

# Gezondheid en comfort in kantoren

Relaties tussen binnenmilieucondities enerzijds en gezondheid en comfort van kantoormedewerkers anderzijds zijn complex. Veel prikkels of stressoren kunnen zowel kortdurende als langdurende effecten veroorzaken. Maar het is ingewikkeld om relevante relaties te leggen tussen deze effecten en metingen van de chemische en fysische binnenmilieuparameters. Het lijkt noodzakelijk om de procedures voor binnenmilieuonderzoek te verbeteren. Dit kan de kans op een succesvolle bepaling van oorzaak/effect-relaties in toekomstige binnenmilieustudies vergroten.

Dr.ir. P.M. (Philomena) Bluysen en Y (Yvonne) de Kluienaar, TNO, Delft

## ■ INLEIDING

Eerdere studies hebben aangetoond hoe complex relaties tussen binnenmilieucondities enerzijds en gezondheid en comfort van kantoormedewerkers anderzijds kunnen zijn. Er zijn veel prikkels (stressoren) in gebouwen (zoals thermische factoren, lichtaspecten, vocht, schimmel, lawaai en trillingen, straling, chemische stoffen en deeltjes) die effecten additief of door ingewikkelde interacties (synergistisch of antagonistisch) kunnen veroorzaken. Het is aangetoond dat blootstelling aan deze stressoren zowel kortdurende als langdurende effecten te weeg kunnen brengen. Een hele reeks van effecten zijn met deze stressoren geassocieerd, zoals het Sick Building syndroom, gebouwgerelateerde ziekten en productiviteitsverlies. Recente studies laten zien dat binnenmilieucondities ook geassocieerd worden met mentale effecten, ziekten die langer de tijd nodig hebben om zich te openbaren (zoals hart- en vaatziekten en een variëteit aan astma gerelateerde gezondheidseffecten) of obesitas [1].

Het leggen van relevante relaties tussen metingen van chemische en fysische binnenmilieuparameters (als indicatoren voor stressoren) en effecten blijft moeilijk. Dit ondanks dat eerdere studies relaties hebben

aangetoond tussen binnenmilieustressoren en comfort, gezondheid en productiviteit in een kantooromgeving [2]. Niet alle interacties of mechanismen die plaatsvinden tussen de bronnen die de stressoren veroorzaken, tussen de stressoren, en tussen de stressoren en de blootgestelde personen, zijn eenvoudig te herkennen. Daarom zijn er ook *short-cuts* genomen. In een short-cut worden gebouweigenschappen (zoals het aanwezig zijn van een airconditioningsysteem) of genomen maatregelen (zoals het hebben van een onderhoud- of schoonmaakschema) direct gerelateerd aan comfort en/of gezondheidsklachten van kantoormedewerkers [3]. Het is echter noodzakelijk de 'juiste' informatie te verzamelen om een dergelijke patroonherkenning goed te kunnen uitvoeren. Binnen de gangbare manier van onderzoeken in gebouwen gebeurt dat mogelijk onvoldoende. Er bestaat behoefte aan verbetering van dit onderzoek. De volgende vragen lijken hiervoor relevant:

- *menselijk model*: hoe en wanneer reageren mensen op externe prikkels (stressoren)?
- *informatie*: welke parameters of indicatoren kunnen worden gebruikt om die reacties of effecten te verklaren?
- *beoordeling*: welke methoden/technieken kunnen worden toegepast om die reacties of

effecten te meten en te beoordelen?

In de navolgende studie is een poging gewaagd om deze vragen te beantwoorden aan de hand van beschikbare informatie, afkomstig uit verschillende vakgebieden.

## ■ MENSELIJK MODEL

Stressoren (zowel psychosociaal als fysiek) kunnen een onbalans van de menselijke systemen (lichaam-brein) veroorzaken. Dit hangt af van de wijze waarop het lichaam en brein met acute of chronische stress omgaat. Die onbalans kan fysiologische, fysieke en psychologische veranderingen (onmiddellijk of na enige tijd) veroorzaken. Persoonlijke factoren, zoals persoonlijkheid en emotionele toestand, maar ook eerdere en verwachte (geanticipeerde) blootstellingen en gebeurtenissen kunnen de perceptie, de verwerking en de reactie op die stressoren beïnvloeden. Figuur 1 geeft een schematisch overzicht van dit lichaam- en breinmodel met stressoren, van invloed zijnde factoren en reacties.

### Menselijke systemen

Menselijke blootstellingen aan externe stressoren (fysieke en/of psychosociale) vinden voornamelijk plaats via de zintuigen (bewust

of onbewust). Receptoren in ons zenuwstelsel ontvangen zintuiglijke informatie als sensaties via de ogen, oren, neus en huid, versterkt door lichamelijke processen zoals ademhaling, inslikken en huidcontact. Deze stressoren kunnen alle drie de beheerssystemen van het lichaam (het zenuwstelsel, het immuunsysteem en het endocrien systeem) beïnvloeden en zowel mentale als fysieke effecten tot gevolg hebben. Onze emoties en beoordelingen worden beheerst door het limbisch systeem (onderdeel van het centrale zenuwstelsel) en andere delen van ons brein. En het autonoom zenuwstelsel houdt de parasympathetische en sympathetische activiteiten in balans. De verdediging van ons menselijk lichaam tegen (potentiële) bedreigingen voor de gezondheid (e.g. irritatie, allergie, infectie, toxiciteit) veroorzaakt door stressoren uit de omgeving worden beheerst (of beter bestreden) door het immuunsysteem, dat cytokines produceert en transporteert via het lymfesysteem. Daarnaast verzorgt het endocriensysteem de randvoorwaarden voor 'beheersing' van omgevingsstressoren door het immuun- en het limbisch systeem. Het endocrien systeem ontvangt en verzendt informatie via bloedvaten naar de endocriene klieren, die op hun beurt specifieke hormonen aanmaken.

Interacties kunnen optreden tussen stressoren in complexe blootstellingsituaties, evenals tussen lichamelijke reacties op de blootstelling. Onze zintuigen nemen individueel waar, maar interpretatie vindt samen plaats. Alle wegen van blootstelling (zowel fysiologisch als psychologisch) en alle interacties tussen en in de menselijke systemen kunnen daarom in principe van belang zijn bij het beoordelen van het effect (of effecten) van een binnenmilieusituatie.

### Reacties

De meesten onder ons zijn bekend met een aantal reacties van het menselijk lichaam op bepaalde stressoren. Die reacties kunnen zijn: zweten wanneer het warm is, ogen sluiten bij scherp licht, oren bedekken bij hard geluid, tijdelijk stoppen met ademen bij een vieze geur, allergisch reageren op pollen, bepaalde beschermmechanismen van het immuunsysteem bij een beschadiging van het epithelium (de 'huid' van een orgaan) of zelfs chronische ziekteverschijnselen zoals astma. Voor elk van deze reacties kan gezegd worden dat externe stressoren (voornamelijk fysieke stressoren) een onbalans in de menselijke systemen teweeg kunnen brengen. Dit komt tot uiting in veranderingen in de productie van hormonen en/of cytokinen en/of andere fysiologische processen, die tot doel hebben de balans te herstellen. Die 'stress' veroorzakende externe

stressoren kunnen de mogelijkheid van het lichaam om zichzelf te verdedigen tegen externe uitdagingen verzwakken en daardoor uiteenlopende ziekten tot gevolg hebben. Externe stressoren (fysieke of psychosociaal) kunnen op korte termijn zorgen dat het bijniermerg adrenaline produceert en daarmee het lichaam voorbereidt op actie (vecht-of-vlucht) (door het aanmaken van noradrenaline via het sympathetisch zenuwstelsel). Indien de stressor gedurende een korte tijd en met een laag waargenomen intensiteit plaatsvindt, zal het parasympathetisch zenuwstelsel zorgen dat de balans herstelt wordt. Als stress (prikkeling) echter doorgaat, zullen antistresshormonen, zoals cortisol, worden geproduceerd. Hierdoor neemt een aantal fysiologische mechanismen in intensiteit toe (e.g. hartslag, ademhaling, slagaderlijk vaatverwijding naar in werking zijnde spieren, vaatvernauwing naar niet-werkende spieren, en verkleinen pupillen en bronchiën). Tijdens acute stress zal het parasympathetisch zenuwstelsel zich terugtrekken (oftewel in rust-en-herstel verkeren) en de parasympathetisch-sympathetische balans zal dan neigen naar sympathetische dominantie. Herhaald voorkomen van deze sympathetische dominantie kan de processen die geregeld worden door het parasympathetisch zenuwstelsel behoorlijk beïnvloeden.

Eén van de hormonen die met name de aandacht in de literatuur heeft gekregen, is cortisol. Het wordt gesuggereerd dat [4]:

- te veel cortisol het immuunsysteem kan verzwakken, wat eindelijk kan leiden tot hypertensie en vaatziekten;
- hoge niveaus cortisol in combinatie met een dominant sympathetisch zenuwstelsel bij kunnen dragen aan veranderingen in het koolhydraat- en vetmetabolisme (obesitas), en kunnen leiden tot gevoelens van angst

(bezorgdheid), depressie en hartziekten;

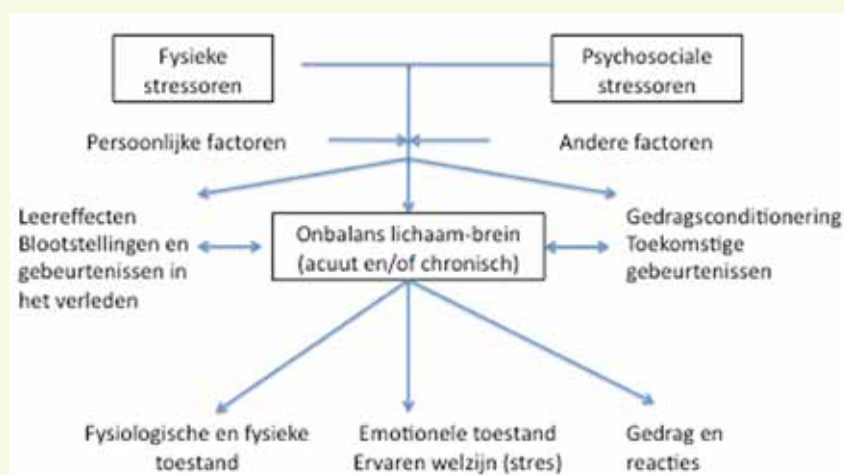
- lage cortisolproductie (waardoor het immuunsysteem overactief wordt) in combinatie met een overactief sympathetisch systeem, moeheid, allergieën, astma en gewichtstoename tot gevolg kan hebben.

Over- of onderproductie van bepaalde stoffen in ons lichaam, direct of indirect ingegeven door over- of onderstimulatie van externe stressoren, kan onze systemen verzwakken of zelfs beschadigen.

### Stressoren

Het is aangetoond dat bepaalde stressoren een onbalans van de hiervoor beschreven systemen kunnen veroorzaken. Bijvoorbeeld voor luchtkwaliteit zijn deeltjes van fijnstof intensief bestudeerd. Fijnstof kan via verschillende routes invloed uitoefenen op die balans, zowel direct als indirect. De meest beschreven route is via oxidatieve stress en ontstekingsreacties. Recent is aangetoond dat blootstelling aan fijnstofdeeltjes wanneer deze eenmaal onze hersenen binnendringen, de balans tussen de sympathetische and parasympathetische activiteit mogelijk verstoren [5]. Een andere groep van verontreinigingen die veel aandacht heeft gekregen, zijn de ftalaten of weekmakers. Fthalaten worden ervan verdacht het endocrien systeem te verstoren ('endocrine disruptors') [6].

Ook voor lawaai zijn er verschillende mechanismen/routes bestudeerd. Blootstelling aan lawaai is geassocieerd met veranderingen in stresshormoonniveaus maar ook met metabolische en bloeddrukveranderingen [e.g. 7]. En in een recente studie is aangetoond dat blootstelling aan lawaai in de nacht de parasympathetisch-sympathetische balans kan verstoren [8].



-Figuur 1- Onbalans van de menselijke systemen: stressoren, factoren en reacties

Een ander voorbeeld is de relatie tussen verlichting en productie van melatonine (een hormoon die een rol speelt bij het slaap/waak-ritme en bovendien een belangrijke antioxidant). Onderzoek aan biologische lichtbehoefte heeft aangetoond dat onjuiste verlichting kan leiden tot slaapverstoringen, (winter)depressie en concentratieverlies [9]. Psychosociale stressoren kunnen de hele gemeenschap betreffen of op individueel niveau worden ingestoken. Psychosociale stressoren vanuit de gemeenschappen zijn bijvoorbeeld drukte, sociale disorganisatie, angst en economisch verlies. Financiële moeilijkheden, sociaal economische status, werkomstandigheden maar ook belangrijke gebeurtenissen in het leven (zoals ontslag of overlijden van een familielid), kunnen als individuele psychosociale stressoren worden bestempeld. Psychosociale stressoren kunnen net zoals fysieke stressoren de balans van de systemen beïnvloeden. Volgens een aantal onderzoekers zouden psychosociale stressoren zowel de blootstelling aan als gevoeligheid voor fysieke stressoren kunnen beïnvloeden [10], [11]. Dit betekent dat bij een onderzoek naar oorzaken van gezondheids- en comforteffecten in een kantoorgebouw, zowel psychosociale als fysieke stressoren potentieel relevant zijn om mee te nemen.

### Factoren

Hoe wij onze omgeving beoordelen en erop reageren, hangt niet alleen af van de betrokken externe stressoren, maar ook van verschillende factoren, zoals persoonlijke factoren, andere factoren (bijvoorbeeld tijd van de dag, seizoen,...) en eerdere blootstellingen en ervaringen [12], [13]. Onder persoonlijke factoren die een relatie kunnen hebben met blootstelling en/of reactie/effect vallen: demografische factoren (e.g. sekse, leeftijd), levensstijl (e.g. roken, alcohol of koffiegebruik, fysieke activiteit), sociaaleconomische factoren (e.g. opleiding, inkomen), medische familiegeschiedenis en erfelijkheid, reeds bestaande gezondheidstoestand, (dagelijkse of wekelijkse) gedragspatronen, en emotionele toestand (toestand van het moment) en persoonlijkheid (karakter). Persoonlijkheidskenmerken zijn karaktereigenschappen die redelijk stabiel zijn en verklaren: *hoe respondenten zich 'in het algemeen' voelen*, terwijl een emotionele toestand, iets zegt over: *hoe respondenten zich 'nu, op dit moment' voelen*.

Sommige onderzoekers nemen aan dat door zowel gunstige als ongunstige gebeurtenissen individuen tijdelijk af kunnen wijken van hun eigen basisniveaus (karakter), maar met de tijd weer terugkeren [14]. Anderen lijken overtuigd dat dit afwijken niet altijd tijdelijk is maar ook

permanent kan zijn en dat dit veroorzaakt wordt door belangrijke neurobiologische mechanismen die blijvende fysiologische en psychologische veranderingen teweeg kunnen brengen (bijvoorbeeld blijvende veranderingen in niveaus van 'signaalstoffen' (zoals cytokines, hormonen), gedrag en fysieke reacties). Die mechanismen zouden kunnen leiden tot onbewuste gedragsconditionering en soms ongewilde leereffecten (psychologisch en fysiologisch) en zelfs tot een verkeerde toewijzing van een symptoom door de hersenen [12]. Een voorbeeld van een dergelijk ongewenst leereffect is aangetoond in een studie waarbij astmatische patiënten eenzelfde allergische aanval ervoeren bij een oplossing zonder toevoeging van allergenen, nadat ze eerst verschillende malen waren blootgesteld aan dezelfde oplossing maar dan met toevoeging van allergenen [12].

### INFORMATIEVERZAMELING

Uit de beschrijving van het menselijke model volgt dat een omvangrijk geheel aan stressoren, processen, factoren en aspecten die van invloed zijn op de gezondheids- en comforteffecten, potentieel relevant zijn om mee te nemen. Dit om het mogelijk te maken die effecten te meten en te beoordelen. De 'relevante' informatie die nodig is om die bepaling succesvol te maken, kan in principe uit drie bronnen worden verkregen:

1. *de mens en systemen*: verschillende soorten informatie over hoe ons lichaam stress verwerkt en op stress reageert;
2. *het binnenmilieu en de gebouwde omgeving*: eigenschappen en processen die de fysieke stressoren en factoren veroorzaken en beïnvloeden;
3. *de psychosociale omgeving*: eigenschappen en processen die de psychosociale stressoren en factoren veroorzaken en beïnvloeden.

Voor elk van deze bronnen van informatie, zijn verschillende bepalingstechnieken beschikbaar of worden deze onderzocht. Ze kunnen als volgt worden ingedeeld:

- *medisch onderzoek*: het verzamelen van informatie over de fysieke en fysiologische toestand (objectieve reacties/effecten) van het lichaam en haar systemen;
- *vragenlijstonderzoek*: het verzamelen van informatie over bijvoorbeeld emotionele toestand, persoonlijkheidskenmerken en andere persoonlijke aspecten, beschrijvende (subjectieve) informatie over fysieke- en psychosociale stressoren en factoren, over eerdere gebeurtenissen en blootstellingen, en (tot op zekere hoogte) over gedragingen en reacties in de tijd;

- *observatie/registratie*: het verzamelen van informatie over mogelijke fysieke en psychosociale stressoren en factoren, over wat mensen doen (activiteitenpatroon, slaappatroon) en hoe men reageert op bepaalde situaties (gebeurtenissen).

### Medisch onderzoek

Medisch onderzoek kan bestaan uit het bepalen van duidelijke fysieke en fysiologische reacties. Het gebruik van subtiele fysiologische reacties om fysiologische veranderingen waar te nemen, zoals reactie op acute of chronische stress, is een relatief nieuwe benadering in het binnenmilieu-onderzoeksgebied. Tot nu toe heeft het accent vooral op duidelijk zichtbare fysieke reacties en/of op (zelfgerapporteerde) symptomen en klachten gelegen. In de medische wereld zijn een hele reeks van indicatoren beschikbaar om veranderingen van de balans van de systemen als gevolg van blootstelling aan stressoren te volgen. Om de werking van het zenuwstelsel te volgen kunnen bijvoorbeeld veranderingen in de eigenschappen van de hartslag worden gemeten, voor het immuunsysteem zijn verschillende cytokines geassocieerd met fysiologische reacties (bijv. IL-6), en voor het endocriene systemen wordt bijvoorbeeld cortisol gemeten, maar ook andere stresshormonen. Maar er zijn ook indicatoren bekend die direct met een specifieke stressor worden gecorreleerd, zoals NO in adem als indicator voor luchtweginfecties, vingertemperatuur als een maat voor thermische sensatie of veranderingen in de temperatuur van de hersenen (met een EEG) als reactie op temperatuurveranderingen van de omgeving. Het gebruik van dergelijke indicatoren (uitgebreid beschreven in [1]), die langzaam haar introductie kent in de binnenmilieu-onderzoeksterrein, biedt nieuwe mogelijkheden om de kwaliteit van het binnenmilieu in relatie tot het welzijn van de bewoners te onderzoeken. De toepasbaarheid van deze indicatoren is echter afhankelijk van de gevoeligheid, specificiteit en biologische intra- en interpersoonlijke variatie. Ook kunnen er praktische, financiële en ethische beperkingen zijn. En men moet zich bewust zijn van het feit dat sommige indicatoren (bijv. cortisol in bloed of speeksel) in de tijd aan verandering onderhevig zijn (i.e. 24-uurs ritme) [15]. De meest gebruikte fysiologische indicatoren worden toegepast om acute reacties op veranderingen in de omgeving te meten. De toepasbaarheid van indicatoren om reacties op chronische stress (bijv. cortisol in haar), maar ook de effecten van acute stress op lange termijn (bijv. cholesterol in bloed of speeksel) zullen nader moeten worden onderzocht. Dit met name om te zien of binnenmilieu-

Onderdelen	Subonderdelen
Stressoren:	
Fysieke omgeving	e.g. eigenschappen van gebouw, installaties en ruimten: zoals ramen, uitzicht, installaties (verwarming, verlichting), individuele controle en reinheid.
Psychosociale omgeving	e.g. individueel zoals huwelijksproblemen, samenstelling familie, toegang tot gezondheidszorg en financiële stress; werkomgeving zoals werkdruk (hoge eisen en weinig invloed), werkuren; woon-werkverkeer zoals reistijd en files.
Fysieke toestand	Waargenomen gezondheid - symptomen (e.g. SBS-symptomen) en waargenomen comfort - klachten (e.g. koud, stank, saai en smerig).
Psychologische toestanden en persoonlijkheden	persoonlijkheid om iemands persoonlijke basislijn en emotionele toestand te bepalen. Zoals: 1. Zorg, nervositeit, angst en bezorgdheid; 2. Boosheid, vijandigheid en agressie; 3. Bedroefdheid, depressie; en 4. Geluk, satisfactie, plezier, extase. overig: negatieve en positieve affect, introversie/extraversie; verwerkingseigenschappen, zelfdoeltreffendheid en locus of control; intelligentie en interesse.
Andere persoonlijke factoren	Sekse, leeftijd, (eerdere) gezondheidstoestand (allergieën en astma), erfelijkheid, SES (Sociaal Economische Status), dieet/voeding status, onderwijs, obesitas (BMI-index), drugs (mis)gebruik (roken, koffie, alcohol), huwelijkstatus, omgevingsgevoeligheid, drukte (thuis), gezinsamenstelling, levensstijl, werkstatus, fysieke activiteit.
Andere invloedfactoren	Kwaliteit van de buurt, veiligheid (criminaliteit en geweld), drukte (buurt), tijd van de dag, week of maand, sociale hulp
Gebeurtenissen en eerdere blootstellingen	Eerdere blootstelling (e.g. rookgeschiedenis) en belangrijke gebeurtenissen (e.g. scheiding, dood van familielid, aanvallen van depressie en angst), eerdere gebeurtenissen (die verwachtingen en zorgen veroorzaken) en gewoonten (dagelijkse gebeurtenissen - activiteiten patroon (werkuren, slaappatroon, etc.)).

-Tabel 1- Mogelijke onderdelen en subonderdelen van een vragenlijst in een binnenmilieukwaliteit onderzoek.

tressoren een meetbare verandering teweeg kunnen brengen.

### Vragenlijsten

Onderzoekers afkomstig uit verschillende disciplines hebben verschillende vragenlijsten ontworpen voor uitlopende doeleinden. Uit het overzicht gepresenteerd in [1] is op te maken dat vragenlijsten die hun oorsprong hebben in 'de wereld van binnenlucht en thermische comfort' zich vooral richten op fysieke stressoren en waargenomen welzijn. Vragenlijsten gebruikt in de 'buitenmilieuwereld' nemen naast vragen over blootstelling en respons ook persoonlijke factoren, psychosociale stressoren en andere factoren expliciet mee. Voor het binnenmilieuonderzoek zijn onder meer aspecten uit de vragenlijsten vanuit de sociale en gedragspsychologie (bijv. belangrijke gebeurtenissen of dagelijkse activiteiten en gedragspatronen in kaart brengen) interessant, maar ook aspecten vanuit de psychiatrie (bijv. gericht op het in kaart brengen van emotionele toestand en persoonlijkheidskenmerken). Verschillende aspecten die uit vragenlijsten zijn ontwikkeld in diverse vakgebieden kunnen in principe relevant zijn voor binnenmilieuonderzoek (zie tabel 1).

### Observatie en registratie

Observatie van gedrag kan worden gebruikt om informatie over biologische gedragsparameters te verzamelen die de fysiologie kunnen activeren, zoals fysieke activiteit en cafeïne/

koffieconsumptie. Maar observatie van gedrag kan ook worden toegepast om informatie te 'extraheren' uit (kantoor)bewoners over hoe zij met hun omgeving omgaan, zoals aanpassingen aan de klimaatinstallatie om het thermisch comfort te beïnvloeden [16] of het registreren van de voorkeursplekken. En observatie van gedrag kan worden gebruikt om reacties te registreren e.g. fysieke reacties van ogen, gezicht en lichaam op gebeurtenissen die plaatsvinden en activiteiten waar die personen op gericht zijn. Verschillende technieken zijn hiervoor beschikbaar: bijvoorbeeld dagboekregistratie waarbij de proefpersoon een dagboek met activiteiten bijhoudt, systematische observatie door onderzoeker, automatische detectie en registratie, en prestatiebepaling (een methode waarin bewoners wordt gevraagd een bepaalde taak uit te voeren of om op een bepaalde vraag te reageren, zodat meer informatie wordt verkregen over de wijze waarop de omgeving hen beïnvloedt). Vooral automatische detectie en registratie lijken erg aantrekkelijk en hebben potentie om de subjectievere dagboektechniek en de intensieve en tijdconsumerende systematische observatie te vervangen. Helaas staat deze techniek, evenals prestatiebepaling, qua ontwikkeling en toepassing nog in de kinderschoenen.

Voor het winnen van informatie over de reden waarom bewoners een bepaalde actie uitvoeren, kan het bevragen van de bewoner simultaan gebeuren met registratie van de veranderingen in de omgeving. Bijvoorbeeld

zoals in de studie uitgevoerd door [16], waarin kantoormedewerkers via een pop-up screen op hun PC werden gevraagd waarom ze een bepaalde interventie uitvoerden (zoals het openen van een raam).

Daarnaast zijn er voor registratie van de omgeving, onder andere in verschillende internationale binnenmilieukwaliteitstudies, uitgebreide checklists ontwikkeld in combinatie met biologische, chemische en fysische meetprocedures. Die checklisten zijn vaak gericht op het inventariseren van de eigenschappen en processen die de fysieke stressoren veroorzaken. Een (objectieve) inventarisatie van de psychosociale omgeving, zoals de organisatiestructuur, werkuren en sociale werkcondities, ontbreekt, maar lijkt wel degelijk relevant (zie tabel 2 op de volgende pagina).

### CONCLUSIES EN TOEKOMST

Voor het beantwoorden van de vraag 'Hoe en wanneer reageren mensen op externe stressoren?', lijkt een breed scala stressoren en factoren die een invloed kunnen hebben op de balans van de systemen (het zenuwstelsel, het immuunsysteem en het endocriene systeem) van potentieel belang. Informatie uit eerdere studies en beschikbare informatie van verschillende disciplines, laten zien dat er geen eenduidig advies mogelijk is over welke fysieke, fysiologische, psychologische en sociale indicatoren en/of factoren moeten of kunnen worden gebruikt om deze reacties volledig te verklaren.

Onderdelen	Subonderdelen
Het binnenmilieu en de gebouwde omgeving:	
Eigenschappen van gebouw, installaties en ruimten	e.g. (te openen) ramen, type klimaatinstallatie, verlichtingsinstallatie en beheerssysteem.
Eigenschappen van de gebouwde omgeving	e.g. drukke weg en landelijke omgeving.
Processen ten behoeve van onderhoud en beheer van het gebouw en de activiteiten die plaatsvinden	e.g. onderhoud van klimaatinstallatie, schoonmaakactiviteiten/schema, renovatie en herinrichtingactiviteiten.
De psychosociale omgeving:	
Werkomgeving	e.g. organisatie structuur, werkuren en sociale werkomstandigheden.
Buurt	e.g. kwaliteit van de buurt van het kantoorgebouw.

-Tabel 2- Mogelijke onderdelen en subonderdelen van een checklist in een binnenmilieukwaliteitonderzoek.

Verscheidende onderzoeksgebieden gebruiken verschillende fysiologische, psychologische of sociale indicatoren. Op de derde vraag 'Welke methoden/technieken kunnen worden toegepast om die reacties of effecten te meten en te beoordelen?' is het antwoord dat er op het moment in principe drie hoofdcategorieën van meettechnieken beschikbaar zijn: medisch onderzoek, vragenlijstonderzoek en verschillende observatie- en registratietechnieken. Tot nu toe is gebleken dat relevante relaties tussen metingen van chemische en fysieke binnenmilieuparameters en fysieke effecten (objectief en subjectief), evenals relevante relaties tussen metingen van fysiologische indicatoren en fysieke effecten, moeilijk te maken zijn. Enkele fysiologische indicatoren, lijken veelbelovend maar toepasbaarheid (o.a. gevoeligheid) voor binnenmilieuonderzoek behoeven nader onderzoek.

Toepassing van (verfijnde/aangescherpte) vragenlijsten die de meest relevante aspecten en factoren meenemen in combinatie met een goede inspectie van de karakteristieken van het binnenmilieu met behulp van een checklist, lijkt een goede optie. Waar mogelijk zou dit moeten worden aangevuld met nieuwe technieken, zoals automatische detectie en registratie, en prestatiebepalingstechnieken, in de zoektocht naar *short-cuts* of patroonherkenning van relaties tussen stressoren en effecten (acuut en chronisch) in binnenmilieukwaliteitstudies.

Openheid over kennis uit andere vakgebieden (disciplines) die wellicht op het eerste gezicht niet relevant lijkt, is belangrijk. Een eerste poging is gedaan in dit artikel. Maar zelfs kennis uit gebieden die nog minder voor de hand liggen, zoals neurowetenschappen (waarbij o.a. hersengolven worden gebruikt om de behoefte van mensen te bepalen), epigenetica (de studie van geërfde veranderingen in genexpressie veroorzaakt door veranderingen in de onderliggende DNA-volgorde) en in-vitro testen, kunnen ons wellicht meer inzicht geven in de manier waarop de menselijke systemen werken en reageren op de fysieke en psychosociale stressoren in het binnenmilieu.

## ■ NAWOORD

De inhoud van dit artikel is mede als voorbereiding op het Europese project Officair tot stand gekomen [17]. In Officair zullen 160 moderne kantoorgebouwen (20 kantoren in acht landen) worden onderzocht. Hierbij zal gebruik worden gemaakt van een vragenlijst en een checklist met de bedoeling *short-cuts* te identificeren. In vijf gebouwen per land zal vervolgens een diepteonderzoek plaatsvinden, bestaande uit een medisch onderzoek van circa 20 tot 30 kantoormedewerkers en chemische metingen op verschillende werkplekken, in zowel de winter als zomer. In één van deze vijf gebouwen zal een interventie worden uitgevoerd. De resultaten zullen te zijner tijd in TVVL Magazine worden gerapporteerd.

## ■ REFERENTIES

1. Bluysen, P.M., Janssen, S., Van den Brink, L.H., Kluzenaar, Y., 2011, Assessment of wellbeing in an office environment, aangeboden aan Building and Environment.
2. Bluysen P.M. 2009. The Indoor Environment Handbook: How to make buildings healthy and comfortable, Earthscan, London, UK, ISBN 9781844077878.
3. Bluysen P.M., 2011. Wat is comfort eigenlijk?, TVVL Magazine, 40, 1: 14-18.
4. McClellan S and Hamilton B. 2010. So stressed, A plan for managing Women's stress to restore health, joy and peace of mind, Simon & Schuster, UK, ISBN 978-1-84737-461-5.
5. Pope, C.A.III and Dockery, D.W. 2006, Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect. J. Air waste Manage Assoc., 56, 709-742.
6. Bornehag, C.-G. 2009. Modern exposures and modern diseases, Healthy Buildings 2009, plenary I1-082, Syracuse, New York, USA.
7. Babisch, W., 2006, Transportation noise and cardiovascular risk: updated review and synthesis of epidemiological studies indicate that the evidence has increased, Noise Health, 8 (30): 1-29.
8. Graham, J.M.A., Janssen, S.A., Vos, H.,

- Miedema, H.M.E., 2009, Habitual traffic noise at home reduces cardiac parasympathetic tone during sleep, International journal of psychophysiology, 72: 179-186.
9. Duffy, J.F., Wright, K.P. 2005. Entrainment of the human circadian system by light, Jour. of biological rhythms, 20(4): 326-338.
10. Morello-Frosch, R. and Shenassa, E.D. 2006. The environmental "Riskscape" and social inequality: implications for explaining maternal and child disparities. Environ. Health Perspect 114: 1150-1153.
11. Cohen S, Kessler RC, Underwood GL. 1995. Measuring stress: a guide for health and social scientists, New York, Oxford, University press, ISBN 0-19-508641-4.
12. Riether, C., Doenien, R., Pacheco-Lopez, G., Niemi, M., Engler, A., Engler, H., Schdelowski, M. 2008. Behavioural conditioning of immune functions: how the central nervous system controls peripheral immune responses by evoking associate learning processes. Rev. Neurosci. 19: 1-17.
13. Grös, D.F., Antony, M.M. Simms, L.J. and McCabe, R.E. 2008. Psychometric Properties of the State-Trait Inventory for Cognitive and Somatic Anxiety (STICSA): Comparison to the State-Trait Anxiety Inventory (STAI), Psychology assessment, 4, 369-381.
14. Headley, B. and Wearing, A. 1992. Understanding happiness: a theory of subjective well-being, Melbourne, Victoria, Australia: Longman Cheshire.
15. Clougherty J.E., Kubzansky L.D. (2009) A Framework for Examining Social Stress and Susceptibility to Air Pollution in Respiratory Health Environmental, Health Perspectives 117, 1351-1358.
16. Brink, L.H. van den and Spiekman, M.E. (2009) Interactie tussen gebruikers en installaties. TNO rapport 034-DTM-2010-00493/B, Delft.
17. EC, 2010. Officair: On the reduction of health effects from combined exposure to indoor air pollutants in modern office buildings, Annex I: Description of work, grant agreement no 265267, Brussels, Belgium.