

Auteurs Ing. J. (Johan) Kaspers, Ir. H.J.J. (Harm) Valk, beiden werkzaam bij Nieman Raadgevende Ingenieurs BV

Zomercomfort als uitdaging voor bouwer en adviseur

We kijken terug op alweer een zomer met hoge buitentemperaturen. Inmiddels, els staat zomercomfort bij ontwikkelaars en opdrachtgevers op het netvlies als een van de zaken die opgelost moeten worden in het ontwerpproces. Airco's in woningen en koeling in gebouwen lijkt standaard te worden. Toch heeft brede toepassing van actieve koeling een aantal belangrijke nadelen, zoals het onvermijdelijke extra energiegebruik en de bijdrage aan de buitentemperatuur, die met name in stedelijke omgeving vermeden moet worden. Bovendien leren we steeds meer over comfortbeleving en gezondheidseffecten en weten we inmiddels dat de verschillen per doelgroep groter zijn dan gedacht. Dat levert nieuwe uitdagingen op bij bijvoorbeeld de huisvesting van kwetsbare groepen. Het wordt daarmee steeds belangrijker om in de ontwerpfase goed te kunnen voorspellen wat er qua oververhitting te verwachten is. In dit artikel daarom een vergelijking van enkele veel gebruikte methoden om het thermisch comfort te beoordelen en een advies voor de toepassing, afhankelijk van bouwtype en doelgroep.

Belang van beperken temperatuur

Hoewel het bestrijden van oververhitting meestal wordt ingegeven door de wens een goed comfort te bieden, dringt langzamerhand ook de urgentie door vanuit de zorg voor de gezondheid. Met name kinderen, ouderen, zieken en mensen met overgewicht zijn kwetsbaar en ervaren bij blootstelling aan hogere binnentemperaturen direct of indirect gezondheidsschade. Logisch geredeneerd leidt dat tot de constatering dat dit bij elkaar een fors deel van de bevolking betreft; potentieel betreft het zelfs iedereen. Het is daarom van belang om aandacht te besteden aan het voorkomen van oververhitting in gebouwen. Eisen aan het beperken van het risico op oververhitting horen daarom thuis in de bouwregelgeving. De aandacht voor het beperken van oververhitting was tot voor kort beperkt tot utiliteitsgebouwen en ook daar hoorde het tot privaatrechtelijke kaders die uitgaan boven het wettelijk minimum uit de bouwregelgeving. Daaraan is een eind gekomen in 2021. Op twee manieren: er staat een grenswaarde in de bouwregelgeving en die is gericht op wonin-

Analyse klimaat bestanden	2022 KNMI	2021 KNMI	2020 KNMI	2019 KNMI	2018 KNMI	NEN5060 T1 2018	NEN5060 T5 2018
	De Bilt	De Bilt	De Bilt	De Bilt	De Bilt	Extreem	Gematigd streng
Gemiddelde temperatuur	16,3	16,0	16,6	16,3	17,7	17,9	17,5
Buiten temperatuur	aantal uren						
>25°C	239	83	240	207	294	458	291
>28°C	99	12	122	112	100	211	105
>30°C	44	1	62	67	40	90	40
>32°C	9	0	22	27	23	29	4
>33°C	7	0	11	21	18	17	0
>34°C	6	0	0	16	11	7	0
>35°C	4	0	0	14	5	2	0
>36°C	0	0	0	10	0	0	0
Globale zoninstraling	aantal uren						
>600	435	296	399	377	454	413	350
>700	232	162	222	225	281	243	183
>800	91	71	95	85	119	91	50
>900	3	6	5	7	2	0	2

periode van 30-04 tot 28-09, station de Bilt

Figuur 1: Temperaturen versus klimaatjaren van afgelopen jaren – bron: NiemanRI op basis van NEN5060 2008 NEN5060 2018 en KNMI.

gen. Ook nu wordt nergens in de bouwregelgeving een koelinstallatie verplicht gesteld. Dat is overigens ook voor verwarming niet het geval, in tegenstelling tot wat vaak gedacht wordt. De eis aan TO_{juli} die sinds 1 januari 2021 geldt voor nieuw te bouwen woningen is daarmee pas een eerste, maar relevante, stap en markeert een beleidswijziging.

TO_{juli}

De indicator TO_{juli} is echter een niet erg precieze weergave van het werkelijk risico op oververhitting, vooral omdat er gerekend wordt met de gemiddelde temperatuur over de hele rekenzone, meestal de gehele woning. TO_{juli} is daarom geen goede voorspeller voor het risico op oververhitting in individuele ruimten, terwijl uit meer gedetailleerde dynamische simulatieberekeningen blijkt dat de verschillen tussen ruimten binnen een woning of woongebouw zeer groot kunnen zijn. Het gebruik van een berekend gemiddelde per woning of appartement geeft daar geen inzicht in. De betekenis van TO_{juli} is daarmee beperkt tot een eerste indicatie. Als voldaan wordt aan de grenswaarde < 1,20 dan mag aangenomen worden dat in de woning, bij verstandige gebruik van de aanwezige voorzieningen, het risico op oververhitting gemiddeld gesproken voor een gezonde volwassene niet onevenredig hoog is. Voor een echte beoordeling van het risico op oververhitting is een beoordeling met behulp van een dynamische simulatie op ruimteniveau noodzakelijk, een temperatuuroverschrijdingsberekening (TOB). Uit een aantal projecten komt naar voren dat de TO_{juli} een overschrijding

van de grenswaarde toont die na het maken van een TOB op basis van GTO-methode niet blijkt op te treden. Behalve het verbeterde inzicht is een voordeel dat maatregelen meer precies kunnen worden afgestemd op ruimte waar de oververhitting zal ontstaan. Voor dergelijke berekeningen zijn er verschillende mogelijkheden en beoordelingsmaatstaven voor handen. In het vervolg van dit artikel gaan we in op deze mogelijkheden. Wellicht ten overvloede een antwoord op de vraag waarom deze betere beoordelingsmaatstaf geen onderdeel uitmaakt van de bouwregelgeving. Dat heeft te maken met de politieke wens om de administratieve lasten voor een aanvraag Omgevingsvergunning zoveel mogelijk te beperken. Een TOB vraagt om een uitgebreide berekening en het verder opsplitsen van het gebouw dan voor andere bouwbesluitberekeningen noodzakelijk is en bovendien is een zekere mate van deskundigheid nodig voor het uitvoeren van de berekeningen. Dat maakt het ongeschikt om dit voor alle bouwaanvragen te eisen. De indicator TO_{juli} kan berekend worden met de invoer die ook voor een energieprestatieberekening nodig is en daarmee is TO_{juli} te integreren in die bepalingmethode en software.

Thermisch comfort

Bij te hoge binnentemperaturen in gebouwen ontstaat een verstoring van het thermisch comfort. Dat begrip vraagt enige uitleg, want uit onze ervaring als adviseur blijkt dat dit in het algemeen te gemakkelijk wordt vereenvoudigd tot 'de meest aangename temperatuur'. Thermisch comfort is echter een complexer begrip. Eenvoudig gezegd komt het erop neer dat de gebruiker van het gebouw tevreden is met de thermische omgeving. Die thermische omgeving bestaat uit de operationele temperatuur, stralings-asymmetrie, relatieve vochtigheid, luchtsnelheid en andere fysische grootheden. Maar het thermisch comfort wordt ook beïnvloed door ervaring, wens en verwachting van de gebruiker, door de mogelijkheid om bij discomfort in te grijpen en door het vermogen om zich aan te passen aan de omgeving, door bijvoorbeeld kleding of activiteit aan te passen, of een warme kop thee of een glas koud water te drinken. Bovendien is thermisch comfort afhankelijk van leeftijd, gender, gezondheid en persoonlijke voorkeur. Daarmee wordt thermisch comfort een subjectief begrip, dat niet goed in formules is vast te leggen.

Toch is een geobjectiveerd thermisch comfort, vastgelegd in formules en parameters een belangrijk handvat voor ontwerpers van gebouwen en gebouwinstallaties. Van belang is dan om die psychologische en subjectieve aspecten dan steeds mee te wegen in de keuzes die gemaakt worden. Dat maakt de aanpak van thermisch discomfort lastig, maar ook een uitdaging voor de adviseur.

Bij het -alsnog- formuleren van thermisch comfort in meetbare grootheden speelt de berekende PMV-waarde (predicted mean vote, voorspelde gemiddelde beoordeling) een belangrijke rol. Die grootheid is gekoppeld aan een PPD-waarde (predicted percentage of dissatisfied) en dat geeft al aan dat er geen sprake is van een absoluut comfort, maar van een comfort-

NEN5060 TO1	NEN5060 TO2	NEN5060 TO5	Zomer 1964
Extreem	Streng	Gematigd streng	Zacht
17,3	16,9	16,8	15,1
340	278	268	98
124	90	92	28
51	41	34	12
7	14	6	0
0	10	5	0
0	2	1	0
0	0	0	0
0	0	0	0
422	393	388	299
234	218	210	123
67	65	74	10
1	0	1	0

niveau dat uitgedrukt wordt in een percentage ontevredenen. Die PMV-waarde ligt vast in NEN-EN ISO 7730 en is ontleend aan klimaatkamer onderzoek van P.O. Fanger. De onderzoeksresultaten zijn vertaald in formules met zowel omgevingsvariabelen (lucht- en stralingstemperatuur, luchtsnelheid, etc.) als persoonsgebonden factoren (activiteitsniveau, kledingweerstand).

Uit praktijkonderzoeken blijkt echter dat dit uitgevoerde klimaatonderzoek niet in alle gevallen aansluit bij de werkelijkheid. Met name bij natuurlijk geventileerde gebouwen blijken er grote verschillen tussen theoretische en werkelijke comfortbeleving en beoordeling. Dit heeft alles te maken met adaptatie. We stellen onze comforttemperatuur bewust of onbewust af op wat er zich buiten afspeelt. Een mens is op verschillende manieren in staat zich aan te passen aan thermische wisselingen. Er blijkt echter dat wanneer mensen zich bevinden in een ruimte waar met een draai aan de knop de temperatuur aanpasbaar is, de persoonlijke adaptatie minder wordt. Kort gezegd blijf je in een gekoeld kantoor gewoon je trui aanhouden terwijl je die zonder die knop wel had uitgedaan. Natuurlijk kan de (werk-) omgeving die vrijheid niet altijd bieden. Is die vrijheid van aanpassing er niet dan valt men snel terug op het moeten bijregelen van bijvoorbeeld de temperatuur om het comfortabel te houden; de 'knop'. Dat levert een aanzienlijk ander verwachtingspatroon van het comfort op. Het verschil tussen die situaties is uitgewerkt in een alfa of bèta grenswaarde in ISSO 74. Hieruit blijkt dat we in een "alfa-gebouw" vervolgens significant hogere temperaturen comfortabel vinden. Dit geeft te denken; hoeveel energie zou dat wel niet kunnen besparen?

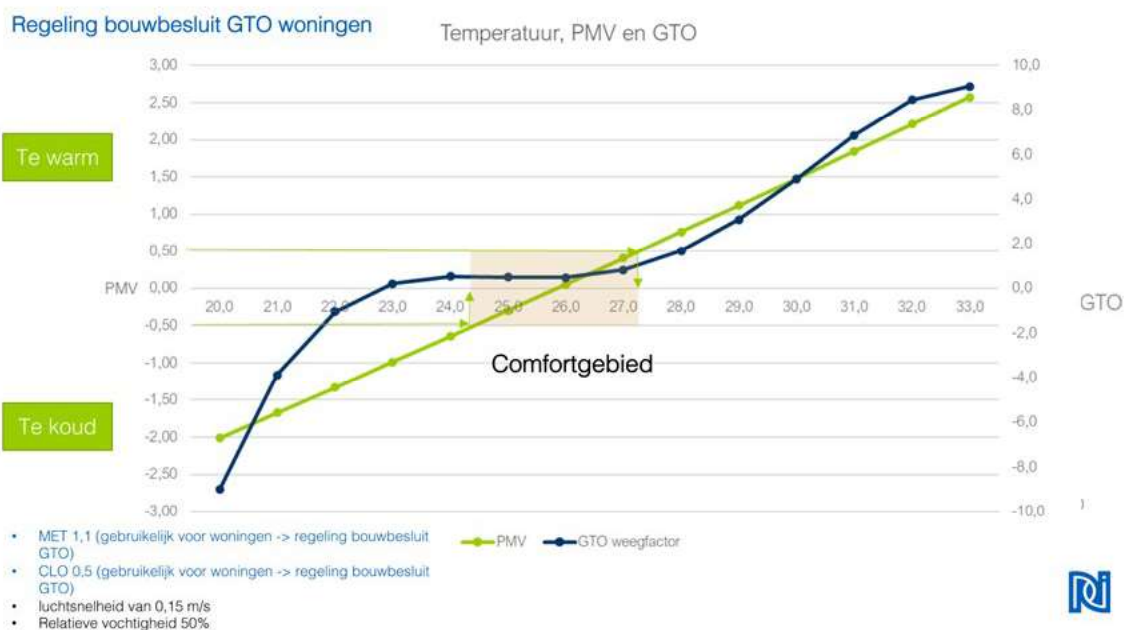
Moeten we niet meer van die "natuurlijk geventileerde" gebouwen gaan bouwen? Hoe kunnen we in gebouwen een omgeving creëren waarbinnen adaptief gedrag de norm is?

In de corona periode namen we ons werk mee naar huis. Daar kon je het verschil in adaptatie direct merken. In de koude periode gebruikte je sloffen, trok een trui aan of liep wat vaker een rondje. In de zomerperiode gebruikte je de zonwering en liep je extra voor een glas water. Een boom in de voortuin voorziet in aanvullende zonwering, waardoor je actieve koeling niet mist. Toch klagen ook veel mensen over de warmte omdat er geen knop of voorziening was om aan te draaien. Comfort is geen harde temperatuur grenswaarde maar zit in de mogelijkheden om invloed uit te oefenen op onze omgeving. Bij het ontwerpen moet de vraag zijn; hoe geven we de gebruiker voldoende controle om invloed uit te oefenen op de omgeving?

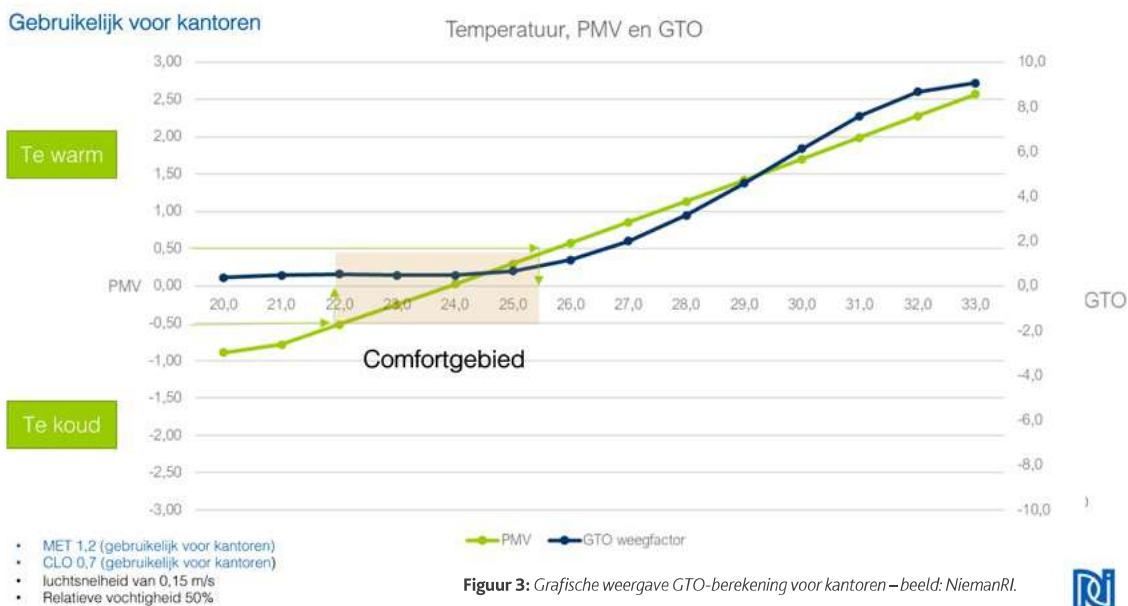
Waarom dan toch rekenen aan comfort; iets wat eigenlijk niet getalsmatig te kwantificeren is? Gevaarlijke vraag voor een adviseur. Het gedrag en de beleving kunnen we weliswaar niet simuleren maar het vastgoed zeker wel. Een TOB moet je zien als een "gebouwsimulatie" en kan zeer goed inzicht geven in het effect van bouwkundige ingrepen zoals overstekken, verschillende glas samenstellingen, zonweringstypen, ventilatievoorzieningen, gebouwmassa. Om deze te kunnen vergelijken moeten we dit wel langs een lat leggen. Die lat is de rekenmethode.

De rekenmethoden

Voor TOB's zijn er grofweg drie verschillende rekenmethoden voor handen. Die verschillen niet zozeer in de dynamische simulatie zelf, maar in het wegen en waarden van de berekende binnentemperaturen.



Figuur 2: Grafische weergave GTO-berekening voor woningen volgens randvoorwaarden Regeling Bouwbesluit – beeld: NiemanRI.



- De meest eenvoudige methode is het tellen van de overschrijdingsuren boven een bepaald setpoint als maat voor de temperatuuroverschrijding (TO). Dit type basis-TOB heeft als nadeel dat er geen onderscheid is tussen een tel-uur met een enkele graad overschrijding (28 °C, bij een setpoint van 27 °C) of een uur met een berekende temperatuur van -pakweg- 35 °C. Beiden zouden even zwaar wegen. Zonder ruimte voor overschrijdingen is de kans op overdimensioneren van maatregelen groot. Er wordt dan te veel beoordeeld op alleen de pieken.
- Een veel gebruikte methode is de Gewogen Temperatuuroverschrijdingsberekening (GTO). De GTO is een formule die de afwijking van het comfort bij (PMV = 0,5) berekent, waarbij afwijkingen van boven de PMV +0,5 gewogen worden. Daarbij tellen uren met een grotere overschrijding zwaarder mee. Het nadeel is dat de berekende 'uren' geen echte tijdsindicatie meer zijn, maar een maatstaf voor de zwaarte van de temperatuuroverschrijding. Daarmee weegt een kleine overschrijding die lang aanhoudt even zwaar als een korte periode van zeer hoge binnentemperaturen. Deze beoordelingsmethode heeft zijn oorsprong vanuit de RGD-eisen voor kantoren. De methode wordt ook voorgeschreven in het Cahier 'Hitte de Baas' voor zorginstellingen. Bovendien wordt deze methode inmiddels ook voorgeschreven in de Regeling Bouwbesluit als alternatief voor de TO_{juli} eisen.
- Dan is er de berekening van de Adaptieve Temperatuur Grenswaarde, afgeleid van onderzoek naar gedragsmatige, psychologische en fysiologische adaptatie. Daarbij is de comforttemperatuur onder meer afhankelijk van de buitentemperatuur. Dat effect kennen we uit de praktijk, een buitenluchttempera-

tuur van 21 °C voelt in het voorjaar als 'zomers warm' en na een hittegolf als 'herfstig'. Daarnaast speelt bij het bepalen van de ATG het type gebouw een rol en de mogelijkheden die de gebruiker heeft om in te grijpen (de eerder genoemde 'alfa' en 'bèta'-gebouwen). De ATG kent 4 beoordelingsklassen, naar het percentage tevreden:

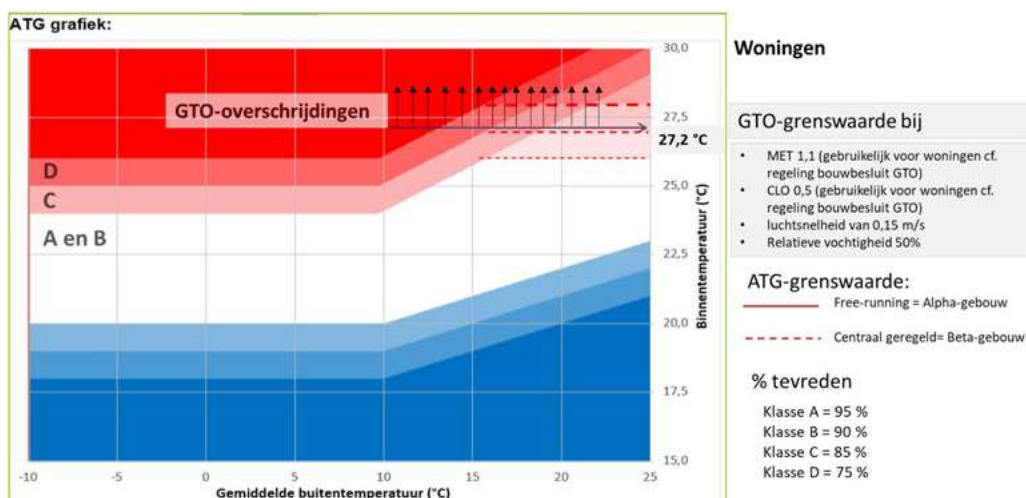
- Klasse A = 95 %
- Klasse B = 90 %
- Klasse C = 85 %
- Klasse D = 75 %

Van deze rekenmethoden valt een simpele TO-berekening af voor gebruik in ontwerp en advies voor gebouwen en klimaatinstallaties. De weging ontbreekt waardoor geen goed beeld kan worden gegeven van de beleving van optredende temperaturen. Een weging op basis van GTO en ATG zijn beide waardevol. Een keuze tussen deze rekenmethoden hangt af van het doel van de beoordeling en van de doelgroep, de gebouwgebruikers. Een doelgroep zoals de bewoners van verpleeg- en verzorgingshuizen behoort tot de meest kwetsbare voor te hoge binnentemperaturen. Tegelijkertijd hebben zij slechts zeer beperkte adaptatiemogelijkheden. Bij die doelgroep valt daarmee een beoordeling volgens ATG om die reden af en is een GTO-berekening de aangegeven methode. Daarbij is dan wel van belang met deskundigheid de te hanteren parameters te kiezen.

Parameters voor GTO-berekeningen

De aanwijzing van de GTO-methode in de Regeling Bouwbesluit is niet slechts een verwijzing naar een bepalingmethode, maar legt ook een hele serie parameters vast waarmee de GTO moet worden berekend.

Figuur 4: Grafische weergave ATG-grafiek met daarin een statische weergave van de GTO-grenswaarde – beeld: NiemanRI in Vabi grafiek.



Dat als geheel is de GTO-methode. Hierdoor kan het misverstand ontstaan dat daarmee de rekenmethode voor alle situaties vast ligt. Dat is maar zeer ten dele waar. De grenswaarde van 450 overschrijdingsuren is een beleidsmatig gekozen grenswaarde voor nieuwbouw van woningen en vormt in dat verband een absolute bovengrens, maar geeft zeker geen garantie voor een voldoende comfort. Bovendien zijn de parameters afgestemd op een gemiddelde (lees: volwassen en redelijk gezonde) gebruiker. Juist in situaties waarbij ofwel een hoger comfortniveau wordt gevraagd of er sprake is van specifieke doelgroepen, verdient het aanbeveling de grenswaarde en de parameters te heroverwegen. Voor een hoger comfortniveau voor een gemiddelde doelgroep ligt aanpassen van de grenswaarde voor de hand. Door een lager aantal overschrijdingsuren voor te schrijven, ligt er vanzelfsprekend een strengere eis. Maar als er sprake is van een specifieke doelgroep, bijvoorbeeld in een woongebouw voor kwetsbare ouderen, dan is het noodzakelijk om ook andere parameters, zoals MET- en CLO-waarden en verblijfstijden aan te passen, om een voor die doelgroep passend comfortniveau te realiseren. Voor Woonzorg Nederland heeft Nieman daarom een aangepaste set parameters samengesteld voor GTO-berekeningen gericht op zorgvastgoed, waarbij de belangrijkste parameters zijn een toekomstbestendig klimaatjaar NEN5060 T01;2018, MET-waarde van 1,2, een CLO-waarde 0,7 en een grenswaarde van 300 GTO-overschrijdingsuren. Met deze randvoorwaarden zullen veel eerder maatregelen vereist zijn, dan bij een beoordeling voor reguliere woningen. Deze randvoorwaarden worden nu privaatrechtelijk als richtlijn gehanteerd, vooruitlopend op meer algemene richtlijnen voor woongebouwen voor verpleging en verzorging die in ontwikkeling zijn.

Samenvatting

De beoordeling van het risico op discomfort door oververhitting lijkt in eerste instantie wat weerbarstig. De veel gebruikte TO_{juli} -waarde heeft betekenis in het agenderen van de problematiek en het verankeren ervan in het ontwerp-proces van gebouwen. Voor een goed advies is echter meer inzicht nodig, dat kan worden verkregen door het uitvoeren van temperatuur overschrijdingsberekeningen. Hiervoor bestaan verschillende methoden, waarvan de GTO-methode bij uitstek geschikt is voor situaties waarin gebruikers van een gebouw weinig mogelijk hebben hun gedrag of kleding aan te passen, zoals ouderen in een zorggebouw. De ATG-methode veronderstelt impliciet dat die adaptatiemogelijkheid aanwezig is; deze methode is daarmee beter geschikt voor bijvoorbeeld kantoren, scholen en reguliere woningen. Voor meer inzicht kunnen de rekenmethoden ook naast elkaar worden gebruikt, hoewel dit in de praktijk vanwege het benodigde rekenwerk beperkt zal blijven tot bijzondere situaties. De waarde van de berekening hangt echter sterk samen met de gebruikte uitgangspunten. Daarin hebben we in dit artikel enig inzicht in willen geven. Meer ervaring met de rekenmethode en meer eenduidigheid in de parameters voor verschillende doelgroepen kan leiden tot verdere optimalisatie van richtlijnen en bovendien tot veel minder comfortklachten van de gebouwgebruikers. Zomercomfort verdient veel meer aandacht, omdat de warme zomers die we de afgelopen jaren hebben ervaren de voorbode zijn van een blijvende verandering in ons klimaat.

Referenties

1. Meer, G. de, et al.; Gezondheidsrisico's van zomerse omstandigheden; 'Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM); Rapport 609400007/2012; en o.a. GGD-Leefomgeving zie www.ggdleefomgeving.nl/hitte
2. Artikel 3.10 van Regeling Bouwbesluit 2012
3. Zie o.a. Paciuk, 1990; de Dear, 1997; Nikolopoulou, 2004; Ubbelohde, 2004
4. NEN-EN ISO 7730:2005 Klimaatomstandigheden - Analytische bepaling en interpretatie van thermische behaaglijkheid door berekeningen van de PMV en PPD-waarden en lokale thermische behaaglijkheid; NEN, Delft
5. Developing an Adaptive Model of Thermal Comfort and Preference - Final Report on RP-884.
6. ISSO-publicatie 74 Thermische behaaglijkheid, Eisen en achtergronden betreffende het thermisch binnenklimaat in kantoren en vergelijkbare utiliteitsbouw; Rotterdam, Stichting ISSO, 2014
7. De hitte de baas: koeling in zorginstellingen; College bouw zorginstellingen (CBZ), Den-Haag, 2007