

Prestatiecriteria voor gezonde en energie-efficiënte gebouwen

De prestatie van een gebouw is vandaag de dag een populair onderwerp. In het algemeen zijn de financiën daarbij de voornaamste focus van de betrokken (belanghebbende) partijen. Deze financiële prestatiebeoordeling is vooral gebaseerd op de kostenaspecten van het gebouw, zoals de aanschaf van grond, bouw, exploitatie en het onderhoud. Zelden worden de mogelijke (indirecte) opbrengsten van een gerealiseerd gebouw meegewogen. Daardoor worden ontwerpkeuzes gemaakt die niet altijd als "gezonde" ontwerpkeuzes kunnen worden geclassificeerd.

**- door dr.ir. Philomena M. Bluysen*, ir. Chrit W.J. Cox*,
dr.ir. Marcel G.L.C. Loomans***

Bij het gebruik en exploitatie van gebouwen komen regelmatig problemen voor die hun oorsprong hebben in miscommunicatie tussen de verschillende belanghebbenden: de investeerder, de regelgever, de gebruiker, de beheerder en de uitvoerder. Deze partijen hebben verschillende belangen en uitgangspunten bij het gebruik en exploitatie van kantoorgebouwen (Figuur 1). Daarnaast verschilt de invloed van deze belanghebbenden op het beslissingsproces van gebruik en exploitatie van gebouwen. Het is dan ook niet vreemd dat er op lange en/of korte termijn problemen kunnen ontstaan, zoals klachten over het binnenmilieu [2;6;8;9;11;14;].

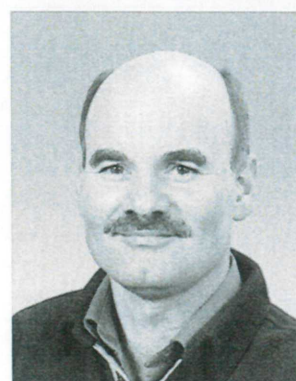
Het ziekteverzuim van werknemers in kantoren is deels gerelateerd aan klachten over het binnenmilieu. Samen met de verliezen in productiviteit, en in werk efficiëntie, betekent dit een enorm

financieel verlies. In woongebouwen uiten deze klachten zich onder meer in astma en allergische aandoeningen. Dit heeft een toename van gezondheidskosten tot gevolg. Het extrapoleren van cijfers uit de Verenigde Staten (270 miljoen inwoners) resulteert in 2,1 tot 12,4 miljard euro per jaar aan potentiële besparingen en productiviteitswinst voor Nederland (16 miljoen inwoners) [6]. In dat licht lijkt het zeer zinvol om de financiële prestatie van een gebouw niet enkel te beoordelen op de realisatiekosten.

Binnen bovenstaand referentiekader zijn in 2000 en 2001 door TNO Bouw interviews gehouden met projectontwikkelaars, beleggers, aannemers en gemeenten. De focus in deze interviews lag op de vraag "Hoe beoordeelt u een kantoorgebouw of complex (ontwerp of bestaand) en de totstandkoming daarvan?" Naar voren kwam



Dr.ir. Philomena M. Bluysen



Ir. Chrit W.J. Cox



Dr.ir. Marcel G.L.C. Loomans

*TNO Bouw, Afdeling Gezonde Gebouwen en Installaties

dat het belangrijkste criterium voor alle partijen nog altijd een positief/gezond financieel resultaat is, waarbij vooral concrete en meetbare criteria of kentallen worden gebruikt voor de financiële beoordeling. Andere concrete meetbare criteria lijken niet te worden gebruikt of zijn er niet volgens de ondervraagde partijen. De regelgever vormt hierop de uitzondering, deze weegt ook concreet op de energielast. De rest wordt blijkbaar "op gevoel" gedaan.

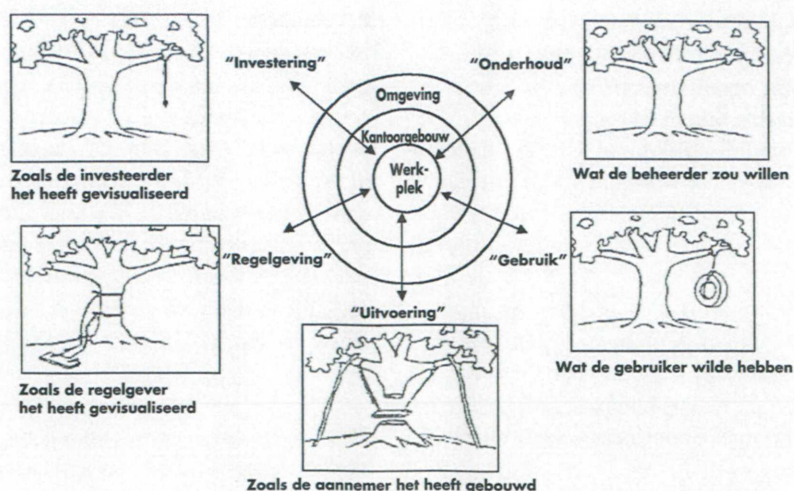
Op basis van de interviews kon worden geconcludeerd dat de partijen in het algemeen behoefte hebben aan een prestatiecriteria methodiek, ofwel een manier (communicatiemiddel) om te achterhalen wat belanghebbenden als een goede kwaliteit of belangrijk beschouwen, zodanig dat:

- het voor alle partijen begrijpelijk en toepasbaar is. Hierbij zal de financiële kant van de zaak voor alle partijen een belangrijke rol blijven spelen;
- het als een communicatiemiddel kan worden gebruikt om de belangen van de verschillende partijen naar elkaar toe te kunnen vertalen;
- het effect van keuzes voor alle partijen inzichtelijk wordt.

Om aan bovenstaande problematiek en de geuite behoefte tegemoet te kunnen komen wordt wereldwijd veel onderzoek gedaan. Op dit moment lopen er twee Europese projecten waar TNO Bouw (afdeling Gezonde Gebouwen en Installaties) in participeert en die prestatiecriteria in relatie tot gezondheid als hoofdonderwerp hebben:

- HOPE: "Health Optimisation Protocol for Energy-efficient Buildings: Pre-normative and socio-economic research to create healthy and energy-efficient buildings" [15].
- PeBBu: "Performance Based Building" (www.pebbu.nl).

In dit artikel zal een beschrijving worden gegeven van deze twee projecten en van de resultaten die tot nu toe daarin zijn verkregen. Na een introductie van beide projecten zal daarbij vooral worden ingegaan op de binnen de projecten ontwikkelde methodieken. In een aansluitend artikel wordt een samenvatting gegeven van resultaten van een onderdeel van het project HOPE, waarbij enquêtes



Miscommunicatie in het bouwproces (Bron [1]).

- FIGUUR 1 -

en inventarisaties en op basis van de ontwikkelde methodiek een oordeel wordt gegeven over de vraag hoe gezond en comfortabel energie-efficiënte kantoor- en appartementsgebouwen in Nederland zijn, in relatie tot de onderzochte gebouwen in Europa.

HOPE

Het project HOPE is een onderzoeksproject onder het programma ENERGIE van de EU met een looptijd van 36 maanden (start 1 januari 2002). Het uiteindelijke doel van het project HOPE is het leveren van oplossingen, om het aantal duurzame gebouwen die tegelijkertijd gezond zijn te verhogen (<http://hope.epfl.ch>). Het project is gericht op zowel het verhogen van het gebruik van duurzame energie in gebouwen, als de verbetering van de kwaliteit van het leven en de gezondheid in het binnenmilieu. Het project zal onder meer leiden tot (ontwerp)-aanbevelingen gebaseerd op de relatie tussen gebouweigenschappen, binnenmilieu en de gezondheid van bewoners.

Behalve TNO Bouw, die coördinator van het project is, nemen 13 andere organisaties deel. Zij hebben de uitdaging om op de volgende vragen een antwoord te vinden [15]:

- Wat is een gezond gebouw en wat is een energie-efficiënt gebouw?
- Wat is een energie-efficiënt gezond gebouw?
- Zijn gebouwen met energiebesparende maatregelen energie-efficiënt? En hoe is de gezondheidsstatus van een gebouw met energiebesparende

maatregelen in vergelijking met een gebouw zonder energiebesparende maatregelen?

- Hoe kan men zorgen dat gebouwen zowel gezond als energie-efficiënt zijn?

In het project HOPE zal een lijst van prestatiecriteria voor duurzame (energie-efficiënte) en gezonde gebouwen worden ontwikkeld. Deze criteria zullen worden getest in bestaande gebouwen door middel van een multidisciplinaire studie in 180 kantoor en woongebouwen (20 in Nederland), waarvan circa 75% ontworpen zijn om duurzaam en energie-efficiënt te zijn. Deze studie zal worden opgevolgd door een detail onderzoek in ten minste 32 van de onderzochte gebouwen. De status over duurzaamheid en gezondheid van de 180 gebouwen zal worden bepaald. Protocollen voor het testen van de prestatie van een gebouw en het verbeteren van een gebouw zullen worden ontwikkeld. Een database met de resultaten van de onderzochte gebouwen, waarmee men andere gebouwen kan vergelijken, zal worden geleverd. De resultaten worden beschikbaar gesteld voor het publiek, op een interactieve website. Deze website zal de mogelijkheid hebben voor deelnemers aan het project, om hun eigen voorspelling te maken van hoe duurzaam en hoe gezond hun gebouw is, in vergelijking met de in de database aanwezige gegevens.

PEBBU

Het project PeBBu is een thematisch netwerk onder het programma

GROWTH van de EU met een looptijd van vier jaar (start 1 oktober, 2001). Het PeBBu Netwerk omvat 32 Europese organisaties en 15 organisaties in landen buiten Europa, en wordt gecoördineerd door CIB (International Council for Research and Innovation in Building and Construction). De doelstelling van PeBBu is het stimuleren en proactief verzorgen van de internationale verspreiding en implementatie van prestatiegericht bouwen in de praktijk, en het maximaliseren van de bijdrage hieraan door de internationale onderzoekswereld. Hiertoe zijn:

- wetenschappelijke domeinen gevormd, die internationale programmering en coördinatie van onderzoeksprojecten verzorgen, alsmede (inter)nationaal onderzoek gerelateerd aan prestatie gericht bouwen in kaart brengen;
- gebruikersplatforms gedefinieerd voor gebouweigenaren, gebruikers en managers, bouwindustrie en de internationale pre-standaardisatie gemeenschap, die doelgroepen/belanghebbenden erbij betrekken;
- regionale platforms in Europa gevormd, die als brug en initiatiefnemer dienen voor nationale activiteiten. In deze platforms hebben nationale contactpersonen uit de deelnemende landen zitting.

Binnen dit thematische netwerk coördineert de afdeling GGI van TNO Bouw het wetenschappelijke domein "Indoor Environment" (www.bouw.tno.nl/pebbu), waarin het de bedoeling is om de volgende producten te leveren:

- een kader voor prestatiecriteria voor een gezond en comfortabel binnenmilieu en methodieken om die te meten;
- state of the art voor bestaande criteria, methoden/instrumenten voor het beoordelen van de gezondheidsstatus en huidig wetenschappelijk onderzoek op dit terrein;
- aanbevelingen voor onderzoek en internationale normering voor het definiëren van prestatiecriteria voor gezonde gebouwen;
- manieren om kennis en informatie over te dragen aan of uit te wisselen met belanghebbenden.

WAT IS PRESTATIEGERICHT BOUWEN?

Beide projecten, HOPE en PeBBu, gaan ervan uit dat de prestatiebenadering een denkwijze en een manier van werken is in termen van eindpunten in plaats van middelen ("thinking in ends rather than means"). Ofwel, het prestatiedenken houdt zich bezig met wat een gebouw of bouwproduct zou moeten doen en niet met voor-schrijven hoe deze geconstrueerd moet zijn.

De definitie van prestatie kan zeer breed zijn en is zeer zeker context gerelateerd. De interpretatie van prestatie hoeft niet dezelfde te zijn onder alle omstandigheden. Het prestatiegericht bouwen (PBB = Performance Based Building) is een denkwijze die probeert de vraag en aanbodzijde zodanig te koppelen dat dezelfde taal wordt gesproken en begrepen door beide partijen (vrager en aanbieder). Dit betekent dat een investeerder zich niet bezig hoeft te houden met de binnenluchttemperatuur of isolatiedikte, maar bijvoorbeeld slechts hoeft aan te geven welke mate van comfort gewenst is of hoe energiebesparend het gebouw moet zijn.

PBB werd geïntroduceerd als reactie op de gangbare "voorschrijvende benadering" (prescriptive approach). Het grootste verschil tussen PBB en een voorschrijvende benadering is dat een PBB benadering verwachte uitkomsten aangeeft, terwijl een voorschrijvende benadering een enkelvoudige of een gelimiteerde keuze van oplossingen genereert.

KADER VOOR PRESTATIE CRITERIA

De vraag hoe te komen tot een gezond en energie-efficiënt gebouw speelde in de beide projecten, HOPE en PeBBu, en is in een eerste stap gezamenlijk beantwoord middels de definitie van een kader waarin de prestatiecriteria en bijbehorende realisatie- en evaluatiemethodieken kunnen worden geplaatst. Hiertoe is een driedimensionale matrix ontwikkeld, die het mogelijk maakt om de toepassing van PBB te structureren (zie Figuur 3).

De matrix is opgezet vanuit de gedachte dat in het bouwproces drie belangrijke assen een rol spelen bij de

bepaling van de prestatie van een gebouw en de onderliggende eisen. Deze assen worden beschreven door:

1. *Belanghebbenden*: de persoon of organisatie die verantwoordelijk is en/of de mogelijkheden heeft om een bepaald prestatie criterium te beïnvloeden en/of de voorwaarden hiervoor te veranderen of te bepalen.
De belanghebbenden, beginnend bij de investeerder, stellen de prestatie criteria. De architect en de installatieadviseur, hebben de verantwoordelijkheid dat aan deze criteria wordt voldaan in het ontwerp. De aannemer is vervolgens verantwoordelijk voor een correcte realisatie van het ontwerp, daarbij gebruik makend van de juiste bouwmethododes. De regelgever brengt de wettelijke criteria naar voren waaraan moet worden voldaan. Ten slotte zal de gebruiker in staat moeten zijn, zijn/haar prestatiewensen in de ontwerp- of renovatiefase van een gebouw naar voren te brengen. De gebouwbeheerder ten slotte zal moeten zorg dragen voor een goed onderhoud van het gebouw zodat de gebouwprestaties op peil kunnen blijven.
2. *Bouwfases*: de fase van de bouw waarin een bepaald prestatie criterium kan worden beïnvloed of bepaald. Elke individuele fase heeft zijn eigen prestatie criteria. Bij de initiatie van een project zal de investeerder criteria naar voren brengen die aanleiding geven voor de wens tot een nieuw gebouw of tot de renovatie van een gebouw. Vaak zijn deze criteria gebaseerd op een bepaalde prestatie, hetzij economisch of fysiek, van het toekomstige gebouw. In de ontwerp-fase zal een vertaling van deze criteria nodig zijn om tot een ontwerp te komen. In de uitvoeringsfase zijn de prestatiecriteria vooral gericht op de toe te passen materialen en uitvoeringswijzen. In iedere fase zal een evaluatie van de voor die fase afgeleide prestatie criteria plaatsvinden. Ten slotte zullen in de gebruiksfase de bereikte prestaties zoals oorspronkelijk gedefinieerd door de investeerder en de eindgebruiker met een bepaalde regelmaat worden geëvalueerd.
3. *Gebouwobjecten*: het deel of subonderdeel van een gebouw waarmee een prestatie kan worden bepaald of beïnvloed.

Gebouwobjecten kunnen worden onderverdeeld in verschillende niveaus, van materiaalniveau tot aan gebouw- en gebouwstelsel niveau. Prestatiecriteria kunnen dus worden opgesteld voor een materiaal, maar ook voor een compleet stelsel. De specificaties van de criteria en het criteriumniveau zijn daarnaast tevens gerelateerd aan een bouwfase.

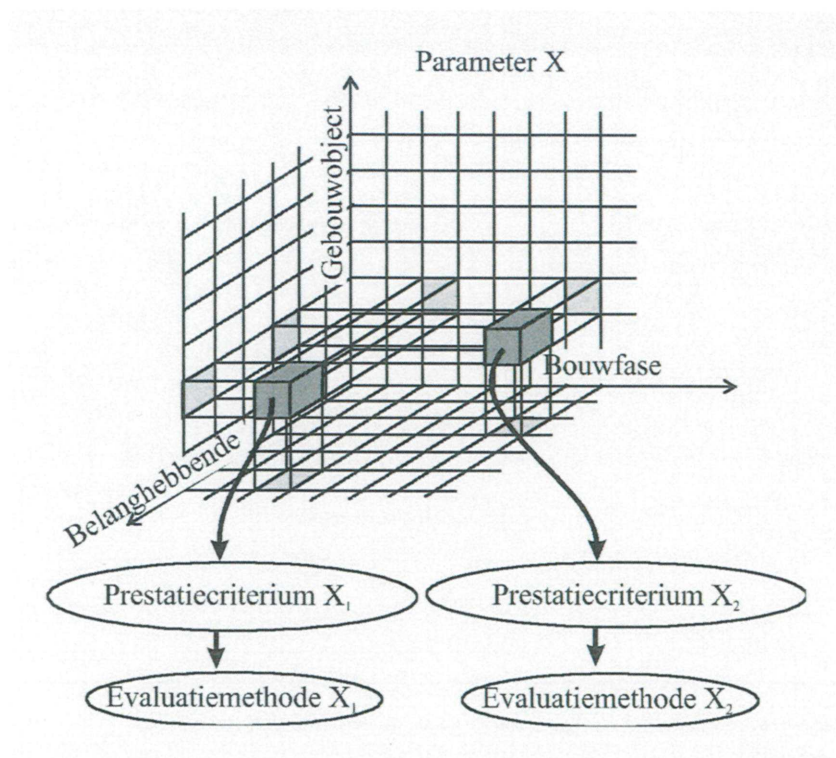
Relaties tussen bouwfase en het type belanghebbende zijn duidelijk aanwezig, net zoals relaties tussen gebouwobject en bouwfase. Elk specifiek prestatiecriteria kan daarom op de verschillende assen worden gevonden. Door deze assen driedimensionaal weer te geven wordt een soort van prestatie gebaseerde matrix gevormd [17].

De matrix biedt daarmee een kader voor alle informatie die nodig is om een bepaalde prestatie van een parameter of factor voor een gegeven belanghebbende, bouwfase en gebouwobject, te definiëren. De informatie omvat onder meer de specifieke prestatie-/richtwaarden X_i (bijv. richtwaarden/eisen voor binnenmilieu parameters) en methodes X_j om deze prestatie te realiseren en te evalueren (bijv. in de verschillende fasen en door de verschillende belanghebbenden). (zie Figuur 2).

De parameters of factoren gezondheid en energie-efficiëntie zijn twee voorbeelden waarop men, aan de hand van vooropgestelde criteria, een gebouw (object) vanuit het oogpunt van een belanghebbende (bijvoorbeeld de gebruiker) of specifieke bouwfase (bijvoorbeeld de gebruiksfase) zou kunnen beoordelen.

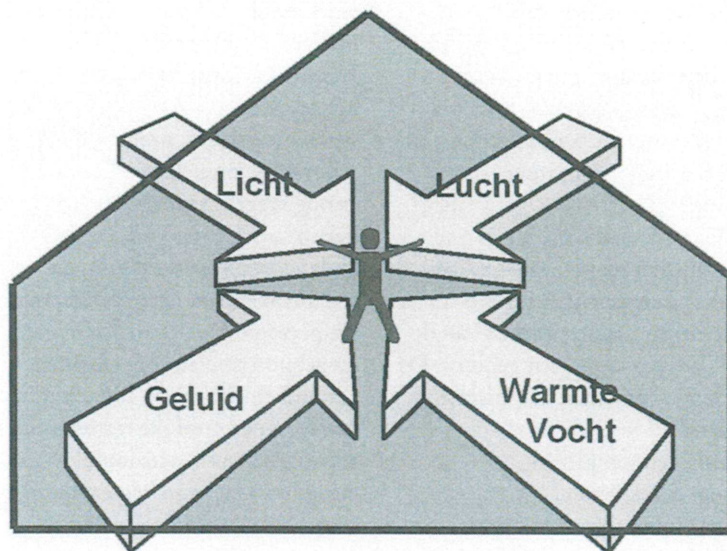
EVALUATIE VAN EEN GEBOUW OP GEZONDHEID EN ENERGIE-EFFICIËNTIE DOOR GEBRUIKER IN GEBRUIKSFASE

Binnen het project HOPE is met de hierboven beschreven matrix als uitgangspunt, ingezoomd op de bouw-fase 'Gebruik' en de belanghebbende 'Gebruiker'. Voor dit deelgebied van de matrix is gekeken naar de relaties tussen gebouw, energie-efficiënte maatregelen en de beoordeling van het gebouw door zijn gebruikers in termen van gezondheid, comfort en (voor



Prestatie matrix: voor een zeker gebouwobject wordt parameter X in dit geval door twee belanghebbenden (elk in een andere bouwfase) op verschillende manieren beoordeeld (prestatiecriteria X_1 en X_2 , respectievelijk).

- FIGUUR 2 -



Aspecten van een gezond gebouw.

- FIGUUR 3 -

kantoorgebouwen) productiviteit. Hiertoe is een definitie opgesteld voor Gezonde en Energie-efficiënte gebouwen, gebaseerd op de vier aspecten binnenluchtkwaliteit, thermisch comfort, verlichting en akoestiek van het binnenmilieu (Figuur 3). Een gezond en energie-efficiënt gebouw:

- veroorzaakt of verergert niet de ziekten van de bewoners van dat gebouw;
- verzekert een hoog comfortniveau

voor de bewoners van dat gebouw voor de activiteiten waarvoor het gebouw was bedoeld en ontworpen;

- Minimaliseert het gebruik van niet-duurzame energie, rekening houdend met de beschikbare technologie inclusief 'life cycle' energiekosten.

Uit deze definitie kan worden afgeleid dat gebouwen die verschillende activiteiten beogen, ook verschillende criteria

Karakteristiek	Criteria	Parameters/Factoren
Laag energiegebruik	Energie-index per eenheid geconditioneerd vloeroppervlak	Energie-index voor verwarming
Veroorzaakt geen ziekten; maakt ziekten niet erger	Voorkomen van typische gebouwgerelateerde gezondheidsklachten (SBS)	Droge, geïrriteerde huid Verstopte, druipende neus Droge keel; benauwdheid, griepachtige symptomen Droge ogen; jeukende of waterige ogen Vermoeidheid, hoofdpijn
Hoog comfort niveau voor bewoners	Binnenmilieu-kwaliteit	Binnenlucht kwaliteit
		Ontevredenheid met binnenlucht-kwaliteit Mufheid of droogte, geur/stank
		Thermisch comfort
		Thermisch onbehaaglijkheid Te koud of te warm; tocht
		Akoestische kwaliteit
		Algemeen geluid of lawaai probleem Lawaai van ventilatiesysteem of andere bron
		Visueel comfort
		Ontevredenheid met verlichting Verblinding en lichtflikkeringen

Criteria voor comfortabele, gezonde en energie-efficiënte gebouwen [13].

- TABEL 1 -

over de binnenmilieukwaliteit kunnen opleggen.

In Tabel 1 wordt een mogelijke vertaling van karakteristieken van gezonde en energie-efficiënte gebouwen naar criteria en factoren gegeven [13]. Elke karakteristiek wordt hierbij door één criterium vertegenwoordigd, terwijl elk criterium wordt beoordeeld aan de hand van een aantal factoren.

Een belangrijk doel hierbij was om met behulp van relatief eenvoudige onderzoeksinstrumenten tot een snelle beoordeling te kunnen komen van de gezondheidsstatus van een gebouw. De volgende instrumenten zijn hiertoe ontwikkeld:

- vragenlijsten (enquêtes);
- gebouw checklisten;
- beoordelingsalgoritmen op basis van de verkregen gegevens.

De afzonderlijke onderdelen zullen hieronder kort worden toegelicht.

Vragenlijsten en gebouw checklisten

Aangezien het onderzoek zowel kantoor- als appartementsgebouwen betreft zijn er verschillende vragenlijsten ontwikkeld. De vragenlijst voor het kantoor-binnenmilieu-onderzoek bevat onder meer vragen over symptomen, binnenmilieu, comfort, productiviteit, ziekteverzuim en persoonlijke factoren zoals sekse, type werk, persoonlijke gezondheidsstatus etc. [11]. Voor appartementsgebouwen zijn vragen-

lijsten ontwikkeld voor de huishouding, maar ook voor de individuele bewoners van een appartement. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen volwassenen en kinderen. De vragenlijst over de huishouding bevat bijvoorbeeld vragen over het gebruik van het appartement, verwarmings- en ventilatiesysteem, problemen zoals schimmels, ongedierte. Ook worden er nog vragen gesteld over karakteristieken van het specifieke appartement, zoals aanwezige voorzieningen, bijv. een afzuigkap en het gebruik daarvan. De persoonlijke vragenlijsten gaan in op gebouwgerelateerde klachten, gezondheidsklachten, binnenmilieu, comfort, persoonlijke factoren zoals sekse, type werk, persoonlijke gezondheidsstatus etc. Een vereenvoudigde versie hiervan wordt voor kinderen gebruikt.

De gebouwchecklists worden gebruikt om informatie te verzamelen over gebouwen, zoals dimensies, bouwmaterialen, klimaatinstallatie, verlichting, gebruik van gebouw etc. Ook hier zijn verschillende lijsten ontwikkeld voor kantoren, appartementsgebouwen en individuele appartementen. Deze lijsten worden niet door de gebruikers ingevuld, maar door bijvoorbeeld de onderzoeker in samenwerking met de facility manager van het gebouw. Met behulp van de genoemde vragenlijsten en gebouwchecklists zijn bin-

nen het project HOPE in elk van de negen deelnemende landen circa 20 gebouwen onderzocht volgens dezelfde methodiek. Hierbij werden enkele selectiecriteria gebruikt voor de keuze van de te onderzoeken gebouwen. Dit betrof onder meer het aantal bewoners (meer dan 50), beschikbaarheid van energiegebruikgegevens en gebouwgebruik (hetzelfde gebruik in de afgelopen 12 maanden) en de aanwezigheid van energiebesparende maatregelen. Alle gegevens die uit de gebouwonderzoeken beschikbaar zijn gekomen zijn opgeslagen in een grote database, die het uitgangspunt vormt voor de evaluatie.

Beoordelingsalgoritmen

Voor de beoordeling van de gezondheidsstatus van een gebouw zijn algoritmen ontwikkeld die de gegevens uit de gebouwchecklists en vragenlijsten gebruiken om de onderzochte gebouwen te rangschikken over de gezondheidsstatus. Deze beoordeling is gebaseerd op:

- acuut gebouw gerelateerde gezondheidsklachten (uit de vragenlijsten);
- binnenmilieu comfort beoordelingen (uit de vragenlijsten);
- gebouwgerelateerde gezondheidsrisico's (voornamelijk via de checklisten maar sommige gegevens tevens via de vragenlijsten).

Hierbij zijn de "Gebouwgerelateerde gezondheidsrisico's" de karakteristieken van het gebouw of binnenmilieu

Radon	Ozon	Verlichting
Asbest	Zware metalen in de lucht	Geluid
VOC's (carcinogeen)	Infectie via bewoners	VOC's (niet carcinogeen)
Sigarettenrook	Infecties via gebouw	Koolmonoxide (lage concentratie)
Koolmonoxide (hoge concentratie)	Schimmels	Te warm
	Allergenen (o.a. pollen of van schimmels, mijten, insecten of huisdieren)	Te koud
	Stikstofoxiden (NOx)	
	Deeltjes	
	Zwavel dioxide	

Een aantal bedreigingen die in het project HOPE worden beschouwd.

- TABEL 2 -

die mogelijkwerwijs, direct of indirect, een invloed hebben op de gezondheid van de bewoners. Deze factoren worden gebruikt om de aanwezigheid (of kans op aanwezigheid) van specifieke bedreigingen te identificeren. Een overzicht van de bedreigingen die worden meegenomen in het beoordelingsalgoritme zijn in Tabel 2 weergegeven. Met de vragenlijsten worden ook gezondheidsgegevens geïnventariseerd, maar deze zijn slechts bedoeld om te controleren op eerdere voorgevallen ziekten, niet om als een gezondheidsmeetlat voor de beoordeling van gebouwen te dienen.

Feitelijk vindt de beoordeling van de gezondheidsstatus van een gebouw plaats op basis van de aanwezigheid van gezondheidsrisico's aan het gebouw en in het gebouw, uitgaande van de verzamelde gegevens van het gebouw en van de gebruikers. Deze beoordeling moet vooralsnog in het bijzonder plaatsvinden via een expertbeoordeling en minder met behulp van statistische analyse.

Met behulp van de expertinformatie zijn regels opgesteld voor het risico op bepaalde bedreigingen in een gebouw als functie van de gebouwkenmerken en de gebruikersinformatie. Op deze manier zijn alle zinvolle relaties tussen de onderwerpen uit de gebouwchecklists en uit de vragenlijsten en het risico op een bepaalde bedreiging onder de loep genomen en gekwantificeerd. In sommige gevallen, bijvoorbeeld in relatie tot het ventilatieniveau, moesten daartoe complexe relaties tussen meerdere gebouwkenmerken en gebruikersinformatie worden afgeleid.

Alle ontwikkelde relaties zijn in een database met gebouw- en gebruikersgegevens gebracht. Hiermee kan voor ieder gebouw, waarvoor de benodigde gegevens uit de vragenlijsten en de checklists zijn ingevoerd in de database, een oordeel worden gegeven over de gezondheidsstatus. Deze status wordt uiteindelijk gegeven op basis van de aanwezigheid, de mogelijke aanwezigheid of de afwezigheid van de in tabel 2 opgesomde bedreigingen. Hierbij wordt wel een weging gemaakt op de ernst van de gezondheidseffecten die kunnen resulteren uit de beoordeelde bedreigingen (van dodelijk tot gering risico op de gezondheid op de lange termijn). De gezondheidsstatus kan daarom ook wel worden aangeduid als een risico-index.

Beoordeling energie-efficiëntiestatus van een gebouw

De energie-efficiëntie van een gebouw is naast de gezondheidsstatus eveneens een belangrijke parameter om te beoordelen. De beoordeling van deze status wordt parallel aan de bepaling van de gezondheidsstatus uitgevoerd. Uit de integrale beoordeling van beide prestatie-eisen wordt het spanningsveld duidelijk. Eén van de vraagstellingen binnen het HOPE onderzoek is of dit spanningsveld groot is, of juist beperkt kan zijn. Ofwel, kan met goed gekozen energiebesparende maatregelen een gezond gebouw worden gerealiseerd.

Naast een inventarisatie van de energiebesparende maatregelen, die ook worden meegewogen in de beoordeling van de gezondheidsstatus van het

gebouw, wordt de energie-efficiëntie vooral bepaald door het gebruik van genormaliseerde indices. Deze indices hebben onder meer betrekking op het totale energiegebruik, de energie ten behoeve van verwarming en het elektriciteitsverbruik.

Momenteel wordt nog gewerkt aan een index die een weging toestaat voor de regio in Europa waar het gebouw zich bevindt. Onder meer zal een klimaatcorrectie worden doorgevoerd met behulp van het aantal graaddagen voor de locatie van het gebouw. Ook de bouwcultuur en de onderzochte typen gebouwen (in het bijzonder bouwjaar en bouwstijl) maken verschillen tussen de onderzochte gebouwen uit de in het project betrokken Europese landen mogelijk. Er moet daarom worden voorkomen dat appels met peren worden vergeleken.

NAWOORD

Nadat het beoordelingsalgoritme voor de onderzochte gebouwen is ontwikkeld en ingezet op de beschikbare gegevens, wordt op dit moment binnen het project HOPE gewerkt aan een validatie van de ontwikkelde systematiek. Hiervoor zijn uitgebreide metingen voorzien in een selectie van de in de eerste fase onderzochte gebouwen. Deze uitgebreide metingen hebben vooral tot doel om te toetsen in hoeverre de vooral subjectieve beoordeling van het gebouw (op basis van de inventarisatie en de vragenlijsten) kan worden onderbouwd met objectieve (kwantitatieve) gegevens voor bijvoorbeeld de lucht-

kwaliteit en het thermisch comfort. Uit dit traject zullen mogelijk aanpassingen aan het ontwikkelde algoritme worden doorgevoerd om te komen tot een betere discriminatie van gebouwen over gezondheid en energie-efficiëntie.

De ontwikkelde database (HODA genaamd) zal aan het einde van het project worden opgenomen in de website van het project (<http://hope.epfl.ch>). Hiermee wordt de mogelijkheid geboden voor niet deelnemers aan het project om hun eigen gebouwgegevens in te voeren en daarmee te bepalen hoe gezond en energie-efficiënt hun gebouw is in vergelijking tot de onderzochte gebouwen.

PeBBu zal zich in de laatste fase van het project voornamelijk concentreren op informatie-uitwisseling en methoden daarvoor. Een intensieve State of the art is gemaakt voor elk van de domeinen en de samenvattingen hiervan zijn te vinden op de Website van PeBBu (www.pebbu.nl). TNO Bouw zal de opgedane kennis en het noodzakelijk geachte onderzoekstraject verder ontwikkelen in nieuwe en lopende projecten. Het ECOSPACE concept is hiervan een voorbeeld [3].

REFERENTIES

1. BSRIA, *Environmental code of practice for buildings and their services*, 1994.
2. Bluysen, P.M., et al., 1995, *European Audit project to optimise indoor air quality and energy consumption in office buildings, final report*, contract J0U2-CT92-002, March, Delft, The Netherlands.
3. Bluysen, P.M., O.C.G. Adan and W. Bakens, 2003, *Ecospace®, Healthy, comfortable, safe, smart and sustainable spaces for the people of Europe*, Healthy Buildings 2003, Singapore, Keynotes, pp.61-72
4. Bluysen, P.M., C. Cox, N. Boschi, M. Maroni, G. Raw, C.A. Roulet, F. Foradini, 2003, *European project HOPE (Health Optimisation Protocol for Energy-efficient buildings)*, Healthy Buildings 2003, Singapore, Health effects & SBS symptoms, pp.76-81.
5. P.M. Bluysen and M.G.L.C. Loomans, 2003, *A Framework for performance criteria of healthy and energy efficient buildings*, Healthy Buildings 2003, Singapore Health

- effects & SBS symptoms, pp.17-22.
6. Fisk, W.J., 2000, *Review of health and productivity gains from better IEQ*, Healthy Buildings 2000, Helsinki, Finland, August, vol.4, pp.22-34.
7. Hill, S.M. 1997, *Intelligent Tools for Strategic Performance Evaluation of Office Buildings*. Internal report, Eindhoven University of Technology, Eindhoven, The Netherlands.
8. Institute of Medicine, 2000, *Cleaning the air, Asthma and indoor exposures*, National Academy Press, Washington DC, 438 pages.
9. Jantunen, M., et al., 1999, *Air pollution exposure distribution of adult urban populations in Europe (EXPO-LIS)*, Final report, Environment & Climate Research Programme (1994-1998).
10. Maroni et al., 2003, *Performance criteria for healthy buildings*, Healthy Buildings 2003, Singapore.
11. Preller, L., et al., 1990, *Gezondheidsklachten en klachten over het binnenklimaat in kantoorgebouwen*, Directoraat Generaal van de Arbeid van het Ministerie van Sociale zaken en Werkgelegenheid, S83, Voorburg, mei.
12. Raw GJ. 1995 *The Office Environment Survey*. London, CRC Ltd.
13. Roulet, C.-A., Johnner, N., Flourentzou, F., Greuter, G., 2003, *Multi-criteria Analysis Methodology of Health, IEQ and Energy Use for Sustainable Buildings*, Healthy Buildings 2003, Singapore.
14. Sundell, J., 2000, *Building related factors and health, Increase asthma and allergies*, Healthy Buildings 2000, Helsinki, Finland, August, vol.1, pp.22-34.
15. Seifert, B., 1990, *Regulating indoor air*, Indoor Air '90, Toronto: Vol. pp. 35-49.
16. WHO, 2001, *Air quality guidelines for Europe 2000. - Second Edition*. WHO Regional Publications, European Series, N. 91, Regional Office for Europe.

DANKBETUIGING

HOPE wordt deels gesponsord door de Europese Unie in het ENERGIE programma (DGXII). De coördinatie wordt uitgevoerd door TNO Bouw. De overige deelnemers zijn: Weerdenburg Huisvesting Consultants en de Technische Universiteit Eindhoven

(TU/e) (Nederland); Universiteit van Porto (Portugal); Danish Building and Urban Research (Denemarken); Technische Universiteit van Berlijn (Duitsland); Technische Universiteit van Helsinki en VTT (Finland); Universiteit van Milaan (Italië); BRE (Engeland); Charles Universiteit in Praag (Republiek van Tjechië); EPFL, E4Tech Sarl en Vaudois Universitair Ziekenhuis Centrum (Zwitserland).

PeBBu wordt deels gesponsord door de Europese Unie in het GROWTH programma. De coördinatie wordt uitgevoerd door het CIB in Nederland. Behalve TNO Bouw nemen verder de volgende organisaties deel als hoofdcontractant: WTCB (België), CSTB (Frankrijk), EGM Architects (Nederland), VTT (Finland), Universiteit van Manchester, Universiteit van Salford en BRE (Engeland).

