

Slimmere installaties: 'less

Onderzoeken naar de prestaties van de mens in relatie tot het binnenmilieu zijn interessant en zinvol. Op dit gebied is al veel bereikt maar ook nog veel onbekend. Veel publicaties besteden aandacht aan het optimaliseren van de ruimtetemperatuur, luchtvochtigheid, gemiddelde stralingstemperatuur (NEN-EN-ISO-7730), ventilatievoud in relatie tot verontreinigingsbronnen (luchtkwaliteitonderzoeken door Prof. P.O. Fanger) en minimaliseren van tocht (luchtturbulentie) vooral bij niet-isotherme luchttoevoer. Het gevaar van deze onderzoeken is dat ontwerpers van gebouwgebonden installaties geneigd zijn steeds grotere, kapitaal intensievere en complexere (regel)installaties toe te passen, in de veronderstelling dat de meerinvestering door verhoging van arbeidsproductiviteit wordt terugverdiend.

Dit artikel probeert deze tendens te keren en met een wat meer menselijk oog naar de kwaliteit van het binnenmilieu te kijken. Doel is dat ontwerpers niet meer met 'force brute' de binnenmilieuproblematiek te lijf gaan en van elk kantoorgebouw een 'klimaatkamer' maken, maar meer slimme eenvoudigere oplossingen gaan bedenken volgens het motto 'less is more'. Dit artikel pleit tevens voor meer fundamenteel onderzoek naar de kwantificeerbaarheid van de gezondheid van gebouwen.

Gezonde kantoorgebouwen. Het is goed om in dit kader even stil te staan bij de definitie van een gezond kantoorgebouw. De World Health Organization (WHO) hanteert de volgende definitie voor gezondheid:

Gezondheid is een staat van fysiek, mentaal en sociaal welbevinden. De werkgever draagt bij aan de sociale gezondheid door ondermeer het bieden van voldoende:

- Ontplooiingsmogelijkheden en carrièreperspectieven.
- Inspraak en grip op de eigen situatie binnen het bedrijf.
- Duidelijke communicatie in de breedste zin van het woord.
- Duidelijk en helder doorgevoerd beleid.
- Daadkrachtige gekwalificeerde coachende leidinggevendens.

De architect in samenspraak met de opdrachtgever dragen bij aan de mentale gezondheid van het gebouw door het bieden van voldoende:

- 'Leefruimte'.
- Privacy.
- Visueel contact met buitenruimten.
- Mogelijkheden tot sociaal contact.
- Inspirerende vormgeving van verblijfsruimten en verkeersruimten, inrichtingsaspecten en kleurstellingen.

De installatie- en bouwfysisch adviseur op zijn beurt probeert, ook weer in samenspraak met de opdrachtgever, de fysieke gezondheid te optimaliseren door het bieden van voldoende:

- Thermisch comfort.
- Lichtcomfort.
- Geluidcomfort.
- Schone lucht.
- Persoonlijke beïnvloeding binnenklimaat (regelbaarheid temperatuur, te openen ramen, e.d.).

Arbeidsproductiviteit en fysiek welbevinden. Installatie- en bouwfysica-adviseurs focussen vaak alleen op dit laatste aspect. Het is voor hen dan ook verleidelijk een directe relatie te leggen tussen de arbeidsproductiviteit en het fysieke welbevinden en hiermee de meerinvestering en hogere exploitatiekosten voor een geavanceerde klimaatinstallatie te legitimeren. In onderstaande grafiek zijn de personeelskosten per vierkante meter b.v.o. afgezet tegen de installatiegebonden

kosten per jaar per vierkante meter b.v.o. De minimale, gemiddelde en maximum installatiegerelateerde kosten behoren respectievelijk bij eenvoudige 'lowbudget'-installaties met beperkt fysiek comfort, gemiddelde installatiekosten met een marktconform fysiek comfort en 'high tech' installaties met een hoog fysiek comfort.

Uit de grafiek blijkt dat het verschil tussen de totale kosten voor energie, onderhoud en afschrijving voor een marktconforme 'gemiddelde' installatie en een 'high tech' 'maximum' installatie circa 17 euro per vierkante meter b.v.o. excl. BTW per jaar bedraagt. Het gemiddeld salariskostenniveau bedraagt circa 1.820 euro per vierkante meter b.v.o. per jaar.

Bij een arbeidsproductiviteitsverbetering van 1 procent zou de meerinvestering voor de 'high tech' 'maximum' gebouwinstallaties derhalve al gerechtvaardigd zijn! Dit is te kort door de bocht! Illustratief hiervoor zijn de onderzoeken naar het Sick Building Syndrome uit de tachtiger en negentigerjaren waar een omgekeerd verband werd aangetoond in de relatie tussen de financiële offers voor gebouwgebonden installaties en de mate van waardering van gebruikers met betrekking tot het binnenklimaat (in dit artikel: de fysieke gezondheid genoemd).

Case. Om deze schijnbare tegenstrijdigheid te verklaren dienen alle sociale, mentale en fysieke gezondheidsaspecten te worden beschouwd. Bij de analyse van een 'case' dient dan te worden bedacht dat:

- In een sociaal en mentaal ongezond kantoorgebouw gebruikers ten onrechte neigen de somatische gezondheidsklachten te wijten aan de fysieke gezondheid van het gebouw (psychosomatische klachten).
- Een sociaal en mentaal ongezond kantoorgebouw de waardering door gebruikers van de (meetbaar) aanwezige fysieke gezondheid verlaagt.
- Hoge financiële offers voor de gebouwinstallaties veelal worden gebracht in gebouwen met gebruikers met een relatief hoog loonkostenniveau. Deze gebruikers kenmerken zich door een groter dan gemiddelde mondigheid en prestatieverwachting van de fysieke gezondheid van een gebouw.
- Installaties met een hoog kostenniveau veelal uit veel gecompliceerde componenten bestaan, waarbij elke component zijn eigen risicoprofiel en faalkans kent. De tijd dat dergelijke gebouwinstallaties (deels) niet volgens ontwerpspecificaties voor de fysieke gezondheid functioneren is relatief groot.
- Installaties met een hoog kostenniveau vaak de mentale gezondheid aantasten. Dit kan worden verklaard doordat dit veelal volledig automatisch geregelde installaties zijn die geen recht doen aan de menselijke behoefte tot het ervaren van prikkels (bijvoorbeeld temperatuurwisselingen), de relatie met de buitenklimaatomstandigheden elimineren en de menselijke keuzevrijheid voor gewenste thermische en akoestische (on)behaaglijkheid (bijvoorbeeld door het openen van een raam) uitsluiten.

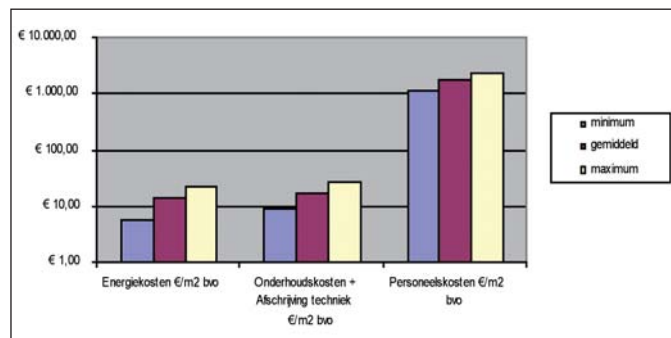
Met bovenstaand betoog wil ik ontwerpers/ontwikkelaars meegeven de nodige scepsis te betrachten bij adviseurs die een directe koppeling maken met een meerinvestering voor gebouwgebonden installaties die de fysieke gezondheid van een gebouw verbeteren, zonder de mentale gezondheid hierbij te betrekken. Bij een evenwichtige vergelijking tussen installatieconcepten zou een volledig 'airconditioned' gebouw nog wel eens een lagere 'gezondheidsprestatie' kunnen behalen in vergelijking met een gebouw met beperkte koeling en bijvoorbeeld een dynamisch lichtstelsel en/of tweedehuidfaçade (zie later in dit artikel).

Voorbeelden van slimme installatieconcepten Hieronder worden enkele slimme installatieconcepten besproken:

- Tweedehuidfaçade. Bij een tweedehuidfaçade bestaat het gebouw uit een thermisch geïsoleerde binnenschil (borstwering en thermisch geïsoleerd glas) met te openen raamdelen en een tweede (transparante) buitenschil (de tweedehuidfaçade). De tweedehuidfaçade is fundamenteel anders als een klimaatgevel waarbij de ruimte tussen de binnenschil en buitenschil wordt geconditioneerd om invloeden van buiten naar binnen te elimineren. De thermische schil van een klimaatgevel is dan ook in de buitenste schil.

De tweedehuidfaçade schept een gematigd buitenklimaat tussen de binnenschil en de buitenschil van het gebouw. De invloed van geluid en wind worden verminderd waardoor te openen raamdelen langer kunnen worden benut voor natuurlijke ventilatie en vrije koeling door middel van buitenlucht. De tweede huid heeft permanente kieren voor ventilatie met buitenlucht of intelligente mechanisch bediende (transparante) openingen die automatisch meer of minder openen onder bepaalde wind, temperatuur en bezonningsomstandigheden.

Investeringen/prestaties gebouwinstallaties en personeelskosten.

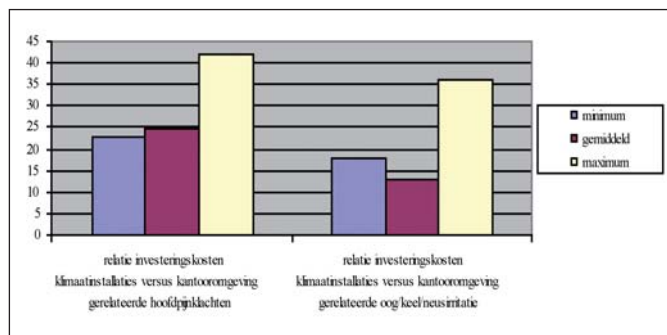


De lichtwering kan door middel van jaloezieën of screens tussen de beide façaden worden gerealiseerd. De klimaatactieve tweede huid façade is vooral effectief en efficiënt bij hoogbouw en/of prestigieuze gebouwen. De gevel toont transparantie die past bij de huidige 'open' maatschappelijke verhoudingen en kan zo als communicatiemedium dienen voor de expressie van het gebouw en de hierin gehuisveste onderneming. Bovendien draagt de gevel bij aan de mentale gezondheid van het gebouw. Gezien de vele uitvoeringsvormen van de tweede huid façade, de keuze van de referentie (gezien het toepassinggebied) en het nog onvoldoende bekende effect op verbetering van de arbeidsproductiviteit, is het moeilijk te spreken over een gemiddelde meerinvestering en terugverdientijd.

- **Betonkernactivering.** Dit systeem fungeert als vloer- en plafondverwarming c.q. koeling. Door middel van kunststof leidingen opgenomen in de kern van de betonnen vloeren en plafonds, worden de ruimten verwarmd c.q. gekoeld vanuit de vloer en het plafond. Door het twee maal zo groot warmte-uitwisselende oppervlak ten opzichte van vloerverwarming/koeling en het vele male grotere warmte-uitwisselende oppervlak ten opzichte van radiatoren, kan met enkele graden afwijkende watertemperatuur ten opzichte van de luchttemperatuur al worden volstaan voor de conditionering van de verblijfsruimten. Het zelfregelend vermogen van een dergelijk systeem is hierdoor zeer groot. Mede door de zelfregelbaarheid van het systeem kan de regelinstallatie eenvoudig en 'low-tech' worden uitgevoerd.

De prestaties van dergelijke installaties evenaren een installatie met een hoog prijsniveau terwijl de investeringskosten gemiddeld laag zijn. Het fluctueren van de ruimtetemperatuur is inherent aan de zelfregelende temperatuurregeling. Deze fluctuaties (mits binnen grenzen) zouden als negatief effect van dit installatieconcept worden beoordeeld. In de praktijk ervaart men deze installatieconcepten echter als prettig en comfortabel. Kennelijk draagt dit installatieconcept, met de bijbehorende in mindere mate beheersbare ruimtetemperatuur, bij aan de mentale gezondheid.

- **Dynamisch natuurlijk licht.** Verlichting of beter 'licht' is een belangrijk aspect dat bijdraagt aan een mentaal gezond kantoorgebouw. De huidige arbo-richtlijnen en wetgevingen beperken zich tot eisen aan de minimale daglichttoetreding, minimale verlichtingssterkte, de gelijkmatigheid van de verlichting op bureaubladniveau en de lichtkleur (de mate waarin het licht de kleurweergave van daglicht evenaart). In een natuurlijke omgeving wijzigt het licht echter in sterkte en kleurtemperatuur afhankelijk van het dagdeel en weersomstandigheden. Daarnaast komt natuurlijk (zon)licht (overdag) hoofdzakelijk van boven (De heldere blauwe hemelkoepel). Standaard TL-kantoorverlichting is constant van kleurtemperatuur en lichtsterkte. TL-armaturen lichten



de oppervlakten onder het TL-armatuur aan waardoor de ruimte wordt verlicht. Het licht komt derhalve van onderen.

Doordenkend in deze lijn zou de mentale gezondheid (en hiermee dus de arbeidsproductiviteit) van mensen verbeteren indien het kunstlicht in kantoorruimten zich gedraagt als daglicht en tevens deels bestaat uit indirecte verlichting (aanlichten van het plafond zodat het licht deels van boven komt analoog aan de blauwe hemelkoepel). Een aantal fabrikanten hebben inmiddels automatisch regelbare en handmatig individueel beïnvloedbare automatische dynamische verlichtingssystemen ontwikkeld. Ervaringen van gebruikers van dergelijke verlichtingssystemen zijn positief. Betrouwbaar onafhankelijk representatief onderzoek is nog niet beschikbaar. Bij een zuivere economische afweging moet rekening worden gehouden met:

- Een verhoogd elektraverbruik van de deels indirecte verlichtingsinstallatie door een lagere efficiency.
- Een verhoogd elektraverbruik, onderhoudskosten en afschrijving van de koelinstallatie
- Verminderd gasverbruik van de verwarmingsinstallatie.
- Verhoogde afschrijving en onderhoudskosten door de duurdere verlichtingsarmaturen en regeltechnische componenten.

Conclusie. Een fysiek gezond kantoorgebouw is niet per definitie een gezond kantoorgebouw. Soms kan zelfs sprake zijn van een fysiek gezond, ongezond kantoorgebouw! Fundamenteel onafhankelijk onderzoek naar de invloed van gebouwinstallaties die een bijdrage leveren aan de mentale gezondheid is gewenst. Met deze kennis kunnen installatie- en bouwfysica adviseurs bij het ontwerp van kantoorgebouwen en installaties betrouwbare afwegingen maken in de beschikbare combinatie van denkbare bouwkundige en installatievarianten bij de besteding van de veelal beperkte financiële middelen.

Sjoerd Ijpma is directeur van de vestiging in Groningen van SchreuderGroep Ingenieurs/Adviseurs.

Robuuste oplossingen

De bevindingen van Ijpma worden bevestigd door recent veldonderzoek door Leyten en Kurvers (1). Daaruit blijkt dat ontwerpers er meestal vanuit gaan dat de door hun ontworpen gebouwen en installaties in de praktijk net zo goed werken als op de tekentafel of in de proefkamer. Als dat niet zo is ligt dat volgens hen niet aan het ontwerp maar aan de beheerder of de gebruikers. Echter, de veldonderzoeken laten zien dat hoe meer installatietechniek wordt toegepast, juist om een zo goed mogelijk binnenmilieu te realiseren, des te groter is de kans op klachten. We zien hier dus een discrepantie tussen hoge prestaties van bepaalde ontwerpen op de tekentafel en in de proefkamer en een onverwacht lage prestatie van diezelfde ontwerpen in echte in gebruik zijnde gebouwen. Bovendien is die discrepantie niet in alle gevallen hetzelfde. Eenvoudige klimaatsystemen, gecombineerd met goede bouwfysica, voldoen beter aan onze verwachtingen dan complexere ontwerpen. De veldonderzoeken en ook de praktijkervaring van adviseurs die onderzoek doen in echte in gebruik zijnde gebouwen laten zien dat veel ontwerpen die perfect functioneren op de tekentafel en in de proefkamer systematisch minder goed functioneren als zij moeten presteren in een echt in gebruik zijnd kantoor. Dit kan zo zijn wegens één of meer van de volgende redenen:

- Overgevoeligheid voor afwijkingen van ontwerpaannames.
- Onrealistische onderhoudseisen.

- Integratie van koeling/verwarming en ventilatie.
- Variëren van luchttoevoerhoeveelheden.
- Gebrek aan transparantie werking installaties voor werknemers en beheerders.

Het comfort en de gezondheid van kantoorgebouwen kunnen verhoogd worden door robuuste oplossingen te kiezen. Robuuste oplossingen zijn ook energiezuiniger: Hoge robuustheid impliceert dat luchtverontreinigingen worden aangepakt aan de bron. Hiermee worden bronnen zoals koeling en bevochtiging van de ventilatielucht vermeden. Ook kan bij een strikte bronaanpak de hoeveelheid verse lucht laag worden gehouden. Hoge robuustheid impliceert dat warmtebronnen, zombelasting en interne bronnen, worden aangepakt en dat gebruik wordt gemaakt van thermisch actieve bouwmasse en nachtventilatie. Hoge robuustheid impliceert de scheiding van enerzijds verwarming en koeling en anderzijds ventilatie. Een concrete invulling hiervan is het toepassen van stralingsverwarming, die hoog comfort door lage luchttemperatuur combineert met energiezuinigheid. (2)

Noot

1. Leyten JL, Kurvers SR. 2006. Robustness of buildings and HVAC systems as a hypothetical construct explaining differences in building related health and comfort symptoms and complaint rates. *Energy and Buildings*, Vol. 38, pp. 701-707.
2. Bron: www.senternovem.nl.

Investeringen/prestaties gebouwinstallaties. Bron: Psychologische aspecten van ziekmakende gebouwen. Prof. dr. P.A. Vroon.