



Tijdschrift voor

jaargang 45 - nr. 3 - september 2020

HUMAN FACTORS

Dossier: Energiezuinige en gezonde gebouwen

Afgestudeerd: Invloed van appen op rijgedrag

Toegepast: Fusion draagsysteem voor militairen

Colofon

Human Factors streeft naar het zodanig ontwerpen van gebruiksvoorwerpen, technische systemen en taken, dat de veiligheid, de gezondheid, het comfort en het doeltreffend functioneren van mensen worden bevorderd.

Tijdschrift voor Human Factors is een uitgave van Human Factors NL, vereniging voor ergonomie. De vereniging tracht op basis van bovengenoemde omschrijving onderzoek te bevorderen, resultaten openbaar te maken, praktische toepassingen te stimuleren en uitwisseling van gegevens tussen belanghebbende vakgebieden te doen plaatsvinden.

Secretariaat van Human Factors NL

Utrechtsestraat 19
6811 LS Arnhem
leden@humanfactors.nl
www.humanfactors.nl

Redactie

dr. R.A.G. Post, hoofdredacteur@humanfactors.nl
dr. O.A. Blanson Henkemans, olivier.blansonhenkemans@tno.nl
drs. P. van Dorst, pimvandorst@vhphp.nl
dr. T. Luger, tessa.luger@med.uni-tuebingen.de
dr.ir. M.H. Sonneveld, M.H.Sonneveld@tudelft.nl
dr.ir. L.S.G.L. Wauben, l.s.g.l.wauben@hr.nl
dr. N.W. Wiezer, noortje.wiezer@tno.nl
dr. Travis Wiltshire, Tj.Wiltshire@tilburguniversity.edu

Redactieraad

dr. A.H.M. Cremers, prof.dr.ir. J. Dul, drs. J. Jansen, prof.dr. M.P. de Looze, dr.ir. M. Melles, prof.dr.ing. W.B. Verwey

Technische redactie

Reijsegert to the point
Postbus 174, 3760 AD Soest
Telefoon: 035 693 67 76
info@reijsegertothepoint.nl

Realisatie en ontwerp

Practicum, Soest
practicum.nl

Advertenties

Advertentiewinkel.nl
Postbus 174, 3760 AD Soest
Telefoon: 035 693 67 76
info@advertentiewinkel.nl

Abonnementen

Het Tijdschrift voor Human Factors verschijnt vier maal per jaar. De abonnementsprijs bedraagt € 80,- per jaargang. Abonnementen kunnen ieder moment ingaan, doch slechts worden beëindigd indien schriftelijk vóór 1 december van de lopende jaargang is opgezegd en een bevestiging daarvan is ontvangen. Bij niet tijdige opzegging wordt het abonnement automatisch met een jaar verlengd.

Auteursrecht

Behoudens de door de wet gestelde uitzonderingen mag niets in deze uitgave worden veelelvoudigd en/of openbaar gemaakt zonder schriftelijke toestemming van de uitgever.
ISSN 2405-7924

Richtlijnen voor Auteurs

zie www.humanfactors.nl

Persberichten

Persberichten kunt u sturen aan de (technische) redactie.

Coverfoto

Shutterstock

Voorwoord

Met de zomer achter ons worden dagen en nachten weer kouder. De kachel gaat aan maar toch vinden veel mensen het lekker om in een koele kamer te slapen en doen we een raampje open voor de ventilatie. Het gedrag van de bewoner is een belangrijke variabele in het welzijn en de energie-efficiëntie van een gebouw. Kennis van dit gedrag is dus belangrijk voor de ontwerper, maar hoe meet je het? Het dossier van dit nummer, onder redactie van Marleen Spiekman (TNO), gaat o.a. hierop in.

De discussie over het effect van bellen tijdens autorijden loopt al lang. Maar hoe zit het met de verschillen tussen handsfree en handheld appen in de auto? Afgestudeerde Joy Zwart deed er onderzoek naar.

Militairen dragen vaak zware lasten mee. In een Toegepast bijdrage van Marjolein de Wit-Blok kijken we mee bij de ontwikkeling van een modulair draagsysteem voor Defensie om deze belasting zo goed mogelijk over het lichaam te verdelen.

Tenslotte toont Alex Hogeweg een mogelijke toekomst voor het beeldbellen in de Octrooi bijdrage.

Kortom, veel leesplezier!

Ruben Post - hoofdredacteur@humanfactors.nl

Inhoud

Dossier: Energiezuinige en gezonde gebouwen

een uitdaging voor de bouwsector

Gastredacteur:
Drs. ir. M.E. Spiekman

3

Afgestudeerd: Joy Zwart

Veilig appen in de auto?

21

Toegepast

Fusion draagsysteem voor militairen

ing. M. de Wit-Blok

22

Verder in dit nummer

Human Factors en Octrooien Virtual Transportation Machine	21
Uit de vereniging	24

Energiezuinige en gezonde gebouwen:

nieuwe uitdagingen voor de bouwsector

Het is bekend dat bewoners invloed hebben op het energiegebruik van hun huis, en ook op het comfort- en gezondheidsniveau van hun woning. Zo zorgt het openen van ramen in de winter voor extra energieverlies, kan het behoorlijk warm worden in de zomer als de zonwering niet op tijd wordt dichtgedaan en kan koken zonder afzuigkap tot ongezonde fijnstofniveaus in huis leiden. Wat minder aandacht krijgt is dat de bouwsector zelf ook een belangrijke rol speelt. Niet alleen in woningen, ook in kantoren. Zorgen voor een energiezuinig en gezond gebouw gaat veel verder dan kiezen voor de juiste technische oplossing. Echter, het feit dat een ontwerper invloed heeft op de sociale aspecten is een boodschap die nog nauwelijks wordt onderkend.

Dat sociale aspecten, zoals gedrag en beleving, invloed hebben op energiezuinig en gezond wonen en werken, daar is de bouwsector zich terdege van bewust. De bouwsector heeft de laatste decennia flink geïnnoveerd in technieken om huizen energiezuinig te maken, waarbij wordt uitgegaan van zogenoemd 'gemiddeld gedrag'. Bewoners laten echter in de praktijk zelden dit gemiddelde gedrag zien. In het oog van de ontwerper gebruiken bewoners de nieuwe techniek in hun woning niet zoals bedoeld. Als bijvoorbeeld een woning flink wordt geïsoleerd, zullen slaapkamers in de winter 's nachts nauwelijks nog afkoelen. Mensen die gewend zijn te slapen in een kamer van 15°C of kouder, moeten nu wennen aan een slaapkamer die 19°C of nog warmer is. Vaak gaan dan midden in de winter de ramen open, wat niet voorzien is bij het ontwerp van het innovatieve ventilatiesysteem van die woningen. Een ontwerper die dit gedrag voorziet, kan het meenemen in zijn ontwerp. Daarom richt steeds meer onderzoek zich op de interactie tussen gedrag van bewoners en de innovaties in woningen die we voor de energietransitie hard nodig hebben.

In dit dossier worden drie verschillende soorten van dergelijk onderzoek uitgelicht. Een van de onderzoeken richt zich op de ontwikkeling van een onderzoeksinstrument waarmee gedrag in woningen en vooral ook redenen achter dit gedrag onderzocht kunnen worden, zodat een ontwerper dit kan meenemen in zijn ontwerp. Het tweede onderzoek laat

zien hoe goede communicatie tussen bewoners en bouwers tijdens het renovatietraject kan leiden tot beter begrip en daardoor beter gebruik van de nieuwe technologie enerzijds, en betere ontwerpen die aansluiten bij de activiteiten en waarden van de bewoners anderzijds. Het derde onderzoek in dit dossier laat zien hoe het ontwerp van een kantoorinterieur kan bijdragen aan het welzijn van de kantoorgebruikers.

Met dit dossier hopen we dat er meer oog komt voor het effect dat gebouw- en interieurontwerp heeft op de gebruikers van een gebouw en daarmee op zowel hun energiegebruik als hun gezondheid.

Over de gastredacteur



Drs. ir. M.E. Spiekman

Senior onderzoeker fysische
gebouwprestaties en gebruiksgedrag
in gebouwen

TNO

marleen.spiekman@tno.nl

Behaviour change in home ventilation

Learnings from Dutch refurbishment projects on residents' actions and motivations

In this article, we highlight some of our learnings from realised refurbishment projects on residents' actions and motivations in the various ways they aerate their home. The aim of the projects is to contribute to global climate change mitigation goals by developing residential energy-reducing refurbishments that can be upscaled (Silvester et al., 2017). Our research has a design research perspective, which means that we enquire into the relationship between the residents and the user interfaces and building elements in their refurbished home. We draw these learnings from our involvement as observers and advisers in several recent zero-energy refurbishment projects in social housing in the Netherlands. We will show that the residents' actions are related to their trust in the user interfaces. This trust is in turn related to some of the values that the residents expect their home to address: support keeping healthy, facilitating their activities and lifestyle, and having systems that are easy to use and control (Guerra-Santin et al., 2017).

Stella Boess en Sacha Silvester

A well-known issue in processes of realising zero-energy (ZE) home refurbishments is that residents sometimes use ventilation differently from how it was designed to be used: rather than using the mechanical ventilation control, they open windows while heating is on, and disable ventilation or block vents (Behar & Chiu, 2013). This can jeopardize a zero-energy outcome and can lead to decreased comfort and health risks from polluted air (Kim, Paulos & Mankoff, 2013). It can also cause what is known as *the performance gap*, the difference between expected and actual energy usage of buildings (Behar & Chiu, 2013). The reasons for the residents' actions are not yet fully known.

We often interpret the situation that residents use windows to aerate as a challenge to influence the residents' behaviour and to ensure that their behaviour is in line with energy goals, health and comfort. In this article, we aim to shed some light on the residents' own motivations by highlighting some of our learnings from realised refurbishment projects on how residents interact with their various possibilities to aerate their home. We derive these learnings from data from the projects in which we observed and advised (Silvester et al., 2017). Our research has a design research perspective,

which means that we enquire into the relationship between the residents and the user interfaces and building elements in their refurbished home. Our research questions are: what can we learn about the relationship and interactions between the residents and the user interfaces and building elements in their refurbished home? How do they interact, and why?

Method

To answer these questions, we draw on some examples from two types of data. Firstly, air quality measurement data. These provide insight into the actual quality of indoor air. Secondly, qualitative research. This sheds light on the residents' and the buildings' actions that led to these outcomes and the residents' reasons for their actions.

Air quality measurements

Using sensors provided by Office Vitae (officevitae.com), we measured CO₂, temperature, light, humidity, and motion in three rooms of each apartment: the kitchen, the living room and the spare room. In addition, data on the outside temperature were collected from public records.

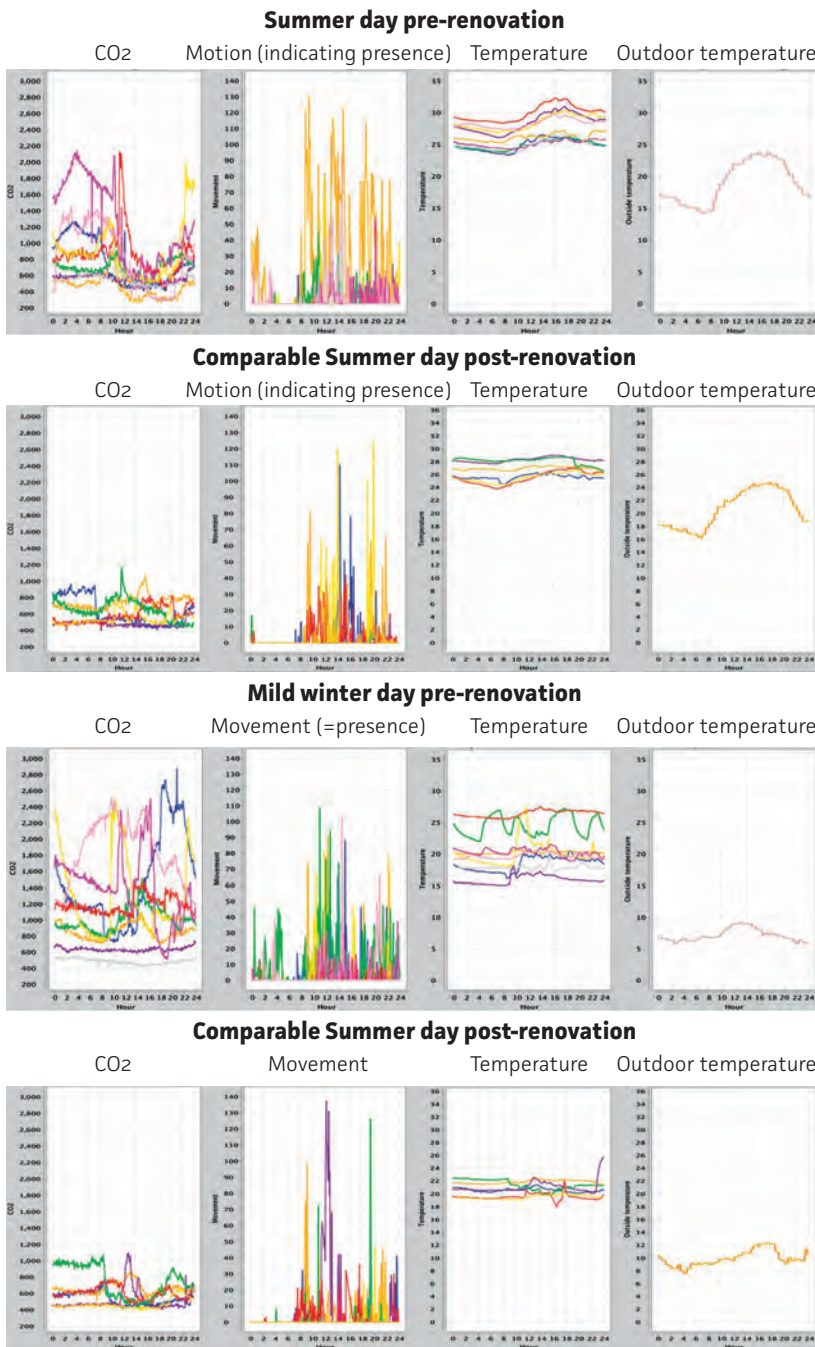


Figure 1: Comparisons of data for a single comparable day pre- and post-refurbishment. Data presented are from one summer day and from one mild winter day for each period.

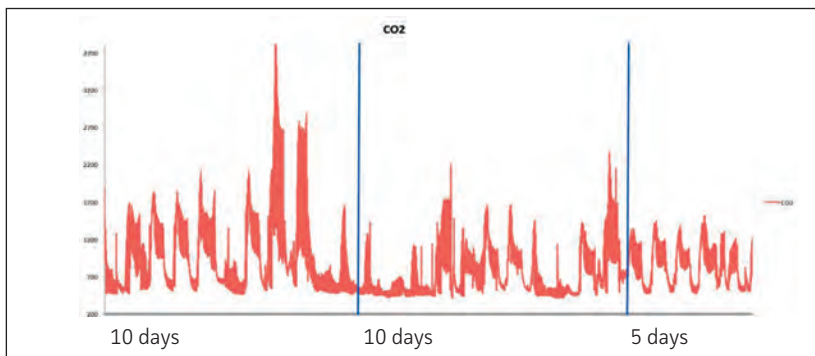


Figure 2. Changes in CO2 level over a three week period in response to a resident's deliberate adjustments.

Qualitative research with Residents

In addition to the measurements, we also conducted qualitative research into the residents' experience. We visited them in their homes several times before, during, and after each refurbishment. During those visits, we interviewed the residents about their home experience and sometimes requested walkthroughs from them. As explained previously (Guerra-Santin et al., 2018), a walkthrough consists of asking residents to walk through their house with the researcher and to provide descriptions and re-enactments of the ways they usually control their indoor environment and of their daily practices related to energy consumption. This technique is a situated and embodied 'telling' activity that enables users to participate in understanding and communicating their daily practices (Brandt, Binder & Sanders, 2012) and is suitable to elicit residents daily life practices in their home environment (cf. Kuijer & De Jong, 2012).

Participants

The data presented here are drawn from eight apartments in post-war industrialised housing in the Netherlands which were comparable in location. They were roughly 55 m² single-level apartments, distributed across several stories. We measured before and after refurbishment for a few years. The data was collected from 2017 onwards, pre- and post-renovation. There was some variation in the occupancy: the majority of residents were single dwellers, with some dual occupancy. The residents varied in age.

Analysis

To answer the research questions into the relationship between resident and building and into the reasons for their interactions, this article draws on both the

measurement data and the home visits to present a selection of reflexive ethnographic narratives (Blomberg & Karasti, 2012) on the residents' interaction with their ventilation system and building elements. This approach in general comprises ethnographic documentation and analysis in everyday settings, taking a holistic view on the process, providing descriptive understandings and showing members' point of view (ibid., p. 88).

Results

We present a selection of pre- and post-refurbishment monitoring data and some data from our visits that serve particularly well to illustrate and explain the relationship between residents and their home and its motivations.

Illustrative findings from indoor air quality measurements

Figure 1 shows a comparison of measured values for two selected pre- and post-refurbishment days: one in the summer season, and one in the winter season, for 8 households with a zero-energy renovation. The respective season days to compare against each other were chosen to be as close as possible in the temperature line and in sunshine hours to provide a good comparison.

The comparisons in Figure 1 reveal that the indoor climate calmed down significantly as a result of the refurbishment. The temperatures are much more constant than before and follow the outdoor temperature less. Nonetheless, they are quite high on the warm summer day sampled: around 27 degrees, with little cooling down in the night. On the mild winter day, they also remain constant, at a pleasant temperature of around 21 degrees, even as (as we know from qualitative research) some residents keep windows open for short or longer periods. This evenness of the temperature allows for a great improvement of air quality. Fungus and dampness that arises from temperature variability and was present in some of the houses, disappeared after the refurbishment.

Likewise, the CO₂ levels in the homes calmed down significantly as a result of the refurbishment. These levels too are much more constant than before and follow resident activities less. They mostly stay below 1000 parts per million (ppm), which can be taken as an indication for a healthy indoor air climate. However, we also saw that the CO₂ levels peaked much higher occasionally, at up to 3000 ppm (not shown in Figure 1). The air quality has mostly improved, with some exceptions. We turned to qualitative research to enquire into the residents' experience of this.

Results from qualitative research

From interviews and walkthroughs we came to know about the residents' interactions with their home to



Figure 3. Ventilation controller without guidance on its standard setting nor feedback on which setting it is on.

regulate their indoor air climate and about the residents' reasons for their actions.

A residents' trust in the various ways they can create their home

We present here a reflexive narrative from one of the residents. During a winter period, we had measured high levels of CO₂ in one room of her apartment and alerted her to this, explaining that there was some risk to health and listing the risks. This happened specifically in one of the rooms, a room of 6 m². It showed high CO₂ levels at night, indicating presence of a person (although we did not measure bedrooms that residents had described as such). The residents of this apartment were not aware of the reduced indoor air quality. To help the resident achieve a healthy CO₂ level in all rooms of her apartment, we recommended to her to adapt her ventilation setting over a period of several weeks to reduce the CO₂ levels. First, we extracted the measurements for the room with the high CO₂ levels over a period of ten days. Then, we advised the resident via text message of this and invited her to put the ventilation setting to position two, which should normally be the standard setting when someone is at home. She did so and the CO₂ levels decreased sustainably for a period of 10 days (Figure 2). However, the levels were still sometimes what can be considered as too high, above 1200 ppm. We then advised the resident, again via text message, to also include a short period of activating the 'boost' function of her ventilation system in the evening for about half an hour. She did so and the CO₂ levels improved to healthier, more satisfactory levels.

Some weeks after this interaction with the resident, we saw that the CO₂ levels had increased again. We enquired with the resident about the reason. She explained that she worried that the high ventilation settings contained frequencies that would cause her cats auditory distress, and that she had reverted to the

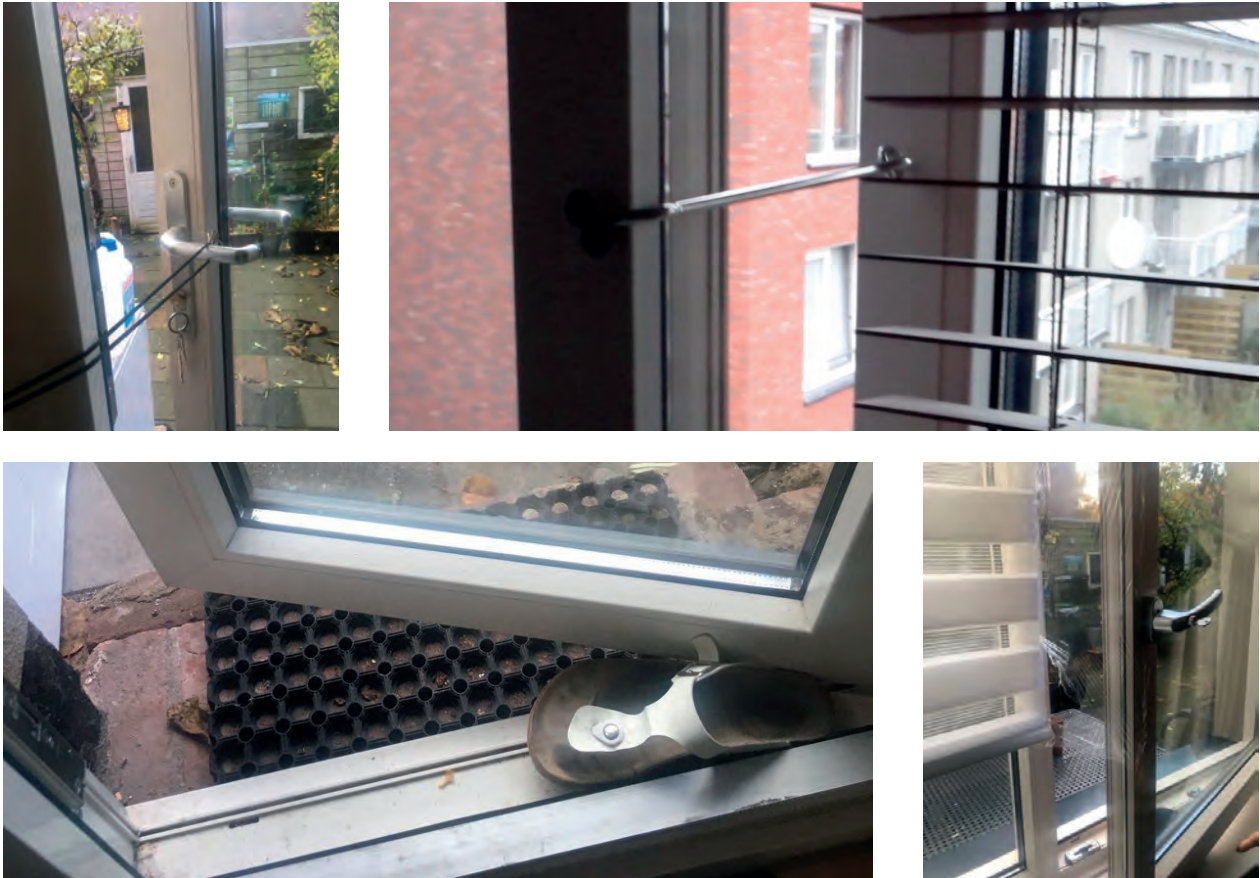


Figure 4. Adaptations through which the residents sought to ensure the health and comfort of themselves and their pets.

lowest ventilation setting for this reason. In addition to these misgivings about the ventilation system, she mentioned maintaining her habit of always keeping her bedroom window (in another room than the one measured) on a tilt position at night. She explained why: this was for her the reassurance she needed of having fresh and healthy air to breathe. She explained that the ventilation system was not trustworthy to her, because it had already broken down once in the first year post-refurbishment. In addition, it provided no indication of which was the preferred setting, nor was the setting easily detectable (Figure 3). This narrative brings several insights:

- Residents can indeed be unaware of the air quality in their homes, as has been found previously (Kim et al., 2013), even if they are actively trying to have healthy indoor air.
- It is possible to communicate with residents about their ventilation settings and they are able to adapt them purposefully (similar narratives could be gleaned from other residents, too).
- The residents' trust in the new systems is fragile. When system functioning was called into question because of a breakdown, the resident stopped trusting the system. She continued to use it but also relied on the assurance of fresh air from something she knew, could control and see: a window.

- Residents may have other reasons for their choice of settings than envisaged by the stakeholders choosing and implementing the systems. Such reasons can include the health of their pets and experiencing reassurance of fresh and healthy air.

The residents' use of ventilation interfaces to influence indoor climate post-refurbishment

We heard similar stories as the one described above from many of the residents. Intrigued by the finding that the resident in the previous story described the window as the interface she could rely on, we looked at the ways other residents interacted with the windows of their ZE-renovated home. We found similar trust issues with the ventilation system, and that these other residents had developed multiple ways to adapt their windows to ventilation and other purposes (Figure 4). The windows had not been designed for these, because the assumption was that the residents would use the ventilation controller. The windows were large, heavy tilt and turn windows. To ensure sufficient ventilation, cool their homes and also to arrange aspects of their lives such as letting pets in and out, the residents resorted to multiple adaptations to their windows. In some cases, these went so far as to affix cabin hooks or other fixtures possibly impacting the

integrity of the window frames. They always had good reasons for doing so. For example, if a cat should be able to get in and out, the tilt position would not be safe for the cat – so a stable ajar turn position was needed.

Discussion

In this paper we have given some examples of the realities of behaviour change in relation to indoor air quality after a ZE refurbishment. We have shown that the residents' actions are related to their trust in the user interfaces. This trust is in turn related to the values that the residents expect their home to address, which we have reported previously: support keeping healthy, facilitating their activities and lifestyle, and having systems that are easy to use and control (Guerra-Santin et al., 2017). In the projects we witnessed, the residents received a refurbishment of high quality that was successful and satisfactory to them, also in terms of successfully achieving a ZE-outcome. However, the projects did not provide the residents with sufficient support for their lifestyle nor feedback and guidance on how their home is behaving and why it is doing so. The residents then resorted to a trusted and manageable user interface: the window. We have seen that they even went to great lengths to adapt it to their needs.

A much-cited problem in the literature is that residents might open the windows in the winter, thus letting heat escape from the home and jeopardising the zero-energy outcome (Behar & Chiu, 2013). In our findings presented here, we have shown that residents have good reasons to do so and that they actually feel forced to resort to some coping strategies to ensure their home is healthy and liveable for them and their pets and that it corresponds to their values. The residents' actions were entirely reasonable from their point of view: they were based on a need to be able to trust user interfaces, and on a need for the home to correspond to their values. If ZE home refurbishments are to be acceptable to residents, they need to earn the residents' trust. An initial way this can be done is that systems clearly communicate the setting they are on and the setting to which they should be set depending on what the residents are doing at that moment. There is also a need for new building elements and user interfaces that facilitate residents' daily life activities and values better.

Acknowledgements

We want to thank Marc de Hoogh for the monitoring data preparation and presentation. Thanks also go to the 2ndSkin team and the case study households for participating in this study. This work was partially supported as the 2ndSKIN project by the EIT Climate-KIC under its Demonstrator programme (Award No. KAVA ID 1.1.6 Flagship BTA).

Summary

Resident's satisfaction with home refurbishments can be undermined by non-transparency of home user interfaces, which can result in residents using ventilation differently from how it was designed to be used. This phenomenon is called a *performance gap*. This gap can be closed when designers understand better which factors affect residents' ventilation behaviour. This article presents learnings from refurbishment projects on residents' actions and motivations related to aerating their home. The current lack of trust in the system can be improved by reassuring residents on the system status, air quality, and the residents' health, including that of domestic animals.

References

- Behar, C., & Chiu, L. F. (2013). Ventilation in energy efficient UK homes: A user experience of innovative technologies. In *ECEEE Summer Study Proceedings* (pp. 2389-2399). [https:// doi. org/10.13140/2.1.3302.2728](https://doi.org/10.13140/2.1.3302.2728).
- Blomberg, J. and Karasti, H. (2012). Positioning ethnography within participatory design. *International Handbook of Participatory Design*, Routledge, Oxford, pp. 86-116.
- Brandt, E., Binder, T. and Sanders, E.B.N. (2012). Tools and techniques: ways to engage telling, making and enacting, in: Jesper Simonsen, Toni Robertson (Eds.), *International Handbook of Participatory Design*, Routledge, Oxford, pp. 145-181.
- Guerra-Santin, O., Boess, S., Konstantinou, T., Herrera, N.R., Klein, T., & Silvester, S. (2017). Designing for residents: Building monitoring and co-creation in social housing renovation in the Netherlands. *Energy research & social science*, 32, 164-179.
- Kim, S., Paulos, E., & Mankoff, J. (2013). In Air: a longitudinal study of indoor air quality measurements and visualizations. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 2745-2754). ACM.
- Kuijjer, L., & De Jong, A. (2012). Identifying design opportunities for reduced household resource consumption: exploring practices of thermal comfort. *Journal of Design Research* 14, 10(1-2), 67-85.
- Silvester, S., Boess, S., Konstantinou, T., Klein, T., Azcarate Aguerre, J., Auer, T., de Wal, E. (2017). 2ndSKIN Demonstrator Climate KIC - Performance Report 2017.
- Wabeke, E., Boess, S. U., Sleswijk-Visser, F. and Silvester, S. (2020). When behaviour change is about hot air: home systems should change behaviour to fit practices. In *Proceedings of DRS2020, the International Design Research Society Conference*, held online, 11-14 August, 2020.

About the authors



Dr. ing. S. Boess
Assistant Professor Industrial Design
Faculty of Industrial Design
Engineering, Delft University of
Technology



Dr. ing. S. Silvester
Assistant Professor Industrial Design
Delft University of Technology, Faculty
of Industrial Design Engineering



Kantoorinrichting en gezondheid

Voor een gezonde en comfortabele kantooromgeving is meer nodig dan hygiëne en frisse lucht, ook de juiste indeling en inrichting zijn belangrijk. Dit artikel biedt een overzicht van wetenschappelijke kennis over kantoorinrichting en gezondheid op basis van systematisch literatuuronderzoek. Sommige aspecten van het interieur blijken een overwegend negatieve invloed te hebben op gezondheid, andere een positieve, maar veel is nog niet goed onderzocht, zoals de sociale aspecten. Het artikel sluit af met aanbevelingen voor doelgericht ontwerp en systematische evaluatie.

Susanne Colenberg en Tuuli Jylhä

De laatste jaren heeft aandacht voor vitaliteit en gezondheid in kantoren een hoge vlucht genomen. Het ene keurmerk voor gezonde gebouwen na het andere is gelanceerd, net als nieuw meubilair voor minder stilzitten, biodynamische verlichting voor betere concentratie en plantenwanden voor een groene uitstraling. De recente COVID-19-pandemie heeft de urgentie versterkt, met extra aandacht voor hygiëne en fysiek afstand houden van elkaar. Ondertussen is er nog maar weinig bekend over het daadwerkelijke effect van gezondheidsmaatregelen in het kantoorinterieur.

Onderzoek naar het *sick building syndrome*, dat eind vorige eeuw opgang deed, geeft aan dat luchtkwaliteit belangrijk is, maar dat bij deze gezondheidsklachten ook vaak andere oorzaken een rol spelen zoals stress op het werk. Rugpijn, RSI en CANS hebben de ontwikkeling van ergonomisch meubilair aangejaagd, hoewel ook bij deze aandoeningen stress een rol speelt. De afgelopen jaren is burn-out uitgegroeid tot beroepsziekte nummer één en regent het klachten over kantoorruimten. Dit wijst erop dat kantoorinrichting een rol speelt in de gezondheid van medewerkers. Organisaties en ontwerpers zouden die kennis moeten toepassen wanneer zij een gezonde werkomgeving willen realiseren.

Het Center for People and Buildings (CfPB) en de Technische Universiteit Delft (TUD) besloten daarom bestaande kennis over de relatie tussen kantoorinrichting en gezondheid te bundelen middels een systematisch literatuuronderzoek (Colenberg et al., 2020). Dit artikel is een samenvatting en nadere discussie van dat onderzoek en biedt een overzicht van welke interieuraspecten wetenschappelijk zijn onderzocht in relatie tot gezondheid en welke kennis dat oplevert.

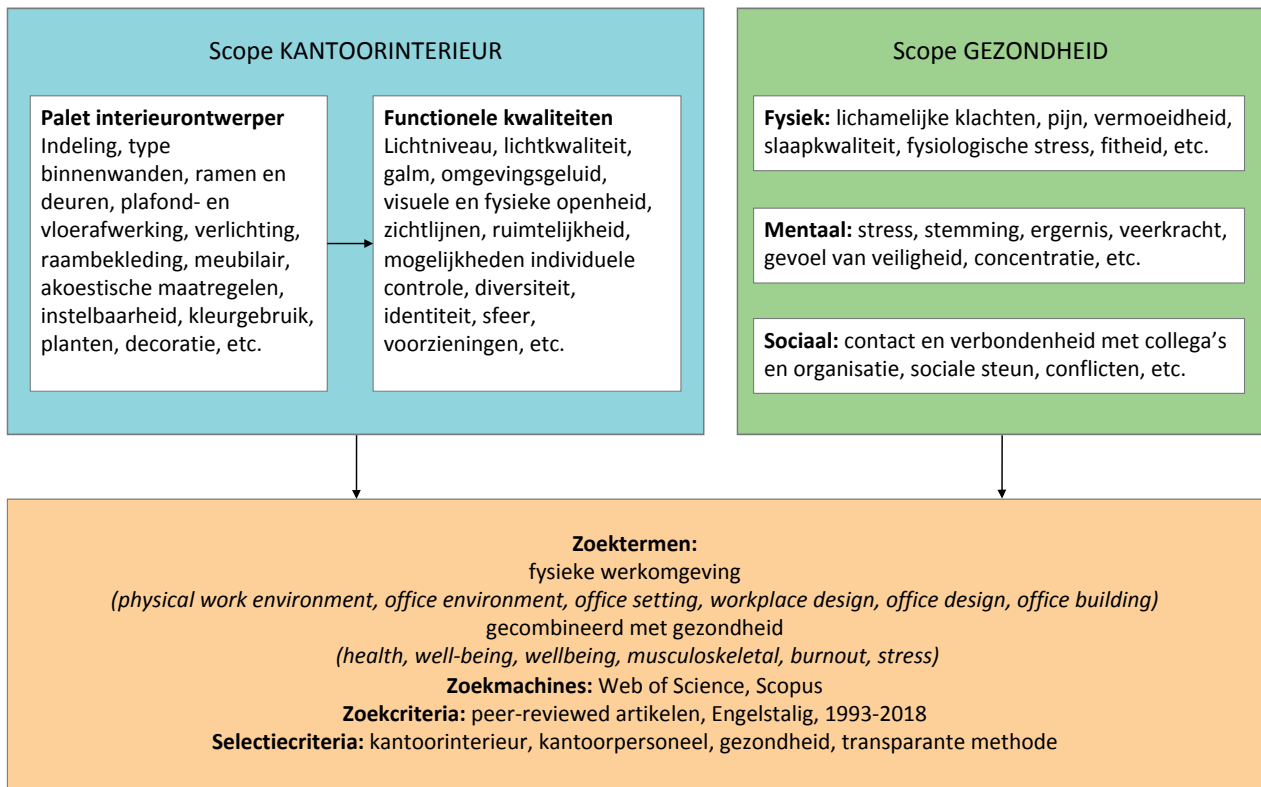
Methode

Afbakening: interieur

Hoewel er al eerder literatuuronderzoek was gedaan naar kantoren en gezondheid, was er nog nauwelijks gekeken naar de binnenruimte als geheel. Wij wilden een breed overzicht bieden dat bruikbaar zou zijn in de ontwerp praktijk. We besloten daarom om het kantoorinterieur als uitgangspunt te nemen, dat wil zeggen, de indeling en zichtbare inrichting van een kantoorgebouw. Dit zogenoemde inbouwpakket van kantoren wordt meestal na 10 tot 15 jaar vervangen, waardoor verbeteringen relatief snel kunnen worden gerealiseerd. Bovendien is het ook zonder renovatie eenvoudig om het interieur op onderdelen aan te passen aan nieuwe inzichten. Met het oog op praktische bruikbaarheid kozen we ervoor om het onderzoek te richten op het palet van de interieurontwerper en de daarmee gerealiseerde functionele kwaliteiten van het interieur. Voor gezondheid namen we de brede insteek van de Wereldgezondheidsorganisatie als uitgangspunt die stelt dat gezondheid niet alleen fysiek welzijn omvat, maar ook mentaal en sociaal welzijn.

Zoekstrategie

Omdat het doel was boven water te krijgen wat er allemaal was onderzocht op dit gebied en wat niet, wilden we de zoekopdracht niet op voorhand beperken tot bepaalde interieur- of gezondheidsaspecten. Zoeken op een combinatie van 'kantoor' (office) en 'gezondheid' (health) leverde echter miljoenen resultaten op. Die konden we onmogelijk allemaal bekijken. Na het zoeken en uitproberen van termen die iets specifieker waren zonder dat ze te veel in een bepaalde richting wezen, kozen we zes algemene termen voor de fysieke werkomgeving en zes voor gezondheid van kantoor-medewerkers (zie afbeelding 1, pag. 10).



Afbeelding 1: Aanpak systematisch literatuuronderzoek.

Deze hebben we in alle 36 combinaties ingevoerd in twee grote en breed georiënteerde zoekmachines voor wetenschappelijke literatuur. Daarnaast hebben we de zoekopdracht beperkt tot artikelen die in de afgelopen 25 jaar waren gepubliceerd in internationale, *peer-reviewed* tijdschriften als waarborg voor kwaliteit. Deze zoekstrategie leverde ruim 2800 artikelen op.

Selectie relevante artikelen

Vervolgens zijn uit het resultaat de onderzoeken gedestilleerd die daadwerkelijk iets gemeten hadden op het gebied van fysiek, mentaal of sociaal welzijn én dit hadden gerelateerd aan concrete aspecten van het interieurontwerp. Hiervoor keken we eerst naar de titel, bij twijfel naar de samenvatting en ten slotte naar de integrale tekst. Uiteindelijk bleven er op die manier vijftig artikelen over. Dat lijkt een miniem aandeel, maar is normaal voor dit soort onderzoek. Veel artikelen bleken bijvoorbeeld over een 'doctor's office' te gaan, een in de Verenigde Staten gebruikelijke term voor spreekkamer in de zorg. Alleen als het onderzoek was gericht op gezondheid (niet alleen productiviteit of gezond gedrag) én op interieurontwerp (niet alleen installatietechniek of schoonmaak, of alleen tevredenheid) kwam het door onze selectie. Artikelen zonder duidelijke beschrijving van de onderzoeksprocedure vielen ook buiten de boot. De resterende vijftig artikelen hebben we systematisch geanalyseerd op inhoud en aanpak en gesorteerd naar onderwerp.

Resultaten

Nieuw en versnipperd

De vijftig artikelen laten zien dat de relatie tussen kantoorinterieur en gezondheid een relatief nieuw onderwerp is in de wetenschap: meer dan de helft van de artikelen is gepubliceerd in de laatste vijf jaar. Ook valt op dat er uiteenlopende disciplines mee zijn gemoeid, van ergonomie en omgevingspsychologie tot bijvoorbeeld preventieve geneeskunde en gebouwtechniek. Er is een breed scala aan begrippen en methoden gebruikt die niet altijd even helder zijn gedefinieerd, wat het lastig maakt om resultaten te vergelijken. Bovendien gaan de onderzoeken bijna allemaal over net wat anders, waardoor het bewijs vaak nog mager is.

Interieur doet ertoe

Alles bij elkaar laten de geselecteerde artikelen wel zien dat het kantoorinterieur daadwerkelijk invloed kan hebben op gezondheid. Hoewel de resultaten wisselend zijn, spreken ze elkaar vrijwel nergens tegen. Tabel 1 Pagina 12) geeft een samenvatting van categorieën interieurelementen die zijn onderzocht en welke relaties met gezondheid zijn gevonden; zie voor details en referenties ons artikel (Colenberg et al., 2020) in *Building Research & Information*. Een vergelijking met afbeelding 1 maakt duidelijk dat nog niet alle interieurelementen zijn bekeken en dat gezondheid tamelijk eenzijdig is belicht.

Dossier: Energiezuinige en gezonde gebouwen

Tabel 1: Samenvatting gezondheidsinvloeden kantoorinterieur.

	Fysieke gezondheid						Mentaal			Sociaal
	Verzuim	Medische indicatoren	Lichamelijke klachten	Lichamelijk comfort	Slaap-kwaliteit	Eigen oordeel gezondheid	Gevoel van stress	Stemming	Ergernis	Relaties op het werk
Indeling	Eenpersoonskamer	☺	-	☺	☺	-	-	-	☺	☺
	Gedeelde kamer	☺	-	☹	-	-	-	-	☺	☺
	Cubicle (hoge schotten)	-	☺	-	-	-	-	☹	-	-
	Open werkruimte	☹	☺	☹	☹	-	-	☹	-	☹
	Activiteit-gerelateerde werkomgeving	-	-	☺	-	-	☺	-	-	-
	Verder lopen naar pantry/wc	-	☺	-	-	-	-	-	-	-
Meubilair	Activerend	-	☺	☺	☺	-	☺	-	-	☺
	Ergonomisch	-	-	☺	☺	-	-	-	-	-
Licht	Meer daglicht (echt/gesimuleerd)	-	-	☺	☺	☺	☺	☺	-	-
	Meer/beter licht	-	-	☺	☺	-	-	☺	-	-
	Speciale verlichting	-	-	☺	☺	☺	☺	☺	-	-
Groen	Planten op werkplek	-	☺	☺	☺	-	☺	-	-	-
	Uitzicht op natuur (echt/gesimuleerd)	-	☺	-	-	-	-	☺	-	☺
Invloed	Regelmogelijkheden	-	-	☺	☺	-	☺	-	-	-
	Personalisatie	-	-	-	-	-	☺	☺	-	-
Geluid	Meer achtergrondgeluid	-	☹	☹	-	-	-	-	☹	-
	Betere akoestiek	-	☺	-	-	-	-	☺	-	☺

☺ Overwegend positief voor gezondheid; ☹ overwegend negatief;
 ☺ geen/wisselend effect; - niet (apart) onderzocht

Tabel 1 laat zien dat ongeveer de helft van het gevonden onderzoek gaat over indeling en meubilair. Bij de categorie indeling gaat het meestal om de vergelijking tussen werkplektypen of kantoorconcepten, waarbij vooral de grote open werkruimten ongunstige invloeden op gezondheid laten zien. Het enige positieve aspect aan de kantoorinterieur, gevonden in één studie, is de relatie met een lagere *body mass index* (BMI), samenhan-

gend met minder zitten en meer zichtbaarheid van collega's. Gedeelde kamers zijn goed voor vriendschappen maar geven meer verkoudheidsklachten dan een eigen kamer. Bij meubilair gaat het enerzijds om ergonomische, aanpasbare stoelen bedoeld om bijvoorbeeld rugklachten te verminderen, en anderzijds om activerend meubilair dat als doel heeft het zittend werken terug te dringen, namelijk zit-stabureaus en fietskrukken.

Bij zit-stabureaus heeft alleen al het aanbieden een gunstig effect, de introductie van ergonomische stoelen wordt vaak vergezeld van een training en is soms wel en soms niet effectief. Wat betreft licht is zowel de hoeveelheid kunst- of daglicht op de werkplek onderzocht als het effect van specifieke lichtsystemen. Hier lijkt vooral daglicht een positieve invloed te hebben. De aanwezigheid van planten op kantoor en het uitzicht op natuur, echt of gesimuleerd, laten overwegend positieve gezondheidseffecten zien, en worden door de mensen gewaardeerd. In veel onderzoek naar geluid op kantoor is alleen gevraagd naar *tevredenheid*, wat in feite niets zegt over de situatie in het kantoor, en daardoor niet door onze selectie is gekomen. Er bleven uiteindelijk maar vier artikelen over waarin eigenschappen van omgevingsgeluid was gemeten en was gerelateerd aan gezondheid, en maar één onderzoek waar is gekeken naar het effect van concrete interieurelementen, in dit geval akoestische panelen. In al deze gevallen was minder geluid (of meer demping) beter.

Een bijzondere categorie is die van individuele invloed. De omgevingspsychologie leert dat de perceptie van controle over de omgeving van wezenlijk belang is voor welzijn en het reguleren van stress. Alleen al het gevoel iets te kiezen te hebben of wat te kunnen veranderen als het niet bevalt geeft mensen rust. In de literatuur zijn verschillende controle mogelijkheden binnen het kantoorinterieur onderzocht op hun relatie met gezondheid: regulering van omgevingstemperatuur, het kunnen bedienen van een ventilator of taakverlichting en mogelijkheden voor personalisatie van de werkplek, elk met overwegend positieve effecten.

Sociaal welzijn onderbelicht

Een halve eeuw geleden was de erkenning van sociale aspecten door de WHO baanbrekend, maar in ons literatuuronderzoek naar gezonde kantoren zijn de fysieke aspecten nog altijd dominant. Er wordt vrij gedetailleerd gevraagd naar lichamelijke klachten, en er worden specifieke stressindicatoren gemeten, zoals cortisolniveaus, huidgeleiding en hartslagvariabiliteit of lichaamskenmerken als vetpercentage en BMI. Mentale gezondheid is vaak minder gedetailleerd gemeten, bijvoorbeeld met vragen naar algehele stemming of gevoelens van stress of ergernis. Sociale aspecten krijgen nauwelijks aandacht terwijl het belang van sociale contacten voor gezondheid alom is onderkend en is aangetoond dat de fysieke omgeving sociale interactie en gevoelens van *belonging* kan beïnvloeden.

Discussie

Waarde van dit onderzoek

De onvermijdelijke beperking door keuze van zoektermen, zoekmachines en selectiecriteria betekent dat een deel van het bestaande onderzoek niet in beeld is gekomen. Dat geldt ook voor niet-

gepubliceerde resultaten van onderzoek in eigen beheer, bijvoorbeeld van producenten van interieurproducten. Toch geeft deze selectie volgens ons een goed beeld van aspecten die tot nu toe zijn onderzocht, welke methoden zijn ingezet en wat blinde vlekken zijn. Vanwege de versnippering vonden wij het niet zinvol om de onderzoeken te vergelijken op methodische kwaliteit, maar dat is zeker iets om rekening mee te houden bij het toepassen van de kennis. Resultaten uit onderzoek met bijvoorbeeld kleine groepen of uitgevoerd in een kunstmatige kantooromgeving (die soms niet echt lijkt op een hedendaags kantoor) zijn gewoonlijk minder betrouwbaar dan grootschalig veldonderzoek met herhaalde metingen. Hoe dan ook maken dit en ander recent onderzoek duidelijk dat het kantoorinterieur een factor van belang is in het welzijn van medewerkers, maar dat er meer gedetailleerde kennis en een meer holistische benadering nodig is van zowel gezondheid als interieur. Bijvoorbeeld voor het vinden van een acceptabele balans tussen flexibiliteit en personalisatie, sociaal contact en storende afleiding, en tussen efficiënte standaardisatie en individuele keuzemogelijkheden.

Van comfort naar actieve steun

Naast bewijs van de invloed van interieurelementen op gezondheid komen uit de geselecteerde literatuur ook verschillende benaderingen van gezonde kantoren naar voren. Twee derde richt zich op de basis van een gezonde omgeving: het voorkomen van gezondheidsschade en omgevingsstress en het bieden van fysiek comfort tijdens het werken. Hieronder vallen ergonomisch meubilair, voldoende verlichting en onderzoek naar geluid en open kantoren. Een tweede benadering richt zich op fysiek en mentaal herstel tijdens het werk. Voorbeelden die wij tegenkwamen zijn planten (stressreductie) en daglicht op de werkplek (betere slaapkwaliteit), zie tabel 1. Er is echter meer mogelijk in deze richting, denk aan andere aspecten van *biophilic design*, het bieden van voorzieningen en ruimtes voor ontspanning of *power naps* en het versterken van de sociale cohesie als een bron van sociale steun en buffer voor burn-out. De derde en jongste benadering is het met behulp van de fysieke werkomgeving verleiden tot gezond gedrag, ofwel *nudging*. Dit lijkt veelbelovend, al is er nog weinig bekend over het daadwerkelijke effect op gezondheid, met name op langere termijn. Voorbeelden uit ons onderzoek zijn het aanbieden van activerend meubilair en loopafstanden naar centrale voorzieningen vergroten. Ook hier is nog veel meer mogelijk, bijvoorbeeld het zichtbaar en aantrekkelijk maken van trappen, posters en stickers met sturende informatie, voorzieningen voor woon-werkfietsers en een strategische inrichting van het bedrijfsrestaurant. Belangrijk is om eerst het doelgedrag te definiëren en vervolgens maatregelen te bedenken (en testen) die

Dossier: Energiezuinige en gezonde gebouwen

het gewenste gedrag makkelijker, aantrekkelijker en socialer maken en op het juiste moment de aandacht trekken. Omgekeerd kan nudging het ongewenste gedrag ontmoedigen door drempels op te werpen.

Sociale binding op kantoor

Het bevorderen van sociale binding met collega's en afdeling of organisatie is een van de manieren om gezondheid te ondersteunen. Bijvoorbeeld via het stimuleren van informele sociale interactie op kantoor op een plek waar dit concentratiewerkers niet stoort, het bieden van privacy voor meer persoonlijke gesprekken of het visualiseren van groepsidentiteit. Wie vanwege de coronacrisis langere tijd heeft thuisgewerkt zal waarschijnlijk het informele contact op kantoor hebben gemist en misschien ook hebben ervaren dat digitaal contact dit niet helemaal kan vervangen. Er is al onderzoek dat heeft aangetoond dat bijvoorbeeld indeling en decoratie invloed hebben op sociale interactie en binding met de organisatie. De volgende stap is om sociaal welzijn op het werk meetbaar te maken, dit te koppelen aan specifieke vormen van interactie en aan verschillende elementen van het kantoorinterieur. Experimenteren met ontwerpinterventies kan vervolgens meer inzicht bieden in concrete mogelijkheden om sociaal welzijn te bevorderen.

Toepassing evidence-based design

De resultaten van dit onderzoek kunnen worden gebruikt voor evidence-based design, ofwel het expliciet baseren van ontwerpbeslissingen op de beste informatie die beschikbaar is vanuit wetenschap en praktijk (Hamilton and Watkins, 2008, p. 9). Evidence-based design is een systematisch maatwerkproces gevolgd door evaluatie die weer nieuwe *evidence* oplevert. Het gaat in dit proces om alert zijn op recente informatie uit diverse bronnen, deze kritisch beschouwen en vervolgens toespitsen op de unieke context van het project in samenwerking met opdrachtgevers en gebruikers. Er is geen sprake van extra regels of beperking van creativiteit, maar juist van het creatief vervullen van de morele plicht om de gebruikers het beste te bieden, aldus Hamilton en Watkins. Dit betekent minimaal het weloverwogen gebruik van bestaand onderzoek. Een hoger niveau is te bereiken door vooraf verwachtingen te formuleren voor bepaalde ontwerp oplossingen en deze achteraf te toetsen, en daar vervolgens zonder terughoudendheid over te publiceren, bij voorkeur via peer-reviewed kanalen.

Een kantoorinterieur ontwerpen of verbeteren op basis van wetenschappelijk bewijs uit dit onderzoek betekent in eerste instantie het vermijden van de negatieve elementen, dus geen grote open kantoren en de verspreiding van geluid beperken, en tegelijkertijd zo veel mogelijk positieve elementen inbouwen, zoals

veel daglicht, planten en zit-stabureaus. Daarnaast zou je andere informatiebronnen dan dit onderzoek kunnen gebruiken, zoals kritische evaluaties van soortgelijke projecten of ander literatuuronderzoek. Of bijvoorbeeld onderzoek naar hygiënische materialen of schoonmaakgemak. Maar belangrijker is dat opdrachtgevers goed nadenken over wat het interieur moet 'doen'. Welke ervaringen of welk gedrag zou je willen bevorderen en wat wil je juist tegengaan? Hoe preciezer hoe beter. Daar kan een ontwerper vervolgens oplossingen voor bedenken, gebaseerd op beschikbare kennis over gezondheidseffecten. Misschien kunnen oplossingen zelfs worden getest in pilots of *mock-ups*. Minimaal een half jaar tot een jaar na ingebruikname, als het nieuwe eraf is en kinderziekten zijn verholpen, kan het effect van de ontwerp oplossingen (voor het eerst) worden bepaald. Daarvoor zijn betrouwbare meetinstrumenten nodig. Door de resultaten van de evaluatie te delen, óók als ze misschien wat tegenvallen, kunnen we voortbouwen op elkaars kennis en gezonde kantoren steeds een stap dichterbij brengen.

Referenties

Colenberg, S., Jylhä, T. and Arkesteijn, M. (2020), "The relationship between interior office space and employee health and well-being - a literature review", *Building Research & Information*, pp. 1-15. <https://doi.org/10.1080/09613218.2019.1710098>
Hamilton, K.D. and Watkins, D.H. (2008), *Evidence-Based Design for Multiple Building Types*, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ.

De auteurs danken Wim Pullen (directeur CfPB) en Monique Arkesteijn (TUD Bouwkunde, afdeling MBE) voor het initiëren en ondersteunen van dit onderzoek.

Over de auteurs



S.E. Colenberg, MSc
Promovendus
TU Delft, Faculteit Industrieel
Ontwerpen, afdeling Human-Centered
Design



Dr. T.E. Jylhä
Universitair Docent
TU Delft, Faculteit Bouwkunde, afdeling
Management in the Built Environment

Energiegedrag thuis onder de loep

Hoe kun je gedragsdeterminanten voor het regelen van energiegebruik en binnenklimaat meten?

Mensgericht ontwerpen gebeurt onvoldoende bij de ontwikkeling van binnenklimaatssystemen voor bijvoorbeeld het verwarmen en ventileren van woningen. Het gevolg is dat voorspelde systeemprestaties niet worden gehaald en bewoners ontevreden zijn over hun comfort in huis. Dit artikel beschrijft een methode die is ontwikkeld en getest om mensen een meer centrale plaats te geven bij het ontwerp van binnenklimaatssystemen. Met deze methode is een eerste verkenning gedaan van determinanten van gedrag die gerelateerd zijn aan het regelen van binnenklimaat en het energiegebruik in huis.

Marleen Spiekman, Nicole Koning en Olivier Blanson Henkemans

Er ligt een grote uitdaging om onze woningen te verduurzamen. Om de opwarming van de aarde te beperken hebben we in de klimaatwet (Rijksoverheid, 2019) met elkaar afgesproken dat we in Nederland de uitstoot van koolstofdioxide (CO₂) in 2030 met 49% en in 2050 met 95% terugdringen ten opzichte van 1990. Zoals weergegeven in afbeelding 1, levert het energiegebruik in woningen, als onderdeel van de gebouwde omgeving, een belangrijke bijdrage aan de CO₂-uitstoot in Nederland (PBL, 2019; CBS, 2018). In 2019 zijn in het klimaatakkoord daarom afspraken gemaakt om het energiegebruik en CO₂-uitstoot in woningen vergaand te reduceren. Met de verduurzamingslag in woningen wordt de klimatisering vaak ook complexer, niet alleen doordat er technisch complexere verwarmings- en ventilatiesystemen worden aangebracht, maar ook omdat het in zeer goed geïsoleerde en luchtdichte woningen complexer wordt voor de bewoner om een goed binnenklimaat te regelen. Zo worden deze woningen sneller te warm en is extra ventileren nodig omdat de kwaliteit van de binnenlucht kan afnemen mogelijk zonder dat de bewoner dat merkt. Er wordt veel geïnnoveerd in deze sector en dat is ook nodig om de klimaatdoelstellingen te halen. We zien echter dat bij de ontwikkeling van nieuwe klimaatsystemen voor de verwarming en ventilatie van woningen nog vrijwel uitsluitend wordt gedacht vanuit de technologie. Daarmee presteren deze systemen theoretisch erg goed, maar valt de prestatie in de praktijk regelmatig tegen (IPEEC, 2019).

Om de energieprestatie van woningen in de praktijk te verhogen en ook bewoners te helpen hun comfort en de binnenluchtkwaliteit in hun huis te verbeteren, is aandacht nodig voor de gebruiker bij het ontwerp van deze klimaatsystemen. Onderzoek naar de interactie tussen gebruikersgedrag en de energie- en comfortprestatie van woningen staat nog in de kinderschoenen. Veelal wordt dit type onderzoek gedaan vanuit één domein en vaak vanuit een technische blik. Zo is er al veel onderzoek gedaan naar de invloed van temperatuur, vochtigheid en weersomstandigheden (zoals zon, wind en regen) op het energiegebruik gerelateerde gedrag van mensen in hun huis (Balvedi et al., 2018): wanneer doen mensen



Afbeelding 1. Uitstoot koolstofdioxide (CO₂) naar sector in Nederland in 1990 en 2017.

Tabel 2. Overzicht van onderzoeksmethode voor dataverzameling omtrent gedrag gerelateerd aan regelen van energiegebruik en binnenklimaat thuis.

	Activiteit	Instrument	Parameters
1. Intake	Gestructureerd interview (~1 uur)	Vragenlijst (digitaal), ingevuld door interviewer tijdens gesprek	Kenmerken huis, omgeving en klimaat in huis; Overzicht mogelijke gedragingen van invloed op regelen van energiegebruik en binnenklimaat
2. Meting	Observatie van 1) gedrag direct en indirect van invloed op regelen van energiegebruik en binnenklimaat en 2) binnenklimaat	1) HowAml-app, mEMA: korte vragenlijst, dagelijks op willekeurig moment aangeboden, binnen vooraf zelf ingestelde tijdsraam; 2) Sensor in woonkamer en slaapkamer voor meten binnenklimaat	1) Acties verricht afgelopen 4 uur, direct en/of indirect van invloed op regelen van energiegebruik en binnenklimaat ; 2) Binnenklimaat: luchtvochtigheid, luchtkwaliteit, temperatuur
3. Outtake	Groepsgesprek (~2,5 uur)	Reflectie op resultaten, volgens Self Determination, Theory; Evaluatie van onderzoeksmethodiek zelf	Verklaring van geobserveerd gedrag door deelnemers, obv competenties, autonomie en verbondenheid; Lessons learned onderzoeksmethodiek

Methodeontwikkeling

Voor de ontwikkeling van de methode is, zoals weergegeven in afbeelding 2, ten eerste een review verricht van theorieën en literatuur over gedrag dat is gerelateerd aan het regelen van energiegebruik thuis. Zo is gekeken naar theorieën over en onderzoek naar gedrag en gedragsverklaring. Zowel gedrag in het algemeen (o.a. Theory of Self Determination, Theory of planned behaviour en Dual process model) en gedrag specifiek gericht op het regelen van binnenklimaat (Wolff et al., 2017; Balvedi et al., 2018; Verbruggen et al., 2019). Ook zijn verschillende experts op dit gebied geïnterviewd. Resultaten van de review en interviews hebben geleid tot de theoretische onderbouwing van de onderzoeksmethode. Kortgezegd betreft het een theoretisch kader met (1) determinanten van gedrag, inclusief persoonlijke en externe factoren; (2) het gedrag zelf; (3) (beoogde) gedragsuitkomsten en tevredenheid met de uitkomsten. Zie tabel 1 voor voorbeelden van determinanten, gedragingen en uitkomsten, omtrent energiegebruik en regelen van binnenklimaat uit de theorie en literatuur.

Ten tweede is het theoretische kader vertaald naar praktische scenario's en use cases voor het regelen van energiegebruik en binnenklimaat in huis (item 2 in afbeelding 2). Inclusief context (o.a. woonkamer, slaapkamer), instrumenten (o.a. raam, ventilator), handelingen (o.a. open/dicht, uit aan), (beoogde) uitkomsten (o.a. frisse lucht, veiligheid) en mate van tevredenheid (helemaal niet t/m helemaal wel). Dit vormen de items die tijdens het onderzoek zijn gemeten. Daarbij zijn gedragingen uit de theorie

vertaald na concrete handelingen die men binnen kan doen in huis per aanwezig instrument.

Ten derde zijn verschillende conventionele en innovatieve onderzoeksinstrumenten geïnventariseerd waarmee deze context, instrumenten, handelingen, (beoogde) uitkomsten en mate van tevredenheid bij het regelen van energiegebruik en binnenklimaat konden worden gemeten. Onder andere interviews, vragenlijsten, groepsgesprekken, sensoren en apps. De keuze van de instrumenten en wijze van toepassing van deze instrumenten is gebaseerd op meerdere eisen. De primaire eisen waren (a) dat het gedrag gerelateerd aan het regelen van energiegebruik en binnenklimaat bij de doelgroep over een langere periode kon worden gemeten binnen de context; (b) dat dit gedrag met hen samen in kaart kon worden gebracht en verklaard. Bovenal diende determinanten van gedrag binnen de context te kunnen worden achterhaald. Secundaire eisen waren: (a) dat deelnemers zich met behulp van de instrumenten zich meer bewust worden van hun gedrag omtrent het regelen van energiegebruik en binnenklimaat om hier vervolgens op te kunnen reflecteren met de onderzoekers; (b) dat de instrumenten van de methodiek eenvoudig en aantrekkelijk te gebruiken zijn door de doelgroep. Zoals weergegeven in tabel 2 is op basis van deze eisen gekozen voor een onderzoeksmethodiek met drie manieren van dataverzameling: (1) intake via gestructureerde interview; (2) meting via sensoren en een mobiele toepassing voor Ecological Momentary Assessment (mEMA), een methode met herhaalde meting van actueel gedrag en ervaringen in real-time met willekeurige tussenpozen (Bruening et al., 2016); (3) outtake via groepsgesprek.

Dossier: Energiezuinige en gezonde gebouwen

Tabel 3. Kenmerken deelnemers en hun huis (N=4).

Onderwerp	Kenmerk	Gegevens
Deelnemer	Geslacht	Vrouw: 4; Man: 0
	Leeftijd	Gemiddeld: 39 jaar; SD: 9,1
	Opleiding	WO: 3; HBO: 1
Huis	Type	Appartement: 2 Rijthuis: 1 Hoekhuis: 1
	Oppervlakte	Gemiddeld: 110 m ² ; SD: 41,1
	Koop/huur	Koophuis: 3 Huurhuis: 1
	Omgeving	Stad: 2 Dorp: 2
	Tevredenheid met binnenklimaat (1, laagst t/m 5, hoogst)	Gemiddeld: 3,5; SD: 1.0

Methodes

Deelnemers

Deelnemers waren mensen die affiniteit hadden met gezondheidsbevordering, maar zonder expertise op het gebied van binnenklimaat. Zij zijn geworven onder medewerkers van TNO van de Unit Gezond Leven. Van de tien aanmeldingen zijn vijf deelnemers geselecteerd, waarbij gestreefd is naar variatie in type en bouwjaar van hun huis, om te kunnen toetsen of de onderzoeksmethode voor verschillende huizen werkzaam was (tabel 3). De verwachting is dat variatie in persoonskenmerken zal leiden tot variatie in de wijze van regelen van energiegebruik en binnenklimaat. Echter, omdat het hier een pilot betreft met een kleine groep deelnemers, waarbinnen de invloed van deze variatie niet gemeten kan worden, is niet naar heterogeniteit binnen de onderzoeksgroep gestreefd. Verder zijn bewoners van collectieve woonvormen (bijvoorbeeld studentenwoning of woongemeenschap) geëxcludeerd, omdat in deze gevallen gedrag niet representatief is voor het gedrag van een huishouden in een woning. Bij aanvang gaven alle deelnemers 'informed consent'. Een deelnemer is tijdens het onderzoek uitgevallen vanwege privéomstandigheden.

Procedure

De procedure is gebaseerd op de onderzoeksmethode zoals hierboven beschreven. Deelname liep van eind september tot eind oktober 2019. Zoals weergegeven in tabel 1 zijn de deelnemers eerst geïnterviewd over hun huis en hoe zij over het algemeen het binnenklimaat regelen. Ook kregen zij een instructie voor het gebruik van de TNO HowAml-app en installatie van de sensoren in huis. Vervolgens is via de TNO HowAml-app over een periode van vier weken gemeten wat zij dagelijks deden om hun binnenklimaat te regelen. Na vier weken is een groepsgesprek gehouden over wat nu bepaalt hoe de

deelnemers hun binnenklimaat regelen. De onderzoekers vroegen de deelnemers naar hun ervaringen tijdens de pilot, waarbij gekozen is voor de Theory of Self Determination als raamwerk (Deci et al., 1994). Hiervoor is gekozen omdat we het meest geïnteresseerd waren in de motivatie van de deelnemers voor hun gedrag gericht op het regelen van binnenklimaat. Voor elk van de elementen zijn vragen geformuleerd, gebaseerd op de Intrinsieke Motivatie Inventarisatie (IMI). Voor de elementen 'competentie' en 'verwantschap' werd de deelnemers eerst gevraagd een werkblad in te vullen, die vervolgens samen werden besproken. Dit maakte hen bewust van bepaalde gedragingen en voorkwam dat deelnemers werden beïnvloed door de ervaringen en meningen van de andere deelnemers. Descriptieve analyses (gemiddelde, SD) zijn verricht van de achtergrond en kenmerken van de deelnemers, van het gebruik van de mEMA en van de antwoorden op de vragen in de mEMA. De data van de mEAM en de sensors zijn samengevoegd en door de onderzoekers geobserveerd. Hierbij zijn handmatig momenten waarop data zijn vastgelegd via de mEMA gelegd naast de data van temperatuur, CO₂ en vocht over de tijd en gezocht naar patronen.

Resultaten

Gedrag omtrent regelen van energiegebruik en binnenklimaat

Deelnemers vulden gemiddeld 21,5 keer de mEMA vragenlijst in (70% van de dagen). Uit de resultaten van de mEMA bleek dat deelnemers het meest ramen, deuren (binnen en buiten) en mechanische ventilatie bedienden. In de woonkamer (met open keuken) en badkamer. Doel was in meeste gevallen om de temperatuur te regelen, vocht en geuren te verwijderen en om zuurstof binnen te laten en om geluid te weren. Deelnemers waren over het

algemeen tevreden met het behalen van hun gekozen subjectieve en objectieve binnenklimaatdoelen, zoals die binnen de onderzoeksmethode waren geformuleerd. Zij gaven dit, op een schaal van 1, minst, tot 5, meest, gemiddeld een score van 3,4 (SD= 0,3).

Binnenklimaat

Tijdens de observatie van de gecombineerde data van de sensors en mEMA konden geen patronen worden waargenomen. Hoofdzakelijk omdat er te weinig punten waren waarop deelnemers data via de mEMA hebben ingevuld en er opmerkelijkheden waren in de sensordata en de sensordata te weinig betrouwbaar was. De gegevens van de sensoren in woon- en slaapkamer zijn daarom alleen gebruikt om de ontwikkeling van CO₂, vocht en temperatuur in het huis (woonkamer en slaapkamer) te illustreren aan de doelgroep en met hen te bespreken. Illustraties betroffen anonieme fragmenten van gegevens om te laten zien hoe het zich ontwikkelde, per dag en over meerdere dagen.

Regelen energiegebruik en binnenklimaat

In dit onderzoek is het geobserveerde gedrag gerelateerd aan energie en binnenklimaat verklaard vanuit de drie determinanten van de Self Determination Theory.

Competentie – De deelnemers gaven aan dat ze niet precies weten hoe ze het binnenklimaat kunnen verbeteren. De acties die zij ondernemen om het binnenklimaat te relen zijn gericht op gezondheid en comfort. Deelnemers zijn zich wel bewust van hun energiegebruik en -kosten, maar het is niet de primaire drijfveer van hun gedrag. De deelnemers doen dingen omdat het 'goed voelt'. Ze ondernemen niet bewust acties, behalve als er sprake is van overlast. Bijvoorbeeld, door acties te ondernemen als er schimmels zijn of door de mechanische ventilatie aan te zetten bij het douchen. Deelnemers zijn zich er niet van bewust dat het binnenlaten van frisse lucht een doel is van de mechanische ventilatie. Zij gebruiken het om vocht en stank te verwijderen.

Autonomie – De deelnemers worden beperkt in hun autonomie door de andere mensen in hun huishouden (die de thermostaat hoger zetten), mensen in hun buurt (die roken of blowen waardoor mensen zich genoodzaakt voelen de ramen dicht te houden), andere objecten in de buurt (vliegtuigen die met lawaai overvliegen), het ontwerp van het huis (een energie efficiënt huis met veel ramen dat erg warm wordt) en het ontwerp van de bedieningspanelen (het bedieningspaneel van de ventilatie in de douche bevindt zich in een andere ruimte). De deelnemers ervaren soms 'conflicterende situaties'. Voorbeelden hiervan zijn: ik wil ventileren maar wil voorkomen dat de temperatuur omlaag gaat. Of: ik wil ramen openzetten om te ventileren maar doe dit niet vanwege het risico op inbraak. De deelnemers hebben een beperkt gevoel van controle. Alleen de temperatuur is iets wat ze kunnen controleren. De deelnemers zijn

tevreden over het bereiken van hun doelen (zie 'Gedrag omtrent regelen van energiegebruik en binnenklimaat'), maar dat betekent niet dat ze tevreden zijn over het binnenklimaat. Ook hier geven zij aan niet te weten of er betere resultaten behaald kunnen worden.

Verbondenheid – Deelnemers regelen het binnenklimaat vooral zoals zij zelf denken dat het beste is, omdat er niemand anders in hun omgeving is met relevante kennis en hen goed kan adviseren. Daarnaast hebben ouders, schoonouders, vrienden en partner enige invloed op hoe deelnemers het binnenklimaat regelen. Sommige deelnemers hebben gewoonten van hun ouders van vroeger overgenomen.

Lessons learned onderzoeksmethodiek

De multidisciplinaire aanpak is nieuw voor dit domein en heeft geresulteerd in een methodiek waarmee een breder scala aan determinanten van gedrag gerelateerd aan energie en binnenklimaat kon worden gevangen. Hetgeen voor zover bekend nog niet was gebeurd (zie Wolff et al., 2017; Balvedi et al., 2018; Verbruggen et al., 2019).

Deze focusverbreding wat betreft determinanten van gedrag heeft bovendien meerdere inzichten opgeleverd ten aanzien van de dataverzameling en -verwerking. We hebben gebruik gemaakt van commercieel verkrijgbare sensoren. Uit de resultaten van de dataverzameling bleek dat de data beperkingen kenden voor onderzoeksdoeleinden (o.a. onrealistische lage waarden, lage betrouwbaarheid). Ook maakte dit onderzoek weer inzichtelijk hoe snel je al heel veel data verzamelt, ook als je slechts een paar weken meet in enkele woningen. Wij hebben de data-analyse handmatig gedaan, maar dat zal bij en grotere steekproef niet mogelijk zijn. In dit geval is het raadzaam om te werken met automatische analyse, bijvoorbeeld een algoritme. Ook is het van belang te verkennen hoe data uit verschillende bronnen (bijvoorbeeld sensor en mEMA) efficiënt en zorgvuldig te combineren.

Ten slotte bleek dat de deelnemers het te belastend vonden om vier weken lang dagelijks de HowAml-app in te vullen voor de EMA. Het gevolg was dat zij op den duur de app gedachteloos of niet meer invulden. De deelnemers gaven aan dat in een periode van één maand het gedrag gerelateerd aan het regelen van energiegebruik en binnenklimaat hetzelfde blijft en daarom de meetperiode ingekort kan worden. Een voordeel van de EMA was dat de deelnemers tijdens het afsluitende groeps gesprek hun gedrag nog goed konden terug halen, waardoor we een goed gesprek konden voeren over hun gedrag en de achterliggende redenen.

Discussie en conclusies

Dit artikel bespreekt de ontwikkeling van een onderzoeksmethodiek waarmee een breder scala van gedragsdeterminanten dan momenteel gebruikelijk is kan worden verkregen, gerelateerd aan het regelen van energiegebruik en binnenklimaat. Zo is aandacht

Dossier: Energiezuinige en gezonde gebouwen

besteed aan de context (inclusief externe factoren), beschikbare middelen voor het reguleren van het binnenklimaat en persoonlijke determinanten (bewust en onbewust). De onderzoeksmethode dient nog verder te worden gevalideerd. De resultaten van de dataverzameling laten zien dat met deze methode inzicht kan worden verkregen in gedragsdeterminanten binnen een bepaalde situatie.

Het onderzoek heeft verder waardevolle inzichten gegeven over zowel de methode als het gedrag gerelateerd aan regelen van energiegebruik en binnenklimaat van bewoners in huis en onderliggende determinanten. De resultaten uit de meting werden gebruikt om gerichte vragen te stellen aan de deelnemers over hun gedrag tijdens de outtake. Door het gebruik van de EMA konden de deelnemers tijdens de outtake hun gedrag nog goed terughalen, waardoor we het gesprek konden voeren over hun gedrag en de achterliggende redenen. De resultaten van de methode laten zien dat deelnemers beperkte competentie ervaren. Zij gaven aan dat ze niet precies weten hoe ze het binnenklimaat kunnen verbeteren. De acties die zij ondernemen om het binnenklimaat te regelen zijn gericht op gezondheid en comfort. De deelnemers hebben een beperkt gevoel van controle (autonomie). Ze hebben het gevoel alleen de temperatuur te kunnen controleren. Deelnemers regelen het binnenklimaat vooral zoals zij zelf denken dat het beste is, omdat er niemand anders in hun omgeving is met relevante kennis en hen goed kan adviseren (verbondenheid). Bij het interpreteren van deze resultaten is het goed om in acht te nemen dat dit onderzoek enkele beperkingen kent. Ten eerste heeft een beperkt aantal deelnemers aan het onderzoek meegedaan. Ook was de groep deelnemers homogeen en niet representatief voor de gehele populatie huiseigenaren en huurders in Nederland. De deelnemers aan dit onderzoek zijn hoogopgeleid en gewend om ICT-toepassingen (zoals apps) te gebruiken. Zoals benoemd is de verwachting dat variatie in persoonskenmerken ook zal leiden tot variatie in het regelen van energiegebruik en binnenklimaat. Verder is er één keer vier weken gemeten, waardoor de invloed van seizoensverschillen niet is meegenomen in het onderzoek. We bevelen daarom aan om in een volgend onderzoek een grotere groep en meer diverse deelnemers te werven. Omdat de gedragsdeterminanten over de seizoenen kunnen verschillen, bevelen we ook aan de meetperiode enkele keren te herhalen gedurende een jaar, waarbij erop gelet wordt dat de meetperiode niet te lang is (minder dan vier weken).

Op basis van de onderzoekresultaten kunnen we concluderen dat ontwikkelde onderzoeksmethode mogelijk kan helpen gedrag van bewoners te verklaren gerelateerd aan het regelen van energiegebruik en binnenklimaat. Door gebruik te maken van deze methode kunnen motivaties van gedrag van de

eindgebruiker – en daarmee de eindgebruiker – een meer centrale plaats krijgen in het ontwerp van nieuwe klimaatsystemen. Dit kan ontwikkelaars van deze systemen helpen de prestatie van hun producten en tevredenheid van eindgebruikers te verhogen. En woningen verder te verduurzamen.

Referenties

- Balvedi, B.F., Ghisi, E. & Lamberts, R. (2018). A review of occupant behaviour in residential buildings. *Energy and Buildings*, 174, 495-505.
- Bruening, M., van Woerden, I., Todd, M., Brennhof, S., Laska, M.N., & Dunton, G. (2016). A Mobile Ecological Momentary Assessment Tool (devilSPARC) for Nutrition and Physical Activity Behaviors in College Students: A Validation Study. *Journal of Medical Internet Research*, 18(7), e209.
- CBS (2018). CO₂-uitstoot in 2017 gelijk aan die in 1990. <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2018/37/co2-uitstoot-in-2017-gelijk-aan-die-in-1990>.
- Deci, E.L., Eghrari, H., Patrick, B.C., & Leone, D. (1994). Facilitating internalization: The self-determination theory perspective. *Journal of Personality*, 62, 119-142.
- IPEEC Building Energy Efficiency Taskgroup (2019), Building Energy Performance Gap Issues: An International Review: https://www.energy.gov.au/sites/default/files/the_building_energy_performance_gap-an_international_review-december_2019.pdf.
- PBL (2019), Klimaat en Energieverkenning 2019: <https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2019-klimaat-en-energieverkenning-2019-3508.pdf>.
- Rijksoverheid (2019), Klimaatwet: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0042394/2020-01-01>.
- Verbruggen, S., Delghust, M., Laverge, J., & Janssens, A. (2019). Inclusion of window opening habits in a window model based on activity and occupancy patterns. E3S Web Conf. 111, 04058.
- Wolff, A., Weber, I., Gill, B., Schubert, J., & Schneider, M. (2017). Tackling the interplay of occupants' heating practices and building physics: Insights from a German mixed methods study. *Energy research & Social Science*, 32, 65-75.

Over de auteurs



Drs. ir. M.E. Spiekman
Senior Scientist & Program Manager
Energy Performance of Buildings
TNO



Drs. N.M. de Koning
Senior Consultant Behavioural Change -
Energy Transition Studies
TNO



Dr. O.A. Blanson Henkemans
Senior Scientist & Program Lead Digital
Innovations for Youth
TNO

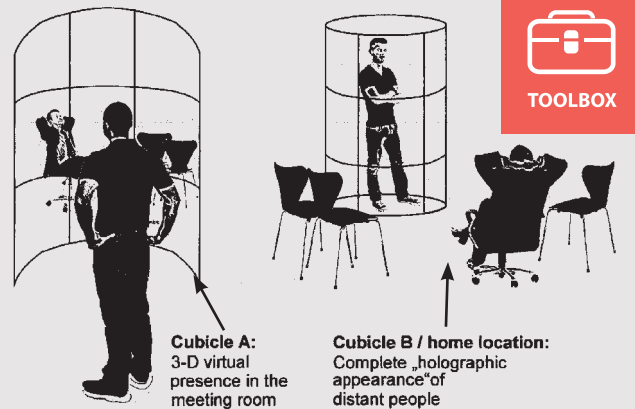
“Beam me up!”

Octrooiaanvraag: WO2015036003 (A1),
gepubliceerd op 2015-03-19

Titel: Virtual Transportation Machine

Deze internationale aanvraag is doorgezet
naar GB en US, maar nog niet verleend

Alex Hogeweg



Figuur 1: General view of Local/Remote-Task-Ins-Cubicle

Vanwege het Coronavirus werkt tegenwoordig een groot deel van de wereld thuis. Thuiswerken is de norm geworden, zeker voor de voormalige kantoorwerkers. Naast de akelige dingen gebeuren er ook positieve dingen. Steeds meer mensen leren nu (pas goed) videobellen, Face-timen, video-appen en Zoomen. De uitvinder van deze aanvraag zag al lang geleden dat een computerscherm niet erg goed de tele-presence van collega's kon weergeven tijdens een meeting. Hij bedacht daarop een cinema-wand die zo gekromd is dat je er in kunt plaatsnemen. De wand toont niet alleen een beeld van een plaats op afstand, maar registreert ook het beeld van de persoon ter plaatse. De beelden worden via het internet naar een andere gebruiker gestuurd die ook een dergelijke wand heeft opgebouwd, zie de bijgevoegde figuur 1. Op deze manier ontstaat er dus een soort teleportatiemachine. Scotty hoeft nu alleen nog maar op de juiste knoppen te drukken.

De uitvinder noemt de gekromde wand een 'Cylindrical-Task-Ins-Cubicle'. De cubicles worden opgebouwd uit individuele licht-gekrumde bouwstenen. Iedere bouwsteen bevat een camera, aan beide zijden een scherm, microfoons, luidsprekers, en eventueel temperatuur- en geursensoren.

De aanvraag is volgens mij door de aanvrager zelf geschreven. Dit leid ik onder andere af uit de beschrijving van een tweede alternatieve toepassing. In het voorbeeld wordt gebruik gemaakt van een nogal traditioneel gezin waarin de man het geld verdient en de vrouw het uitgeeft. De man en de vrouw zijn allebei thuis. Ze gebruiken dezelfde Task-Ins-Cubicle waarbij de man binnenin zit, en de vrouw in eerste instantie alleen de buitenwand gebruikt. Ze zijn dus de hele dag gescheiden door deze geweldige nieuwe vinding. Gelukkig zien ze elkaar nog wel aan het einde van de dag in het echt. Ik geef graag het woord aan de uitvinder.

“The following usage story is a good example for the future. In the morning after breakfast the man goes into the Task-Ins-Cubicle and starts his favourite Task-Ins-Media for Work Office, with his own selected 3 big monitors and his PC starts displaying output in these big displays. His selected office is next to a see-site, with

surfers and swimmers. The woman goes to the control console outside and connects to the market of her choice and types the category. The things she wants to check which starts appearing in a holographic view within the same Task-Ins-Cubicle where her husband is currently working. She selects the items she wants through the console and puts them into the online-shopping-basket. Shortly after midday, the things get delivered. At this point, the man inside wants to make a meeting with a partner and makes a call to him with the control console inside. Upon acceptance of the call, he is virtually at the same place as his work partner and they start discussing about the work. The woman outside the cubicle wants to invite a friend to the house and she makes a call from outside the cubicle. Upon accepting the call the friend appears virtually within the room and they start conversation, drinking coffee and eating cakes too (but of course their own). The man inside is finished with the conversation of his work partner and returned back to his virtual office. He now wants to see TV on one of the monitors and selects this on the control console inside and TV appears on one of the 3 big screens. The woman wants to see a film and goes to the console outside and selects DVD with Task-Ins-Inside-AV-Control to play. It appears in a 3D holographic view at the Task-Ins-Cubicle. Now at the end of the day, both the man and the woman want to lie down together inside the Cubicle and make a tour to the Mars. They select the corresponding stored Task-Ins-Media with Task-Ins-Outside-AV-Control and start enjoying their life. At this moment the children are at home and they want to play a game designed for Cubicle-Outside. So they start the program from the control console outside and from the storage device select the Task- Ins-Game with the Task-Ins-Inside-AV format and start playing with the holographic views of the game. Now at this moment, the man and the woman want to visit a concert hall. They check the programs from the control console and select one. Immediately they find themselves in a concert hall, currently Beethoven is playing. They are slightly late and ask the people sitting nearby if they have missed too much. Upon hearing 'not really', they are satisfied and follow the wonderful music of Beethoven.”

Afgestudeerd

Naam: Joy Zwart
 Studie: MSc. Applied Cognitive Psychology, Utrecht University
 Project: De invloed van appen met de telefoon in een houder op rijgedrag en ongevalsrisico.
 SWOV wetenschappelijk onderzoek verkeersveiligheid
 Mail: joy.zwart@gmail.com
 Huidig werk: Zorgdomein

Introductie

Afleiding tijdens het rijden is een probleem dat veel ongelukken veroorzaakt, telefoongebruik heeft hier een groot aandeel in. In de Nederlandse wet staat dat de bestuurder van een auto geen telefoon in de hand mag houden. Een telefoon mag wel bediend worden door een bestuurder wanneer deze in een houder aan het dashboard bevestigd is; dit noemen we handsfree telefoongebruik (ook als de telefoon met de hand bediend wordt). Dit suggereert dat handsfree telefoongebruik minder gevaarlijk zou zijn dan handheld telefoongebruik tijdens het rijden.

Het is bekend dat handheld appen tijdens het rijden, ten opzichte van rijden zonder secundaire taak uit te voeren, het ongevalsrisico vergroot met een factor 3,47. Ook is bekend hoe handheld appen het rijgedrag beïnvloedt. Over het risico van handsfree appen is weinig bekend. In dit onderzoek is de invloed van handsfree appen op rijgedrag onderzocht om het rijgedrag tijdens handheld en handsfree appen met elkaar te kunnen vergelijken en inzichten te verkrijgen in het risico dat handsfree appen veroorzaakt.

Methode

In een rijsimulator reden 27 proefpersonen (41% man, leeftijd 24-59, $M=42,4$) drie keer dezelfde rit over een snelweg. In verschillende volgordes reden ze de rit een keer zonder telefoon, een keer met de telefoon in de hand en een keer met de telefoon in een houder. Tijdens de ritten met een telefoon ontvingen de proefpersonen berichten waar ze direct op dienden te antwoorden.

Om veilig te rijden is het belangrijk dat de bestuurder controle heeft over de auto en zich bewust is van de verkeerssituatie om de auto heen. Tijdens de ritten werd naast variatie in snelheid en mate van slingeren (maten voor controle over de auto) ook kijkrichting gemeten. Kijkrichting werd gemeten met een head-mounted eye tracker.

Resultaten

De resultaten laten zien dat wanneer mensen appten tijdens het rijden de snelheid lager en minder consistent was en er meer geslingerd en minder vaak in de spiegels gekeken werd, in vergelijking met wanneer er geen telefoon aanwezig was. Al deze verschillen waren significant ($\alpha=.05$). Of de telefoon zich in de hand of in de houder bevond maakte bij deze variabelen geen significant verschil. Mensen keken vaker en in totaal langer naar de telefoon wanneer de tele-



Afbeelding 1a. De handheld-conditie.



Afbeelding 1b. De handsfree-conditie.

foon in de houder zat in vergelijking met wanneer deze in de hand gehouden werd. Ook deze verschillen waren significant. De lengte van individuele blikken en het aantal lange blikken op de telefoon (>2 seconden) verschilden niet significant in de twee condities met telefoon.

Conclusie

De controle over de auto en het actief kijken naar de verkeerssituatie worden in vergelijkbare maten beïnvloedt door handsfree en handheld appen. Tijdens handsfree appen kijken mensen zelfs vaker en daarmee in totaal langer van de weg af. Gebaseerd op deze resultaten is er dus geen reden om aan te nemen dat handsfree appen veiliger is dan handheld appen tijdens het rijden.

Persoonlijke impressie

Dit onderzoek wijst uit dat handsfree appen tijdens het rijden minstens even gevaarlijk is als handheld appen. Daarmee is de huidige wet omtrent telefoongebruik achter het stuur vanuit verkeersveiligheidsperspectief ongewenst en geeft het een verkeerd signaal af. Er dient een oplossing gezocht te worden die praktisch uitvoerbaar is en recht doet aan verkeersveiligheidsoverwegingen. Een eventuele verandering in de wetgeving omtrent telefoongebruik achter het stuur is een complex proces waar veel factoren een rol bij spelen, daar kan op dit moment dan ook geen uitspraak over worden gedaan. Een combinatie van onderzoek, onderwijs, wetgeving en ontwikkeling van technologie zullen samen moeten zorgen voor minder ongevallen.

Op de *Breachset* voor de Genie



Product: Fusion draagsysteem voor militairen

Bedrijf: Profile Equipment in samenwerking met Defensie en Marom Dolphin

ing. M. de Wit-Blok

Militairen die op de grond opereren, dragen vaak zware lasten mee zoals een rugzak of zwaar gereedschap. In de afgelopen jaren is de belasting toegenomen door onder meer de toevoeging van apparatuur en nieuwe kogelwerende vesten. Om deze belasting zo goed mogelijk over het lichaam te verdelen, ontwikkelde Profile Equipment in samenwerking met Defensie en Marom Dolphin het modulaire draagsysteem Fusion. Een eerste toepassing is doorgevoerd bij de Genie waar het op basis van verschillende aanpassingen te combineren is met het Verbeterd Operationeel Soldaat Systeem (VOSS).

Defensie hecht expliciet waarde aan optimale werkomstandigheden voor haar medewerkers. Dit komt onder meer tot uitdrukking in de samenwerking met Profile Equipment uit Willemstad (NB) en Marom Dolphin waarbinnen een ergonomisch draagsysteem is ontwikkeld.

Probleemanalyse

Pike Moerland van Profile Equipment heeft eerst alle klachten en wensen van militairen in kaart gebracht. Dit leidde tot de volgende punten:

- Het dragen van een kogelwerend vest én een rugzak betekent twee draagbanden over elkaar dragen. Dit resulteert in puntbelastingen op de schouders en het ongewenst schuiven van vooral de bovenste banden.
- De heupband van de rugzak drukte op een vervelende manier op de kleding én wisselend op de heupen tijdens het klimmen.
- De schouderbelasting is praktisch nooit gelijkmatig. Dit komt enerzijds door de instelling met gespen (niet traploos) en anderzijds omdat militairen zelden rechtuitlopen. Bij diverse bewegingen draaien of kantelen zij hun lichaam sterk.
- De kogelwerende plaat wordt met behulp van banden op de borst geklemd. Dit belemmert de militair in zijn ademhaling en resulteert in rode strepen op de huid.
- De kleine tas met water, voedsel en munitie die fungeert als noodvoorziening is te zwaar en laten militairen bij voorkeur achter wanneer het erom spant. Water moet echter altijd mee.

Ontwerp draagsysteem

Het Fusion-systeem is gericht op bovenstaande punten en bestaat uit drie delen: een heupgordel, een achterplaat en een voorplaat. De gebruiker start met het omdoen van een losse heupgordel die aan de voorzijde met twee banden is te stellen. Deze gordel draagt uiteindelijk 70% van de last en is ook los af te doen, wat voordelen biedt wanneer de gebruiker gaat zitten.

Vervolgens trekt de gebruiker de achterplaat aan alsof hij een rugzak omdoet. Deze plaat is aan de achterzijde aan de heupband te bevestigen middels een kliksysteem. De draaiverbinding tussen deze twee onderdelen (een van de belangrijkste ontwikkelingen binnen dit draagsysteem) geeft de gebruiker maximale vrijheid bij bukken, voorover buigen en draaien of kantelen van het lichaam. In alle gevallen blijft de last op de rug in het midden waardoor het lichaam altijd zo gunstig mogelijk wordt belast.

De twee schouderbanden van het achterdeel lopen schuin in plaats van recht naar beneden waardoor ze niet onnodig hard op de borst drukken. Het instellen gebeurt traploos door de banden naar boven te trekken. Tot slot wordt de voorplaat aan de voorzijde van de schouderbanden aangehaakt en aan de zijkanten verbonden met het achterdeel.



Met het 'quick-release'-systeem kunnen militairen in één beweging de last op hun rug afkoppelen. Dit geeft de mogelijkheid om snel te vluchten 'wanneer het spannend wordt', of het benodigde gereedschap direct beschikbaar te hebben.

Bron: Fred Warmer.



Het voor de Genie aangepaste Fusion systeem. Zichtbaar zijn hier de achterplaat die met twee banden om de schouders zit en gekoppeld is aan de heupriem. De draaibare koppeling tussen deze twee delen geeft de gebruiker alle bewegingsvrijheid bij onder meer bukken, klimmen en draaien.

Bron: Marijke Beunk-Kleian.



Speciaal voor de Genie is het Fusion systeem zodanig aangepast dat het past op het VOSS-systeem. Op deze manier kunnen genisten de zware breachmiddelen veilig en ergonomisch meenemen.

Bron: Fred Warmer.

Quick-release

De uiteindelijke last – of dit nu een rugzak is of gereedschap – is aan de achterplaat te bevestigen via een gatenpatroon, productspecifieke houders of anders. De last is via een hendel – de 'quick-release' – direct af te koppelen. Hierdoor kan de militair zijn last direct kwijt wanneer hij zich snel uit de voeten moet maken. Wanneer hij gereedschap draagt voor specifieke werkzaamheden biedt de quick-release de mogelijkheid om het gereedschap direct in te zetten. Tot slot is aan de zijkant van het draagsysteem een watervoorziening te koppelen dat bij de militair blijft wanneer hij de rest van zijn bepakkings achterlaat.

Kenmerken

Pike Moerland: "Het eindresultaat is een robuust draagsysteem dat door een geoefend persoon in enkele seconden is aan te trekken. Het brengt het grootste deel van de belasting over op de heupen en biedt de flexibiliteit om expliciete bewegingen te maken zoals draaien, klimmen, bukken, beuken. Dit zonder het lichaam verkeerd te belasten. Door de traploze instelling middels banden is hij bovendien optimaal af te stemmen op zowel lichaamsbouw en -afmetingen als op de kleding.

Eerste toepassing: breachset

Kortgeleden zijn 160 draagsystemen in aangepaste vorm aan de Genie geleverd. Hier worden ze ingezet voor het dragen van gereedschappen waarmee speciale teams zich geforceerde toegang tot gebouwen verschaffen (breachmiddelen). De set is onlangs vernieuwd en voorziet in de basis in een door Defensie gemodificeerde reddingszaag en doorslijpmachine.

Bas Grotegoed, projectleider van het draagsysteem binnen het Materieellogistiek Commando: "Al eerder kregen onze militairen beschikking over het VOSS-systeem. Dit 'Verbeterd Operationeel Soldaten Systeem' betreft een 'slim vest' waarin onder meer elektronica is verwerkt en dat onze mannen en vrouwen ondersteunt bij het efficiënt en veilig uitvoeren van hun taken. De wens om Fusion aan dit vest te koppelen betekende dat er nog enkele aanpassingen aan het draagsysteem zijn gedaan. De quick-release is uiteraard behouden gebleven en wordt gebruikt om het gereedschap óf snel af te werpen bij gevaar óf direct beschikbaar te stellen aan een buddy."

Adjutant Frans Schiltman van het Bureau Combat Support Engineering besluit: "Door deze aanpassingen kunnen onze mensen de zware gereedschappen nu efficiënter en veiliger meenemen. Want vergis je niet, waar andere hulpdiensten zoals politie en brandweer gebruik maken van transportmiddelen, hebben Genisten dit niet. Zij worden juist ingezet wanneer de operatie moet worden uitgevoerd in moeilijk bereikbaar en begaanbaar gebied. Het systeem is uiteraard uitvoerig getest door onze eigen mannen en vrouwen hier in Vught. Zij waren er bijzonder tevreden over en dat is uiteindelijk waar we het voor doen!"

Profile Equipment kijkt in eerste instantie verder bij Defensie of er nog meer eenheden zijn die profijt kunnen hebben van het nieuwe draagsysteem. Daarnaast ziet het bedrijf ook zeker toepassingen voor het draagsysteem in de industrie en sluit in die zin een marktverbreiding zeker niet uit.

Diensten op Maat

Producten en diensten op maat zie je steeds vaker. Het varieert van je naam op de koffiebeker bij Starbucks tot suggesties van Netflix en Spotify. Ze zijn prettig en soms ook irritant, omdat je je niet (h)erkend voelt in de suggesties. Maar soms blijkt ook dat ingedeeld worden in een ander profiel dan je verwacht juist verrassend nieuw gedrag kan initiëren. Zoals bij mijn 10-jarige dochter die jaarlijks een spreuk op maat krijgt van school. Dit jaar kreeg ze als spreuk 'Het konijn' en daar was ze het als groot paardenliefhebber helemaal niet mee eens. Maar na een paar weken was ze toch ook wel geïnspireerd dat de meester blijkbaar vond dat de tekst "springt spontaan het leven tegemoet, en toont zijn moed" bij haar paste.

Dit jaar zijn Tessa Dekkers en Bob Groeneveld aan de TU Delft gepromoveerd op het onderwerp Data-driven patient profiles for tailored orthopaedic healthcare services. Net zoals een heuppatiënt de kunstheup krijgt die fysiek past (een patiënt met heupmaat S geef je geen maat L), was hier de vraag of patiënten onderscheiden kunnen worden naar gedrag en hoe je daar dan vervolgens producten of diensten op kunt aanpassen. Dat er groepen zijn te onderscheiden was duidelijk. We konden drie unieke groepen onderscheiden op basis van hoe mensen hun eigen gezondheid ervaren, hoe ze omgaan met de organisatie rondom een operatie en revalidatie, en hoe ze hierover willen communiceren met hun zorgverleners. Maar om vervolgens diensten te ontwikkelen die hierop aansluiten, bleek minder voor de hand liggend. Dit wordt treffend verwoord door één van de stellingen behorend bij het proefschrift van Bob Groeneveld:



"Een essentiële kwaliteit in het ontwikkelen van technologieën op maat en patiënt-gecentreerde diensten in het algemeen, is het vermogen om te kunnen beslissen wanneer patiënten niet precies krijgen wat ze willen."

(Eén van de stellingen behorend bij het proefschrift van Bob Groeneveld, 2020)

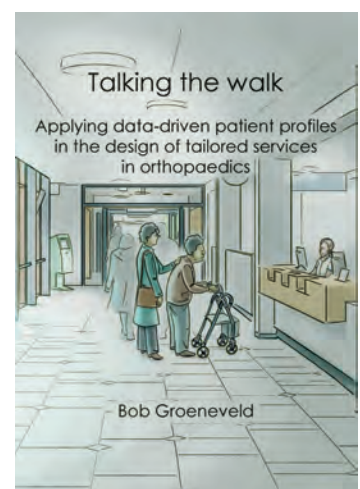
Interessant voor de human factors specialist is dat je hier te maken krijgt met wat gebruikers willen versus wat goed voor ze is. Wat is human-centered design hier? Iemand die bijvoorbeeld iets afwachtender is, help je diegene door hem aan de hand te nemen of door wat strenger te zijn? Een aansprekend principe hierbij is het paradigma van libertair paternalisme; hierbij worden gebruikers genudged in een bepaalde richting die bepaald is door een expert systeem, maar ze krijgen vervolgens wel de mogelijkheid zelf veranderingen aan te brengen. En zo kan een konijn eventueel toch een paard worden.

Het onderwerp of je gebruikers kunt profileren op gedrag en hoe je dat vervolgens kunt implementeren in producten of diensten op maat krijgt veel aandacht de laatste jaren. Niet alleen in de zorg, maar bijvoorbeeld ook in werkomgevingen. Zijn kantoormedewerkers in te delen op basis van werkstijlen en hoe kun je vervolgens een kantoor hier op indelen? En los van de individuele voorkeuren, wat is de beste aanpak voor de effectiviteit van het gehele kantoor? Nu we thuis moeten werken, is daar weer een complexe dimensie aan toegevoegd. Interessante en belangrijke human factors vraagstukken die vragen om discussie en vervolgonderzoek..

Marijke Melles - voorzitter@humanfactors.nl



Tessa Dekkers



Bob Groeneveld