

# Een nieuwe aanpak voor het evalueren van binnenmilieu-problemen

*The Building Cause-effect Diagnosis (BCD)*

**Dr. ir. Philomena M. Bluysen\***

**Ir. C. Cox\***

**Prof. ir. P.G. Luscuere\***

## Inleiding

De laatste jaren nemen de klachten van werknemers in kantoorgebouwen toe. Het fenomeen 'Sick Building Syndrome' (SBS) komt hierbij steeds vaker ter sprake. SBS moet niet verward worden met Building Related Illness (BRI). BRI zijn ziektes die het gevolg zijn van blootstelling aan verontreinigende deeltjes in gebouwen. Deze ziektes worden gekarakteriseerd door klinische symptomen, identificeerbare verontreinigende deeltjes en langdurige herstelperiodes na het verlaten van het gebouw.

Volgens J. Woods [1] kunnen 20-30% van de bestaande gebouwen in Europa en Noord Amerika als probleemgebouwen worden gekarakteriseerd. Van deze 20-30% vallen 5-10% in de categorie Building Related Illness en 10-25% in de categorie Sick Building Syndrome. 50-70% van de bestaande gebouwen zijn gezonde gebouwen en 10-20% zijn gebouwen met niet gevonden problemen.

Uit een Nederlands onderzoek, waarin door ruim 7000 gebruikers van 61 gebouwen een vragenlijst werd ingevuld over gezondheid en binnenklimaat, bleek dat de respondenten gemiddeld 2,5 dagen per jaar te hebben verzuimd wegens werkgerelateerde gezondheidsklachten [2]. Ook internationaal hebben verschillende onderzoeken aangetoond dat het werkgerelateerde klachtenpatroon in kantoorgebouwen aanzienlijk is [3, 4]. Het vergelijken van deze verschillende onderzoeken is echter moeilijk vanwege de verschillende vragenlijsten die zijn toegepast.

Naast wetenschappelijke studies zijn er, zowel nationaal als internationaal, methodieken ontwikkeld voor het inventariseren van voorkomende klachten en problemen, het bepalen van de relevante parameters en het geven van adviezen en/of nemen van maatregelen [5, 6, 7, 8, 9, 10]. Ook hierbij geldt dat vanwege de verscheidenheid in aanpak een vergelijking van resultaten complex, zometer onmogelijk, is. Door het behandelen van elk probleemgebouw identiek te maken, zal vergelijking van verschillende probleemgebouwen mogelijk zijn en de rapportage vereenvoudigen.

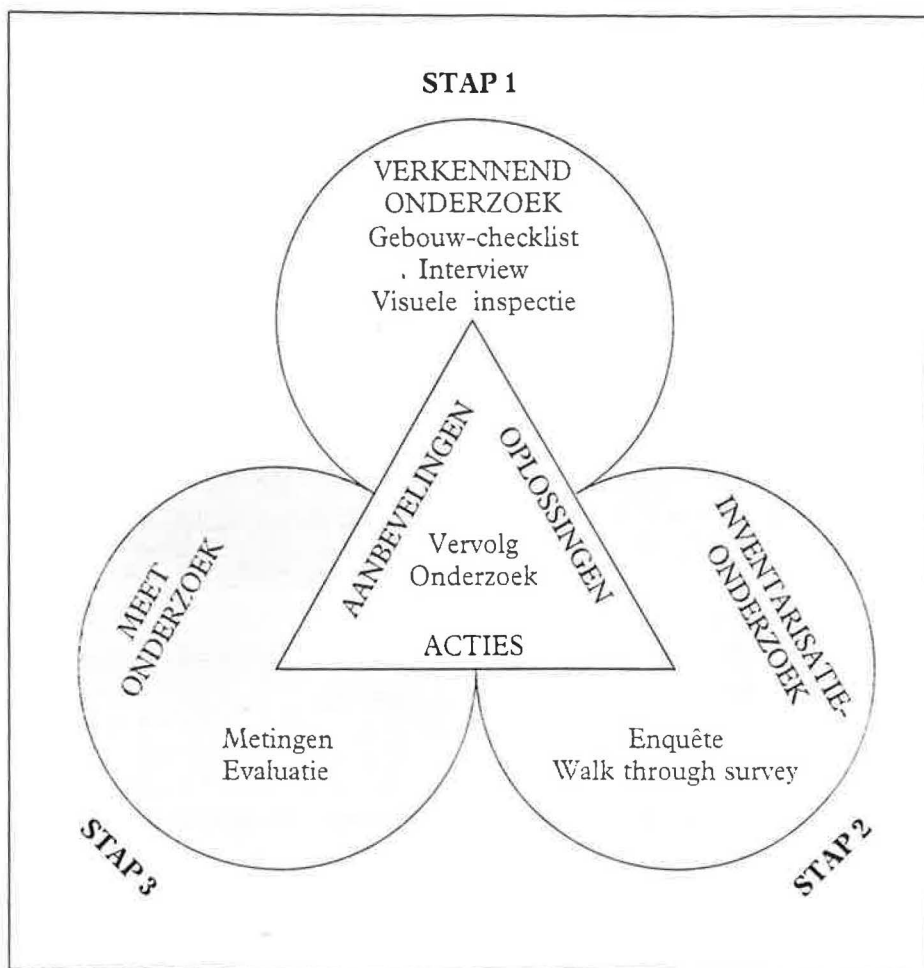
## De Building Cause-effect Diagnosis

Bij de afdeling Binnenmilieu, Bouwfysica en Installaties (BBI) van TNO-Bouw bestond de behoefte om een methodiek te ontwikkelen waarmee efficiënt en eenduidig het binnenmilieu van een probleemgebouw kan worden onderzocht. BBI wordt regelmatig benaderd om onderzoek te verrichten naar de oorzaken van binnenmilieuproblemen. Met behulp van de reeds bestaande methodieken en de aanwezige kennis bij de afdeling BBI werd een methodiek voor het evalueren van binnenmilieuproblemen opgezet. De filosofie hierbij is dat aanbevelingen voor oplossingen worden gebaseerd op een analyse van de oorzaken van de problemen in relatie tot

de voorkomende klachten. Bij het opsporen van de oorzaken wordt een gefaseerde aanpak gebruikt, waarbij in eerste instantie alle mogelijke aspecten worden beschouwd. In eventuele latere fases wordt het onderzoek toegespitst op specifieke aspecten. De gefaseerde aanpak maakt tevens een kostenbewuste aanpak van de probleemanalyse mogelijk.

De BCD is een methodiek waarmee binnenmilieuproblemen in een kantoor of semikantooromgeving systematisch worden onderzocht en opgelost. Met semikantooromgeving wordt een omgeving bedoeld waarin in een niet-industrieel milieu wordt gewerkt. Voorbeelden zijn: ziekenhuizen, scholen, winkels, etc.. De omgeving waarop de methodiek van toepassing is, kan ook worden omschreven als: het binnenmilieu, uitgezonderd de woonomgeving en de industriële omgeving.

\* TNO-Bouw, Delft  
Afdeling Binnenmilieu, Bouwfysica en  
Installaties



**Figuur 1. BCD-schema**

Drie basisstappen van het onderzoek worden onderscheiden (Figuur 1) die, naar behoefte, een opeenvolgende verdieping aanbrengen:

1. Verkennend onderzoek
2. Inventarisatie-onderzoek
3. Meetonderzoek

Maatregelen en oplossingen worden, voor zover mogelijk, na en tijdens iedere stap gegeven.

**Stap 1: Verkennend onderzoek**

In eerste instantie wordt aan de contactpersoon (meestal de gebouwbeheerder) gevraagd een 'gebouw-checklist' in te vullen en te retourneren. Deze checklist bevat vragen over het gebouw en de eventuele klimaatinstallatie en over de geuite klachten. Wanneer de checklist is geretourneerd wordt een afspraak gemaakt voor een bezoek. Tijdens dat bezoek wordt gesproken met de beheerder en/of andere belanghebbenden, en wordt een visuele inspectie van het gebouw uitgevoerd. Op basis van een analyse van de verzamelde gegevens worden voor zover mogelijk aanbevelingen en oplossingen gegeven voor de geïnventariseerde klachten en problemen. Wanneer dit niet mogelijk is worden aanbevelingen gedaan voor

verder onderzoek (stap 2). Het blijkt dat in veel gevallen op basis van de eerste stap al veel probleem-oplossende aanbevelingen kunnen worden gegeven.

**Stap 2: Inventarisatie-onderzoek**

Wanneer op basis van stap 1 geen duidelijk beeld wordt verkregen over problemen en/of oorzaken, wordt stap 2 uitgevoerd. Door middel van een enquête onder de bewoners worden de klachten gedetailleerd in kaart gebracht (naar gebouw, verdieping, vleugel, afdeling, kamer) (Figuur 2). Op basis van een walk-through survey worden de eventuele bronnen, de mogelijke oorzaken voor de problemen, geïnventariseerd. Deze walk-through survey wordt met behulp van speciaal ontwikkelde inspectielijsten op gebouw-, kamer- en installatieniveau uitgevoerd. Door het naast elkaar leggen van klachten en bronnen kunnen de oorzaken van de problemen worden afgeleid. Een uiterst krachtig hulpmiddel hierbij is de visuele representatie (in kleur) van voorkomende klachten-frequenties in de plattegronden van het onderzochte gebouw (Figuur 2). Het inventarisatie-onderzoek resulteert tevens in informatie ten behoeve van het eventueel uit te voeren meetonderzoek.

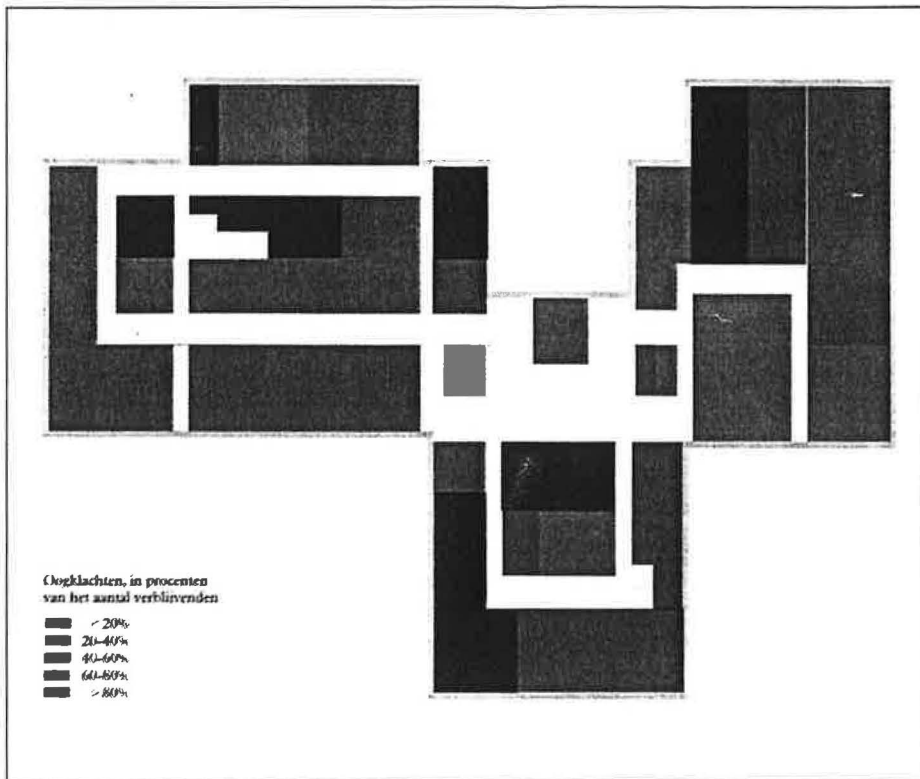
In een klein gebouw (minder dan 50 personen) wordt, in verband met de beperkte complexiteit en uit een oogpunt van kostenbeheersing, geen inventarisatie-onderzoek uitgevoerd. De verdeling van klachten en bronnen werd reeds in stap 1 vastgelegd.

In sommige gevallen dient binnen dit kader eveneens een verdere analyse van gebouw- en installatie-ontwerp plaats te vinden. In de praktijk blijken veel installaties niet adequaat te werken, veelal als gevolg van gewijzigde gebruikspunten, tijdens de bouw wegbezuinigde deelinstallaties, etc..

**Stap 3: Meetonderzoek**

Indien stap 2 hier aanleiding toe geeft kan verdere objectieve vastlegging van één of meerdere binnenmilieuparameters plaatsvinden. Vier basis parameters bepalen de kwaliteit van het binnenmilieu: het thermisch comfort, de geluidssituatie, de lichtsituatie en de luchtkwaliteit. Verschillende meettechnieken zijn beschikbaar ter bepaling van deze vier parameters. Een bijkomende factor is het toegepaste ventilatieprincipe of de klimaatinstallatie, die een belangrijke rol speelt bij de parameters thermisch comfort, luchtkwaliteit en in sommige gevallen geluid. Inspectie van en metingen aan een klimaatinstallatie kunnen daarom eveneens tot het meetonderzoek behoren. Meetbare parameters zijn de thermische binnenmilieuparameters (zoals temperatuur, relatieve vochtigheid en luchtsnelheid), ventilatieparameters (hoeveelheid, effectiviteit), luchtkwaliteit (verontreinigingen, geur, irritatie), geluid- en lichtparameters. Een recent ontwikkelde methode is het bepalen van de luchtkwaliteit met behulp van de menselijke neus [11]. De te meten parameters en lokaties worden bepaald op basis van de gegevens uit stap 2.

Een groot aantal factoren is van invloed op het optredende binnenmilieu in een gebouw: het buitenmilieu, het gebouw, het gebruik van het gebouw en de aanwezige klimaatinstallatie. Dit heeft tot gevolg dat het binnenmilieu in een gebouw of een ruimte kan verschillen per uur, per dag, per weertype en per jaargetijde. Een momentane meting van het binnenmilieu geeft slechts een beperkt beeld van het milieu in een ruimte. Om een goed inzicht te krijgen in de binnenmilieu-situatie zijn metingen gedurende een langere periode (minimaal twee weken) en/of in verschillende jaargetijden noodzakelijk. Naast de verschillen in binnenmilieu in



**Figuur 2: Verdeling van gezondheidsklachten, weergegeven in de plattegrond van een gebouw**

één ruimte treden er meestal verschillen in milieu op tussen de verschillende ruimtes in een gebouw, bijvoorbeeld ten gevolge van verschil in gevel-oriëntatie, verschil in bezetting en verschil in gebruik. Dit betekent dat bij de beoordeling in meerdere vertrekken metingen dienen te worden verricht. Richtlijnen voor de selectie van de vertrekken ontbreken tot op heden. Een selectie van de vertrekken dient onder andere te worden gemaakt op basis van de representativiteit van een vertrek, de oriëntatie, de interne warmtelast, de eventueel aanwezige verontreinigingsbronnen en het type klimaatinstallatie. Aan de hand van de gemeten waarden, het klachtenpatroon en de in kaart gebrachte bronnen worden, voor zover mogelijk maatregelen en oplossingen voor de heersende problemen aangegeven.<sup>1</sup>

#### Advisering

Elke stap wordt afgesloten met een advies voor het oplossen van de geconstateerde problemen. Een aanbeveling voor een nader inventarisatie- of meetonderzoek is ook een mogelijke uitkomst. Wanneer op basis van de stappen 1 t/m 3 geen oorzaak voor de problemen kan worden gevonden kan worden besloten tot een specialistisch medisch, psychologisch of ergonomisch onderzoek. Specialisten van een specifiek vakgebied (medicus, psycholoog, socioloog, ergonoom) worden hier voor

ingeschakeld. Voorbeelden zijn een laboratorium-onderzoek naar een bepaalde binnenmilieuparameter of een werkorganisatie-onderzoek onder de bewoners. Bij het specialistische onderzoek kunnen in feite weer de stappen verkenning, inventarisatie en meting worden doorlopen.

Behalve advies voor het oplossen van de problemen wordt tevens gestreefd naar het begeleiden van degene die de te nemen maatregelen uitvoert en een eventuele herhalingsmeting ter vaststelling van de 'verbeterde' situatie. De effecten van maatregelen dienen bij voorkeur te worden geëvalueerd door het herhalen van de enquête onder de bewoners van een gebouw. De enquêtes, voor en na de maatregelen, dienen bij voorkeur te worden doorgevoerd in hetzelfde jaargetijde om de invloed hiervan op de resultaten te elimineren. Daarnaast dient er rekening mee te worden gehouden dat er ook vaak een vertraging in het verdwijnen van de klachten na het doorvoeren van een maatregel optreedt.

#### Conclusies

- Een methodiek voor het evalueren van binnenmilieuproblemen is ontwikkeld: de Building Cause-effect Diagnosis (BCD)
- De BCD is opgebouwd uit drie stappen:

- stap 1: verkennend onderzoek
- stap 2: inventarisatie-onderzoek
- stap 3: meetonderzoek
- Een gebouw-checklist, walk-through survey checklisten en vragenlijsten ten behoeve van een enquête, werden ten behoeve van deze TNO-methodiek ontwikkeld.

#### Literatuur

1. Woods, J.E., *Continuous Accountability: A means to assure acceptable Indoor Environment Quality*, Indoor Air'90, Toronto, vol.5, p.85-94, 1990.
2. Preller, L., T. Zweers, J.S.M. Boleij, B. Brunekreef, *Gezondheidsklachten en klachten over het binnenklimaat in kantoorgebouwen*, Directoraat Generaal van de Arbeid van het Ministerie van Sociale zaken en Werkgelegenheid, S83, Voorburg, mei 1990.
3. Skov, P., O. Valbjorn, and DISG, *The 'Sick' building syndrome in the office environment, The danish town hall study*, Environmental International, vol.13, p.339-349, 1987.
4. Hedge, A., S. Wilson, P.S. Burge, A.S. Robertson, J. Harris-Bas, *Indoor climate and employee health in offices*, Indoor Air'87, Berlin, 1987, vol.2, p.492-496.
5. Molina, C., C.A.C. Pickering, O. Valbjorn, M. de Bortoli, *Sick Building Syndrome, A practical guide*, report no.4, COST Project 613, Italy, august 1989.
6. Vischer, J.C. *Environmental quality in offices*, Van Nostrand Reinhold, New York 1989.
7. Bergs, J., G. Brouwers, *User perception and satisfaction in office buildings, an assessment method*, Proceedings of CIB-conference Management, maintenance and Modernisation of Buildings, Rotterdam, 28-30 October 1992.
8. Boerstra, A.C., (RBB), *Het gezond houden van gebouwen*, Euroforum-cursus, 5 en 6 maart 1991.
9. Valbjorn, O., H. Hagen, E. Kakkonen, J. Sundell, SBI-Report 212, *Indoor Climate and Air Quality problems, Investigation and remedy*, Danish Building Research Institute 1990.
10. Goyer, N., V.H. Nguyen, *Strategy for studying Air Quality in office buildings*, IRSST, August 1989, Montreal, Quebec.
11. Bluysen, P.M., *Binnenluchtkwaliteit en getrainde neuzen*, Ingenieur nr.2, september 1992, p. 22.