

Comfortervaring in kantoren mét en zonder Geotabs

Het Europees onderzoeksproject EraSME-Geotabs heeft als algemene doelstelling het verbeteren van het ontwerp en de regeling van grond gekoppelde warmtepompsystemen die worden gecombineerd met betonkernactivering in kantoorgebouwen. Hiervoor werd onder meer gebruik gemaakt van een nieuw ontwikkelde 'comfort survey tool' om meer inzicht te krijgen in de werkelijke comfortervaring in Geotabs-kantoorgebouwen en conventionele kantoorgebouwen met conventionele gebouwssystemen. (Zie ook het artikel **Geothermische warmtepompen én betonkernactivering in deze uitgave**).

Ing. J. (Jan) Hoogmartens¹, Msc.ing. J. (Johan) Coolen², prof.dr.ir. L.M.L. (Lieve) Helsen¹

¹ Katholieke Universiteit Leuven (KU Leuven), Depart. Werktuigkunde, Afdeling Toegepaste Mechanica en Energieconversie, België

² Factor4, België

Comfort kan niet omschreven worden als het louter ontbreken van ziekten en zwakheden, maar houdt ook globaal fysiek, mentaal en sociaal welzijn in [WHO, 1946]. Dit is echter een subjectieve appreciatie die kan worden beïnvloed door tal van parameters. Voor de ontwerper van een gebouw en klimaatsystemen is het algemeen binnencomfort uiterst belangrijk. Tal van studies tonen aan dat de productiviteit en gezondheid van gebouwgebruikers gecorreleerd is aan de kwaliteit van het binnenklimaat [Jones, 1999; Wyon, 2004]. De Europese norm EN 15251 [CEN, 2007a] deelt het algemeen binnenklimaat – toegepast op gebouwen, hoofdzakelijk gebruikt voor menselijke bezetting (o.a. kantoorgebouwen) – op in vier categorieën, naargelang het behaalde comfort. De norm voorziet methoden voor de lange termijn evaluatie van een specifiek binnenklimaat of van het gehele gebouw. Dit maakt het mogelijk om inputparameters te bepalen voor het ontwerp van een klimaatinstallatie of verlichtingssysteem. Het houdt onder meer volgende aspecten

in: thermisch comfort, kwaliteit van binnen-

lucht en ventilatie, vochtigheid, akoestiek en verlichting.

■ ONLINE ENQUÊTE

Om de werkelijke comfortervaring in een kantoorgebouw in beeld te brengen, werd een anonieme online enquête ontwikkeld, genaamd Comfortmeter (www.comfortmeter.eu). Deze webgebaseerde toepassing bestaat uit twee belangrijke modules:

- module voor het opvragen van gegevens van de ondervraagde gebouwgebruikers en hun comfortervaring. Gebouwgebruikers wordt gevraagd naar 70 comfortvariabelen en 17 gegevens. Alle vragen zijn zodanig geformuleerd dat een eenvoudige verwerking van data mogelijk is. Bijvoorbeeld comfortvariabelen kunnen discreet, via zeven stappen, variëren tussen 0% (= helemaal niet akkoord) en 100% (= helemaal akkoord);
- module voor het verzamelen van gebouwdata. In deze module worden 140 gebouw(zone)variabelen opgevraagd. Deze data worden typisch door de gebouwbeheerder of een externe consultant, gehoord door

de gebouw eigenaar, ingegeven.

Beide modules zijn ontwikkeld in vijf talen (Nederlands, Frans, Engels, Duits, Tsjechisch). Vervolgens zijn 29 gebouwen geselecteerd: zeven Geotabs-gebouwen, zeven conventionele, gekoelde gebouwen, en 15 conventionele, niet-gekoelde gebouwen (zie tabel 1). De schuin gedrukte rijen in tabel 1 geven aan dat het niet mogelijk is ramen te openen in het gebouw. '1' betekent 'Ja', '0' verwijst naar 'Neen' voor de verschillende Ja/Neen-vragen. Bepaalde gebouwmanagers stuurden voor het plaatsvinden van de online bevraging een mail naar de gebouwgebruikers om hen te informeren over de komende comfortenquête. Dit leidde tot een hoger beantwoordingspercentage (voorbeeld: gebouw DD-DD01). Gebouwen waar het aantal ingevulde enquêtes kleiner is dan 20 hebben een relatief hoge statistische fout. Er moet bij deze gebouwen daarom omzichtig omgesprongen worden met het interpreteren van resultaten. Om die reden zal bij de grafische weergave van resultaten steeds gewerkt worden met het

Gebouwcode	Geothermisch ewarmtepomp (J/N)	Koudeproductie (J/N)	Vensters te openen (J/N)	Bruto geconditioneerd vloeroppervlak (m ²)	beantwoordingssper- centage (%)	Aantal ingevulde enquêtes
DD-DD01	1	1	1	2.387	85%	29
HH-HH01	1	1	1	764	61%	12
II-II01	1	1	1	7.130	48%	106
HH-HH01	1	1	1	3.954	79%	37
EE-EE01	1	1	0	3.820	68%	56
FF-FF01	1	1	0	3.350	81%	30
KK-KK01	1	1	0	8.128	40%	27
BB-BB03	0	1	1	1.719	74%	47
FE-BRBE	0	1	1	4.578	63%	62
FE-BRTR	0	1	1	15.471	38%	187
FE-BRMR	0	1	1	4.180	18%	7
MM-MM01	0	1	1	23.737	77%	60
DD-DD02	0	1	0	4.106	86%	152
GG-GG02	0	1	0	910	83%	24
LL-LL01	0	1	0	21.895	90%	46
BB-BB01	0	0	1	1.719	65%	34
BB-BB02	0	0	1	8.635	52%	117
CC-CC01	0	0	1	13.676	53%	69
FE-ATHF	0	0	1	3.985	38%	35
FE-BIFI	0	0	1	2.480	31%	13
FE-BLCF	0	0	1	2.048	33%	18
FE-EUCF	0	0	1	2.240	54%	25
FE-LACF	0	0	1	4.618	30%	37
FE-LISE	0	0	1	2.358	60%	30
FE-MACF	0	0	1	2.283	34%	21
FE-MRCF	0	0	1	2.606	34%	47
FE-SACA	0	0	1	3.574	23%	17
FE-SECF	0	0	1	2.640	18%	8
GG-GG03	0	0	1	420	82%	23

-Tabel 1- Overzicht van ondervraagde gebouwen

- akoestiek;
- kantoor en gebouw;
- verlichting;
- netheid;
- individuele regelbaarheid.

Beide benaderingen verschillen enigszins (figuur 1, op de volgende pagina) en hebben elk hun voor- en nadelen wat betreft een schatting van de werkelijke comfortperformantie van het gebouw.

De groene horizontale balk geeft de verzameling Geotabs-gebouwen weer; de blauwe horizontale balk de gekoelde, conventionele gebouwen. De rode horizontale balk geeft de 15 niet-gekoelde, conventionele gebouwen weer. De drie laatste Geotabs-gebouwen (EE-EE01→KK-KK01) en de drie laatste gekoelde conventionele gebouwen (DD-DD02→LL-LL01) zijn de gebouwen met gesloten raampartijen.

Figuur 2, op de volgende pagina, geeft de algemene comfortvariabelen per bouwtype weer:

- 'Perc. 10%'/'Perc. 90%' zijn de scores ten opzichte waarvan respectievelijk 10% en 90% van de gebouwen lager scoort;
- 'Average' geeft de gemiddelde waarde van de 29 gebouwen weer, 'AverageGT' is het gemiddelde van de zeven Geotabs-gebouwen en 'AverageNGT' is het gemiddelde van de andere 22 niet-Geotabs-gebouwen.

Uit Figuur 2 kunnen we volgende conclusies trekken:

- 'Comf: overall', de algemene comfortervaring, varieert 'slechts' 10% tussen het slechtst en best scorende gebouw. De reden hiervoor is dat de algemene comfortervaring gebaseerd is op een som van onafhankelijke comfortvariabelen waarvan de kans klein is dat ze alle zeer slecht of zeer goed scoren. Bovendien lijkt deze marge van 10% eerder klein, maar is het effect van 1% stijging op de algemene comfortervaring niet te onderschatten naar zelf aangegeven productiviteitsstijging;
- verder geldt voor Geotabs-gebouwen:
 - een licht betere algemene thermische comfortervaring;
 - een significant hogere score betreft netheid en tevredenheid kantoor/gebouw. Dit kan verklaard worden omdat de meeste Geotabs-kantoorgebouwen recent opgetrokken werden en beter scoren op factoren als 'outside building appearance' en 'view from window';
 - een significant lagere score betreffende akoestiek (hoofdzakelijk te verklaren door hogere akoestische uitdagingen in ontwerpfase door het gebruik van betonkernactivering) en individuele

90%-betrouwbaarheidsinterval.

In een volgende stap werden alle gebouwgebruikers via een uitnodiging per e-mail met persoonlijke link aangeschreven. Na ongeveer acht werkdagen werd er een herinnering gestuurd naar de gebruikers die de enquête nog niet invulden. Deze procedure resulteerde in een globaal beantwoordingpercentage van 55%. Dit is zeer hoog in vergelijking met andere online-bevragingen. In totaal werden 1.370 enquêtes ingevuld. Parallel met de bevraging van de individuele gebouwgebruiker werden de gebouwdata verzameld.

STATISTISCHE VERWERKING

Na het verzamelen van de data volgde een statistische verwerking van de gegevens. In eerste instantie werden de gegevens maximaal genormaliseerd om de statistische analyse en rapportering achteraf te vereenvoudigen. Vervolgens werden de genormaliseerde data via een meervoudige regressie analyse verwerkt [Wikipedia, 2012]. Enkel de vergelijkingen die voldoen aan volgende voorwaarden werden meegenomen in het vervolg van de analyse:

- alle coëfficiënten zijn significant, met 95% waarschijnlijkheid, verschillend van 0;

- verklarende variabelen (x1, x2, ...) hebben een oorzakelijke invloed op de afhankelijke variabelen (y).

Op deze manier worden enkel de significante resultaten gefilterd uit de dataset. In een laatste fase van de statistische verwerking werd de invloed van individuele gebruikers-afhankelijke variabelen (voorbeeld: geslacht, aantal personen op werkplek, etc.) op de algemene comfortscores gekwantificeerd. Deze invloed werd vervolgens gecorrigeerd om te komen tot een algemene comfortscore per gebouw met een 'gemiddelde gebruiker'. Deze methode heeft geresulteerd in de algemene comfortscores per gebouw, zoals deze staan in figuur 1.

Figuur 1 geeft voor alle 29 bevraagde gebouwen een gebouwgebruikersafhankelijke comfortscore:

- 'total question' werd berekend op basis van de gemiddelde score op de zelf aangegeven algemene comfortervaring;
- 'total sum' geeft een geschatte waarde van de wiskundige functie tussen de algemene comfortervaring en zijn direct beïnvloedbare comfortvariabelen weer:
 - thermisch comfort;
 - luchtkwaliteit;

regelbaarheid. Deze laatste parameter heeft een belangrijk aandeel (gelijkaardig aan thermisch comfort) in de algemene comfortervaring. Deze gemiddelde lage scores, met bijgevolg negatief effect op het algemeen comfort in een Geotabsgebouw, komen niet bij alle Geotabsgebouwen voor. Dit wijst erop dat het technisch mogelijk is om gepaste maatregelen te nemen om dergelijke problemen tegen te gaan.

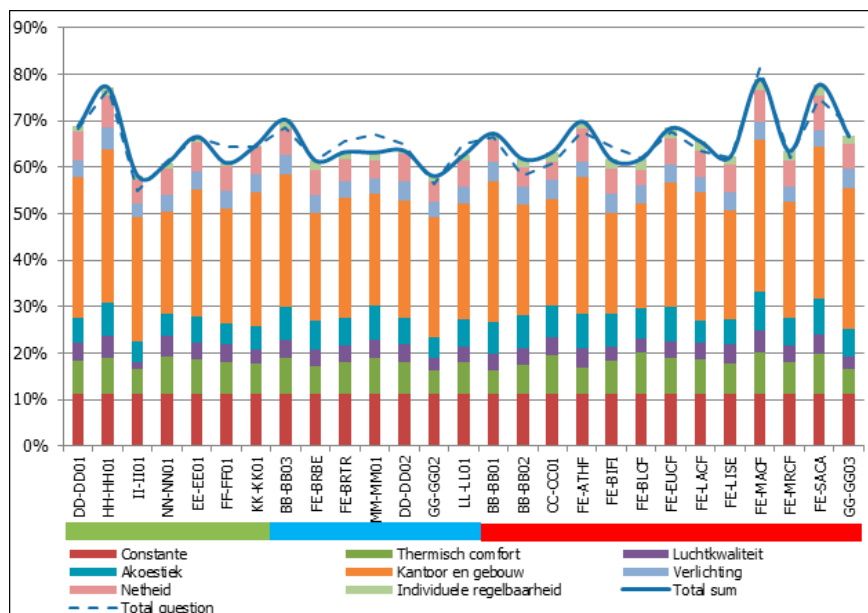
Verder kunnen we uit de enquête concluderen dat bij 1% stijging van het algemeen comfort de zelfgerapporteerde productiviteit met 0,19% toeneemt, zoals blijkt uit de regressie analyse van de Comfortmeter resultaten in onderstaande grafiek. Rekening houdend met een gemiddelde bezetting en een typische omzet voor een Belgische werknemer, genereert 1% stijging van Comfort overall in een gebouw van 10.000 m² jaarlijks een productiviteitseffect van 68.700 euro.

DANKWOORD

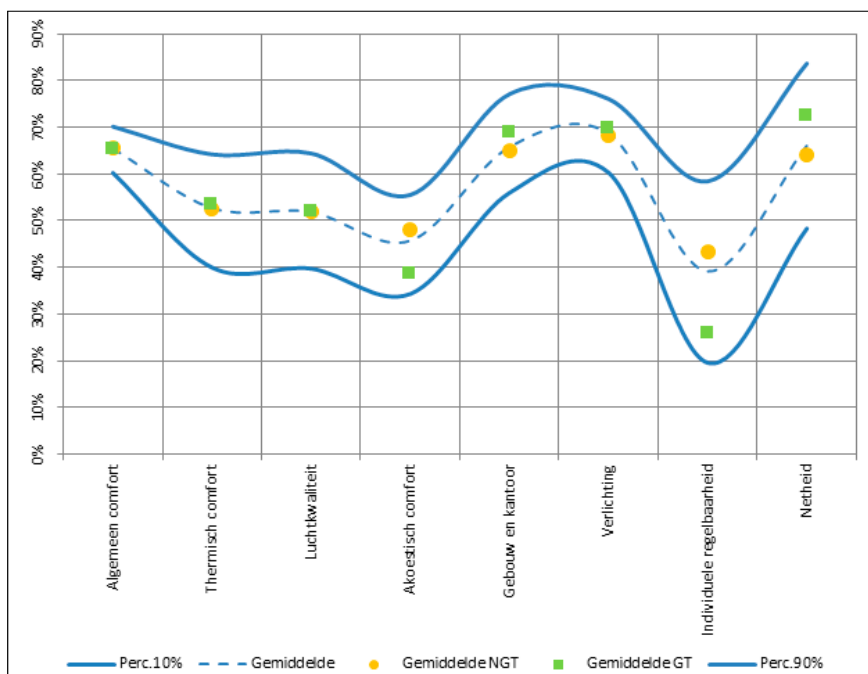
De auteurs bedanken het Instituut voor de Aanmoediging van Innovatie door Wetenschap en Technologie in Vlaanderen (IWT-Vlaanderen) voor de financiële steun in het kader van het EraSME - GEOTABS project (100403).

REFERENTIES

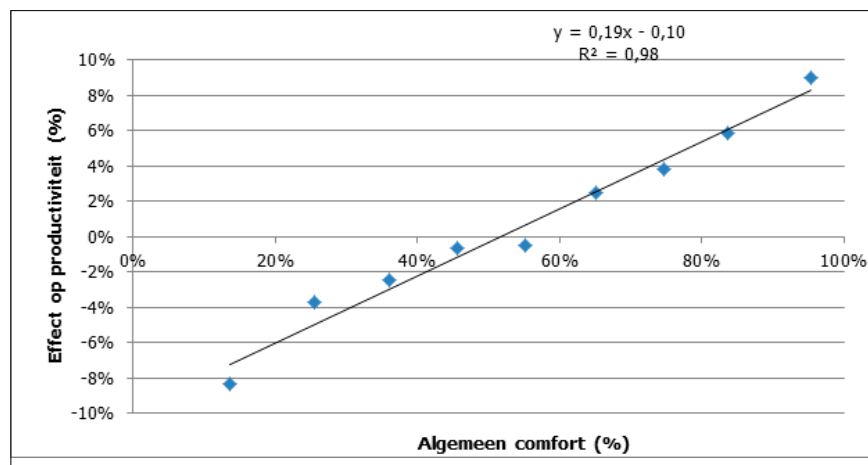
1. CEN; 2007a; EN 15251: Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics; European Committee for Standardization (CEN), Brussels; 2007
2. Jones, A P. 'Indoor air quality and health'; Atmospheric environment 33.28 (1999):4535
3. Multiple regression analysis. In Wikipedia: The Free Encyclopedia. Wikimedia Foundation Inc. Encyclopedia on-line. Available from http://en.wikipedia.org/wiki/Regression_analysis. Internet. Retrieved 05 December 2012
4. Preamble to the Constitution of the World Health Organization as adopted by the International Health Conference, New York, 19-22 June, 1946; signed on 22 July 1946 by the representatives of 61 States (Official Records of the World Health Organization, no. 2, p. 100) and entered into force on 7 April 1948
5. Wyon, D P. 'The effects of indoor air quality on performance and productivity'; Indoor air 14.s7 (2004):92



-Figuur 1- Algemeen comfort per gebouw, inclusief samengestelde comfortvariabelen



-Figuur 2- Algemene comfortscores voor verschillende gebouwgroepen (0% = zeer ontevreden, 100% = zeer tevreden)



-Figuur 3- Effect van algemeen comfort op zelf aangegeven productiviteit