HANDREIKING HITTE IN BESTAANDE WONINGEN

Een hulpmiddel en overzicht voor gemeenten en woningbouwcorporaties bij het aanpakken van hitte in woningen

NATIONAAL KENNIS EN INNOVATIEPROGRAMMA WATER EN KLIMAAT

Klimaatbestendige Stad
Januari 2022

INHOUD

Waarom deze handreiking?
Wat staat er in deze handreiking?
Wat zorgt voor hitte in de woning?
Het hittelabel
Belangrijkste adviezen
Verdiepende factsheets

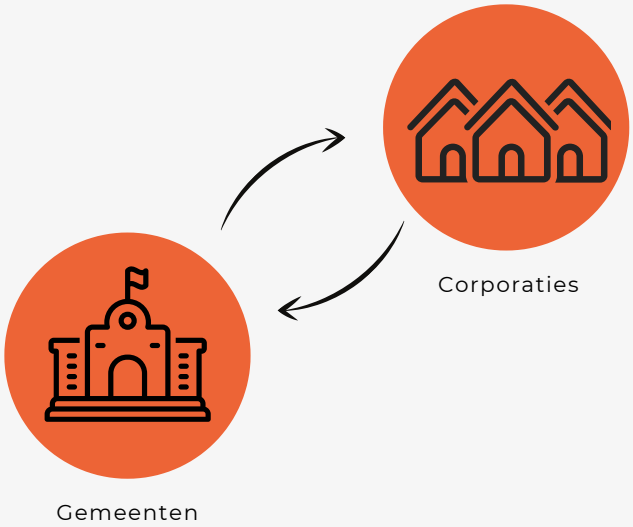
WAAROM DEZE HANDREIKING?

Steden zijn gevoelig voor de effecten van klimaatverandering, waaronder hittegolven. Daarmee nemen ook de problemen rondom hittestress toe: doordat gebouwen en gebouwde gebieden niet ontworpen zijn op de hogere temperaturen ontstaan risico's voor de gezondheid van (kwetsbare) burgers.

Gemeenten en corporaties zien steeds meer de noodzaak om de hitteproblematiek aan te pakken maar missen handelingsperspectief: in welke situatie warmen woningen het meeste op? Met welke maatregelen kan die hitte het beste worden beperkt? En wat kan de bewoner zelf doen? In het kader van het Nationaal Kennis en Innovatieprogramma Water en Klimaat KBS is onderzoek gedaan naar welke maatregelen op gebied-, gebouw- en gebruikersniveau de grootste invloed hebben op hitte in woningen. De opgedane kennis is omgezet in deze handreiking aan de hand van een aantal onderdelen, zoals hiernaast weergeven.

VOOR WIE?

Deze interactieve handreiking is geschreven voor gemeenten en corporaties. Het geeft een overzicht van hitteproblemen bij enkele woningtypen en de effectiviteit van hittereducerende maatregelen. Zo hebben gemeenten en corporaties een praktische handreiking met overzicht van de huidige kennis rondom hitte met als doel overzichtelijke inzichten te geven over welke maatregelen werken.



WAT STAAT ER IN DEZE HANDREIKING?

*Deze handreiking bundelt bestaande en nieuwe inzichten over **welke factoren de binnentemperatuur in woningen bepalen**. Om tot dit overzicht te komen hebben we verschillende activiteiten verricht: er is een literatuurstudie uitgevoerd, evenals een simulatiestudie, en daarnaast zijn bijeenkomsten met verschillende publieke en private instanties georganiseerd om de resultaten uit deze onderzoeken te bespreken en aan te scherpen.*

Gebied *Gebouw* *Gebruiker*

DE LITERATUURSTUDIE

In de literatuurstudie hebben we gekeken naar de invloed van factoren en maatregelen op hitte in de woning op drie niveaus: gebied (omgeving), gebouw, en gebruiker (gedragingen van bewoners). Hiervoor hebben we bestaande onderzoeken en inzichten uit de praktijk samengebracht. Hierdoor ontstaat een eerste beeld van welke mogelijke factoren tot nu zijn onderzocht, de huidige stand van kennis per factor, en kennislacunes die nog om nader onderzoek vragen. Voor alle factoren hebben we samenvattende tabellen gemaakt die het effect op hitte in verschillende type woningen weergeven en onderbouwen. De onderstaande tabellen zijn hier een voorbeeld van. De tabellen geven zowel kwalitatief als kwantitatief een beeld van de invloed op de binnentemperatuur van de woning.

Kenmerk	Rijwoning tussen	Vrijstaande of hoekwoning	Appartement tussen	Appartement dak	Alle Typen	Notitie
Type glas (helder of zonwerend)	1450	1650	2500	2400	1950	[a]
Dynamische zonwering	750	1425	3000	2700	1625	[a]
Overstek	1000	1050	2100	1750	1350	[a]
Oriëntatie van de ruimte/ woning	1150	1150	1150	1150	1150	
Natuurlijke Ventilatie/ Spuien, zomernacht ventilatie	1150					
Mate van isolatie	502.5					
Raamgrootte	950					
Hoogte (bouwlaag) van de woning	0					
Type mechanische ventilatie systeem	15					
Interne warmtelast (apparatuur, etc.)	50					
Verhogen mechanische ventilatie debiet	260					
Thermische massa	145					
Hoog reflecterende gevel en/of dak	300					
Zonnepanelen	300					
Verhogen luchtsnelheid (ventilatoren)	?					
Mechanische ventilatie met koude terugwinning	50					
Bleuwgroen dak	60					
Verticale beschaduwing	0					
Groene gevel	0					

Kenmerk	Rijwoning tussen	Vrijstaande of hoekwoning	Appartement tussen	Appartement dak
Raam grootte	5-10% meer glas in de gevel leidt tot een toename van: ~9-80 GTO-uren [1]. Hogere thermische massa verkleint dit effect. Ventilatie is maatgevende: ~1900 GTO-uren (zomernacht ventilatie) [4]	5-10% meer glas in de gevel leidt tot een toename van: ~30-150 GTO-uren [1]. Hogere thermische massa verkleint dit effect	5-10% meer glas in de gevel leidt tot een toename van: ~90-320 GTO-uren [1]. Hogere thermische massa verkleint dit effect	5-10% meer glas in de gevel leidt tot een toename van: ~90-130 GTO-uren [1]. Hogere thermische massa verkleint dit effect
Type glas	Zonwerend glas in relatie tot regulier HR glas (geen zonwering) geeft een verlaging van: ~1450 GTO-uren [1]	Zonwerend glas, een verlaging van: ~1000-2300 GTO-uren [1]	Zonwerend glas, een verlaging van: ~2500 GTO-uren [1]	Zonwerend glas, een verlaging van: ~2400 GTO-uren [1]
Overstek	Overstek van 0,8m leidt in relatie tot geen zonwering een verlaging van: ~1000 GTO-uren [1]	Overstek, een verlaging van: ~600-1500 GTO-uren [1]	Overstek, een verlaging van: ~2100 GTO-uren [1]	Overstek, een verlaging van: ~1750 GTO-uren [1]
Dynamische zonwering	Buitenzonwering biedt in relatie tot geen zonwering een verlaging van: ~750 GTO-uren [3]	Buitenzonwering, een verlaging van: ~1200-2600 GTO-uren [1] ~250-400 minder GTO-uren [6]	Buitenzonwering, een verlaging van: ~3000 GTO-uren [1]	Buitenzonwering, een verlaging van: ~2700 GTO-uren [1]

SIMULATIESTUDIE

Met de opgedane kennis uit de literatuurstudie zijn simulaties voor twee type woningen opgezet om de effectiviteit van de belangrijkste en meest relevante factoren en maatregelen uit de literatuurstudie nader te onderzoeken. In deze simulatiestudie is dit gedaan voor een rijtjeswoningen en een appartementen (galerijwoningen). Met de keuze voor deze twee woningtypen hebben we een eerste beeld voor een substantieel deel van de Nederlandse woningvoorraad die in bezit is van corporaties. In de simulatiestudie zijn maatregelen op gebieds- en gebouwniveau meegenomen. Ook het gedrag van bewoners, zoals keuzes in ventileren en het gebruik zonwering, is in de simulaties meegenomen.

Het effect op de hitte is uitgedrukt in Gewogen TemperatuurOverschrijdingsuren (GTO-uren). GTO-uren zijn een gewogen verrekening van het aantal uur dat het warmer wordt dan een bepaalde temperatuurgrens. Het is daarmee een methode die een indicatie geeft van het risico op hittestress in een woning. Voor nieuwbouw geldt nu volgens de TOjuli-eis dat het aantal GTO-uren onder de 450 uur moet blijven bij een temperatuurgrens van 27 °C. Wij kozen ervoor om deze GTO-methodiek in de simulaties ook te hanteren om aan te sluiten bij de methodiek voor nieuwbouw.

BIJEENKOMSTEN

De bevindingen die zijn voortgekomen uit de uitgevoerde literatuur- en simulatiestudie zijn in een aantal bijeenkomsten voorgelegd aan een begeleidingscommissie, waar verschillende organisaties uit het publieke en private domein deel van uitmaakten. Verder is tijdens het voorprogramma van het Deltacongres 2021 de handreiking besproken in een sessie waar circa 70 deelnemers van verschillende achtergronden aan meededen. Door hun ingebrachte kennis zijn resultaten aangescherpt dan wel genuanceerd, en is deze handreiking vormgegeven en opgezet.

OPZET VAN DE HANDREIKING

Deze handreiking bestaat uit een viertal onderdelen:

- Wat zorgt voor hitte in de woning? In de eerste plaats is in een overzichtstabel toegelicht welke **factoren** volgens de literatuurstudie en simulaties de hitte in de woning verergeren of juist beperken.
- Een **hittelabel.** Dit label geeft de 'score' weer die op basis van verschillende factoren bepaalt hoe gevoelig een rijtjeswoning of appartementenwoning is voor hitte.
- Belangrijkste adviezen over hitte, en een overzicht van **maatregelen** die juist wel of niet aan te bevelen zijn.
- **Factsheets** geven per maatregel op gebieds-, gebouw of gebruikersniveau informatie over de definitie, het effect op hitte in de woning, maar ook de kosten, en achtergrondinformatie over de maatregel. Ook links naar subsidies en andere bruikbare bronnen zijn opgenomen, waardoor de factsheets een verdieping op het hittelabel zijn.

STATUS VAN DE HANDREIKING: GROEIDOCUMENT

De kennis over hitte in relatie tot gebied, gebouw en gebruiker is nog sterk in ontwikkeling. Informatie uit deze handreiking zal in de loop der tijd ook aanpassingen of aanvullingen nodig hebben. Deze handreiking moet daarom gezien worden als een 'groeidocument', en geen uitputtend of alomvattend overzicht. Het is een stuk wat de huidige kennis in een compacte vorm bijeenbrengt, en als startpunt kan worden gebruikt voor gemeenten en corporaties om verdiepend onderzoek of doelgerichte acties te ondernemen.

Aanvullingen kunnen onder meer worden gehaald uit hittemetingen en belevingsonderzoek dat in het kader van dit onderzoek ook voorgenomen was. Door het wegblijven van hittegolven in de zomer van 2021 konden deze metingen niet uitgevoerd worden. Advies is om dat bij komende hittegolven alsnog te doen als onderbouwing en verdere aanscherping van de uitgevoerde simulaties en literatuurstudie.

SCHEMATISCH OVERZICHT VAN HET WERKPROCES

WAT ZORGT VOOR HITTE IN DE WONING?

Uit de literatuurstudie en simulatiestudie blijkt dat bepaalde gebouwkenmerken een belangrijke rol spelen bij de opwarming van de woning. In hoeverre de ene woning meer opwarmt dan de andere hangt ook af van omgevingsfactoren en gedragingen van bewoners.

Het Overleg Standaarden Klimaatadaptatie (OSKA) heeft aan de hand van eerder onderzoek een 'ladder voor koeling' opgesteld: hou rekening met de omgeving van gebouwen, voorkom intrede van hitte, verdrijf de warmte en zorg voor efficiënte koelvoorzieningen. Op basis van nieuwe inzichten uit de literatuurstudie en simulatiestudie, hebben wij de onderstaande overzichtstabel opgesteld. Deze tabel laat zien wat voor invloed verschillende omgevingsfactoren, gebouwkenmerken, en gedragingen van bewoners hebben op hitte in de woning. Wat blijkt is dat vooral zoninstraling bepalend is voor de mate van opwarming van de woning en dat daarmee maatregelen die zoninstraling tegengaan ook het grootste positieve effect hebben. Hoewel we de effecten van deze factoren zo goed mogelijk hebben berekend aan de hand van de bestaande literatuur en simulaties, is het een eerste quick scan en zijn er nog een aantal onzekerheden en beperkingen in die maken dat we deze effecten vooral in vergelijkende zin tonen. Op deze onzekerheden en beperkingen wordt bij het hittelabel nader ingegaan.

Buitenzonwering Metallic gordijnen Zonwerend glas Boom voor het raam	Sterk positief effect	Het beperken van de zoninstraling blijkt het belangrijkste te zijn in het koel houden van de woning. Buitenzonwering, metallic gordijnen, zonwerend glas, en een boom voor het raam zullen naar verwachting de zoninstraling het beste beperken en de woning koel houden tijdens een hete periode.
Optimalisatie spuiventilatie Triple glas 10 procentpunt meer groen	Positief effect	Woningen waar ventilatiemogelijkheden beperkt zijn, hebben een grotere kans op opwarming. Optimalisatie van de spuiventilatie is daarom van belang. Daarnaast zorgt meer groen in de omgeving voor een koelere luchttemperatuur, wat het effect van ventilatie kan vergroten. Dit precieze effect heeft nog wel nader onderzoek nodig. Woningen met een boom voor het raam (meer groen) en triple glas beperken tot slot de zoninstraling waardoor de woning koeler blijft, maar het effect van de maatregelen onder 'sterk positief effect' is groter.
Gordijnen dicht Groene daken Groene gevels	Geen of amper effect	Woningen die alleen gordijnen hebben als zonwering lopen het risico om alsnog op te warmen. Dit komt door opwarming van de gordijnen. Deze warmte wordt vervolgens aan de binnenruimte afgegeven. Groene gevels of daken bij een enkele woning hebben veelal slechts een klein direct effect op de binnentemperatuur. Bij een geïsoleerde woning zal het toepassen van een groene daken of gevels vooral effect hebben op de oppervlaktetemperatuur aan de buitenzijde van de gevel, maar zal nauwelijks van invloed zijn op de binnentemperatuur.
Geen spuiventilatie Kieren dicht	Negatief effect	Woningen met onvoldoende spuiventilatiemogelijkheden lopen een groter risico op oververhitting. Dit risico wordt nog eens vergroot wanneer de woning is geïsoleerd en de kieren zijn gedicht. Hierdoor wordt namelijk de zoninstraling die de woning intreedt vastgehouden. Het koelende effect van ventileren wordt hierdoor beperkt.

HET HITTELABEL: HOE KWAM HET TOT STAND?

Naast de overzichtstabel met hittebepalende factoren voor een woning, is er een hittelabel ontwikkeld op basis van de simulatiestudie. Voor we ingaan op de werking van het hittelabel, hebben we een korte toelichting gemaakt over hoe de simulaties zijn opgebouwd en welke beperkingen hierbij aan te merken zijn.

HET SIMULATIEMODEL

Om de mate van oververhitting, en het effect van de verschillende maatregelen in te kunnen schatten zijn gebouwsimulaties uitgevoerd met behulp van Vabi Elements. Van de berekende gebouwen zijn simulatiemodellen opgesteld waarin typische kenmerken als bouwmaterialen, isolatiewaarden, zontoetredingsfactor van de ramen, maar ook de activiteiten binnenhuis zijn ingevoerd. Van elke te berekenen ruimte wordt in de simulatiesoftware uurlijks de warmtebalans opgemaakt. Enkele zaken die mee worden genomen in deze uurlijkse balans zijn: warmteafgifte van de mensen / apparatuur, zoninstraling door de ramen, warmtetransport door de wanden en ramen, luchtuitwisseling met buiten door ventilatie, infiltratie en te openen ramen.

De gebouwsimulatie is van het type “dynamische simulatie”. Dit houdt in dat er niet uurlijks een statische berekening wordt gemaakt, maar dat het effect van het langzaam opwarmen van zware constructies die later weer de warmte afgeven ook wordt meegenomen.

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

BEPERKINGEN VAN DE SIMULATIESTUDIE

De dynamische simulaties kennen een aantal beperkingen waarbij rekening gehouden moet worden met het interpreteren van de resultaten. De simulatie is in staat om nauwkeurig het warmtetransport binnenshuis te voorspellen, maar is geen stromingsberekening. Dit betekent dat warmtetransport door luchtuitwisseling derhalve niet automatisch wordt berekend. Als er een losse ruimte in een gebouw wordt berekend, gaat de simulatie er vanuit dat er geen warmtetransport door de tussenwanden plaatsvindt.

Bij een portiekflat zijn bijvoorbeeld een woonkamer en slaapkamer gesimuleerd die niet aan elkaar grenzen. Er vindt dan op geen enkele wijze warmtetransport plaats tussen deze twee ruimten. Het kan dus voorkomen dat de woonkamer al flink warm is, terwijl het in de slaapkamer aangenaam koel is. In de praktijk zal dit effect zeker optreden afhankelijk van de oriëntatie, maar de temperatuur zal in de gehele woning wat uitmiddelen doordat er wel luchttransport plaatsvindt tussen de twee ruimten.

Een andere belangrijke beperking is de onzekerheid van buitenluchttoetreding door kieren en spleten (infiltratie) en door het openen van ramen (spuiventilatie). In de software kan een luchthoeveelheid wordt ingevoerd bij verschillende windsnelheden. Er zal echter een forse onzekerheidsmarge overblijven. Voor de uniformiteit van de berekeningen zijn de ventilatiehoeveelheden aangehouden zoals genoemd in de "Bijlage VII behorende bij artikel 3.10 van de Regeling bouwbesluit 2012”.

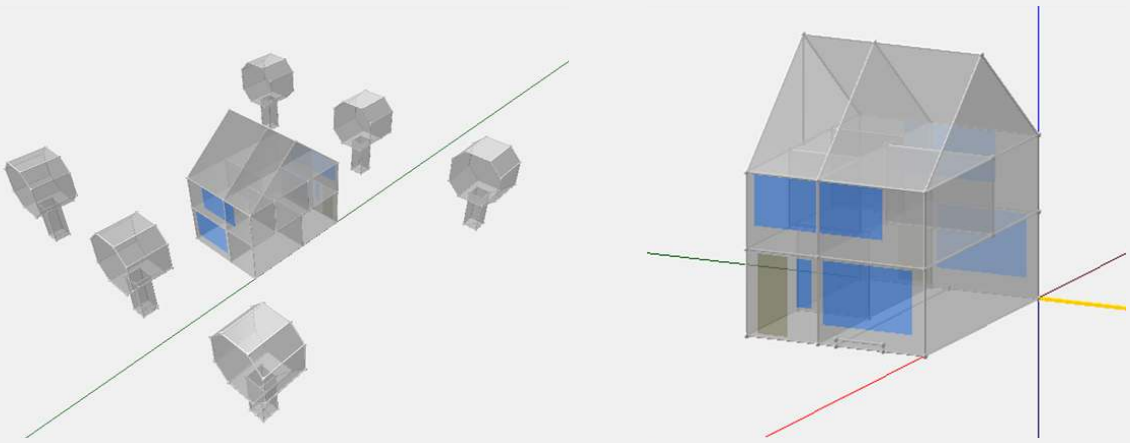
OPZET VAN DE SIMULATIE

Er zijn verschillende scenario's gesimuleerd waarbij telkens veranderingen zijn aangebracht aan het gebruikersgedrag, gebouwkenmerken of omgevingsfactoren. In de basissimulatie is uitgegaan van een bouwkwaliteit uit de jaren 70, en een gestandaardiseerd gebruikersgedrag (Bijlage VII bij de Regeling bouwbesluit 2012) voor het bedienen van de zonwering en te openen ramen. In de basisberekening is uitgegaan van een woning zonder zonwering.

De verschillende varianten die zijn gecalculeerd zijn:

- Verschillende typen zonwering (gordijnen en buitenzonwering)
- Variatie in de bediening van de zonwering (snel dicht als de zon op het raam staat, of later dicht)
- Varianten in de bediening van de spuiventilatie. In de gestandaardiseerde berekening wordt spuien dagelijks toegestaan van 07.00-08.00 en tussen 20.00 en 23.00. De ramen worden in deze periode slechts geopend als de ruimtetemperatuur hoger is dan 24°C én het buiten koeler is dan binnen. Er is een variant berekend waarbij er nooit wordt gespuid en een variant waarbij bij elke mogelijkheid wordt gespuid, dus zowel wanneer het buiten warmer is dan binnen de woning als wanneer het omgekeerde het geval is.
- Verschillende bouwkundige maatregelen zoals triple glas in plaats van dubbel glas, isolatie van dak, vloer en gevel, toepassing zonwerend glas en kierdichting.
- Toepassing van mechanische ventilatie met een zomer bypass in plaats van natuurlijke ventilatie.
- Daarnaast is een pakket aan maatregelen “energietransitie” genoemd. Dit is een pakket aan geijkte maatregelen om een woning geschikt te maken voor laag temperatuurverwarming (dak-, gevel-, en vloerisolatie, triple glas, kierdichting en een mechanische ventilatiesysteem)
- Tot slot zijn aanpassingen aan de omgeving gemaakt door het plaatsen van beschaduwing (bomen) en door het toepassen van een klimaatjaar waarmee het hitte-eiland effect wordt benaderd.

In onderstaande figuren is een voorbeeld weergegeven van de gesimuleerde doorzonwoning (rijtjeswoning). In de figuur niet zichtbaar, maar de zijgevel is gesimuleerd als woning scheidende wand. Er wordt dus géén zoninstraling en uitwisseling van energie naar buiten meegerekend.



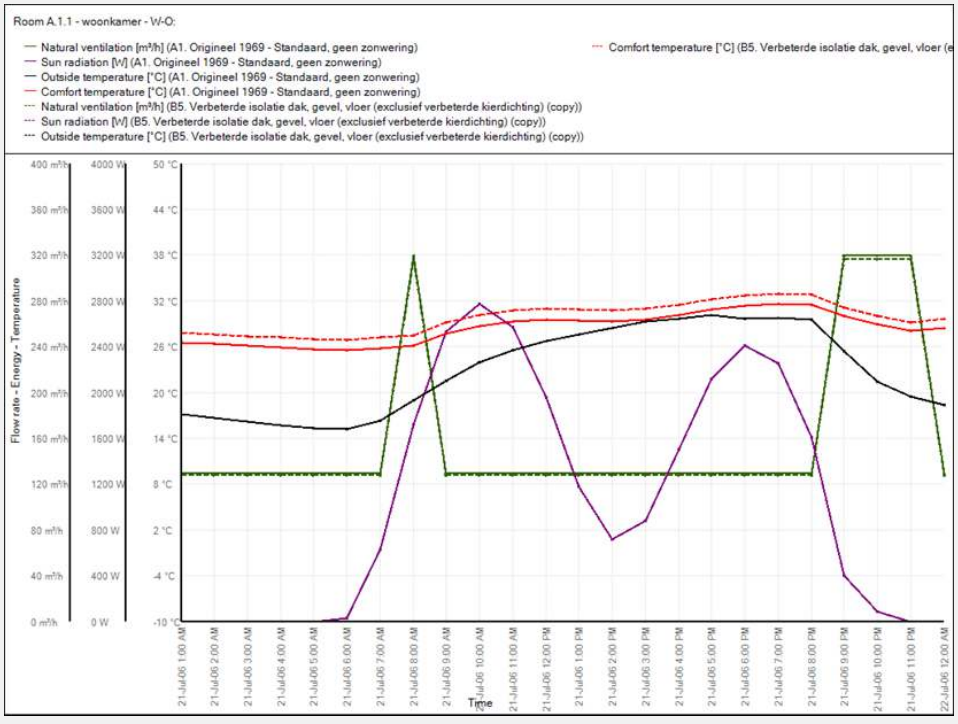
Visualisatie simulatiemodel "doorzonwoning" (rijtjeswoning)

De kracht van de dynamische simulaties is dat de uitkomsten van de uurlijkse berekeningen tot in detail geanalyseerd en vergeleken kunnen worden. Op deze manier kunnen de verschillen in uitkomsten goed worden geïnterpreteerd.

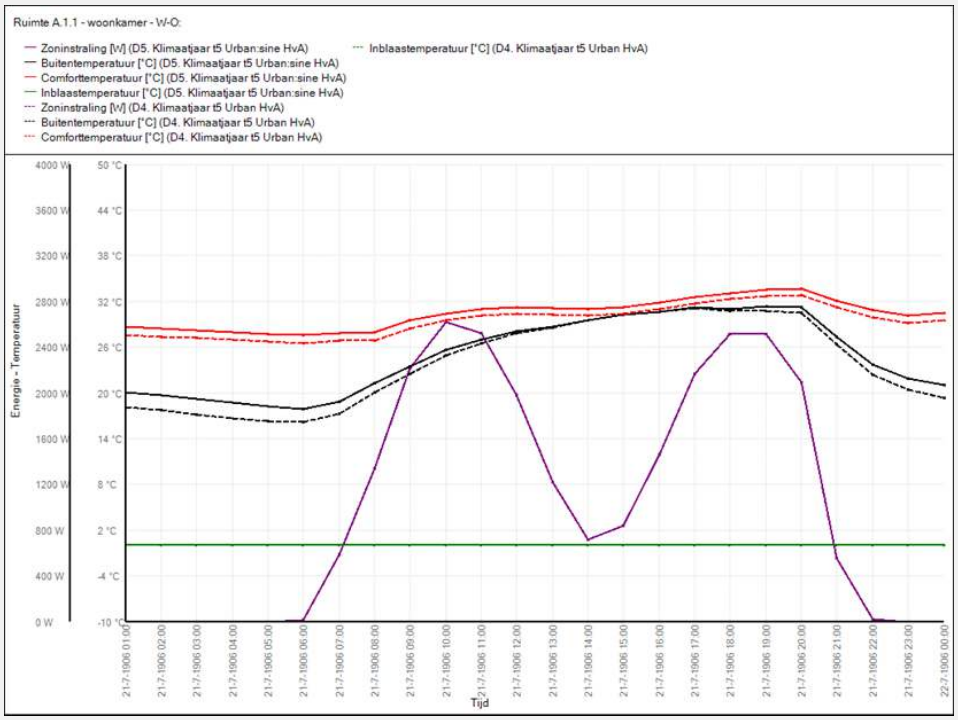
Als voorbeeld zijn voor de oost/west woonkamer een tweetal detailgrafieken gemaakt die hieronder zijn weergeven. Hierin is naast de binnentemperatuur ook de buitentemperatuur, zoninstraling, en ook nog de ventilatiecapaciteit weergegeven voor verschillende scenario's.

In de simulaties is gekeken naar Gewogen TemperatuurOverschrijdingsuren (GTO-uren). GTO-uren zijn een gewogen verrekening van het aantal uur dat het warmer wordt dan een bepaalde temperatuurgrens. Het is daarmee een methode die een indicatie geeft van het risico op hittestress. In de nieuwbouw geldt nu volgens de TOjuli-eis dat het aantal GTO-uren onder de 450 uur moet blijven bij een temperatuurgrens van 27 °C. Wij kozen ervoor om deze GTO-methodiek te hanteren om daarmee aan te sluiten bij de methodiek zoals die bij nieuwbouw wordt toegepast.

In bepaalde simulaties wordt de wettelijke nieuwbouwnorm ruimschoots overschreden. Dit is ook prima te verklaren: er is geen nieuwbouwwoning gesimuleerd, en er zijn vrijwel geen zonwerende maatregelen toegepast en / of bewust een ongunstig scenario uitgerekend. De TO-juli indicator is sinds 2021 voor nieuwbouw een verplichte indicator bij de aanvraag van de omgevingsvergunning. Deze indicator is echter vrij gevoelig voor specifieke input. De uitkomsten van deze generieke berekeningen hoeven dus niet per se heel erg representatief te zijn voor vergelijkbare woningen. Om misinterpretatie van de berekeningen te voorkomen is in deze studie gekozen om de GTO-uren te normaliseren naar een abstractere hittelabel.



Temperatuur van een woonkamer, bij verschillende isolatiewaarden



Temperatuur van een woonkamer, bij een alternatief klimaat

HET HITTELABEL: HOE WERKT HET?

Het hittelabel voor een woning geeft aan of in een woning het risico op hitteproblemen groot of klein is. Op basis van het literatuuronderzoek en de berekeningen van de GTO-waarden uit de simulatiestudie, zijn punten toegekend aan specifieke gebouw- en omgevingskenmerken. Verkoelende maatregelen of kenmerken (zoals de aanwezigheid van een zonnescherm) leveren positieve punten op en de aanwezigheid van veel glas aan bijvoorbeeld de westkant levert negatieve punten op. De score van de label geeft daarmee een inschatting van een bijdrage van omgevingsfactoren en gebouwkenmerken aan een risico op oververhitting. De categorieën zijn:
A - klein risico op oververhitting
C - matig risico op oververhitting
E - groot risico op verhitting.

Indien de score van de hittelabel in een categorie C of E komt, is het aan te raden om een detailberekening uit te voeren en eventueel te onderbouwen met metingen, alvorens maatregelen te treffen. Het label geeft immers een indicatie. Meer simulaties van verschillende typen woningen, maar ook van verschillende combinaties van kenmerken en maatregelen zijn nodig om tussenliggende waarden (B en D) nader te duiden én het hittelabel breed toepasbaar te maken. Eventueel kan het hittelabel in een vervolgtraject ook in interactieve vorm gemaakt worden, zodat de optelling van de score automatisch kan plaatsvinden.

Een deel van factoren uit de hittelabel zijn maatregelen die de hitte kunnen verminderen: denk hierbij aan het plaatsen van zonwering. Bij deze maatregelen is een kwalitatieve indicatie van de kosten weergeven:
€ - de investeringskosten liggen tussen 0 en 2000 euro
€€ - de investeringskosten liggen tussen 2000 en 4000 euro
€€€ - de investeringskosten zijn meer dan 4000 euro

Om tot een labelscore te komen voor een woning moeten twee stappen genomen worden:

STAP 1

Ga door de lijst heen met factoren. Indien een factor van toepassing is, moet u het aantal punten dat is aangegeven optellen of aftrekken van het totaal tot dan toe. Indien dit niet het geval is, gaat u door naar de volgende factor.

STAP 2

Wanneer u alle factoren heeft gehad, kijkt u in welke categorie uw totale score van het hittelabel valt. Deze categorie geeft een grove indicatie van de risico op oververhitting in de woning.

HITTELABEL

Doorloop de factoren. Indien een factor van toepassing is, neemt u het aangegeven aantal punten mee.	Punten	Kosten
Stadsschaal		
Landelijk	0 punten	nvt
Stedelijk - ver van de stadskern	-1 punten	nvt
Stedelijk - dichtbij de stadskern	-4 punten	nvt
Buurtschaal		
De buitenruimte heeft een hoog albedo (bestrating in een lichte kleur...)	1 punten	€
Er bevinden zich grote waterpartijen in de omgeving	0 punten	€
De buitenruimte bestaan voor overwegend uit groen in plaats van verharding	3 punten	€€
Ruimte rondom de woning		
Bomen en struiken bieden geen beschaduwing van ramen	0 punten	nvt
Bomen en gebouwen bieden enige beschaduwing van ramen	5 punten	€€
Bomen en gebouwen bieden bijna volledige beschaduwing van ramen	6 punten	€€€
Omringende gebouwen bieden geen tot weinig beschaduwing van ramen	0 punten	nvt
Omringende gebouwen bieden enige beschaduwing van ramen	2 punten	nvt

Kies de woningtype die voor u van toepassing is en ga door met de factoren.

Rijtjeswoning

Appartement

Gebouwvorm: oriëntatie van de gevels met het meeste glas	Punten	Kosten	Punten	Kosten
Zuid	-2 punten	nvt	-10 punten	nvt
Zuid - Noord (twee of meer gevels)	-2 punten	nvt	-10 punten	nvt
Oost	-7 punten	nvt	-10 punten	nvt
Oost - West (twee of meer gevels)	-9 punten	nvt	-10 punten	nvt
West	-8 punten	nvt	-10 punten	nvt
Noord	0 punten	nvt	0 punten	nvt

HITTELABEL

Kies de woningtype die voor u van toepassing is en ga door met de factoren

Rijtjeswoning

Appartement

	Punten	Kosten	Punten	Kosten
Gebouwvorm: Bouwkundige beschaduwing (bijv. uitkraging, statische zonwering of gallerij)				
0.6 m diepte	2 punten	nvt	2 punten	nvt
1.2 m diepte	8 punten	nvt	8 punten	nvt
Gebouwschil: isolatie gesloten geveldelen en dak				
Bouwjaar van de woning is na 1975 of er is nageisoleerd tot minimaal Rc ≥ 1,3 m2K/W	-3 punten	nvt	-2 punten	nvt
Bouwjaar van de woning is na 1992 of er is nageisoleerd tot minimaal Rc ≥ 2,5 m2K/W	-5 punten	nvt	-2 punten	nvt
Bouwjaar van de woning is na 2014 of er is nageisoleerd tot minimaal Rc ≥ 3,5 m2K/W	-7 punten	nvt	-4 punten	nvt

Kies de woningtype die voor u van toepassing is en ga door met de factoren.

Rijtjeswoning

Appartement

	Punten		Kosten	Punten		Kosten
Gebouwschil: dakvorm	Niet goed geisoleerd (Rc ≤ 2,5 m2K/W)	Goed geisoleerd (Rc ≥ 2,5 m2K/W)		Niet goed geisoleerd (Rc ≤ 2,5 m2K/W)	Goed geisoleerd (Rc ≥ 2,5 m2K/W)	
Woning/ruimte bevind zich direct onder:						
Schuindak, zadel of lessenaarsdak	-2 punten	0 punten	nvt	-2 punten	0 punten	nvt
Platdak	-2 punten	0 punten	nvt	-2 punten	0 punten	nvt
Gebouwschil: groene en reflecterende daken en gevels						
Er is een groene gevel aangebracht	1 punten	0 punten	nvt	1 punten	0 punten	nvt
Er is een groen dak aangebracht	1 punten	1 punten	nvt	1 punten	1 punten	nvt
Er is een witte hoogreflecterende verf op de gevel aangebracht	1 punten	0 punten	nvt	1 punten	0 punten	nvt
Er is een witte hoogreflecterende verf op het dak aangebracht	1 punten	1 punten	nvt	1 punten	1 punten	nvt

HITTELABEL

Kies de woningtype die voor u van toepassing is en ga door met de factoren.

Rijtjeswoning

Appartement

	Punten	Kosten	Punten	Kosten
Gebouwschil: Grootte van ramen op oost, zuid en west				
40% glas in geveloppervlak	0 punten	nvt	0 punten	nvt
50% glas in geveloppervlak	-1 punten	nvt	-2 punten	nvt
75% glas in geveloppervlak	-2 punten	nvt	-3 punten	nvt
Gebouwschil: soort beglazing				
Enkel of dubbel glas	0 punten	nvt	0 punten	nvt
HR+, HR++ of dubbel of triple glas (gewone Low-E coating)	3 punten	€€	3 punten	€€
Zonwerend glas (zonwerende coating)	7 punten	€€	9 punten	€€
Gebouwschil: zonwering				
Geen	0 punten	nvt	0 punten	nvt
Donkere gordijnen	0 punten	nvt	0 punten	nvt
Licht (wit) binnenzonwering of gordijnen	0 punten	nvt	1 punten	nvt
Gemetaliseerde binnenzonwering	7 punten	€€	8punten	€€
Buitenzonwering	10 punten	€€	12 punten	€€
Ventilatie en infiltratie: spuivoorzieningen (te openen ramen)				
De woning heeft spui voorzieningen op:				
Eén gevelorientatie	1 punten	nvt	2 punten	nvt
Twee gevelorientaties	5 punten	nvt	6 punten	nvt
Drie of meer gevelorientaties	6 punten	nvt	8 punten	nvt
Specifieke voorzieningen voor zomernachtventilatie	6 punten	€€€	7 punten	€€€
Er is sprake van geluidsoverlast of een onveilige situatie bij te openen ramen	-3 punten	€€	-4 punten	€€

HITTELABEL

Kies de woningtype die voor u van toepassing is en ga door met de factoren.

Rijtjeswoning

Appartement

	Punten	Kosten	Punten	Kosten
Ventilatie en infiltratie: Type mechanisch ventilatie systeem				
Woning heeft een balansventilatie systeem met warmteterugwinning (D)	-1 punten	nvt	-2 punten	nvt
Zoals bovenstaand maar met bypass en zomernachtventilatie stand	-1 punten	€	0 punten	€
Ventilatie en infiltratie: kierdichting				
Goede kierdichting N.B. Goed: (Qv10<0,3 dm3/s m2), bouwjaar na 2014 of goed na-geisoleerd	-3 punten		-4 punten	
Actieve koeling				
Niet-condenserende koeling (middels warmtepomp, vloerverwarming, radiatoren of convectoren)	6 punten	€€€	6 punten	€€€
Condenserende koeling (airconditioning)	12 punten	€€€	12 punten	€€€

Bereken uw totale score en kijk in welke categorie van de hittelabel u uitkomt. In het geval van een categorie C of E, is het raadzaam om de GTO-uren volgens de TOjuli-methode te berekenen.

A

-2 of hoger: weinig risico op oververhitting

C

Tussen -9 en -2: enig risico op oververhitting. Mogelijk moeten er maatregelen getroffen worden voor een comfortabelere woning.

E

-9 of lager: groot risico op oververhitting. Waarschijnlijk moeten er maatregelen getroffen worden voor een comfortabelere woning.

BELANGRIJKSTE ADVIEZEN

De overzichtstabel laat de invloed van verschillende factoren op gebieds-, gebouw, en gebruikersniveau zien op hitte in de woning. Het hittelabel geeft een kwantitatieve inschatting van het risico op oververhitting in de woning.

Het aanpassen van de gebouwkenmerken, omgevingsfactoren en gedrag kan een maatregel of actie zijn om de hitte te beperken. Mogelijke acties hebben we onderverdeeld in drie groepen: aanbevolen acties, twijfelachtige acties, en onwenselijke acties.

Aanbevolen acties

Twijfelachtige acties

Onwenselijke acties

AANBEVOLEN ACTIES

INZETTEN OP ZONWERING EN TEGENGAAN VAN INSTRALING

Buitenzonwering en overstekken blijken zeer effectief te zijn om de zoninstraling via ramen te beperken. Een overstek is vooral effectief voor ramen op het zuiden, omdat de zon midden op de dag hoog staat. Ramen op het oosten en westen hebben minder baat bij een overstek omdat de zon aan het begin en einde van de dag onder het overstek toch naar binnen kan schijnen. Juist bij geïsoleerde woningen is een zonwering essentieel om de oververhitting te voorkomen. Binnenzonwering, zoals gordijnen of luxaflex, heeft een gering effect op het verminderen van hitte omdat het materiaal door de zonnestraling opwarmt en de warmte binnen afgeeft. Maar binnenzonwering is altijd beter dan de zon vrij de woning laten inschijnen. Metallic reflecterende binnenzonwering vlak achter het raam is juist wel een kansrijke ingreep omdat het zonlicht direct weerkaatst en zelf amper warmte naar binnen uitstraalt. Ook zonwerend glas is effectief. De combinatie van zonwerend glas en metallic zonwering vermindert volgens de literatuur en experts de opwarming nog verder en heeft nagenoeg hetzelfde effect als buitenzonwering.

CORRECT VENTILEREN

Ventileren is een kansrijke gedragsmaatregel om hitte in de woning te verminderen. Wanneer zonwering niet of lastig aangebracht kan worden, is ventileren op de juiste manier zelfs essentieel om de temperaturen binnen enigszins te beperken. Bovendien is het een maatregel die bewoners direct zélf kunnen oppakken zonder financiële consequenties. Ventileren is het meest effectief wanneer de ramen 's avonds laat of 's nachts geopend worden, zodat de ruimtes langdurig goed geventileerd kunnen worden met relatief koele lucht. Ramen 'tegen elkaar open zetten' is daarbij waar mogelijk het beste. Wanneer het buiten warmer is dan binnen dienen alle deuren en ramen dicht te worden gehouden.

GROEN IN DE OMGEVING

Met 10 procentpunt meer groen neemt de luchttemperatuur met grofweg 0,5 °C af, zodat een woning in de nacht beter kan afkoelen (via ventilatie/spuien). Verder blijkt dat een boom die voorkomt dat de zon binnen schijnt net zo effectief kan zijn als zonwering. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat dit niet bij alle woningtypen mogelijk is: bij een flatgebouw zullen alleen woonheden op lagere verdiepingen van de schaduwwerking van groen profiteren.

TWIJFELACHTIGE ACTIES

GROENE GEVELS EN DAKEN

Wanneer groene gevels of daken worden toegepast op een enkel gebouw, hebben deze veelal slechts een klein direct effect op de binnentemperatuur. Bij een geïsoleerde woning zal het toepassen van groene daken of gevels vooral effect hebben op de oppervlaktetemperatuur aan de buitenzijde van de gevel, maar zal nauwelijks van invloed zijn op de binnentemperatuur. Dit komt doordat de transmissie door de gevel zeer beperkt is. Alleen in specifieke gevallen, bij niet-geïsoleerde woningen waar warmtetransport door het dak of de gevel voor ongewenste opwarming kan zorgen, kan deze maatregel de situatie in de woning (vooral direct onder het dak) verbeteren. Wel is het zo dat groene gevels en groene daken door verdamping de buitenruimte verkoelen, daarmee het hitte-eiland effect verminderen en zo zorgen voor een lagere luchttemperatuur in de buitenruimte. Van belang is wel dat de planten voldoende water hebben. Als het water in een droge periode opraakt, valt het verkoelingseffect op de luchttemperatuur weg. Blauwgroene daken zijn wat dat betreft effectiever dan groene daken zonder waterberging. Wanneer groene gevels en daken op grote schaal worden toegepast in een buurt kan dit de buitenluchttemperatuur verlagen. Ter indicatie: een afname van grofweg 0,3 °C in luchttemperatuur als alle geschikte platte daken een groenblauw dak krijgen (30% van de daken). Met een lagere buitentemperatuur kan men eerder en langer op een hete nacht de woning ventileren en dus de woning koelen. Hoezeer dit de hitteproblemen substantieel vermindert, behoeft nader onderzoek.

LIGGING VAN DE KAMERS

Kamers zonder zoninstraling blijven koeler dan kamers met zoninstraling. Vooral als de deuren tussen de kamers gesloten blijven. Dat kamers op een hogere verdieping warmer zijn dan lager gelegen kamers komt doordat warme lucht opstijgt. Dit effect is in simulaties, vanwege complexiteit en detailinformatie van woning of gebouwcomplex, niet meegenomen. Dat geldt ook voor luchtdoorstroming binnen de woning. Het effect van luchtdoorstroming in de woning en op verschillende verdiepingen is daarom nog een aandachtspunt voor vervolgonderzoek.

ACTIEVE KOELING

Actieve koeling (airco) en ventilatoren zijn effectief. Met airco's kan in principe elke ongewenste temperatuuroverschrijding worden voorkomen, maar dit kost veel energie en is daarom vanuit duurzaamheids- en kostenoverwegingen onwenselijk. Bovendien verwarmen luchtairco's de buitenruimte op. Eerder onderzoek laat zien dat door airco's in de zomer de buitenluchttemperatuur in de stad één graad hoger is dan zonder aircogebruik. Door de hogere buitenluchttemperaturen is spuien van de woning op een hete dag daardoor later en korter mogelijk.

ONWENSELIJKE ACTIES

ISOLEREN ZONDER ZONWERING

Isoleren en alle kieren dichten zonder zonwering leidt tot een drastische toename van het aantal GTO-uren. Ook wanneer kierdichting niet wordt meegenomen in de isolatie wordt de hitte nauwelijks verminderd. Het is daarom aan te bevelen om bij isolatiemaatregelen meteen zonwering toe te passen. Maar mocht dit niet lukken dan kan er worden ingezet op effectieve binnenzonwering, zoals zonwerend glas en metallic zonwering, en correcte ventilatie.

WATER ZONDER KOPPELING MET GROEN

Uit verschillende onderzoeken komt naar voren dat oppervlaktewater (vijvers, plassen, sloten, grachten) in de omgeving weinig invloed heeft op de luchttemperatuur. Daarmee is het logisch dat het de hitte in de woning niet sterk vermindert. Dit neemt echter niet weg dat water in de omgeving belangrijke voordelen kan hebben. De omgeving van water kan aantrekkelijk worden ingericht, vaak met bomen of gras. Afhankelijk van de groen- en boomsoort is voldoende water belangrijk. Ook kan water voor recreatie gebruikt worden op een hete dag. Het is daarom aan te bevelen water niet als afzonderlijke maatregel in te zetten in de openbare ruimte, maar het te zien als een hulpmiddel bij recreatie en groen.

VERDIEPENDE FACTSHEETS

Verschillende woningkenmerken spelen een rol bij de opwarming van de binnenruimtes. Maar in hoeverre de ene woning meer opwarmt dan de andere hangt mede af van wijkkenmerken die de buitentemperatuur beïnvloeden, als het gedrag van bewoners. Op basis van de literatuurstudie en simulaties zijn er voor een aantal factoren factsheets ontwikkeld die ingaan op:

- *De definities van een factor of maatregel*
- *De effectiviteit in het verminderen van hitte in de woning*
- *De toepasbaarheid in de praktijk*
- *De partijen die nodig zijn om deze maatregel te realiseren*
- *De kosten van de maatregelen*
- *(Aanvullende) informatiebronnen waar de factsheets op is gebaseerd*

Buitenzonwering

Binnenzonwering

Spuien (ventileren)

BUITENZONWERING

Wat is buitenzonwering?

Buitenzonwering is zonwering die aan de buitenkant van de ramen van een woning wordt geplaatst. Er bestaan verschillende manieren om zonwering buiten aan te brengen: dit kan aan de hand van screens, zonneschermen (zoals uitvalschermen of knikarmschermen), shutters, maar ook markiezen of rolluiken. Een overstek van een gebouw biedt ook zonwering afhankelijk van de grootte daarvan.

Effecten op hitte: beperkt de hitte in de woning

Om ervoor te zorgen dat woningen niet te veel opwarmen, is het belangrijk om te voorkomen dat zonnestraling op het glas valt en naar binnenkomt door zonwering omlaag te doen. Bestaande simulatiestudies (van Hooff et al. 2014; Hoevers 2021), interviews met deskundigen (Teun et al. 2019; Cornelisse et al. 2019) en hittemetingen (Terpstra et al. 2019) wijzen erop dat het vaker neerlaten van de zonwering door bewoners leidt tot een substantieel lagere opwarming van de woning omdat zoninstraling wordt voorkomen. Hierbij is de oriëntatie van de ramen belangrijk . Screens blijken bijvoorbeeld met name effectief te zijn bij een oriëntatie op het oosten of westen om zoninstraling tegen te houden (Cornelisse et al. 2019). Een diep overstek, met name op het zuiden, heeft hetzelfde effect als zonwering buiten, mits bij iedere zonnestand instraling wordt voorkomen (De Vries et al. 2020). In de praktijk is het wel belangrijk dat de zonwering ‘correct ’ wordt bediend (Teun et al. 2019). Zonneschermen zijn bijvoorbeeld beperkt bestand tegen een harde wind. Daarnaast wordt de zonwering niet altijd omlaag gezet op door de zon belaste gevels (Van Daalen et al. 2010). Het effect van verschillende typen buitenzonweringen ten opzichte van elkaar is nog een punt voor nader onderzoek.

Wanneer toepasbaar?

In principe hoeven bewoners geen vergunning aan te vragen om zonwering te plaatsen. In bepaalde gevallen is het nodig om een vergunning aan te vragen bij de gemeente om zonwering aan te brengen bij de woning, bijvoorbeeld in het geval van een terrasoverkapping. Daarnaast worden er binnen een Vereniging van Eigenaren (VvE) wel eens bepaalde eisen gesteld aan de zonwering.

Kosten

De kosten van zonwering lopen uiteen. Afhankelijk van welke type zonwering wordt aangebracht kunnen de kosten uiteenlopen van 150 euro tot ruim 2000 euro.

Wie heb je hiervoor nodig?

Indien de zonwering hoort bij de woning zelf betaalt de bewoner voor het onderhoud waar de corporatie verantwoordelijk voor is. De huurder zelf verantwoordelijk voor het onderhoud en vervangen van zonwering die zelf is aangebracht door de vorige huurder.

Bronnen en onderzoeken

Cornelisse, M., & Valk, H. (2019). *Eisen aan temperatuuroverschrijding in nieuwe woningen*. Zwolle: Nieman.

van Daalen, E., & van Riet, N. (2010). *Onderzoek naar warmtebeleving bij ouderen, zomer 2010*. Tilburg: Bureau Gezondheid, Milieu & Veiligheid GGD Brabant/Zeeland.

Van Hooff, T., Blocken, B., Hensen, J.L.M., & Timmermans, H.J.P. (2014). On the predicted effectiveness of climate adaptation measures for residential buildings. *Building and Environment*, 82, p. 300-316.

Hoevers, J.H. (2021). *Evaluation of the TOJuly indicator in relation to current and future challenges of overheating in the residential building stock, in Faculty of the Built Environment*. Eindhoven: Eindhoven University of Technology.

Terpstra, T., Huizinga, J., Hurkmans, R., & Jacobs C. (2019). *Hitte en droogte in de kleine kernen en het landelijk gebied van Overijssel*. Overijssel: HKV Lijn in Water.

BINNENZONWERING

Wat is binnenzonwering?

Binnenzonwering is zonwering die aan de binnenkant van de woning is aangebracht. Men heeft hierbij de keus uit verschillende type gordijnen, lamellen, zonneschermen, houten schutters en glasfolies.

Effecten op hitte: afhankelijk van type zonwering

In de bestaande literatuur wordt het gebruik van binnenzonwering zoals gordijnen of luxaflex geassocieerd met een hogere temperatuur van de woning. Gordijnen doen weinig om oververhitting in de woning te beperken. In de bestaande literatuur wordt het gebruik van binnenzonwering zoals gordijnen of luxaflex geassocieerd met een hogere temperatuur van de woning (Le Grand et al. 2019; De Vries et al. 2020). Dit heeft te maken met de opwarming van deze type binnenzonwering. Het materiaal warmt op door de zoninstraling en geeft de warmte binnen af. Toch blijft het gebruik van binnenzonwering beter dan het algeheel niet gebruiken van zonwering. Metallic reflecterende binnenzonwering vlak achter het raam is bijvoorbeeld juist wel een kansrijke ingreep omdat het zonlicht direct weerkaatst en zelf amper warmte naar binnen uitstraalt. Ook zonwerend glas is effectief. De combinatie van zonwerend glas en metallic zonwering vermindert volgens de literatuur en experts de opwarming nog verder en heeft nagenoeg hetzelfde effect als buitenzonwering.

Wanneer toepasbaar?

Binnenzonwering is bij iedere woning aan te brengen. Soms dient dit toegestaan te zijn vanuit de woningbouwcorporatie.

Kosten

De kosten van binnenzonwering zijn afhankelijk van het type dat wordt aangebracht. De prijs van gordijnen loopt van tientallen euro's tot enkele honderden euro's. Schutters zijn beschikbaar van enkele honderden tot ruim duizend euro. Bij metallic binnenzonwering ligt de prijs rond 2000 euro terwijl de prijs van triple glas en zonwerend glas afhankelijk van het oppervlak kunnen oplopen tot boven de 3500 euro.

Wie heb je hiervoor nodig?

Indien de zonwering hoort bij de woning zelf betaalt de bewoner voor het onderhoud waar de corporatie verantwoordelijk voor is. De huurder zelf verantwoordelijk voor het onderhoud en vervangen van zonwering die zelf is aangebracht door de vorige huurder.

Bronnen en onderzoeken

Le Grand, A., Duijm, F., Greven, F., van Loenhout, J., Zuurbier, M., & Hoek, G. (2014). B*lootstelling aan hitte bij ouderen in stadswoningen*. Arnhem: GGD Groningen, GGD Gelderland-Midden, Institute for Risk Assessment Sciences, Universiteit Utrecht.

De Vries, F., Heller, R., Melet, E., & Kluck, J. (2020). *Woning hitteproef 2019 - Onderzoek naar factoren die van invloed zijn op de daadwerkelijke temperatuur in bestaande woningen tijdens (extreem) warme dagen*. Amsterdam: HVA.

SPUIEN (VENTILEREN)

WAT IS SPUIEN?

Het openen en sluiten van ramen om het huis koel te houden.

Effecten op hitte: effectief, indien uitgevoerd op het juiste tijdstip

De mate van natuurlijke ventilatie blijkt een groot effect te hebben op het thermische comfort in de woning. In de geraadpleegde studies bleken o.a. spui-ventilatie en zomernacht ventilatie het comfort substantieel te verbeteren. Wanneer het buiten warmer is dan binnen dienen alle deuren en ramen dicht te worden gehouden. Wanneer de ramen 's avonds laat of 's nachts geopend worden, kunnen de ruimtes langdurig goed geventileerd worden (van Hooff et al. 2014; Hoevers 2021; de Vries et al. 2020). Warme lucht stijgt op. Zorg dat koele lucht van de noordkant via de begane grond het huis naar binnen kan en laat de opgewarmde lucht op een zo hoog mogelijk punt van het huis naar buiten (Pötz & Bleuzé, 2012).

Om in hete periodes 's nachts optimaal te kunnen ventileren is het aan te raden om horren te plaatsen om overlast van muggen in huis te voorkomen als ook zorgen voor inbraakpreventie. Het openen van ramen 's nachts kan een verhoogd inbraakrisico met zich mee brengen en oudere mensen zijn veelal bang voor tocht (Terpstra et al, 2019).

Wanneer toepasbaar?

Spuien is door alle bewoners met ramen in de woning toe te passen. Spuien is een kansrijke en laagdrempelige oplossing wanneer bewoners het niet goed kunnen veroorloven om zonwering aan te brengen.

Kosten

Ventileren zelf is kosteloos. Voor het contact opnemen met huurders om hen te informeren over de voordelen van spuien, of het opstarten van een communicatiecampagne, kunnen echter wel aanvullende kosten bijkomen. Deze zijn afhankelijk van de grootte van de campagne, en in hoeverre budget reeds begroot was voor communicatiedoeleinden.

Wie heb je hiervoor nodig?

Enerzijds is het belangrijk dat architecten mogelijkheden creëren in het ontwerp van woningen om te spuien. Anderzijds bestaan er voor gemeenten, de GGD, en woningbouwcorporaties kansen om tijdens een hittegolf te communiceren naar bewoners over de mogelijkheden om de woning middels correct spuien koel te houden. Het afstemmen van een communicatiestrategie is hierin essentieel.

Bronnen en onderzoeken

(Promotie)onderzoeken

Hoevers, J. H. (2021) Evaluation of the TOJuly indicator in relation to current and future challenges of overheating in the residential building stock. MSc thesis, Eindhoven University of Technology.

Van Hooff, T., B. Blocken, J. L. M. Hensen, H.J.P. Timmermans (2014) On the predicted effectiveness of climate adaptation measures for residential buildings. Building and Environment 82, 300-16.

Pötz, H. & Bleuzé, P. (2012) Groenblauwe Netwerken voor duurzame en dynamische steden. Delft: Coop for Life.

Terpstra, T., Huizinga, J., Hurkmans, R., Jacobs, C. (2019). Hitte en droogte in de kleine kernen en het landelijk gebied van Overijssel. Overijssel: HKV.

De Vries, F., Heller, R., Melet, E., Kluck, J. (2020). Woning hitteproef 2019 - Onderzoek naar factoren die van invloed zijn op de daadwerkelijke temperatuur in bestaande woningen tijdens (extreem) warme dagen. Amsterdam: HVA.

COLOFON

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

Deze handreiking is als onderdeel van de onderzoekslijn KBS tot stand gekomen. Het onderzoeksplan achter deze handreiking is opgesteld en uitgevoerd door een consortium dat bestaat uit de volgende organisaties en personen:

Edwin van der Strate, Monique de Groot, en Batoul Mesdaghi (TAUW)
Jeroen Kluck, Samuel de Vries, Anna Solcerova, en Lisanne Corpel (Hogeschool van Amsterdam)
Ronald van Walsum (Arcadis)
Roland Goetgeluk, en Martin Damen (Rigo)
Ton de Nijs, en Werner Hagens (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu)

Daarnaast is voor de totstandkoming van deze handreiking input opgevraagd van publieke en private instanties tijdens verschillende bijeenkomsten. Het consortium wil graag de volgende aanwezigen bedanken voor hun bijdrage aan dit onderzoek:

Colette de Roo (Gemeente Meppel)
Emile Lindeboom (Kleurrijk Wonen)
Danielle Freriks (Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties)
Hans van Ammers (Gemeente Arnhem)
Hans Gehrels (Deltares)
Madeleen Helmer (Klimaatverbond Nederland)
Marcel Tonkes (Provincie Overijssel)
Tara van Iersel (Gemeente Rotterdam)

Hogeschool van Amsterdam
TAUW
ARCADIS
RIGO Research en Advies
Woon- werk- en leefomgeving
Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport