

Auteurs M.G.L.C. Loomans en J.L.M. Hensen, Building Performance Group - Technische Universiteit Eindhoven

Oververhitting in BENG-woningen

Oververhitting is een punt van zorg in woningen en andere gebouwen waar mensen verblijven. De veronderstelde veranderingen in het klimaat en daarnaast de lokale gevolgen van het zogenaamde 'urban heat island' effect kan het probleem doen toenemen [1]. Is dit een mogelijk probleem in laag energie woningen, en hoe kunnen we hierop anticiperen. Dit artikel is een uitgebreide samenvatting van de presentatie, die is gegeven op het ISIAQ.nl symposium aan de TU Eindhoven op 5 april 2018.

Natuurlijk bieden airconditioning units een snelle en eenvoudige oplossing voor oververhitting. In de afgelopen jaren zijn dergelijke systemen op grotere schaal en tegen (relatief) betaalbare prijzen beschikbaar gekomen. Uiteraard geven deze systemen een extra belasting op het gebruik van elektriciteit. De vraag is of dat een probleem is wanneer het aanbod van duurzame energie op dat moment voldoende is. Echter, ze hebben ook onderhoud nodig om een goede luchtkwaliteit te garanderen, naast het feit dat zulke units ook geluidsoverlast kunnen geven.

Maar in het geval er geen mogelijkheid is om een airconditioningsysteem in de woning te brengen, kan oververhitting de gezondheid van de bewoners beïnvloeden. Wat betreft mortaliteit bestaat er een relatie tussen het sterftecijfer als functie van de (buiten)temperaturen boven 20-25°C, vooral voor ouderen (> 65 jaar [2]). Garssen et al. [3] bespreken het effect van de 2003 hittegolf op het sterftecijfer in Nederland. Verminderde slaapkwaliteit is een ander voorbeeld van het effect van oververhitting [4].

Energie en oververhitting

In de afgelopen jaren zijn de energetische eisen met betrekking woningen danig opgeschroefd. We komen bijna tot een situatie waar er nog maar zeer beperkt energie nodig is om een woning in de winter te verwarmen. In het kader van de verduurzaming van Nederland en het verantwoord gebruik van fossiele (en andere vormen van) energie zijn deze ontwikkelingen natuurlijk toe te juichen. Bijna Energie

Neutrale Woningen (BENG-woning) zijn een feit en met een beetje goede wil is het niet meer zo moeilijk om helemaal energieneutraal te zijn, hoewel de definitie ruimte laat voor interpretatie (continu of op jaarbasis?).

De focus op energiebesparing in woningen heeft zich vooral vertaald in het steeds beter isoleren van de woning en het luchtdicht maken ervan om de verliezen zo veel als mogelijk te beperken. Indien mogelijk met passief gebruik van zonnewarmte. Het resultaat is dat een hedendaagse woning met enige fantasie als een thermosfles gezien kan worden waarbij dan wel een vorm van mechanische ventilatie is aangebracht om de luchtkwaliteit te kunnen garanderen. Natuurlijk zijn er ook ramen in aangebracht ten behoeve van daglicht (en zon...). Tot slot biedt thermische massa een mogelijkheid om variatie in het energieaanbod enigszins op te vangen.

Passiefhuizen zijn een typisch voorbeeld van hedendaagse BENG-woningen die met een beperkte hoeveelheid energie voor het verwarmen van de woning uit kunnen. Metingen aan dergelijke woningen laten echter zien dat in de zomer de kans op te hoge temperaturen binnen zeker niet ondenkbaar is [5]. Een tweejarige monitoringsstudie aan passiefhuis gerenoveerde woningen in Roosendaal liet onder andere zien dat de temperatuur in de slaapkamer tussen de 8% en 58% van de tijd hoger lag dan volgens de gestelde prestatie-eisen gewenst.

De gebruiker en zijn woning

De grote variatie tussen de onderzochte woningen was in dit geval opvallend. Die grote variatie wordt niet veroorzaakt door de woningen zelf, maar door het gebruik van die woningen. Wat we zien is dat wanneer we de woning steeds meer gaan afsluiten voor zijn omgeving (het doel van een thermosfles...) het steeds belangrijker wordt om te onderkennen wat er in de woning gebeurt. De gebruiker wordt steeds belangrijker en de robuustheid van ontwerp oplossingen staat of valt steeds meer met het juiste gebruik ervan [6].

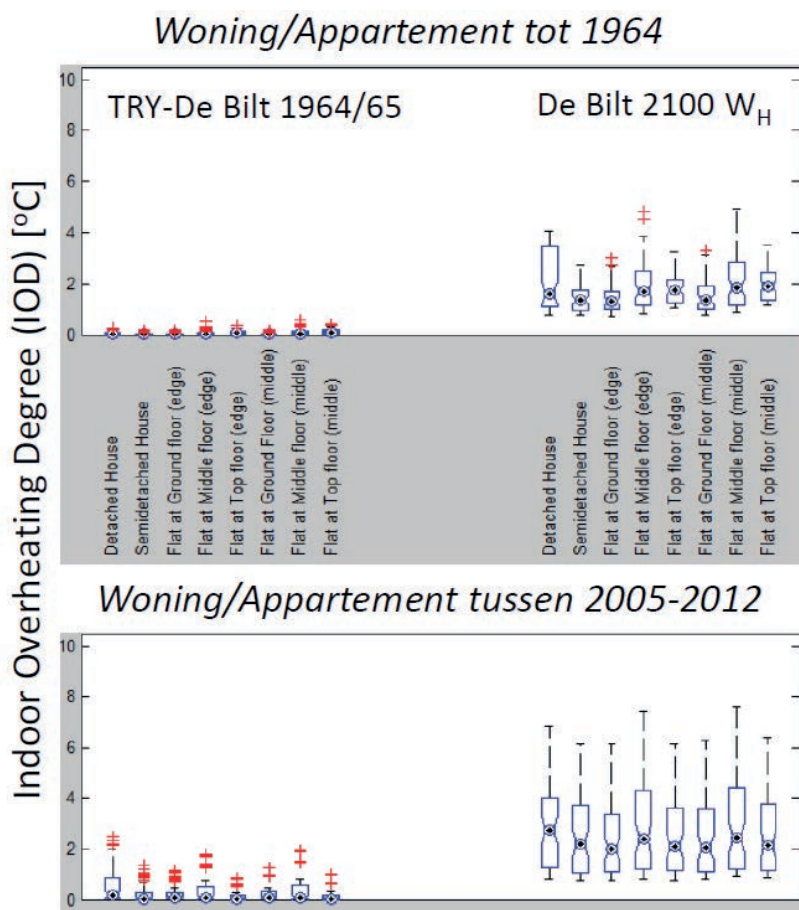
Een uitgebreide simulatiestudie [7] laat overigens zien dat eigenlijk iedere woning (bestaand, renovatie en nieuw) vatbaar is voor hogere temperaturen (zie Figuur 1). Nieuwere woningen, lees beter geïsoleerde woningen, laten wel een groter risico zien.

temperatuur. In dat geval is het handig om een geschikte temperatuursensor buiten en binnen te hebben om de vergelijking te kunnen maken. Let wel goed op waar je de sensor plaatst. Wanneer de buitentemperatuur warmer is dan binnen dan moet alles dicht zijn. Pas op dat de 'gewone' ventilatie voor luchtkwaliteit in alle gevallen blijft functioneren.

De debieten die kunnen worden bereikt door het openen van ramen zijn normaal gesproken vele malen groter dan de benodigde en geïnstalleerde debieten voor het controleren van de luchtkwaliteit. Die voorziening draagt daarom normaal gesproken niet echt bij aan de extra koeling met behulp van vrije koeling. Echter met de aanwezigheid van een warmtewisselaar (bijv. bij balansventilatie) kan de 'koude', bij hoge buitentemperaturen, wel langer in huis worden vastgehouden. Als de woning voldoende thermische massa heeft, in een woning met een steenachtig binnenspouwblad is dat normaal gesproken wel aan de orde, dan is het gebruik van nachtventilatie zeker interessant. De lagere temperaturen van de nacht kunnen dan 'opgeslagen' worden en zeker het begin van de dag een stukje aangenamer maken en ook later op de dag de pieken dempen. Nadeel van thermische massa is dat wanneer de hittegolf voorbij is de woning vaak nog iets langer warm blijft. Maar ook in dat geval

is extra ventileren een goede optie om die warmte er snel weer uit te krijgen.

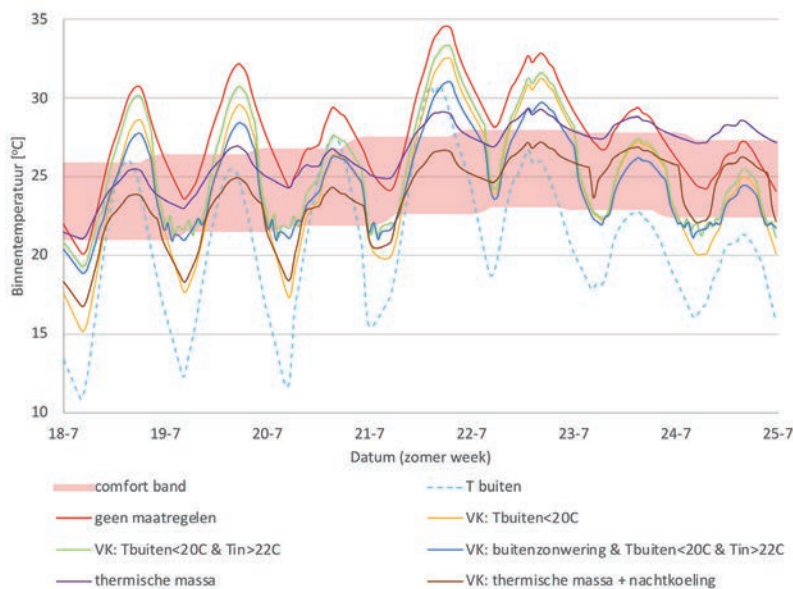
Een voorbeeld van het effect van koelen met buitenlucht en het effect van thermische massa en nachtventilatie is weergegeven in Figuur 2. Het laat het resultaat zien van een aantal varianten zoals die zijn gesimuleerd voor een voorbeeld van een laag-energie/energie-neutrale woning [8]. Karakteristiek aan deze woning was overigens de relatief lage thermische massa. In het voorbeeld biedt de combinatie met thermische massa dus de oplossing om, zonder actieve koeling, de temperatuur binnen de thermische comfortband te houden zoals die in dit geval voor



Figuur 1: Risico op oververhitting voor verschillende typen woningen van voor 1964 en meer recent tussen 2005-2012, uitgaande van typische uitgangswaarden voor de bouwstijl. IOD = Indoor Overheating Risk; combineert intensiteit/amplitude en frequentie van de oververhitting inclusief het gebruik van de ruimtes over de dag. [7]

Oplossingen

Typische oplossingen voor het oververhittingsprobleem zijn op zich recht-toe-recht-aan. Het belangrijkste is om de warmtebron, in dit geval de zon, zoveel als mogelijk buiten te houden. Buitenzonwering is in dat geval de beste optie. Een binnenzonwering houdt de zon tegen maar daarmee is de warmte feitelijk toch binnen. Daarnaast is het verstandig om zoveel mogelijk te ventileren wanneer de buitentemperatuur lager is dan de binnen-



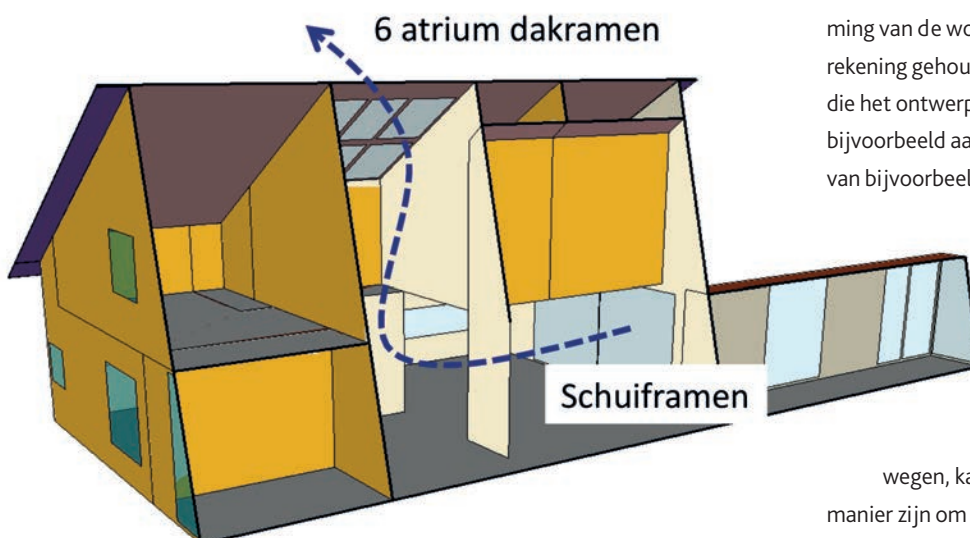
Figuur 2: Voorbeeld van het gesimuleerde temperatuurverloop in een woning tijdens een warme zomerweek en het gebruik van verschillende maatregelen om de temperatuur binnen te verlagen (VK: Vrije Koeling)(zie ook figuur hieronder). [8]

woningen op basis van [9] is vastgesteld. Optimalisatie is mogelijk door de raamopeningen net wat groter te dimensioneren, dan wel echt open te kunnen zetten.

Integraal ontwerpen

Natuurlijk is het eenvoudig te stellen dat in Nederland met goede maatregelen aan de woningen, en goed gebruik daarvan, tot op zekere hoogte de effecten van oververhitting in de woning kunnen worden beperkt. Echter, in het in Figuur 2 getoonde voorbeeld is het niet echt mogelijk om thermische massa achteraf aan te brengen en zorgt in dit geval actieve koeling ervoor dat ook in warme periodes de

woning comfortabel blijft. Om oververhitting het hoofd te bieden is een integrale ontwerpaanpak daarom van groot belang. Naast thermische massa moeten ook de ventilatievoorzieningen (lees te openen ramen of gevelelementen) goed uitgedacht en gepositioneerd worden. In woningen lijkt dat eenvoudiger dan in appartementen omdat daar de hoogte kan worden gebruikt en warmte gedreven (buoyancy-driven) stroming goed ingezet kan worden. In een appartement is dat minder goed mogelijk en is wind gedreven ventilatie de belangrijkste component. Als die wind door het appartement kan verlopen is dat optimaal, in het geval van openingen aan een zijde van de gevel neemt de effectiviteit duidelijk af.



In alle gevallen geldt dat het openhouden van de binnendeuren bijdraagt aan een goede doorstroming van de woning. Daarnaast moet natuurlijk rekening gehouden worden met andere zaken die het ontwerp daarvan beïnvloeden. Denk bijvoorbeeld aan inbraakveiligheid en overlast van bijvoorbeeld muggen. Tot slot moeten de aanwezige voorzieningen natuurlijk wel goed gebruikt worden. Voor bepaalde locaties waar geluid en de buitenluchtkwaliteit een punt van aandacht zijn, denk bijvoorbeeld aan drukke wegen, kan een actieve oplossing de enige manier zijn om de oververhitting te beperken.

De gebruiker (nog een keer)

Keren we opnieuw even terug naar de passiefhuis renovatie-woningen in Roosendaal. Daar hebben we ook gekeken naar het raamgebruik. Hier wordt duidelijk dat we de gebruiker niet moeten idealiseren [10]. Naast het feit dat de volle potentie van de lage buitentemperatuur vaak niet wordt benut is ook de wijze van het raamgebruik vaak niet zodanig dat dit tot optimale en maximale debieten leidt. In de analyse van de resultaten voor drijfveren voor het openen van ramen staat de binnentemperatuur niet hoog in de ranking. Luchtkwaliteit en tijd van de dag zijn de meest voorkomende redenen om ramen open te zetten en te spuien. Het gebruik van ramen om ook de thermische condities binnen beter te krijgen wordt

nog niet goed onderkend. Het gebruikersgedrag vormt daarmee een hele belangrijke component in het beperken van de oververhitting in BENG-woningen, maar feitelijk in alle woningen.

Natuurlijk kan er het nodige geautomatiseerd worden, maar dan hebben we het toch vooral over nieuwbouw. Enige informatievoorziening richting bewoners van (BENG-)woningen hoe vrije koeling voorzieningen meer optimaal te gebruiken lijkt vooralsnog geen kwaad te kunnen. Zeker nu we net een warme zomer achter de rug hebben en modellen erop wijzen dat we in de komende jaren meer van dergelijke warme zomers kunnen verwachten [11]. Echter, het is voor bewoners niet eenvoudig om altijd de juiste keuze te maken. Immers (a) praktisch is het niet altijd mogelijk om ramen open te zetten bij afwezigheid. (b) Er moet worden geanticipeerd op de verwachtingen en (c) niet iedere woning gedraagt zich hetzelfde, zeker niet (d) in combinatie met het gebruik. Hier lijken stappen mogelijk

Oververhitting en thermisch comfort in woningen

Voor woningen zijn weinig handvaten op het gebied van thermisch comfort. Het bouwbesluit geeft nagenoeg nog geen eisen op dit terrein, hoewel het gezondheidskundige aspect uitgangspunt is bij het bouwbesluit.

Vanuit energetisch oogpunt (EPG) is er wel al enige tijd oog voor het feit dat een goed geïsoleerde woning in de zomer problemen kan geven voor wat betreft de hoge binnentemperaturen (zomercomfort). Dat vertaalt zich in een extra energiepost wanneer de woning hier niet goed op is ontworpen. De veronderstelling is dat dit zal leiden tot extra energiegebruik door gebruik van airconditioning. Uitgangspunt is een binnentemperatuur van 24°C. [13]. Op het gebied van woningen is er feitelijk nog verrassend weinig onderzoek gedaan naar wat als acceptabel wordt gevonden wanneer we het hebben over hoge temperaturen binnen. Bij de passief huis renovatie was een maximumtemperatuur gesteld van 25,5°C en zo lijken eisen tamelijk willekeurig als deze al vooraf worden vastgelegd voor nieuwbouwwoningen.

In onderzoek maken we op dit moment vooral gebruik van het werk van Peeters et al. [9] die eisen hebben vastgelegd ten aanzien van de maximumtemperatuur in een woning

als functie van de buitentemperatuur. Zij maken daarbij gebruik van de adaptieve comfort theorie in de veronderstelling dat actieve koeling normaal gesproken niet in woningen aanwezig is. Doordat in een woning verschillende activiteiten plaatsvinden met een verschillend metabolisme en kledingniveau maken ze onderscheid naar een aantal situaties (slaapkamer, badkamer, overige ruimtes). Deze uitgangspunten zijn onder andere gebruikt voor de comfortband zoals die wordt getoond in Figuur 2. Peeters et al. [9] stellen bijvoorbeeld een maximum aan de temperatuur van 26°C voor een slaapkameromgeving.

Oververhitting wordt in al deze situaties simpel vertaald naar condities die boven de maximum comfort temperatuur liggen. Het gebruik van een ventilator, voor het generen van een hogere luchtsnelheid, zou echter de comfortband nog wat omhoog kunnen schuiven en daarmee het niveau van oververhitting kunnen beperken. Verder is ook bekend dat de relatieve vochtigheid de perceptie van de temperatuur sterk kan beïnvloeden waardoor hogere temperaturen juist minder acceptabel worden. Al met al lijkt het dan ook wenselijk om de eisen ten aanzien van het thermisch comfort in woningen nader onder de loep te nemen en oververhitting met name ook vanuit gezond-

met de huidige techniek en ondersteuning via bijvoorbeeld een app. Gezien de ervaringen en de verwachtingen lijkt het niet onzinnig om de aandacht hier nog wat beter op te gaan richten. Want naast gezondheid en comfort, en hoewel de beperkt beschikbare onderzoeksresultaten dit nog niet direct uitwijzen [12], kan een slechte nachtrust vanwege een (te) warme slaapkamer ook iets betekenen voor de dag erna en de eventueel te leveren prestaties elders...

Conclusie

Wanneer we het hebben over (BENG) woningen en oververhitting, dan is er sprake van een potentieel probleem. De fysiologische effecten zijn bekend en niet te negeren. BENG-woningen zijn wellicht iets gevoeliger voor oververhitting dan de bestaande woningvoorraad maar ook daar

is het probleem aanwezig. Beperking van het oververhittingsprobleem in woningen is mogelijk door integraal te ontwerpen. Het laat zich niet zondermeer oplossen door slechts naar één aspect te kijken. Actieve koeling is een optie maar vooralsnog zouden we voor de Nederlandse situatie zonder moeten kunnen, of in ieder geval beperkt voor de werkelijk gevoelige personen, zoals ouderen en de locaties met een minder optimale buitenomgeving. Automatisering van de oplossingen voor het beperken van oververhitting zijn beschikbaar en bieden mogelijkheden. De vraag is echter of deze zich allemaal eenvoudig laten implementeren als we het hebben over miljoenen woningen. Vooralsnog blijft de cruciale schakel de gebruiker. Maar het lijkt erop dat die soms wel wat steun kan gebruiken omdat niet iedere woning hetzelfde is en keuzes gemaakt moeten worden op basis van weersverwachtingen en gebruikspatronen. Hier is zeker nog wat te winnen!

heidstechnisch oogpunt te definiëren in plaats van comforttechnisch. Een onderscheid in type bewoner lijkt daarbij ook onvermijdelijk gezien de variatie die is terug te vinden en de vatbaarheid.

Onder andere is er het Nationale Hitteplan. Inwerkingtreding daarvan wordt gerelateerd aan de condities buiten – te beginnen met een meer dan 10% kans op een langere periode van warm weer (temperatuur reikt tot >27°C) [14]. Engeland

gebruikt weer net wat andere uitgangspunten ten aanzien van een vergelijkbaar hitteplan [15]. Om oververhitting te voorkomen stelt CIBSE dat de operationele temperatuur minder dan 1% van de bewoonde uren >28°C voor de leefruimtes en >26°C voor slaapkamers moet zijn. En zo is er nog wel een wereld te winnen in een goede afstemming ten aanzien van de eisen. Voor nieuwbouwwoningen is het daarom belangrijk om hier in ieder geval van tevoren over na te denken en eisen te formuleren op basis waarvan ontworpen kan worden. Dat is in ieder geval een eerste stap om te verwachten problemen de baas te zijn. (BENG-)woningen moeten niet meer alleen aangenaam zijn in de winter, maar ook in de zomer.

Referenties

1. Heijden, M. G. M. v. d., Blocken, B., en Hensen, J. L. M. 2012. "Heat wave vulnerability classification of residential buildings", Proceedings of the 7th Windsor Conference: The changing context of comfort in an unpredictable world, 12-15 April, Windsor, UK, Network for Comfort and Energy Use in Buildings - NCEUB, pp. 1-6.
2. Huynen, M.M.T.E., Martens, P., Schram, D., Weijnenberg, M.P. en Kunst, A.E. 2001. The Impact of Heat Waves and Cold Spells on Mortality Rates in the Dutch Population. *Environmental Health Perspectives*, 109/5:463-470.
3. Garssen J, Harmsen C en De Beer J. 2005. The effect of the summer 2003 heat wave on mortality in the Netherlands. *Euro Surveill*. 2005;10(7):pii=557. Available online: <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=557>
4. Lan, L., Pan, L., Lian, Z., Huang, H. and Lin, Y. 2014. Experimental study on thermal comfort of sleeping people at different air temperatures, *Building and Environment*, 73:24-31.
5. Loomans, M.G.L.C. en Boxem, G. 2015. Rapportage Monitoring Kroeven 2013-2014. 30 Nov 2015 Eindhoven: Eindhoven University of Technology - Dept. of the Built Environment. 88 p.
6. Hoes, P., Hensen, J.L.M., Loomans, M.G.L.C., Vries, B. de en Bourgeois, D. (2009). User behavior in whole building simulation. *Energy and Buildings*, 41(3), 295-302.
7. Hamdy, M., Carlucci, S., Hoes, P. en Hensen, J. L. M. 2017. The impact of climate change on the overheating risk in dwellings: A Dutch case study. *Building and Environment*. 122, p. 307-323 17 p.
8. Bouwens, E. P. M., Loomans, M. G. L. C., Hensen, J. L. M. en Lichtenberg, J. J. N. 2016. Ventilative cooling potential in low-energy dwellings : the HoTT case study. 22 May 2016 CLIMA 2016 : Proceedings of the 12th REHVA World Congress, 22-25 May 2016, Aalborg, Denmark. Heiselberg, P. K. (ed.). Aalborg: Aalborg University, Department of Civil Engineering, Vol. 5, p. 1-10 10 p. 263
9. Peeters, L., Dear, R. d., Hensen, J., en D'haeseleer, W. 2009. "Thermal comfort in residential buildings: Comfort values and scales for building energy simulation", *Applied Energy*, vol. 86, no. 5, pp. 772-780.
10. Klep, M. 2014. Ventilative cooling – an overview of the aspects involved. Master report. Dept. Built Environment. Eindhoven University of Technology. Pp.117.
11. Sévellec, F. en Drijfhout, S.S. 2018. A novel probabilistic forecast system predicting anomalously warm 2018-2022 reinforcing the long-term global warming trend. *Nature Communications*. Vol. 9, Article number: 3024 (2018).
12. Strøm-Tejsten, P., Mathiasen, S. en Petersen, S. 2016. The effects of increased bedroom air temperature on sleep and next-day mental performance. Paper 640. *Proceedings Indoor Air 2016*. Gent, België, pp.8.
13. Agentschap NL. 2012. Koeling in de herziene EPC-bepaling: wat gaat er veranderen?. Agentschap NL. Sittard.
14. <https://www.knmi.nl/producten-en-diensten/verhalen/Nationaal-Hitteplan-als-warm-weer-een-risico-is> (laatste bezocht 28/08/2018)
15. DCLG. 2012. Investigation into Overheating in Homes: Literature Review. Department for Communities and Local Government.