

Samenvatting proefschrift

Personal Control over Indoor Climate in Offices: Impact on Comfort, Health & Productivity

Atze Boerstra¹

Introductie

Dit artikel is geschreven naar aanleiding van een in de periode 2011-2016 aan de TU Eindhoven uitgevoerd promotie-onderzoek. Prof. dr. Jan Hensen en Prof. dr. Bjarne Olesen traden op als promotoren, dr. Marcel Loomans was co-promotor.

Het promotie-onderzoek 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 (specifiek: voorkomen 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 controle-middelen, het gebruik daarvan en de mate van controle die men ervaart over het binnenklimaat.

Aanleiding voor het promotie-onderzoek was de constatering dat kantoorwerkers tegenwoordig vaak geen of weinig mogelijkheden hebben om de thermische omgeving en de luchtkwaliteit op hun werkplek te beïnvloeden. De 'white collar worker' moet het anno nu vaak doen met een grote, open ruimte met een centrale temperatuurregeling, 'volautomatische' zonwering en verse luchttoevoer die op geen enkele manier aangepast kan worden aan de momentane behoeftes (tenzij hij of zij een dagje thuis werkt natuurlijk). Vergelijk dat eens met het scala aan controle-middelen waar een kantoorwerker ca. 20-30 jaar geleden nog 'recht' op leek te hebben. Denk dan aan bv. radiatoren met een simpele, thermostatische regelknop er op, zonwering die handmatig in te stellen is en een te openen raam waarmee naar hartenlust bijgeventileerd kon worden. Deze trend - kantoorwerkers die steeds minder mogelijkheden hebben om hun binnenklimaat te 'fine-tunen' - is uiteraard alleen een probleem als met voldoende zekerheid zou kunnen worden aangetoond dat dit ten koste van de 'output' gaat. Vandaar het onderzoek.

Conceptueel model

Aan het begin van het promotieonderzoek is een conceptueel model geconstrueerd. Hierbij gaat het om een grafische weergave van de variabelen die bestudeerd worden en de (veronderstelde) relaties tussen die variabelen.

Het conceptuele model is gebaseerd op de uitkomsten van literatuuronderzoek. Niet alleen de reguliere binnenklimaatliteratuur werd bestudeerd. Er is bekeken wat er in de omgevingspsychologische literatuur was te vinden

over het fenomeen controle (controle over omgevingsparameters als temperatuur).

Het conceptuele model is gepresenteerd in bijgevoegde figuur. Basisuitgangspunt is dat niet alleen objectief te meten omgevingsparameters (zoals luchttemperatuur, luchtsnelheid, CO₂ concentratie, concentratie aan vluchtige Organische Stoffen, etc.) bepalen of gebouwgebruikers het warm of koud hebben en bv. ontevreden zijn over de luchtkwaliteit. In plaats daarvan is het centrale idee dat controle (toegang tot controlemiddelen, het gebruik van controlemiddelen en het ervaren van controle over de omgeving) ook een impact heeft. Waarbij controle optreedt als een zogenaamde moderator-variabele.

De 'respons' van gebouwgebruikers op zintuigelijke stimuli (bijvoorbeeld een suboptimale temperatuur of bepaalde verontreinigingen in de binnenlucht) wordt dan versterkt of verzwakt afhankelijk van of zij die blootgesteld worden wel of geen invloed uit kunnen oefenen op die stimuli. Met andere woorden: wanneer men zelf 'medeverantwoordelijk' is voor een bepaalde situatie (denk aan toechthinder bij een zelf opgezet raam) dan zal men anders op prikkels uit de omgeving reageren dan wanneer sprake is van blootstelling waar men helemaal geen invloed op had (denk aan toechthinder onder een verkeerd afgesteld inblaasrooster).

Het conceptuele model is getest door de volgende deelonderzoeken uit te voeren:

- een veldonderzoek in negen moderne, Nederlandse kantoorgebouwen;
- de analyse van data afkomstig uit een bestaande binnenklimaatdatabase, en;
- een laboratorium (interventie) onderzoek.

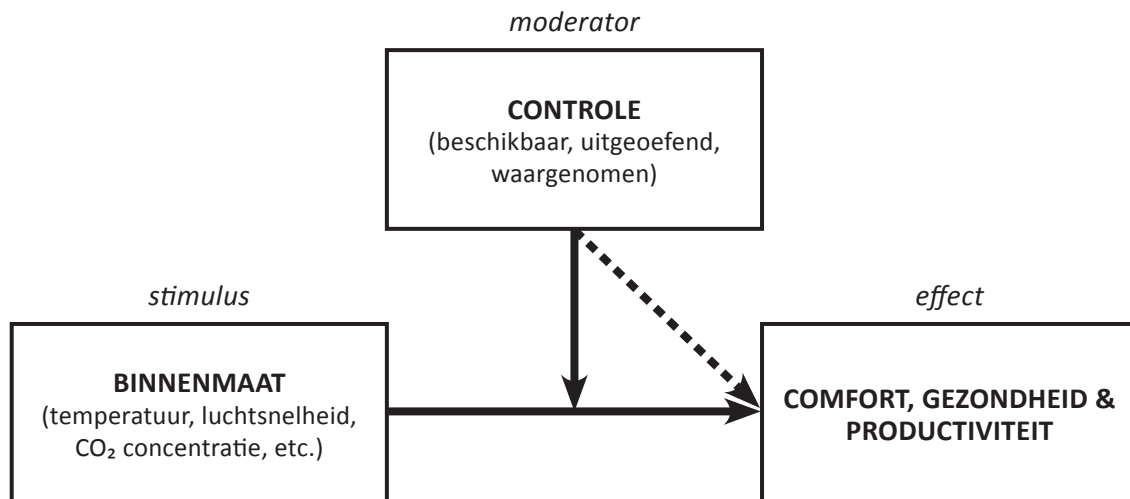
Hieronder wordt voor ieder deelonderzoek apart ingegaan op de gehanteerde methode en de resultaten.

Veldonderzoek

Er is veldonderzoek verricht in negen moderne kantoorgebouwen, verspreid over heel Nederland. Elk gebouw is steeds met een team van drie onderzoekers bezocht, gedurende een volle werkdag. In elk gebouw is aan circa 30 mensen gevraagd om (op de eigen werkplek) een vragenlijst in te vullen; een deel van de respondenten werkte aanvullend ook mee aan een kort mondeling interview. Totaal 236 kantoorwerkers vulden de vragenlijst in en 161 mensen werkten mee aan de aanvullende interviews.

Tevens zijn relevante gebouwkenmerken bepaald gebruik

¹ Promotie instituut: TU Eindhoven, Faculteit Bouwkunde, Unit Building Physics & Services; promotiedatum: 8 september 2016



makend van een standaard checklist. Ook zijn er (duur) metingen uitgevoerd.

De resultaten zijn geanalyseerd gebruik makend van multilevel analyses. Hierbij werd o.a. bekeken welke gebouwkenmerken, installatiekenmerken en/of organisatorisch kenmerken significant van invloed zijn op de ervaren mate van controle over het binnenklimaat.

Circa een derde van de 236 veldonderzoekrespondenten gaf aan niet tevreden te zijn over de mogelijkheden om het binnenklimaat op de eigen werkplek te beïnvloeden, circa een derde gaf aan wel tevreden te zijn over de naregelmogelijkheden en de rest zat er tussen in (scoorde 'niet tevreden / niet ontevreden').

Uit het veldonderzoek bleek verder dat men beduidend minder tevreden is over de mogelijkheden om - op kantoor - het binnenklimaat te beïnvloeden dan over de mogelijkheden om andere omgevingsaspecten te beïnvloeden. De gemiddeld ervaren mate van controle over de temperatuur en de ventilatie lag rond de 3 (gebruik makend van een schaal die liep van 1 (totaal geen controle) tot 7 (volledige controle). Ter vergelijking: voor (controle over) licht en zontoetreding lag dit op net geen 4,5.

Een verdere analyse van de resultaten toonde aan dat het aantal personen waarmee men de eigen werkruimte deelt een significant effect heeft op de ervaren mate van controle over het binnenklimaat: meer kantorengenoten betekent dat men gemiddeld genomen minder controle ervaart. De mannelijke respondenten bleken over het algemeen minder binnenklimaatcontrole te rapporteren dan de vrouwelijke respondenten. En respondenten met werkplekken op meer dan 2,5 m van de gevel gaven aan minder binnenklimaatcontrole uit te kunnen oefenen, dan respondenten met werkplekken vlak bij de gevel. Verder bleek meer dan 80% van de respondenten *geen* rekening te houden met energie-effecten op het moment dat ze in de weer zijn met thermostaatknoppen of te openen ramen.

Analyse van de veldonderzoekresultaten leerde verder dat toegang tot te openen ramen een sterk positief effect heeft op de ervaren mate van controle over het binnenklimaat. Een verbod van de gebouwbeheerder

op het gebruik van controlemiddelen bleek juist een negatief effect te hebben. Ook bleek dat er sprake is van een significante correlatie tussen enerzijds de ervaren mate van controle over het binnenklimaat en anderzijds het ervaren comfort, de tevredenheid ten aanzien van de kwaliteit van het binnenklimaat en de zelf-ingeschatte productiviteit; in alle drie de gevallen met p-waardes van 0.001 of lager.

Database analyse

Het tweede deelonderzoek hield in: een (her)analyse van gegevens uit de database van BBA Binnenmilieu betrekking hebbende op de periode 2005-2010. Deze database is gevuld met enquête- & gebouwgegevens zoals verzameld tijdens diverse, door BBA uitgevoerde, gebouwonderzoeken. De in het kader van het promotieonderzoek uitgevoerde database analyse betrof data van totaal 1612 respondenten, werkzaam in 21 Nederlandse kantoorgebouwen.

Dit deelonderzoek richtte zich met name op correlaties tussen enerzijds beschikbare & ervaren controle en anderzijds output variabelen. Denk ten aanzien van het dat laatste bv. aan individuele comfortscores, het aantal Sick Building klachten (gebouwgerelateerde gezondheidsklachten) dat een respondent ondervindt of zelf-ingeschatte productiviteit.

De database gegevens zijn geanalyseerd gebruik makend van een multilevel modelling strategie, uitgaande van kantoorwerkers genest in gebouwen. Op die manier kon er worden gecorrigeerd voor eventuele clusteringseffecten. De ervaren mate van controle over het binnenklimaat is hierbij uitgedrukt in een zogenaamde 'personal control index' met een waarde variërend van 1 (=lage mate van controle) tot en met 5 (=hoge mate van controle).

Er is onderzocht welke invloed de personal control index heeft op de volgende 4 output variabelen: ervaren overall comfort, personal symptom index (maat voor het aantal 'Sick Building klachten'), zelf-ingeschatte productiviteit & zelf gerapporteerd ziekteverzuim. Voor alle 4 de output variabelen bleek te gelden dat controle (de personal control index) een significant effect heeft

(in alle gevallen met een p-waardes van 0,001 of lager). Respondenten die aangaven te beschikken over effectieve temperatuurknoppen en goed bruikbare te openen ramen bleken in zijn algemeenheid comfortabeler te zijn. Ook hadden ze minder gebouwgerelateerde gezondheidsklachten. Verder gaven ze aan significant productiever te zijn en minder vaak ziek ten gevolge van het binnenklimaat op de werkplek.

Laboratorium-onderzoek

In samenwerking met de Technische Universiteit Denemarken is er verder in de zomer van 2012 een laboratorium onderzoek uitgevoerd. Het laboratorium onderzoek had tot doel om in kaart te brengen hoe het wel of niet hebben van directe controle over de thermische omgeving van invloed is op comfortbeleving, Sick Building klachten en zelf-ingeschatte maar ook objectief gemeten prestaties.

Totaal 23 proefpersonen werden in groepjes van 6 of 5 circa 2,5 uur lang in een ruimte geplaatst met een operatieve temperatuur van 28 °C. Hierbij zat ieder aan een eigen tafel, voorzien van een desktop computer (waarop periodiek vragenlijstje of productiviteitstestjes voorbij kwamen). Op de tafel bevond zich tevens een tafelventilator 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.

De proefpersonen kwamen totaal 3 keer langs. De eerste keer (Sessie 0) betrof het een trainingssessie. De eerstvolgende keer dat men langs kwam (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 gebruik makend van de speciale regel-knop.

De erop volgende keer dat men langs kwam (sessie B) was de regel-unit verdwenen en kon men dus zelf niets 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 aan exact *dezelfde* luchtsnelheid (incl. eventuele periodieke luchtsnelheidsveranderingen) blootgesteld werd. Het onderzoeksteam kopieerde vanuit een naastgelegen ruimte qua regel-unit instelling, voor elke proefpersoon apart, exact wat ze zelf tijdens sessie A ook gedaan hadden. Sessie A en B waren dus qua blootstelling fysisch en fysiologisch gezien exact hetzelfde was; alleen psychologisch gezien was er een verschil.

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).

Er bleek geen significant verschil te zijn tussen sessie A en B daar waar het de comfortscores en de (intensiteit van) Sick Building klachten betrof. Anders was het voor

de taakprestaties. Geheel tegen de verwachting in bleek men in de 'no-control' situatie (dus tijdens sessie B) significant productiever te zijn! Dit gold met name voor de rekentaken: daar waar het de optel-taak betreft bleek men zonder controle-mogelijkheden (tijdens sessie B) 10.4 % punt meer goede antwoorden te genereren (per tijdseenheid); voor de vermenigvuldigings-taak was dit 8.2 % punt. De gevonden verschillen waren significant ($p < 0,010$). Een mogelijke verklaring hiervoor is te vinden in de zogenaamde 'cognitive load theory'. Deze stelt dat het menselijk brein enige 'overload' kan ervaren (wat negatief doorwerkt op de output) als men meer dan één taak tegelijk uit voert. Mogelijk dat men tijdens sessie A, in het achterhoofd, deels afgeleid is geweest met gedachtes aan het periodiek goed 'moeten' instellen van het individuele klimaatsysteem... Ook de zelf-ingeschatte productiviteit was significant hoger ($p = 0,034$) tijdens sessie B: het gemiddelde verschil daarbij (dus in het voordeel van de 'no control' sessie) bedroeg 4.2 % punt.

De uitkomsten van het laboratorium onderzoek zouden door sommigen geïnterpreteerd kunnen worden als een 'bewijs' dat het een goed idee is om in gebouwen te werken met centraal geregelde klimaatinstallaties. Onder het mom van 'al die regelknoppen die leiden alleen maar af.' Een dergelijke interpretatie is echter voorbarig. Bij dit experiment werd gewerkt met een individueel klimaatsysteem dat (tijdens sessie B) volledig afgestemd was op de individuele wensen (e.e.a. zoals tijdens sessie A in kaart gebracht voor iedereen afzonderlijk). En dat fine-tunen op maat en het 'automatisch' inspelen op individuele verschillen in comfortwensen is iets dat anno 2017 geen enkel gebouwbeheerssysteem en centralistische klimaatinstallatie voor elkaar krijgt. De lab-resultaten leiden dus hooguit tot de conclusie dat semi-automatische regelingen waarbij controle-middelen zelflerend zijn voordelen hebben m.n. als het om het 'boosten' van prestaties gaat.

Meer informatie

De uitkomsten van het promotieonderzoek zijn beschreven in het TUE proefschrift:

Boerstra AC, 2016. Personal Control over Indoor Climate: Impact on Comfort, Health and Productivity. PhD thesis. Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven, 2016. Bouwstenen serie nr. 222.

Het proefschrift is te downloaden via de volgende link: <http://repository.tue.nl/850541>.