

# Comfort in tijden van klimaatverandering

Het is de laatste jaren een trend om andere klimaatjaren of andere comforteisen te hanteren. Het oude klimaatjaar 1964-1965 wordt steeds vaker vervangen door jaren zoals 1995, 1998 of nieuwe klimaatreferentie jaren conform de NEN 5060:2008. Ook de comforteisen veranderen. De eis van 150 gewogen overschrijdingsuren die de Rijksgebouwendienst jarenlang hanteerde, wordt steeds vaker vervangen door een eis met een maximale binnentemperatuur van 25 °C of adaptieve temperatuurgrenswaarden (ATG), zoals omschreven in ISSO-publicatie 74. Wat is de invloed van gewijzigde klimaatjaren en comforteisen op het comfort en het op te stellen koelvermogen?

Ing. F. (Fadil) Imsirovic en ir. R. (Rik) Molenaar,  
Techniplan Adviseurs, Rotterdam

Om te bepalen welke invloed de keuze van een ander klimaatjaar en andere comforteisen heeft op het koelvermogen, is een rekenstudie uitgevoerd met behulp van Vabi 114, versie 2.29. Als uitgangspunt voor de dynamische simulatie van het binnenklimaat is gekozen voor een standaard kantoorvertrek (lengte x breedte x hoogte: 5,4 x 3,6 x 2,7; percentage glas maal ZTA is 0,10) op vier oriëntaties (N, O, Z en W). De klimaatinstallatie van dit vertrek bestaat uit gebalanceerde ventilatie in combinatie met een lokale fancoilunit voor koeling en verwarming. Het vertrek is per oriëntatie door middel van een temperatuurverschrijdingsberekening (TO-berekening) getoetst aan de volgende klimaatjaren:

- De Bilt ('64/'65);
- 1995;
- RA2008T5 (overschrijdingskans 5%);
- RA2008T2 (overschrijdingskans 2%);
- RA2008T1 (overschrijdingskans 1%).

Dit is gebeurd conform de volgende comforteisen:

- '150 GTO': PMV+0,5 met maximaal 150 Gewogen Temperatuur Overschrijdingsuren;
- 'max 25 °C': de binnentemperatuur mag tijdens bedrijfstijd niet hoger zijn dan 25 °C;
- 'ATG 80% Bèta': het binnenklimaat voldoet aan de ATG-criteria 'Bèta gebouw met max. 80% acceptatie' (ISSO-publicatie 74).

Met behulp van deze berekening is voor elke combinatie van klimaatjaar en comforteisen het koelvermogen bepaald waarmee precies voldaan wordt aan de comforteisen. Als referentie in de vergelijkingen is De Bilt '64/'65 en 150 GTO aangehouden.

## ■ PER COMFORTEIS

In figuur 1 zijn de resultaten voor het koelvermogen uitgesplitst naar de comforteisen '150 GTO'. Het koelvermogen neemt toe met 11 tot 26% bij de keuze van een ander klimaatjaar. Dit effect is het kleinst voor de oriëntatie West en het grootst voor Oost. Het zwaarste referentiejaar is '2008T1', maar dit is redelijk ver-

gelijkbaar met 1995. Figuur 2 laat de resultaten zien voor de comforteisen 'ATG 80% Bèta'. Het koelvermogen neemt maximaal toe met 13% bij keuze van een ander klimaatjaar. Opvallend is dat bij deze eis het referentiejaar 1995 veelal minder streng is dan '64/'65. Verder valt op dat '2008T1' weliswaar het zwaarst is voor Zuid en West, maar dat voor Noord en Oost juist 'RA2008T5' zwaarder is. Figuur 3 toont de resultaten voor de comforteisen 'max 25 °C'. Het koelvermogen neemt toe met 9-20% bij de keuze van een ander klimaatjaar. Opvallend is de uitschieter van 'RA2008T5' op Oost. Over het algemeen is op deze oriëntatie 'RA2008T2' het zwaarst.

Om de toename van het koelvermogen bij de nieuwe klimaatjaren beter te kunnen vergelijken, is de toename van het koelvermogen ( $P_{\text{koel}}$ ) per klimaatjaar in tabel 2 samengevat. Referentie is het koelvermogen voor klimaatjaar '64/'65 bij de betreffende comforteisen. Uit deze tabel blijkt dat de keuze voor een ander klimaatjaar dan '64/'65 kan leiden tot een

Algemeen	
Gebouwfunctie	Kantoorgebouw
gebruikstijden	08:00 tot 18:00 uur
afmetingen kantoor	
- Bruto hoogte	3,6 m
- Vrije hoogte	2,7 m
- Breedte	3,6 m
- Diepte	5,4 m
Bouwkundige uitgangspunten	
Rc-waarde	3,5 m <sup>2</sup> .K/W
Glassoort	HR++ zonwerend beglazing
- U-waarde	1,8 W/m <sup>2</sup> K inclusief kozijn
- ZTA	0,32
Glaspercentage	30% geveloppervlak
Te openen ramen	Geen
Infiltratie	0,1 l/s/m <sup>2</sup> GO
Thermische capaciteit	
- Massa vloeren	≥ 200 kg/m <sup>2</sup>
- Plafond	Gesloten
Installatietechnische uitgangspunten	
Klimaatstelsel	Mechanisch toe- en afvoer
Luchthoeveelheid	50m <sup>3</sup> /h per persoon
Inblaastemperatuur	16 °C
Voorwaardelijke nachtventilatie	Aan T <sub>bu</sub> >24°C; uit T <sub>be</sub> <20°C.
Ruimteverwarming	Centraal LBK, lokaal Fancoil unit
Ruimtekoeling	Centraal LBK, lokaal Fancoil unit
Bevochtiging ventilatielucht	Geen
Warmteopwekking	E. warmtepomp met aquifer
Koudeopwekking	Koudeopslag in de bodem
Warm tapwater	Elektrische boiler
Interne Warmte Productie (IWP)	
- Verlichting	12 W/m <sup>2</sup>
- Apparatuur	20 W/m <sup>2</sup>
- Personen	10 W/m <sup>2</sup>

-Tabel 1- Bouwkundige en installatietechnische uitgangspunten van het standaard kantoorvertrek

Klimaatjaar	t.o.v. 150 GTO referentie	t.o.v. ATG 80% Bèta	t.o.v. Max. 25°C
KJ '64/'65	100%	100%	100%
KJ '95N1	114-123%	94-106%	103-116%
KJ '08T5	111-119%	99-113%	109-121%
KJ '08T2	116-122%	102-113%	112-120%
KJ '08T1	117-126%	102-109%	108-116%

-Tabel 2- Samenvatting toename koelvermogen

## VERGELIJKING COMFORTEISEN

De '150 GTO-eis' is gebaseerd op het warmtebalansmodel voor thermische behaaglijkheid, ontwikkeld door Fanger (1970), en daarmee op het gemiddeld percentage klagen. Dit mag maximaal 150 gewogen overschrijdingsuren boven de 10% zijn, waarbij een hoger percentage zwaarder meetelt. Bij een overstap naar de ATG-eis wordt naar de maximaal optredende operationele temperatuur (gemiddelde van de lucht- en stralingstemperatuur) gekeken. Deze mag niet boven een bepaalde waarde uitkomen, die afhankelijk is van de gewogen gemiddelde buitentemperatuur. Deze eis is met name een verzwaaring in de tussenseizoenen. En bij de eis 'max 25 °C' mag de binnentemperatuur nooit boven de 25 °C komen.

koelvermogen dat 6% lager tot 26% hoger is. Met name bij de comforteisen '150 GTO' en 'max 25 °C' is de stijging bij toepassing van een ander klimaatjaar groot.

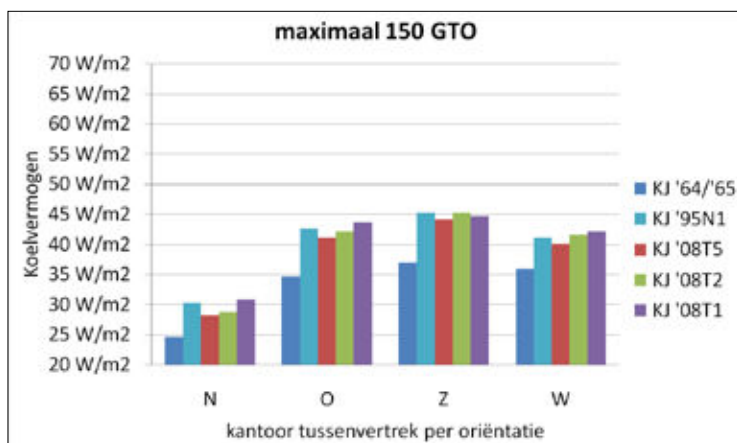
## VERGELIJKING COMBINATIES

Om de combinaties van klimaatjaren en comforteisen per oriëntatie te kunnen vergelijken,

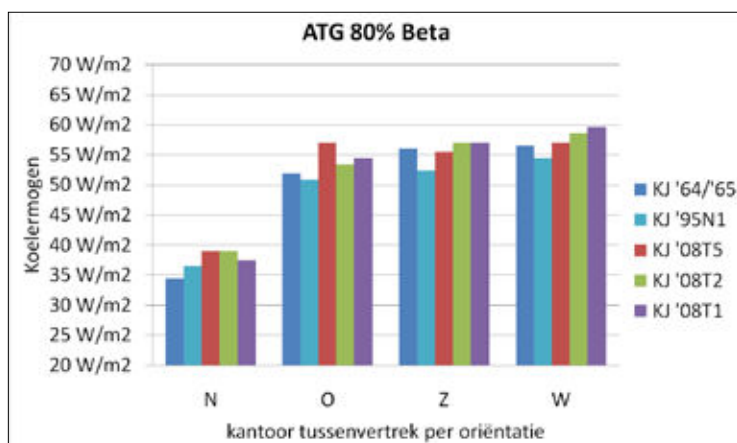
is de toename van het koelvermogen ten opzichte van de referentie in de figuren 4 (volgende pagina) procentueel weergegeven langs drie assen (referentie 100% is klimaatjaar '64/'65 met '150 GTO'). In deze figuren is te zien dat het koelvermogen met circa 40-63% toeneemt bij de comforteisen 'ATG 80% Bèta' en 'max 25 °C'. De grootte van deze toename

hangt af van het klimaatjaar en de oriëntatie, omdat de zonbelasting op elke oriëntatie anders is.

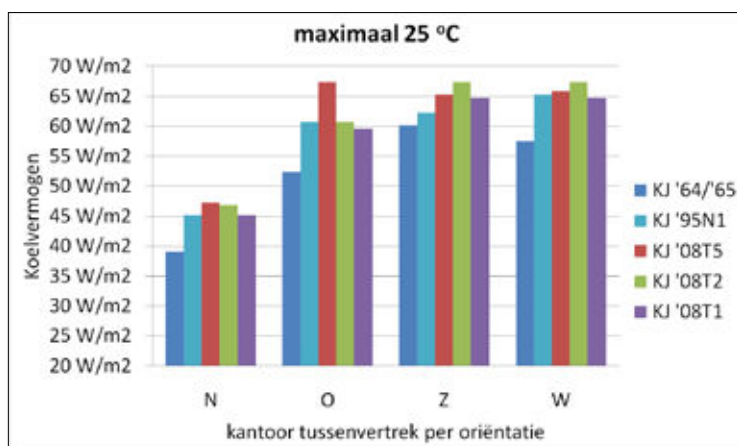
Uit tabel 3 blijkt hoe groot de invloed is van de keuze van een referentiejaar en comforteisen op het op te stellen vermogen. De keuze van een ander referentiejaar resulteert in een toename van circa 15 tot 20% (behalve bij



-Figuur 1- Resultaten voor het koelvermogen uitgesplitst naar comforteisen '150 GTO'



-Figuur 2- Resultaten voor het koelvermogen uitgesplitst naar comforteisen 'ATG 80% Bèta'



-Figuur 3- Resultaten voor het koelvermogen uitgesplitst naar comforteisen 'Maximaal 25 °C'

de 'ATG methode', waarbij de toename circa 5% is). De invloed van een andere comforteis bedraagt circa 20% tot 60%. In de nieuwe referentiejaren 'RA2008' is dit circa 30% voor de 'ATG-methode' en circa 55% voor de 'max 25 °C'-eis. Een combinatie van een ander klimaatjaar en andere comforteis kan leiden tot een toename van het koelvermogen tot ruim 80%. Uit deze resultaten blijkt het belang van een overwogen keuze van een klimaatjaar en comforteis. Deze kan immers grote invloed hebben op het op te stellen vermogen.

### ■ INVLOED OP HET COMFORT

Het nieuwe referentiejahr RA2008 sluit aan op het huidige klimaat, met een overschrijdingskans van 1% tot 5%. Door de wijzigingen in het buitenklimaat tussen 1964 en nu, moet er circa 20% extra koelvermogen worden opgesteld om tot hetzelfde comfortniveau te komen als destijds. De aanpassingen in de comforteis hebben werkelijk effect op het comfortniveau van de gebruikers. Het toepassen van de ATG-eis levert met name minder overschrijdingen in het tussenseizoen op, en het toepassen van maximaal 25 °C als eis resulteert in een afname van het aantal 'oncomfortabele uren' (met PMV > 0,5) van maximaal 150 gewogen overschrijdingsuren naar vaak minder dan 20

uur. Zoals voor veel zaken geldt dat deze laatste verbeteringsslag extra veel inspanning kost. Uitgaande van klimaatjaar 'RA2008T2' moet, om van 150 gewogen overschrijdingsuren naar maximaal 25 °C te gaan, het vermogen met 54% verhoogd worden. De maximaal optredende binnentemperatuur zakt dan van 28 °C (Westzijde) naar 25 °C en het aantal gewogen overschrijdingsuren van 150 naar 0. Bij het bepalen van het comfortniveau zal in beschouwing genomen moeten worden of deze verbetering van het comfortniveau opweegt tegen de verhoging van de investeringen en exploitatielasten.

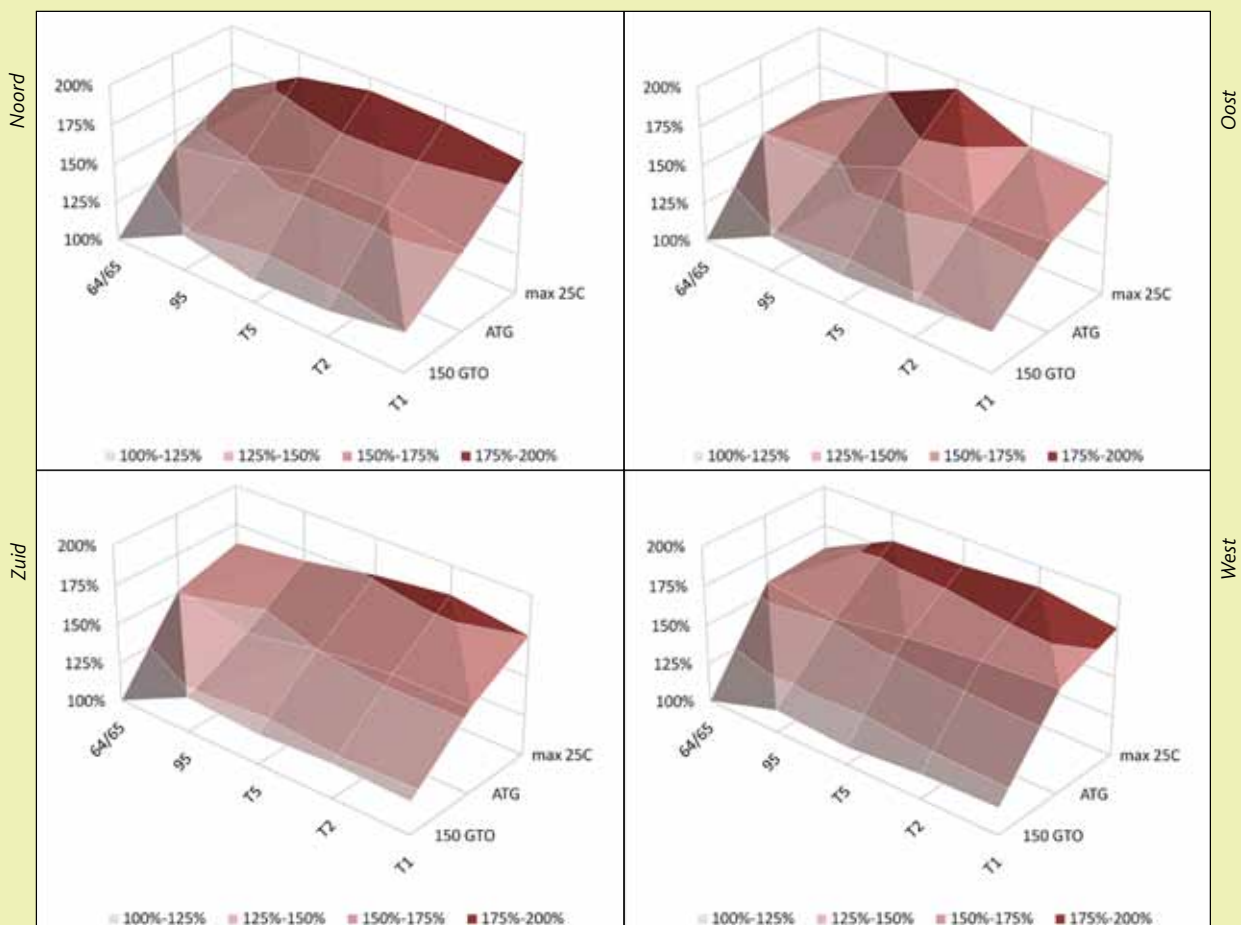
### ■ CONCLUSIES

De invloed van het nieuwe referentiejahr 'RA2008' op het op te stellen koelvermogen is ongeveer 20%, afhankelijk van oriëntatie en comforteis. Dit kan worden beschouwd

Toename koelvermogen ten opzichte van '64/'65 en 150 GTO					
	64/65	95	T5	T2	T1
150 GTO	100%	121%	116%	119%	122%
ATG	149%	147%	158%	157%	157%
Max 25°C	158%	177%	186%	183%	178%
Toename koelvermogen ten opzichte van '64/'65 bij gelijke comforteis					
	64/65	95	T5	T2	T1
150 GTO	100%	121%	116%	119%	122%
ATG	100%	98%	106%	105%	105%
Max 25°C	100%	112%	118%	116%	112%
Toename koelvermogen ten opzichte van 150 GTO bij gelijk klimaatjaar					
	64/65	95	T5	T2	T1
150 GTO	100%	100%	100%	100%	100%
ATG	149%	122%	136%	132%	129%
Max 25°C	158%	147%	161%	154%	145%

-Tabel 3- Gemiddelde resultaten voor alle oriëntaties

als het extra koelvermogen dat nodig is om de gevolgen van de klimaatverandering op te vangen. De drie referentiejaren in NEN 5060 verschillen onderling niet veel in het effect op het benodigd koelvermogen. Het effect van de gekozen comforteis kan echter veel groter zijn: van 20% tot wel 60% extra koelvermogen om te voldoen aan de eis. In combinatie met een aangepast referentiejahr kan dit 80% extra koelvermogen opleveren ten opzichte van de referentie '64/'65 en '150 GTO'.



-Figuur 4- Toename van het koelvermogen t.o.v. de referentie voor de verschillende tussenvertrekken