



Tijdschrift voor

jaargang 45 - nr. 4 - december 2020

HUMAN FACTORS



Een volledige editie over het
Human Factors NL Jaarcongres 2020
Zoom in, Zoom out
Systeemen denken anno 2020

Genomineerden HFNL Scriptieprijs 2020

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
dr. P. van Dorst, pimvandorst@vhphp.nl
dr. T. Luger, tessy.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, noortjewiezer@tno.nl
dr. Travis Wiltshire, T.J.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 veelevoudigd 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



HUMAN FACTORS NL JAARCONGRES 2020 ZOOM IN ZOOM OUT

2-6 november 2020 | online
12.00 - 14.00



Human Factors NL Jaarcongres 2020 Zoom in, zoom out

Diverse keynote sprekers en sessie chairs van het HFNL congres 2020 belichten het congres thema *Systeemen denken vanuit een eigen hoek*. Een aanvulling of verdieping op het congres dat dit jaar virtueel plaatsvond.

- Veiligheidsdenken op organisatieniveau 4
- Aanpak van overgewicht en obesitas als een complex probleem 7
- Value based healthcare in cardiac care – the additional value of human factors science 10
- 3D houdingsanalyse als tool 14
- Cybersecurity in de industrie 15
- De reiziger centraal in een veranderend mobiliteitslandschap 16
- Smart industrial safety and worker health: wearables in the workplace 18
- Vermoeidheid, slaap en werk onder uitdagende omstandigheden 20

Redacteur: Tessy Luger

Human Factors NL Scriptieprijs 2020

Winnaar van de Human Factors NL Scriptieprijs 2020 is Lindsey Vermeer, afgestudeerd aan de faculteit Industrieel Ontwerpen, TU Delft op het onderwerp "Design of an exoskeleton maturing with boys with Duchenne Muscular Dystrophy". Haar project staat beschreven in de juni-editie van het Tijdschrift voor Human Factors 2020. Over de projecten van de twee andere genomineerden vindt u in deze editie meer informatie:

- Else Voortman (Hogeschool Saxion) 22
- Sefora Tunc (University of Twente) 23

<https://www.humanfactors.nl/congres/awards>

Uit de vereniging

Citizen Science en Participatieve Ergonomie

Marijke Melles

24



De tweede golf is een feit en de invloed daarvan is overal. Eén van die gevolgen was dat het HFNL congres noodgedwongen online heeft plaatsgevonden. Het is uiteraard jammer dat de interactie niet is zoals we gewend zijn. Maar een voordeel is dat je de opnames nog eens online terug kunt kijken.

Digitalisering vindt uiteraard al langer plaats, maar de huidige crisis dwingt ons om de ontwikkelingen te versnellen waardoor we de gevolgen ervan directer ervaren. Technische middelen en de online vergaderetiquette die tijdens de eerste golf nog ontdekt moesten worden om overleg op werk of sociale gelegenheden door te laten gaan zijn inmiddels voor velen dagelijkse routine. Maar ook bij andere zaken speelt digitalisering ineens een grotere rol. Zo sport ik digitaal tegen andere wielrenners en ontdek ik dat het online fietsen met (of tegen) collega's en vrienden een sociaal aspect heeft dat erg welkom is in deze tijd. Toch brengt deze deels geforceerde virtuele ervaring ook de gebreken ervan beter aan het licht. Online met anderen wielrennen biedt de mogelijkheid om dit veilig vanuit de hele wereld te doen. Maar zodra ik uit mijn trainingsruimte de buitenlucht instap is meteen ook duidelijk dat een stenen fietsenhok met beeldscherm geen vervanging is voor de natuur. Ook online gamen is gemakkelijk, maar de investering in tijd en middelen om zoiets werkend te krijgen zal voor velen een belemmering zijn. En dan hebben we het nog niet eens over het gebrek aan lichaamsbeweging en mogelijk klachten van de vele uren computeren. Het is maar de vraag of je volledige alternatieven voor sporten in de natuur, culturele uitstapjes of fysiek contact kan en wil vinden in een virtuele wereld. Maar het zou mooi zijn als we die beperkingen steeds verder kunnen opschuiven en digitale ondersteuning kunnen bieden om sociale isolatie en fysieke klachten te verminderen. Een blik in de nabije toekomst is wellicht een technologische ontwikkeling binnen TNO die het mogelijk maakt om mensen te projecteren in je eigen woonkamer.¹ Wie weet zit op die manier de familie toch nog op de bank tijdens de feestdagen.



Zoals ik al aangaf vond het HFNL congres online plaats. Toch willen wij ook aandacht besteden aan het congres in deze uitgave. Net als vorig jaar geven we sprekers de gelegenheid om hun boodschap verder toe te lichten of er dieper op in te gaan. Daarnaast willen we ook de genomineerden voor de HFNL scriptieprijs onder de aandacht brengen. De winnares Lindsey Vermeer heeft bij toeval al in de vorige editie gestaan met haar scriptie over meegroeibende exoskeletten bij jongens met Duchenne. Maar Sefora Tunc en Else Voortman beschrijven als genomineerden in deze editie nog kort hun project over respectievelijk sociale cohesie bij ouderen en optimalisatie van vitaliteit bij productiemedewerkers.

Ondanks de omstandigheden wens ik u allen alvast prettige feestdagen, ondersteund door digitaal vuurwerk!

Ruben Post — hoofdredacteur@humanfactors.nl

¹ De link van de QR-code http://www.hansstokking.nl/video/intro_720p.mp4

Veiligheidsdenken op organisatieniveau

Voor de aanvang van de formule 1 Grand Prix van Hongarije in juli dit jaar crashte Max Verstappen tegen een reclamebord. De voorkant van de bolide was ernstig beschadigd en de kans dat hij aan de race kon deelnemen leek verkeken. Een reparatie zou minstens 90 minuten kosten en er was nog maar een kwartier beschikbaar. De monteurs besloten toch een poging te wagen en 25 seconden voor het verstrijken van de deadline was de auto gerepareerd en gecontroleerd op eventuele verborgen defecten. Verstappen werd uiteindelijk tweede en bedankte na afloop zijn monteurs voor de inzet en het leveren van een ongelooflijke prestatie. Ook vanuit concurrerende teams kwam niets dan lof over de manier waarop de monteurs de reparatie hadden uitgevoerd en werd toegegeven dat zij dit niet zo snel hadden gekund. Het technisch team bleek een opmerkelijk improvisatievermogen te hebben in combinatie met een hoge mate van technische competentie: “Er was geen draaiboek, toch gaat alles op de automatische piloot.” Ook op het gebied van pitstops levert het team-Verstappen topprestaties: in november 2019 verbeterden ze hun eigen wereldrecord met een tijd van 1,82 seconden en dat is een orde van grootte sneller dan de concurrenten. Verstappen heeft dus een uitzonderlijk goed team dat consistent topprestaties levert. Wat zijn de lessen die human factor-specialisten hiervan kunnen leren?

Jop Groeneweg

Wie naar de geschiedenis van human factors-onderzoek kijkt, ziet een aantal ontwikkelingsstadia (Swuste e.a., 2020). De focus lag eerst op het nemen van technische maatregelen waarbij maar in beperkte mate rekening gehouden werd met de rol van de mensen die de apparatuur moesten bedienen. Een paar decennia later zag men in dat ook de rol van de mens bij het verbeteren van de veiligheid belangrijk was. In eerste instantie werd vooral gekeken naar mogelijkheden om de zogenoemde brokkenmakers te identificeren; later werd ingezien dat het vooral van belang was om de werkplek aan te passen aan de mogelijkheden en beperkingen van de mens. Men concludeerde dat iemand niet met opzet een fout maakt, maar dat de vaak complexe samenloop van omstandigheden de kans op het maken van een fout verhoogt. De rol van de leiding van een organisatie werd steeds belangrijker, aangezien zij uiteindelijk verantwoordelijk zijn voor die omstandigheden. Niet alleen voor de kwaliteit en beschikbaarheid van apparatuur, maar ook voor minder tastbare zaken als de cultuur in de organisatie. Veiligheid werd een zogenoemde lijn-

verantwoordelijkheid: niet de veiligheidkundige of human factors-specialist, maar de operationele leiding is uiteindelijk verantwoordelijk voor het aanbieden van een werkplek met optimaal beheerste risico's. Deze aanpak heeft tot indrukwekkende resultaten geleid: in de olie- en gasindustrie is bijvoorbeeld het aantal dodelijke ongevallen de afgelopen 40 jaar met ongeveer 95% afgenomen (iOGP, 2019). De daling van het aantal ongevallen lijkt zich in vrijwel alle domeinen te stabiliseren. Toch wil de industrie nog betere prestaties leveren en is men op zoek naar nieuwe manieren om de veiligheid verder te vergroten.

In 1991 deed Edmondson onderzoek in ziekenhuizen naar de relatie tussen de manier waarop teams functioneerden en het aantal gerapporteerde fouten (Edmondson, 2019). Haar verwachting was dat teams waarin de leden open met elkaar communiceerden over fouten, geleerde lessen deelden en waarin de leiding vooral een stimulerende en ondersteunende rol had, minder fouten zouden maken. Het onderzoek liet echter het tegenovergestelde zien: de teams die het



beste functioneerden, rapporteerden ook de meeste fouten. Er bleek echter een belangrijk verschil te zijn tussen 'fouten maken' en 'fouten rapporteren'. In de niet zo goed functionerende teams durfden de deelnemers gemaakte fouten niet te rapporteren en daardoor bleken ze minder effectief. Door het niet-rapporteren konden er geen lessen geleerd worden uit de incidenten en daardoor werden belangrijke mogelijkheden voor verbeteringen gemist. In de effectieve teams voelden de leden zich vrij om zaken die mis gingen te rapporteren en op een open manier met elkaar te bespreken. Daarnaast durfden ze ook vaker met voorstellen voor verbeteringen te komen, ook al konden lang niet alle voorstellen worden ingevoerd. Dit onderzoek werd jaren later opgepikt door Google, waar men zich afvroeg wat de effectiviteit van teams bepaalt (Duhigg, 2016). Bij Google werkten alleen streng geselecteerde medewerkers, die stuk voor stuk qua kennis en vaardigheden tot de top behoorden. Toch bleek er een groot verschil te zijn in bijvoorbeeld het innovatieve vermogen van de teams en het vermogen om een project op tijd af te maken.

Allereerst werd gezocht naar een verklaring voor die verschillen door te kijken naar de samenstelling en organisatie van de teams. Er werd bijvoorbeeld gekeken naar persoonlijkheidskenmerken, de verschillen in achtergrond van deelnemers en leiderschapsstructuur. Er bleek geen peil op te trekken: teams die op al die kenmerken gelijk scoorden, bleken sterk verschillend te presteren en teams die wat betreft structuur en samenstelling niet op elkaar leken, bleken overeenkomstige prestaties te leveren.

Uit nader onderzoek bleek dat de bepalende factor de manier was waarop de leden van de teams met elkaar omgingen en problemen aanpakten. In teams waarin men ieders inbreng waardeerde en kennis respecteerde en waarin een 'cultuur' heerste van vertrouwen en openheid, bleken niet alleen veel betere prestaties geleverd te worden, maar was het werkplezier veel hoger en ziekteverzuim en verloop veel lager. De leden van de teams gebruikten hun creativiteit om nieuwe manieren te vinden om problemen op te lossen. Dit vereist het delen van kennis en het genereren van

innovatieve ideeën, moedig en nieuwsgierig zijn en de gevestigde manier van werken niet als vanzelfsprekend beschouwen, met als enige argument 'omdat het al jaren zo gedaan wordt'. Er is altijd ruimte voor verbetering en nieuwe ideeën zijn meer dan welkom.

Het meest opvallende kenmerk van een team met een dergelijke op leren en verbeteren gerichte mentaliteit is dat ze elke activiteit, groot en klein, behandelen als een kans om te leren en te verbeteren. Deze goed presterende teams realiseren zich dat hun werk complex en moeilijk is en dat ze succes nooit als vanzelfsprekend kunnen beschouwen. Hoewel het een belangrijk doel is om minder fouten te maken, is leren meer dan proberen te achterhalen waardoor het mis is gegaan en aanbevelingen te genereren om herhaling te voorkomen. Leren betekent ook het delen van slimme ideeën die kunnen helpen om activiteiten in elke fase van een project tot een succes te maken (Edmondson, 2019). De sleutel tot succes is het vermogen van teams om ieders input te gebruiken om ideeën te genereren en de meest veelbelovende te implementeren. Leden zijn niet bang om vragen te stellen over de effectiviteit en een project te stoppen en opnieuw te beginnen als de uitkomst niet aan de verwachtingen voldoet. Het is ieders taak om kleine problemen klein te houden. Mensen kunnen falen, teams niet. Alle leden van het team zijn ook onderdeel van het vangnet om ervoor te zorgen dat de gevolgen beperkt blijven. Tijdens vergaderingen en bij discussies op de werkplek wordt door iedereen vragen gesteld, actief geluisterd met een open mindset, iedereen bij de discussie betrokken en elkaars expertise erkend en gewaardeerd. Er wordt positief gereageerd op nieuwe ideeën en de leden tonen de eigen kwetsbaarheid. Het is voor alle leden van zo een team duidelijk dat niemand (en zeker de leider niet) alle antwoorden op alle uitdagingen heeft waarmee ze worden geconfronteerd. Successen en mislukkingen worden gevierd, want wat de uitkomst ook was, het team heeft er alles aan gedaan en dat is wat telt. Elk project is een kans om te leren als persoon, als team en als organisatie.

Deze nieuwe aanpak vereist dus een sfeer waarin iedereen wil achterhalen wat de oorzaak was van wat er goed of fout ging, de bevindingen op een open manier wil bespreken en het vanzelfsprekend vindt dat

verdere verbetering mogelijk en noodzakelijk is. Kortom: het is zaak om het persoonlijke, het professionele en het sociale potentieel van de teamleden maximaal te benutten om geweldige ideeën te genereren. Geschat wordt dat een dergelijke aanpak ten minste 40% minder incidenten, 27% minder personeelsverloop en 12% hogere productie kan opleveren (Gallup, 2017).

Werd dus vroeger de organisatie zelf gezien als het belangrijkste aangrijpingspunt voor verbetering, de trend is nu dat de organisatie er vooral voor moet zorgen dat teams optimaal kunnen functioneren. Dat erkent ook de directie van het team van Verstappen: natuurlijk is techniek belangrijk, maar het belang van optimale teamvorming evenzeer. Daardoor zijn ze niet alleen in staat om consistent supersnelle pitstops uit te voeren, maar ook adequaat in te spelen op eenmalige en onverwachte situaties zoals onder hoge druk een complexe reparatie uitvoeren. Hopelijk laat toepassing van deze aanpak ook buiten de racebaan de noodzakelijke sprong voorwaarts zien, waardoor de ideale situatie van nul ongevallen op alle plaatsen waar gewerkt wordt, dichterbij kan komen.

Referenties

- Duhigg, C. (2016). What Google learned from its quest to build the perfect team. *New York Time Work issue*, 26 February 2016.
- Edmondson, A. C. (2019). *The fearless organization*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Gallup (2017). *The state of the American Workplace Report*. Gallup, Washington DC Report 1999961.
- iOGP (2019). *Safety Performance indicators – 2018 data*. Data series, first release.
- Swuste, P., van Gulijk, C., Oostendorp, Y., Zwaard, W., Groeneweg, J., & Lemkowitz, S. (2019). *Van veiligheid naar veiligheidskunde*. Vakmedianet: Alphen aan den Rijn.

Over de auteur



Prof. dr. J. Groeneweg
Faculteit TBM
Jaffalaan 5
2628 BX Delft

J.Groeneweg-1@tudelft.nl

Aanpak van overgewicht en obesitas als een complex probleem

Toepassing van systeemdenken in gezondheidsonderzoek

De prevalentie van overgewicht en obesitas is in de afgelopen decennia in alle landen ter wereld toegenomen, waarbij het tot op heden nog geen enkel land gelukt is om het tij te keren – dit ondanks glashard bewijs voor de grote gevolgen voor de volksgezondheid, kosten voor de samenleving en een verscheidenheid aan rapporten van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) met wetenschappelijk onderbouwde adviezen voor actie (Swinburn et al., 2019). We hebben inmiddels redelijk goed in kaart gebracht wat we moeten doen om overgewicht en obesitas op populatieniveau terug te dringen en de vraag lijkt vooral hoe we dat voor elkaar moeten krijgen. Systeemdenken biedt mogelijk handvaten om deze vraag te beantwoorden, hetgeen ik in dit artikel verder toe zal lichten.

Wilma Waterlander

Veel gezondheidsproblemen zijn een *complex probleem*, maar worden niet op die manier aangepakt, maar juist in silo's (losse aandoeeningen/losse aanpak). Een complex probleem onderscheidt zich van een gecompliceerd probleem als in dat met bepaalde startcondities vooraf de uitkomst niet voorspeld kan worden. Complexe problemen zijn dynamisch, adaptief en afhankelijk van een samenspel van factoren. Bijvoorbeeld, het bouwen van een landelijk stroomnetwerk is gecompliceerd; het bestaat uit veel verschillende componenten die met elkaar samenhangen. Echter, met de juiste instructies, voorbereiding en materiaal is het mogelijk om een goed werkend netwerk aan te leggen. Dit geldt bijvoorbeeld niet voor het menselijk lichaam, wat complex is, want je kunt het niet uit elkaar halen en weer terug in elkaar zetten volgens een bepaalde gebruiksaanwijzing. De organen opereren via een complex adaptief systeem en reageren op elkaar en op de buitenwereld.

Overgewicht en obesitas zijn een ander duidelijk voorbeeld van een complex gezondheidsprobleem. Hoewel overgewicht heel simpel gesteld tot stand komt door een disbalans in energieconsumptie en energieverbruik, wordt dit beïnvloed door een breed scala aan factoren, waaronder bijvoorbeeld een bepaalde genetische aanleg, gedragsfactoren, sociaaleconomische factoren, leefomstandigheden, stress, en nog veel meer. In 2007 werd de *Foresight Obesity System Map* gepubliceerd, en hoewel deze publicatie alweer enigszins verouderd is,

is in deze systems map heel duidelijk te zien hoe complex de gezondheidsproblemen overgewicht en obesitas zijn. De systems map onderscheidt 108 variabelen en 304 causale verbanden tussen deze variabelen, welke kunnen worden onderverdeeld in verschillende subsystemen, waaronder: media, sociaal, psychologisch, economisch, voedsel(systeem), lichamelijke activiteit, infrastructuur, ontwikkeling, biologisch en medisch (Vandenbroeck et al., 2007).

Recenter, namelijk in 2019, verscheen het rapport van de *Lancet Commission on Obesity*, waarin de wereldwijde obesitasproblematiek wordt gekoppeld aan twee andere grote 'epidemieën', namelijk klimaatverandering en ondervoeding (honger; Swinburn et al., 2019). Met name vanuit het voedselsysteem is heel duidelijk zichtbaar hoe deze drie epidemieën samenhangen; namelijk ons huidige voedselsysteem is ingericht op het produceren van zo veel mogelijk bewerkt, calorierijk voedsel (kwantiteit in plaats van kwaliteit) en wordt hierbij ook sterk gevoed door economische prikkels. Dit zorgt ervoor dat aan de ene kant mensen veel te veel eten tot hun beschikking hebben wat deels ten koste gaat van de voedselproductie en het milieu in andere landen. Aan de andere kant zorgt dit systeem voor een grote ecologische voetafdruk, met name als het gaat om de productie van vlees in de relatie tot de CO₂-uitstoot, gebruik van water en verlies aan biodiversiteit. Ondanks dat het duidelijk is dat dit systeem niet goed werkt en dat het tevens duidelijk is dat het in

theorie goed mogelijk is om iedereen op de wereld van gezonde voeding te voorzien, lukt dat tot op heden niet. De reden hiervoor is dat problemen rondom ons voedselsysteem heel gefragmenteerd worden aangepakt, waarbij er niet of nauwelijks wordt gekeken naar het systeem als geheel (Waterlander et al., 2018). Bijvoorbeeld, hoe kan je van individuele consumenten verwachten dat zij hun gedrag veranderen ten aanzien van het kopen van vlees, als tegelijkertijd de winkels vol liggen met kiloknallers? En zolang de kiloknallers goed blijven verkopen, redeneert de industrie dat zij simpelweg een product leveren waar blijkbaar vraag naar is. Het doorbreken van dergelijke cycli vraagt interveniëren van overheden met beleid dat veelal ingaat tegen de huidige marktwerking en inzet op bijvoorbeeld het principe *true price* (betalen wat een product daadwerkelijk kost in termen van milieu en gezondheidslast). Echter, zonder voldoende maatschappelijke druk zijn ook veel politici en beleidsmakers terughoudend voor de implementatie van dergelijke maatregelen. Het systeem houdt zichzelf dus in stand.

Om een oplossing te bieden voor dergelijke complexe problemen zien we een groeiende opkomst van systeemdenken (Hawe et al., 2009; Rutter et al., 2017). Systeemdenken wordt al lange tijd toegepast in verschillende onderzoeksvelden (denk aan ecosystemen), maar is nog relatief nieuw in public health. De kern van systeemdenken is de toepassing van een *whole-of-systems approach*, waarbij het gezondheidsprobleem als de uitkomst (*emergent property*) wordt gezien van de verschillende interacterende factoren in het systeem (Waterlander et al., 2020). Je ziet de toepassing van systeemdenken bijvoorbeeld terugkomen in de Social Development Goals van de Verenigde Naties – waarbij er nu een geïntegreerde aanpak met betrekking tot voeding op de agenda staat (zie tekst box hieronder).

Het aanpakken van gezondheidsproblemen vanuit een systeemaanpak vraagt in eerste instantie dan ook om een inter- en intra-disciplinaire aanpak. Dat wil zeggen, samenwerking tussen verschillende wetenschappelijke

Ending all forms of malnutrition by 2030, urging a common definition of malnutrition which includes undernutrition, micronutrient deficiencies, and obesity
'The convergence of these traditionally distinct nutritional policy areas into one policy construct has been helpful in shining the light onto the underlying systemic causes of malnutrition as opposed to the prevailing views of episodic misfortune (undernutrition) or individual failings (obesity). The only way to reconcile undernutrition and obesity being one entity is by seeing them both as a failing of the underlying food systems.'

UN Social Development Goals: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>



disciplines en ook tussen verschillende sectoren (wetenschap, beleid en praktijk) (Rivera-Ferre et al., 2013). Obesitas wordt nu nog veelal gezien als een gezondheidsvraagstuk, maar het veranderen van het voedselsysteem is ook een geopolitiek, economisch en milieuvraagstuk. Door middel van systeemdenken kan je deze verschillende disciplines en sectoren bij elkaar brengen en ze samen laten werken aan het in kaart brengen van het huidige systeem.

Het toepassen van systeemdenken kan op verschillende manieren. Je kunt systeemdenken toepassen door problemen niet te onderzoeken in silo's, maar vanuit een overkoepelend perspectief. Een voorbeeld hiervan is het 'Systems Outcomes Framework' dat is opgesteld door de Lancet Commission on Obesity (Swinburn et al., 2019). In dit model kan je als het ware inzoomen en uitzoomen in het systeem, waarbij in de meest uitgezoomde versie het framework zicht geeft op het globale systeem met de vier belangrijkste doelstellingen die we (op wereldniveau) willen realiseren, namelijk: ecologische gezondheid, humane gezondheid, sociale gelijkheid en economische voorspoed. Verder is het framework als het ware een omgekeerde versie van het socio-ecologische model van Dahlgren en Whitehead (Whitehead & Dahlgren, 1991). Dit laatste model zet het individu (de mens) in het midden van het model, met daaromheen de verschillende lagen die van invloed zijn op de gezondheid van het individu (individuele factoren, omgevingsfactoren, et cetera). In het Systems Outcome Framework staan juist natuurlijke systemen centraal, waarbij de effecten op de mens van de verschillende lagen worden gezien als de

uitkomst van het systeem. Individuele factoren staan dus juist helemaal aan de rand van het model. Het systeem beïnvloedt de gezondheid van individuen op verschillende manieren, bijvoorbeeld door het voedsel dat beschikbaar is, de woon- en werkomstandigheden, of de gezondheidszorg. Echter, individuen hebben zelf ook een zekere ‘agency’ in het systeem, waarbij ze het systeem kunnen beïnvloeden door het maken van bepaalde keuzes als ouder, werknemer, consument of stemgerechtigde. Naast het Systems Outcomes Framework zijn er nog andere modellen die helpen bij het begrijpen en veranderen van systemen. Het belangrijkste hierbij is eigenlijk de realisatie dat er zoiets *is* als een systeem. Bijvoorbeeld, als we een bepaalde maatregel invoeren ter bevordering van de volksgezondheid, zoals bijvoorbeeld een suikertaks, is het belangrijk te realiseren dat deze maatregel moet opereren in een systeem dat verder nog vooral draait op het maken van zo veel mogelijk winst op bewerkt voedsel. Het is dus aannemelijk dat grote bedrijven hun best gaan doen om een manier te vinden om zo weinig mogelijk hinder te ondervinden van een dergelijke maatregel, of zelfs succesvolle lobby uitvoeren om de maatregel terug te draaien, zoals in het geval van de Deense vettaks (Vallgarda et al., 2015). Het verschijnsel dat overheden (zoals ook zeker in Nederland het geval is) terughoudend zijn in het invoeren van beleidsmaatregelen die duidelijk ingaan tegen directe economische belangen (zoals de genoemde belastingen, of een verbod op kindermarketing), wordt door de Lancet Commissie aangeduid als ‘policy inertia’. Systeemdenken kan helpen om dergelijke weerstand in het systeem zichtbaar te maken en hier dus een strategie voor te ontwikkelen. Een mogelijk framework hiervoor is dat van Donna Meadows met twaalf levels waarop je kan ingrijpen in het systeem (Meadows, 2008). Deze twaalf levels lopen van systeemelementen (de losse puzzelstukjes) tot het doel van het systeem en het paradigma. Je kan deze twaalf levels gebruiken om te onderzoeken wat het precies is wat je probeert te veranderen en welke strategie daarbij past. Bijvoorbeeld, het toewerken naar een ander doel van het systeem (betere volksgezondheid) vraagt om meer dan bijvoorbeeld het geven van informatie over gezond gedrag. Het succesvol veranderen van systeemoelen of paradigma’s is vaak vrij gecompliceerd, maar zagen we bijvoorbeeld wel korte tijd gebeuren tijdens de COVID-19-pandemie. Plotseling werd het belang van de volksgezondheid verheven boven het economische belang. Het is echter nog maar de vraag in hoeverre deze paradigmaverandering stand zal houden.

Conclusie

Veel gezondheidsproblemen, waaronder overgewicht en obesitas, zijn een complex probleem waarvoor geen eenduidige oplossing bestaat. Toch wordt tot op heden veel gezondheidsonderzoek reductionistisch opgezet en uitgevoerd, waarbij het effect van één bepaalde oplossing wordt onderzocht op de gewenste uitkomst (bijvoorbeeld het effect van een gezond schoolprogramma op

overgewicht). De realisatie dat overgewicht en obesitas een complex probleem zijn en dus ook moeten worden aangepakt als onderdeel van een groter systeem, is een belangrijke en essentiële stap voor toekomstig onderzoek. Hierbij zal de vraag zich steeds meer moeten richten op hoe we het systeem kunnen veranderen en hoe we bepaalde maatregelen uitgevoerd krijgen (zoals een verbod op kindermarketing) in plaats van onderzoek naar het effect van maatregel X op uitkomst Y. Dit vraagt om ander type onderzoek dan het huidige biomedische model en bijvoorbeeld samenwerking met politieke, economische en sociale wetenschappen.

Referenties

- Hawe, P., Shiell, A., Riley, T. (2009). Theorising Interventions as Events in Systems. *American Journal of Community Psychology*, 43 (3-4), 267-276.
- Meadows, D. (2008). Leverage points to intervene in a system. *Thinking in Systems*. London: Earthscan.
- Rivera-Ferre, M., Pereira, L., Karpouzoglou, T., Nicholas, K.A., Onzeire, S., Waterlander, W., ... Bollmohr, S. (2013). A Vision for Transdisciplinarity in Future Earth: Perspectives from Young Researchers. *Journal of Agriculture, Food Systems, and Community Development*, 3(4), 249-260.
- Rutter, H., Savona, N., Glonti, K., Bibby, J., Cummins, S., Finegood, D.T., ... White, M. (2017). The need for a complex systems model of evidence for public health. *Lancet*, 390 (10112), 2602-2604.
- Swinburn, B.A., Kraak, V.I., Allender, S., Atkins, V.J., Baker, P.I., Bogard, J.R., ... Dietz, W.H. (2019). The Global Syndemic of Obesity, Undernutrition, and Climate Change: The Lancet Commission report. *Lancet*, 393 (10173), 791-846.
- Vallgarda, S., Holm, L., Jensen, J.D. (2015). The Danish tax on saturated fat: why it did not survive. *European Journal of Clinical Nutrition*, 69(2), 223-6.
- Vandenbroeck, I.P., Goossens, J., Clemens, M. (2007). *Foresight Tackling Obesity: Future Choices—Building the Obesity System Map*. Government Office for Science, UK Government’s Foresight Programme 2007.
- Waterlander, W.E., Luna Pinzon, A., Verhoeff, A., den Hertog, K., Altenburg, T., Dijkstra, C., ... Stronks, K. (2020). A System Dynamics and Participatory Action Research Approach to Promote Healthy Living and a Healthy Weight among 10-14-Year-Old Adolescents in Amsterdam: The LIKE Programme. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(14), 4928.
- Waterlander, W.E., Mhurchu, C.N., Eyles, H., Vandevijvere, S., Clegghorn, C., Scarborough, P., ... Seidell, J. (2018). Food Futures: Developing effective food systems interventions to improve public health nutrition. *Agricultural Systems*, 160, 124-131.
- Whitehead, M., Dahlgren, G. (1991). What Can Be Done About Inequalities in Health. *Lancet*, 338(8774), 1059-1063.

Over de auteur



W. Waterlander, PhD
Assistant Professor
Amsterdam UMC – Locatie AMC
Department of Public and Occupational
Health Amsterdam
w.waterlander@amsterdamumc.nl

Value based healthcare in cardiac care – the additional value of human factors science

Developing patient-centered cardiovascular healthcare is eminent for an ever-growing, aging patient population. Value Based Healthcare (VBHC) research is becoming increasingly important in that matter, which questions the relevance (i.e. value) of contemporary evidence-based interventions in relation to patients' health status and personal preferences. Human Factors (HF) science poses a useful addition in VBHC research. This paper illustrates the added value of HF science into contemporary VBHC research in cardiology by discussing several example studies. It emphasizes the strength of it in determining value of care via a system analysis.

A.D. Hilt and R.W.C. Scherptong

Heart disease has a high mortality rate and morbidity burden worldwide, with the majority of total disease burden due to coronary artery disease (Kahn, 2020). Thankfully, survival of patients with coronary artery disease has increased since the second half of the 20th century (Fox et al., 2007).

The introduction of clinical electrocardiography by Willem Einthoven in 1901, the use of medication, cardiac surgery and percutaneous interventions have decreased mortality roughly from 50% in the 1950's, down to 2% in 2020 (O'Gara et al., 2013; Thygesen et al., 2012). Large randomized controlled clinical trials (RCT) and meta-analyses have been the hallmark of cardiovascular research to improve patients' health status (Lopes et al., 2019; Windecker et al., 2014). Value of care in that sense is determined through low mortality rates, fewer adverse events such as post-procedural bleeding, or medication-related side effects for example. Although important for patients' survival, this definition of value is rather one-dimensional in character, seen from the perspective of nowadays patients.

A 'bi-directional' focus on value in healthcare is embedded in the concept of 'Value Based Healthcare' (VBHC) which has become subject of growing interest in healthcare research (Porter, 2008; Porter et al., 2007). It incorporates the patient's perspective on determining value; it questions the need of certain evidence-based choices in relation to the relative benefit for the patient (Porter et al., 2007). In general,

it attempts to transform care to become more 'patient-centered'. However, the complexity of cardiac care makes it difficult to determine what defines 'value' for patients.

Human Factors (HF) science, at the intersection of psychology, biology and engineering, poses an interesting field to shape VBHC research in cardiac care further. It combines qualitative and quantitative research methods like interviews, observations and questionnaires to gain perspective of patients within predefined care-tracks (Russ et al., 2013). Essentially, it helps to understand what defines 'value' from a patient perspective. In this paper, we discuss how HF science can contribute to the introduction and development of VBHC in cardiac care. To illustrate this novel approach, several example studies are discussed (Hilt, Kaptein, et al., 2020; Hilt, Mamaqi Kapllani, et al., 2020).

Value of healthcare

The definition of 'health' by The World Health Organization (WHO) in 1948 is 'a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity'. Three aspects of health are interchangeably linked; physical, mental and social aspects of health (Huber et al., 2011).

First, physical health reflects the ability of individuals to maintain physiological homeostasis during changing conditions ('allostasis'), for instance an increase in heart rate while running. Illness develops when physiological mechanisms fail during harmful



Figure 1. Example of a Mixed Reality application to understand medication after myocardial infarction.

circumstances, such as blood clot formation during smoking, resulting in myocardial infarction. Second, mental health is the sense of how individuals coherently manage and adapt to changing circumstances to improve their subjective well-being. And last, social health projects both physical and mental health aspects in life in general; how does one manage life when there is interaction with other living objects and environments (Huber et al., 2011). Healthcare interventions, preventive or curative, have outcomes across all these aspects of health.

Outcomes, as stated by Porter, are multi-layered (Porter et al., 2007). The result of an intervention is not only 'dead or alive' (Tier 1) but also the occurrence of complications or return to daily life after clinical care (Tier 2) and the sustainability of health during life in general (Tier 3) (Porter et al., 2007). Healthcare professionals (both physicians and non-physicians) define 'value' of an outcome, in comparison to outcome as found in evidence-based studies. However, weighing outcome-tiers may differ between patient and professional.

Value Based Healthcare (VBHC) attempts to prioritize the patients' perspective of value by 'the creation and operation of a health system that explicitly prioritizes health outcomes which matter to patients, relative to the cost of achieving this outcome' (Porter et al., 2004; Putera, 2017). Research in this domain questions the

relevance of certain evidence-based interventions and outcomes with regard to patient-specific health aspects and personal preferences. A well-known example is a patient-reported outcome measure (PROM); patients are actively asked to fill out questionnaires, to reflect on received care after clinical admission (Wiering et al., 2017). Questionnaires are, however, only developed for a single construct and rarely reflect all aspects of a care-track, let alone what a patient perceives as 'valuable'. The effect of interventions on outcomes in a care-track (i.e., performance) should be assessed from a broad system perspective in order to determine its value for patients.

Human Factors science

HF science assesses human performance in complex systems for promoting safety and efficiency (Flin, 2009; Saleem et al., 2009). In healthcare, HF science is mainly applied for two purposes: (1) reducing the cognitive and physical load of professionals and (2) promoting safe, efficient and high quality care to patients (Karsh et al., 2006; Saleem et al., 2009). To achieve both purposes, diverse research methods are used, for designing efficient, reliable and safe healthcare systems, supporting both professional and patient.

HF specialists and researchers gather data about human characteristics and human interaction with and

within systems (Saleem et al., 2009). The strength of HF science lies in the combination of specialists from different disciplines, working together towards a common goal. For example, in a previous study we assessed the dynamics of teamwork and team culture on safety during surgery, by applying HF questionnaires from the aviation industry in the surgical theatre (Hilt, Kaptein, et al., 2020). Identically, creating a patient-journey is often used by HF specialists to determine the experience a patient has in a care-track (Trebble et al., 2010), created by a combination of observations, interviews or questionnaires. Furthermore, this unravels the interaction with care, from a patient-perspective. These methods are in line with common VBHC research such as PROMs, but offer a broader scientific approach to assess system performance.

From care-track to patient journey – HF science in cardiac care

In cardiology, there is a broad spectrum of treatments for diverse health conditions, such as acute myocardial infarction, heart failure or cardiac rhythm disorders. An example of determining value of care by applying HF research in VBHC in cardiology is to improve the care-track for myocardial infarction (MI) patients (Hilt, Mamaqi Kapllani, et al., 2020). The MISSION! program is a standardized care-track for MI-patients in a large tertiary hospital in the Netherlands (Liem et al., 2007). It has three pillars of care: (1) rapid transport of MI patients to a hospital for treatment, (2) four consecutive outpatient visits during 12 months to monitor cardiac function and intervene when needed and (3) secondary prevention of new cardiac events by promoting cardiac health with long-term treatment with multiple medications and lifestyle changes. Professionals educate patients on their disease, sharing extensive spoken and written information. The effectivity of information exchange is, however, subject of debate. To investigate the process of information exchange and determine improvements for patients, we conducted an observational study in close collaboration with design engineers from the Faculty of Industrial Design Engineering of the Delft University of Technology. Patient journey mapping was used to assess how patients perceive patient information and education resources offered in the MISSION! program.

Twelve patients were asked to elaborate on their experience within the MISSION! program, regarding education and information exchange during outpatient visits. Observations, interviews and questionnaires were used to map out the patient experience regarding information exchange. It was found that, contrary to professionals' belief, information shared was regarded too extensive, technical and generic by patients (Hilt, Mamaqi Kapllani, et al., 2020). Most strikingly, medication, which is one of the hallmarks of secondary

prevention in cardiology, was seen as a hurdle to recovery due to side-effects rather than a catalyst to good health. As a consequence, patients stated that they did not see added value of taking medication to improve their health. 'Health' was described as 'continuing my daily life' or 'be able to play with my dog again', and not primarily 'lowering my cholesterol or improving my heart condition'. In contrast, professionals stated that the amount of information shared was too little and that they wanted to teach more anatomical understanding and elaborate more on medication importance. This nicely illustrates the difference in perspective of how patients see their condition with an illness and what they define as important.

Medication non-adherence is a common problem in the medical field, with side-effects and lack of information being frequent reasons (Naderi et al., 2012; Scott et al., 2003). The system approach as described above specifically highlights the mismatch between performance (extensive information shared), outcome (patients still lack information about medication) and value (professionals want to educate more, patients want less but more personal information). By focusing on the patient experience, it offers guidance on how to improve medication understanding and possible medication adherence in the MISSION care-track.

To overcome the above-described issue, the introduction of a mixed reality application has been proposed (figure 1). Ultimately, this application can be used to unite patients' and professionals' perspectives on medication education and foster interaction between both regarding this topic.

Conclusion

The aforementioned HF approach can be applied to many topics in healthcare, not restricted to cardiology or to information exchange only. Nor is HF science restricted to understanding only patient-professional interaction, but professional – professional interaction as well. To alter healthcare in line with VBHC and shape care that prioritizes patients' perspectives and their value of care, HF science offers vital specialists and methods. As a scientific discipline, it offers assessment of healthcare as a whole, in a constructive, multi-dimensional fashion. Ultimately shaping it to optimize performance, alter outcomes positively and create value for professional and patient in line with their preferences.

In our opinion, we would welcome a hybrid (academic) hospital, where medical professionals collaborate with human factors specialists on a daily basis. Healthcare professionals thus becoming aware of the possibilities HF science has to offer. VBHC in that sense can be shaped continuously with multidimensional input from a 'concept' to a new 'standard of care'.

Abstract

Developing patient-centered cardiovascular healthcare is eminent for an ever-growing, aging patient population. Value Based Healthcare (VBHC) research is becoming increasingly important in that matter, which questions the relevance (i.e. value) of contemporary evidence-based interventions in relation to patients' health status and personal preferences.

In cardiology, daily care consists of standardized complex care-tracks with diverse treatment options. The best possible care for a patient is based on contemporary scientific evidence and weighed by professionals. However, to assess the 'value' of care as perceived by the patient, is often difficult.

Human Factors (HF) science poses a useful addition in VBHC research. Via system analysis, such as combining observations and interviews into mapping a 'patient journey', it highlights the interaction between patient and professional both on technical and non-technical aspects of daily care. Value in that sense is uncovered by highlighting key points of interaction between patient and professional, with a focus on the patient experience and perspective.

This paper illustrates the added value of HF science into contemporary VBHC research in cardiology by discussing several example studies. It emphasizes the strength of it in determining value of care via a system analysis.

References

- Flin, R., Winter, J., Sarac, C., & Raduma Tomas, M.A. (2009). *Human Factors in Patient Safety: Review of Topics and Tools*. Retrieved from Consensus document:
- Fox, K.A., Steg, P.G., Eagle, K.A., Goodman, S.G., Anderson, F.A., Jr., Granger, C.B., Gore, J.M. (2007). Decline in rates of death and heart failure in acute coronary syndromes, 1999-2006. *Jama*, 297(17), 1892-1900. doi:10.1001/jama.297.17.1892.
- Hilt, A.D., Kaptein, A.A., Schalijs, M.J., & van Schaik, J. (2020). Teamwork and Safety Attitudes in Complex Aortic Surgery at a Dutch Hospital: Cross-Sectional Survey Study. *JMIR Hum Factors*, 7(2), e17131. doi:10.2196/17131.
- Hilt, A.D., Mamaqi Kapllani, K., Hierck, B.P., Kemp, A.C., Albayrak, A., Melles, M., Scherptong, R.W.C. (2020). Perspectives of Patients and Professionals on Information and Education After Myocardial Infarction With Insight for Mixed Reality Implementation: Cross-Sectional Interview Study. *JMIR Hum Factors*, 7(2), e17147. doi:10.2196/17147.
- Huber, M., Knottnerus, J.A., Green, L., van der Horst, H., Jadad, A.R., Kromhout, D., Smid, H. (2011). How should we define health? *Bmj*, 343, d4163. doi:10.1136/bmj.d4163.
- Kahn, T. (2020). World Health Organization - Cardiovascular Diseases. Retrieved from https://www.who.int/health-topics/cardiovascular-diseases/#tab=tab_1.
- Karsh, B.T., Holden, R.J., Alper, S.J., & Or, C.K. (2006). A human factors engineering paradigm for patient safety: designing to support the performance of the healthcare professional. *Qual Saf Health Care*, 15 Suppl 1(Suppl 1), i59-65. doi:10.1136/qshc.2005.015974.
- Liem, S.S., van der Hoeven, B.L., Oemrawsingh, P.V., Bax, J.J., van der Bom, J.G., Bosch, J., Schalijs, M.J. (2007). MISSION!: optimization of acute and chronic care for patients with acute myocardial infarction. *Am Heart J*, 153(1), 14.e11-11. doi:10.1016/j.ahj.2006.10.002.
- Lopes, R.D., Hong, H., Harskamp, R.E., Bhatt, D.L., Mehran, R., Cannon, C.P., Alexander, J.H. (2019). Safety and Efficacy of Antithrom-

botic Strategies in Patients With Atrial Fibrillation Undergoing Percutaneous Coronary Intervention: A Network Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *JAMA Cardiol*, 4(8), 747-755. doi:10.1001/jamacardio.2019.1880.

Naderi, S.H., Bestwick, J.P., & Wald, D.S. (2012). Adherence to drugs that prevent cardiovascular disease: meta-analysis on 376,162 patients. *Am J Med*, 125(9), 882-887.e881. doi:10.1016/j.amjmed.2011.12.013.

O'Gara, P.T., Kushner, F.G., Ascheim, D.D., Casey, D.E., Jr., Chung, M.K., de Lemos, J.A., Yancy, C. W. (2013). 2013 ACCF/AHA guideline for the management of ST-elevation myocardial infarction: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation*, 127(4), e362-425. doi:10.1161/CIR.0b013e3182742cf6.

Porter, M.E. (2008). Value-based health care delivery. *Ann Surg*, 248(4), 503-509. doi:10.1097/SLA.0b013e31818a43af.

Porter, M.E., & Teisberg, E.O. (2004). Redefining competition in health care. *Harv Bus Rev*, 82(6), 64-76, 136.

Porter, M.E., & Teisberg, E.O. (2007). How physicians can change the future of health care. *Jama*, 297(10), 1103-1111. doi:10.1001/jama.297.10.1103.

Putera, I. (2017). Redefining Health: Implication for Value-Based Healthcare Reform. *Cureus*, 9(3), e1067-e1067. doi:10.7759/cureus.1067.

Russ, A.L., Fairbanks, R.J., Karsh, B.T., Militello, L.G., Saleem, J.J., & Wears, R.L. (2013). The science of human factors: separating fact from fiction. *BMJ Qual Saf*, 22(10), 802-808. doi:10.1136/bmjqs-2012-001450.

Saleem, J.J., Russ, A.L., Sanderson, P., Johnson, T.R., Zhang, J., & Sittig, D.F. (2009). Current challenges and opportunities for better integration of human factors research with development of clinical information systems. *Yearb Med Inform*, 48-58.

Scott, J.T., & Thompson, D.R. (2003). Assessing the information needs of post-myocardial infarction patients: a systematic review. *Patient Educ Couns*, 50(2), 167-177. doi:10.1016/s0738-3991(02)00126-x.

Thygesen, K., Alpert, J.S., Jaffe, A.S., Simoons, M.L., Chaitman, B.R., White, H.D., Mendis, S. (2012). Third universal definition of myocardial infarction. *Circulation*, 126(16), 2020-2035. doi:10.1161/CIR.0b013e31826e1058.

Trebble, T.M., Hansi, N., Hydes, T., Smith, M.A., & Baker, M. (2010). Process mapping the patient journey: an introduction. *Bmj*, 341, c4078. doi:10.1136/bmj.c4078.

Wiering, B., de Boer, D., & Delnoij, D. (2017). Patient involvement in the development of patient-reported outcome measures: a scoping review. *Health Expect*, 20(1), 11-23. doi:10.1111/hex.12442.

Windecker, S., Stortecky, S., Stefanini, G.G., da Costa, B.R., Rutjes, A.W., Di Nisio, M., Jüni, P. (2014). Revascularisation versus medical treatment in patients with stable coronary artery disease: network meta-analysis. *Bmj*, 348, g3859. doi:10.1136/bmj.g3859.

About the authors:



A.D. Hilt, MD
Department of cardiology, Leiden University Medical Center, Leiden, The Netherlands



R.W.C. Scherptong, MD, PhD
Department of cardiology, Leiden University Medical Center, Leiden, The Netherlands
R.W.C.Scherptong@lumc.nl

3D houdingsanalyse als tool

De werkhouding is een veel gebruikte parameter binnen de ergonomie. In combinatie met kracht, herhaling en duur kan de werkhouding immers een risico op fysieke overbelasting vormen. Hoewel de werkhouding makkelijk te observeren is met het blote oog, hangt de inschatting sterk af van de expertise van de observator. Ook kan de ergonoom alle parameters manueel berekenen, maar dat kost veel tijd. Houdingen, bewegingen en gewrichtshoeken kan men ook relatief snel in 3D opmeten. Daarbij is een visualisatie en interpretatie van de resultaten zelfs in real-time mogelijk.

Roeland Motmans, Jolien Maes en Tuur van der Have

Videobeelden, Inertial Measurement Units (IMU's) of markersystemen kunnen gebruikt worden voor 3D houdings- of bewegingsanalyse elk met hun eigen accuraatheid. In een onderzoekscontext worden de markers in combinatie met specifieke camerasystemen reeds langer gebruikt. Helaas kunnen dergelijke systemen niet gemakkelijk gebruikt worden op de werkvloer. Recente ontwikkelingen in de verwerking van IMU-data en videobeelden laten het echter toe om in reële werk-omgevingen de beweging nauwkeurig te analyseren op een gebruiksvriendelijke manier. Gewrichtshoeken, snelheden en versnellingen kunnen zo geregistreerd en geïnterpreteerd worden dat de ergonoom beslissingen kan nemen op basis van objectieve data (Larsen et al., 2020).

De gemeten hoeken en frequenties kunnen getoetst worden aan internationale normen of vergeleken worden met verschillende situaties. De EN1005-4 beschrijft bijvoorbeeld grenswaarden voor dynamische houdingen; het is bijvoorbeeld niet aanvaardbaar om de rug meer dan twee keer per minuut meer dan 60° te buigen. Dit is soms moeilijk te bepalen met het blote oog, maar 3D-bewegingsanalyse kan hier een objectieve consensus over geven. Verschillende programma's die de data automatisch visualiseren en verwerken (zoals onder andere Scalefit), kunnen de duur van statische houdingen en de frequentie van dynamische bewegingen in real-time berekenen en scoren, alsook de gewrichtsmomenten in bijvoorbeeld rug en schouders. Dat zorgt voor een snelle interpretatie van de resultaten.

De data van 3D-bewegingsanalyses kunnen ook als input dienen voor biomechanische modellen. Deze berekenen de fysieke belasting aan de hand van compressie- en schuifkrachten op de tussenwervelschijven, gewrichtsmomenten en spierkrachten. Aan de KU Leuven analyseren ze zo de musculoskeletale belasting tijdens werkgerelateerde taken op basis van een biomechanisch model en 3D-bewegingsanalyses in combinatie met de gemeten spieractiviteit middels elektromyografie (EMG). Onderzoeken waarin verschillende methoden worden gecombineerd kunnen een beter en completer beeld geven over de spier- en skeletbelasting in het hele lichaam tijdens verschillende taken (Van der Have et al., 2019). Dynamische houdingsanalyses tot slot hebben hun plaats binnen de risico-inventarisatie en -evaluatie (RIE) als tool voor de human factors specialist. In een RIE zit steeds een kwalitatief en kwantitatief deel. Een ongunstige werkhouding vaststellen en erover in gesprek gaan met

de medewerkers vormt steeds een eerste belangrijke stap. Het doel moet zijn om participatief tot verbeteringen te komen. Een snelle analyse met observatiemethodes zoals WHI, RULA, REBA of OWAS kan dienen om de prioriteit van de werkposten en de bijbehorende preventiemaatregelen te bepalen. Een meer diepgaande 3D-houdingsanalyse heeft vervolgens zijn meerwaarde bij sterk variërende taken en bij optimalisaties. Wanneer men zware investeringen doet in een nieuw ontwerp, kunnen objectieve data helpen om bepaalde beslissingen te verantwoorden en te onderbouwen.

3D-bewegingsanalyse op de werkvloer is nog relatief nieuw voor de ergonoom, maar zal in de toekomst zeker zijn plaats opeisen in het kader van evidence-based practice. Daarom is de technologie zeker en vast de moeite waard om verder op te volgen (Larsen et al., 2020).

Referenties

- Larsen, F.G., et al. (2020). Estimation of spinal loading during manual materials handling using inertial motion capture. *Annals of Biomedical Engineering*, 48(2), 805-821.
- Van der Have, T., Van Rossom, S., Jonkers, I. (2019). Squat lifting imposes higher peak joint and muscle loading compared to stoop lifting. *Applied Sciences*, 9(18), 3794.

Over de auteurs



R. Motmans
voorzitter VerV / ergonoom Delhaize
roeland_motmans@yahoo.com



J. Maes
Preventieadviseur ergonomie Attentia



T. van der Have
Doctoraalstudent KU Leuven

Cybersecurity in de industrie

Cybersecurity is mensenwerk, ook in de industrie en vitale infrastructuur. Natuurlijk spelen techniek en organisatie een belangrijke rol bij cybersecurity, maar het menselijke aspect mag niet worden onderschat. Hebben operators voldoende security awareness en kennis om cyberincidenten te herkennen en beschikken zij over de juiste tools hiervoor? Houdt personeel zich ook aan het beleid als de baas niet meekijkt? Worden alle cybersecurityregels altijd gevolgd, zelfs als deze het onderhoud van een technische installatie niet altijd makkelijker maken? Belangrijke vragen om de digitale weerbaarheid van de vitale infrastructuur te kunnen borgen.

Michael Theuerzeit en Marcel Jutte

De Operationele Technologie (OT) is de technische automatiseringsinfrastructuur die ervoor zorgt dat er water uit de kraan komt, bruggen, sluizen en tunnels werken en complexe (chemische) processen op een veilige wijze worden aangestuurd. Dit zijn allemaal belangrijke processen in de vitale infrastructuur. Cybersecurity-incidenten hebben de afgelopen jaren ervoor gezorgd dat havens stil kwamen te liggen, energiecentrales plat gingen, of dat veiligheidssystemen van een raffinaderij gecompromitteerd zijn, om maar een paar voorbeelden te noemen. Stilstand van een fabriek kost geld en cyberincidenten kunnen weerslag hebben in de fysieke wereld, wat kan leiden tot problemen met (publieke) veiligheid.

Genoeg reden dus om cybersecurity serieus te nemen. Vanuit de EU komt er dan ook steeds meer wetgeving voor cybersecurity van de Operationele Technologie van de vitale infrastructuur. Bedrijven zijn zoekende hoe zij hiermee om moeten gaan. Hoe kunnen ze aantoonbaar voldoen aan wet- en regelgeving? Normenkaders als de IEC 62443 kunnen hierbij helpen. De IEC 62443 is de internationale norm voor cybersecurity van Industriële Automatisering en Controle Systemen, ofwel de Operationele Technologie. Hudson Cybertec helpt mee om die norm vorm te geven en wordt gezien als internationaal subject matter expert.

Omdat cybersecurity niet de core business is van bedrijven in de vitale infrastructuur, is het lastig voor deze bedrijven om de juiste beslissingen te nemen. Bedrijven missen de expertise om de juiste cybersecurity-maatregelen te nemen die op efficiënte en kosteneffectieve wijze bijdragen aan het voldoen aan gestelde wet- en regelgeving. Hoe maak je als organisatie inzichtelijk dat je de juiste maatregelen hebt genomen om digitaal weerbaar te zijn? Het is dan van belang te weten waar je als organisatie staat. Alleen als beleid bekend is en werknemers het nut inzien van maatregelen, zullen zij het beleid ook blijven volgen. Hiervoor is bewustwording en training nodig. Zo helpt Hudson Cybertec, cybersecurity solution provider voor de Operationele Technologie, bedrijven om

securitybeleid op te stellen, te bepalen waar ze staan op gebied van cybersecurity en security awareness te creëren voor hun industriële automatisering en controlesystemen. Zo draagt de factor mens bij aan een efficiënte digitale weerbaarheid.

Nu dankzij Europese wetgeving eisen gesteld gaan worden aan de digitale weerbaarheid van de vitale infrastructuur en de industrie in het algemeen, worden bedrijven gedwongen om cybersecurity steeds serieuzer te nemen. Om aan deze wet- en regelgeving te kunnen voldoen is het van belang dat cybersecurity -net als safety- de aandacht krijgt die het verdient. Naast investeringen in technologie zal er moeten worden geïnvesteerd in de werknemers die de fabriek draaiende houden. Met ons bedrijf zien we dat er te vaak nadruk ligt op de techniek van IT van een organisatie, terwijl juist binnen de OT de aspecten mens en organisatie juist het verschil maken omdat de gebruikte techniek vaak achterloopt. Alleen als de medewerkers in de fabriek over het juiste niveau van bewustwording betreffende cybersecurity beschikken en securityspecialisten binnen de organisaties voldoende kennis en mandaat hebben om de juiste maatregelen te treffen, kunnen organisaties voldoen aan wet- en regelgeving.

Over de auteurs



M. Theuerzeit
Senior Consultant
Hudson Cybertec, Cyber Security
Technical Automation
The Hague
michael.theuerzeit@hudsoncybertec.com



M. Jutte
MANaging Director

De reiziger centraal in een veranderend mobiliteitslandschap

Het Expertisecentrum voor Gebruiksgerichte Mobiliteitsdiensten¹ onderzoekt en ontwerpt diensten voor slimme persoonlijke mobiliteit. Studenten en onderzoekers werken in het Expertisecentrum nauw samen met transportbedrijven, overheden en technologie-ontwikkelaars, zoals RET, 9292, TransLink Systems en het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. Een van de onderzoeksthema's is 'Mobility as a Service' (MaaS): een veelbelovende nieuwe technologische dienst die de potentie heeft om de manier waarop we reizen en leven voorgoed te veranderen. Ook het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat ziet deze potentie in MaaS en heeft zeven nationale pilots geïnitieerd (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, z.d.). Maar, om de gewenste gedragsverandering van de reiziger te kunnen bereiken binnen het complexe mobiliteitssysteem is wel een reizigersgerichte aanpak nodig.

Suzanne Hiemstra-van Maastricht en Claudia Spaargaren

'Mobility as a Service' is een platform waarbij verschillende mobiliteitsdiensten samengebracht worden op één plek, waar de gebruiker zijn of haar reis van deur tot deur kan plannen, boeken en betalen. Hierbij wordt openbaar vervoer gekoppeld aan deelmobiliteit, maar kan ook de eigen fiets of auto worden meegenomen in (een deel van) het reisadvies.

MaaS is de laatste jaren flink in ontwikkeling en er worden, met name in Europa, veel pilot-projecten en start-ups opgetuigd die inzetten op deze nieuwe trend in mobiliteit. In de brochure van Harms et al. (2018) is een aantal van deze internationale pilotstudies terug te vinden, waaronder in Duitsland, Zweden en Finland. Ook binnen het Expertisecentrum voor Gebruiksgerichte Mobiliteitsdiensten is een internationale benchmark uitgevoerd, waarbij 32 internationale diensten zijn geëvalueerd op onder andere de gebruikerservaring. Bij de ontwikkeling en introductie van deze diensten is er vaak vooral veel aandacht voor de (technische) functionaliteiten van de applicatie (bijvoorbeeld zorgen dat kaartjes van andere vervoersaanbieders aangeschaft kunnen worden) en richt men zich voornamelijk op de maatschappelijke voordelen van de introductie van een MaaS-dienst. Beleidsmakers, bijvoorbeeld, hopen dat MaaS een beter alternatief gaat bieden voor de eigen auto en daarmee zal zorgen voor minder files, duurzamer reizen en een beter leefbare stad. Wat het de individuele gebruiker gaat opleveren om deze diensten te gaan

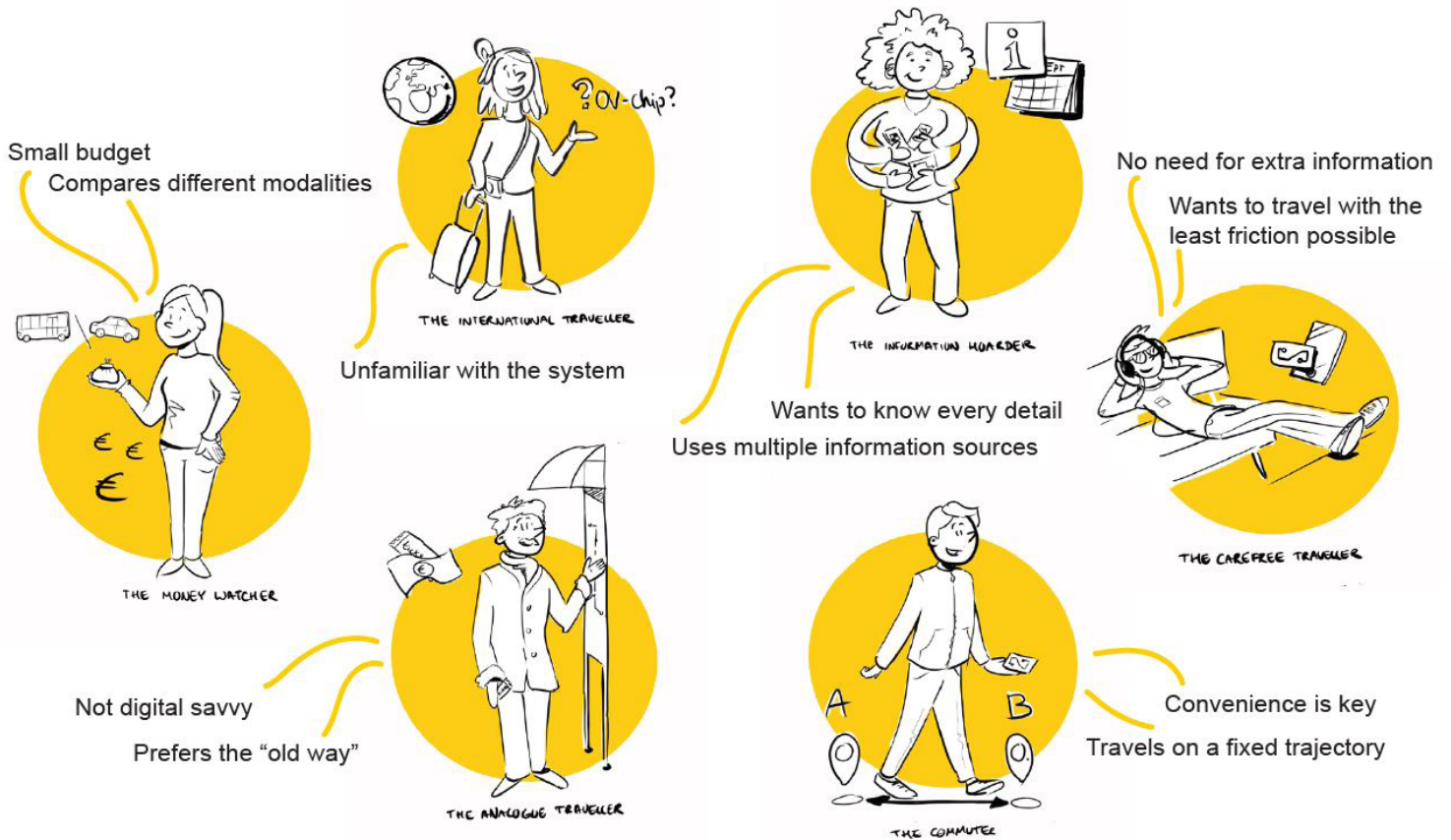
gebruiken is echter vaak onduidelijk, maar als de gebruiker MaaS niet gaat omarmen, dan zullen die maatschappelijke doelen nooit bereikt kunnen worden.

In het Expertisecentrum voor Gebruiksgerichte Mobiliteitsdiensten onderzoeken wij daarom de kritische gebruiksfactoren voor een succesvolle MaaS-dienst in Nederland. Dat doen wij door het in kaart brengen van de motivaties, wensen en behoeften van de reizigers. Binnen een van de onderzoeksprojecten zijn onder andere zes profielen ontwikkeld van verschillende soorten reizigers, ingedeeld op hun behoeften: de zogenoemde 'need-based personas' (afbeelding 1). Hierbij kan een persoon de ene dag een 'commuter' zijn en in het weekend een 'information hoarder'. Deze verschillende soorten reizigers hebben verschillende behoeften op het gebied van bijvoorbeeld de reis of de informatievoorziening (Taylor Parkins, 2020).

MaaS kan gezien worden als onderdeel van een grotere trend, namelijk de digitalisering van transportdiensten. Een voorbeeld daarvan is de flexibilisering van vaste buslijnen. Deze zogenoemde 'flexdiensten' zijn op afroep beschikbaar en ritten zijn te reserveren door middel van een applicatie of website. Voor een van de zes personas, de analoge reiziger, kan dit echter een grote drempel zijn om gebruik te (blijven) maken van het OV. In een ander onderzoeksproject is daarom in kaart gebracht wat de redenen zijn waarom deze reizigers kiezen voor analoge reizen. Zo zijn er mensen die geen toegang hebben tot digitale middelen of niet over de juiste digitale vaardigheden beschikken, maar

¹ <https://delftdesignlabs.org/seamless-personal-mobility/>

Systemdenken: zoom in, zoom out



Afbeelding 1. De OV-reiziger: zes need-based personas (Taylor Parkins, 2020).

zijn er ook mensen die bewust geen gebruik willen maken van deze middelen, de zogenoemde 'digital detoxers' (Sampimon, 2020).

Alle verschillende reizigers met hun verschillende behoeften maken gebruik van hetzelfde mobiliteitssysteem en zouden dus in acht genomen moeten worden bij de ontwikkeling van nieuwe diensten. Óf er zou bewust een keuze gemaakt moeten worden om één specifieke reiziger te bedienen met een bepaalde dienst. De ambitie van het Expertisecentrum voor Gebruiksgerichte Mobiliteitsdiensten is om bij de ontwikkeling van toekomstige, persoonlijke mobiliteitsdiensten (zoals MaaS) uit te gaan van het reizigersperspectief. Zo zoeken we naar oplossingen die leiden tot een dienst die vanaf de introductie aantrekkelijk, inclusief en gebruiksvriendelijk is.

Referenties

Harms, L., Durand, A., Hoogendoorn-Lanser, S., Zijlstra, T. (2018). *Meer zicht op Mobility-as-a-Service (MaaS)*. Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid. Geraadpleegd van <https://www.kimnet.nl/publicaties/brochures/2018/09/17/meer-zicht-op-mobility-as-a-service>.
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (z.d.). *Mobility as a Service (MaaS): multimodaal reisadvies op maat*. Geraadpleegd op 10

september 2020, van <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/mobiliteit-nu-en-in-de-toekomst/mobility-as-a-service-maaS>.
Sampimon, M. (2020). *Demand Responsive Transport and its non-digital users (Graduation report)*. Technische Universiteit Delft, oktober 2020 (verwacht).
Taylor Parkins, E. (2020). *A roadmap towards a passenger-oriented public transport tariff system (Graduation report)*. Technische Universiteit Delft, juli 2020.

Over de auteurs



Dr. ir. S. Hiemstra-van Mastrigt
Director Seamless Personal Mobility Lab
TU Delft | Industrieel Ontwerpen
S.Hiemstra-vanMastrigt@tudelft.nl

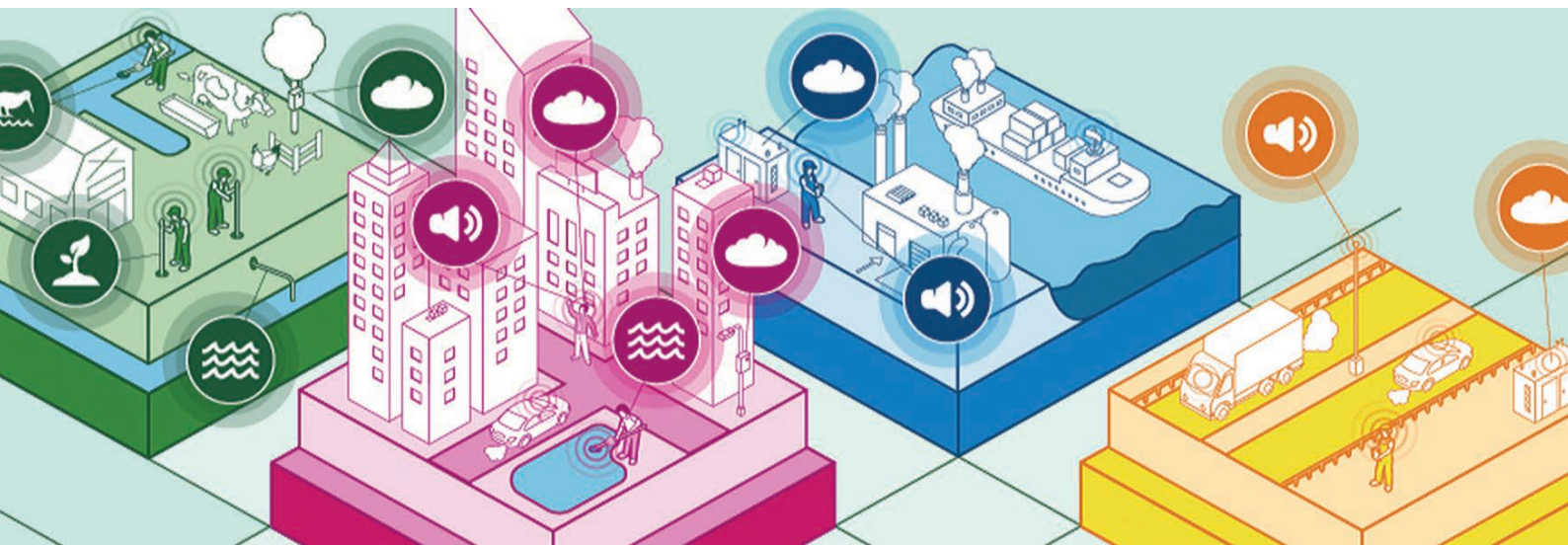


Ir. C. Spaargaren
Onderzoeker Seamless Personal Mobility Lab
TU Delft | Industrieel Ontwerpen

Smart industrial safety and worker health: wearables in the workplace

Onze leef- en werkomgeving heeft invloed op onze gezondheid, maar het nauwkeurig bepalen van persoonlijke blootstelling aan verschillende milieufactoren blijft een uitdaging. Toch is dit wel van belang, omdat bijvoorbeeld de blootstelling aan fijnstof, stikstofdioxide en ozon jaarlijks al leidt tot 12.000 vroegtijdige sterfgevallen in Nederland (Gezondheidsraad, 2018). In werkomgevingen zijn er behalve voor de genoemde stoffen ook nog andere vluchtig organische stoffen en chemicalen waarvan de blootstelling op de korte of lange termijn tot negatieve gezondheidseffecten kan leiden. Ook fysische blootstellingen kunnen negatieve gezondheidseffecten hebben, zoals geluid, UV-straling, elektromagnetische velden en trillingen.

John F.B. Bolte



Hoewel er doorgaans wel gemeten en gemodelleerd wordt wat de blootstellingsintensiteit in een bepaald gebied of productiefaciliteit is, zijn dit vaak stationaire metingen op een bepaalde plek, soms aangevuld met mobiele, precieze instrumenten om te controleren of de wettelijke normen voor blootstelling niet worden overschreden. De huidige metingen van UV en fijnstof, bijvoorbeeld, vinden plaats op vaste locaties met de zonkrachtmetingen door een enkel, nauwkeurig instrument in Bilthoven en met het landelijk meetnet luchtkwaliteit¹ met rond de 70 vaste meetpunten.

Deze meetinstrumenten zijn doorgaans kostbaar en precies, en geven de informatie op een ruimtelijk wijd grid. Al is dit grid de afgelopen jaren iets verdicht door de opkomst van low-cost, relatief onnauwkeurige sensoren die in diverse citizen science-projecten, waarbij mensen de metingen van hun eigen fijnstof of geluidssensoren uploaden, worden ingezet (www.samenmeten.nl). En hoewel er ook binnen locaties diverse netwerken met stationaire sensoren zijn, zijn er veel micro-omgevingen en typische activiteiten met hogere piekblootstellingen (bijvoorbeeld boren en lassen) en is het voor het bepalen van persoonlijke blootstellingen wenselijk om continu metingen op het lichaam te doen.

1 Landelijk Meetnet Lucht RIVM <https://www.luchtmeetnet.nl/kaart>.

Laag-geprijsde, lichte sensoren die continu op het lichaam worden gedragen, zogenoemde wearables, geven de mogelijkheid om een gedetailleerd inzicht in ruimte en tijd over de blootstelling van werknemers te krijgen. Hoewel metingen met wearables vanwege hun relatief hoge onnauwkeurigheid nog niet bruikbaar zijn om de wettelijke limieten te toetsen (Goede et al., 2018; Kuijpers et al., 2018), leveren ze zeker een bijdrage aan werkprotocolverbetering, het opsporen van hoge blootstellingsituaties in plaats en tijd en vroegtijdige waarschuwingssystemen (Bolte et al., 2018; Bolte, 2019).

Als de wearables onnauwkeurig zijn maar wel consistent dezelfde trend bij dezelfde blootstelling meten, zijn ze toch bruikbaar om persoonlijk gedragsadvies te geven. Een associatiemodel kan worden bepaald door deze blootstellingsmetingen te correleren met tijdsreeksen van zelfgerapporteerde gezondheidseffecten (Bogers et al., 2018; Bolte et al., 2019), of zelfs met gelijktijdig objectief gemeten lichaamsparameters, zoals hartslag, ademhalingsfrequentie, oximetrie, huidgeleidbaarheid en beweging (Aliverti, 2017). De volgende stap is om met behulp van machine-learning-technieken dergelijke metingen te gebruiken in persoonlijke predictiemodellen zodat er automatisch persoonlijk alarm en gedragsadvies bij kenmerkende patronen in metingen van blootstelling of lichaamsparameters gegeven kunnen worden.

Hoewel dergelijke predictiemethodes veelbelovend zijn en al algemeen gebruikt worden in sporten als schaatsen en fietsen (zie onder meer: Stetter et al., 2019), zijn er nog ontwikkelingen nodig om wearables in arbeidssituaties in te kunnen zetten. Hierbij zijn naast eisen aan de sensoren, zoals consistente metingen, robuustheid en gevoeligheid, ook de draagbaarheid en het draaggemak zaken die verdere ontwikkeling en protocollen vereisen. Daarnaast is het van belang de privacy-vraagstukken te bekijken, zoals wat de werkgever van een individuele werknemers gezondheid en gedrag mag weten, wie er voor welk tijdvak en waarom toegang tot de data mag hebben, en waar die data voor mag worden ingezet.

Referenties

Aliverti, A. (2017). Wearable technology: role in respiratory health and disease. *Breathe*, 13, e27-e36; <http://doi.org/10.1183/20734735.008417>.

Bogers, R.P., Van Gils, A., Clahsen, S.C.S., Vercrujssse, W., Van Kamp, I., Baliatsas, C., Rosmalen, J.G.M., Bolte, J.F.B. (2018). Individual variation in temporal relationships between exposure to radiofrequency electromagnetic fields and non-specific physical symptoms: A new approach in studying 'electrosensitivity'. *Environment International*, 121, 297-307; <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.08.064>.

Bolte, J.F.B. (2019). *Gezonder werken met slimme systemen: Meten op maat* [Work healthier with smart systems: Tailor-made measurement(s)]. Veiligheidscongres 2019: 2025 – Wat ga ik

anders doen? Nederlandse Vereniging voor Veiligheidskunde (NVVK), 13-14 maart 2019, Arnhem; <https://www.nvvkveiligheidscongres.nl/stream/plenairbolte-hhs-sensoren-meten-op-maat.pdf>).

Bolte, J.F.B., Clahsen, S., Vercrujssse, W., Houtveen, J.H., Schipper, M.A., Van Kamp, I., Bogers, R. (2019). Ecological momentary assessment study of exposure to radiofrequency electromagnetic fields and non-specific physical symptoms with self-declared electrosensitives. *Environment International*, 131(10 pages); <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.104948>.

Bolte, J., Cserbik, D., Gast, L., Haaïma, M., Kuijpers, E., Pronk, A., Den Outer, P., Palmen, N., Van Putten, E., Schaddelee, B., Stege, T., Vonk, J. (2018). *Meten op de Werkplek – Wearables en werkers*. NVvA Symposium 11-12 April 2018, Woudenberg, The Netherlands. (Session N: De opkomst van sensortechnologie; een doorbraak in de arbeidshygiëne? oral N2, 12 April 2018; <https://www.arbeidshygiene.nl/-uploads/files/insite/sessie-n-bolte-john-meten-op-de-werkplek.pdf>).

Gezondheidsraad (2018). *Gezondheidswinst door schonere lucht*. Den Haag: Gezondheidsraad, 2018; publicatienr. 2018/01. Gedownload 10 september 2020 op: <https://www.gezondheidsraad.nl/binaries/gezondheidsraad/documenten/adviezen/2018/01/23/gezondheidswinst-door-schonere-lucht/Gezondheidswinst+door+schonere+lucht+pro.pdf>.

Goede, H., et al. (2018), *Current status and future opportunities for personalized exposure measurements in workers using sensor technology*, Nieuwsbrief van de Nederlandse Vereniging voor Arbeidshygiëne:4e nummer van de nieuwsbrief met thema 'Quantified Self'.

Kuijpers, E., Cserbik, D., Vonk, J., Pronk, A., Bolte, J. (2018). *Applying Low-Cost Sensors for Personal Particulate Matter and Noise Exposure Assessment*. ISES-ISEE 2018, Joint Meeting of International Society of Exposure Sciences and International Society for Environmental Epidemiology, August 26-30, 2018, Ottawa, Canada. (P03.0690).

Stetter, B.J., Ringhof, S., Krafft, F.C., Sell, S., Stein, T. (2019). Estimation of Knee Joint Forces in Sport Movements Using Wearable Sensors and Machine Learning. *Sensors*, 19 (17), 3690; <https://doi.org/10.3390/s19173690>.

Over de auteur



Dr. J.F.B. Bolte
Lector Smart Sensor Systems aan de
De Haagse Hogeschool, Den Haag,
en Senior onderzoeker innovatieve
monitoring bij RIVM, Delft
J.F.B.Bolte@hhs.nl

Vermoeidheid, slaap en werk onder uitdagende omstandigheden

In sectoren als de luchtvaart en zorg wordt personeel blootgesteld aan omstandigheden die vermoeidheid veroorzaken, zoals onregelmatige werktijden, nachtwerk en/of tijdzoneoverschrijdingen. Tegelijkertijd werkt het personeel in stressvolle omstandigheden en kunnen ze zich eigenlijk geen fout veroorloven. Echter, vermoeidheid heeft een nadelig effect op aandacht, concentratievermogen en werkgeheugen. Daarbovenop nemen vermoeide werknemers meer risico, zijn impulsiever, prikkelbaarder, angstiger en/of agressiever. Deze effecten leiden tot verstoringen van het menselijk gedrag op bijna alle domeinen van cognitie en affect (Krause et al., 2017), wat leidt tot een hoger risico op ongevallen en het maken van fouten.

Floris van den Oever

In de transportsector, bijvoorbeeld, is vermoeidheid een oorzakelijke factor in ongeveer 20% van de ongevallen (Marcus & Rosekind, 2017). Ter illustratie, tussen 2000 en 2019 registreerde de National Transportation Safety Board (NTSB) van de Verenigde Staten 37 vliegongelukken waarin vermoeidheid een factor was (Mendonca et al., 2019). Dus, inzicht in de oorzaken, effecten en het voorkomen van vermoeidheid zijn van groot belang, zeker in hoog-risicoberoepen. Zodoende zijn sectoren met hoog-risicoberoepen bezig met vermoeidheid en de mitigatie ervan. De luchtvaartindustrie onderzoekt bijvoorbeeld 'Flight Time Limitations' (FTL), roosters, en 'Fatigue Risk Management Systems' (FRMSs) (EASA, 2019). FRMS is door de International Civil Aviation Organization (ICAO) gedefinieerd als een 'datagestuurd middel voor het continu bewaken en handhaven van aan vermoeidheid gerelateerde veiligheidsrisico's, gebaseerd op wetenschappelijke principes en kennis en op operationele ervaring die tot doel heeft ervoor te zorgen dat relevant personeel op een adequaat niveau van alertheid presteert' (Fatigue Risk Management System (FRMS), 2019). Hierin worden ook 'biomathematische fatigue models' ingezet: voorspellingsmodellen voor vermoeidheid (Caldwell et al., 2009). In de scheepsvaart (Grech, 2016), spoorwegen (Dorrian et al., 2011) en wegtransport (Beggiato et al., 2020) is aandacht voor vermoeidheid gerelateerd aan automatisering, variërende cognitieve belasting en werktijden. In de scheepsvaart wordt vermoeidheid meestal gemanaged via scheepsontwerp, werktijdregelingen en ander operationeel en bemanningsbeleid (Anund et al., 2013). Om vermoeidheid bij treinbestuurders te verminderen wordt in Australië FRMS toegepast (Filtness & Naweed,

2017). Naast transportsectoren, staan vermoeidheidsproblemen ook in de belangstelling in andere industrieën zoals de medische sector (Gifkins et al., 2020) en chemische industrie (Linda et al., 2018; Murray & Thimgan, 2016). In al deze sectoren speelt automatisering ook een belangrijke rol bij vermoeidheid. Hoewel automatisering veel positieve aspecten heeft voor hoog-risicoberoepen, kan het monotonie verhogen en slaperigheid, vermoeidheid en werkdruk maskeren (Gawron, 2019). Volgens Higgins et al. (2017) is een holistische benadering nodig om te mitigeren, onder andere door middel van FRMS, technologieën en infrastructuur.

Hoewel veel aandacht wordt besteed aan vermoeidheid, blijven de negatieve gevolgen van vermoeidheid veelvoorkomend (International Maritime Organization, 2019; International Transport Forum, 2017; NTSB, 2016; Sagherian et al., 2018). Een belangrijke uitdaging op het gebied van vermoeidheid in alle sectoren is meegroeien met technische ontwikkelingen en automatisering en de bijkomende veranderende rol van operators. Een andere uitdaging is het gebruiken van technische ontwikkelingen om vermoeidheid te monitoren en mitigeren; systemen hiervoor zijn nog in een vroeg stadium van ontwikkeling en moeten getest worden op validiteit en betrouwbaarheid (Higgins et al., 2017). Een laatste uitdaging is het onderzoeken van de validiteit van biomathematische modellen, welke vaak onvoldoende getest zijn (James et al., 2018).

Sectoren die aandacht besteden aan vermoeidheidsmitigatie kunnen van elkaar leren. In de luchtvaart en scheepsvaart is bijvoorbeeld veel ervaring met FRM (EASA, 2019; Grech, 2016), terwijl de autoindustrie veel



kennis opbouwt in het monitoren en het voorspellen van vermoeidheid (Beggiato et al., 2020) en de medische sector onderzoek doet naar ploegendiensten en onregelmatige werktijden (Gifkins et al., 2020). Om die uitwisseling verder gestalte te geven, bespraken we tijdens het Human Factors NL Jaarcongres wat vermoeidheid is, hoe het wordt veroorzaakt en wat de gevolgen ervan zijn. Pieter Helmhout, Gezondheidswetenschapper bij Defensie, besprak vermoeidheid én slaapdeprivatie (VSD) van het individu in operationele, grondgebonden omstandigheden. Marinka Flaming, Senior Risk Analyst bij KLM, belichtte vermoeidheid vanuit het perspectief van de luchtvaart.

Referenties

- Anund, A., Fors, C., Hallvig, D., Åkerstedt, T., & Kecklund, G. (2013). Observer Rated Sleepiness and Real Road Driving: An Explorative Study. *PLoS ONE*, 8(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0064782>.
- Beggiato, M., Rauh, N., & Krems, J. (2020). Facial Expressions as Indicator for Discomfort in Automated Driving. In T. Ahram, W. Karwowski, A. Vergnano, F. Leali, & R. Taiar (Eds.), *Intelligent Human Systems Integration 2020* (Vol. 1131, pp. 932–937). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-39512-4_142.
- Caldwell, J.A., Mallis, M.M., Caldwell, J.L., Paul, M.A., Miller, J.C., & Neri, D.F. (2009). Fatigue Countermeasures in Aviation. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 80(1), 29–59. <https://doi.org/10.3357/ASEM.2435.2009>.
- Dorrian, J., Baulk, S.D., & Dawson, D. (2011). Work hours, workload, sleep and fatigue in Australian Rail Industry employees. *Applied Ergonomics*, 42(2), 202–209. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2010.06.009>.
- EASA. (2019). Effectiveness of Flight Time Limitations (FTL) (TE GEN.00400-004). <https://www.easa.europa.eu/document-library/general-publications/effectiveness-flight-time-limitation-ftl-report>.
- Fatigue Risk Management System (FRMS). (2019, July 30). SKYbrary. [https://www.skybrary.aero/index.php/Fatigue_Risk_Management_System_\(FRMS\)#:~:text=A%20Fatigue%20Risk%20Management%20System,performing%20at%20adequate%20levels%20of](https://www.skybrary.aero/index.php/Fatigue_Risk_Management_System_(FRMS)#:~:text=A%20Fatigue%20Risk%20Management%20System,performing%20at%20adequate%20levels%20of)
- Filtness, A.J., & Naweed, A. (2017). Causes, consequences and countermeasures to driver fatigue in the rail industry: The train driver perspective. *Applied Ergonomics*, 60, 12–21. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2016.10.009>.
- Gawron, V. (2019). *Automation in Aviation-Accident Analyses* (No. MTR190013). MITRE Center for Advanced Aviation System Development.
- Gifkins, J., Johnston, D.A., Loudoun, A. Prof. R., & Troth, Prof. A. (2020). Fatigue and Recovery in Shiftworking Nurses; A scoping literature review. *International Journal of Nursing Studies*, 103710. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2020.103710>.
- Grech, M. (2016). Fatigue Risk Management: A Maritime Framework. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(2), 175. <https://doi.org/10.3390/ijerph13020175>.
- Higgins, J.S., Michael, J., Austin, R., Åkerstedt, T., Van Dongen, H.P.A., Watson, N., Czeisler, C., Pack, A.I., & Rosekind, M.R. (2017). Asleep at the Wheel-The Road to Addressing Drowsy Driving. *Sleep*, 40(2). <https://doi.org/10.1093/sleep/zsx001>.
- International Maritime Organization. (2019). *Guidelines on Fatigue* (MSC.1/Circ.1598; p. 62). International Maritime Organization.
- International Transport Forum. (2017). *Road Safety Annual Report 2017*. OECD. <https://doi.org/10.1787/irtad-2017-en>.
- James, F.O., Waggoner, L.B., Weiss, P.M., Patterson, P.D., Higgins, J.S., Lang, E.S., & Van Dongen, H.P.A. (2018). Does Implementation of Biomathematical Models Mitigate Fatigue and Fatigue-related Risks in Emergency Medical Services Operations? A Systematic Review. *Prehospital Emergency Care*, 22(sup1), 69–80. <https://doi.org/10.1080/10903127.2017.1384875>.
- Krause, A.J., Simon, E.B., Mander, B.A., Greer, S.M., Saletin, J.M., Goldstein-Piekarski, A.N., & Walker, M.P. (2017). The sleep-deprived human brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 18(7), 404–418. <https://doi.org/10.1038/nrn.2017.55>.
- Linda, D., Nsikak, N., Afolabi, I., Folusho, A., Nayagawa, M.J., Chima, E., & Suleiman, A. (2018). Fatigue Risk Management: Effective Solution to Workplace Stress in the Petroleum Industry. SPE Nigeria Annual International Conference and Exhibition. SPE Nigeria Annual International Conference and Exhibition, Lagos, Nigeria. <https://doi.org/10.2118/193418-MS>.
- Marcus, J.H., & Rosekind, M.R. (2017). Fatigue in transportation: NTSB investigations and safety recommendations. *Injury Prevention*, 23(4), 232. <https://doi.org/10.1136/injuryprev-2015-041791>.
- Mendonca, F., Keller, J., & Lu, C. (2019). Fatigue Identification and Management in Flight Training: An Investigation of Collegiate Aviation Pilots. *International Journal of Aviation, Aeronautics, and Aerospace*. <https://doi.org/10.15394/ijaaa.2019.1365>.
- Murray, S.L., & Thimman, M.S. (2016). *Human Fatigue Risk Management: Improving Safety in the Chemical Processing Industry*. Elsevier Science. <http://sbiproxy.uqac.ca/login?url=http://international.scholarvox.com/book/88833667>.
- NTSB. (2016). *Reduce Fatigue-Related Accidents*. National Transportation Safety Board.
- Sagherian, K., Zhu, S., Storr, C., Hinds, P.S., Derickson, D., & Geiger-Brown, J. (2018). Bio-mathematical fatigue models predict sickness absence in hospital nurses: An 18 months retrospective cohort study. *Applied Ergonomics*, 73, 42–47. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2018.05.012>.

Over de auteurs



F. van den Oever Msc.
Koninklijk Nederlands Lucht- en
Ruimtevaart Centrum (NLR)
Afdeling Aerospace Operations Training
& Simulation (AOTS)
Amsterdam
floris.van.den.oever@nlr.nl

Genomineerden Human Factors NL

Naam: Else Voortman
Studie: BSc. Fysiotherapie
Project: Het ontwikkelen en toetsen van een interventie om medewerkers van TKF bewuster te maken van hun vitaliteit.
Mail: else@preventiv.nl
Huidig werk: Gestart met Preventiv – Preventiv helpt bedrijven te transformeren naar een vitale organisatie met vitale medewerkers. www.preventiv.nl



Introductie

De afgelopen jaren heeft er binnen organisaties in Nederland een verschuiving plaatsgevonden van 'ziekte denken' naar 'gezondheid denken'. Organisaties zijn steeds meer bezig met ziektepreventie en de medewerker zo gezond mogelijk houden, in plaats van het zo snel mogelijk re-integreren van een zieke medewerker. Het begrip 'vitaliteit' speelt hierin een grote rol. Ook bij de Twentse Kabelfabriek (TKF) verschuift het personeelsbeleid en is er door middel van een Preventief Medisch Onderzoek (PMO) duidelijk geworden dat de productiemedewerkers in ploegendiensten een verhoogd risico hebben op hart- en vaatziekten. Een gezonde leefstijl kan dit risico verminderen, maar wat doe je als medewerkers hier niet voor open staan? De doelstelling van dit onderzoek was het ontwikkelen en toetsen van een interventie om medewerkers van TKF bewuster te maken van hun leefstijl (bewegen, voeding en gedrag).

Methode

Het kwantitatieve onderzoek betreft een Pretest-Posttest Design zonder controlegroep. De onderzoeksgroep (n=102) werd gemeten aan de hand van drie vragenlijsten: IPAQ (beweeggedrag), ESOCQ (fase van gedragsverandering) en een voedingsvragenlijst. Voor het innovatieproces werd gebruik gemaakt van de Design Thinking-methode. Dit is een ontwerpstrategie met een kort-cyclisch karakter.

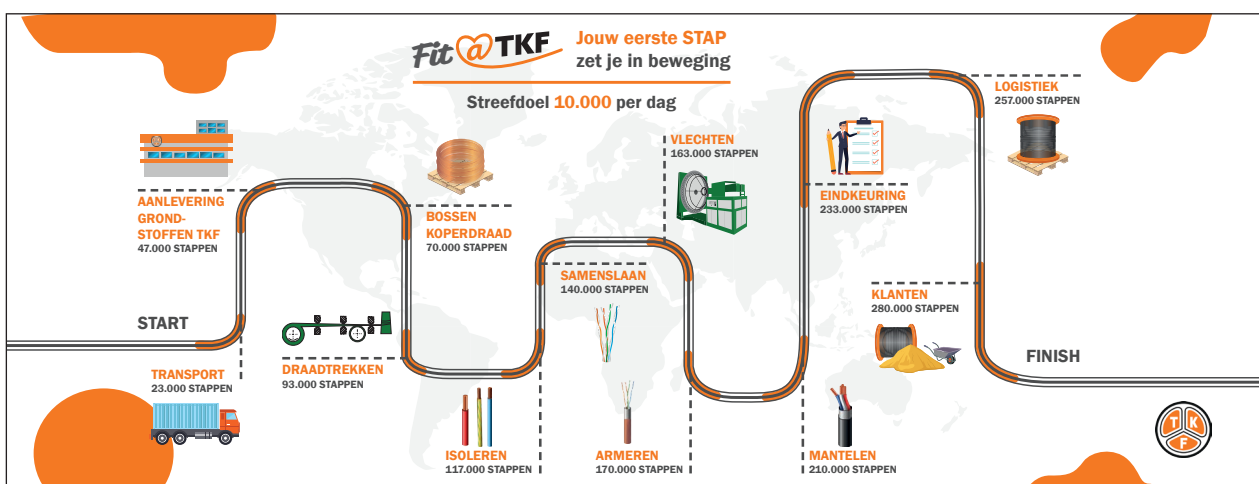
Resultaten

Aan de hand van de innovatiemethode is er een competitief spel met een 'fun' factor ontworpen. N=102 Medewerkers werden met behulp van een stappenteller gedurende één maand, iedere dag uitgedaagd om tienduizend stappen te zetten en twee stuks fruit te eten. De resultaten werden per ploeg verwerkt op het spelbord, dat het productieproces binnen TKF weergeeft. Aan het einde van de maand werd de ploeg met de hoogste score beloond.

Figuur 1. Spelbord jouw eerste stap zet je in beweging. De onderzoeksresultaten (n=30 complete datasets) laten een significante positieve verandering van beweeggedrag zien. De fase van gedragsverandering lijkt verbeterd. Die verandering is echter niet significant. De voedingsvragenlijst is niet statistisch getoetst, maar er lijkt een verbetering zichtbaar m.b.t. fruit- en groente inname. Tijdens de evaluatie (n=50) is duidelijk geworden dat de medewerkers door het spel gezonde keuzes leuk begonnen te vinden en dat ze zich bewuster zijn geworden van hun beweeg- en eetgedrag.

Conclusie en Discussie

De op-maat-gemaakte interventie zorgt voor een verbetering op het gebied van leefstijl en beweeggedrag bij de onderzochte afdeling van TKF. Door een kleine onderzoeksgroep en het ontbreken van een controlegroep zijn generalisaties en directe causale verbanden van deze studie beperkt. Vervolgonderzoek met een grotere populatie, controlegroep en quasi-randomisatie moet uitwijzen of de gemeten effecten generaliseerbaar zijn.



Scriptieprijs 2020

Naam: Sefora Tunc
Studie: MSc. Industrial Design Engineering
Project: Ibilight: Promoting social cohesion amongst older adults
A scenario-based design approach for co-designing remotely
Mail: s.s.s.tunc@utwente.nl
Huidig werk: University of Twente

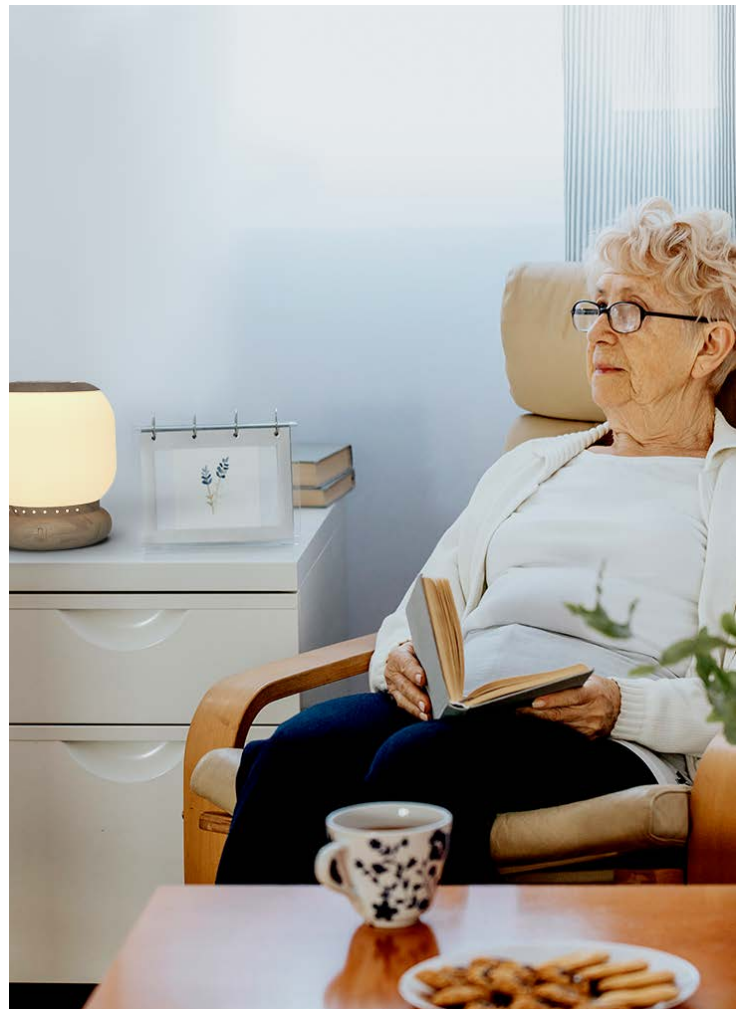


Loneliness amongst older adults has grown to be a major health concern. It has been found to promote depression, impaired cognitive performance, dementia progression and is associated with poorer health practices, such as lack of physical activity. Therefore, late-life loneliness is increasingly recognised as a health problem with more than half of the Dutch elderly being lonely, which is predicted to increase in the future (Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport, 2018).

To counter this trend, the European research project PHArA-ON aims to develop digital services and products to enhance the living quality of Europe's ageing population. This thesis contributed to the research efforts of the Dutch PHArA-ON pilot site by employing a variety of methods to design products and services with older adults. It demonstrates the use of participatory design approaches to come to a solution that is tailored to their needs and wishes. However, considering the very topical implications of COVID-19, traditional co-design activities that require us to be physically present were no longer possible without endangering the health and safety of older adults. This required re-evaluation of the situation and rapid innovation and adaptation to novel co-design methods, such as co-designing remotely.

This resulted in a collaboration with the local newspaper, called "Project Neenzaam". Readers were encouraged to draw inspiration from previous research efforts, disguised as dilemmas and come up with solutions formulated as stories. After two weeks, 71 responses were collected from people aged 36 to 91 years-old and results indicated three main causes for loneliness: shame, prejudice, and loss. These three elements appeared to lead to an identity crisis which causes older adults to self-sabotage into choices that fuel loneliness. To overcome these challenges, participants indicated that confidence played an important factor.

To enhance confidence of older adults, the care and love of dear ones was amplified through the implementation of an awareness system, i.e. a presence light that allows for micro-interactions throughout the day, called ibilight.



The ibilight uses tangible interaction and has multisensory cues to help older adults recognise notifications sent by their loved ones. It provides the older adult with a feeling of safety, and support, knowing that someone is turning on the light and watching out for them. At the same time, they can easily reach out in times of loneliness, being a bridge to verbal communication channels. Especially in the evening, when loneliness is most prevalent.

Citizen Science en Participatieve Ergonomie

Eind oktober vond het jaarlijkse Design Research and Innovation Festival *DRIVE* plaats. Citizen Science kwam bijna dagelijks ter sprake in de verschillende talkshows over onder andere de gezondheidszorg, mobiliteit en veiligheid. Het is een aanpak die aanspreekt én veel raakvlakken heeft met methoden uit het human factors vakgebied, met name met de participatieve ergonomie.

Citizen Science, oftewel burgerwetenschap, is "wetenschappelijk onderzoek dat in zijn geheel of gedeeltelijk wordt uitgevoerd door vrijwilligers, vaak in samenwerking met of onder begeleiding van wetenschappers met een professionele aanstelling" (Wikipedia). De European Citizen Science Association heeft 10 principes opgesteld waar onderzoek aan moet voldoen om Citizen Science genoemd te mogen worden (ecsa.citizen-science.net). De meest onderscheidende daarvan zijn (1) burgers hebben een betekenisvolle rol in het project en fungeren als bijdragers, medewerkers of projectleider; (2) het onderzoek levert nieuwe kennis of inzichten op; en (3) burgerwetenschappers hebben baat bij deelname, bijvoorbeeld door bij te dragen aan wetenschappelijk bewijs voor lokale, nationale of internationale kwesties en daardoor mogelijk het beleid te beïnvloeden. Citizen Science wordt momenteel vooral toegepast voor klimaat-gerelateerde programma's en public health thema's als eenzaamheid en leefstijl (met name beweging en voeding), maar er ontstaan steeds meer initiatieven op andere terreinen zoals de gezondheidszorg en werk.

De kracht van Citizen Science is dat de actieve deelname van burgers in onderzoek meer draagvlak creëert voor veranderingen op maatschappelijk niveau. En dat is precies wat ook in de participatieve ergonomie wordt nagestreefd: het aanpassen van de omgeving aan de mens samen met de juiste betrokkenen, zodat oplossingen worden ontwikkeld die beter passen in de vaak complexe werkelijkheid en de kans op acceptatie van de voorgestelde oplossingen wordt vergroot (Huysmans et al, 2016; Vink et al, 1992). Een goed voorbeeld van toepassing van participatieve ergonomie is de 'Multidisciplinaire leidraad participatieve aanpak op de werkplek', ontwikkeld (participatief uiteraard) door Maaïke Huysmans en collega's van de afdeling Public and Occupational Health van Amsterdam UMC, gericht op het bevorderen van de gezondheid en veiligheid op de



werkplek (Huysmans et al, 2016). Het werk van collega Mandy van den Berge gaat door op dit thema vanuit een Citizen Science perspectief (van den Berge et al, 2020). Interessant om te kijken waar en hoe de twee aanpakken elkaar kunnen versterken.

Kortom, hou de ontwikkelingen rondom Citizen Science in de gaten. Het enthousiasme voor dit nieuwe concept inspireert en illustreert de groeiende, brede belangstelling voor een participatieve mens-gerichte aanpak. En doe als burger eens mee aan een onderzoeksproject via de site iedereenwetenschapper.be; meet decibellen met je smart phone om bij te dragen aan onderzoek over geluidsoverlast, bepaal welk type slaper je bent voor onderzoek naar slapeloosheid, of voer een taak uit terwijl je je geheugen traint voor onderzoek naar multitasken. En denk dan gelijk na over een eigen Human Factors NL onderzoek dat we zouden kunnen uitzetten. Wie heeft er ideeën?

Marijke Melles - voorzitter@humanfactors.nl