

PERSOONLIJKE BEÏNVLOEDING VAN HET BINNENKLIMAAT:

EFFECTEN OP KANTOORWERKERS, DEEL 2

Middels wetenschappelijk onderzoek is geanalyseerd hoe het wel of niet hebben en ervaren van controle over het binnenklimaat van invloed is op comfort, gezondheid en productiviteit van kantoorwerkers. Hierbij werd gewerkt met een conceptueel model (nader uitgelegd in deel 1 zoals verschenen in het vorige nummer van Bouwfysica). Binnen dat model wordt controle gezien als een moderator-variabele die beïnvloedt hoe de luchttemperatuur en andere omgevingsparameters effect hebben op gebouwgebruikers. In deel 1 is ingegaan op de resultaten van een veldonderzoek in negen Nederlandse kantoorgebouwen dat is uitgevoerd om het model te testen. In dit tweede deel zijn de uitkomsten van een databaseanalyse (met gegevens afkomstig uit 21 kantoorgebouwen) gepresenteerd en wordt een laboratoriumonderzoek beschreven dat is uitgevoerd in samenwerking met de TU Eindhoven en de Danish Technical University.



dr.ir. A.C. (Atze) Boerstra,
BBA Binnenmilieu BV

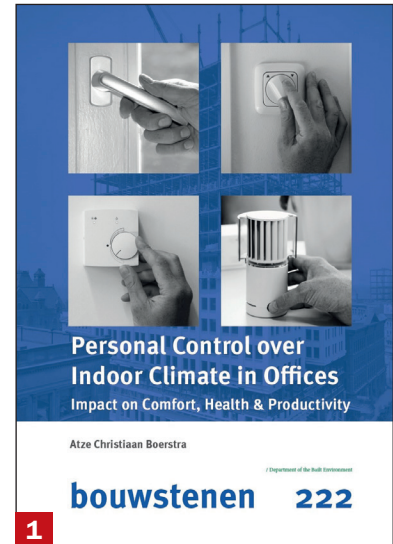
De gecombineerde onderzoeken resulteerden in onder andere de volgende inzichten:

- Het aanbieden van (voldoende effectieve) controlemiddelen heeft een aantoonbaar positief effect op de ervaren mate van controle.
- Verhoging van de ervaren mate van controle leidt automatisch tot meer comfort, minder 'Sick Building' klachten en een grotere binnenklimaattevredenheid.
- Het effect van controle op productiviteit is minder eenduidig te beschrijven.

INLEIDING

Dit artikel is geschreven naar aanleiding van een in de periode 2011-2016 uitgevoerd promotieonderzoek. Het gaat om onderzoek uitgevoerd aan de TU Eindhoven, bij de unit Building Physics & Services van de faculteit Bouwkunde. Prof. dr. Jan Hensen en prof. dr. Bjarne Olesen traden op als promotoren, dr. Marcel Loomans was co-promotor. Voor meer informatie, zie het proefschrift getiteld 'Personal Control over Indoor Climate: Impact on Comfort, Health and Productivity' [1].

Het promotieonderzoek had tot doel om te bepalen welke mechanismen een rol spelen als het gaat om de impact van (toegang tot, gebruik van) temperatuurknoppen, te openen ramen en andere mogelijkheden voor binnenklimaat-beïnvloeding. Hierbij lag de focus op de volgende 'eindgebruikers-effecten': comfort, gezondheid (ervaren van 'Sick Building' klachten) en productiviteit (taakprestaties). Tegelijk is ook in kaart gebracht wat de status quo is in Nederlandse kantoren als het gaat om beschikbaarheid van controlemiddelen, het gebruik daarvan en de mate van controle die men ervaart over het binnenklimaat.



Omslag van proefschrift [1]

In een eerder artikel (deel 1) is het conceptuele model dat werd gehanteerd nader beschreven en is ingegaan op de resultaten van een veldonderzoek in negen Nederlandse kantoorgebouwen. In dit tweede deel zijn de uitkomsten van een databaseanalyse (met gegevens afkomstig uit 21 kantoorgebouwen) gepresenteerd en wordt een laboratoriumonderzoek beschreven dat is uitgevoerd in samenwerking met de TU Eindhoven en de Danish Technical University. Hieronder wordt eerst ingegaan op de databaseanalyse en dan op het laboratoriumonderzoek.

DATABASEANALYSE: ONDERZOEKSMETHODE

De databaseanalyse omvatte het (her)analyseren van gegevens uit de database van BBA Binnenmilieu. Deze database is gevuld met enquêtegegevens zoals verzameld tijdens diverse, door BBA uitgevoerde, binnenklimaatonderzoeken. De in het kader van het promotieonderzoek uitgevoerde databaseanalyse betrof data van totaal 1612 respondenten, werkzaam in 21 Nederlandse kantoorgebouwen. Het ging hierbij om onderzoeken uitgevoerd in de periode 2005 tot en met 2010.

Het databasedeelonderzoek richtte zich met name op correlaties tussen enerzijds beschikbare en ervaren controle en anderzijds outputvariabelen. Denk ten aanzien van het dat laatste specifiek aan individuele comfortscores, het aantal 'Sick Building klachten' dat een respondent ondervond, zelf-ingeschatte productiviteit en zelf-gerapporteerd ziekteverzuim.

De 1612 databaserespondenten zijn ingedeeld in 5 subgroepen afhankelijk van de aanwezigheid van controlemiddelen (specifiek te openen ramen en temperatuurknoppen) en de ervaren effectiviteit van die

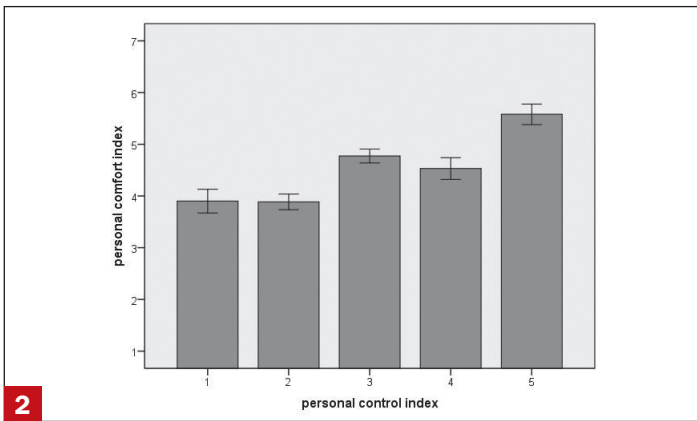
controlemiddelen. Hierbij werd gewerkt met de zogenaamde ‘personal control index’. Respondenten die aangaven geen toegang tot te openen ramen te hebben en geen toegang tot temperatuurknoppen kregen hierbij bijvoorbeeld een score van 1. Respondenten die aangaven toegang te hebben tot zowel te openen ramen als temperatuurknoppen en die tevens aangaven dat de bewuste controlemiddelen effectief zijn (daadwerkelijk gebruikt kunnen worden om merkbare verandering van het binnenklimaat te bewerkstelligen), die kregen een score 5. Had men deels toegang tot controlemiddelen of ervoer men een controlemiddel als niet-effectief dan kreeg men een score ergens tussen 1 en 5.

De databasegegevens zijn geanalyseerd gebruik makend van een multilevel modellering strategie, uitgaande van kantoorwerkers verdeeld over 21 gebouwen. Bij de statistische analyses is gewerkt met een significantieniveau van 5%, oftewel een p-waarde van 0,05. De analyses werden uitgevoerd met

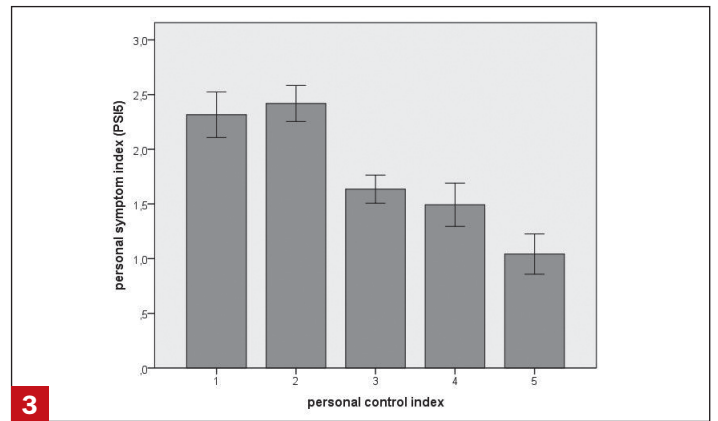
het programma SPSS 20. Voor meer informatie over de gehanteerde statistische technieken en de multilevel uitkomsten: zie verder [1]. Eén en ander geldt ook voor het hieronder verder beschreven laboratoriumonderzoek.

DATABASEANALYSE: RESULTATEN

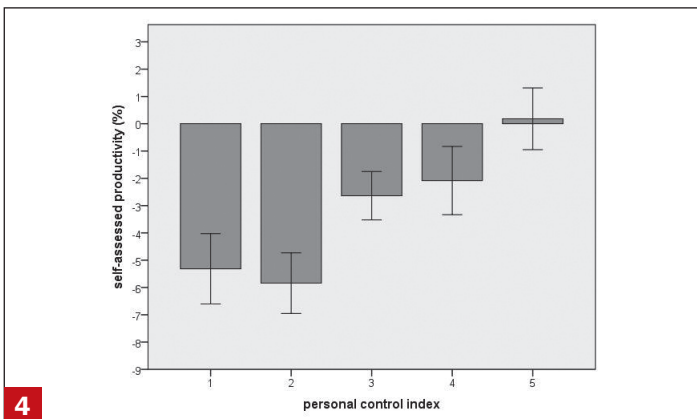
De databaseanalyse toonde aan dat voor alle vier de outputvariabelen geldt dat sprake is van een significant verband tussen enerzijds de personal control index en de outputvariabele (in alle gevallen met een p-waarde van 0,001 of lager, hetgeen op een statistisch gezien *sterk* verband wijst). Hogere control scores bleken systematisch samen te hangen met hogere comfort scores, minder ‘Sick Building’ klachten, hogere productiviteitscores en minder ziekteverzuim. Dit impliceert dat het voorzien in effectieve te openen ramen en goed werkende temperatuurknoppen ertoe leidt dat kantoorwerkers comfortabeler, gezonder en productiever zijn. Dit is in figuren 2 tot en met 5 weergegeven.



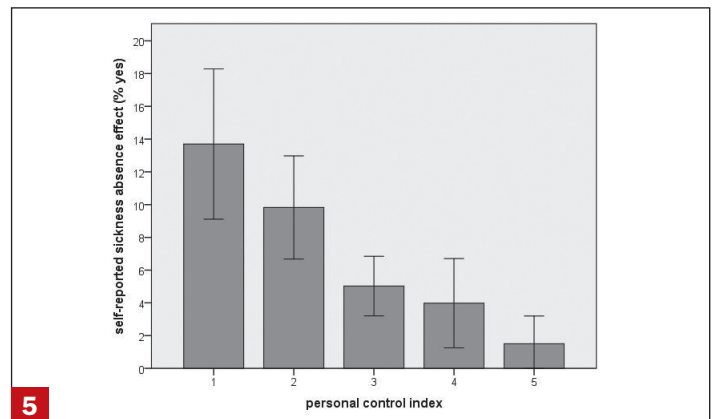
2 Relatie tussen de personal control index (1 = lage mate van controle ... 5 = hoge mate van controle) en de individuele comfort-scores (1 = maximaal oncomfortabel ... 7 = maximaal comfortabel). De figuur laat zien dat kantoorwerkers die relatief goed scoren als het gaat om toegang tot controlemiddelen en ervaren effectiviteit van die controlemiddelen, 1 à 1,5 schaalunit comfortabeler zijn dan kantoorwerkers met relatief weinig controle



3 Relatie tussen de personal control index (1 = lage mate van controle ... 5 = hoge mate van controle) en het aantal ‘Sick Building’ (SB) klachten dat men heeft (0 = geen SB klachten, 1 = 1 SB klacht etc.). De figuur laat zien dat kantoorwerkers die relatief slecht scoren als het gaat om toegang tot controlemiddelen en ervaren effectiviteit van die controlemiddelen, een meer dan factor 2 grotere kans hebben om ‘Sick Building’ klachten te hebben



4 Relatie tussen de personal control index (1 = lage mate van controle ... 5 = hoge mate van controle) en de zelfingeschatte productiviteit (e.e.a. op een standaard schaal die liep van -20% tot en met +20%). De figuur laat zien dat kantoorwerkers die relatief goed scoren als het gaat om toegang tot controlemiddelen en ervaren effectiviteit van die controlemiddelen, inschatten circa 5% meer productief te zijn dan kantoorwerkers met relatief weinig controle



5 Relatie tussen de personal control index (1 = lage mate van controle ... 5 = hoge mate van controle) en zelfgerapporteerd, binnenklimaatgerelateerd ziekteverzuim. De respondenten zijn hierbij gevraagd om aan te geven of ze gedurende de voorgaande 12 maanden zich wel eens ziek hadden gemeld ten gevolge een niet optimaal binnenklimaat op de werkplek. De figuur laat zien dat kantoorwerkers die relatief slecht scoren als het gaat om toegang tot controlemiddelen en ervaren effectiviteit van die controlemiddelen, een meer dan factor 6 grotere kans hebben om zich ziek te melden



6 Laboratoriumopstelling Danish Technical University. Op de foto zijn drie van de in totaal zes aanwezige proefpersonen te zien

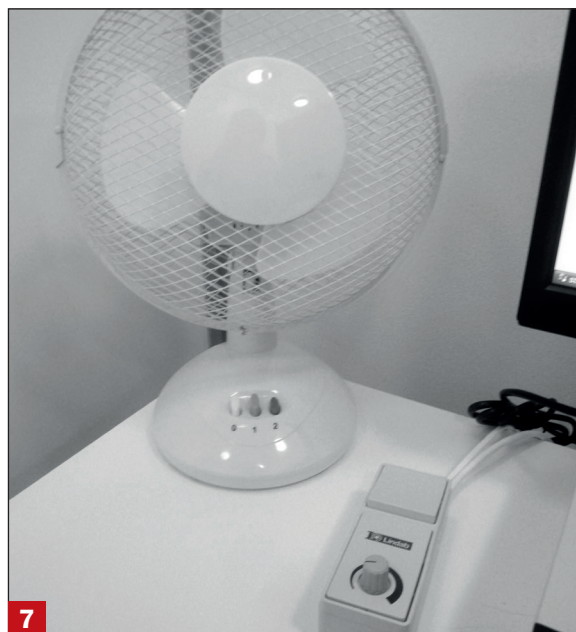
LABORATORIUMONDERZOEK: ONDERZOEKSMETHODE

Het laboratoriumonderzoek is in de zomer van 2012 uitgevoerd in een klimaatkamer (ingericht als normale kantoorruimte, met onder andere ramen naar buiten) van de Danish Technical University, een en ander in samenwerking met prof. dr. Bjarne Olesen en dr. Jørn Tøftum. Het laboratoriumonderzoek had tot doel om in kaart te brengen hoe het wel of niet hebben van directe controle over de thermische omgeving (in dit specifieke geval ging het om een ‘zomerblootstelling’ en een oververhittingssituatie) van invloed is op comfortbeleving, sick building klachten en zelf-ingeschatte maar ook objectief gemeten prestaties.

Totaal 23 proefpersonen (we begonnen met 24, eentje viel halverwege uit) werden in groepjes van 6 of 5 circa 2,5 uur lang in een ruimte geplaatst met een operationele temperatuur van 28°C. Hierbij zat ieder aan een eigen tafel, voorzien van een desktop computer waarop periodiek vragenlijsten of productiviteitstests voorbij kwamen. Op de tafel bevond zich tevens een tafelfan en (tijdens een deel van de onderzoekssessies) een speciaal gemaakte aparte regelunit waarmee men de luchtsnelheid op de eigen zitplek naar wens traploos kon instellen. Zie verder de foto's in figuur 6 en 7.

De proefpersonen kwamen totaal drie keer langs. De eerste keer (sessie 0) betrof het een trainingssessie, bedoeld om gewend te raken aan de testomgeving, de ventilator en bijvoorbeeld de productiviteitstests. Er werden geen data verzameld tijdens deze kennismakingssessie. De eerstvolgende keer dat men langskwam (sessie A) ging het wel om een echt onderzoek: proefpersonen werd gevraagd om gedurende de hele sessie naar hartenlust ventilatorinstellingen te wijzigen, op momenten dat men daar behoefte aan had. En wel gebruikmakend van de speciale (aparte) regelunit. Verder werd men geïnstrueerd om de diverse vragenlijsten die aangeboden werden in te vullen en om de productiviteitstests te doen.

De erop volgende keer dat men langskwam (sessie B) was de regelunit verdwenen en kon men dus zelf niks regelen gedurende de hele 2,5 uur durende sessie. Tegen de proefpersonen werd gezegd dat er nu gewerkt werd met een ‘door het onderzoeksteam’ bepaalde luchtsnelheid. Wat men niet wist is dat men in werkelijkheid tijdens sessie B



7 Tafelfan met speciale voor het experiment gemaakte, traploze regelunit (rechts onder in beeld)

aan exact dezelfde luchtsnelheid (inclusief eventuele periodieke luchtsnelheidsveranderingen) blootgesteld werd. Het onderzoeksteam kopieerde vanuit een naastgelegen ruimte qua regelunit instelling, voor elke proefpersoon apart, exact wat ze zelf tijdens sessie A ook gedaan hadden.

Als je sessie A en B van dit interventie-onderzoek met elkaar vergelijkt dan kun je stellen dat de blootstelling fysisch en fysiologisch gezien twee keer exact hetzelfde was; alleen *psychologisch* gezien was er een verschil, met name als het gaat om het aspect ervaren mate van controle. Gedurende sessie A en sessie B werden identieke vragenlijsten en productiviteitstests gebruikt om het ervaren comfort, eventueel optredende Sick Building klachten (denk aan oogirritaties) en taak prestaties te objectiveren. Vervolgens werd voor ieder proefpersoon apart bekeken of er sprake was van verschillen tussen sessie A en B ('within subject' vergelijking).

LABORATORIUMONDERZOEK: RESULTATEN

Vergelijking van de resultaten van de individuele sessie A en sessie B (respondent voor respondent) liet zien dat er op diverse punten niet sprake was van een verschil. Zo bleek men zich tijdens de ‘geen controle’ (B) niet significant warmer of kouder te voelen dan tijdens sessie A. Ook bleek men de luchtkwaliteit niet significant anders te ervaren en was er geen verschil als het gaat om het ervaren van ‘Sick Building’ klachten. Het was wel zo, als verwacht, dat men tijdens sessie A aangaf significant meer controle te hebben over onder andere de temperatuur en de luchtsnelheid.

Wel bleek er sprake te zijn van een significant verschil als het gaat om de taakprestaties. Dit betrof met name het tekst typen en rekenen (specifiek optellen en vermenigvuldigen), zie ook figuur 8. Gemiddeld gezien bleken de respondenten tijdens sessie B (dus op het moment dat ze te maken hadden met ‘automatische regeling’ van de luchtsnelheid) productiever te zijn. Voor de 3 genoemde taken varieerde het verschil van circa 5 tot circa 10%. De

verklaring hiervoor is waarschijnlijk te vinden in de zogenaamde ‘Cognitive Load Theory’ die stelt dat het menselijk brein niet goed in staat is om meerdere taken tegelijk optimaal uit te voeren. Tijdens sessie A was sprake van een dubbeltaak (productiviteitstests doen en het in de gaten houden van het binnenklimaat en bijstellen van de ventilator indien nodig). Grote kans dat dat verklaart waarom men tijdens sessie A minder productief was. Overigens bleek ook de zelfingeschatte productiviteit tijdens sessie B significant hoger te liggen (4,2% hoger tijdens sessie B; gebruik makend van een schaal die liep van -30% tot en met +30%).

Betekent deze uitkomst nu dat het dus een goed idee is om gebouwgebruikers juist *geen* mogelijkheden te geven voor het finetunen van het binnenklimaat?

Na afloop van de experimenten is aan de 23 respondenten gevraagd waar hun voorkeur naar uit gaat als het om de eigen standaard werk- of leerplek gaat. Totaal 12 respondenten gaven aan een voorkeur te hebben voor de ‘met controle’ situatie zoals tijdens sessie A; 7 respondenten prefereerden een ‘automatische regeling’ zoals tijdens sessie B; de overige respondenten hadden geen uitgesproken voorkeur. Het feit dat circa 2 van de 3 de voorkeur geeft aan het zelf kunnen regelen van de luchtsnelheid geeft te denken, los van de uitkomsten van de productiviteitstest.

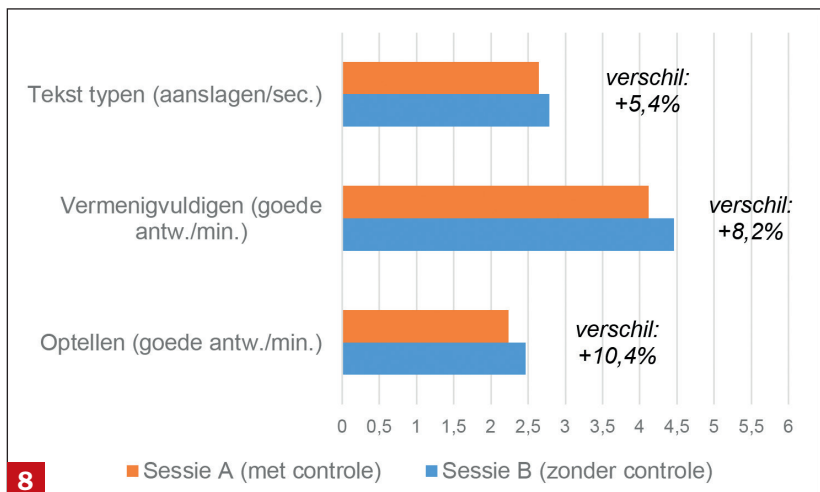
Verder is het zo dat het bij dit experiment zo was dat in de ‘automatic mode’ (tijdens sessie B) sprake was van een perfect op maat gemaakt, geïndividualiseerd luchtsnelheidsprofiel (een en ander zoals zelf door de respondenten, ieder voor zich, ‘geprogrammeerd’ tijdens sessie A). Klimaatinstallaties in reguliere kantoorgebouwen zijn niet (nog niet?) in staat om zo perfect aan te sluiten bij de individuele wensen. En zolang dat niet het geval is, is het maar de vraag of de bij dit laboratorium experiment gevonden productiviteitseffecten daadwerkelijk ook in de praktijk zijn te realiseren.

Misschien is de enige juiste interpretatie van het experiment dat het goed is om een mogelijkheden te hebben om het binnenklimaat te beïnvloeden, maar dat het in een ideale situatie zo is dat de klimaatinstallatie na verloop van tijd (voor ieder apart) leert wat optimaal is. Waarna er op maat geklimatiseerd wordt (in nood overrulebaar) bijvoorbeeld op werkplekniveau gebruik makend van een zelflerende microklimatiseringssysteem dat in de werktafel of bijvoorbeeld de bureaustoel verwerkt is.

CONCLUSIES

De in dit artikel behandelde onderzoeken, in combinatie met de in het vorige nummer van Bouwfysica beschreven controleonderzoeken, resulteren in onder andere de volgende inzichten:

- Het aanbieden van (voldoende effectieve) controlemiddelen heeft een aantoonbaar positief effect op de ervaren mate van controle.
- Verhoging van de ervaren mate van controle leidt automatisch tot meer comfort, minder ‘Sick Building’ klachten en een grotere binnenklimaat-tevredenheid.
- Het effect van controle op productiviteit is minder eenduidig te beschrijven.



Uitkomst productiviteitsmetingen laboratoriumonderzoek. Het betrof hier de gemiddeld gemeten individuele verschillen (‘within subject’ vergelijking). Voor tekst typen, vermenigvuldigen en optellen gold dat men significant productiever was tijdens sessie B (Wilcoxon Signed Rank test, $p < 0,05$)

De diverse onderzoeken bieden diverse aanwijzingen dat het voorgestelde conceptuele model (zie deel 1) valide is, en dat het dus inderdaad zo is dat het wel of niet hebben van mogelijkheden om het binnenklimaat na te regelen mede bepaald hoe het binnenklimaat op gebouwgebruikers inwerkt. Maar om nu te stellen dat 100% eenduidig aangetoond is dat binnenklimaatcontrole ‘killer variabele nummer 1’ is! Daarvoor is meer onderzoek nodig, met name daar waar het de impact van controle op de taakprestaties betreft.

DANKWOORD

De auteur bedankt Marije te Kulve, Richard Claessen en Patrick Creemers. Ze waren indertijd als TU/e Masterstudenten betrokken bij dit artikel (deel 2) en de in het vorige artikel (deel 1) beschreven onderzoeken. En dan specifiek het laboratoriumonderzoek en het veldonderzoek.

Verder uiteraard een oprecht woord van dank voor de promotoren prof. dr. Jan Hensen, prof. dr. Bjarne Olesen en co-promotor dr. Marcel Loomans. ■

BRONNEN

De promotieonderzoek uitkomsten zijn meer uitgebreid beschreven in:

- [1] Boerstra, A.C., Personal Control over Indoor Climate: Impact on Comfort, Health and Productivity, PhD thesis, Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven, 2016. De PhD thesis is te downloaden via de volgende link: <http://repository.tue.nl/850541>

Voor een voorbeeld van een microklimatiseringssysteem, zie het volgende filmpje op YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=FchH4V080oA>. Een en ander betreft een door de Van Delft Groep in samenwerking met o.a. BBA Binnenmilieu ontwikkeld systeem waarbij via de werktafel verwarmd en gekoeld wordt en tevens voorzien is in verse lucht toevoer via in het bureaublad verwerkte inblaasroosters.