

# Woning hitteproef 2019

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

Froukje de Vries  
Renee Heller  
Ed Melet  
Jeroen Kluck



HVA.NL/URBAN-TECHNOLOGY

CREATING TOMORROW

# Woning hitte proef 2019

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

**september 2020**

Froukje de Vries  
Renee Heller  
Ed Melet  
Jeroen Kluck

Onderzoeksprogramma Urban Technology Faculteit Techniek  
Hogeschool van Amsterdam

Contactgegevens:

Gebouw Leeuwenburg Weesperzijde 190

1097 DZ Amsterdam [f.de.vries@hva.nl](mailto:f.de.vries@hva.nl) <https://www.hva.nl/urban-technology>

## Voorwoord

Binnen de onderzoeksafdeling van de faculteit techniek aan de Hogeschool van Amsterdam, Urban Technology, zijn verschillende lectoraten bezig met onderzoek naar de invloed van de klimaatverandering op de gebouwde omgeving. Het lectoraat van Jeroen Kluck, *Water in en om de stad*, zoekt naar oplossingen van klimaatadaptatie in de openbare ruimte. Renee Heller is hoofddocent bij het lectoraat *Energie*, waar gekeken wordt naar energiesystemen in de gebouwde omgeving. Hoofddocent Ed Melet focust vanuit een circulair perspectief op de gebouwen in de gebouwde omgeving. In het najaar van 2018 zijn de lectoraten samen een vooronderzoek gestart naar de koelbehoefte in gebouwen om te onderzoeken of er een gezamenlijk gedragen project geformuleerd kan worden voor een meerjarig onderzoek. Door het onderzoeksrapport van W/E advies (2018) en een hieruit voortkomende samenwerking met Klimaatverbond hebben we het probleem meer kunnen duiden. In woningbouw is er weinig bekend over de koelbehoefte en de stijgende koelvraag. Aan deze koelvraag kan vervolgens een energievraag gekoppeld worden, waardoor het thema mogelijk de energietransitie nadelig kan beïnvloeden. W/E advies werkt aan de wet en regelgeving voor nieuwbouw. De HvA onderzoekt de oorzaken van oververhitting in bestaande woningen. Er is een kleine subsidie vrijgekomen om in de zomer van 2019 te kunnen meten bij verschillende woningen. De resultaten van deze hitteproef worden in dit verslag gedeeld en zullen bijdragen aan het duiden van de probleemstelling voor het meerjarig onderzoeksplan.

Voor dit onderzoek zijn 11 bewoners bereid geweest om een week lang meetinstrumenten op verschillende plekken in hun woning te plaatsen. Het invullen van het bijbehorend handelsformulier was een extra activiteit voor de bewoner maar heeft uiteindelijk erg veel inzichten gegeven voor het onderzoek. Onze dank is groot!

## Samenvatting

Tijdens warme en hete dagen kan een ruimte in de woning zo warm worden dat het de levenskwaliteit nadelig beïnvloedt. Oververhitting in woningen is afgelopen jaren steeds meer onder de aandacht gekomen door o.a. de toename van langere en warmere perioden met hoge buitentemperaturen (KNMI, 2015).

Gezondheidsproblemen voor ouderen, baby's en mensen met een zwakkere gezondheid nemen toe (400 extra doden tijdens hittegolf, veel tachtigplussers overleden, NOS 09-08-2019). Maar het onderwerp raakt uiteindelijk iedere bewoner in Nederland. Oververhitting kan invloed hebben op elk type bewoner in elk type woning. Voorzieningen om te koelen in de zomersituatie zijn nu niet gebruikelijk. De koelbehoefte van de huidige woningvoorraad voor nu en voor in de toekomst is volgens het rapport 'Ontwikkeling koudevraag van woningen' (W/E adviseurs, 2018) nog niet inzichtelijk. Als achteraf bij bestaande woningen individueel voorzieningen aangeschaft worden om een ruimte te koelen, ontstaat een extra energievraag. Deze mogelijke extra energievraag kan consequenties hebben voor gemeentelijke energie ambities of Regionale Energie Strategieën. Het in kaart brengen van de koelbehoefte in de huidige woningvoorraad voor nu en voor een toekomstig klimaat geeft inzicht in een mogelijke groeiende koelvraag op gemeentelijk, regionaal en landelijk niveau.

In huidige energieprestatieberekeningen wordt rekening gehouden met interne en externe belastingfactoren (Kleintje koellast, ISSO, 2017). Er zijn (nog) geen wettelijke eisen gesteld aan de kans op oververhitting in bestaande woningen. De invloed van zoninstraling op dichte delen, de invloed van omgevingsfactoren of de invloed van het handelingsperspectief van de bewoner is niet inzichtelijk. Ook is de acceptatiegrens voor de hoogte van de temperatuur bij elk persoon verschillend. Voor de wenselijke hoogte van de temperatuur in de woning zijn geen wettelijke normen opgesteld, maar volgens de ATG methode (gebaseerd op het klimaat in kantoren) is een hogere binnentemperatuur in de woning acceptabel als het buiten warmer is.

Als verkenning voor een vervolgonderzoek die in 2020 aangevraagd zal worden, zijn we tijdens deze eerste meting op zoek naar de basisvraag: **Hoe groot is de behoefte om te koelen in bestaande woningen in Nederland?**

Tijdens een hittegolf van vrijdag 23 t/m donderdag 29 augustus 2019, is de luchttemperatuur gemeten in verschillende ruimten in verschillende type woningen. Er zijn 11 woningen gemeten uit 2 wijktypologieën: 6x appartement vooroorlogs bouwblok (particulier, Amsterdam) en 5x rijwoningen bloemkoolwijk (particulier, Gouda/ Utrecht). Fysieke kenmerken van de woning en zijn omgeving zijn in kaart gebracht. Dynamische kenmerken van het handelsperspectief van de bewoner werd per uur bijgehouden en de ervaring van de bewoner is achteraf met een enquête opgevraagd.

Er is een kleine behoefte om te koelen gebleken bij de respondenten van het onderzoek. Deze behoefte zal stijgen wanneer we in de toekomst langere periodes van (extreme) warmte zullen krijgen. Vier van de negen respondenten die de enquête hebben afgerond, denkt in de toekomst een koelvoorziening nodig te hebben. Maar liefst 75% van de metingen vielen boven de eigen gestelde acceptatiegrens voor de binnenlucht temperatuur, maar slechts 14% ervoer de hitte daadwerkelijk als probleem. De maximale temperatuur die in deze meetproef gehaald is in een ruimte, was 33 °C. De gemiddelde temperatuur in de slaapkamer was 24 °C. Het acceptatieniveau in een woning is tijdens deze hittegolf van een periode van een week, hoog gebleken. De hitte werd niet overal als een probleem ervaren, zelfs als de temperatuur ver boven het eigen acceptatieniveau bleek uit te komen.

De twee belangrijkste factoren die uit het onderzoek naar voren kwamen:

*De invloed van zonwering door de omgeving (natuur / bebouwing) op de binnentemperatuur.*

Bij ruimten die beschut werden door natuurlijke of ruimtelijke invloeden zoals bebouwing of begroeiing, is een gemiddelde temperatuur gemeten rond de 24 °C. Waar omgevingsinvloeden mistte als zonwering lag de gemiddelde binnentemperatuur 2 tot 4 °C hoger.

*Invloed handelingen van de bewoner.*

Het handelingsperspectief van de bewoners verschilde sterk en bleek interessante inzichten te geven. Een verschil in handelen t.b.v. ventileren bij een vergelijkbare situatie gaf een temperatuurverschil van 5,5 °C op dag 5, 17.00uur. Het meest gunstig perspectief is gebleken: overdag ramen dicht, 's nachts ramen open. 's Ochtends luchten leek in vele gevallen geen verkoelend effect te hebben.

## Inhoudsopgave

Voorwoord .....	3
Samenvatting .....	4
Inhoudsopgave.....	5
Inleiding.....	6
Aanleiding .....	6
Probleemstelling .....	7
Praktijkbelang en/of maatschappelijke relevantie .....	7
Werkwijze.....	8
Hitteproef 2019.....	8
Woonsituaties respondenten.....	9
Hoe warm wordt het daadwerkelijk in huidige Nederlandse woningen?.....	11
1. Resultaten meetgegevens .....	11
Welke fysieke factoren zijn van invloed geweest op de temperatuur in de ruimte?   omgeving & woningontwerp   .....	13
2. Relatie buitentemperatuur met binnentemperatuur.....	13
3. Relatie omgevingsinvloeden op de binnentemperatuur.....	16
4. Invloed woningontwerp op binnentemperatuur.....	19
Welke dynamische factoren zijn van invloed geweest op de temperatuur in de ruimte? .....	21
5. Invloed handelingsperspectief van de bewoners .....	21
Hoe wordt de warmte in de woning door de bewoner ervaren? .....	25
6. Koelbehoefte bij bewoners .....	25
Conclusie .....	27
Aanbevelingen toekomstig onderzoek.....	29
Literatuur .....	30

# Inleiding

## Aanleiding

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 zal in Nederland vaker voorkomen; volgens de KNMI scenario's worden langere perioden van extreem warme dagen voorspeld (KNMI, 2015<sup>i</sup>).

Lange tijd lag de focus voor woningen in Nederland op verwarmen in de wintersituatie. Bijna elke woning is standaard voorzien van een centrale verwarming. 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)<sup>ii</sup>. Als voorzieningen aangeschaft worden om een ruimte in de woning te koelen zou hier een extra energievraag kunnen ontstaan. Deze mogelijke extra energievraag kan consequenties hebben voor gemeentelijke energie ambities of Regionale Energie Strategieën. (Koelbehoefte klimaatverbond Nederland, januari 2020,<sup>iii</sup>)

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. Vanaf 2021 zullen de nieuwe BENG-eisen gelden voor nieuwbouw, waarbij ook de beperking van het risico op temperatuuroverschrijding meegenomen wordt in de TO-juli-eis<sup>iv</sup>. De TO<sub>juli</sub> volgt uit de Energieprestatieberekening conform NTA8800<sup>v</sup>, waarbij via een simulatiemodel aangetoond wordt dat het risico op oververhitting volgens de normen acceptabel blijft. (W/E adviseurs, 2019).

Bestaande woningen worden steeds vaker aangepast om de energieprestatie te verhogen. Ook hier geldt dat bij de nieuwe manier van detailleren (hoge isolatie, luchtdicht), rekening gehouden moet te worden met de consequenties van het verhoogde risico op oververhitting. Hier zijn echter nog 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)<sup>vi</sup> de som van interne en externe belastingsfactoren. De interne warmtelast wordt bepaald door de aanwezigheid van mens, verlichting en apparatuur in de ruimte. De invloed van de interne warmtelast is in de publicatie klein. Ook de invloed van de buitenluchttemperatuur op de binnenluchttemperatuur is volgens de publicatie klein, behalve als er geventileerd wordt met buitenlucht. De externe warmtelast wordt bepaald door infiltratie en ventilatie, door transmissie door doorzichtige delen, door transmissie door dichte delen en door zoninstraling door doorzichtige delen. 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 sterk van invloed kan zijn.

De daadwerkelijke temperatuur in een ruimte is vervolgens afhankelijk van het handelingsperspectief van de bewoner. Het handelsperspectief is de gedachte achter het handelen van de bewoner. Bijvoorbeeld: wat is de rede dat de ramen 's nachts niet geopend worden? Muggen, geluid, of; 'zo doen we het altijd'? Op welke momenten worden de ramen tegen elkaar open gezet en op welke momenten juist niet? Het handelsperspectief van de bewoner kan sterk van invloed zijn op de daadwerkelijke temperatuur in de ruimten in de woning. Tijdens de zomer van 2019 werd tijdens een hittegolf het Nationaal hitteplan in werking gesteld. Afkoeltips werden gedeeld. "zet je ramen in de ochtend en avond open, dan is het nog wat frisser. Doe ze overdag dicht als de temperatuur oploopt. Dek je ramen af met zonneschermen of door de gordijnen te sluiten. Ventilatoren kunnen helpen bij het doorluchten." (nationaal hitteplan juli 2019, NOS 27-07-2018)

Wat is het effect van dergelijke adviezen op de daadwerkelijke temperatuur?

De acceptatie van de hoogte van de binnentemperatuur is per persoon verschillend. Er is geen wettelijke norm voor de binnentemperaturen in woningen. Wel worden er aanbevelingen voor het binnenklimaat gegeven. De meest bekende bepalingmethoden voor thermisch comfort (TO, ATG, PMV) zijn gebaseerd op onderzoek in kantoren. De ATG methode gaat uit van een groter acceptatieniveau voor de binnentemperatuur als de buitentemperatuur hoger is. Dit sluit het meeste aan bij de situatie in woningen. De bepalingmethode NTA8800 (2019) gaat uit van een setpointtemperatuur van 24 graden voor de berekening van de koelbehoefte.

**Probleemstelling**

Voor bestaande woningen is het niet duidelijk in welke mate de belastingfactoren (zoals omgevingsfactoren of het woningontwerp) invloed hebben op de daadwerkelijke binnentemperatuur. De mate van invloed van de handelingen van de bewoner op de binnentemperatuur is niet inzichtelijk. Het acceptatieniveau van bewoners in bestaande woningen is niet inzichtelijk.

**Is er een behoefte om te koelen in bestaande woningen in Nederland?**

Achter deze vraag zitten 3 gedachten:

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

**Praktijkbelang en/of maatschappelijke relevantie**

We staan in Nederland voor een grote opgave wat betreft het klimaatdebat. Elke gemeente formuleert zijn ambities t.a.v. energie, CO<sub>2</sub> uitstoot en circulariteit. Inzicht in de huidige situatie voor de behoefte om te koelen in de zomersituatie geeft inzicht in de toekomstige behoefte in woningen om hiervoor energie te gebruiken. Hoeveel extra energie zal een wijk vragen als de woonsituatie vraagt om een koelvoorziening? Wat betekent dit voor de stad als geheel? Koelbehoefte wordt op dit moment niet integraal meegenomen in de planvorming.

## Werkwijze

Verschillende ‘woonsituaties’ worden op drie manieren in kaart gebracht:

1. De luchttemperatuur wordt gemeten in verschillende ruimten in een woning tijdens een (extreem) warme periode. (*1. Hoe warm wordt het daadwerkelijk in huidige Nederlandse woningen*)
2. Een lijst met factoren wordt opgesteld die van invloed zijn op de temperaturen in de woning. Zowel fysieke als dynamische belastingfactoren. (*2. welke factoren zijn van invloed geweest op de temperatuur in de ruimte?*)
3. Na de hitteproef wordt een enquête ingevuld over de ervaringen en behoeften van de bewoner. (*3. hoe wordt de warmte in de woning door de bewoner ervaren?*)

### *Afbakening van factoren:*

Vanwege de complexiteit van het grote aantal variabelen zullen enkele onderdelen met deze proef niet gemeten worden. Kenmerken van de gevel worden globaal meegenomen. Er wordt gekeken naar een globale opbouw van de gevel, maar er wordt niet gerekend met de materiaaleigenschappen (Kleerekoper, 2016)<sup>vii</sup>. Er wordt gekeken of er een raam aanwezig is in de ruimte, maar deze wordt niet opgemeten. Het exacte glaspercentage is hierdoor niet bekend. De aanwezigheid van het aantal spullen, apparaten en verlichting die warmte afgeven en het aantal aanwezige personen zijn in deze meting niet meegenomen.

De belastingfactoren worden in kaart gebracht aan de hand van 3 categorieën:

- Omgevingsinvloeden
- Woningontwerp (bouwkundig / ruimtelijk)
- Handelingen

Er wordt gesproken van een dagsituatie in het tijdsbestek van 07:00-22:00-uur.

De nachtsituatie geldt van 22:00-07:00 uur.

## Hitteproef 2019

Uiteindelijk hebben we het onderzoek kunnen doen bij 11 respondenten:

- 6x appartement vooroorlogs bouwblok (particulier, Amsterdam)
- 5x rijwoningen bloemkoolwijk (particulier, Gouda/ Utrecht)

De Hitteproef 2019 is gehouden van vrijdag 23 t/m donderdag 29 augustus. Deze week was een officiële hittegolf in Nederland (KNMI, 2019)<sup>viii</sup>. Per woning is in drie verschillende ruimtes een meetinstrument gelegd die de luchttemperatuur heeft gemeten.

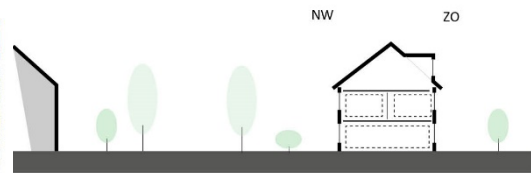


**Woonsituaties respondenten**

Er zijn vijf locaties gemeten in de categorie; Rijwoningen bloemkoolwijk.  
 Locaties 1t/m3 zijn burenen en locaties 4 en 5 zijn burenen.

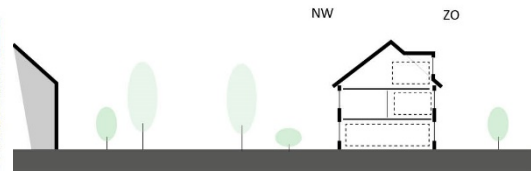
**locatie 1**

Woonerf Gouda  
 Rijwoning  
 Gezin



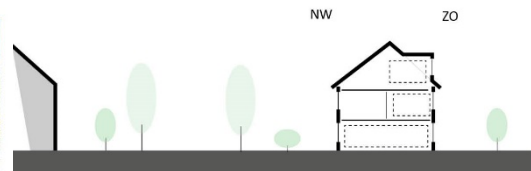
**locatie 2**

Woonerf Gouda  
 Rijwoning  
 Ouder echtpaar



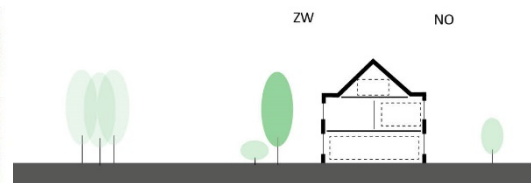
**locatie 3**

Woonerf Gouda  
 Rijwoning  
 Gezin



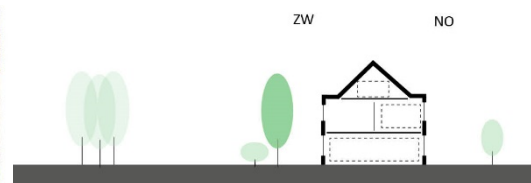
**locatie 4**

Woonerf Utrecht  
 Rijwoning  
 Stel



**locatie 5**

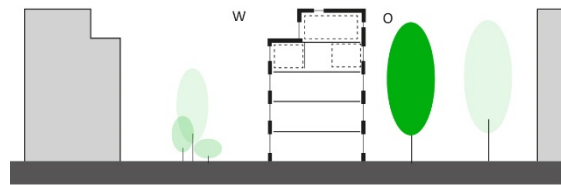
Woonerf Utrecht  
 Rijwoning  
 Gezin



In de categorie; appartement vooroorlogs bouwblok, zijn er in de binnenstad van Amsterdam zes locaties gemeten.

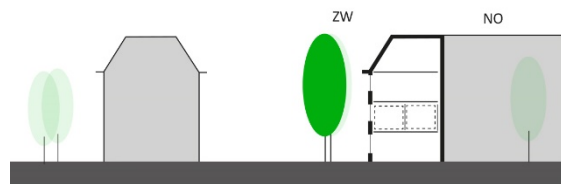
**locatie 6**

Appartement Amsterdam  
Gezin



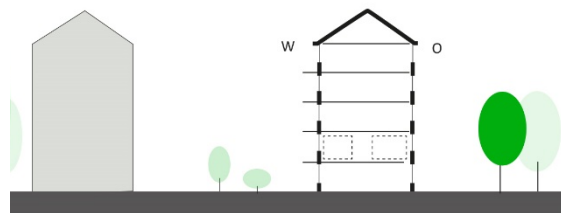
**locatie 7**

Appartement Amsterdam  
1 persoon



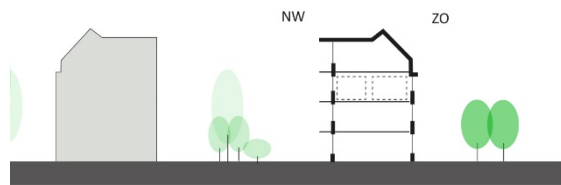
**locatie 8**

Appartement Amsterdam  
Gezin



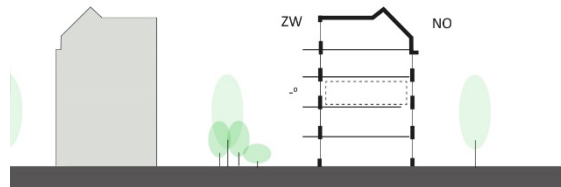
**locatie 9**

Appartement Amsterdam  
1 persoon



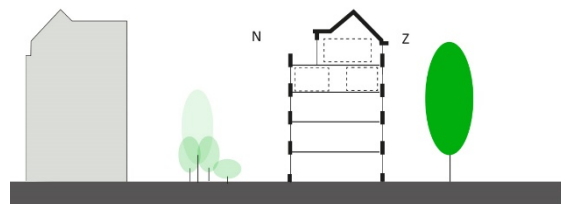
**locatie 10**

Appartement Amsterdam  
Gezin



**locatie 11**

Appartement Amsterdam  
Gezin



# Hoe warm wordt het daadwerkelijk in huidige Nederlandse woningen?

## 1. Resultaten meetgegevens

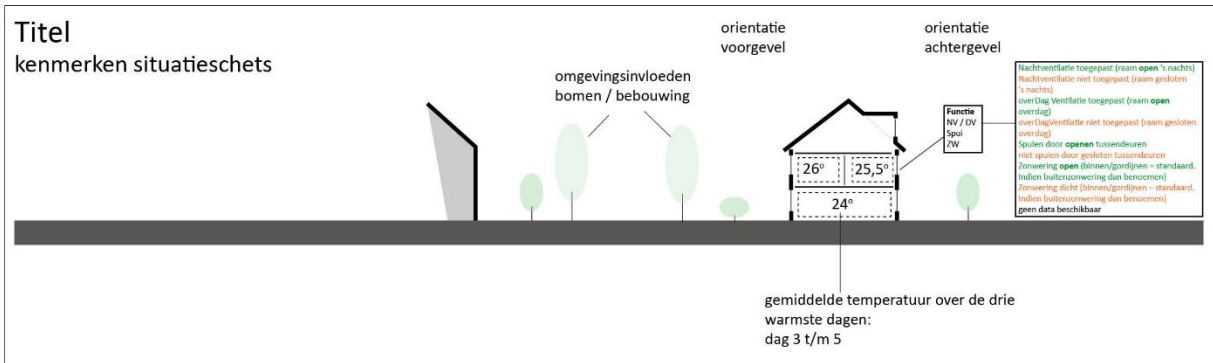
Bij elke respondent zijn drie meetinstrumenten (IButtons) in verschillende ruimten van de woning gelegd en is per situatie een meetinstrument buiten geplaatst. In tabel 3. *meetdata per IButton*, staan de meetgegevens per IButton weergegeven. Dag 5 was op alle locaties de warmste dag. Het moment van de piektemperatuur was dan ook in de meeste gevallen op deze dag. Dag 5 is gebruikt om de data van de verschillende locaties met elkaar te kunnen vergelijken. Dag 3 t/m dag 6 waren de warmste dagen in de periode. De gemiddelde temperatuur over deze vier dagen zijn gegeven. In rood zijn enkele opvallende gegevens benadrukt.

MEETDATA PER IBUTTON									
LOCATIE	locatie Ibutton in woning	Gem. temp. dag 3-6	Max. temp.	tijdstip piek dag 5	Min. Temp. dag 5	tijdstip dal dag 5	uren boven 25 °C (7 dgn)	uren boven 25 °C dag 5 buiten	tijdstip 25 °C dag 5 buiten
LOCATIE 1	<b>Buiten</b>	<b>23 °C</b>	<b>30,5 °C</b>	<b>16.30-17.20u</b>	<b>19,5 °C</b>	<b>05.40-07.30u</b>	<b>33,3u</b>	<b>8,8u</b>	<b>11.30u</b>
	Woonkamer	23,8 °C	25,5 °C		23,5 °C		6		
	Slaapkamer 1	25,5 °C	27,5 °C		25 °C		60		
	Slaapkamer 2	26 °C	27,5 °C		25,5 °C		83		
LOCATIE 2	Woonkamer	25,5 °C	26,5 °C		25,5 °C		86		
	<b>Werkkamer 1</b>	<b>29,1 °C</b>	<b>32,5 °C</b>		<b>28 °C</b>		<b>144</b>		
	<b>Werkkamer 2</b>	<b>28,5 °C</b>	<b>30,5 °C</b>		<b>28 °C</b>		<b>145</b>		
LOCATIE 3	Woonkamer	24 °C	25 °C		24 °C		11		
	Slaapkamer 1	24,5 °C	26 °C		24,5 °C		30		
	Slaapkamer 2	28 °C	31 °C		26 °C		<b>113</b>		
LOCATIE 4	<b>Buiten</b>	<b>22,8 °C</b>	<b>29,5 °C</b>	<b>15.20-16.50u</b>	<b>19 °C</b>	<b>07.10u</b>	<b>30,8u</b>	<b>9,2u</b>	<b>11.30u</b>
	Woonkamer	22 °C	23 °C		22 °C		<b>0</b>		
	slaapkamer	24 °C	25 °C		24 °C		<b>0</b>		
	zolderkamer	26 °C	28 °C		25 °C		102		
LOCATIE 5	Woonkamer	21,5 °C	24 °C		21,5 °C		<b>0</b>		
	slaapkamer	23 °C	24 °C		23 °C		<b>0</b>		
	zolderkamer	24,5 °C	27,5 °C		23,5 °C		37		
LOCATIE 6	<b>Buiten</b>	<b>24,7 °C</b>	<b>30,5 °C</b>	<b>14.40-19.00u</b>	<b>21 °C</b>	<b>07.00-07.10u</b>	<b>43,3u</b>	<b>12,8u</b>	<b>9.20u</b>
	<b>Woonkamer</b>	<b>27,5 °C</b>	<b>33 °C</b>		<b>25,5 °C</b>		<b>113</b>		
	Slaapkamer 1	25,3 °C	29,5 °C		24 °C		50		
	Slaapkamer 2	25 °C	30 °C		23 °C		25		
LOCATIE 7	<b>Buiten</b>	<b>23,7 °C</b>	<b>31 °C</b>	<b>16.40-16.50u</b>	<b>20,5 °C</b>	<b>05.50-07.40</b>	<b>33,2u</b>	<b>9,8u</b>	<b>10.50u</b>
	Woonkamer	24,3 °C	26 °C		25 °C		35		
	Slaapkamer 1	24,6 °C	26 °C		24,5 °C		25		
	hal	24,5 °C	26,5 °C		24,5 °C		37		
LOCATIE 8	<b>Buiten</b>	<b>23,9 °C</b>	<b>32 °C</b>	<b>17.10-17.20u</b>	<b>21,5 °C</b>	<b>05.30-06.50</b>	<b>33,5u</b>	<b>10,5u</b>	<b>10.50u</b>
	Woonkamer	24,4 °C	26 °C		23,5 °C		14		
	keuken	25 °C	30 °C		24 °C		39		
	Slaapkamer	25 °C	27,5 °C		25 °C		43		
LOCATIE 9	<b>Buiten</b>	<b>27,9 °C</b>	<b>30 °C</b>		<b>26,5 °C</b>		<b>138,5</b>		
	Slaapkamer 1	24 °C	27 °C		23 °C		13		
	Slaapkamer 2	24,5 °C	26,5 °C		24 °C		27		
	<b>Buiten</b>	<b>24 °C</b>	<b>30,5 °C</b>	<b>16.30-17.10u</b>	<b>21 °C</b>	<b>06.20-07.40u</b>	<b>35u</b>	<b>10,2u</b>	<b>10.40u</b>
LOCATIE 10	Woonkamer / keuken	26,2 °C	29 °C		26 °C		80		
	Slaapkamer 1	-							
	Slaapkamer 2	25 °C	27 °C		25 °C		46		
	<b>Buiten</b>	<b>23,9 °C</b>	<b>32,5 °C</b>	<b>16.30-17.20</b>	<b>20,5 °C</b>	<b>06.20-07.30u</b>	<b>36,7u</b>	<b>9,8u</b>	<b>10.30u</b>
LOCATIE 11	keuken	26,4 °C	30 °C		24,5 °C		86		
	woonkamer	24 °C	26 °C		24 °C		11		
	Slaapkamer	23,6 °C	25,5 °C		23 °C		3,5		

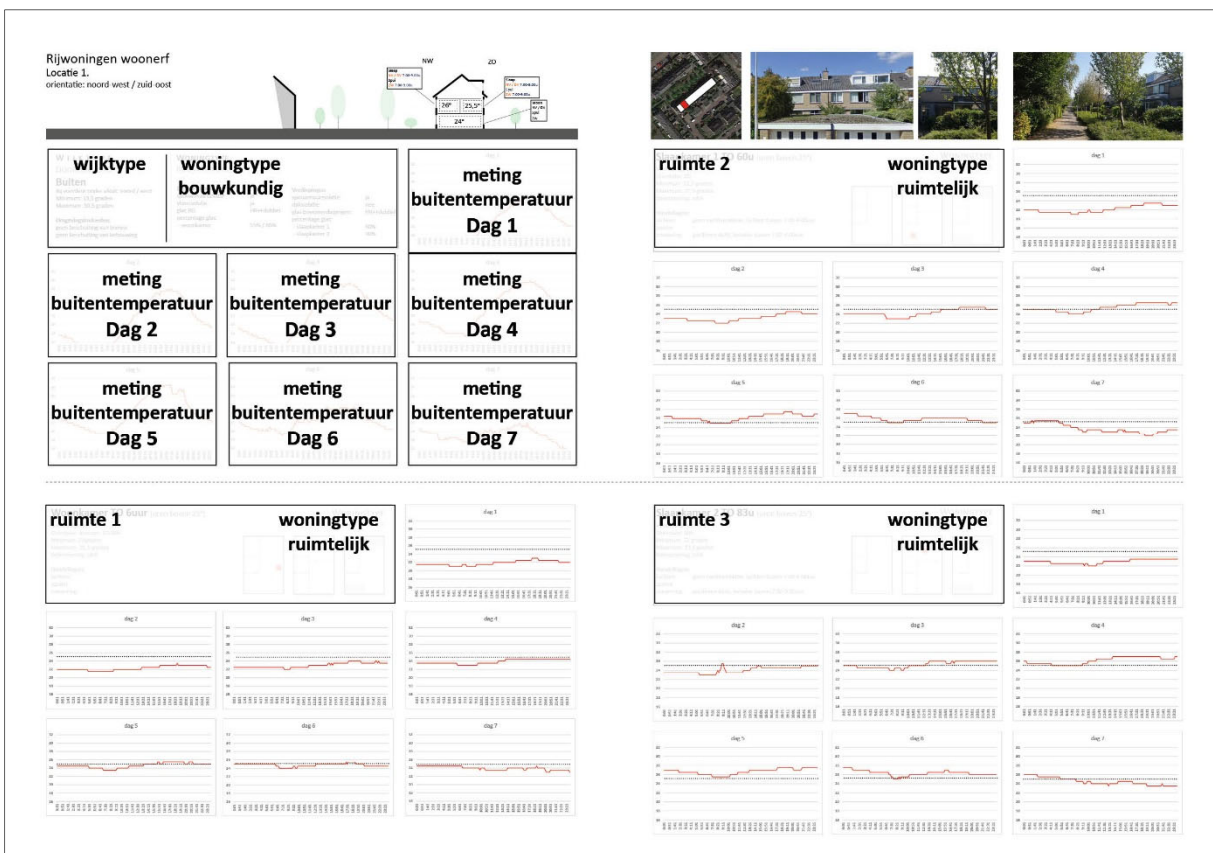
Tabel 1. meetdata per button

Leeswijzer resultaten

In bijlagen D. staan per locatie de gegevens bij elkaar. Hieronder de leeswijzer voor de bijlage.



Figuur 1. weergave situatieschets van de locatie



Figuur 2. leeswijzer meetresultaten per locatie

## Welke fysieke factoren zijn van invloed geweest op de temperatuur in de ruimte? | omgeving & woningontwerp |

### 2. Relatie buitentemperatuur met binnentemperatuur

De metingen van de temperaturen van de buitenlucht in de steden Amsterdam en Gouda gaven op dag 5 een temperatuur boven de 30° C. Op de meetlocatie in Utrecht is geen buitenlucht temperatuur boven de 30° C gemeten. De meetlocatie van Utrecht bevond zich aan de rand van de stad in de nabijheid van een park. Het is opmerkelijk dat hier geen temperatuur boven de 30 graden is gemeten. Het KNMI<sup>ix</sup> had voor deze periode een officiële hittegolf afgegeven.

Op alle locaties viel de piek in de temperatuurmeting rond 16:45 van dag 5. In Amsterdam werden de hoogste temperaturen gemeten. Locatie 11 bereikte zelfs een buitenluchttemperatuur van 32.5° C. Het was in Amsterdam langer warm (10 uur boven de 25° C) dan in Utrecht en Gouda (9 uur boven de 25° C) en ook gemiddeld heter. Enkel op locatie 8 in Amsterdam werden drie achtereenvolgende dagen een buitenluchttemperatuur boven de 30 graden gemeten.

Overdag was de buitenluchttemperatuur voor lange tijd boven de 25°C. Volgens het Nationaal Hitteplan moesten ramen overdag dichtgehouden worden zodra de hitte buiten oploopt. Ook moesten overdag de ramen afgedekt worden met gordijnen binnen, of door middel van zonneschermen buiten.

Overdag wordt de buitenluchttemperatuur van 25°C al bereikt om:

- 9.00 uur op Locatie 6 in Amsterdam
- 10.30uur op Locatie 7, 10 en 11 in Amsterdam
- 11.00 uur op Locatie 8 in Amsterdam
- 11.00 uur in de ochtend, in Gouda en in Utrecht

De laagste temperatuur in de nacht wordt gemeten tussen 6.00-7.00uur. Vanaf 7.00uur stijgt de buitenluchttemperatuur op alle locaties snel.

De laagste temperatuur buiten gemeten in de nacht was:

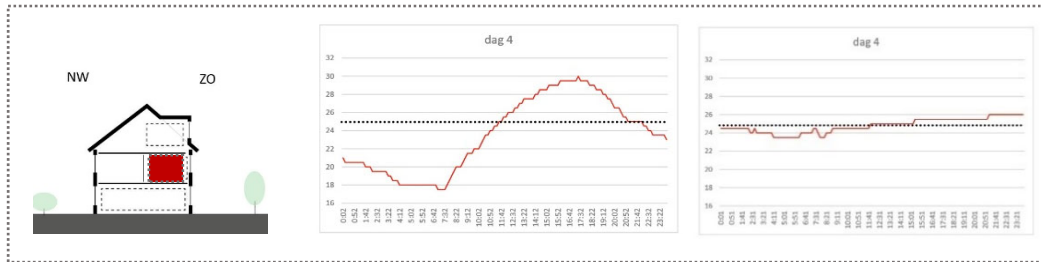
- 19 graden in Utrecht en in Gouda
- 21 graden in Amsterdam

LOCATIE	GEM. TEMP. DAG 3-6	MAX. TEMP.	TIJDSTIP PIEKDAG 5	MIN. TEMP. DAG 5	TIJDSTIP DAL DAG 5	UREN BOVEN 25 GRADEN DAG 5	TIJDSTIP 25 GRADEN DAG 5	KENMERKEN LOCATIE I BUTTON BUITEN
LOCATIE 1 GOUDA	23 °C	30,5 °C	16.30-17.20u	19,5 °C	05.40-07.30u	8,8u	11.30u	BG, in luwte van afdakje bij de entree.
LOCATIE 4 UTRECHT	22,8 °C	29,5 °C	15.20-16.50u	19 °C	07.10u	9,2u	11.30u	BG, in luwte van overstek bij de entree. Directe nabijheid park
LOCATIE 6 AMSTERDAM	24,7 °C	30,5 °C	14.40-19.00u	21 °C	07.00-07.10u	12,8u	9.20u	4e verdieping, In de luwte van een stenen balkon.
LOCATIE 7 AMSTERDAM	23,7 °C	31 °C	16.40-16.50u	20,5 °C	05.50-07.40	9,8u	10.50u	1e verdieping balkon in luwte van de binnenplaats.
LOCATIE 8 AMSTERDAM	23,9 °C	32 °C	17.10-17.20u	21,5 °C	05.30-06.50	10,5u	10.50u	1e verdieping balkon in luwte van de binnenplaats.
LOCATIE 9 AMSTERDAM	0	0	0	0	0	0	0	2e verdieping balkon in luwte van de binnenplaats.
LOCATIE 10 AMSTERDAM	24 °C	30,5 °C	16.30-17.10u	21 °C	06.20-07.40u	10,2u	10.40u	2e verdieping balkon in luwte van de binnenplaats.
LOCATIE 11 AMSTERDAM	23,9 °C	32,5 °C	16.30-17.20	20,5 °C	06.20-07.30u	9,8u	10.30u	4e verdieping dakterras, in luwte van een afdakje.

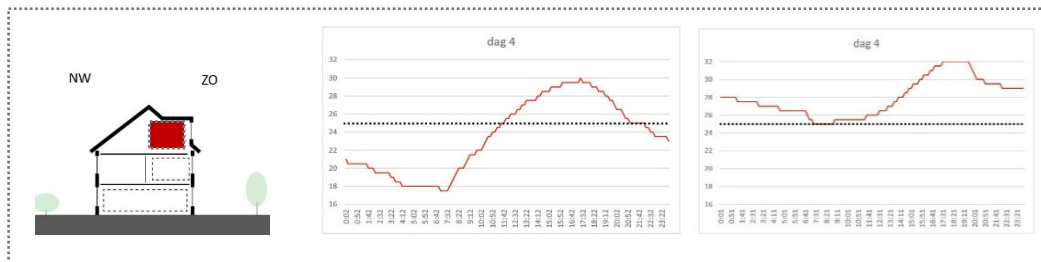
Tabel 2. overzicht meetdata buitenluchttemperatuur

*Involed transmissie/zonstraling dichte delen op de binnenluchttemperatuur.*

Twee situaties zijn met elkaar vergeleken om inzicht te krijgen op de invloed van de zoninstraling op dichte delen. Een slaapkamer op een tussengelegen verdieping (locatie 3, nachtventilatie t/m 09.00uur. overdag ramen dicht) wordt vergeleken met een slaapkamer op de zolderverdieping (geen nachtventilatie. raam open: 07.00-09.00 en om 19.00uur).



Figuur 3. luchttemperatuur Dag 4. locatie 3 buiten | tussenverdieping



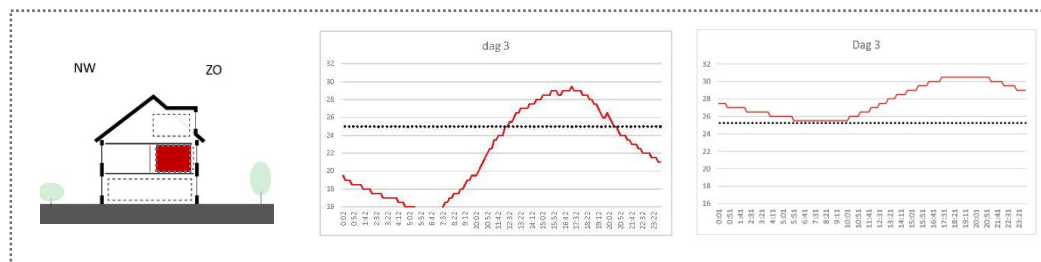
Figuur 4. luchttemperatuur Dag 4. locatie 3 buiten | zolderverdieping

Op locatie 3 wordt op de zolderkamer hoge temperaturen bereikt.

Bij de metingen op dag 4 is om 19.00uur een binnentemperatuur bereikt van 32 °C. De invloed van ventileren is rond dit tijdstip vervolgens zichtbaar, maar opvallend is de grote curve die overdag op de zolderkamer voor een sterke stijging van de binnentemperatuur heeft gezorgd. Een stijging van +7 °C. Eenzelfde sterke stijging van de curve is zichtbaar in de resultaten van de dakverdiepingen bij locatie 6 (stijging 6,5 °C) en locatie 11 (stijging 5,5 °C). De isolatiegraad van alle situaties is laag. De invloed van de zoninstraling op het dak is zichtbaar. De mate van invloed is afhankelijk van meerdere factoren, zoals de gedragscomponent.

*Involed van ventileren met buitenlucht op de binnenluchttemperatuur.*

In de werkkamer van locatie 2 is zichtbaar dat de binnenluchttemperatuur met een golvende beweging meebeweegt met de temperatuur buiten. In deze situatie is dag en nacht-ventilatie toegepast. (Figuur 5.)

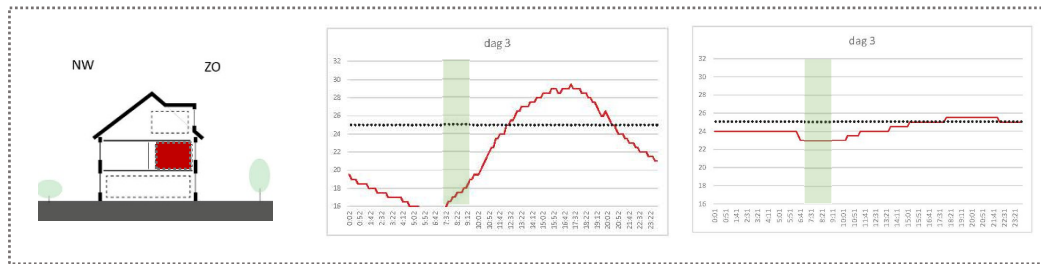


Figuur 5. Luchttemperatuur Dag 3. locatie 2. Buiten | werkkamer

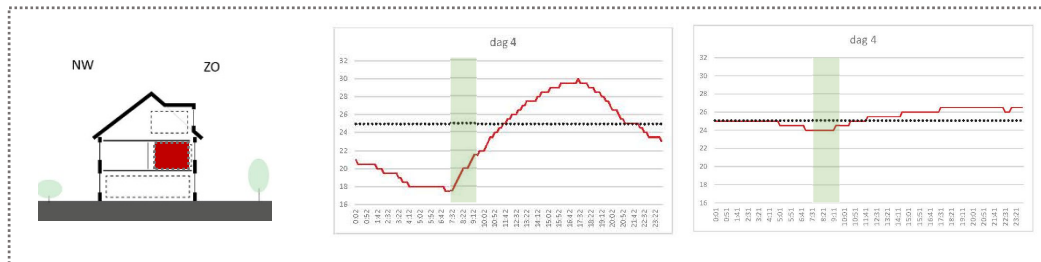
In figuur 3. is een vlakke curve / constante lijn zichtbaar van de meetresultaten van de temperatuurmetingen op dag 4 in een ruimte waar overdag niet geventileerd wordt met buitenlucht. De invloed van de temperatuur van de buitenlucht op de temperatuur binnen is zichtbaar als er geventileerd wordt.



De mate van invloed van ventileren op de binnenluchttemperatuur op warme dagen wordt bekeken op de momenten dat het raam geopend wordt.



Figuur 6. Luchttemperatuur Dag3. Locatie 1. **Buiten | slaapkamer 1**



Figuur 7. luchttemperatuur Dag4. Locatie 1. **Buiten | slaapkamer 1**

Op verschillende locaties wordt er in de ochtend geventileerd met buitenlucht. Vaak tussen 07.00uur-09.00uur. (Locatie 1, 3 en 11) Er is in de meetresultaten op deze momenten geen verkoeling van de binnenluchttemperatuur zichtbaar. De temperatuur blijft op dat moment constant. Het temperatuurverschil op dag 3 is op locatie 1 wel ongeveer 4-6°C met de buitenlucht. Interne belastingfactoren zullen hier een rol hebben gespeeld. Op dag 4 is het temperatuurverschil met buiten 3-6°C.

In figuur 4. was op het moment van luchten, 19.00uur wel degelijk een daling in de temperatuur zichtbaar, terwijl het temperatuurverschil met buiten hier kleiner was (-2 °C) dan de situatie in figuren 6 en 7. Meerdere factoren kunnen hierop van invloed zijn geweest. Het is niet duidelijk wat precies de invloed is van de hoogte van de buitenluchttemperatuur op de binnenluchttemperatuur.

**Conclusie invloed buitentemperatuur op de binnentemperatuur**

Zolang er niet geventileerd wordt met buitenluchttemperatuur blijft op de tussengelegen verdiepingen de binnen luchttemperatuur constant. De transmissie van de luchttemperatuur van buiten en binnen op deze tussengelegen verdiepingen is laag. De invloed van transmissie (en/of zonstraling) door wand/dak in deze matig tot slecht geïsoleerde woningen is op de dakverdieping wel zichtbaar.

Indien er geventileerd wordt, is er een beweging in de luchttemperatuur binnen zichtbaar, die meebeweegt met de luchttemperatuur buiten.

### 3. Relatie omgevingsinvloeden op de binnentemperatuur

De locaties van de respondenten zijn in kaart gebracht waarbij gekeken is naar de volgende kenmerken: Wijktypologie, oriëntatie, zonnewering door omgeving voorzijde, zonnewering door omgeving achterzijde en als laatste zijn relevante kenmerken voor de situatie van de plek van de IButton buiten benoemd.

#### Resultaten omgevingsinvloeden

LOCATIE		LOCATIE IButton IN WONING	ORIENTATIE	GEM. TEMP. °C	MAX. TEMP. °C	ZONNEWERING 'VOORZIJDE'	ZONNEWERING 'ACHTERZIJDE'	KENMERKEN LOCATIE IButton BUITEN
<b>GOUDA</b>	Buiten		NW-ZO	23	30,5	NW	ZO	BG, in luwte van afdakje
<b>LOCATIE 1</b>	WK		NW-ZO	23,8	25,5	...	laag	
<b>WOONERF</b>	Slaapkamer 1		ZO	25,5	27,5		laag	
	Slaapkamer 2		NW	26	27,5	laag		
<b>LOCATIE 2</b>	Woonkamer		NW-ZO	25,5	26,5	begroeiing	laag	
<b>WOONERF</b>	Werkkamer 1			29,1	32,5		laag	
	werkkamer 2		NW-ZO	28,5	30,5	laag	laag	
<b>LOCATIE 3</b>	Woonkamer		NW-ZO	24	25	laag	laag	
<b>WOONERF</b>	Slaapkamer 1		ZO	24,5	26		laag	
	Slaapkamer 2		NW-ZO	28	31	laag	laag	
<b>UTRECHT</b>	Buiten		ZW-NO	22,8	29,5	ZW	NO	BG, in luwte van overstek. Directe nabijheid park
<b>LOCATIE 4</b>	Woonkamer		ZW-NO	22	23	Hoog door boom W		
<b>WOONERF</b>	slaapkamer		NO	24	25		laag	
	zolderkamer		ZW-NO	26	28	Hoog door boom W		
<b>LOCATIE 5</b>	Woonkamer		ZW-NO	21,5	24	Hoog door boom ZW		
<b>WOONERF</b>	slaapkamer		NO	23	24		laag	
	zolderkamer		ZW	24,5	27,5	Hoog door boom ZW		
<b>AMSTERDAM</b>	Buiten		O-W	24,7	30,5	O	W	4e verdieping, In de luwte van een stenen balkon.
<b>VBB</b>								
<b>LOCATIE 6</b>	Woonkamer		O-W	27,5	33	laag	laag	
	Slaapkamer 1		W	25,3	29,5		Hoog door overstek balkon	
	Slaapkamer 2		O	25	30	laag		
<b>AMSTERDAM</b>	Buiten		ZW-NO	23,7	31	ZW	NO	1e verdieping balkon in luwte van de binnenplaats.
<b>VBB</b>								
<b>LOCATIE 7</b>	Woonkamer		ZW-ZO	24,3	26	Hoog door bomen	Hoog door bomen	
	Slaapkamer 1		ZW	24,6	26	Hoog door bomen		
	hal		-	24,5	26,5			
<b>AMSTERDAM</b>	Buiten		O-W	23,9	32	O	W	1e verdieping balkon in luwte van de binnenplaats.
<b>VBB</b>								
<b>LOCATIE 8</b>	Woonkamer		O	24,4	26	medium		
	keuken		W	25	30		Hoog door bebouwing en overstek balkon	
	Slaapkamer		W	25	27,5		Hoog door bebouwing en overstek balkon	
<b>AMSTERDAM</b>	Buiten		ZO-NW			ZO	NW	2e verdieping balkon in luwte van de binnenplaats.
<b>VBB</b>								
<b>LOCATIE 9</b>	Woonkamer		ZO	27,9	30	laag		
	Slaapkamer 1		NW	24	27		Hoog door overstek balkon	
	Slaapkamer 2		NW	24,5	26,5		Hoog door overstek balkon	
<b>AMSTERDAM</b>	Buiten		NO-ZW	24	30,5	NO	ZW	2e verdieping balkon in luwte van de binnenplaats.
<b>VBB</b>								
<b>LOCATIE 10</b>	WK / keuken		NO-ZW	26,2	29	medium door boom	Hoog door bebouwing en nu door steigers	
	Slaapkamer 1		ZW	-			Hoog door bebouwing en nu door steigers	
	Slaapkamer 2		NO	25	27	medium door boom		
<b>AMSTERDAM</b>	Buiten		Z-N	23,9	32,5	Z	N	In luwte van een afdakje.
<b>LOCATIE 11</b>	keuken		Z-N	26,4	30	laag	laag	
<b>VBB</b>	woonkamer		Z	24	26	hoog door boom		
	Slaapkamer		N	23,6	25,5		Hoog door overstek balkon	

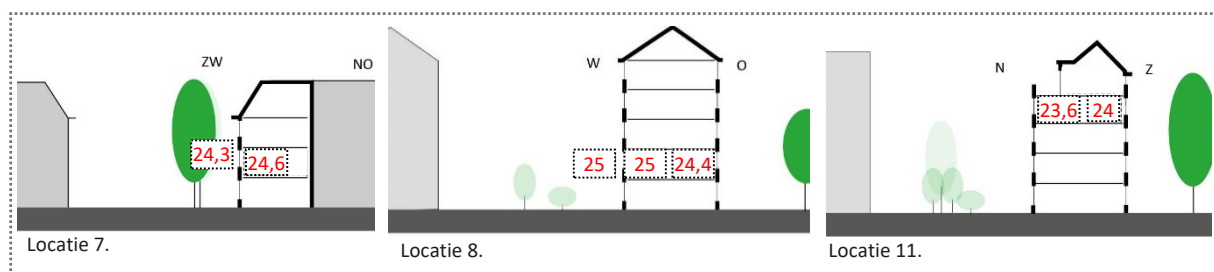
Table 3. Resultaten omgevingsinvloeden Invloed wijktypologie (VBB= vooroorlogs binnenstedelijk bouwblok) en zonnewering door omgeving.



### Invloed van de wijktype op de binnenlucht temperatuur

Voor de hitteproef zijn twee wijktypen gemeten: het type woonerf (bloemkoolwijk) en het type vooroorlogs bouwblok. Het woonerf in Gouda (Locaties 1,2 en 3) is gesitueerd in een buitenwijk van de stad. Het bestaat uit een repetitie van rijwoningen rondom hoven. De rijwoningen hebben weinig tot geen natuurlijke beschutting. In deze woningen lag de gemiddelde temperatuur ongeveer 2 °C hoger dan in de situatie in Utrecht. Het woonerf in Utrecht (Locatie 4 en 5) behaalde met alle metingen de laagste temperaturen. Deze rijwoningen bevinden zich aan de rand van een woonwijk, nabij een park. Hoge bomen aan de zuid / westzijde van beide woningen geven een hoge mate van wering van zoninstraling. De buitenluchttemperatuur was hier het laagst met een gemiddelde van 22,8 °C. De buitenluchttemperatuur bereikte net als in Gouda rond 11.30 de 25 °C grens. Het aantal uren boven deze grens lag met 9,2uur, juist een half uur hoger dan het aantal uren in Gouda (8,8u).

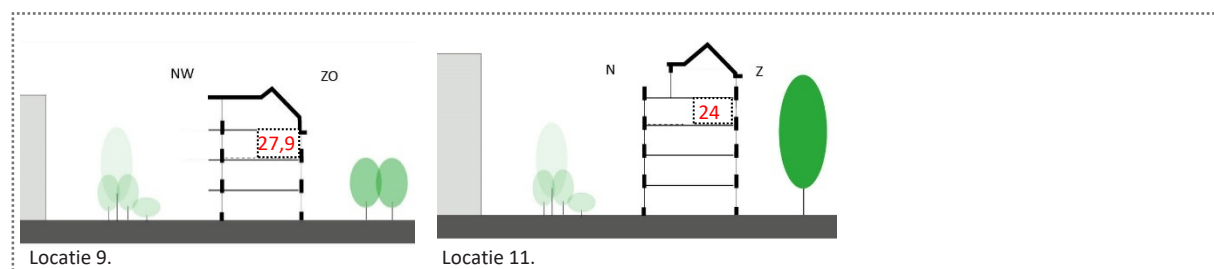
De appartementen in het binnenstedelijk bouwblok bevatten een voorzijde aan de straat en een achterzijde binnen een bouwblok. Door de aanwezigheid van een breed straatprofiel aan de voorzijde van alle gemeten locaties, was de invloed van schaduw door overliggende bebouwing laag. De achterzijde van de appartementen bevonden zich in de luwte van het bouwblok. Hier bevonden zich vaak de slaapkamers. Op de lager gelegen verdiepingen was hierdoor de mate van wering van zoninstraling door gebouwen of overstek hoog. De gemiddelde temperaturen van de slaapkamers aan de binnenzijde van het bouwblok lag rond de 24°C.



Figuur 9. Gemiddelde temperatuurmetingen in de binnenstedelijke situatie met zichtbare omgevingsinvloeden door bomen / gebouwen. Gemiddeld 24 tot 25 °C.

### Invloed door natuurlijke wering van zoninstraling op de binnenlucht temperatuur

Bij een vergelijking van twee situaties met verschillende omgevingsinvloeden wordt gekeken naar het effect van de natuurlijke zoninstraling aan de straatzijde. Bij de appartementen speelde aan de voorzijde de aanwezigheid van hoge bomen in de straat een grote rol bij de hoogte van de binnentemperatuur. Locaties 7, 8, en 11 werden met hoge mate beschermd voor zoninstraling door bomen aan de voorzijde. Dit is goed te zien in de relatief lage gemiddelde temperaturen in die ruimten, rond de 24 °C. Dit is te zien in figuur 9. Locatie 9 daarentegen had geen beschutting door een boom of gebouw. Hier is dan ook een gemiddelde temperatuur gemeten die 3 tot 4 °C hoger lag dan een vergelijkbare ruimte die wel een hoge mate van zonwering had. Zie figuur 10.



Figuur 10. Gemiddelde temperatuurmetingen in de binnenstedelijke situatie met zichtbare omgevingsinvloeden door bomen / gebouwen. Waar omgevingsinvloeden miste als zonwering lag de gemiddelde temperaturen 2 tot 4 °C hoger.

De woonkamers van locatie 9 en locatie 11 zijn van een vergelijkbaar formaat en gelegen op een oriëntatie van respectievelijk zuid-oost en zuid. Opvallend is ook het aantal uren boven de 25 °C; Bij locatie 9 was het 113 uren en op locatie 11, 11 uren boven de 25 °C grens.



*Figuur 11. locatie 9. Omgevingsfactoren voorzijde.  
Zonwering nihil. Gemiddelde temp: 28°C. TO: 11u*



*Figuur 12. locatie 11. Omgevingsfactor voorzijde  
Zonwering hoog. Gemiddelde temp: 24°C. TO: 11u*

Het verschil in binnentemperatuur is niet enkel toe te schrijven aan de invloed van zonwering door de bomen bij locatie 11. Ook verschilde het ventilatiegedrag in beide ruimten. Dit wordt besproken in *hoofdstuk 5 invloed handelsperspectief*. Hoe hoog precies de invloed van de zonwering is geweest is hierdoor niet duidelijk.

#### *Conclusie relatie omgevingsinvloeden op de binnentemperatuur*

Bij ruimten die beschermd werden door natuurlijke of ruimtelijke invloeden zoals bebouwing of begroeiing, is een gemiddelde temperatuur gemeten rond de 24°C op vergelijkbare ruimten op tussengelegen verdiepingen. Waar omgevingsinvloeden misten als zonwering lagen de gemiddelde temperaturen hoger.

#### 4. Invloed woningontwerp op binnentemperatuur

Elke woning is in kaart gebracht door middel van ruimtelijke en bouwkundige kenmerken van de betreffende woning. In tabel 4 zijn de kenmerken weergegeven.

LOCATIE	LOCATIE IBUTTON IN WONING	ORIENTATIE	GEM. TEMP.	MAX. TEMP.	WONINGTYPE	MEERZIJDIG?	LOCATIE IN GEBOUW	PERCENTAGE GLAS	GEVEL ISOLATIE	VLOER ISOLATIE	DAK ISOLATIE	ENERGIE PRESTATIE GLAS
GOUDA	Buiten	NW-ZO	23 °C	30,5 °C								
<b>LOCATIE 1</b>	Woonkamer	NW-ZO	23,8 °C	25,5 °C	Rij tus.	ja	BG	66/55	ja	ja		dubbel HR++
DOORZON	Slaapkamer 1	ZO	25,5 °C	27,5 °C			tussen (1e)	40	ja			dubbel HR++
	Slaapkamer 2	NW	26 °C	27,5 °C			tussen (1e)	30	ja			dubbel HR++
<b>LOCATIE 2</b>	Woonkamer	NW-ZO	25,5 °C	26,5 °C	Rij tus.	ja	BG	66/55	ja	nee		dubbel glas
DOORZON	Werkkamer 1		29,1 °C	32,5 °C			tussen (1e)	40	ja			enkel glas
	werkkamer 2	NW-ZO	28,5 °C	30,5 °C			dak (2e)	-	ja		nee	enkel glas
<b>LOCATIE 3</b>	Woonkamer	NW-ZO	24 °C	25 °C	Rij tus.	ja	BG	66/55	ja	ja		dubbel HR++
DOORZON	Slaapkamer 1	ZO	24,5 °C	26 °C			tussen (1e)	40	ja			dubbel HR++
	Slaapkamer 2	NW-ZO	28 °C	31 °C			dak (2e)	-	ja		ja	dubbel HR++
UTRECHT	Buiten	ZW-NO	22,8 °C	29,5 °C	Rij tus.	ja						
<b>LOCATIE 4</b>	Woonkamer	ZW-NO	22 °C	23 °C			BG	66/55	ja	nee		dubbel glas
DOORZON	slaapkamer	NO	24 °C	25 °C			tussen (1e)	40	ja			dubbel glas
	zolderkamer	ZW-NO	26 °C	28 °C			dak (2e)	-	ja		ja	dubbel glas
<b>LOCATIE 5</b>	Woonkamer	ZW-NO	21,5 °C	24 °C	Rij tus.	ja	BG	66/55	nee	nee		dubbel HR++
DOORZON	slaapkamer	NO	23 °C	24 °C			tussen (1e)	40	nee			dubbel HR++
	zolderkamer	ZW	24,5 °C	27,5 °C			dak (2e)	-	nee		nee	dubbel HR++
AMSTERDAM	Buiten	O-W	24,7 °C	30,5 °C	App.	ja						
<b>LOCATIE 6</b>	Woonkamer						dak (4e)	0/20 + dak- licht	ja		ja	dubbel glas+ zonwerende folie
		O-W	27,5 °C	33 °C								
APPARTEMENT	Slaapkamer 1	W	25,3 °C	29,5 °C			tussen (3e)	80	nee			dubbel glas
	Slaapkamer 2	O	25 °C	30 °C			tussen (3e)	50	nee			dubbel glas
AMSTERDAM	Buiten	ZW-NO	23,7 °C	31 °C	App.	ja						
<b>LOCATIE 7</b>	Woonkamer	ZW-ZO	24,3 °C	26 °C			tussen (1e)	40	nee			enkel glas
APPARTEMENT	Slaapkamer 1	ZW	24,6 °C	26 °C			tussen (1e)	50	nee			enkel glas
	hal	-	24,5 °C	26,5 °C			tussen (1e)	-	nee			enkel glas
AMSTERDAM	Buiten	O-W	23,9 °C	32 °C	App	ja						
<b>LOCATIE 8</b>	Woonkamer	O	24,4 °C	26 °C			tussen (1e)	55	nee			enkel glas
APPARTEMENT	keuken	W	25 °C	30 °C			tussen (1e)	60	nee			enkel glas
	Slaapkamer	W	25 °C	27,5 °C			tussen (1e)	-	nee			enkel glas
AMSTERDAM	Buiten	ZO-NW			App.	ja						
<b>LOCATIE 9</b>	Woonkamer	ZO	27,9 °C	30 °C			tussen (2e)	40	ja			dubbel glas
APPARTEMENT	Slaapkamer 1	NW	24 °C	27 °C			tussen (2e)	50	ja			dubbel glas
	Slaapkamer 2	NW	24,5 °C	26,5 °C			tussen (2e)	50	ja			dubbel glas
AMSTERDAM	Buiten	NO-ZW	24 °C	30,5 °C	App.	ja						
<b>LOCATIE 10</b>	WK / keuken	NO-ZW	26,2 °C	29 °C			tussen (2e)	50/40	nee			dubbel glas
APPARTEMENT	Slaapkamer 1	ZW	-				tussen (2e)	-	nee			dubbel glas
	Slaapkamer 2	NO	25 °C	27 °C			tussen (2e)	50	nee			dubbel glas
AMSTERDAM	Buiten	Z-N	23,9 °C	32,5 °C	App.	ja						
<b>LOCATIE 11</b>	keuken	Z-N	26,4 °C	30 °C			dak (4e)	0/40	nee		ja	dubbel glas
APPARTEMENT	woonkamer	Z	24 °C	26 °C			tussen (3e)	40	nee			dubbel glas
	Slaapkamer	N	23,6 °C	25,5 °C			tussen (3e)	60	nee			dubbel glas

Tabel 4. Ruimtelijke en bouwkundige kenmerken woningontwerp.

### *Ruimtelijke invloeden - woningtype*

De woonerf woningen waren van het type; doorzon. Dit zijn rijwoningen van twee verdiepingen met een kapverdieping. De woningtypen in het binnenstedelijk bouwblok waren appartementen en maisonnettes. Alle woningen waren tweezijdige georiënteerd. Hierdoor kon er bij elke woningen gespuid worden tussen ruimten met een hoge zonbelasting en een ruimte met een lage zonbelasting. De mogelijkheid om te spuien werd op verschillende manieren toegepast. Er is niet direct een verband te leggen uit de resultaten of de woningtype invloed heeft gehad op de binnentemperatuur.

### *Ruimtelijke invloeden – oriëntatie*

De directe invloed van oriëntatie van de ruimte ten opzichte van de zon is met de metingen niet goed duidelijk te maken. Wel is het opvallend dat verschillende ruimten met verschillende oriëntaties op eenzelfde verdieping binnen een woning gelijke temperaturen geven. Dit is te zien bij de slaapkamers van locatie 1 (gemiddeld 25,5 en 26 °C), de slaapkamers van locatie 6 (gemiddeld 25 en 25,3°C) of de woonkamer / slaapkamer van locatie 11 (gemiddeld 24 en 23,6°C).

### *Ruimtelijke invloeden – verdieping*

Bij alle locaties is de binnentemperatuur op de onderste verdieping het laagst en (met uitzondering van locatie 2.) de binnentemperatuur van de ruimte op de dakverdieping het hoogst.

De dakverdiepingen meetten de hoogste temperaturen. Op dag 5, 17.00uur was de binnentemperatuur op locatie 2, 3, 6 en 11 rond de 30 graden. Zie de roodgekleurde tekst in tabel 6.

Zie ook het hoofdstuk over de invloed van zoninstraling op dichte delen.

De gemiddelde temperaturen in de ruimte op de dakverdiepingen in Gouda (locatie 2 en 3 meten 28°C en 28,5 °C ) liggen hoger dan de gemiddelde temperaturen van de dakverdiepingen van de appartementen in het binnenstedelijk bouwblok (locatie 11 en 6 meten 26,5 °C en 27,5 °C ). Een verklaring is niet direct te achterhalen. De grootte van het dakoppervlak zou een bepalende factor zijn, samen met het gedragscomponent.

### *Bouwkundige invloeden – percentage glas*

De genoemde percentages glas in *tabel 6* zijn een inschatting van de situatie om een globaal beeld te krijgen. De waarden zijn niet op de locatie ingemeten. De ramen in de woonerfwoningen zijn relatief groot en bevinden zich over de volle breedte van de ruimte. Op de begane grond hebben de doorzonwoningen ongeveer een glaspercentage van 55-66%. Op de bovenliggende verdiepingen is dit percentage lager.

De appartementen in het vooroorlogs binnenstedelijk bouwblok hebben aan de voorzijde van de woning een lager percentage glas dan het percentage van de doorzonwoningen. Bij de appartementen ligt het gemiddeld op 40%. Aan de achterzijde van de binnenstedelijke bouwblokken bevinden zich verdiepinghoge balkondeuren met een raam in de volle breedte van de slaapkamerruimte. Hier is het percentage glas hoger. Er is vanuit de metingen geen duidelijk verband met het aanwezige percentage glas in de woning.

### *Bouwkundige invloeden - energetisch*

Beide woningtypen hebben een matig tot slecht geïsoleerde schil en een buitenblad van baksteen voor de gevel. Vanuit de meetgegevens is niet direct een verband te leggen tussen de isolatiefactor van de gevel/vloer of dak en de binnentemperatuur. Een enkele vergelijking kan gemaakt worden. Locatie 4 is vergelijkbaar met locatie 5. De gemiddelde binnentemperatuur van de dakverdieping bij locatie 4 was 26°C. Hier was de ruimte na-geïsoleerd. De gemiddelde binnentemperatuur van de dakverdieping bij locatie 5 was slechts 24,5°C. Hier was de ruimte niet na-geïsoleerd. Echter is het niet duidelijk of dit verschil door de isolatiegraad kwam, aangezien er bij locatie 5 ook zonwering toegepast werd en bij locatie 4 niet. Dit kan ook van invloed zijn geweest op het verlagen van de binnentemperatuur bij locatie 5.

### *Conclusie Invloed woningontwerp op binnentemperatuur*

Alle woningen waren tweezijdig georiënteerd. Hierdoor kon er bij elke woningen gespuid worden tussen ruimten met een hoge zonbelasting en een ruimte met een lage zonbelasting. De invloed van de oriëntatie van een ruimte op een zelfde verdieping is in deze meting minimaal.

Er is vanuit de metingen geen duidelijk verband te leggen met het aanwezige percentage glas in de woning. De ruimten op de dakverdieping behaalden de hoogste temperaturen. De transmissie en zoninstraling op het dakvlak is van invloed geweest op de temperatuur in de ruimte eronder. Alle woningen hadden een lage isolatiegraad. Hierdoor is de vergelijking op de invloed van de isolatiegraad niet te maken.

## Welke dynamische factoren zijn van invloed geweest op de temperatuur in de ruimte?

### 5. Invloed handelingenperspectief van de bewoners

De respondenten hadden tijdens de meetproef hun handelingen genoteerd die zij verrichtten tbv het koelen van de ruimten in de woning. De resultaten zijn weergegeven in tabel 5. *Handelingen tbv koelen.*

LOCATIE	LOCATIE IBUTTON	GEM. TEMP. °C	MAX. TEMP. °C	NV (22.00- 07.00U)	HANDELIN G RAMEN OVERDAG	BINNEN DEUREN	ZONWERIN G BUITEN	ZONWERIN G BINNEN OVERDAG	KOELVOOR ZIENING
LOCATIE 1 GOUDA	WK	23,8	25,5	-					
	SL1	25,5	27,5	nee	luchten 07.00-09.00u			gordijnen dicht 09.00-avond	
	SL 2	26	27,5	nee	luchten 07.00-09.00u			gordijnen dicht 09.00-avond	
LOCATIE 2 GOUDA	WK	25,5	26,5	nee	dicht continue				
	Werk 1	29,1	32,5	ja	open				
	werk 2	28,5	30,5	ja	open				
LOCATIE 3 GOUDA	WK	24 °C	25	nee	luchten 07.00-09.00u	07.00-09.00u	uitvalscherf	gordijnen dicht	
	SL1	24,5	26	ja	dicht continue vanaf 09.00u	ja		gordijnen dicht	ventilator 22.00-09.00u
	SL 2	28	31	nee	luchten 07.00-09.00u	07.00-09.00u en 19.00uur		gordijnen dicht	ventilator 19.00-09.00u
LOCATIE 4 UTRECHT	WK	22	23	nee	divers	divers		gordijnen open	
	SL	24	25	ja	luchten 07.00-10.00u	open		gordijnen dicht	
	Zolder	26	28	ja	kier continue	open		gordijnen open	
LOCATIE 5 UTRECHT	WK	21,5	24				zonwering		
	SL	23	24	nee	luchten 19.00-22.00u	open	zonwering vanaf 13.00u	gordijnen dicht t/m 13.00u	
	zolder	24,5	27,5	nee	open 09.00-22.00u	open	zonwering vanaf 13.00u	gordijnen dicht t/m 13.00u	
LOCATIE 6 AMSTERDAM	WK	27,5	33						
	SL1	25,3	29,5						
	SL 2	25	30						
LOCATIE 7 AMSTERDAM	WK	24,3	26	nee	dicht continue				
	SL 1	24,6	26	ja	kier continue				
	hal	24,5	26,5						
LOCATIE 8 AMSTERDAM	WK	24,4	26	ja	dicht tussen 8.00-20.00u	open			
	keuken	25	30	ja	dicht tussen 10.00-20.00u	s nachts open, overdag dicht			
	SL	25	27,5	ja	dicht tussen 9.00-20.00u				
LOCATIE 9 AMSTERDAM	WK	27,9	30	nee	dicht tussen 10.00 en 13.00	dicht. open tussen 07.00-08.00u en tussen 19.00-23.00u		dicht	
	SL1	24	27	ja	dicht tussen 10.00-20.00u	s nachts open, overdag dicht		gordijnen dicht 16.00-20.00u	
	SL 2	24,5	26,5						
LOCATIE 10 AMSTERDAM	WK / keuken	26,2	29	ja	dicht tussen 08.00-17.00u			gordijnen dicht 08.00-17.00u	
	SL 1	-		ja	dicht tussen 08.00-17.00u				
	SL 2	25°C	27	ja	open			gordijnen open 08.00-16.00u	
LOCATIE 11 AMSTERDAM	keuken	26,4	30	nee	luchten 07.00-09.00u				
	WK	24	26						
	SL	23,6	25,5	ja	open	s nachts open, overdag dicht			

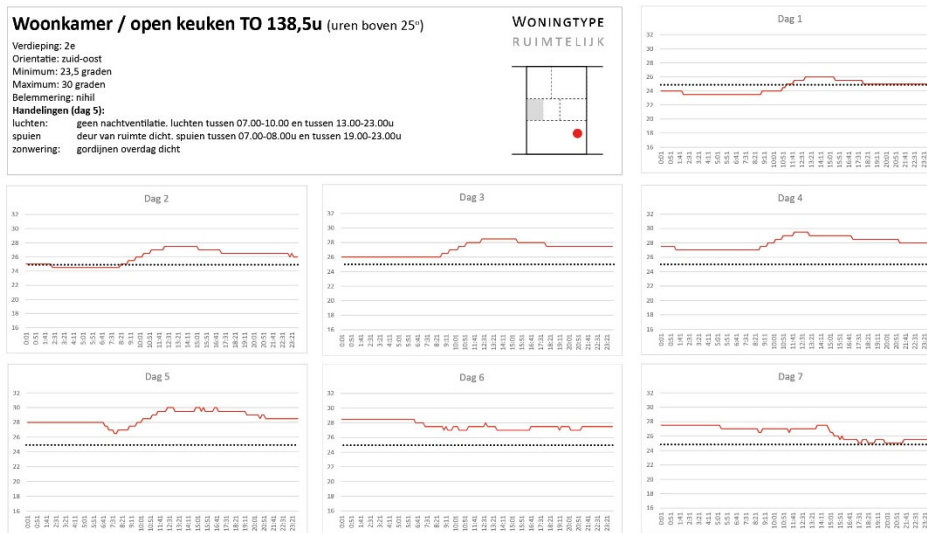
Tabel 5. handelingen tbv koelen



**Invloed ventilatiegedrag**

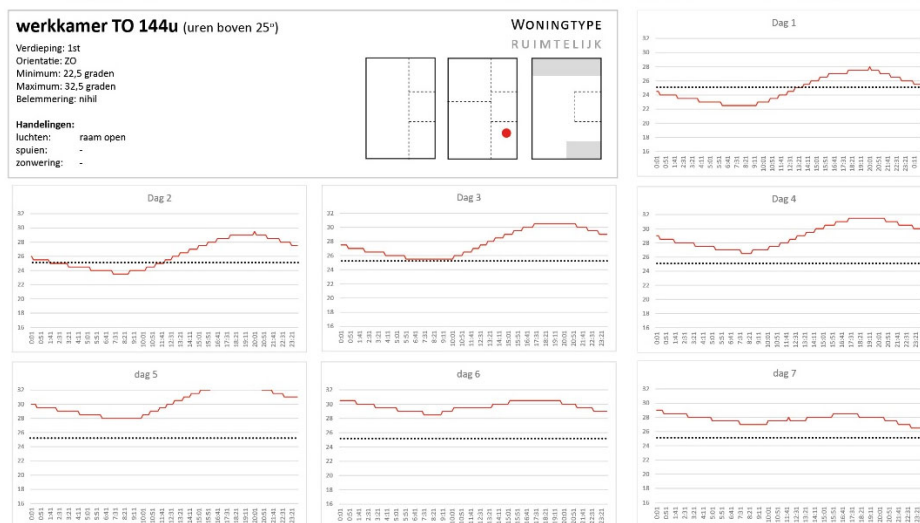
Aangezien de buitentemperatuur al rond 11uur 's ochtends op de meeste locaties de temperatuur van 25°C had bereikt (zie hoofdstuk 2 Relatie buitentemperatuur op binnentemperatuur) was het aan te raden om de ramen vanaf dat moment dicht te houden. Aangezien het grootste effect op het koelen van de binnentemperatuur in de nacht tussen 03.00-07.00uur lag, is het aan te raden om volledige nachtventilatie toe te passen. Op enkele locaties werd anders gehandeld:

Locatie 9 had naar eigen zeggen van de bewoner; "hitte in de woning als probleem ervaren". Er werd een temperatuur gemeten in de woonkamer van 29,5°C (Dag 5, 17.00uur). Hier was geen nachtventilatie toegepast en overdag ging in de middag een raam open. Dit is in de meetcurve goed te zien: 's nachts stabiliseerde de temperatuur en overdag kwam er een week lang, telkens 2-3°C per dag bij.



Figuur12. meetresultaten woonkamer Locatie 6.

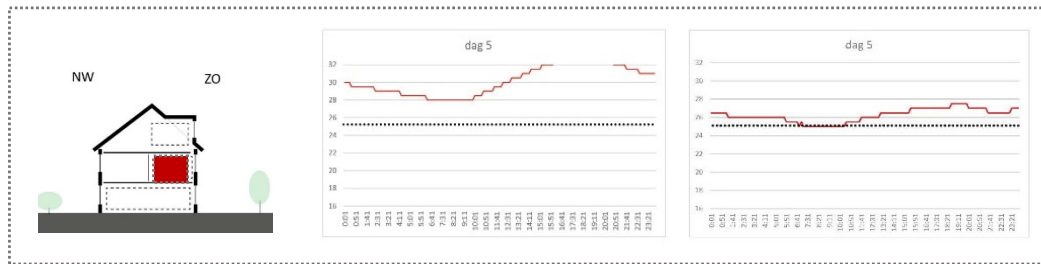
In de werkkamers van locatie 2 werd zowel 's nachts als overdag het raam open gehouden. Op dag 2 is overdag een stijging te zien van de binnentemperatuur met 6 °C. Die nacht zorgt nachtventilatie voor een temperatuurdaling van 4 °C in de ruimte. Vervolgens stijgt de temperatuur op dag 3 met 5 °C. En wederom door nachtventilatie daalt de temperatuur met 4 °C. Dag 4 stijgt met 5 °C en daalt met 3,5 °C. Dag 5 stijgt van 28 °C naar een maximum van 32,5 °C. En wederom daalt de temperatuur in de nacht met 4 °C. Dag 6 stijgt de reeds extreem hoge binnentemperatuur enkele graden extra (2 °C). in de nacht van dag 6 daalt de temperatuur wederom met 4 °C.



Figuur13. meetresultaten werkkamer locatie 2

Het temperatuurverschil tussen de werkkamer van locatie 2 en buiten is al 6 °C. Nachtventilatie zorgt hier voor een afkoeling van 4 °C gedurende de nacht. Hier werd het effect van nachtventilatie dus sterk zichtbaar. De binnentemperatuur blijft stijgen, omdat overdag de ruimte meer opwarmt dan 4 °C.

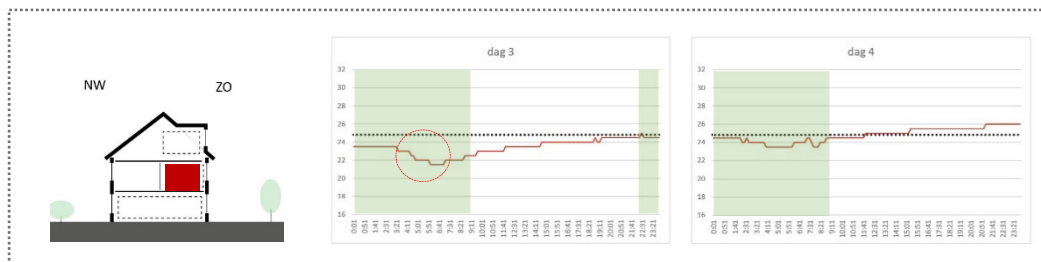
Op dag 5 om 17.00uur werd op locatie 2 een binnentemperatuur van 32,5 °C gemeten terwijl dezelfde kamer bij de burens (locatie 1) 'slechts' 27 °C aangaf. Oftewel, de binnen temperatuur in deze ruimte was op Locatie 2: 5,5 graden hoger dan bij de burens.



Figuur 14. Metingen dag 5. locatie 2 en locatie 1 met een temperatuurverschil van 5,5 °C

Nachtventilatie zorgde op locatie 3 voor een daling van ongeveer 2 °C.

Op dag 3 was het temperatuurverschil rond 22.00uur tussen de slaapkamer van locatie 3 en buiten 1°C.



Figuur 15. Metingen dag 3 en dag 4. locatie 3 met een temperatuurverschil van 2 °C door nachtventilatie.

Nachtventilatie (in groen aangegeven)

Luchten in de ochtend tussen 07.00-09.00uur lijkt niet direct een verkoelend effect te hebben. Op bijna alle meetresultaten is tussen 07.00-09.00uur in de ochtend een stabiele temperatuur zichtbaar. In sommige gevallen stijgt de temperatuur in de ruimte zelfs. Nachtventilatie heeft dus het grootste effect voor 07.00uur.

### *Invloed spuien*

Alle locaties waren meerzijdig georiënteerd. Elke woning bezat de mogelijkheid om te spuien met een andere ruimte met andere invloeden. Er werd verschillend omgegaan met de mogelijkheid om te spuien. Bijvoorbeeld op locatie 8 werd 's nachts de binnendeur open gezet en overdag werd de deur dichtgezet. Op deze locatie bevatten de verschillende ruimtes in de nacht een redelijk gelijke temperatuur rond de 24-25°C. Op locatie 9 werd de tussendeur naar de woonkamer dichtgehouden. De temperaturen in deze woning liepen sterk uiteen. De handelingen voor spuien zijn niet overal ingevuld, er zijn hierdoor geen directe verbanden te leggen.

### *Invloed zonwering*

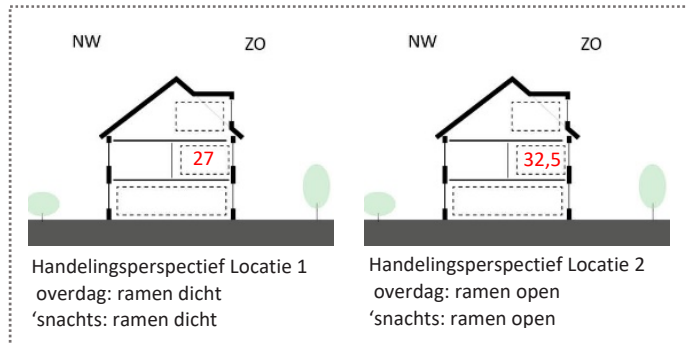
Uit de meetresultaten is niet direct de invloed van binnenzonwering en buitenzonwering af te lezen. Enkele bevindingen zijn: De woonkamer van locatie 9 is op het zuid-oosten gelegen. Hier werd binnenzonwering pas vanaf 16.00uur toegepast. De ochtend en middagzon heeft al met een hoge mate van zonnestraling de kamer kunnen opwarmen.

Locaties 4 en 5 zijn burens. Aan de noord-oostzijde heeft locatie 5 buitenzonwering toegepast. In de slaapkamers was er een gemiddeld temperatuurverschil van 1 °C en in de zolderruimte was er een gemiddeld temperatuurverschil tussen beide woningen gedurende de week van ongeveer 2 °C.

### Conclusies Invloed handelingsperspectief van de bewoners

Het ventilatiegedrag heeft invloed op de binnentemperatuur.

De mate van invloed verschilt. Het openen van een raam overdag als de temperatuur buiten hoger is dan 25 °C zorgt voor opwarming binnen. Een temperatuurverschil van 5,5 °C is zichtbaar tussen een ruimte die dag en nacht geventileerd wordt en een ruimte waarbij de ramen dag en nacht dicht bleven (behalve een luchtmoment in de ochtend).



Figuur 16. Temperatuurverschil van 5,5 °C door verschil in handelingsperspectief

Het effect van nachtventilatie verschilt door invloed van het temperatuurverschil met de buitenlucht. Op locatie 2 was een daling van 4 °C te zien door nachtventilatie. Bij locatie 3 een temperatuurdaling van 2 °C door nachtventilatie. Het effect van nachtventilatie is vooral zichtbaar voor 07.00 uur. Luchten tussen 07.00-09.00uur had in deze situaties weinig verkoelend effect.



## Hoe wordt de warmte in de woning door de bewoner ervaren?

### 6. Koelbehoefte bij bewoners

Na de hitteproef hebben de respondenten een online vragenlijst ingevuld. In tabel 6. zijn de ervaringen in de een overzicht gezet.

LOCATIE	AANGENAME TEMP. OVERDAG	ACCEPTABELE TEMP. OVERDAG	GEM. TEMP. °C DAG 3-6	MAX. TEMP. °C DAG 5 17.00 UUR	AANGENAME TEMP. 'S AVONDS	ACCEPTABELE TEMP. 'S AVONDS	GEM. TEMP. °C DAG 3-6	MAX. TEMP. °C DAG 5 21.00 UUR	
<b>LOCATIE 1</b>									
WOONKAMER	28	25	23,8	25,5					Gem. binnen acceptabele temp.
SLAAPKAMER					18	20	25,5	27	7°C boven acceptabele temp. <b>Slaapverstoring als probleem ervaren</b>
SLAAPKAMER					18	20	26	27	7°C boven acceptabele temp. <b>Slaapverstoring als probleem ervaren</b>
<b>LOCATIE 2</b>									
WOONKAMER	22	22	25,5	26,5					Gem. 3,5 °C boven acceptabele temp.
WERKKAMER	22	22	29,1	32,5					Gem. 7,5 °C boven acceptabele temp.
WERKKAMER	22	22	28,5	30,5					Gem. 6,5 °C boven acceptabele temp
<b>LOCATIE 3</b>									
WOONKAMER	21	25	24 °C	25					Gem. binnen acceptabele temp.
SLAAPKAMER					15	22	24,5	26	Gem. 2,5 °C boven acceptabele temp.
SLAAPKAMER					15	22	28	31	Gem. 6 °C boven acceptabele temp.
<b>LOCATIE 4</b>									
WOONKAMER	19	25	22	23					Gem. binnen acceptabele temp.
SLAAPKAMER					17	21	24	25	Gem. 3 °C boven acceptabele temp.
<b>LOCATIE 5</b>									
WOONKAMER	21	23	21,5	24					Gem. binnen acceptabele temp.
SLAAPKAMER					19	23	23	24	Gem. binnen acceptabele temp.
<b>LOCATIE 6</b>									
WOONKAMER	22	26	27,5	33					Gem. 1.5 °C boven acceptabele temp. Max. temp. 7 °C boven acceptabele temp.
SLAAPKAMER					17	20	25,3	28,5	Gem. 5,3 °C boven acceptabele temp. Max. temp. 8,5 °C boven acceptabele temp.
SLAAPKAMER					17	20	25	26.5	Gem. 5 °C boven acceptabele temp. Max. temp. 6.5 °C boven acceptabele temp. (notitie: piek temp. 19.00uur, 29,5°C)
<b>LOCATIE 7</b>									
WOONKAMER	-	-	24,3	26					-
SLAAPKAMER					-	-	24,6	26	-
<b>LOCATIE 8</b>									
WOONKAMER			24,4	26					-
SLAAPKAMER							25	27,5	-
<b>LOCATIE 9</b>									
WOONKAMER	22	25	27,9	29.5					Gem. 2.9 °C boven acceptabele temp. Max. temp. 5 °C boven acceptabele temp. (notitie: 138,5 uren boven 25 °C) <b>Overdag als probleem ervaren</b>
SLAAPKAMER					19	23	24	26	Gem. 1°C boven acceptabele temp. Max. temp. 3 °C boven acceptabele temp.
SLAAPKAMER					19	23	24,5	26	Gem. 1,5°C boven acceptabele temp. Max. temp. 3 °C boven acceptabele temp.
<b>LOCATIE 10</b>									
WOONKAMER	22	24	26,2	29					Gem. 2.2°C boven acceptabele temp. Max. temp. 5°C boven acceptabele temp.
SLAAPKAMER					20	22	25°C	27	Gem. 3°C boven acceptabele temp. Max. temp. 5 °C boven acceptabele temp.
<b>LOCATIE 11</b>									
WOONKAMER	15	15	24	25.5					-
SLAAPKAMER					15	15	23,6	25,5	-

Tabel 6. ervaring respondenten

*Hitte als probleem ervaren*

De woning van locatie 2 bleek een van de warmste woningen tijdens deze periode. De hitte in deze woning werd echter niet als probleem ervaren door de bewoners.

Gemiddeld lagen de temperaturen tijdens de hittegolf 3°C boven de acceptabele temperatuur van de bewoner. Slechts 2 van de negen respondenten heeft een probleem ervaren tijdens de hittegolf.

In de slaapkamer van locatie was een temperatuuroverschrijding van 7 °C ten opzichte van wat zij zelf als acceptabel hadden opgegeven. De slaapverstoring is begrijpelijk.

De woonkamer van locatie 6 bleek gedurende de proefweek 138,5uur een temperatuur te hebben boven de 25°C. De overlast overdag werd hier ook als probleem ervaren.

*Gedachte achter handelen*

Drie respondenten hielden 's nachts de ramen dicht in verband met diverse factoren, zoals katten, muggen of angst voor diefstal.

*Aanschaf koelvoorziening*

Vier van de negen respondenten die de vragenlijst ingevuld hebben denkt in de toekomst een koelsysteem of losse airco nodig te hebben.

*Conclusie koelbehoefte bij bewoners*

Uit de ervaring van de respondenten blijkt dat de bewoners met de grootste problemen (locatie 2), deze hitte zelf niet als een probleem hadden ervaren. Dit betrof een ouder echtpaar.

Maar liefst 75% van de metingen vielen boven de eigen gestelde acceptatiegrens, maar slechts 14% ervoer de hitte daadwerkelijk als probleem. Drie respondenten hielden 's nachts de ramen dicht in verband met diverse factoren, zoals katten, muggen of angst voor diefstal.

Vier van de negen respondenten die de vragenlijst ingevuld hebben denkt in de toekomst een koelsysteem of losse airco nodig te hebben.

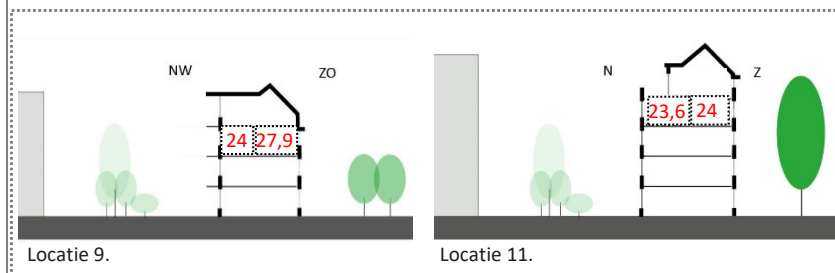
## Conclusie

Er is een behoefte om te koelen in vergelijkbare type woningen in Nederland. Deze behoefte zal stijgen wanneer we in de toekomst langere periodes van (extreme) warmte zullen krijgen. vier van de negen respondenten die de enquête hebben afgerond, denkt in de toekomst een koelvoorziening nodig te hebben. Maar liefst 75% van de metingen vielen boven de eigen gestelde acceptatiegrens, maar slechts 14% ervoer de hitte daadwerkelijk als probleem. De maximale temperatuur die in deze meetproef gehaald is in een ruimte, was 33 °C. De gemiddelde temperatuur in de slaapkamer was 24°C. Het acceptatieniveau in een woning is tijdens deze hittegolf van een periode van een week, hoog gebleken. De hitte werd niet overal als een probleem ervaren, zelfs als de temperatuur ver boven het eigen acceptatieniveau bleek uit te komen. Het handelperspectief van de bewoners verschilden sterk. Het meest gunstig perspectief is gebleken: overdag ramen dicht, 's nachts ramen open. 's Ochtends luchten blijkt in vele gevallen geen verkoelend effect te hebben. In bijlagen A t/m D zijn de resultaten van de meetproef weergegeven.

Van de volgende factoren zijn verbanden gevonden:

### OMGEVINGSINVLOEDEN

BUITENLUCHT	De transmissie van de luchttemperatuur van buiten en binnen op deze tussengelegen verdiepingen is laag. De invloed van transmissie (en/of zonstraling) door wand/dak in deze matig tot slecht geïsoleerde woningen is op de dakverdieping wel zichtbaar.
WIJKTYPOLOGIE	<i>Geen direct verband zichtbaar.</i>
ORIËNTATIE	<i>Geen direct verband zichtbaar.</i> Wel is het opvallend dat verschillende ruimten met verschillende oriëntaties op eenzelfde verdieping binnen een woning gelijke temperaturen geven.
ZONNEWERING DMV OMGEVING	Bij ruimten die beschermd werden door natuurlijke of ruimtelijke invloeden zoals bebouwing of begroeiing, is een gemiddelde temperatuur gemeten rond de 24°C op vergelijkbare ruimten op tussengelegen verdiepingen. Waar omgevingsinvloeden mist als zonwering lagen de gemiddelde temperaturen hoger.

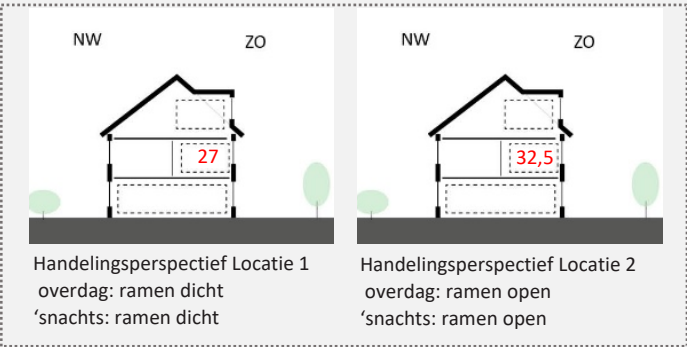


Figuur 10. Gemiddelde temperatuurmetingen in de binnenstedelijke situatie met zichtbare omgevingsinvloeden door bomen / gebouwen.

### WONINGONTWERP

WONINGTYPE	<i>Geen direct verband zichtbaar.</i>
ORIENTATIE	<i>Geen direct verband zichtbaar.</i> Wel is het opvallend dat verschillende ruimten met verschillende oriëntaties op eenzelfde verdieping binnen een woning gelijke temperaturen geven.
VERDIEPING	De ruimten in de dakverdieping behielden de hoogste temperaturen. De transmissie en zoninstraling op het dakvlak is van invloed geweest op de temperatuur in de ruimte eronder. Alle woningen hadden een lage isolatiegraad. Hierdoor is de vergelijking op de invloed van de isolatiegraad niet te maken.
GLASPERCENTAGE	<i>Geen direct verband zichtbaar.</i>
ENERGIEPRESTATIE	<i>Geen direct verband zichtbaar.</i>

**HANDELINGEN**

VENTILATIEGEDRAG	<p>Het ventilatiegedrag heeft invloed op de binnentemperatuur. De mate van invloed verschilt. Het openen van een raam overdag als de buitentemperatuur boven de 25 °C ligt, zorgt voor opwarming binnen in de ruimte. Een temperatuurverschil van 5,5 °C is zichtbaar tussen een ruimte die dag en nacht geventileerd wordt en een ruimte die de ramen voornamelijk dicht hield.</p>  <p><i>Figuur 16. Temperatuurverschil van 5,5 °C door verschil in handelingsperspectief</i></p> <p>Het effect van nachtventilatie verschilt door invloed van het temperatuurverschil met de buitenlucht. Het effect van nachtventilatie is vooral zichtbaar voor 07.00uur. Luchten tussen 07.00-09.00uur had in deze situaties weinig verkoelend effect.</p>
SPUIEN	<p><i>Geen direct verband zichtbaar.</i> Wel is het opvallend dat verschillende ruimten met verschillende oriëntaties op eenzelfde verdieping binnen een woning gelijke temperaturen geven.</p>
ZONWERING	<p><i>Geen direct verband zichtbaar.</i></p>

**Aanbevelingen toekomstig onderzoek***Invloed enkelzijdige oriëntatie*

Alle gemeten situaties hadden een meerzijdige oriëntatie, waardoor spuien binnen de woning mogelijk was. De mate van spuien is niet direct uit de meting te achterhalen, maar het is interessant om te zien wat het verschil is met een woning die enkel op west of enkel op zuid georiënteerd is.

*Percentage glas*

Als er grote glasoppervlakken aanwezig zijn in een ruimte waar geen externe zonwering is, zal de opwarming in de ruimte hoog zijn. Veel hoogbouw wordt voorzien van glas van vloer tot vloer. Wat is de opwarming door deze moderne glasverhouding?

*Invloed isolatie*

Nieuwe eisen voor de isolatiegraad zorgt ervoor dat de warmte beter vastgehouden wordt in de woning. Hoe warm wordt het in sterk geïsoleerde woningen?

*Handelingsperspectief*

Wat is de rede achter het handelen van een bewoner? Bewoners met een woning langs een snelweg zullen minder snel gebruik maken van nachtventilatie. Waarom worden de gordijnen overdag niet dichtgehouden? Onderzoek naar de gedachte achter handelen geeft inzicht in de dynamische factor van oververhitting in woningen.

## Literatuur

---

- <sup>i</sup> KNMI. klimaatscenario's voor Nederland '14. (2015)
- <sup>ii</sup> W/E adviseurs. Ontwikkeling koudevraag van woningen. (2018)
- <sup>iii</sup> Koelbehoefte klimaatverbond Nederland, (januari 2020), geraadpleegd op;  
<https://www.klimaatverbond.nl/thema/koelbehoefte>
- <sup>iv</sup> Nieuwe eis ter verkleining risico op oververhitting nieuwbouwwoningen. (2019), geraadpleegd op;  
<https://www.rvo.nl/actueel/nieuws/nieuwe-eis-ter-verkleining-risico-op-oververhitting-nieuwbouwwoningen>
- <sup>v</sup> NTA 8800:2019-06 nl, Energieprestatie van gebouwen, bepalingmethode (2019), Koninklijk Nederlands Normalisatie-instituut
- <sup>vi</sup> ISSO publicatie. Kleintje Koellast, Bepalingmethode voor het koelvermogen in vertrekken en gebouwen. (2017), ISSO
- <sup>vii</sup> Kleerekoper L. Urban Climate Design, Improving thermal comfort in Dutch neighbourhoods, (2016), Delft
- <sup>viii</sup> <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/lijsten/hittegolven> (September 2020)

## **Bijlagen**

Bijlage A. Gemiddelde temperaturen

Bijlage B. Maximale temperatuur op dag 5

Bijlage C. Buitentemperaturen

Bijlage D. Meetresultaten per locatie (*op te vragen bij: f.de.vries@hva.nl*)

## Bijlage A. Gemiddelde temperaturen

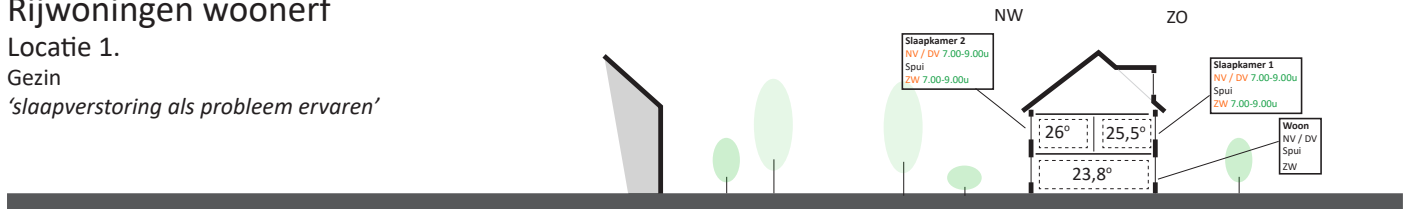
Alle situatieschetsen, meetresultaten en handelsperspectieven zijn in kaart gebracht en vormen een specifieke woonsituatie: Per locatie zijn de woonsituaties in kaart gebracht. De gegeven temperatuur is het gemiddelde in de betreffende ruimte gedurende dag 3 t/m dag 6 tijdens de hitteproef.

### Rijwoningen woonerf

Locatie 1.

Gezin

'slaapverstoring als probleem ervaren'

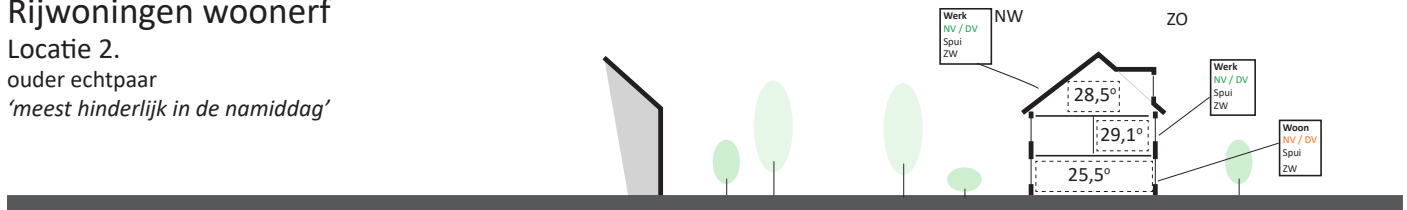


### Rijwoningen woonerf

Locatie 2.

ouder echtpaar

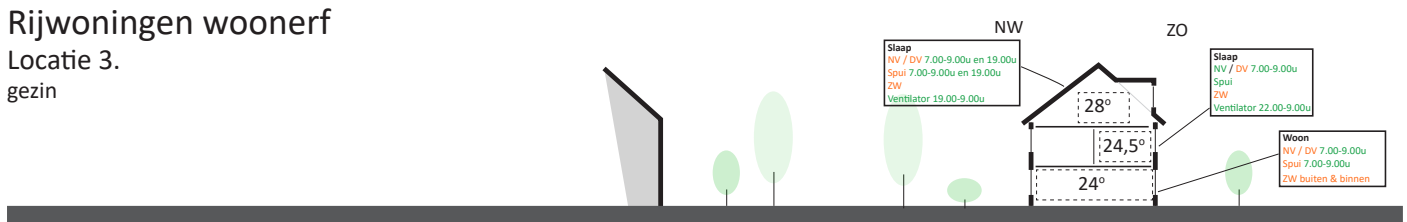
'meest hinderlijk in de namiddag'



### Rijwoningen woonerf

Locatie 3.

gezin

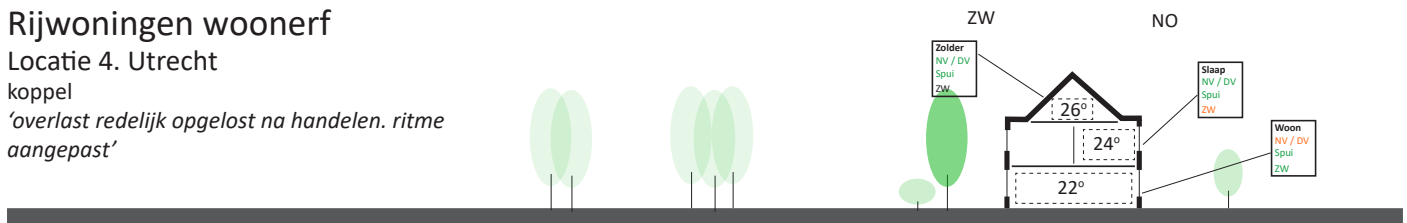


### Rijwoningen woonerf

Locatie 4. Utrecht

koppel

'overlast redelijk opgelost na handelen. ritme aangepast'

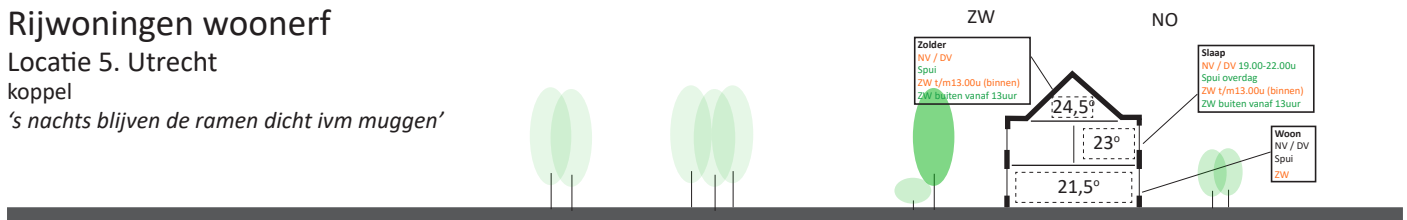


### Rijwoningen woonerf

Locatie 5. Utrecht

koppel

's nachts blijven de ramen dicht ivm muggen'





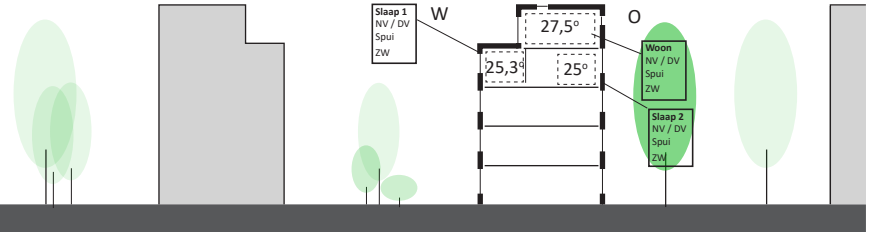
## Bijlage A. Gemiddelde temperaturen.

Alle situatieschetsen, meetresultaten en handelsperspectieven zijn in kaart gebracht en vormen een specifieke woonsituatie: Per locatie zijn de woonsituaties in kaart gebracht. De gegeven temperatuur is het gemiddelde in de betreffende ruimte gedurende dag 3 t/m dag 6 tijdens de hitteproef.

### Vooroorlogs appartement

Locatie 6. Amsterdam  
gezin

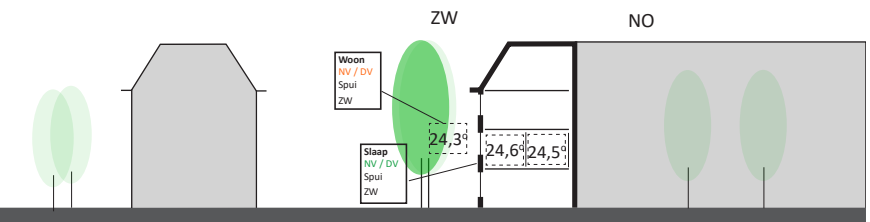
'ritme aangepast'  
'meest hinderlijk 's avonds'



### Vooroorlogs appartement

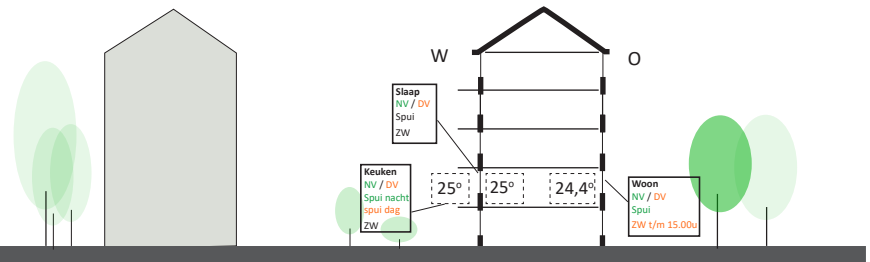
Locatie 7. Amsterdam  
1 persoon

'ritme aangepast: ik ging veel naar buiten'



### Vooroorlogs appartement

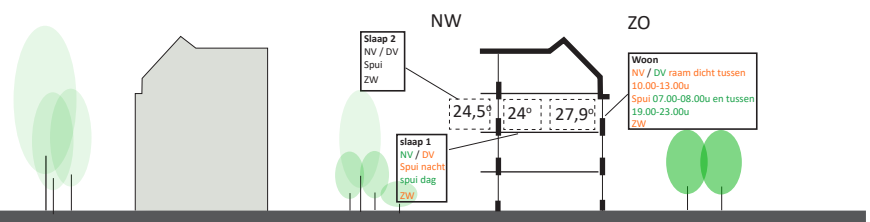
Locatie 8. Amsterdam  
gezin



### Vooroorlogs appartement

Locatie 9. Amsterdam  
1 persoon

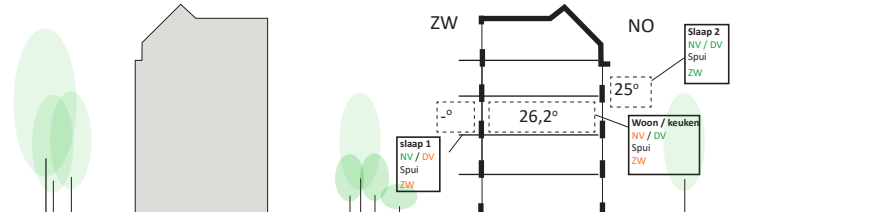
'hitte in woning als probleem ervaren, voornamelijk overdag'



### Vooroorlogs appartement

Locatie 10. Amsterdam  
gezin

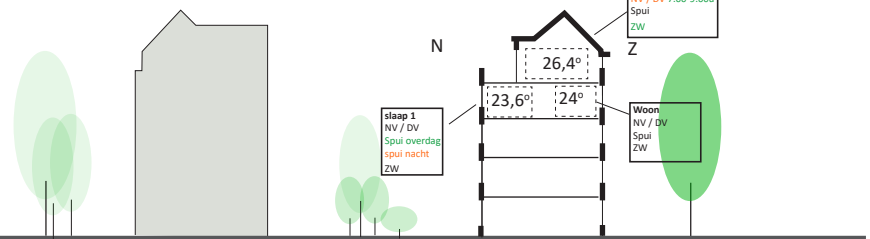
'bang voor toekomstig probleem in de woning als extreme warmte langer wordt'



### Vooroorlogs appartement

Locatie 11. Amsterdam  
gezin

'hittegolf als wel prettig ervaren'



## Bijlage B. Maximale temperatuur op dag 5

Overzicht van de meetresultaten in de situatieschets per locatie.

weergave van de maximale temperaturen op de momenten:

woonkamer op dag 5: 17.00uur

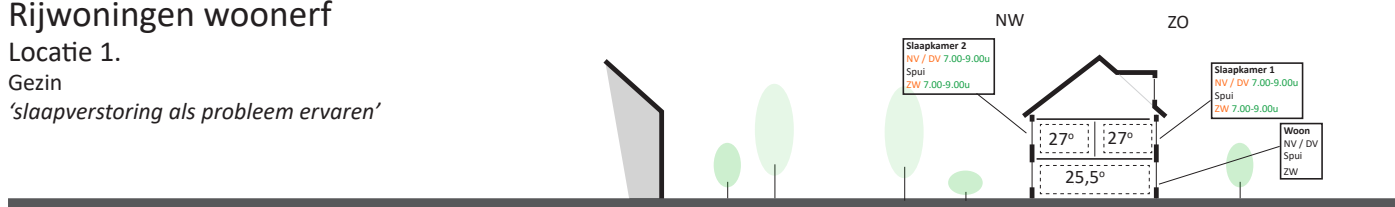
slaapkamer op dag 5: 21.00uur

### Rijwoningen woonerf

Locatie 1.

Gezin

'slaapverstoring als probleem ervaren'

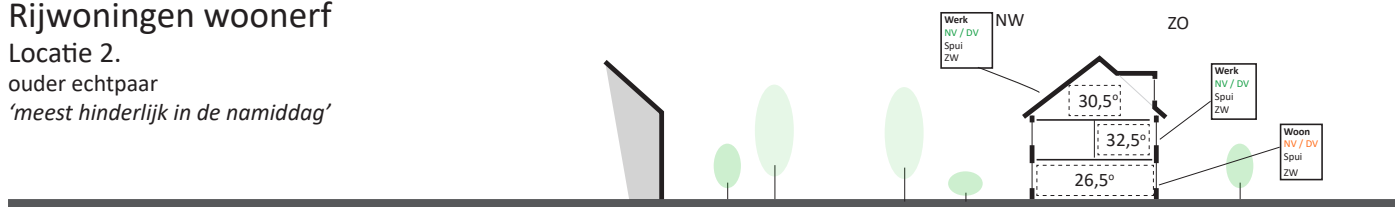


### Rijwoningen woonerf

Locatie 2.

ouder echtpaar

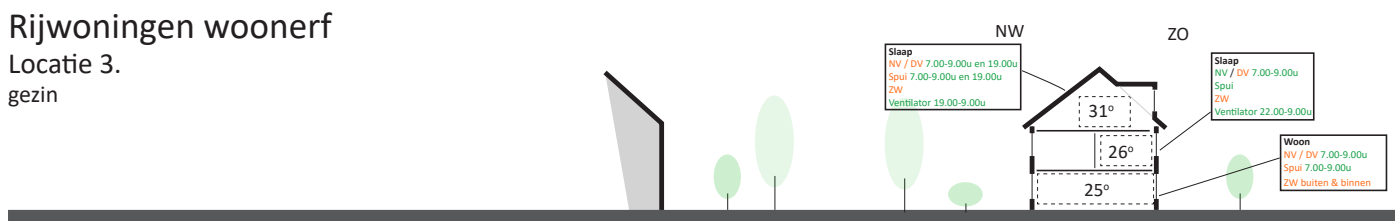
'meest hinderlijk in de namiddag'



### Rijwoningen woonerf

Locatie 3.

gezin

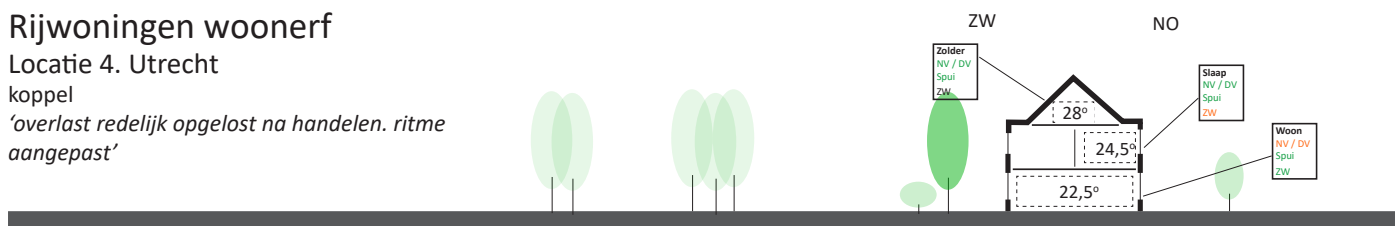


### Rijwoningen woonerf

Locatie 4. Utrecht

koppel

'overlast redelijk opgelost na handelen. ritme aangepast'

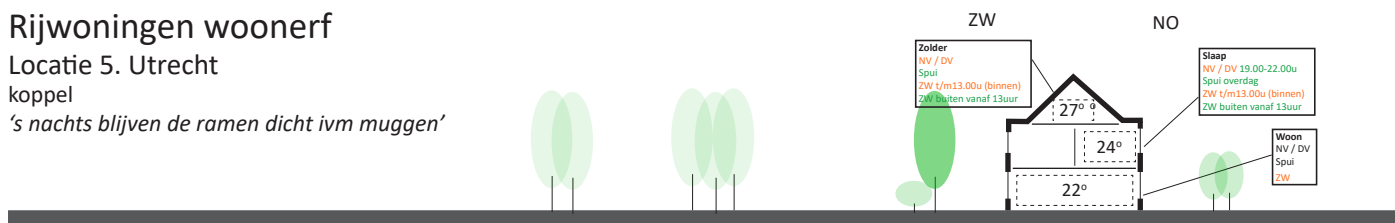


### Rijwoningen woonerf

Locatie 5. Utrecht

koppel

's nachts blijven de ramen dicht ivm muggen'



## Bijlage B. Maximale temperatuur op dag 5

Overzicht van de meetresultaten in de situatieschets per locatie.

weergave van de maximale temperaturen op de momenten:

woonkamer op dag 5: 17.00uur

slaapkamer op dag 5: 21.00uur

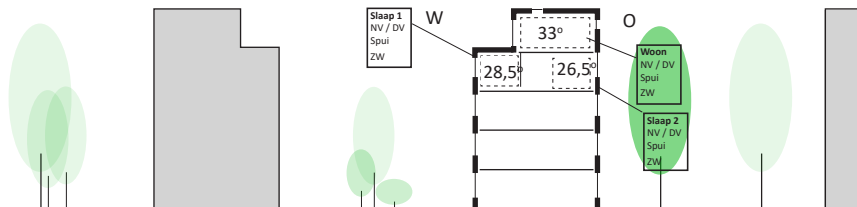
### Vooroorlogs appartement

Locatie 6. Amsterdam

gezin

*'ritme aangepast'*

*'meest hinderlijk 's avonds'*

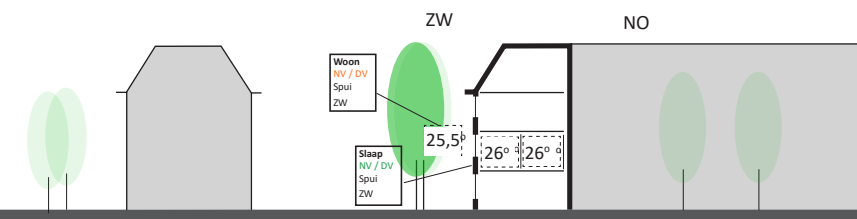


### Vooroorlogs appartement

Locatie 7. Amsterdam

1 persoon

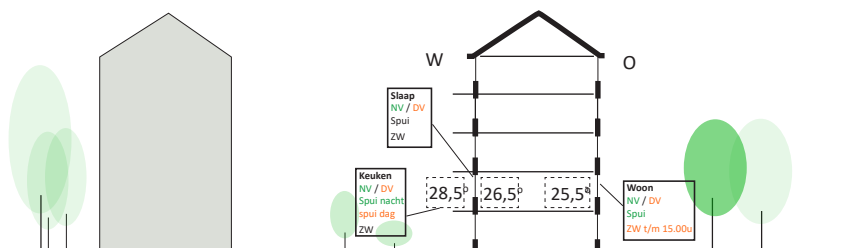
*'ritme aangepast: ik ging veel naar buiten'*



### Vooroorlogs appartement

Locatie 8. Amsterdam

gezin

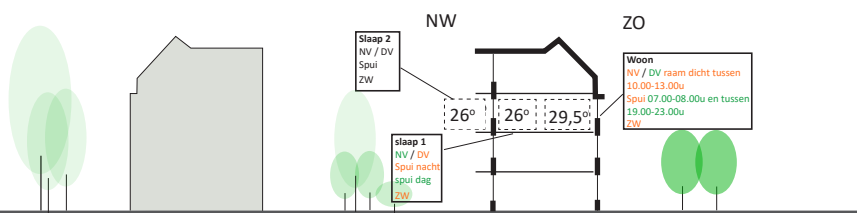


### Vooroorlogs appartement

Locatie 9. Amsterdam

1 persoon

*'hitte in woning als probleem ervaren, voornamelijk overdag'*

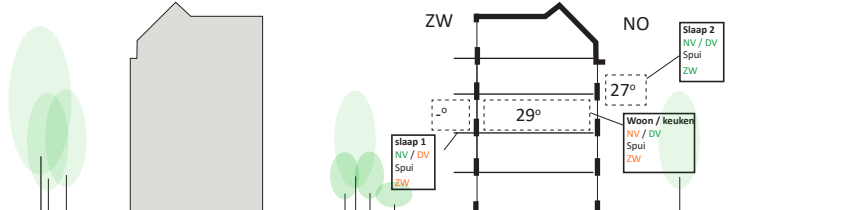


### Vooroorlogs appartement

Locatie 10. Amsterdam

gezin

*'bang voor toekomstig probleem in de woning als extreme warmte langer wordt'*

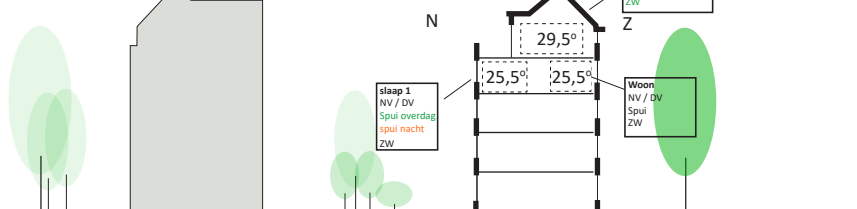


### Vooroorlogs appartement

Locatie 11. Amsterdam

gezin

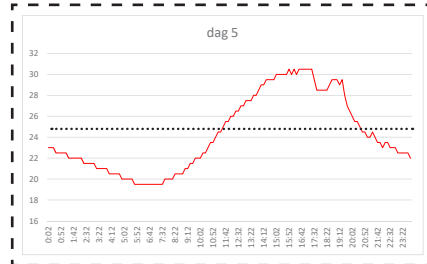
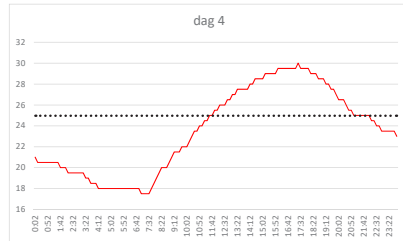
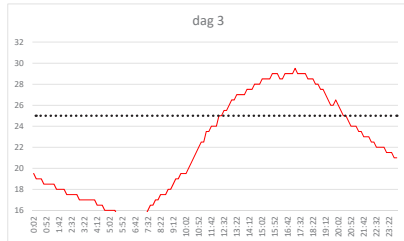
*'hittegolf als wel prettig ervaren'*



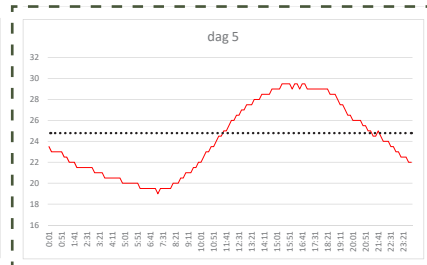
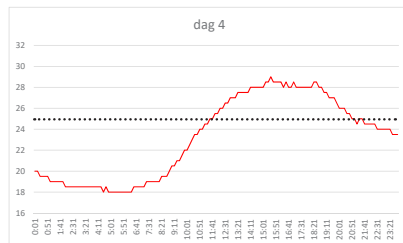
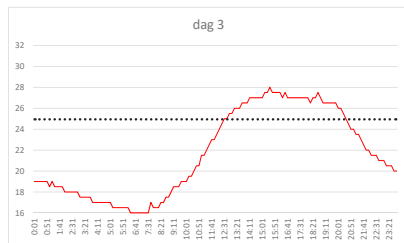
# Bijlage C. Buitentemperaturen

Overzicht van de buitentemperaturen per locatie. van dag 3 t/m dag 5.  
Gedurende deze dagen werden hoge pieken in de temperatuur behaald.

## Gouda locatie 1 t/m 3

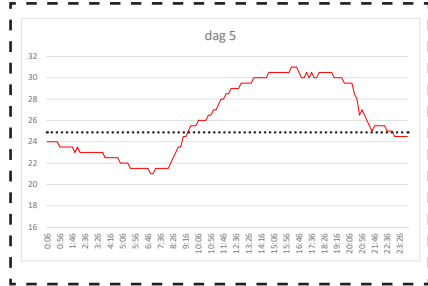
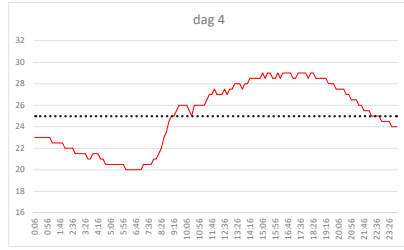
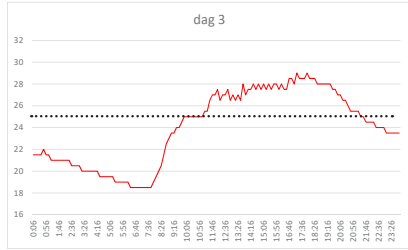


## Utrecht locatie 4 t/m 5

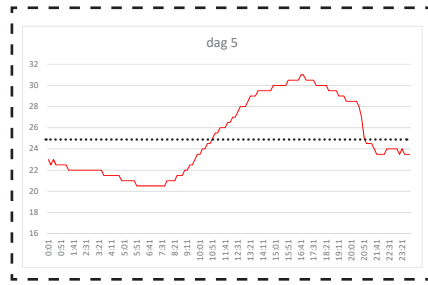
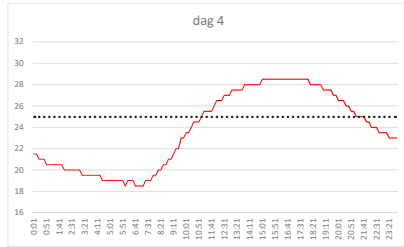
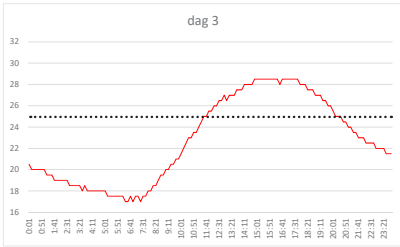


# Bijlage C. Buitentemperaturen

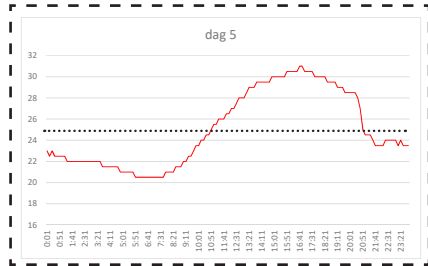
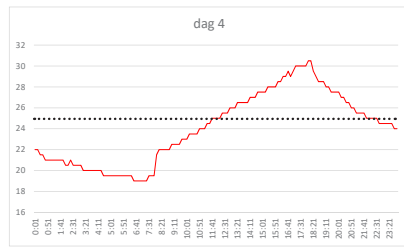
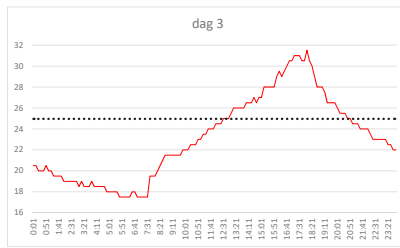
## Amsterdam locatie 6



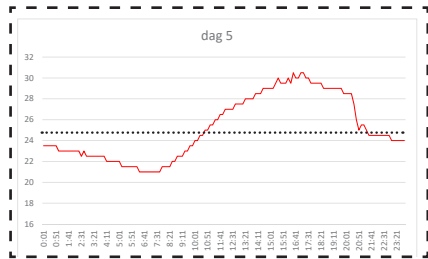
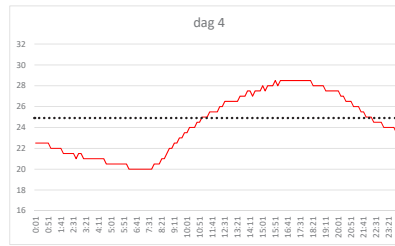
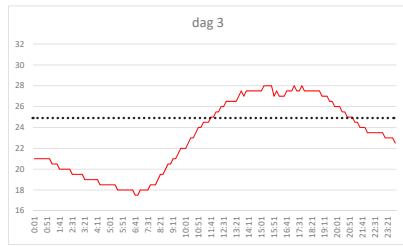
## Amsterdam locatie 7



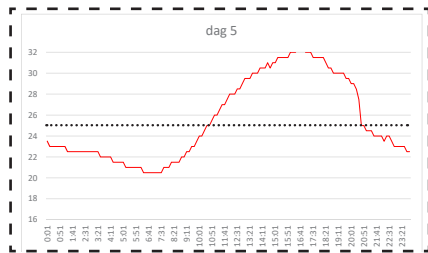
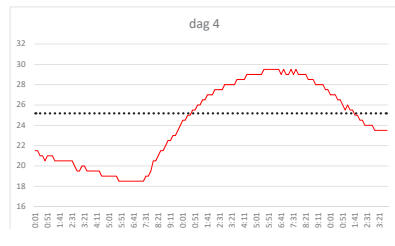
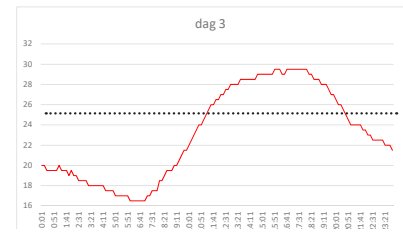
## Amsterdam locatie 8



## Amsterdam locatie 10



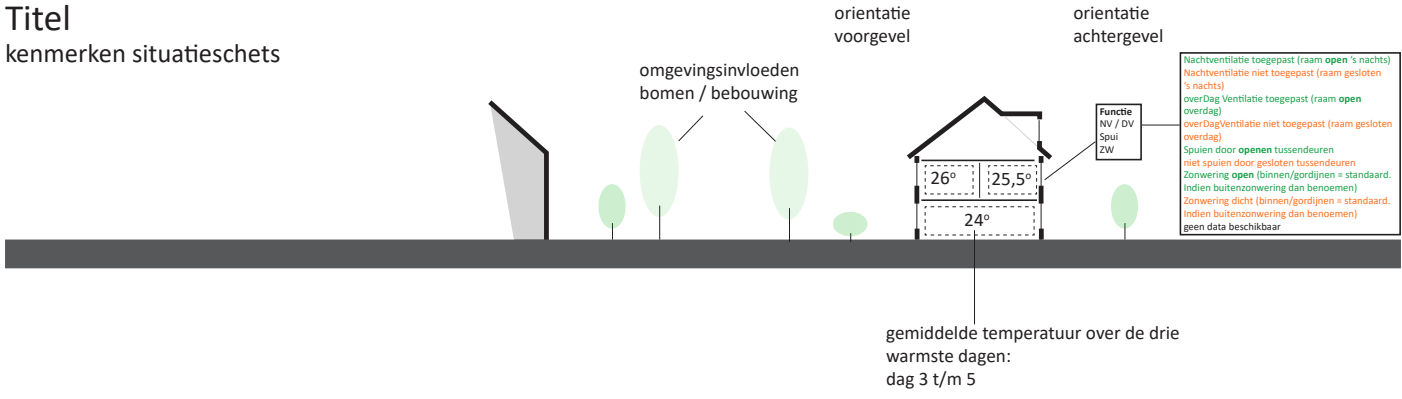
## Amsterdam locatie 11



# D. Meetresultaten per locatie

Alle situatieschetsen, meetresultaten en handelsperspectieven zijn in kaart gebracht en vormen een specifieke woonsituatie:

**Titel**  
kenmerken situatieschets



Rijwoningen woonerf  
Locatie 1.  
Gezin  
*'Slaapverstoring als probleem ervaren'*

