegolf. Tijdens een warme periode, of een periode met hoge zonintensiteit zijn er al enkele situaties die problemen geven, volgde uit het RAAK Hitte in de woning onderzoek. Tijdens extreem warm weer, ontstaat een nodsituatie waarop een grotere aanpak nodig is om bewoners te beschermen tegen de hitte.



Figuur 2. Weerstypen met verschillende mate van hitte-problemen. (Vries F. et.al. (2024) *Hitte in de woning*)

1.3 Praktijkbelang / maatschappelijke relevantie

Er is een brede interesse in de methodiek voor hittemetingen omdat hittemetingen gebruikt worden om oververhitting in woningen aan te tonen als gebrek in bijvoorbeeld huurwoningen. OSKA is samen met Klimaatverbond Nederland een verkenning gestart om hittemetingen te standaardiseren middels een hitteprotocol.

2. Werkwijze

Dit draaiboek richt zich op hittemetingen gedurende een (extreem) warme week tijdens de zomer. Vooraf worden de woningen in kaart gebracht op basis van een analyse van de hittefactoren (zie 2.2.2 *hittefactoren*). Gedurende een geselecteerde warme week zal een IButton in een envelop, in de schaduw, in een ruimte in de woning gelegd worden om de luchttemperatuur te meten (zie 2.2.1 *hittemetingen*). Ook houdt de bewoner zijn/haar manier van handelen bij (zie 2.2.1 *bewonersgedrag*). Na de meetweek worden de Ibuttons opgehaald en uitgelezen. De respondent krijgt een vragenlijst om de ervaringen van de meetweek te delen. (zie 2.2.3 *vragenlijst*)

2.1 Voorbereidingen

Vooraf aan de uitvoer van de hitteproef worden de volgende stappen ondernomen:

1. selectie woningen (2.1.1 Gebouw criteria + context analyse)
2. communicatie bewoners (2.1.2. communicatie)
3. meetprotocollen gereed (2.1.3. draaiboek en protocollen)
4. personeel gereed voor uitvoering (2.1.4. bemensing)
5. dataplan gereed (2.1.5 data-analyse)

2.1.1 Gebouw criteria

Voor het RAAK Hitte in de woning onderzoek is gebruik gemaakt van de woningvoorraad van de deelnemende woningcorporaties. In de renovatieopgave van woningcorporaties wordt het hitte-vraagstuk nog niet integraal meegenomen, dus er is gekozen om typerende woningen te onderzoeken, zoals de ongeïsoleerde portiekflat '60 en de rijwoningen '70.

Ook krijgen woningcorporaties veel klachten van bewoners uit nieuwbouwcomplexen met zware gevelpakketten, met een appartement gelegen aan een gang. Ook hierom is gekozen om in dergelijke complexen te meten in woningen aan een gang, zowel nieuwbouw als oudbouw.

De selectie van de meetlocatie voor de hittemetingen is sterk gericht op de vraag. Tijdens het RAAK Hitte in de woning werden in het eerste meetjaar vele verschillende woningtypen bemeten. In het tweede jaar is gekozen voor een focus: portiekflats en gangwoningen, om gericht op die specifieke woningtypen de effecten van de hittefactoren te kunnen achterhalen.

Per meetlocatie zou bij meer dan 10 woningen gemeten moeten worden, zodat burens met elkaar vergeleken kunnen worden. Zowel geslaagde projecten, als probleemgevallen zijn interessant voor de vergelijking.

Zie Bijlage 1. Gebouwcriteria

Na het vaststellen van de meetgebieden worden deze samen met de gebouw-eigenaren geanalyseerd. Het is belangrijk om in kaart te brengen wat de bouwmethodiek van het complex is, wat de isolatiegraad is, het glastype, het ventilatiesysteem en of er in de basis zonwering aanwezig is. Zie bijlage 2 voor een overzicht van de parameters voor de analyse.

Zie bijlage 2. Context meetgebieden

2.1.2 Respondenten zoeken

Vanuit gesprekken met de betrokken corporaties worden de gebieden/gebouwcomplexen geselecteerd waar we willen gaan meten. Elke organisatie zal zijn eigen communicatiestrategie hanteren.

Enkele mogelijkheden voor het werven van respondenten zijn:

- A. Vooraankondiging vanuit de corporatie
 - Vervolgens wordt geflyerd op locatie. Op de flyer staat een QR code naar de aanmeldpagina. Regie bij organisatie, daardoor kan relatief snel gehandeld worden.
- B. Vooraankondiging vanuit de corporatie
 - Contact gaat via de corporatie (flyer vanuit corporatie met de QR-code naar aanmeldpagina)
- C. Vooraankondiging vanuit de corporatie
 - Contact gaat via de corporatie (persoonlijk benaderen via telefoon of mail)
- D. Vooraankondiging vanuit de corporatie
 - Contact gaat via de buurtcoach
 - Buurtcoach benadert persoonlijk bewoners

Deze methode kost relatief veel tijd, maar de bewoners die anders niet goed te bereiken zijn, worden op deze manier goed geïnformeerd + mogelijkheid tot stellen van vragen.

Maak een aanmeldformulier aan, bijvoorbeeld via Microsoft Forms die gekoppeld is aan een QR-code.

2.1.3 Draaiboek

Het is verstandig om een draaiboek te maken in Excell met daarin een overzicht van:

1. meetgebieden, 2. contactgegevens respondenten, 3. planning locatiebezoeken, 4. Bijzonderheden per locatie

2.1.4 Urenindicatie

In tabel 3 is een indicatie gegeven van de planning voor hittemetingen.

Tabel 3: weergave tabs excel draaiboek hitteproef 2021

Fase	Activiteit	Indicatie periode
1. Vorbereiding	1.1 Plan opstellen 1.2 Communicatie met betrokkenen	Mei
	1.3 Communicatieplan uitvoeren om geïnteresseerden te vinden. 1.4 Communicatie respondenten	Mei / Juni
2. Meten	Context analyse Aansturing onderzoekers Loggers programmeren en klaarzetten (100x) Locatiebezoek 1. & Intake Gemeente A. Gemeente B. Gemeente C.	Juli / Augustus
	locatiebezoek 2. controleronde context data+ ophalen Buttons	Juli / Augustus
	uitlezen lbuttons	Juli / Augustus
3. Analyse	Dataverwerking meetdata Dataverwerking handelingen Dataverwerking vragenlijst Conclusies Rapportage	Augustus / september
4. Communicatie	Communicatie verspreiding	Oktober / november

2.2 Hittemetingen

De hittemetingen zullen tijdens een hittegolf of tijdens een warme week uitgevoerd worden. Deze bestaat uit de volgende onderdelen:

- De luchttemperatuur wordt gemeten in verschillende ruimten in een woning tijdens een (extreem) warme periode. (2.2.1 metingen)
Deelvraag 1. Hoe warm wordt het daadwerkelijk in huidige Nederlandse woningen?
- Fysieke en dynamische hittefactoren worden vastgelegd die invloed kunnen hebben op de temperatuur in de ruimte waar gemeten wordt. (2.2.2. hittefactoren)
Deelvraag 2. welke factoren zijn van invloed geweest op de temperatuur in de ruimte?
Deelvraag 2A: Hoe hoog is de invloed van verschillende factoren (boom, gebouw, zonwering & orientatie) op de mate van zoninstraling die op het glasvlak van een woning valt?
- Na de hittemetingen wordt een enquête ingevuld over de ervaringen en behoeften van de bewoner. (2.2.3. vragenlijst)
Deelvraag 3. Hoe wordt de warmte in de woning door de bewoner ervaren?

2.2.1 Metingen

De daadwerkelijke temperatuur in de woning wordt gemeten aan de hand van een IButton.

Deze IButtons registreerden de luchttemperatuur met een tijdsinterval van 30 minuten. De meetnauwkeurigheid van een IButton is 0,5°C.

Van tevoren worden de woningen bezocht en de sensoren geplaatst: Elke situatie (buurt) maakt 1 meting van de buitenluchttemperatuur door een sensor buiten in de schaduw op te hangen. Elke woning krijgt in drie verschillende kamers een sensor in een envelop. De envelop wordt in de schaduw gelegd op bijvoorbeeld een nachtkastje of bureau.



Figuur 3: Een IButton.

Er is ruimte voor data voor ongeveer zes weken aan metingen om de 30 minuten. Na de hitteproef, die zelf een week duurt, worden de enveloppen opgehaald. Meetgegevens worden verzameld per respondent.

1. programmeren en klaarleggen Ibuttons
2. locatiebezoek 1. intake + plaatsing Buttons
3. locatiebezoek 2. controleronde context data+ ophalen Buttons
4. uitlezen Ibuttons
5. dataverwerking

Handleiding programmeren IButton staat in het meetprotocol

Handleiding uitlezen IButton staat in het meetprotocol.

Zie bijlage 3. Meetprotocollen

2.2.2 Hittefactoren

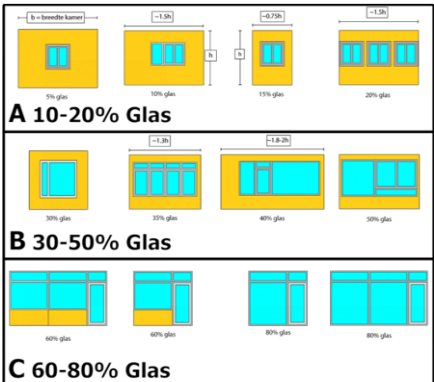
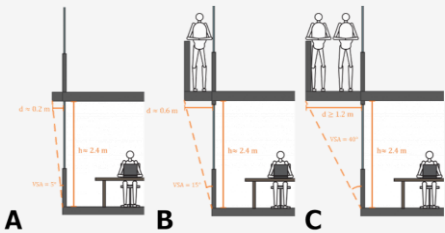
Fysieke hittefactoren.

Karakteristieke eigenschappen van de woning en de ruimtes waarin gemeten wordt, worden in kaart gebracht tijdens de intake aan de hand van een opnameformulier.

Vanwege de complexiteit van het grote aantal variabelen zijn enkele onderdelen met de hitteproef van het RAAK onderzoek niet meegenomen. Kenmerken van de gevel zijn globaal meegenomen. Er is gekeken naar een globale opbouw van de gevel, maar er wordt niet gerekend met de materiaaleigenschappen (Kleerekoper, 2016). De aanwezigheid van het aantal spullen, apparaten en verlichting die warmte afgeven en het aantal aanwezige personen zijn in deze meting niet meegenomen.

Hittefactoren	Woning
Wijktype (opnameformulier)	• Historische binnenstad • Stedelijk bouwblok • Voor oorlogs bouwblok • Tuindorp • Volkswijk • Tuinstad laagbouw • Tuinstad hoogbouw • Na oorlogse woonwijk • Bloemkoolwijk • Hoogbouw • sub-urbane uitbreiding - Vinex • Urban villa
Bouwperiode (context data)	• (<1900) • 1900-1945 • 1946-1964 • 1965-1974 • 1975-1991 • 1992-2012 • 2012-2021 • >2021
Type woning (opnameformulier)	• Rijwoning (tussen, hoek, anders) • Appartement aan (portiek)trappenhuis (combinaties: tussen (horizontaal), tussen (verticaal), hoek, begane grond verdieping, dakverdieping) • Appartement aan gang (combinaties: tussen (horizontaal), tussen (verticaal), hoek, begane grond verdieping, dakverdieping) • Appartement aan galerij (combinaties: tussen (horizontaal), tussen (verticaal), hoek, begane grond verdieping, dakverdieping)
Energetische prestatie woning (context data, voor koopwoningen ook in opnameformulier)	• Isolatiewaarde dak (slecht: 0-2,5, redelijk: 2,5-4,7, goed 4,7, hoogwaardig RC>5) • Isolatiewaarde gevel (voornamelijk) (slecht: 0-2,5, redelijk: 2,5-4,7, goed 4,7, hoogwaardig RC>5) • Isolatiewaarde vloer(slecht: 0-2,5, redelijk: 2,5-4,7, goed 4,7, hoogwaardig RC>5) • Isolatiewaarde glas (voornamelijk) (enkelglas, dubbel glas, HR-glas, HR++ glas, zonwerend glas, triple glas)
Bouwconstructie (context data)	• Zware constructie (beton prefab, beton gietbouw, stapelbouw) • Lichte constructie (houtbouw, clt, HSB)
Type ventilatie (context data)	• Type a (Natuurlijke toevoer met Natuurlijke afvoer) • Type b (Mechanische toevoer met Natuurlijke afvoer) • Type c (Natuurlijke toevoer met Mechanische afvoer) • Type d (Balansventilatie met warmteterugwinning op basis van Mechanische toevoer en afvoer)

Belemmering door gebouwen per gevel. (opnameformulier)	A. Een belemmeringshoek van 30 graden of meer B. Een belemmeringshoek van ongeveer 20 graden C. Een belemmeringshoek van kleiner dan 10 graden of geen omringende bebouwing
Belemmering van zonnestraling door bomen. (1) (opnameformulier) Beschouw bomen loodrecht tegenover de gevel. Welke van de afbeeldingen beschrijft het beste de situatie? Gebruik de totale hoogte van het gebouw (h) om de afstand tot-, en de hoogte van, de omringende bomen te schatten. De hoek wordt bepaald vanaf de voet van de het gebouw waarin de woning zich bevindt.	A. Een belemmeringshoek van ongeveer 65 graden B. Een belemmeringshoek van ongeveer 45 graden C. Een belemmeringshoek van 25 graden of kleiner of geen omringende bomen
Belemmering van zonnestraling door bomen. (2) (opnameformulier) Beschouw bomen loodrecht tegenover de gevel. In welke van de onderstaande posities staan bomen (in het horizontale vlak)? Schat dit aan de hand van de hoek tussen de bomen en een punt in het midden van de gevel van de woning. Kijk hierbij niet naar de afstand tot de gevel of de hoogte van de boom.	A. Er staat een boom in of nabij positie A. B. Er staat een boom in of nabij positie B. C. Er staat een boom in of nabij positie C. D. Er staan geen bomen in deze posities

Hittefactoren	Ruimte in woning
Type ruimte (opnameformulier)	• Woonruimte • Slaapruimte • Keuken • Werkruimte • Other
Oriëntatie raam (opnameformulier)	• Noord • Noord-Oost • Oost • Zuid-Oost • Zuid • Zuid-West • West • Noord-West • Zenith (Dakraam)
Buitenzonwering (opnameformulier)	A. Buitenzonwering (uitval scherm, rolluiken, markiezen, etc.) B. Hoogreflecterende binnenzonwering: metalen lamellen (zonder verf) of een rolgordijn met een metaal coating. C. Andere binnenzonwering: gordijnen, rolgordijnen. D. Geen zonwering of lichtwering. E. Other 
Glaspercentage (opnameformulier)	A. 10-20% B. 30-50% C. 60-80% 
Belemmering door overstek (opnameformulier)	 A. Geen of een kleine overstek (minder dan 0.2 meter uitkraging). B. Een uitkraging ter grootte van een ondiep balkon (~0.6 meter diepe uitkraging) C. Een uitkraging ter grootte van een diep balkon (1.2 meter of diepere uitkraging) D. Slechts een gedeelte van de ramen in deze ruimte wordt beschaduwd door een overstek. Vink ook de belemmeringshoek van het overstek aan.

Zie bijlage 4 opnameformulier locatiebezoek 1.

Dynamische hittefactoren

De dynamische hittefactoren worden in kaart gebracht aan de hand van het bijhouden van de handelingen door de bewoner. De bewoner noteert per uur zijn/haar handelingen tbv koeling gedurende een week op het handelsformulier. Factoren zijn: ventileren (raam, tussendeur), zonweren (binnen, buiten), actief koelen (airco, ventilator), bewoners (overlast)

Zie bijlage 5. Handelingenformulier

2.2.3 Vragenlijst

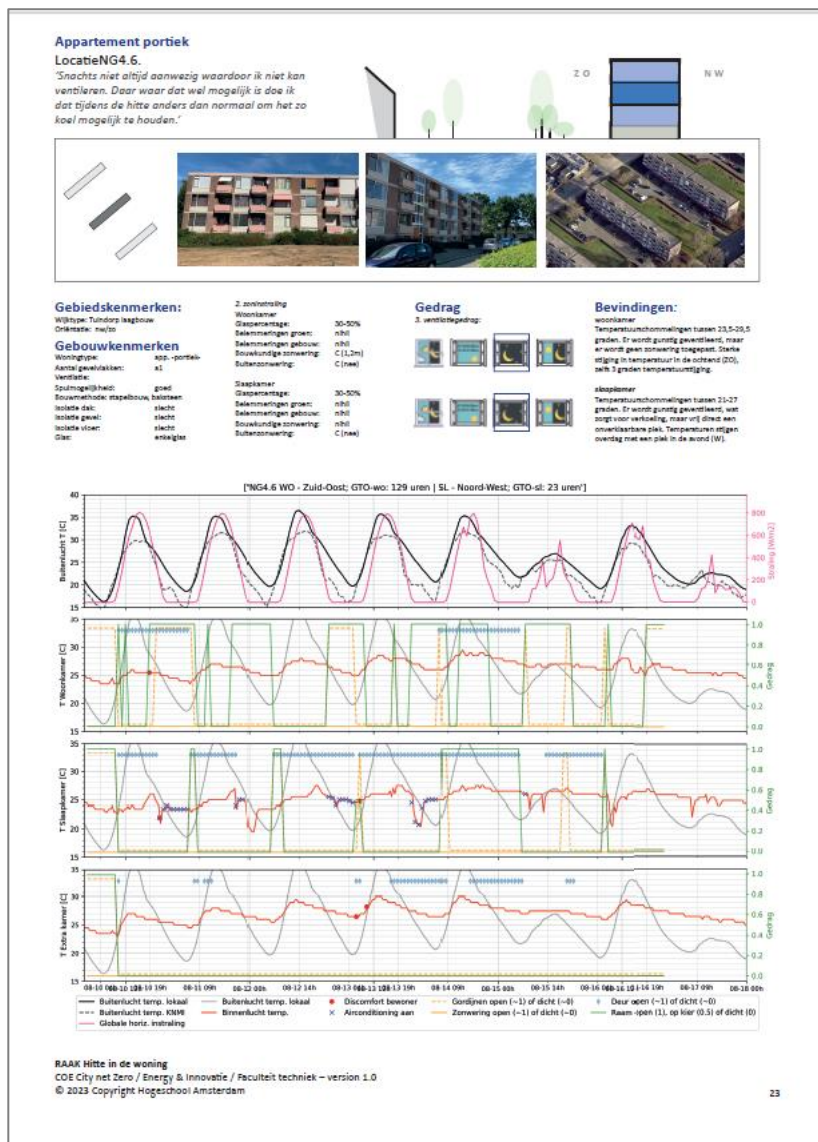
Na de hitteproef wordt een online vragenlijst ingevuld tbv de behoefte om te koelen in de woning. Wat is de rede achter het handelen van een bewoner? Onderzoek naar de gedachte achter handelen geeft inzicht in de dynamische factor van oververhitting in woningen. Ook wordt gevraagd naar de acceptabele temperatuur en de koelbehoefte voor nu en in de toekomst. Hier is de [LINK](#) naar een online vragenlijst. Maak een kopie om zelf de vragenlijst te beheren.

2.3 Data verwerking

De 4 analyses (1. Context/opnameformulier, 2. temperatuurmetingen, 3. Handelingen, 4. Ervaringen) zijn voor het RAAK Hitte in de woning onderzoek in Python verwerkt. Gewenste output:

Per woning zijn er timeseries gemaakt van de geselecteerde meetweek. Per woning zijn er meetgegevens uit het gebied in een tabelweergave weergegeven en achtereenvolgens ook die van de woonkamer, de slaapkamer en een extra kamer.

Door deze timeseries van één woning in verband te brengen met de eigen context van de woonsituatie kan een analyse uitgevoerd worden. Hieronder is een weergave van een analyse van een woning uit de hitteproef 2022. In dit voorbeeld is de ervaring (antwoord uit de enquête) van de bewoner, de woningcondities (opnameformulier: oriëntatie, isolatiegraad, verdieping, glaspercentage) en het bewonersgedrag (handelingenformulier) inzichtelijk gemaakt op een overzichtspagina. Er zijn vele factoren van invloed op de hoogte van de binnentemperatuur. Het samenbrengen van al deze invloeden geeft inzicht in de daadwerkelijke oorzaken en/of oplossingen.



Ook zijn alle temperaturen van de hele hitteproef met elkaar vergeleken om de grote problematische locaties eruit te kunnen filteren.

Locatie #	GTOfrac_ WO	TinMin_ WO	TinMax_ WO	TinMin_ WO_day	TinMax_ WO_day	TinMin_ WO_night	TinMax_ WO_night	GTOfrac_ SL	TinMin_S L	TinMax_S L	TinMin_S L_day	TinMax_S L_day	TinMin_ SL_night	TinMax_S L_night	ToutMin_ BU	ToutMin_ KNMI	ToutMax_ _BU	ToutMax_ _KNMI	ErvaringWarmteMeet Week
NG2.1	223	24,5	31	24,5	31	25	31	100	25	27,5	25	27,5	25	27,5	11,8	9,1	37,1	37,4	Veel te warm
NG2.2	38	24	27,5	24	27,5	24	27	0	19	26,5	19	26,5	19,5	26	11,8	9,1	37,1	37,4	Veel te warm
NG2.3	5	18	27	22,5	26,5	18	27	15	18	27	22,5	27	18	26,5	11,8	9,1	37,1	37,4	Te warm
NG2.4	258	24,5	30,5	24,5	30,5	25	30,5	195	22,5	29,5	22,5	29,5	22,5	29,5	11,8	9,1	37,1	37,4	Te warm
NG2.5	234	24,5	29,5	24,5	29,5	25	29	152	23	28,5	23	28,5	25	28,5	11,8	9,1	37,1	37,4	Veel te warm
NG2.6	1	24	27	24	27	24	26	18	20	28,5	20	28,5	21,5	26,5	11,8	9,1	37,1	37,4	Te warm
NG2.7	86	23,5	29	23,5	29	24	27,5	291	25,5	30,5	25,5	30,5	25,5	29	11,8	9,1	37,1	37,4	Veel te warm
NG2.8	44	21,5	28	21,5	28	21,5	27,5	112	21	29,5	21	29,5	21,5	28	11,8	9,1	37,1	37,4	Veel te warm
NG4.1	535	23,5	31	23,5	31	23,5	30	556	24	31	24	31	24	30	16,3	14,7	36,5	31,9	Veel te warm
NG4.2	711	23,5	31,5	23,5	31,5	23,5	31	369	23	30	23	30	23	30	16,3	14,7	36,5	31,9	Veel te warm
NG4.3	338	23,5	30	23,5	30	23,5	29	172	23,5	28,5	23,5	28,5	23,5	28	16,3	14,7	36,5	31,9	Veel te warm
NG4.4	115	23,5	28	23,5	28	23,5	27,5	97	24	27,5	24	27,5	24	27	16,3	14,7	36,5	31,9	Comfortabel warm
NG4.5	621	23,5	31,5	23,5	31,5	23,5	31	376	23	30,5	23	30,5	23	29,5	16,3	14,7	36,5	31,9	Te warm
NG4.6	129	23,5	29,5	23,5	29,5	23,5	28	23	19,5	27,5	20,5	27,5	19,5	26,5	16,3	14,7	36,5	31,9	Te warm

Figuur 4. Deel van de tabel uit de hitteproef analyse 2022.

In deze analyse zijn een aantal onderdelen interessant: op welke locatie was de temperatuur het hoogste, op welke locatie was de temperatuur gemiddeld hoog en wanneer was de temperatuur laag? Vervolgens geven de timeseries inzicht in de hittefactoren die hier de oorzaak van waren.

Zie bijlage 6. Data analyse voor onderzoeksvragen

3. Bijlagen

Bijlage 1. Gebouw Criteria

Bijlage 2. Context meetlocaties

Bijlage 3. Meetprotocollen

Bijlage 4. Opname formulier locatie bezoek

Bijlage 5. Handelingenformulier

Bijlage 6. Data analyse

Bijlage 1. Gebouw criteria

Uit de analyse van Hitteproef 2022 komt naar voren dat niet direct de isolatiewaarde een bepalende factor is geweest in situaties met oververhitting. De mogelijkheid om te kunnen ventileren en om zon te kunnen weren blijken van grotere invloed op de hoogte van de temperatuur binnen.

Ook blijkt dat rijwoningen minder hoge temperaturen meten dan gestapelde woningen. Alleen de dakverdiepingen bij rijwoningen warmen te veel op, vooral woningen met slechte isolatiewaarde halen hoge pieken onder het dak.

Voor hitteproef 2023 focussen we ons op gestapelde woningen.

Uit de hitteproef blijkt ook dat woningen met eenzijdige orientatie niet goed kunnen spuien. Ook zijn er woningen, waarbij spuien in de nacht vermoeilijkt wordt, dat is minder goed te achterhalen.

Voor hitteproef 2023 focussen we ons op gestapelde woningen met een portiekontsluiting (2zijdig georiënteerd) en op woningen met enkelzijdige orientatie (corridor, enkelzijdige orientatie).

Een zorgvuldige keuze van de wenselijke respondenten is nodig om een goede vergelijking te kunnen maken van de data. De vergelijking tussen meerdere burens in een straat of in een appartementencomplex is interessant. Dus meerdere respondenten op een plek is wenselijk.

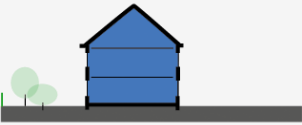
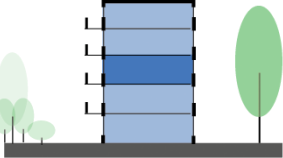
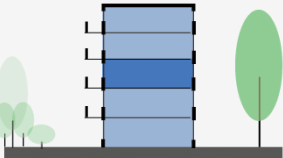
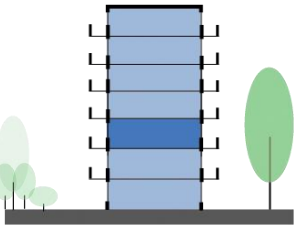
Algemene criteria:

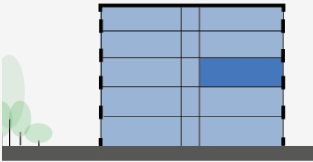
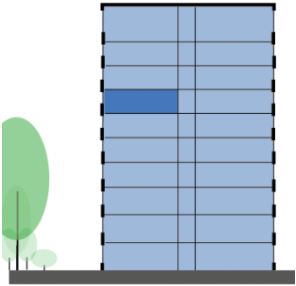
- In totaal worden ongeveer 100 woningen gemeten.
 - Er wordt gebruik gemaakt van 4 loggers per woning (3 binnen, 1 buiten per buurt)
- Ongeveer 20 / 30 woningen beschikbaar in een reeks (wooncomplex / woontype of rij)
- 4/5 verschillende gebieden
- Zowel geslaagde projecten, als probleemgevallen zijn interessant voor de vergelijking.
- Wijken waarbij een deel van de woningen reeds gerenoveerd is en een deel van de woningen op de planning staat voor renovatie, zijn interessante casussen.

Specifieke criteria, wensen en opmerkingen:

- Onderzoek wijktypen
 - Buitenluchttemperatuur (UHI)
- Onderzoek effect zoninstraling: verschillende kenmerken van raam
 - % glas
 - Orientatie van glas
 - Folie
 - Effect bouwkundige zonwering
- Onderzoek spuiventilatie: verschillende kenmerken spuiomogelijkheid
 - Grootte te openen raam
 - Spuiomogelijkheid
- Onderzoek gedrag: een reeks identieke woningen.

Gebouwen Criteria Specifiek

Gebouwtype	Criteria woningen	Meetfocus
Rijwoningen 	verschil per wijk: orientatie (Noord-Zuid VS oost-west) kleinstedelijk (landelijk) VS grooestedelijk verschil per woning: liever geen hoekwoningen diversiteit bewonerstypen diversiteit zonwering notitie woningtype: zoek naar standaard woning-indeling woningen. compact binnenstedelijk of doorzonwoning?	invloed orientatie invloed omgevingsinvloeden invloed handelingen (ventilatiegedrag, spuien en zonwering) effect zonwering kruisvergelijking: glaspercentage bewonerstype woningtype energieprestatie wijktype
Gestapeld portiek (‘60, label C) 	verschil per woonblok: orientatie diversiteit in omgeving verschil per woning: verdieping (bg- tussen- dak) liever geen hoekwoningen diversiteit bewonerstypen diversiteit zonwering notitie woningtype: zoek naar standaard woning-indeling woningen met wrs veel glas	invloed orientatie invloed omgevingsinvloeden effect verdieping invloed handelingen (ventilatiegedrag, spuien en zonwering) effect zonwering kruisvergelijking: glaspercentage bewonerstype woningtype energieprestatie wijktype
Gestapeld portiek (‘1900, label G) 	verschil per woonblok: orientatie diversiteit in omgeving verschil niveau woning: verdieping (bg- tussen- dak) liever geen hoekwoningen diversiteit bewonerstypen diversiteit zonwering woningtype: zoek naar standaard woning-indeling woningen met wrs. ‘weinig’ glas.	invloed orientatie invloed omgevingsinvloeden effect verdieping invloed handelingen (ventilatiegedrag, spuien en zonwering) effect zonwering kruisvergelijking: glaspercentage bewonerstype woningtype energieprestatie wijktype
Gestapeld galerij, (‘60, label C, lager) 	verschil per woonblok: orientatie diversiteit in omgeving verschil per woning: verdieping (bg- tussen- dak) liever geen hoekwoningen diversiteit bewonerstypen diversiteit zonwering woningtype: zoek naar standaard woning-indeling	invloed orientatie invloed omgevingsinvloeden effect verdieping invloed handelingen (ventilatiegedrag, spuien en zonwering) effect zonwering kruisvergelijking: glaspercentage bewonerstype woningtype energieprestatie wijktype
Gestapeld appartement divers, woningen met 1 gevelzijde, of meerdere gevelvlakken?	verschil per woonblok: orientatie diversiteit in omgeving	invloed orientatie invloed omgevingsinvloeden effect verdieping

	verschil per woning: verdieping (bg- tussen- dak) hoek en tussenwoningen 2-zijdig als 1zijdig georiënteerde woningen. Voorkeur 1zijdig ivm beperkte ventilatiemogelijkheid. diversiteit bewonerstypen diversiteit zonwering woningtype: woning indeling divers.	effect woningtype appartement 1-zijdig georiënteerd vs 2 zijdig georiënteerd. invloed handelingen (ventilatiegedrag, spuien en zonwering) effect zonwering kruisvergelijking: glaspercentage bewonerstype woningtype energieprestatie wijktype
Gestapeld complex appartement ('90-2000, label B/A) 	verschil per woonblok: orientatie diversiteit in omgeving verschil per woning: verdieping (bg- tussen- dak) hoek en tussenwoningen 2-zijdig als 1zijdig georiënteerde woningen. Voorkeur 1zijdig ivm beperkte ventilatiemogelijkheid. diversiteit bewonerstypen diversiteit zonwering woningtype: woning indeling divers.	invloed orientatie invloed omgevingsinvloeden effect verdieping effect woningtype appartement 1-zijdig georiënteerd vs 2 zijdig georiënteerd. invloed handelingen (ventilatiegedrag, spuien en zonwering) effect zonwering kruisvergelijking: glaspercentage bewonerstype woningtype energieprestatie wijktype

Bijlage 2. Context meetlocaties

Indien van toepassing: Opmerkingen mbt Renovatie	Bouw methodiek	Gevel	Rc gevel	Rc vloeren	Rc dak	glasype	ventilatie systeem	Is er (buiten) zonwering	Opmerkingen
jaar + welke aanpassingen?	beton prefab	baksteen	1. slecht: 0 - 2,5	1. slecht: 0 - 2,5	1. slecht: 0 - 2,5	enkelglas	type a	nee	Wat is het beleid mbt toepassen zonwering? (enkeling vs totale complex) Wat is het beleid mbt toepassen aanschaf airco?
	beton gietbouw	natuursteen	2. redelijk: 2,5-4,5	2. redelijk: 2,5-4,5	2. redelijk: 2,5-4,5	dubbelglas	type b	ja, luifel	
	stapelbouw	hout	3. Goed 4,5	3. Goed 4,5	3. Goed 4,5	HR-glas	type c	ja, screen	
	Hout skeletbouw		4. Hoogwaardig RC > 5	4. Hoogwaardig RC > 5	4. Hoogwaardig RC > 5	HR++glas	type d	ja, markies	
	anders ...	anders...				zonwerend glas	anders...	anderr...	
						triple glas			

Bijlage 3. Meetprotocollen

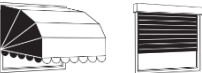
Zie PDF Bijlage 3. Meetprotocollen_Hitte in de woning

Bijlage 4. Opnameformulier

Zie PDF Bijlage 4. Opnameformulier_Hitte in de woning

Bijlage 5. handelingenformulier

Formulier met de hand laten invullen per dag door de bewoner, 7 dagen achter elkaar. Per kamer met een meetinstrument wordt een formulier ingevuld. Leg dit goed uit aan de bewoner.

Voorbeeld		Datum:																	
	Uur:	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	NACHT
Raam 	open		x	x										x	x	x			
	kier																x	x	x
	dicht	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x						
Gordijn 	Open		x	x								x	x	x	x				
	Dicht	x			x	x	x	x	x	x	x					x	x	x	x
Buitenzonwering 	In gebruik	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Niet in gebruik																		
Aanwezig	Wel				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x			
	Niet	x	x	x													x	x	x
Airco 	Aan																		
	Uit																		
Comfort	Last van hitte															x	x	x	x

Bijlage 6. Data analyse

Data uit hittemetingen:

1. Meetdata
 - Temperatdata van de meetweek (17juli tm 23 juli 2022)
 - Eventueel aanvullend met de 5 weken data
2. Context data
 - Kenmerken meetgebieden
3. Opnameformulier
 - Kenmerken woningen
4. Handelingenformulier
 - Momenten handelen voor verkoelen
5. Vragenlijst
 - Enquete achteraf

Mogelijke onderzoeksvragen voor analyse:

Meetweek. Temperaturen ophalen KNMI metingen buitentemperaturen.

1. Hoe warm werd het buiten in de verschillende gebieden gedurende de meetweek?
Boxplot per locatie ter vergelijking.
 - a. Wat was de gemiddelde temperatuur overdag per meetgebied?
 - b. Wat was het warmte moment van de meetweek?
 - c. Wat was de gemiddelde temperatuur in de nacht per meetgebied?
 - d. Wat was het koelste moment van de meetweek?
 - e. Bij welke gebieden lag de temperatuur hoog?
2. Hoe warm werd het binnen per meetgebied gedurende de meetweek?
 - a. Wat was de gemiddelde temperatuur overdag per meetgebied tijdens de maatgevende periode?
 - b. Wat was de gemiddelde temperatuur in de nacht per meetgebied tijdens de maatgevende periode?
 - c. Bij welke woningen was de temperatuur extreem hoog tijdens de maatgevende periode?
 - i. Extreem hoog: boven 27graden?
3. Welke temperaturen werden gemiddeld gemeten in de dealkamers?
 - a. Welke temperatuur werd gemeten in de woonkamers?
 - b. Welke temperatuur werd gemeten in de slaapkamers?
 - c. Welke temperatuur werd gemeten in de extra kamers?

Analyse: Meetdata + Context analyse + Opnameformulier

1. Welke wijkttypen behaalden de hoogste temperaturen tijdens de meetweek?
 - a. Welke woningtypologie werden de meeste uren gemeten met de temperatuur boven 27graden?
 - b. Welke wijkttype had de hoogste gemiddelde temperatuur?
 - c. Welke wijkttype had de hoogste piek?
 - d. Welke wijkttype had de de laagste temperatuur?
 - e. Welke factoren voor *gebied* waren maatgevend bij de meetgebieden die de hoogste temperaturen behaalden?
 - i. Wat is het effect van een boom voor de woning?
 - ii. Wat is het effect van een stenige omgeving?
 - iii. Wat is het effect van een hoge dichtheid?
 - iv.

2. Welke woningtypologie behaalden de hoogste temperaturen tijdens de meetweek?

Woningtypologieën, zie gebouwtypen voor woningen en hun kenmerken. (rijwoning, portiek-etage, galerijflat, corridorwoning, hoogbouwflat)



- a. Welke woningtypologie werden de meeste uren gemeten met de temperatuur boven 27graden?
 - b. Welke woningtypologie had de hoogste gemiddelde temperatuur?
 - c. Welke woningtypologie had de hoogste piek?
 - d. Welke woningtypologie had de de laagste temperatuur?
 - e. Welke factoren voor *gebouw* waren maatgevend bij de typologieën die de hoogste temperaturen behaalden?
 - i. Wat is het effect van de woningtype op de binnentemperatuur?
 - ii. Wat is het effect van de plek van de woning in het gebouw op de binnentemperatuur? (huis, hoekwoning, dakverdieping, BG, tussen...)
3. Welke orientatie behaalde de hoogste temperaturen tijdens de meetweek?
- a. Bij welke orientatie werden de meeste uren gemeten met de temperatuur boven 27graden?
 - b. Welke orientatie had de hoogste gemiddelde temperatuur?
 - c. Welke orientatie had de hoogste piek?
 - d. Welke orientatie had de de laagste temperatuur?
4. Welk glaspercentage behaalde de hoogste temperaturen tijdens de meetweek?
- a. Bij welk glaspercentage werden de meeste uren gemeten met de temperatuur boven 27graden?
 - b. Welk glaspercentage had de hoogste gemiddelde temperatuur?
 - c. Welk glaspercentage had de hoogste piek?
 - d. Welk glaspercentage had de de laagste temperatuur?
5. Is er een hitte-opbouw zichtbaar bij de gemeten binnentemperatuur?
- a. Bij welke woningtypen was de hitte-opbouw het sterkst?
 - b. Bij welke isolatiegraad was de hitte-opbouw het sterkst?
 - c. Bij welke bouwmethodiek was de hitte-opbouw het sterkst?
6. Is er een verschil in temperatuur zichtbaar tussen woningen met zonwering en woningen zonder zonwering?
- a. Wat was de gemiddelde temperatuur in de kamers met zonwering?
 - b. Wat was de gemiddelde temperatuur in de kamers zonder zonwering?
7. Is er een verschil in temperatuur zichtbaar tussen woningen die goed kunnen spuien (2gevels op verschillende orientatie) en woningen waarbij dat minder goed kan?
- a. Wat was de gemiddelde temperatuur in de woningen waarbij gespuid kan worden?
 - b. Wat was de gemiddelde temperatuur in de woningen waarbij spuien moeilijk was?

Analyse: Meetdata + Context analyse + Opnameformulier + Handelingenformulier

Welk effect heeft het gedrag voor het openen/sluiten van ramen op de binnentemperatuur?

Nachtkoeling is het openen van ramen in de nacht. 23.00-07.00uur

- a. Bij hoeveel procent van de woningen wordt nachtkoeling toegepast in de woonkamer?
- b. Bij hoeveel procent van de woningen wordt nachtkoeling toegepast in de slaapkamer?
- c. Bij hoeveel procent van de woningen wordt nachtkoeling toegepast in de extra kamer?
- d. Wat is het verschil in temperatuur tussen woningen die nachtkoeling toepasten en woningen die dat niet deden?

2. Heeft het sluiten van de ramen overdag als het buiten boven 25 graden is effect?

Vergelijk data van de buitentemperatuur met de binnentemperatuur. Wanneer zou het raam dicht moeten?

- a. Bij hoeveel procent van de woningen zijn overdag de ramen dicht in de woonkamer bij 25+ buiten?
 - b. Bij hoeveel procent van de woningen zijn overdag de ramen dicht in de slaapkamer bij 25+ buiten?
 - c. Bij hoeveel procent van de woningen zijn overdag de ramen dicht in de extra kamer bij 25+ buiten?
 - d. Wat is het verschil in temperatuur tussen woningen die de ramen sloten bij 25+ en woningen die dat niet deden?
3. Welk effect heeft het gedrag voor het openen/sluiten van de binnendeur op de binnentemperatuur?
- a. Wat was de gemiddelde temperatuur in de woningen die de binnendeuren regelmatig openen?
 - b. Wat was de gemiddelde temperatuur in de woningen die de binnendeuren sloten?
4. Bij welke typologie heeft het openen van binnendeuren het grootste effect om de temperatuur binnen te verlagen?
- a. Bij welke typologie, waarbij de binnendeuren geopend werden om te spuien werden de laagste temperaturen gemeten?
 - b. Bij welke typologie, waarbij de binnendeuren geopend werden om te spuien werden de hoogste temperaturen gemeten?

Analyse: Meetdata + Context analyse + Opnameformulier + Handelingenformulier + Vragenlijst

1. Hoe is de warmte tijdens de meetweek/zomer ervaren?

Veel te warm, te warm, comfortabel warm, comfortabel, comfortabel koel, te koel, veel te koel.

2. Op welke manieren hadden bewoners last van hitte in de woning?

3. Op welk moment van de dag wordt hitte in de woning ervaren?

4. Welke factoren belemmeren het openen van ramen in de nacht tbv nachtkoeling?

a. Welke factoren voor *gebied* belemmeren het openen van ramen in de nacht tbv nachtkoeling?

b. Welke factoren voor *gebouw* belemmeren het openen van ramen in de nacht tbv nachtkoeling?

c. Welke factoren voor *gedrag* belemmeren het openen van ramen in de nacht tbv nachtkoeling?

5. Waarom sluiten mensen de ramen overdag de ramen niet als het buiten warmer dan 25 graden is?

6. Welke factoren belemmeren het spuien voor verkoeling?

a. Welke factoren voor *gebied* belemmeren het spuien in de woning?

b. Welke factoren voor *gebouw* belemmeren het spuien in de woning?

c. Welke factoren voor *gedrag* belemmeren het spuien in de woning?

7. Welke maatregelen om het huis te verkoelen hebben de voorkeur?

8. Hoeveel bewoners hebben een airco of overwegen een airco?

9. Ervaren de bewoners met de hoogste temperaturen in huis daadwerkelijk de meeste last van de hitte?

10. In welke woonsituatie ervaren bewoners de meeste hinder van hitte in de woning?

a. Bij welk woningtype ervaren bewoners de meeste overlast?

b. Bij welke vorm (rijwoning, hoekwoning, dakverdieping) van de woning ervaren bewoners de meeste overlast?

c. Bij welke isolatiegraad/bouwmethode van de woning ervaren bewoners de meeste overlast?

d. Bij welk glaspercentage van de woning ervaren bewoners de meeste overlast?

e. Bij welke handelingenmethode ervaren bewoners de meeste overlast?

f. Hebben oudere bewoners (65+) vaker last van hitte?

