

Sterkte/zwakteanalyse microklimatisering

Op 10 april 2013 organiseerde TVVL een workshop over microklimatisering. De bijeenkomst vond plaats op de TU Eindhoven, bij de unit Building Physics & Services en werd geleid door de leden van de Impuls werkgroep Microklimatisering (de auteurs van dit artikel). Belangrijke vragen waren: wat zijn de sterke en zwaktepunten van microklimatisering? En wat zijn de ervaringen met het in de praktijk toepassen van microklimatisering? Dit artikel beschrijft de uitkomsten van de workshop en gaat in op het toekomstperspectief voor microklimatisering.

Ir. A.C. (Atze) Boerstra, directeur BBA Binnenmilieu BV; dr.ir. L. (Lisje) Schellen, postdoctoraal onderzoeker & docent, Universiteit van Maastricht en Avans Hogeschool; ing. C.M. (Mark) van der Heijden, directeur Wel-inspectie; S.T. (Sijtze) de Boer, directeur Business Development Royal Haskoning DHV

De afgelopen jaren zijn er diverse nieuwe microklimatiseringsproducten op de markt gekomen. Bijvoorbeeld het i-100 persoonlijk klimatiseringssysteem van I-climate/Inatherm (zie http://www.i-climate.nl/Het_product.html) en (recent) het Jep! systeem van de Van Delft Groep, (zie <http://www.vandelftgroep.nl/nieuwsoverzicht/winnaar-isso-award-2013.html>). Of het Infrapanel stralingspaneel van Heatfun (zie <http://www.heatfun.nl/nl/onze-producten/infrapanel-infrarood-verwarming>) of de verwarmde bureaus van Blooms (zie <http://www.blooms.nl/271/verwarmde-bureau's>). Zie verder ook het artikel van Mark van der Heijden et al. elders in dit themanummer.

Ook is er in de afgelopen jaren onderzoek verricht op dit gebied. Denk bijvoorbeeld aan het productieve kantoor project van TNO of de diverse onderzoeken die zijn uitgevoerd bij de unit Building Physics & Services van de TU Eindhoven.

In de praktijk wordt microklimatisering echter nog relatief weinig toegepast door adviseurs en installateurs. Dit terwijl er aanwijzingen zijn

dat slimme combinaties van centrale klimaatinstallaties die een basisklimaat garanderen (bv. 19°C in de winter en 26°C in de zomer) met lokale ventilatie-, verwarmings- en/of koelingssystemen voordelen hebben. Die voordelen beperken zich niet alleen tot het comfort en de gezondheid van gebouwgebruikers, maar strekken zich ook uit naar productiviteit en energiebesparing.

In verband hiermee heeft Impuls van TVVL eind 2012 een werkgroep Microklimatisering opgericht. Deze werkgroep, die onder leiding staat van Sijtze de Boer van Royal Haskoning DHV, werkt aan een publicatie, in verband waarmee er in het voorjaar van 2013 een workshop is georganiseerd.

■ OPZET WORKSHOP

Een select gezelschap adviseurs, installateurs, onderzoekers en productontwikkelaars met ervaring op het gebied van microklimatisering is in maart 2013 via het TVVL-secretariaat uitgenodigd om aan de workshop deel te nemen. In totaal waren er zeven specialisten die deelnamen, los van de leden van de werkgroep

Microklimatisering. In tabel 1 zijn de personen die de workshop bijwoonden beschreven.

De workshop werd op 10 april 2013 gehouden en duurde circa 2,5 uur. Sijtze de Boer startte met een introductie. Hij legde uit wat TVVL en in het bijzonder Impuls beoogt met dit soort workshops. Ook omschreef hij de doelstelling van de werkgroep Microklimatisering en vertelde hij welke toekomstige activiteiten staan gepland rond het thema (o.a. een tweede workshop met opdrachtgevers en eindgebruikers, en een presentatie tijdens Dé TVVL Techniekdag 2013).

Daarna nam moderator Atze Boerstra het over en was het tijd voor het interactieve deel. De workshop deelnemers werden uitgenodigd om te reageren op een aantal vragen. De vragen zijn vermeld in tabel 2.

Vooraf is door de moderator aangegeven dat het de bedoeling was om:

- niet alleen op puur technische aspecten te focussen (maar ook aandacht te geven aan bijvoorbeeld ergonomische, fysiologische en psychologische aspecten);
- zo compact mogelijk te communiceren

Naam	Organisatie	Categorie
Sijtze de Boer	Royal Haskoning DHV	Installatieadviseur, voorzitter werkgroep
Atze Boerstra	BBA Binnenmilieu	Binnenmilieuadviseur, lid werkgroep en moderator workshop
Lisje Schellen	Universiteit van Maastricht	Wetenschappelijk onderzoeker, lid werkgroep en rapporteur workshop
Gert Boxem	TU Eindhoven, unit BPS	Wetenschappelijk onderzoeker
Michael Vesely	TU Eindhoven, unit BPS	PhD-student
Leo Bakker	TNO Bouw & Ondergrond	Wetenschappelijk onderzoeker
Theo Rieswijk	Priva	Innovator / product ontwikkelaar
Geert Filippini	Royal Haskoning DHV	Installatieadviseur
Ton Branderhorst	Strukton (voorheen I-climate)	Manager gebouwexploitatie
Wobbe de Kieboom	Wolter & Dros	Installatieadviseur/installateur

-Tabel 1- Overzicht workshopdeelnemers

Nr.	Vraag
1	Welke ervaring heeft u met microklimatisering?
2	In zijn algemeenheid, wat vindt u van microklimatisering?
3	Wat is microklimatisering? Wat is een goede definitie?
4	Welke binnenmilieu-aspecten hebben betrekking op microklimatisering?
5	Welke vormen van microklimatisering voor kantooromgevingen zijn er (voorbeelden)?
6	Welke vormen van microklimatisering zijn er voor andersoortige omgevingen (voorbeelden)?
7	In zijn algemeenheid, wat ziet u als sterke punten van microklimatisering?
8	In zijn algemeenheid, wat ziet u als zwakke punten van microklimatisering?
9	Welke bewijzen zijn er voor de genoemde sterke en zwakke punten (literatuur)?
10	Welke literatuur is verder nog relevant in dit verband?
11	Welk lopend (binnen- en buitenlands) onderzoek dient meegenomen te worden bij het vervolgonderzoek?
12	In zijn algemeenheid, wat zijn de ervaringen met het in de praktijk toepassen van microklimatisering? Gerelateerd aan a. ontwerpfase, b. uitvoering, c. beheer en onderhoud.
13	Welke technische belemmeringen moeten overwonnen worden voordat microklimatisering vaker toegepast kan worden? Gerelateerd aan a. ontwerpfase, b. uitvoering, c. beheer en onderhoud.
14	Welke voorbeelden zijn er van standaard PvE-teksten en technische omschrijvingen voor microklimatiseringssystemen?
15	Heeft microklimatisering überhaupt toekomst? Zien we op termijn (toch) marktpotentie?
16	Heeft u verder nog vragen of opmerkingen of tips voor de werkgroep microklimatisering?

-Tabel 2- De tijdens de workshop behandelde vragen

- (opdat de beschikbare tijd maximaal benut zou worden);
- vooral te spreken vanuit de eigen ervaring en kennis (niet teveel blijven hangen in reacties op uitspraken van anderen);
 - frank en vrij te spreken (zonder teveel alleen van het eigen belang uit te gaan).

Wat dit laatste betreft: de basisafpraak is gemaakt dat de uitspraken en meningen geanonimiseerd in het workshop-verslag zouden komen. Hierna worden de workshopuitkomsten beschreven. Er is bewust voor gekozen om

dit niet vraag-voor-vraag te doen maar om te werken met een meer algemeen verslag van de uitkomsten.

DEFINITIE EN AFBAKENING

Eén van de eerste vragen die werd voorgelegd aan de workshopdeelnemers was: 'Wat is microklimatisering, wat is een goede definitie?' Op deze vraag volgde een geanimeerde discussie. Men was het er in elk geval over eens dat het gaat over oplossingen waarmee een (micro)klimaat op lokaal niveau (bv. werkplekniveau) is te realiseren. Eén deelnemer verwees naar een onderzoeksprojectaanvraag

waarin microklimatisering was beschreven in termen van systemen die het mogelijk maken om door middel van lokaal verwarmen en koelen de te conditioneren omgeving te verkleinen zonder de omgeving noemenswaardig te conditioneren met een basissysteem. Waarna weer een ander reageerde dat in veel situaties aanvullend ook kan zijn voorzien in lokale ventilatie. Achter de volgende definitie bleek de overgrote meerderheid van de deelnemers te staan: 'decentrale klimatisering op werkplek/zitplek/ligplek-niveau in plaats van op ruimteniveau waarbij gewerkt wordt met lokaal verwarmen

en/of lokaal koelen en/of lokaal ventileren (verse lucht toevoeren) (zie ook figuur 1). In sommige gevallen kan aanvullend nog voorzien zijn in lokale verlichting (taakverlichting) en/of (individueel instelbare) geluidmaskerende apparatuur. Een kenmerk van microklimatisering is meestal dat sprake is van voorzieningen die individueel, direct en precies door de eindgebruiker zijn te beïnvloeden. Aanvullend is daarbij vaak voorzien in aanwezigheidsdetectie, die ervoor zorgt dat de lokale verwarming, koeling en/of verlichting uitschakelt als men afwezig is. Wat betreft de afbakening. Een deel van de workshop deelnemers bleek bij microklimatisering vooral te denken aan persoonlijke klimatiseringssystemen voor kantoorwerkers (zoals bv. het eerder genoemde i-100 systeem van I-climate/Inatherm). Anderen merkten op dat ook voor niet-kantooromgevingen interessante systemen beschikbaar zijn, bijvoorbeeld voor zorggebouwen. In dit verband werd onder meer het 'kussenventilatiesysteem' van professor Nielsen uit Denemarken genoemd (zie ook het artikel van Mark van der Heijden et al. elders in dit themanummer). Ook werd verwezen naar systemen voor het lokaal naregelen van het thermisch en olfactisch comfort voor auto's, treinen en vliegtuigen. Dit mede omdat

de technieken die voor dergelijke toepassingen ontwikkeld zijn inspiratie kunnen bieden voor de gebouwde omgeving (denk aan individueel verwarmde stoelen in auto's en instelbare inblaasnozzles boven de zitplekken in treinen en vliegtuigen).

En passant werd de vraag gesteld op welke afstand een microklimatiseringssysteem zich van de eindgebruiker af mag bevinden om nog microklimatisering genoemd te mogen worden. Denk in dit verband bijvoorbeeld aan op afstand instelbare inblaasnozzles met een grote werp, verwerkt in het plafond. Er was algemene consensus dat dit niet zoveel uit maakt, zolang er maar sprake is van een systeem waarmee het microklimaat op één zitplek effectief is te beïnvloeden zonder dat dit effect heeft op het microklimaat op de andere zitplekken in dezelfde ruimten.

■ ALGEMEEN OORDEEL

De workshopdeelnemers is vervolgens gevraagd wat ze in het algemeen vinden van microklimatisering. Eén van de deelnemers, een adviseur, gaf hierop aan zelf enthousiast te zijn over het concept op zich, maar dat zijn opdrachtgevers over het algemeen erg sceptisch zijn. In de praktijk blijkt het vaak lastig om beslissingnemers te overtuigen om voor een

microklimatiseringsoplossing te kiezen, omdat ze niet overtuigd zijn van de meerwaarde. In de basis gaan veel opdrachtgevers er klaarblijkelijk van uit dat microklimatisering duurder is en minder flexibel dan de traditionelere oplossingen.

Een ander reageerde hierop met herkenning. "We weten volgens mij nog steeds onvoldoende wat microklimatiseringssystemen nou eigenlijk kunnen en beschikken over onvoldoende, eenvoudig beschikbare, harde cijfers die aantonen wat de daadwerkelijke voordelen zijn." De voorzitter van de werkgroep Microklimatisering gaf vervolgens aan dat de werkgroep in de loop van 2014 komt met een rapport dat dit bezwaar in elk geval voor een deel moet ondervangen.

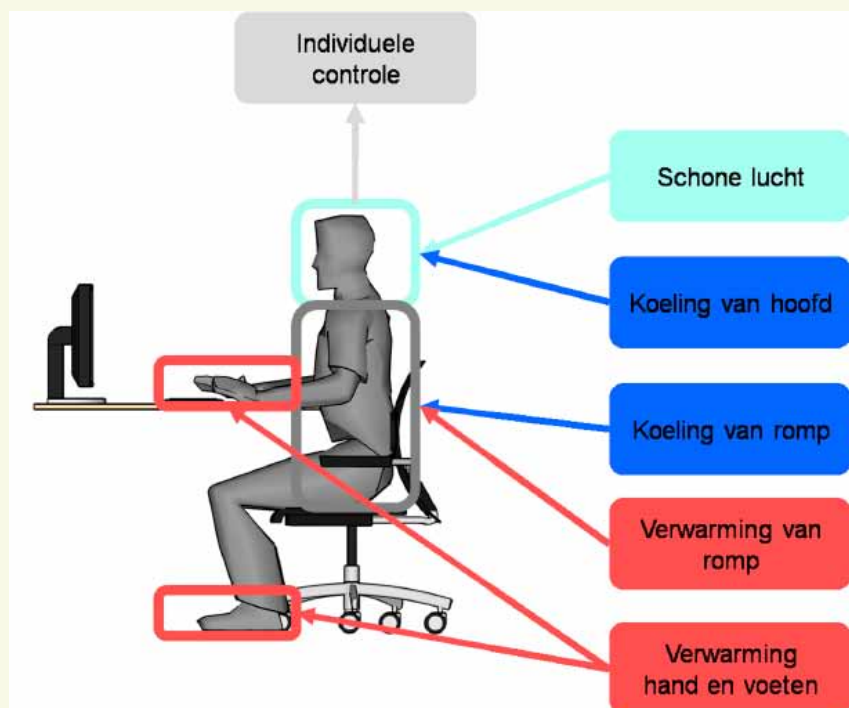
Ondanks de reserves bij opdrachtgevers gaven alle aanwezige specialisten aan positief te oordelen over het microklimatiseringsconcept. Een deelnemer verwoordde dit als volgt: "Het is gewoon een goed idee en blijft een sterke gedachte om te beginnen bij de individuele mens en de klimaatbehoeften van die mens." Waarop een ander aanvulde: "Als installatiesector moeten we de mens terug de regelkring in krijgen. De toepassing van microklimatisering is één van de manieren om dit mogelijk te maken."

Daarom is het goed om te vermelden dat tijdens Dé Techniekdag 2013, na de presentatie over microklimatisering (gegeven door Lisje Schellen, namens de werkgroep), aan circa 100 TVVL-leden hun mening is gevraagd. Na de vraag 'geloof u in microklimatisering?' stak 60 tot 70% van de aanwezigen zijn/haar hand op en ziet dus toekomst in innovatieve klimaatoplossingen op (werk)plekniveau.

■ STERKE PUNTEN

Een aanzienlijk deel van de workshop is gebruikt om gezamenlijk te inventariseren wat de sterke en zwakke punten zijn van microklimatisering. In zijn algemeenheid geldt dat de deelnemers veel voordelen zien. Met name ten aanzien van *comfort en gezondheid*. Concreet werden de volgende sterke punten genoemd:

- het potentieel voor klachtenreductie (gezien het hoge aantal klimaatklachten dat in een gemiddeld gebouw voor komt);
- het kwalitatief hoogwaardige thermisch comfort (gegeven de relatief grote onderlinge verschillen in comforttemperatuur van gebouwgebruikers);
- de betere luchtkwaliteit (meer verse luchttoevoer direct in de ademzone indien sprake is van een persoonlijk ventilatiesysteem);
- minder kans op overdracht van infectieziekten (minder besmetting door virussen en bacteriën afkomstig uit de ademzone van anderen; ook dit geldt alleen als er sprake is



-Figuur 1- Basisprincipe Microklimatisering (bron: Filippini, 2009)

van een persoonlijk ventilatiesysteem);

- een hoge mate van controle over het binnenmilieu ('op je eigen plek het klimaat kunnen regelen geeft je verantwoordelijk voor je eigen klimaat; dat geeft al een gevoel van comfortverhoging en mogelijk zelfs vermindering van de kans op gezondheidsklachten').

Wat dit laatste betreft: een aandachtspunt bij de beïnvloeding is dat eindgebruikers vaak uit comfortoogpunt een instelling zullen kiezen die niet optimaal is uit gezondheidsoogpunt. Er is met name 's winters gezondheidswinst te halen door gebouwgebruikers een aanzienlijk deel van de tijd bloot te stellen aan wat lagere temperaturen (< 20°C). Uit recent onderzoek aan de Universiteit van Maastricht, onder leiding van dr. Wouter van Marken Lichtenbelt, is gebleken dat regelmatige blootstelling aan milde kou (16°C) een positieve invloed heeft op het energiegebruik van het lichaam (Van der Lans et al., 2013). In een experiment werden proefpersonen tien dagen achter elkaar blootgesteld aan milde kou (16°C, 6 uur per dag). Opmerkelijk was dat het thermisch comfort van de proefpersonen eveneens toenam. De proefpersonen beoordeelden na tien dagen de koude omgeving als minder koud en minder oncomfortabel (Van Marken Lichtenbelt en Schellen, 2013).

Ook op het gebied van *productiviteit* en prestaties van eindgebruikers ziet men voordelen: verschillende laboratorium- en veldstudies wijzen erop dat de introductie van systemen die het mogelijk maken om het binnenklimaat individueel na te regelen leidt tot productiviteitsverhoging (zie verder Wyon, 2000 en Boerstra, 2010).

Een ander sterk punt dat genoemd werd is de *flexibiliteit*. Eén van de deelnemers stelde in dit verband: "Als je op werkplekniveau voor een slim plug-and-play systeem kiest en je installatie-infrastructuur voldoet aan bepaalde voorwaarden dan heb je juist een heel flexibel systeem. De aanpassing van de lokale koelcapaciteit en de lokale verse luchttoevoer na het bijplaatsen of weghalen van werkplekken is juist simpeler dan bij traditionele concepten." Een deelnemer reageerde hierop met de opmerking dat het in de praktijk, met name in bestaande gebouwen, toch vaak moeilijk is om microklimatisering in te passen (zie ook onder verbeterpunten) en lukt dit niet dan is microklimatisering eigenlijk minder flexibel dan sommige traditionele oplossingen...

Tot slot nog enkele andere sterke punten die genoemd werden:

- met microklimatisering kun je besparen op de verdiepingshoogte, of kan in een bestaande situatie juist sprake zijn van

vergroting van de vrije hoogte (de ventilatiekanalen hoeven immers minder groot te zijn dan bij reguliere installatieconcepten);

- de bezettingsgraad kan hoger zijn (zie ook de toelichting bij flexibiliteit);
- lokale verstoringen door bijvoorbeeld printers (denk aan uitstoot stof en chemische agentia) of periodiek openstaande deuren (denk aan tocht bij recepties) kunnen beter ondervangen worden.

De groep concludeerde dat er veel sterke punten zijn op uiteenlopende vlakken. Punt van aandacht is wel meer inzicht creëren bij beslissingsnemers (en een beter onderbouwing).

■ VERBETERPUNTEN

Nadat de sterke punten op een rij gezet zijn, was het tijd voor de 'zwakteanalyse'. Op basis daarvan is een aantal aandachtsgedebieden en verbeterpunten geformuleerd. In het algemeen werd de conclusie getrokken dat er met name slagen gemaakt moeten worden als het gaat over het terugdringen van de *kosten* voor microklimatisering en de technische *inpasbaarheid* ervan.

Naar aanleiding van het eerste punt (kosten) volgde een discussie over wat een goede aanname is voor de extra investeringskosten. Men was het er snel over eens dat dit sterk afhangt van de situatie en de keuzes die gemaakt zijn voor de centrale klimaatinstallatie. Concrete prijzen per werkplek die genoemd werden varieerden van 50 euro (voor een simpele verwarmingsmat op het bureau) tot 4.000 euro voor een volledig geïntegreerd systeem met persoonlijke ventilatie (verse luchttoevoer) en individueel instelbare verwarming + koeling. Merk op dat TIAX (2002) in dit verband spreekt (voor de Amerikaanse markt) van meerinvesteringen van 500 tot 1.500 euro per werkplek (wel met relatief lage terugverdientijden van ongeveer 1,5 jaar als ook het effect van productiviteitsverhoging wordt meegenomen). De uitdagingen gerelateerd aan de technische inpasbaarheid worden hierna onder de betreffende rubriek behandeld.

De volgende, potentieel zwakke punten werden verder nog genoemd:

- de onbekendheid met het fenomeen ("Eindgebruikers begrijpen microklimatiseringssystemen in de praktijk soms niet goed, waardoor een en ander niet gebruikt wordt als bedoeld en de voordelen niet optimaal benut worden.");
- een gebrek aan standardeisen en ontwerprichtlijnen; los van het deel PvE beschreven in de projectomschrijving elders in dit nummer kende geen van de workshop-deelnemers algemene richtlijnen of eisen

voor microklimatiseringssystemen. Wel is het zo dat bestaande microklimatiseringssystemen, zoals het i-100 systeem van I-climate/Inatherm, eigen installatievoorschriften hebben;

- belangenverschillen tussen bijvoorbeeld eindgebruiker, facility manager en gebouwgebruiker ("Kijk alleen al naar het energiegebruik: wie is daarvoor verantwoordelijk? Wat nu als alle eindgebruikers besluiten om hun systeem 's winters op vol verwarmen te zetten en 's zomers op vol koelen?").

Naar aanleiding van dit laatste ontstond een uitgebreide discussie over *energiegebruik* en de energieprestaties van microklimatiseringssystemen. Er was geen eenduidig antwoord op de vraag of microklimatisering in de praktijk tot een hoger of lager energiegebruik leidt (en of het dus bij de sterke of de zwakke punten hoort). Dit heeft onder meer te maken met het feit dat het energiegebruik afhangt van het totale systeem, de situatie, het overall gebouwoontwerp en de in het gebouw te verrichten activiteiten.

Consensus was er wel over het feit dat de energie-impact van een specifiek microklimatiseringssysteem voor een project altijd apart moet worden uitgerekend (in relatie tot de energie-impact van een traditionelere oplossing) om te voorkomen dat onjuiste (en te algemene) conclusies worden getrokken over het energiebesparingspotentieel in dat specifieke geval. Op zich is dit een relatief eenvoudige berekening. Stel vast wat de basis-setpoints worden voor verwarming en koeling van het centrale systeem (bv. 19°C in de winter en 26°C in de zomer), schat in (in overleg) wat de bezettingsgraad is en hoe vaak de werkplekken bezet worden (aantal uur per dag), en maak een inschatting van de stand waarop de eindgebruikers het microklimatiseringssysteem gemiddeld zullen instellen (volgens NEN-EN-ISO in een kantoorgebouw bv. 22°C in de winter en 24,5°C in de zomer). Hierna is de warmtevraag en de koudevraag te berekenen en kan het verwachte energiegebruik vergeleken worden met dat van een traditioneel alternatief zonder microklimatisering.

Of microklimatiseringssystemen in de praktijk wel of niet tot energiebesparing leiden is verder afhankelijk van de beschikbaarheid van aanwezigheidsdetectie waarmee lokale klimaatsystemen automatisch uitgeschakeld worden als plekken onbezet zijn. Overigens is de conclusie in het algemeen dat het energiegebruik substantieel is terug te dringen als microklimatisering op de juiste manier wordt toegepast en het ontwerp vooraf energetisch geoptimaliseerd wordt. Zo komen Schiavon, Melikov & Sekhar (2010) op een besparing (per medewerker) van minimaal 15%.

■ TECHNISCHE INPASBAARHEID

Tijdens de workshop is vervolgens gesproken over concrete microklimatiseringsprojecten en de ervaringen die de workshopdeelnemers daarbij opgedaan hebben. De aanwezige deelnemers bleken o.a. ervaring opgedaan te hebben in de volgende gebouwen:

- kantoor TNO, Delft (proefproject Productief Kantoor);
- gebouw Belastingdienst, Hengelo (Belastingtelefoon);
- kantoor Wolter & Dros, Amersfoort;
- kantoor Van Delft Groep, Nieuwkuijk;
- gebouw Rabobank, Geldrop;
- kantoor Agentschap NL, Utrecht.

Er is in kaart gebracht wat de belangrijkste knelpunten waren bij deze projecten. Allereerst is er gesproken over problemen bij het toepassen van persoonlijke ventilatie en het dicht bij de ademzone inbrengen van verse lucht. Bij één van de grotere projecten bleek het een hele uitdaging om te bedenken waar de individuele inblaasornamenten en luchtkanalen op aangesloten zouden moeten worden. Te lange kanaalsecties dienden vermeden te worden om teveel drukverlies in het kanalenstelsel te voorkomen. Dit is bij een verhoogde (computer)vloer vaak minder een probleem. Juist in nieuwe gebouwen en bij ingrijpende renovaties is het de trend om de ventilatie uit de vloer te laten komen.

Bij meerdere projecten bleek ook dat het nauwkeurig regelen van relatief kleine lucht-volumes lastig is (vaak gaat het om niet meer dan 30 m³ lucht per uur per werkplek, en dan nog in de maximum stand). Daarom is het o.a. van belang om kwalitatief hoogwaardige regelkleppen toe te passen.

Ook de luchtinblaastemperatuur is soms een lastig aspect. Bij meerdere projecten heeft men voor het microklimatiseringsproject niet dezelfde luchtinblaastemperatuur kunnen gebruiken als beschikbaar was voor het algemene systeem. Men was dus gedwongen om een apart luchttoevoersysteem met een eigen naverwarmer/nakoeler aan te leggen.

Dan is er nog het aspect van lokale warmte- en koudeopwekking. Lokaal verwarmen van bijvoorbeeld de extremiteiten (handen, voeten) is technisch gezien vaak relatief eenvoudig. Er is altijd wel een wandcontactdoos in de buurt waar een verwarmingsmat of stralingspaneel op is aan te sluiten. Maar voor lokaal (goed regelbaar) koelen is dit wat gecompliceerder. Men is min of meer gedwongen te kiezen voor lucht als koudemiddel of het gebruik van de relatief dure Peltier-elementen (zie ook Filippini, 2009).

Een ander aandachtspunt dat de workshopdeelnemers noemden was het ontwerp van

interfaces en bedieningsknoppen. Het blijkt erg belangrijk om een en ander simpel te houden, intuïtief en intrinsiek logisch. Eerst een proefversie maken van de interface/bedienunit en deze uitproberen bij een geselecteerd aantal (niet-technische) potentiële eindgebruikers werkt het beste.

■ TOEKOMSTPERSPECTIEF

Aan het eind van de workshop is gesproken over de toekomst van microklimatisering en de marktpotentie op termijn. Nogmaals stipte de groep de kosten aan. "Op termijn moet een installatieconcept met microklimatisering niet veel duurder zijn dan een traditioneler concept." Ook de technische inpasbaarheid heeft verdere aandacht nodig, voordat er sprake kan zijn van grootschalige marktacceptatie. Een workshopdeelnemer stelde daarom voor nauwer samen te gaan werken met leveranciers van microklimatiseringscomponenten. Verder zou de focus bij pilotprojecten de komende jaren moeten liggen op de wat eenvoudigere microklimatiseringssystemen (zoals verwarmde bureaubladen). Deze zijn relatief eenvoudig in bestaande gebouwen en bestaande installatieconcepten in te passen. Ook zullen opdrachtgevers en andere beslis-singnemers duidelijk de voordelen moeten kunnen inzien van microklimatisering, anders zal de marktpenetratie beperkt blijven. "Je moet er echt een harde businesscase van kunnen maken, anders ben je kansloos als adviseur of installateur."

Microklimatisering heeft vooral potentie als sprake is van relatief grote ruimten met meerdere gebruikers die vaak langere tijd op hun plek blijven. Sommige workshopdeelnemers zagen toepassingsmogelijkheden in kantoortuinen en open kantoorkoncepten. Anderen gaven aan op korte termijn vooral potentie te zien voor toepassing in heel specifieke situaties, zoals in callcenters en bij recepties. Eén deelnemer zei te verwachten dat microklimatisering de komende vijf jaar nog niet echt voet aan de grond gaat krijgen in de reguliere kantooromgeving, gewoon omdat de kantoormarkt er nog niet klaar voor is (...). Een deelnemer stelde dat met name opdrachtgevers die de comfortlat hoog leggen zich meer en meer zullen gaan interesseren voor microklimatisering, bijvoorbeeld banken en verzekeringsmaatschappijen. Ook in de zorgsector, en dan met name in ziekenhuizen, zouden er kansen liggen voor in bedmeubilair geïntegreerde systemen. Met name het beperken van infectieoverdracht zou als troefkaart uitgespeeld kunnen worden.

Tot slot is het niet ondenkbaar dat de diverse onderzoeken die er op dit moment lopen naar microklimatisering (bv. het TKI UCER project

en het STW Smart Energy for Building Comfort project) een gunstige uitwerking zullen hebben op de marktimplementatie van microklimatisering.

■ CONCLUSIE

De microklimatiseringsworkshop leerde dat men over het algemeen positief is over de mogelijkheden van microklimatisering. De conclusie is dat de sterke punten liggen op het vlak van gezondheid, comfort en productiviteit. Ook kan microklimatisering in de praktijk relatief flexibel en energiezuinig zijn, één en ander afhankelijk van de uitvoering en aansluiting op de hoofdinstallatie. Verbeterpunten liggen onder meer op het gebied van kosten en technische inpasbaarheid.

■ REFERENTIES

1. Boerstra A.C., 2010. Persoonlijke beïnvloeding als sleutel tot een A+ klimaat. TVVL magazine nr. 4, 2010, blz. 20-23
 2. Filippini G.J.A., Zeiler, W., 2009. De mens centraal bij het ontwerp van het binnenklimaat. Master thesis TU Eindhoven, unit Building Physics & Systems. TU Eindhoven, Eindhoven
 3. Schiavon S., Melikov A. en Sekhar C., 2010. Energy analysis of the personalized ventilation system in hot and humid climates. *Energy and Buildings* 42(5):699-707
 4. TIAX, 2002. Energy consumption characteristics of commercial building HVAC systems; vol. III: energy savings potential. Final report to the US Department of Energy, Office of Building Technologies. TIAX, Lexington, MA, Verenigde Staten
 5. Wyon D.P., 2000. Individual control at each workplace: the means and the potential benefits. In: Clements-Croome D. (ed.). 2000. Creating the productive workplace. E & FN SPON, London, New York, blz. 192-206
 6. Van Marken Lichtenbelt, W. en Schellen, L. 2013. Energiehuishouding van mens en gebouw, Bouwfysica 2013
 7. Van der Lans, A.A., et al., Cold acclimation recruits human brown fat and increases nonshivering thermogenesis. *J Clin Invest*, 2013
- Voor meer informatie over microklimatisering, lees ook:*
8. Zeiler W., van Houten M.A.R., Besselink H., Filippini G.J.A. en Veerman J., 2010. Microklimatisering: optimaal comfort en minder energiegebruik. *TVVL magazine* nr. 7/8, 2010, blz. 4-7.
 9. Dieckmann J., Cooperman A. en Brodrick J., 2010. Personal Ventilation. *ASHRAE journal*, October, 2010, blz. 70-75.