

Onderzoek gezonde en energiezuinige kantoren

Wat zijn de succesfactoren?

Onderzoeken tonen aan dat er een relatie is tussen de kwaliteit van het binnenmilieu in kantoren en het welbevinden van de gebruikers. Recent internationaal literatuuronderzoek heeft aangetoond dat gezondheidsbevorderende maatregelen in twee van de drie gevallen in gebouwen ook een positieve invloed hebben op de energieprestatie¹. Naar aanleiding van dit literatuuronderzoek is in opdracht van SenterNovem onderzoek uitgevoerd in bestaande kantoren om inzicht te krijgen in de samenhang tussen energiebesparende maatregelen en de kwaliteit van het binnenmilieu

TEKST: JAN PETER POLS, MACHIEL KARELS EN GERT HARM TEN BOLSCHER

Voor het praktijkonderzoek zijn tien kantoorgebouwen geselecteerd, waarvan bekend is dat dit energiezuinige gebouwen zijn en waarvan verwacht wordt dat zij ook goed presteren ten aanzien van de kwaliteit van het binnenmilieu. Het onderzoek is bedoeld om aan te tonen dat in voorbeeldgebouwen energiezuinigheid en een goed binnenmilieu samen op kunnen gaan. Tegelijkertijd is ook geïnventariseerd waarom het gebouw een succes geworden is (succesfactoren) en welke aspecten kunnen leiden tot een minder positief eindresultaat.

Onderzoek voorbeeldgebouwen

Voor het bepalen van de gebouwen die opgenomen zijn in het onderzoek, zijn de volgende voorwaarden gedefinieerd:

- het gebouw moet bekend staan als energiezuinig (meer dan 10 procent zuiniger gebouwd dan Bouwbesluitnorm),
- het gebouw moet bekend staan om het goede binnenklimaat (geluiden vanuit de markt, artikelen enzovoorts).

Vervolgens is gezocht naar een mix van gebouwen met aandacht voor

de volgende kenmerken: gebouw-grootte, type warmte- en koude-opwekking, gebouwconstructie, type afgiftesysteem en type eigenaar. In totaal zijn zo vanuit een groslijst tien kantoorgebouwen geselecteerd. De volgorde van de gebouwen correspondeert niet met de nummering zoals in het vervolg van het artikel gebruikt wordt. Hiervoor is in overleg met de gebouw eigenaren gekozen, gezien de vertrouwelijke informatie die beschikbaar is gesteld.

In de gebouwen in kader 1 zijn opnames en metingen uitgevoerd en enquêtes gehouden. Vervolgens is nagegaan of er causale, dan wel andere verbanden zijn tussen energiebesparende maatregelen, het energiegebruik en de kwaliteit van het binnenmilieu.

Eerst zijn er gebouwopnames gedaan en interviews gehouden. Gelijktijdig zijn momentane binnen-

milieumetingen verricht. Bovendien is aan de gebruikers van een gebouw om hun mening gevraagd over het binnenmilieu en zijn er duurmetingen uitgevoerd.

Om na te gaan of een gebouw ook werkelijk energiezuinig is en als gezond mag worden aangemerkt, zijn toetsingscriteria voor energiegebruik en binnenmilieu gehanteerd die aansluiten bij gangbare beoordelingscriteria.

Gebouwopnames

Voor de gebouwopnames is een standaard invullijst ontwikkeld. Algemene gebouwkenmerken, zoals bruto vloeroppervlak, type warmte-opwekking, energiegebruik zijn in kaart gebracht. Aan de hand van de verkregen gegevens, is de energieprestatiecoëfficiënt (EPC) bepaald. Bovendien is tijdens de gebouwopname een interview met de beheerder gehouden over ervaringen in het bouwproces en over de succesfactoren. De invullijst is opgesteld volgens het handboek 'Gezondheidskaart'. Dit handboek is voor woningen opgesteld in opdracht van het ministerie van VROM. Niet alle onderdelen van de Gezondheidskaart zijn daarom toepasbaar voor kantoren. Er is een

Ing. Jan Peter Pols, ing. Machiel Karels en ir. Gert Harm ten Bolscher werken bij DWA installatie-energieadvies.

selectie toegevoegd van onderwerpen die relevant zijn voor de kwaliteit van het binnenmilieu in kantoorgebouwen.

Uit de gegevens van de gebouwopname is ook het primaire energiegebruik per vierkante meter berekend. Het totaal aan gas- en elektri-

citeitverbruik is omgerekend naar primaire energie per vierkante meter bruto vloeroppervlak (GJ prim/m² bvo). Dit is als indicator voor de energie-efficiency van een gebouw gehanteerd.

Om een goed beeld te krijgen van de beleving van de gebruikers, is per ge-

bouw een schriftelijke enquête gehouden onder maximaal 25 gebruikers. Deze vragenlijsten zijn op de dag van de gebouwopname willekeurig verspreid onder de gebruikers.

Metingen

Om een objectieve beoordeling te kunnen geven over de kwaliteit van het binnenmilieu, is in de verschillende gebouwen een aantal metingen verricht. De metingen zijn uitgevoerd in drie karakteristieke vertrekken van een gebouw. Er is gemeten in twee willekeurige vertrekken en in één vertrek dat door de gebruikers als 'slecht' wordt ervaren wat betreft de kwaliteit van het binnenmilieu.

Stadsdeelkantoor Amsterdam-Noord	Amsterdam
Melexis	De Meern
Hoofdkantoor Vopak	Rotterdam
Waterschapskantoor Rivierenland	Tiel
Stadskantoor Gemeente Goes	Goes
Rijkswaterstaat	Terneuzen
Uitgeverij Kluitman	Alkmaar
Stadskantoor Breda(Gebouw B)	Breda
Hoofdkantoor Facilicom Services Group	Schiedam
Thermo-Staete	Bodegraven

Kader 1. De onderzochte kantoorgebouwen

Kantoor nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cijfer voor kwaliteit binnenmilieu	6,8	6,6	6,6	6,3	6,3	5,6	5,6	7,0	5,9	6,6

Tabel 1. Waardering binnenmilieu op basis van momentane metingen

Kantoor nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Oordeel van gebruikers over het binnenmilieu										
In de zomersituatie										
- temperatuur	7,6	6,3	6,3	6,4	5,3	7,7	5,5	-	7,4	8,1
- luchtkwaliteit	6,0	5,7	6,1	4,8	5,0	5,0	6,0	-	6,6	6,5
- licht	7,7	7,6	7,3	8,0	7,9	8,2	7,0	-	8,4	8,2
In de wintersituatie										
- temperatuur	6,6	4,1	6,5	5,6	5,6	7,0	5,3	-	6,5	7,6
- luchtkwaliteit	6,2	5,8	6,5	4,6	5,5	5,4	5,3	-	6,8	6,2
- licht	7,2	7,4	7,3	8,1	7,7	7,9	6,6	-	8,2	7,9
Overige beoordelingsaspecten										
- geluid	6,9	7,7	5,7	6,0	7,4	7,9	6,0	-	7,3	7,2
- persoonlijke beïnvloeding	4,0	2,7	4,2	2,6	4,5	2,2	1,3	-	4,7	3,7
- algemeen oordeel van de gebruiker	6,4	5,7	6,3	5,3	6,1	6,6	4,5	-	6,7	7,0
Eindcijfer waardering binnenmilieu	6,5	5,9	6,2	5,7	6,1	6,4	5,3	-	7,0	6,9

Tabel 2: Waardering door gebruikers

Kantoor nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Energie-efficiency										
Besparing t.o.v. toetsingscriteria	19%	62%	-	6%	44%	64%	-	-9%	0%	52%
Cijfer energie-efficiency	5,9	8,1	-	5,3	7,2	8,2	-	4,5	5,0	7,6
Cijfer op een schaal van 5 tot 10	6,9	9,9	-	6,1	8,6	10	-	5,0	6,5	9,2
Binnenmilieu (metingen)										
Cijfer voor binnenmilieukwaliteit	6,79	6,57	6,57	6,29	6,29	5,57	5,57	7,00	5,93	6,57
Cijfer op een schaal van 5 tot 10	9,3	8,5	8,5	7,5	7,5	5,0	5,0	10	6,3	8,5
Waardering binnenmilieu door de gebruikers										
Cijfer voor binnenmilieukwaliteit	6,5	5,9	6,2	5,7	6,1	6,4	5,3	-	7,0	6,9
Cijfer op een schaal van 5 tot 10	8,7	6,7	7,9	6,3	7,5	8,4	5,0	-	10	10

Tabel 3: Totaalbeoordeling

* hoger energiegebruik van 9%

De volgende binnenmilieu-gerelateerde aspecten zijn gemeten:

- geluidsdrukniveau en nagalmtijd,
- capaciteit van de mechanische ventilatie,
- luchtsnelheid en veranderlijkheid in verband met de kans op tocht-hinder,
- daglichttoetreding en lichtsterkte,
- CO₂-concentratie,
- luchttemperatuur en luchtvochtigheid.

Toetsingscriteria

Vanuit de gebouwopname is het primaire energiegebruik per vierkante meter als toetsingskader gehanteerd. Het totale gas- en elektriciteitsverbruik, omgerekend naar primaire energie per vierkante meter bebouwd vloeroppervlak (GJprim/m² BVO), is de indicator voor de energie-efficiency van het gebouw.

Binnenmilieu

Het 'Praktijkboek Gezonde Gebouwen'⁴ geeft prestatie-eisen voor het binnenmilieu. Hierbij wordt een classificatiesysteem gehanteerd met drie klassen: A, B en C. Daaraan is een klasse D toegevoegd. Aan alle vier de binnenmilieuklassen is een cijfer toegekend. Op deze manier is het mogelijk om gebouwen te vergelijken op de aspecten: temperatuur in de winter, relatieve vochtigheid in de winter, CO₂-concentratie, hinder door installatiegeluid, de nagalmtijd en tocht in de winter. In het praktijkboek wordt klasse B als criterium gehanteerd voor een kantoor met een goed binnenmilieu.

Energiegebruik

Vergelijking van de resultaten over het energiegebruik met de toetsingscriteria laat zien dat de meeste geselecteerde kantoren inderdaad energiezuinig mogen worden genoemd. Ten opzichte van de toetsingscriteria zijn de besparingen soms aanzienlijk, wel tot 64%!

Binnenmilieu – momentane metingen

In de kantoren zijn tijdens de gebouwopnames momentane metingen verricht. Aanvullend daarop vonden duurmetingen plaats. De resultaten zijn per kantoor beoordeeld en getoetst aan de criteria voor het binnenmilieu. Daarbij is de klassenindeling van A tot en met D gehanteerd, met het daaraan toegekende cijfer (voor klasse A een 8,5; voor klasse B een 7,0; voor klasse C een 5,5 en 3,5 voor klasse D). De resultaten zijn per binnenmilieuparameter bepaald (temperatuur, relatieve vochtigheid en cetera), bij elkaar opgeteld en gedeeld door het aantal parameters. Dit levert een gemiddeld cijfer op voor de binnenmilieukwaliteit.

Op deze manier is het overzicht van de resultaten van de momentane binnenmilieumetingen in de kantoren tot stand gekomen (zie tabel 1).

Op basis van tabel 1 lijkt de kwaliteit van het binnenmilieu elkaar niet veel te ontlopen in de betreffende kantoren. Maar er zijn wel verschillen in scores op de verschillende binnenmilieugerelateerde parameters. Vaak blijkt dat de gemeten binnentemperatuur in de kantoren hoger is dan 22° C en het gemeten geluidsniveau dat door installaties wordt veroorzaakt hoger dan 30 dB(A). Slechts één kantoor, nummer 8, voldoet aan binnenmilieuklasse B, maar van dat gebouw is de nagalmtijd niet bekend. Een cijfer van 5,5 is de ondergrens voor binnenmilieuklasse C.

Binnenmilieu - duurmetingen

Gedurende minimaal een week zijn de CO₂-concentratie, de relatieve vochtigheid en de binnentemperatuur gemeten. Naar aanleiding van de duurmetingen vallen de volgende aspecten op.

De CO₂-concentratie overschreed tijdens de meettijd nooit de waarde van 1.000 parts per million (ppm). Daarmee wordt voldaan aan binnenmilieuklasse B voor 'gezonde' kantoren. De CO₂-concentratie is een belangrijke indicator voor de mate van ventilatie.

In een aantal kantoren werd tijdens de meettijd de grens voor de relatieve vochtigheid van 30 tot 70 procent overschreden. De grens van 30 tot 70 procent relatieve vochtigheid voldoet aan binnenmilieuklasse B. Vijf van de tien kantoren hebben gedurende een langere tijd een relatieve vochtigheid in de bandbreedte van 20 tot 90 procent, wat overeenkomt met binnenmilieuklasse C. In twee kantoren is zelfs aan binnenmilieuklasse C gedurende langere tijd niet voldaan. Geen enkel kantoor voldeed tijdens de metingen geheel aan een binnentemperatuur tussen 20 en 22° C. De binnentemperatuurrange van 19 tot 23° C werd zelfs nog veelvuldig overschreden. Een binnentemperatuur tussen 20 en 22° C voldoet aan binnenmilieuklasse A en B. Een binnentemperatuur tussen 19 en 23° C is klasse C.

Gezien de relatief geringe verschillen en het feit dat duurmetingen moeilijker te vertalen zijn naar concrete vergelijkingscijfers is ervoor gekozen om de resultaten van deze metingen niet te transformeren naar cijfers.

Binnenmilieu – waardering gebruikers

Om een goed beeld te krijgen van de beleving van de gebruikers, is per gebouw een schriftelijke enquête gehouden onder maximaal 25 gebruikers. De resultaten daarvan zijn in tabel 2 vermeld. Per kantoor zijn de beoordelingscijfers van de respondenten bij elkaar opgeteld en gedeeld door het aantal onderwerpen waarover een oordeel is gevraagd. Zo is het eindcijfer voor de waardering van het binnenmilieu in de kantoren tot stand gekomen.

Beoordeling

Om het energiegebruik en het binnenmilieu van de kantoren met elkaar op eenzelfde manier te kunnen vergelijken, is ervoor gekozen om de resultaten te vertalen naar een cijfer

op een schaal van 5 tot 10. Aan de laagste score is een cijfer 5 toegekend; aan de hoogste een 10. Wat betreft de score voor energie-efficiency is de prestatie van kantoor 9 als uitgangspunt gebruikt. Dit kantoor scoort niet beter dan het gemiddelde volgens het toetsingscriterium. Aan kantoor 9 is een cijfer 5 toegekend. Naarmate de besparing ten opzichte van de toetsingscriteria toeneemt, is het cijfer hoger. Zo leidt een besparing van 19 procent tot een cijfer $5 + 5 \times 0,19 = 5,95$. Zo is steeds voor elk item (energie-efficiency, gemeten kwaliteit binnenmilieu en de waardering van het binnenmilieu door de gebruikers) de laagste en de hoogste waarde bepaald, deze kantoren scoorden op het betreffende item vervolgens een 'rapportcijfer' 5 respectievelijk 10. De andere waarderingen kregen een 'rapportcijfer' tussen 5 en 10. De resultaten van deze rekenexercitie zijn weergegeven in tabel 3.

In vier kantoren gaat een hoge mate van energie-efficiency samen met een goed binnenmilieu. Het is dus mogelijk om energiezuinige kantoren te ontwerpen met een goede binnenmilieukwaliteit. Daarnaast komt de score op het aspect van de gemeten binnenmilieukwaliteit goed overeen met de score op het aspect van de waardering daarvan.

LITERATUUR

- 1 Literatuuronderzoek gebouwgebonden gezondheid, comfort, productiviteit en ziekteverzuim in relatie tot energiegebruik. Ir. A.C. Boerstra, drs. J.L. Leijten, drs. L. Haans BBA Binnenmilieu, Rotterdam, 15 september 2006.
- 2 ISSO publicaties 75 'Handleiding Energieprestatie-Advies Utiliteitsgebouwen'.
- 3 Cijfers en tabellen 2007, SenterNovem, april 2007.
- 4 Serie Praktijkboek gezonde gebouwen, uitgave van SBR en ISSO, Rotterdam. ISBN 90-5367-350-4.
- 5 Binnenmilieu en productiviteit in kantoren, Rehva handleiding nr. 6. ISBN 978-90-5044 150-6 september 2007.
- 6 Binnenmilieufactoren voor kantoren, uitgave van SBR en ISSO, ISBN 90-5367-153-6.