

# Persoonlijk binnenklimaat de oplossing?

Mensen zijn verschillend. Sommige mensen hebben het snel koud en anderen juist snel te warm. In open kantoren kan de gebruiker de temperatuur nauwelijks instellen. Dit is de oorzaak van veel comfortklachten. Gebouwbeheerders weten zich vaak geen raad met deze klachten en de mogelijke gevolgen voor productiviteit, gezondheid en ziekteverzuim kunnen zwaar op de balans drukken. Personeel is doorgaans met afstand de grootste kostenpost [1]. In die zin is het eigenlijk vreemd dat er nog geen goede oplossingen zijn. TNO werkt daarom aan concepten waarmee het binnenklimaat per werknemer naar wens kan worden ingesteld en tevens energie kan worden bespaard.

L.G. (Leo) Bakker, E.C.M. (Linda) Hoes-van Oeffelen, TNO

Waar het in eenpersoonskantoren vaak mogelijk is om net als thuis, zelf de verwarming wat hoger te zetten of de zonwering aan te passen, kan dit in grotere kantoorruimten niet of is dit lastig. Daar komt bij dat een persoonlijke aanpassing ook effect heeft op de comfortbeleving van ruimtengenoten. De ervaring leert dat door de verschillen in persoonlijke voorkeuren, een deel van de werknemers structureel met klachten blijft zitten. Vooral klachten over een te hoge of te lage temperatuur komen vaak voor [2].

## ■ PERSOONLIJK IS BETER?

Een goed binnenklimaat is voor iedereen anders. Mannen hebben het gemiddeld minder snel koud dan vrouwen en jongere collega's geven gemiddeld de voorkeur aan wat lagere temperaturen en kunnen met minder licht toe dan hun oudere collega's [3]. Maar ook binnen groepen zijn er grote individuele verschillen. Daarnaast is ook het type werkzaamheden van belang. Werknemers die veel bewegen zullen bijvoorbeeld een wat lagere temperatuur com-

fortabel vinden dan werknemers die minder bewegen. Kortom, persoonlijk instelbare temperatuur, verlichting en ventilatie kunnen uitkomst bieden en tegemoet komen aan de verschillende individuele wensen om zo het comfort structureel te verbeteren. Individueel regelbare comfortsystemen bieden de gebruiker daarnaast de mogelijkheid om zelf hun omgeving te beïnvloeden, wat tot meer tevreden gebruikers zal leiden [4]. Veel oudere kantoorgebouwen voldoen qua binnenklimaat niet meer aan de verwachtingen van huidige kantoorgebruikers. Om de klimaatinstallaties in deze gebouwen te upgraden zijn vaak forse investeringen nodig. Een persoonlijk instelbare werkplek kan in dit soort situaties mogelijk uitkomst bieden. Door de verschillende elementen plug & play uit te voeren kunnen de werkplekken op eenvoudige wijze in ieder pand worden geïnstalleerd. Hiermee kan, zonder de bestaande klimaatinstallatie aan te pakken, de gebruiker uiteindelijk een beter binnenklimaat krijgen, zelfs ten opzichte van veel moderne kantoorgebouwen.

## ■ ONTWIKKELINGEN

Op het gebied van persoonlijke klimatisering wordt wereldwijd, onder andere door TNO, onderzoek gedaan. Deze onderzoeken bieden goede perspectieven om het individuele comfort structureel te verbeteren [o.a. 5, 6, 7]. Om de temperatuur per werkplek instelbaar te maken, kan bijvoorbeeld met verwarmingselementen worden gewerkt die zijn geïntegreerd in het kantoormeubilair, waardoor door middel van straling en geleiding warmte aan het lichaam wordt overgedragen. Deze panelen kunnen naar wens op een bepaalde temperatuur worden ingesteld, waardoor de werknemer op ieder moment de gewenste effectieve comforttemperatuur in kan stellen. TNO heeft de effecten van toepassing van lokale verwarming in een eerste verkennende laboratoriumstudie onderzocht bij drie verschillende ruimteluchttemperaturen: 18, 20 en 22°C. In deze studie zijn de verwarmingspanelen op vier posities aangebracht: aan de boven- en onderzijde van het bureaublad, in de hoofdsteun van de stoel (ter plaatse

van de nek) en op de vloer. De resultaten van deze laboratoriumstudie laten zien dat door het gebruik van lokale verwarmingspanelen bij een verlaging van de ruimteluchttemperatuur naar 20°C of zelfs 18°C een verbetering haalbaar is van het algeheel comfort ten opzichte van de situatie zonder verwarmingspanelen. Bij een ruimteluchttemperatuur van 18°C treedt in deze studie echter lokaal discomfort op, met name bij de bovenarmen en onderbenen. Om een dergelijke verlaging van de ruimteluchttemperatuur mogelijk te maken zal het lokale comfortstelsel en met name ook de aansturing verder geoptimaliseerd moeten worden. Een uitgebreide beschrijving van dit onderzoek is te vinden in [7].

Om op werkveldniveau koeling te realiseren lijkt koeling door middel van luchtbeweging een goede optie te zijn. In het Fieldlab Productief Kantoor van TNO is verkoeling gerealiseerd door middel van een dynamische fluctuerende luchtstroming die op het hoofd en bovenlichaam van de gebruiker is gericht. Door gebruik te maken van dynamiek profiteert men hierbij van het feit dat de thermoreceptoren in de huid reageren op verandering, waardoor men de omgeving kouder zal ervaren dan deze daadwerkelijk is [8]. Daarnaast zou een dynamische fluctuerende luchtstroming ook voordelen kunnen bieden door het aliesthesia-effect [9].

## ENERGIEBESPARING

Ook vanuit energetisch oogpunt kan persoonlijk comfort voordeel bieden. Uit TNO-onderzoek [7] blijkt dat energie kan worden bespaard door alleen de werkplekken die in gebruik zijn naar wens te klimatiseren, waarbij de eisen die aan het algemene binnenklimaat worden gesteld minder stringent kunnen zijn. De energiebesparingspotentie neemt toe met het gemiddelde vloeroppervlak per medewerker en met de mate van wisseling in de bezettingsgraad.

Ook is door TNO-onderzoek gedaan naar de wijze waarop gebruikers persoonlijke verlichting en verwarming instellen. Hieruit blijkt dat de initiële instellingen van de persoonlijke klimatisering erg bepalend zijn voor de instelling die uiteindelijk door de gebruiker wordt gekozen [10]. Licht het initiële niveau van de persoonlijke klimatisering hoog, dan komt het niveau dat door de gebruiker uiteindelijk wordt gekozen hoger uit dan wanneer men met een laag initieel niveau begint. Bij deze relatief kortdurende laboratoriumexperimenten verschilt het comfortoordeel van de gebruiker over de uiteindelijk gekozen eindsituaties niet. Vanuit energetisch oogpunt zou het dus gunstiger kunnen zijn om de persoonlijke klimatisering in de uitgangssituatie op een laag



niveau in te stellen, waarbij de gebruiker zelf de mogelijkheid heeft om de instellingen te verhogen. In de praktijk zal moeten blijken of dit effect op de lange termijn stand houdt.

## GEBRUIKERSINTERACTIE

In het Fieldlab Productief Kantoor van TNO is een volledig persoonlijk instelbare werkplek ingericht. De verschillende binnenmilieuaspecten (verwarming, verkoeling, ventilatie, verlichting en zonwering) kunnen op deze werkplek ingesteld worden met een gebruikersinterface op de computer. De gebruiker heeft hierbij de mogelijkheid om alles naar eigen wens in te stellen.

Een volgende stap is dat de gebruiker niet telkens opnieuw zijn werkplek hoeft in te stellen, maar dat instellingen automatisch worden bijgesteld op basis van veranderingen

in de omgeving, bijvoorbeeld een toenemende zonintensiteit. Automatische regelingen roepen vaak weerstand op en worden daarom vaak uitgeschakeld. Om dit effect te verminderen kunnen op basis van de opgeslagen instellingen van de gebruiker in combinatie met de fysiologische respons (bijvoorbeeld huidtemperaturen), persoonlijke voorkeuren worden gedestilleerd als basis voor een automatische regeling. Onderzoek laat zien dat door deze automatische aanpassing van de regeling aan gebleken voorkeuren van de gebruiker, de acceptatie van de automatische regeling sterk kan verbeteren en minder gebruikers de automatische regeling 'overrulen' of uitschakelen. Veldonderzoek van Guillemin [11] laat bijvoorbeeld zien dat 25% van de respondenten een normale automatische regeling op termijn uitschakelt, terwijl slechts 5% van de

respondenten dit doet als de regeling wordt aangepast op basis van gebleken voorkeuren. Daum [12] laat o.a. zien dat het mogelijk is om deze voorkeuren te destilleren voor de gewenste binnentemperatuur. De gebruiker heeft uiteraard altijd de mogelijkheid om de regeling te 'overrulen' en instellingen naar wens aan te passen. Verschillende onderzoeken tonen overtuigend aan dat gebruikers die zelf invloed hebben op de omgeving per definitie veel tevredener zijn dan gebruikers die geen controlemogelijkheden hebben [o.a. 4, 13]. Een goede gebruikersinterface is bij een persoonlijk instelbare werkplek dus cruciaal. Onderzoek leert dat gebruikersinterfaces veelal niet goed worden begrepen en daardoor verkeerd worden gebruikt. De gebruikersinterface voor het TNO Productief Kantoor is daarom tot stand gekomen in een multidisciplinair team, met o.a. expertise op het vlak van human machine interfacing, grafische vormgeving en ICT. Door deze multidisciplinaire aanpak in combinatie met gebruikerstesten gericht op het optimaliseren van de gebruikersinterface, is een voor de gebruiker begrijpelijke interface ontstaan. De voordelen van persoonlijke klimatisering komen immers pas volledig tot zijn recht als de gebruiker goed met het systeem weet om te gaan.

## ■ HUIDIGE ONTWIKKELINGEN

TNO werkt in verschillende projecten met verschillende marktleaders samen aan nieuwe generaties persoonlijke comfortsystemen. Naast systeemontwikkeling en laboratoriumonderzoek worden diverse praktijkevaluaties in verschillende gebouwen uitgevoerd.

## ■ REFERENTIES

1. Wargocki, P., Seppänen, O. Indoor climate and productivity in offices. Rehva Guidebook No. 6, 2006
2. Huizenga, C., Abbaszadeh, S., Zagreus, L., Arens, E. Air quality and thermal comfort in office buildings: results of a large indoor environmental quality survey. Proceedings Healthy Buildings 2006, Vol. 3, 393-397, Lisbon, Portugal, 2006
3. Parsons, K.C. Human thermal environments – The effects of hot, moderate and cold environments on human health, comfort and performance. Second Edition. Taylor & Francis, London, 2003
4. Wyon, D.P. Individual microclimate control required range, probable benefits and current feasibility. Proceedings Indoor Air 1996, pp. 1067 -1072, 1996
5. Zhang, H., Kim, D., Arens, E., Buchberger, E., Bauman, F., Huizenga, C. Comfort, perceived air quality, and work performance in a low-power task-ambient conditioning

6. Melikov, A.K., Knudsen, C. L. Human response to an individually controlled microenvironment. HVAC&R Research, Vol 13, No, 4, pp. 645-660, 2002
7. Oeffelen, E.C.M. van, Zundert, K., Jacobs, P. Persoonlijke verwarming in kantoorgebouwen. TVVL Magazine 39 (1), pp. 6-11, 2010
8. Zhao R.Y. Investigation of transient thermal environments. Building and Environment 42, pp. 3926-3932, 2007
9. Cabanac, M. Physiological role of pleasure. Science, vol. 173, no. 4002, pp. 1103-1107, 1971
10. Korte, E.M. de, Spiekman, M., Hoes-van Oeffelen, L., Zande, B. van der, Vissenberg, G., Huiskes, G., Kuijt-Evers, L.F.M. Personal environmental control: effects of pre-set conditions for heating and lighting on personal settings, task performance and

comfort experience. (te publiceren)

11. Guillemain, A. Using genetic algorithms to take into account user wishes in an advanced building control system. PhD Thesis, EPFL, Lausanne, 2003
12. Daum, D. On the Adaptation of Building Controls to the Envelope and the Occupants. PhD Thesis, EPFL, Lausanne, 2011
13. Lee, S.Y., Brand, J.L. Effects of control over office workspace on perceptions of the work environment and work outcomes. Journal of Environmental Psychology 25, pp.323-33, 2005
14. Bakker, L.G., Brouwer, A.H.M., Babuška R., Integrated predictive adaptive control of heating, cooling, ventilation, daylighting and electrical lighting in buildings. International Journal of Solar Energy, 21(2-3):203-217, 2001

