

Hoe gezond en comfortabel zijn energie-efficiënte kantoor- en appartementsgebouwen in Nederland?

De afgelopen jaren heeft bij het ontwerp van kantoor- en appartementsgebouwen de nadruk gelegen op energie-efficiëntie. Daarbij is de vraag ontstaan wat de impact hiervan is op de gezondheid en de comfortbeleving van de bewoners van deze gebouwen. In het Europese project HOPE, dat staat voor Health Optimization Protocol for Energy Efficient Buildings, wordt in negen verschillende Europese landen onderzocht hoe gezond en comfortabel gebouwen zijn, waarin energiebesparende maatregelen zijn toegepast. Dit artikel beschrijft kort de methodologie en de resultaten van de evaluaties van negen kantoorgebouwen en elf appartementsgebouwen die in Nederland zijn onderzocht. Tevens wordt een vergelijking gemaakt van de prestaties van de Nederlandse gebouwen ten opzichte van gebouwen in zeven andere EU-landen. Hierbij dient te worden opgemerkt dat de verzameling gebouwen niet representatief is voor de nationale situatie in elk deelnemend land, maar meer een verzameling die tegemoet komt aan de doelstelling van het HOPE-project.

Meer informatie over de achtergronden van het HOPE-project kunnen worden gevonden in het artikel 'Prestatiecriteria voor Gezonde en Energie-efficiënte Gebouwen: HOPE en PeBBu, twee Europese projecten', elders in dit blad [1].

- door Chrit Cox*, Ellie de Groot* en Cor Pernot*

In Europa zijn voor het HOPE-project onderzoeken uitgevoerd in circa 160 gebouwen, waarvan ongeveer de helft bestaat uit kantoorgebouwen en de andere helft uit appartementsgebouwen. In deze steekproef zijn zowel energie-efficiënte gebouwen, van recente datum, als oudere gebouwen met een hoog energiegebruik, door het ontbreken van specifieke energiebesparende maatregelen, opgenomen. Van ieder gebouw zijn karakteristieke eigenschappen verzameld, zoals vloeroppervlak, aantal appartementen of werknemers, energiegebruik en toegepaste energiebesparende maatregelen.

Comfort en (zelfgerapporteerde) gezondheid zijn beoordeeld op basis van het subjectieve oordeel over het binnenmilieu, dat met behulp van vragenlijsten voor de werknemers van de kantoorgebouwen en de bewoners van de appartementen in kaart is gebracht. De vragenlijsten waren in alle landen gelijk, behalve dat de vragen zijn vertaald in de betreffende taal. Tabel 1 geeft de aspecten van het binnenmilieu waarvoor via de vragenlijsten een sub-

* TNO Bouw, Afdeling Gezonde Gebouwen en Installaties

Thermisch comfort	Temperatuur (te warm/ te koud) Temperatuur variaties Luchtbeweging Tevredenheid algemeen
Luchtkwaliteit	Vochtig/Droog Bedompt/Fris Geur Tevredenheid algemeen
Visueel comfort	Verblinding door zon en hemelkoepel Verblinding door kunstlicht Tevredenheid daglicht Tevredenheid kunstlicht Tevredenheid algemeen
Akoestiek	Geluid van buiten Geluid van installaties Geluid van binnen Trillingen Tevredenheid algemeen

Aspecten van het binnenmilieu waarvan de subjectieve beoordeling is vastgesteld.

- TABEL 1 -

Bij de vragen over aspecten van het binnenmilieu is een 7-puntsschaal toegepast. Bij de meeste vragen is dit een uni-polaire schaal waar het 'beste' antwoord correspondeert met het linker uiteinde ('1') van de schaal, bijvoorbeeld:

'1 = comfortabel 7 = oncomfortabel';
'1 = bevredigend 7 = onbevredigend'.

Bij deze uni-polaire schaal geldt de volgende interpretatie:

< 2,5: goed;
> 2,5 en < 3,5: redelijk;
> 3,5 en < 4,5: matig;
> 4,5: onvoldoende.

Bij een aantal andere vragen is een symmetrische schaal toegepast waarbij het optimum correspondeert met het midden van de schaal (score '4'), bijvoorbeeld:

'1 = te heet 7 = te koud'.

Bij deze symmetrische schaal geldt de volgende interpretatie:

>3,5 en < 4,5: redelijk tot goed;
< 2,5 tot < 3,5 en < 4,5 tot < 5,5: matig;
< 2,5 en > 5,5: onvoldoende.

jectief oordeel is verkregen.

In dezelfde vragenlijst is aan de werknemers in kantoorgebouwen gevraagd aan te geven of zij lijden aan bepaalde ziektes of aandoeningen zoals astma, hooikoorts, allergische rinitis, eczeem, of andere huidaandoeningen. Bij de bewoners van appartementen is gevraagd of zij naast de genoemde aandoeningen ook last hebben (gehad) van migraine, huidontsteking, bronchitis of longontsteking, fluitende of piepende ademhaling of andere luchtwegaandoeningen. Deze informatie is verzameld om te controleren op de eventuele invloed van aanwezige ziektes/ aandoeningen, niet om te gebruiken als prestatie-indicator voor het

gezondheidsaspect van het gebouw. Er zijn veel andere factoren naast het binnenmilieu die de gezondheid van een persoon beïnvloeden. Daarnaast kan een gezond gebouw (zoals een allergeenarme woning) juist minder gezonde bewoners aantrekken. De steekproefgrootte is, gezien de prevalentie, ook te klein om betrouwbare uitspraken te kunnen doen.

Ten slotte werd in de vragenlijst gevraagd naar het aanwezig zijn van gebouwgerelateerde gezondheidsklachten, ook wel aangeduid met Sick Building Syndrome (SBS) klachten:

- droge ogen;
- verstopte neus;
- droge keel;

- lusteloosheid of vermoeidheid;
- hoofdpijn;
- loopneus;
- niezen;
- jeukende of waterige ogen;
- droge, jeukende of geïrriteerde huid;
- ademhalingsmoeilijkheden.

Hiermee kan worden afgeleid of er in het gebouw sprake is van een relatief grote hoeveelheid gebouwgerelateerde klachten. De gebruikte maat hiervoor is de Building Symptom Index (BSI). Voor de kantoren wordt deze afgeleid uit de eerste vijf van de hierboven genoemde klachten, en aangeduid met BSI5. Bij de appartementen worden alle tien de klachten meegenomen bij de bepaling van de index. Deze waarde wordt als BSI10 aangeduid.

BUILDING SYMPTOM INDEX

Per persoon wordt de som bepaald van de antwoorden op de vijf (voor kantoren) of tien (voor appartementen) vragen over de gebouwgerelateerde klachten. Voor de gehele respons op de vragenlijst wordt zo het gemiddelde bepaald, wat de BSI5 of BSI10 oplevert. Voor kantoren kan de waarde van BSI variëren tussen minimaal 0 en maximaal 5. Voor de appartementen kan de BSI liggen tussen 0 en 10.

Indien de waarde van BSI boven de 2 uitkomt, is de situatie onvoldoende. Tussen de 1 en 1,5 is de situatie redelijk en tussen de 1,5 en 2 is deze matig. Een waarde van de BSI kleiner dan 1 geeft aan dat er minimale SBS problemen zijn te verwachten.

Bij het beoordelen van de gerapporteerde gezondheidsklachten wordt een actiegrens gehanteerd van 20 %. Dit wil zeggen dat indien het gezondheidsklachtenpercentage hoger is dan 20 %, er redenen zijn actie te ondernemen om de oorzaak van de klacht op te sporen en te trachten deze te elimineren. Een klachtenpercentage van 10 % of minder wordt als niet relevant beschouwd, omdat deze dan lager is dan de meetnauwkeurigheid.

RESULTATEN APPARTEMENTEN

In de elf Nederlandse appartementsgebouwen zijn algemene gebouwkenmerken bepaald. Een aantal daarvan is weergegeven in tabel 2. In alle gebouwen zijn vervolgens twee vragenlijsten uitgedeeld. De eerste vragenlijst bevat vragen van toepassing op het gehele huishouden. Deze lijst gaat onder

No.	Aantal woningen	Bouwjaar	Totaal oppervlak m ²	Type installatie	Energiebesparende maatregelen	Primaire energie MJ/m ²
1	72	1994	6450	Mechanische afzuiging keuken, bad, toilet, natuurlijke toevoer; Radiatoren	Met glas afgeschermd balkons	335
2	68	2001	5700	Gebalanceerde ventilatie, warmteterugwinning; Radiatoren	Zonnecollector, gebalanceerde mechanische ventilatie met warmteterugwinning met HR-ketel (rendement 95%)	445
3	67	1999	19200	Mechanische afzuiging, toevoer vanuit centrale hal via overstroom via voordeur; Radiatoren	Warmte/krachtkoppeling; HR+ glas ($U=1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$)	396
4	85	1998	14580	Mechanische afzuiging, natuurlijke toevoer; Radiatoren	Zonnecollector, atrium	1220
5	184	2000	5100	Mechanische afzuiging, Radiatoren	Warmte/krachtkoppeling	445
6	162	1973	7400	Natuurlijke ventilatie (te openen ramen); Radiatoren	Geen	616
7	51	1999	7800	Gebalanceerde ventilatie, warmteterugwinning; Radiatoren	Driedubbele beglazing $U=0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$; super geïsoleerd dak $U=0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$; zonnecollector; mini warmte/krachtkoppeling	324
8	74	2001	6400	Gebalanceerde ventilatie, warmteterugwinning; Radiatoren	HR glas ($U=2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$); gebalanceerde mechanische ventilatie met warmteterugwinning	485
9	75	2001	6400	Gebalanceerde ventilatie, warmteterugwinning; Radiatoren	Warmteterugwinning door koeling van winkels; gebalanceerde mechanische ventilatie met warmteterugwinning	367
10	80	1971	5800	Mechanische afzuiging; Radiatoren	Geen	719
11	85	2001	6450	Mechanische afzuiging, natuurlijke toevoer; Radiatoren	Atrium, HR++-glas, $U=1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$	432

Overzicht van een aantal gebouw- en installatiekenmerken van de elf appartementsgebouwen.

- TABEL 2 -

andere in op de aanwezige apparatuur, het gebruik van (ventilatie-)voorzieningen en problemen als condens of schimmel. De tweede vragenlijst bevat vragen over de ervaren (gebouwerelateerde) gezondheidsklachten (persoonlijk welbevinden) en het comfort (klimaat, luchtkwaliteit, licht en geluid) in de winter en in de zomer, en de ervaren controle over het binnenmilieu (temperatuur, luchtkwaliteit, kunstlicht en zonwering, en geluid). Daarnaast zijn er (standaard-) vragen

opgenomen over geslacht, type werk, leeftijd, rookgedrag etc.

In vijf van de elf appartementsgebouwen uit dit onderzoek zijn door meer dan de als actiegrens gestelde 20 % van de bewoners, Sick Building Symptomen (SBS) gerapporteerd: 1, 2, 4, 7, 9.

Bij het algemene oordeel over de binnenmilieu-parameters temperatuur, luchtkwaliteit, licht en geluid scoort alleen temperatuur (algemene beoordeling) in de winter eenmaal als matig

en in de zomer driemaal als matig en eenmaal als slecht. In alle overige gevallen worden de parameters als redelijk of goed beoordeeld. Het algemene beeld is in de winter beter dan in de zomer. Tabel 3 geeft een overzicht van alle gerapporteerde gemiddelde beoordelingen per gebouw, [2].

Opvallend is dat het appartementsgebouw met het hoogste primaire energiegebruik, gebouw no. 4, toch nog een redelijke beoordeling krijgt:

No.	Winter					Zomer					BSI10	Energie (MJ/m ²)
	Te	Lu	Li	Ge	Gem	Te	Lu	Li	Ge	Gem		
1	2,7	2,5	2,2	2,0	2,4	2,8	2,6	2,2	2,2	2,5	1,1	335
2	2,3	2,5	2,2	1,9	2,2	3,6	2,5	1,9	2,1	2,5	0,7	445
3	1,3	1,6	1,3	1,4	1,4	1,7	1,8	1,2	1,9	1,7	0,2	396
4	3,4	2,5	2,6	2,1	2,7	4,7	3,5	2,6	2,3	3,3	1,5	1220
5	2,5	2,9	2,1	2,1	2,4	2,9	2,7	2,3	2,7	2,7	0,7	445
6	3,6	3,1	2,5	2,9	3,0	2,8	2,9	2,3	3,0	2,8	0,6	616
7	1,8	2,7	2,5	2,9	2,5	3,4	3,3	2,9	2,8	3,1	1,2	324
8	2,1	2,7	2,2	2,5	2,4	4,0	3,3	1,9	2,5	2,9	0,4	485
9	2,2	2,8	2,8	2,9	2,7	4,5	3,4	2,7	3,5	3,5	1,9	367
10	2,1	2,3	2,0	2,3	2,2	2,6	2,7	1,8	2,8	2,5	0,5	719
11	1,6	1,6	2,2	1,7	1,8	2,2	1,4	2,0	1,6	1,8	0,0	432

kleurcode =goed =redelijk =matig =onvoldoende

Overzicht van scores voor alle binnenmilieu-aspecten van de elf appartementsgebouwen (Te= temperatuur, Lu= luchtkwaliteit, Li= licht, Ge= geluid, Gem= gemiddelde van de vier aspecten, BSI10 = Building Symptom Index gebaseerd op 10 klachten).
- TABEL 3 -

gemiddelde winter = 2,7 en gemiddelde zomer = 3,3.
Opgemerkt dient te worden dat de respons op de vragenlijsten met percentages tussen 17 en 35 % relatief laag was.

RESULTATEN KANTOREN

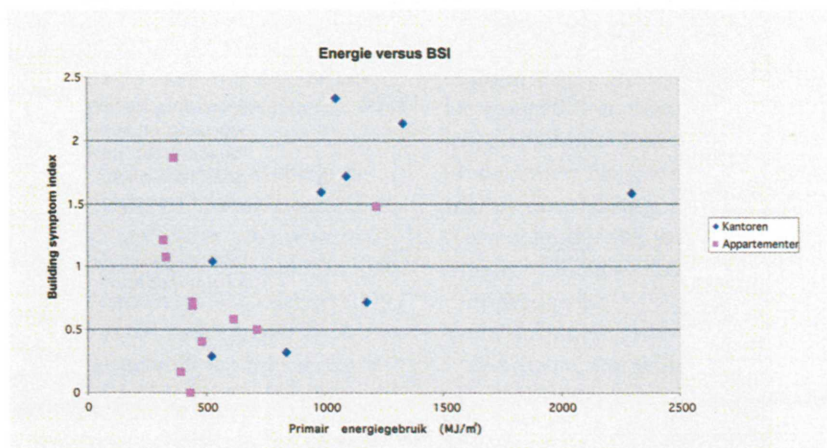
In negen Nederlandse kantoorgebouwen zijn algemene gebouwkenmerken bepaald. Een aantal daarvan is weergegeven in tabel 4. In alle gebouwen is een vragenlijst toegepast. De vragenlijst bevat vragen over de ervaren (gebouwgerelateerde) gezondheidsklachten (persoonlijk welbevinden) en het comfort (klimaat, luchtkwaliteit, licht en geluid in de winter en in de zomer, de ervaren controle over het binnenmilieu (temperatuur, luchtkwaliteit, licht en geluid) en zonwering). Daarnaast zijn er (standaard-)vragen opgenomen over geslacht, type werk, rookgedrag, leeftijd etc. De omvang van de vragenlijst is zodanig dat deze binnen tien minuten kan worden ingevuld.
In bijna alle kantoorgebouwen uit dit onderzoek zijn door meer dan 20 % van de bewoners Sick Building Symptomen (SBS) gerapporteerd: alleen in gebouw 1 was het percentage lager dan 20 %.
Bij het algemene oordeel over de bin-

nenmilieu-parameters scoren temperatuur en luchtkwaliteit zowel in de winter en als in de zomer overwegend matig, maar ook viermaal onvoldoende, waarvan driemaal in de zomer. De parameters licht en geluid worden steeds als redelijk of goed beoordeeld. In tabel 5 wordt een overzicht van alle gerapporteerde gemiddelde beoordelingen per gebouw gegeven, [3].
Opvallend is nu dat het kantoorgebouw met het laagste primaire energieverbruik, gebouw no. 1, de beste beoordelingen krijgt: gemiddelde winter = 3,0 en gemiddelde zomer = 2,5 terwijl een gebouw met een vergelijkbaar

laag energiegebruik, gebouw 4, een van de twee slechtste beoordelingen krijgt: gemiddelde winter = 3,8 en gemiddelde zomer = 3,8.
De respons op de vragenlijsten bij kantoren was voor de meeste kantoren met percentages tussen 79 en 96 % relatief hoog. Bij slechts twee kantoren was de respons relatief laag, namelijk 18 en 55 %.

ENERGIE VERSUS BUILDING SYMPTOM INDEX

In figuur 1 is voor alle 20 onderzochte gebouwen het primaire energieverbruik



Energiegebruik in MJ/m² uitgezet tegen de BSI-score voor de in Nederland onderzochte gebouwen.

- FIGUUR 1 -

No.	Aantal werknemers	Bouwjaar	Totaal oppervlak m ²	Type installatie	Energiebesparende maatregelen	Primaire energie MJ/m ²
1	80	2000	1850	Mechanische ventilatie, VAV; verwarming en koeling van toevoerlucht; toevoer vanuit vloer; Geen bevochtiging; geen recirculatie, warmtewiel; Klimaatplafond (verwarming, koeling)	Hoog isolatieniveau, incl. HR++ glas (U=1,1 W/m ² K); lage temperatuur verwarming/koeling; warmte pomp; warmte opslag; mechanische ventilatie VAV; zonnecollectoren voor warmwater; PV-cellen (80 m ²); optimalisatie van daglicht; daglicht afhankelijke regeling op kunstlicht	523
2	250	1989	7500	Mechanische ventilatie; twee-kanalsysteem; verwarming en koeling van toevoerlucht; klimaatraam; Bevochtiging; geen recirculatie		2300
3	600	2000	14500	Mechanische ventilatie, verwarming en koeling van toevoerlucht; Bevochtiging; geen recirculatie; warmtewiel; Klimaatplafond	Warmteterugwinning; warmteopslag; warmtepomp	1095
4	300	1999	7660	Mechanische ventilatie, verwarming en koeling (adiabatisch) van toevoerlucht; Bevochtiging; geen recirculatie; warmteterugwinning; Radiatoren	Warmteterugwinning; PV cellen; adiabatische koeling	528
5	70	2001	4280	Mechanische ventilatie, verwarming en koeling van toevoerlucht; Geen bevochtiging; geen recirculatie; warmtewiel; Plafondinductie-units	Aanwezigheidsdetectie op kunstlicht; warmteterugwinning (warmtewiel)	1178
6	560	1998	12000	Natuurlijke ventilatie, zelf-regelende roosters (3 verdiepingen); Mechanische ventilatie (2 verdiepingen), verwarming en koeling van toevoerlucht; Geen bevochtiging; geen recirculatie; warmtewiel; Radiatoren	Natuurlijke ventilatie op 3 van 5 verdiepingen; PV cellen; warmtepomp in afvoerlucht voor natuurlijke ventilatie	1049
7	320	1998	5500	Mechanische ventilatie, verwarming, koeling van toevoerlucht; Geen bevochtiging; geen recirculatie; water-glycol warmtewisselaar; Fancoil-units	Warmteopslag; warmtepomp; warmteterugwinning uit ventilatielucht; optimalisatie van daglicht	1332
8	150	2001	13500	Mechanische ventilatie, verwarming en koeling van toevoerlucht; Bevochtiging; geen recirculatie; warmtewiel; Klimaatplafond;	Warmteopslag; warmtepomp; hoog isolatieniveau; gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning	991
9	47	2000	1750	Natuurlijke ventilatie; Warmtewanden	Hoog isolatieniveau; natuurlijke ventilatie; vraaggestuurde regeling; zelfregelende toevoerroosters; vloer + wandverwarming; atrium; daglicht afhankelijke regeling van kunstlicht; zonnecollector voor warm water	841

Overzicht van een aantal gebouw- en installatiekenmerken van de negen kantoorgebouwen.

- TABEL 4 -

No.	Winter					Zomer					BSI10	Energie (MJ/m ²)
	Te	Lu	Li	Ge	Gem	Te	Lu	Li	Ge	Gem1		
1	4,0	3,6	2,1	2,4	3,0	2,6	3,3	1,9	2,2	2,5	0,3	523
2	3,0	4,2	3,2	2,9	3,3	3,7	4,2	2,8	3,0	3,4	1,6	2300
3	4,4	4,3	3,1	2,7	3,6	4,2	4,1	3,2	2,8	3,6	1,7	1095
4	4,3	4,2	3,2	3,4	3,8	4,6	4,2	3,0	3,4	3,8	1,1	528
5	3,9	3,4	3,2	2,0	3,1	3,4	3,3	3,1	2,2	3,0	0,7	1178
6	4,0	4,7	3,3	2,8	3,7	4,8	4,8	3,2	2,9	3,9	2,3	1049
7	3,7	4,1	3,2	2,5	3,4	3,4	3,7	2,9	2,6	3,2	2,1	1332
8	3,9	4,0	2,9	2,0	3,2	4,2	4,0	3,3	2,2	3,4	1,6	991
9	3,9	3,7	2,5	3,2	3,3	4,4	4,0	2,4	3,0	3,5	0,3	841

kleurcode =goed
 =redelijk
 =matig
 =onvoldoende

Overzicht van scores voor alle binnenmilieu aspecten van de negen kantoorgebouwen (Te= temperatuur, Lu= luchtkwaliteit, Li= licht, Ge= geluid, Gem= gemiddelde van de vier aspecten, BSI5= Building Symptom Index gebaseerd op 5 klachten)

- TABEL 5 -

in MJ/m² uitgezet tegen de gevonden waarde voor de BSI. Hieruit blijkt, op basis van de kleine steekproef, dat voor de appartementsgebouwen geen verband is te vinden tussen beide grootheden. Voor kantoorgebouwen is een trend herkenbaar waarbij een laag energiegebruik correspondeert met lage BSI score.

NEDERLAND VERSUS EUROPA

[4] heeft de resultaten voor Nederlandse gebouwen vergeleken met de resultaten van andere landen die betrokken zijn in het HOPE-project. De resultaten zijn samengevat in tabel 6 voor appartementsgebouwen en tabel 7 voor kantoorgebouwen.

Tabellen 6 en 7 laten zien dat de gevonden gemiddelde waarden voor binnenmilieu parameters in de onderzochte gebouwen in de verschillende Europese landen niet veel van elkaar verschillen. Behalve het aspect geluid in appartementsgebouwen, waar Italië matig scoort (3,8) terwijl Nederland en Zwitserland goed scoren (2,4). Er zijn wel grote verschillen in energiegebruik, waarbij Nederland zowel voor appartementen als voor kantoren de laagste gemiddelde waarde heeft en Italië de hoogste. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat de genoemde waarden niet zijn omgerekend naar

primair energiegebruik. In Portugal is de aanwezigheid van Sick Building Symptomen in kantoorgebouwen het grootst met een onvoldoende (BSI =2,8). Alle andere gemiddelde waarden op dit gebied zijn onder de 2,5 voor kantoorgebouwen en zelfs onder de 1,0 voor appartementen in de meeste landen.

CONCLUSIES

Over het algemeen worden gezondheid en comfort beter beoordeeld in appartementsgebouwen dan in kantoren. Dit zou te maken kunnen hebben met het feit dat mensen zelf hun woning kunnen kiezen en daarin het binnenmilieu in grote mate zelf kunnen beïnvloeden, dit in tegenstelling tot de keuze voor hun kantoorruimte in het gebouw en de beïnvloeding van de binnenmilieu-parameters daarin.

Gebouwen met een hoog energiegebruik zijn niet per definitie gezonder of comfortabeler dan gebouwen met een laag energiegebruik. Daarom lijkt het legitiem om te concluderen dat het mogelijk is om strategieën bedoeld om het energiegebruik te verminderen en strategieën bedoeld om het welbevinden te vergroten aan elkaar te koppelen, waardoor tegelijkertijd een vergroting van de energie-efficiëntie, het comfort en het welbevinden kan worden bereikt.

VERVOLG

In de laatste fase van het HOPE-project, wordt in 32 gebouwen met een laag energiegebruik een gedetailleerde veldstudie uitgevoerd. Deze veldstudie dient ervoor om de verschillen tussen gezonde en niet-gezonde gebouwen (gebaseerd op de eerder genoemde resultaten) te karakteriseren. Er is gekozen voor een gebouwspecifieke benadering. Het beginpunt voor het onderzoek in ieder gebouw wordt bepaald door de resultaten van de multidisciplinaire studie: symptomen, comfort scores en risico analyse (zie voor meer informatie hierover [1]). Relevante problemen en risico's voor ieder gebouw zullen worden onderzocht. Indien noodzakelijk wordt een gedetailleerde analyse van het energiegebruik in de geselecteerde gebouwen uitgevoerd.

De resultaten van deze laatste fase zullen, gecombineerd met de resultaten uit de eerdere fases, worden gebruikt voor de ontwikkeling van:

- een definitieve set van prestatiecriteria voor energie-efficiënte en gezonde gebouwen;
- een definitieve methodologie voor de bepaling van gebouwprestatie op het gebied van energiegebruik en gezondheid;
- een protocol voor de verbetering van ongezonde en/of energie-inefficiënte gebouwen.

appartementen	EU	NL	FIN	D	DK	P	CH	GB	I	Std.
BSI10	1,0	0,7	1,9	0,7	0,9	0,7	0,8	0,4	0,5	0,7
Te	3,0	2,8	3,2	2,6	3,0	3,1	2,7	2,7	3,5	0,6
Lu	2,9	2,6	3,1	2,5	2,9	3,0	2,6	3,3	3,7	0,6
Li	2,3	2,2	2,1	2,1	2,4	2,6	2,3	2,4	3,2	0,6
Ge	2,7	2,4	2,6	2,7	2,8	3,1	2,4	2,8	3,8	0,7
E (kWh/m ²)	166	69	242	159	130	70	169	-	301	97
kleurcode =goed =redelijk =matig =onvoldoende										

Overzicht van scores voor alle binnenmilieu aspecten van de appartementsgebouwen in acht Europese landen (EU= Europees gemiddelde, BSI10= Building Symptom Index, gebaseerd op tien klachten, Te= temperatuur, Lu= luchtkwaliteit, Li= licht, Ge= geluid, E= Gemiddeld energiegebruik (Let op: niet omgerekend naar primair energiegebruik)). In de laatste kolom is de standaard afwijking gegeven.

- TABEL 6 -

kantoren	EU	NL	FIN	D	DK	P	CH	GB	I	Std.
BSI5	2,1	1,9	2,3	1,6	1,6	2,8	1,9	2,3	1,9	0,8
Te	3,9	4,0	4,2	3,8	3,7	3,9	3,9	4,1	3,5	0,5
Lu	3,9	4,1	4,1	3,9	3,5	3,9	3,7	4,2	3,8	0,5
Li	2,9	3,0	2,6	3,1	3,0	2,7	2,9	3,4	3,1	0,4
Ge	2,8	2,8	2,7	2,6	2,8	3,0	2,6	3,1	3,2	0,4
E (kWh/m ²)	191	113	204	214	172	207	188	-	361	91
kleurcode =goed =redelijk =matig =onvoldoende										

Overzicht van scores voor alle binnenmilieu aspecten van de kantoorgebouwen in acht Europese landen (EU= Europees gemiddelde, BSI5= Building Symptom Index, gebaseerd op vijf klachten, Te= temperatuur, Lu= luchtkwaliteit, Li= licht, Ge= geluid, E= Gemiddeld energiegebruik (Let op: niet omgerekend naar primair energiegebruik)). In de laatste kolom is de standaard afwijking gegeven.

- TABEL 7 -

Tevens zal de database met gebouwgegevens in de website van het HOPE-project worden opgenomen. Hiermee wordt het mogelijk dat partijen die niet bij het project zijn betrokken hun gegevens kunnen invoeren om hun eigen multi-criteria analyse te maken om te bepalen hoe gezond of energie-efficiënt hun gebouw is, vergeleken met de in het project onderzochte gebouwen.

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 (Duits-

land); 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).

Verzameling van de gegevens over de appartementengebouwen en uitzetten van de enquêtes in de appartementengebouwen is uitgevoerd door Weerdenburg Huisvesting Consultants.

REFERENTIES

1. P.M. Bluysen, Cox, C.W.J. en M.G.L.C. Loomans (2004) "Prestatie criteria voor Gezonde en energie-efficiënte Gebouwen: HOPE en PeB-Bu, twee Europese projecten", TVVL Magazine augustus 2004.
2. Cox, C.W.J. en E.H. de Groot,

(2004) "Rapportage inzake de zelfgerapporteerde gezondheidsklachten en comfort in elf Nederlandse appartementsgebouwen", TNO project rapport, Delft.

3. Cox, C.W.J., M.G.L.C. Loomans en C.E.E. Pernot (2004) "Rapportage inzake de zelfgerapporteerde gezondheidsklachten en comfort in negen Nederlandse kantoorgebouwen", TNO project rapport, Delft.
4. Johnner, N. (2004) "Study of the Causes of the Sick Building Syndrom using Multicriteria and Multivariate Analysis Tools", EPFL, Lausanne, persoonlijke communicatie.