

# Nieuwe EPBD gerelateerde binnenmilieunorm

Atze Boerstra,  
Bjarne Olesen,  
Olli Seppänen

De Europese Organisatie voor Normalisatie (CEN) heeft normen opgesteld om de EPBD toe te passen. Een van die normen is 'Criteria voor het binnenmilieu, met inbegrip van het thermische klimaat, de verlichting, de geluidslast en de luchtkwaliteit'. Deze norm voor het binnenmilieu is ontwikkeld om inputgegevens te verstrekken om ventilatie-, verwarming-, koeling- en verlichtingssystemen te ontwerpen en de energieprestatie te berekenen.

De EPBD (Energy Performance of Buildings Directive) is op 4 januari 2003 gepubliceerd door de Europese Unie. Lidstaten zijn verplicht de richtlijn te implementeren; in het geval van Nederland uiterlijk op 1 januari 2008. De richtlijn, in het Nederlands de Richtlijn Energieprestatie van Gebouwen genoemd, moet leiden tot verbetering van de energieprestaties van gebouwen en gebouwinstallaties in de Europese Gemeenschap.

Op een aantal punten voldoet Nederland al ruimschoots aan de verplichtingen die volgen uit de EPBD, en verandert er dus niet zoveel. Zo kennen we al jaren een rekenmethodiek om de energieprestatie van gebouwen en een periodiek keurings- en onderhoudsregime voor cv-ketels met een vermogen van meer dan 100 kW.

Wel nieuw is hetgeen vanaf 2008 wettelijk verplicht is. Bij verkoop of verhuur van gebouwen moet een energieprestatiecertificaat (energielabel) worden overlegd. Hoewel artikel 7 dit aanbeveelt heeft de Nederlandse overheid er niet voor gekozen op dit wettelijk verplichte energielabel informatie op te doen nemen over de binnentemperatuur en ander relevante klimaatfactoren. Voor nieuwbouw (gebouwen jonger dan 10 jaar) geldt geen verplicht energielabel. Wel moet er dan een gewaarmerkt afschrift van de bij de bouw-aanvraag behorende EPC berekening beschikbaar zijn.

In Nederland nog niet wettelijk geregeld: De verplichting (artikel 9) om periodiek AC-installaties te inspecteren en een oordeel over het rendement en het opgestelde vermogen met eventueel verbeteringsadvies af te geven. Voor de inspectie en advisering over de ketel en verwarmingsinstallatie heeft de Nederlandse overheid gekozen voor een vrijwillige regeling voor ketels < 100 kW. Voor grotere installaties geldt de bekende SCIOS regeling waarbij de frequentie is terug gebracht naar 4 jaar.

Ook nieuw is de mogelijkheid (niet verplicht deel van het EPBD-pakket) energieprestatie-eisen te koppelen aan comfort- en gezondheidsprestatie-eisen.

In het kader van de uitwerking van de EPBD-verplichtingen heeft de Europese Unie opdracht gegeven aan de Europese

Organisatie voor Normalisatie (CEN) nieuwe normen te ontwikkelen. Het gros van deze 'EPBD-normen' is net uitgekomen of komt in de loop van 2007 uit. Relevante nieuwe EPBD-normen voor de installatiesector zijn onder andere:

- NEN-EN 15239 en 'Ventilatie van gebouwen – Energieprestatie van gebouwen – Richtlijnen voor de inspectie van ventilatiesystemen';
- NEN-EN 15240 en 'Ventilatie van gebouwen – Energieprestatie van gebouwen – Richtlijnen voor de inspectie van luchtbehandelingssystemen';
- NEN-EN 15241 en 'Ventilatie van gebouwen – Berekeningsmethoden voor het energieverlies door ventilatie en infiltratie in commerciële bedrijfsgebouwen';
- NEN-EN 15242 en 'Ventilatie van gebouwen – Berekeningsmethoden voor de bepaling van de luchtvolumestroom en de infiltratie in bedrijfsgebouwen';
- NEN-EN 15243 en 'Ventilatie van gebouwen – Berekening van kamertemperaturen en van de belasting en energiebehoefte van gebouwen met kamerbehandelingssystemen';
- NEN-EN 15251 en 'Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics' (nog geen Nederlandse titel beschikbaar).

## INHOUD EPBD-BINNENMILIEUNORM

De norm NEN-EN 15251 specificceert ontwerp binnenmilieuwaarden die kunnen worden gebruikt als input voor energieberekeningen en voor bijvoorbeeld de dimensionering van installaties. Daarbij geeft de norm suggesties voor methoden om de binnenmilieukwaliteit in gebouwen te verifiëren (bijvoorbeeld om een gezondheidslabel te genereren, parallel aan het EPBD-energielabel). De norm heeft betrekking op allerlei bouwtypen, van (grotere) utiliteitsgebouwen, zoals kantoren en ziekenhuizen, tot scholen en woningen.

Het basisidee achter NEN-EN 15251 is dat energiebesparing niet ten koste mag gaan van het comfort en de gezondheid



gebouwtipe	klasse	operatieve temperatuur [°C]	
		verwarming (winter) ~1,0 clo	koeling (zomer) ~ 0,5 clo
woongebouwen: leefruimten (slaapkamer; huiskamer; keuken etc) voornamelijk zitten ~ 1,2 met	A	21,0	25,5
	B	20,0	26,0
	C	18,0	27,0
woongebouwen: andere ruimten (hal, bijkeuken enzovoort) staan / lopen ~ 1,6 met	A	18,0	-
	B	16,0	-
	C	14,0	-
kantoorruimten voornamelijk zitten ~ 1,2 met	A	21,0	25,5
	B	20,0	26,0
	C	19,0	27,0
vergader ruimte voornamelijk zitten ~ 1,2 met	A	21,0	25,5
	B	20,0	26,0
	C	19,0	27,0
auditorium voornamelijk zitten ~ 1,2 met	A	21,0	25,5
	B	20,0	26,0
	C	19,0	27,0
cafeteria / restaurant voornamelijk zitten ~ 1,2 met	A	21,0	25,5
	B	20,0	26,0
	C	19,0	27,0
klaslokaal voornamelijk zitten ~ 1,2 met	A	21,0	25,5
	B	20,0	26,0
	C	19,0	27,0
kleuterschool voornamelijk staan / lopen ~ 1,4 met	A	19,0	24,5
	B	17,5	25,5
	C	16,5	26,0
winkel staan / lopen ~ 1,6 met	A	17,5	24,0
	B	16,0	25,0
	C	15,0	26,0

Tabel 1. Ontwerpwaarden binnentemperatuur uit NEN 15251; te gebruiken bij het ontwerp van gebouwen en klimaatinstallatie (de zomereisen gelden alleen als actieve koeling aanwezig is).

van gebouwgebruikers. Vandaar ook dat suggesties zijn gedaan over de te stellen prestatie-eisen, waarbij met drie kwaliteitsklassen (of categorieën) wordt gewerkt. De in de norm genoemde prestatie-eisen zijn voor een aanzienlijk deel gebaseerd op eisen uit andere normen en richtlijnen, zoals NEN-EN-ISO 7730 'Klimaatomstandigheden – Analytische bepaling en interpretatie van thermische behaaglijkheid door berekeningen van de PMV en PPD-waarden en lokale thermische behaaglijkheid' en NEN-EN 13779 'Ventilatie van gebouwen – Prestatie-eisen voor ventilatie- en luchtbehandelingssystemen'.

## TEMPERATUREISEN

Bij het ontwerp en de dimensionering van gebouwen en klimaatinstallaties worden temperatuureisen gebruikt (minimumruimtetemperatuur in de winter en maximumruimtetemperatuur in de zomer) als input voor de berekeningen

van de warmte- en de koellast. De norm geeft suggesties voor de te hanteren (zomer- en winter-) ontwerp binnentemperaturen (tabel 1).

De eisen worden in drie klassen gegeven. Afhankelijk van de situatie en bijvoorbeeld het vereiste comfortniveau zal moeten worden bepaald welk niveau in een specifieke situatie moet worden gehanteerd. Het gebruik van een zwaardere klasse zal uiteraard in een hogere verwarmings- of koelcapaciteit resulteren.

De in tabel 1 vermelde temperatuurbreedten zijn gebaseerd op PMV-bandbreedten van respectievelijk  $\pm 0,2$  voor categorie A,  $\pm 0,5$  voor categorie B en  $\pm 0,7$  voor categorie C. Bij twijfel wordt geadviseerd de categorie B-waarden aan te houden (althans bij nieuwbouw).

In plaats van de relatief strenge klasse A-eis kunnen we (om op klasse A-niveau uit te komen) ook de klasse B-eis hanteren met een aanvullende eis voor temperatuurbeïnvloeding op ruimteniveau (bijvoorbeeld met  $\pm 2$  °C).

## ADAPTIEVE TEMPERATUREISEN VOOR GEBOUWEN ZONDER MECHANISCHE KOELING

Voor gebouwen zonder actieve, mechanische koeling worden in NEN-EN 15251 aparte zomer-comforteisen gegeven. Eisen die vergelijkbaar zijn met die in Isso-publicatie 74 en die voortbouwen op veldonderzoek waaruit blijkt dat gebouwgebruikers bij warm weer binnen hogere temperaturen prefereren dan alleen op basis van het PMV-PPD-model is te verwachten. Althans als aan bepaalde randvoorwaarden is voldaan (citaat uit de norm zelf, annex A.2):

- de hoeveelheid kleding (kledingisolatie) kan naar wens worden aangepast (in de range 0,5-1,0 clo) en er is geen strikt kledingprotocol;
- het gaat om situaties waarbij men hoofdzakelijk zittend werk doet (metabolisme 1,0 à 1,3 met);
- er is toegang tot (effectief te gebruiken) te openen ramen en deze ramen zijn het primaire middel ('s zomers) voor temperatuurbeheersing (in aanvulling op bijvoorbeeld zonwering en/of tafelventilatoren);
- er is geen actief, mechanisch koelsysteem (aanwezigheid van bijvoorbeeld mechanische ventilatie is overigens geen bezwaar).

Voor de dimensionering van het verwarmingssysteem van dit type gebouw worden dezelfde criteria gebruikt als vermeld in tabel 1, kolom 'verwarming (winter)'. De adaptieve, met de buitentemperatuur 'meeglijdende' criteria voor de zomersituatie (in gebouwen zonder actieve, mechanische koeling) zijn te vinden in afbeelding 1. Deze zijn enigszins

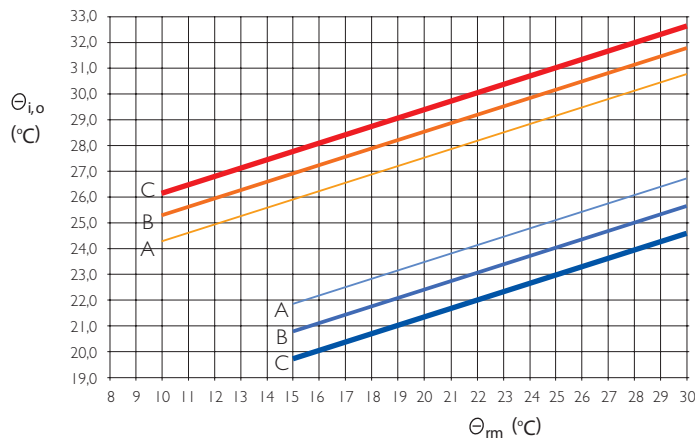


vergelijkbaar met de adaptieve temperatueisen die vermeld zijn in de laatste versie van Ashrae-standaard 55. De toegestane binnentemperaturen zijn ook hier gepresenteerd in 3 klassen (klasse A, klasse B en klasse C). Op de verticale as is de toegestane binnentemperatuur weergegeven. Let op: het gaat hier om de toegestane, operationele temperatuur, dus niet om alleen de luchttemperatuur.

Op de verticale as vinden we de 'running mean outdoor temperature'. Deze is enigszins vergelijkbaar met de  $T_{e,ref}$  uit Isso-publicatie 74. De 'running mean outdoor temperature' is (bij benadering) te bepalen met de volgende formule:

$$\Theta_{rm} = (\Theta_{ed-1} + 0,8 \Theta_{ed-2} + 0,6 \Theta_{ed-3} + 0,5 \Theta_{ed-4} + 0,4 \Theta_{ed-5} + 0,3 \Theta_{ed-6} + 0,2 \Theta_{ed-7})/3,8$$

Hierbij is  $\Theta_{ed-1}$  de daggemiddelde temperatuur op de dag voor de beschouwde dag (gisteren),  $\Theta_{ed-2}$  de daggemiddelde temperatuur eergisteren et cetera.



X-as  
 $\Theta_{rm}$  = running mean outdoor temperature [°C].

Y-as  
 $\Theta_{i,o}$  = operative temperature [°C].

klasse A	bovengrens:	$\Theta_{i,o \max} = 0,33 \Theta_{rm} + 18,8 + 2$
	ondergrens:	$\Theta_{i,o \min} = 0,33 \Theta_{rm} + 18,8 - 2$
klasse B	bovengrens:	$\Theta_{i,o \max} = 0,33 \Theta_{rm} + 18,8 + 3$
	ondergrens:	$\Theta_{i,o \min} = 0,33 \Theta_{rm} + 18,8 - 3$
klasse C	bovengrens:	$\Theta_{i,o \max} = 0,33 \Theta_{rm} + 18,8 + 4$
	ondergrens:	$\Theta_{i,o \min} = 0,33 \Theta_{rm} + 18,8 - 4$

*I. Ontwerpwaarden toelaatbare operationele temperatuur binnen voor gebouwen zonder actieve, mechanische koeling (en te openen ramen) als functie van de 'running mean outdoor temperature'.*

Voor een nog exactere berekening van de running mean outdoor temperature, gebaseerd op diverse Europese veldonderzoekuitkomsten, wordt verwezen naar de norm zelf.

In de genoemde annex A2 wordt overigens gesteld dat de adaptieve eisen niet alleen in kantoren kunnen worden gebruikt, hoewel de lijnen zelf wel hoofdzakelijk zijn gebaseerd op veldonderzoek in kantoorgebouwen. Een en ander kan ook worden gebruikt in woningen en scholen.

Verder wordt in de annex de opmerking gemaakt dat de adaptieve eisen in principe minder goed toepasbaar zijn in situaties met relatief open plattegronden en grote hoeveelheden kantoorwerkers bij elkaar (kantoortuinen). Eventueel aanwezige, te openen ramen zijn dan niet echt effectief te gebruiken (namelijk veel sneller tochtoverlast).

### EISEN LUCHTSNELHEID EN INSTALLATIEGELUID

In tabel 2 zijn eveneens criteria gegeven voor de maximale gemiddelde luchtsnelheid in zowel zomer als winter en het maximaal aanvaardbare installatiegeluidsniveau.

In de toelichtende tekst van de norm is gesteld dat we iets hogere geluidniveaus kunnen toestaan (5 tot 10 dB(A) hoger) als sprake is van klimaatinstallaties of ventilatiesystemen die direct door de gebruiker zijn te beïnvloeden (harder en zachter zijn te zetten).

Uit onderzoek is bekend dat een te hoge luchtsnelheid alleen bij lage en gematigde temperaturen als hinderlijk wordt ervaren. Bij een relatief hoge luchttemperatuur (> 25 à 28 °C) is eerder sprake van een verkoelend 'briesje'. Vandaar dat in de norm NEN-EN 15251 ook een figuur is gepresenteerd die aangeeft wat het verkoelend effect kan zijn (bij hogere temperaturen) van luchtsnelheidsverhoging (afbeelding 2). Let wel: de figuur is alleen van toepassing zolang is gegarandeerd dat de luchtstroom (en luchtsnelheid) direct onder invloed is van de gebruiker (denk aan verdraaiing van een nozzle, aan- en/of uitzetten van een ventilator).

### EISEN RELATIEVE VOCHTIGHEID

In de nieuwe norm is verder gesteld dat normaal gesproken bevochtiging van de binnenlucht niet nodig is. De luchtvochtigheid heeft namelijk slechts een klein effect op de thermische beleving, tenzij sprake is van temperaturen > 30 °C, en een te verwaarlozen effect op de waargenomen luchtkwaliteit, uitgezonderd bij extreem lage luchtvochtigheden.

Concreet meldt NEN-EN 15251 hierover: 'Slechts een zeer lage luchtvochtigheid (< 15 à 20 procent) kan droge en geïrriteerde ogen en luchtwegen veroorzaken.' Wel wordt vermeld dat een hoge luchtvochtigheid (op lange termijn)



gebouwtipe	klasse	maximale gemiddelde luchtsnelheid, m/s		installatiegeluidsniveau dB (A)
		zomer (koeling)	winter (verwarming)	
kamerkantoor	A	0,18	0,15	30
	B	0,22	0,18	35
	C	0,25	0,21	40
kantoortuin	A	0,18	0,15	35
	B	0,22	0,18	40
	C	0,25	0,21	45
vergader ruimte	A	0,18	0,15	30
	B	0,22	0,18	35
	C	0,25	0,21	40
auditorium	A	0,18	0,15	30
	B	0,22	0,18	33
	C	0,25	0,21	35
restaurant	A	0,18	0,15	35
	B	0,22	0,18	45
	C	0,25	0,21	50
klaslokaal	A	0,18	0,15	30
	B	0,22	0,18	35
	C	0,25	0,21	40
kleuterschool	A	0,16	0,13	30
	B	0,20	0,16	40
	C	0,24	0,19	45
winkel	A	0,16	0,13	40
	B	0,20	0,15	45
	C	0,23	0,18	50

Tabel 2. Ontwerpwaarden luchtsnelheid en installatiegeluid uit NEN 15251 (bij relatief hoge temperaturen kunnen hogere luchtsnelheden worden toegestaan (afbeelding 2)).

voor microbiologische groei kan zorgen. Wat betreft concrete eisen in de norm: voor gebouwen voor regulier gebruik gelden geen eisen (geen onderscheid klasse A, B of C). Als sprake is van gebouwen waarin om procesmatige redenen bevochtiging of ontvochtiging nodig is, zoals musea, medisch specialistische ruimten en drukkerijen, gelden de volgende eisen:

- ontwerpwaarden voor ontvochtiging voor klasse A, B en C respectievelijk 50, 60 en 70 procent;
- ontwerpwaarden voor bevochtiging voor klasse A, B en C respectievelijk 40, 30 en 20 procent.

### EISEN BINNENLUCHTKWALITEIT EN VENTILATIEDEBIETEN

De norm geeft verder ook eisen voor verse luchttoevoer en (indirect) binnenluchtkwaliteit.

De in de norm geadviseerde ventilatie debieten voor utiliteitsgebouwen bevatten steeds twee componenten: de ventilatie die nodig is om vervuiling door menselijk gebruik

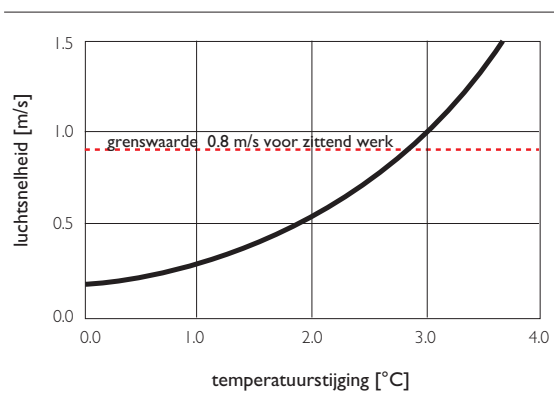
tegen te gaan ( $q_p$ ), en de ventilatie die nodig is om de vervuiling vanuit het gebouw tegen te gaan ( $q_b$ ) (tabel 3 en 4). Dit omdat uit onderzoek bekend is dat niet alleen gebouwgebruikers de binnenlucht verontreinigen, maar ook interieurmaterialen en (soms) installatiecomponenten.

klasse A	10 l/s per persoon
klasse B	7 l/s per persoon
klasse C	4 l/s per persoon

Tabel 3. De basisventilatie debieten voor alleen gebruikers ( $q_p$ ).

	laag-vervuild gebouw	niet-laag-vervuild gebouw
klasse A	1,0 l/s per m <sup>2</sup>	2,0 l/s per m <sup>2</sup>
klasse B	0,7 l/s per m <sup>2</sup>	1,4 l/s per m <sup>2</sup>
klasse C	0,4 l/s per m <sup>2</sup>	0,8 l/s per m <sup>2</sup>

Tabel 4. De basisventilatie debieten ( $q_b$ ) voor de 'gebouwemissies'.



2. Grafische weergave van het te bereiken verkoelend effect van luchtsnelheidverhoging. Een vergelijkbare figuur is opgenomen in Ashrea-standaard 55.

Het totale ventilatie-debiet voor een ruimte wordt berekend met de volgende formule:

$$q_{\text{tot}} = n \cdot q_p + A \cdot q_B$$

Hierin is  $q_{\text{tot}}$  het totale ventilatie-debiet,  $n$  is het aantal personen in de ruimte en  $A$  de oppervlakte van de ruimte. In tabel 5 is voor verschillende gebouw(ruimte)typen samengevat wat de totaal benodigde verse luchttoevoer is om respectievelijk een klasse A, B of C binnenluchtkwaliteit te realiseren. In tabel 5 wordt gewerkt met twee totalen (totaal I en totaal II). De totaal I-waarden (= optelsom kolom 3 en 4) gelden als gegarandeerd is dat met emissiearme bouw- en inrichtingsmaterialen en schone, emissiearme installatiecomponenten is gewerkt. De totaal II-waarden (= optelsom kolom 3 en 5) gelden als geen garantie kan worden gegeven dat materialen en installatiecomponenten emissiearm zijn, wat in Nederland meestal het geval is.

In de norm worden aanvullend nog suggesties gedaan over extra verse luchttoevoer als roken is toegestaan. Ter illustratie: voor een restaurant op klasse B-niveau is dit 5 l/s per m<sup>2</sup> extra, voor klasse C 2,8 l/s per m<sup>2</sup> extra. Voor de klasse A-eis geldt dat er vanuit is gegaan dat een klasse A-binnenluchtkwaliteit in restaurants alleen is te realiseren door roken te verbieden. Er is dus geen extra debiet opgenomen voor klasse A.

In de norm wordt overigens duidelijk gesteld dat de genoemde ventilatiehoeveelheden vooral moeten zijn gegarandeerd zodra gebouwgebruikers aanwezig zijn. Tijdens afwezigheid van gebouwgebruikers is het dus toegestaan veel minder te ventileren, wat uit oogpunt van energiegebruik natuurlijk voordelen biedt en de weg vrijmaakt voor

oplossingen als vraaggestuurde ventilatie. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat in de norm is gesteld dat helemaal naar 0 terugregelen uit gezondheidsoogpunt is af te raden (ook tijdens afwezigheid). Daarom wordt gesteld dat altijd een minimum verseluchttoevoer van in elk geval 0,1 tot 0,2 l/s per m<sup>2</sup> moet zijn gegarandeerd.

### OVERIGE ZAKEN

De norm geeft aanvullend nog eisen over visueel comfort en verlichtingssterkte (hoofdzakelijk verwijzend naar de norm NEN-EN 12464 'Licht & Verlichting'). Ook wordt nog aandacht besteed aan emissies van interieurmaterialen en eisen die aan de binnenluchtkwaliteit kunnen worden gesteld in termen van bijvoorbeeld formaldehydeconcentratie en algemene concentratie vluchtige organische verbindingen.

Verder bevat de norm concrete eisen voor woongebouwen (bijvoorbeeld over minimaal vereiste ventilatievouden). Bovendien geeft de norm suggesties voor methoden om de binnenmilieuprestaties c.q. de gezondheids- of comfortprestaties van gebouwen in de praktijk te evalueren. Daarbij is ingegaan op een gecombineerde evaluatie van zaken als thermisch comfort in de winter; thermisch comfort in de zomer; binnenluchtkwaliteit en ventilatie, visueel en akoestisch comfort.

### CONSEQUENTIES VOOR NEDERLAND

Rest de vraag wat we in Nederland moeten met de EPBD-binnenmilieunorm NEN-EN 15251. Zoals reeds aangegeven, maakt de norm geen deel uit van het verplichte deelpakket aan normen dat is ontwikkeld ter ondersteuning van de EPBD-introductie. Verder is het zo dat een deel van de in NEN-EN 15251 vastgelegde zaken al redelijk tot goed zijn verankerd in het Bouwbesluit, vooral waar het de eisen voor nieuwbouw betreft.

Wat we er wel mee kunnen in ons land is:

- privaatrechtelijke toepassing. Denk dan concreet aan verwijzing naar de norm in PVE's, bijvoorbeeld waar het gaat om de paragraaf met adaptieve temperatueisen. Een dergelijke paragraaf is (nog) niet verwerkt in NEN-EN ISO 7730).
- verwerking van de binnenmilieu-evaluatieparagraaf in een energiecertificaat plus methode waarin ook gezondheid en comfort worden meegenomen. Isso is hier al mee bezig voor de woningbouw.
- aanscherping (op termijn) van de binnenmilieu- en gezondheidseisen in het Bouwbesluit die relevant zijn in de context van verbetering energieprestatie, vooral waar het gezondheids- en comforteisen voor energiebesparende renovaties betreft.



	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	totaal I	totaal II
gebouwtype	klasse	vloeroppervlakte [m <sup>2</sup> /pers.]	q <sub>p</sub> voor bijdrage personen [l/s, m <sup>2</sup> ]	q <sub>B</sub> voor laag- ver- ont-reinigde gebouwen [l/s, m <sup>2</sup> ]	q <sub>a</sub> voor niet-laag- veront-reinigde gebouwen [l/s, m <sup>2</sup> ]	q <sub>tot</sub> voor laag-ver- ont-reinigde gebouwen [l/s, m <sup>2</sup> ]	q <sub>tot</sub> voor niet- laag-veront-reinig- de gebouwen [l/s, m <sup>2</sup> ]
enkelvoudig kantoor	A	10	1,0	1,0	2,0	2,0	3,0
	B	10	0,7	0,7	1,4	1,4	2,1
	C	10	0,4	0,4	0,8	0,8	1,2
kantoortuin	A	15	0,7	1,0	2,0	1,7	2,7
	B	15	0,5	0,7	1,4	1,2	1,9
	C	15	0,3	0,4	0,8	0,7	1,1
vergader-ruimte	A	2	5,0	1,0	2,0	6,0	7,0
	B	2	3,5	0,7	1,4	4,2	4,9
	C	2	2,0	0,4	0,8	2,4	2,8
auditorium	A	0,75	15	1,0	2,0	16	17
	B	0,75	10,5	0,7	1,4	11,2	11,9
	C	0,75	6,0	0,4	0,8	6,4	6,8
restaurant	A	1,5	7,0	1,0	2,0	8,0	9,0
	B	1,5	4,9	0,7	1,4	5,6	6,3
	C	1,5	2,8	0,4	0,8	3,2	3,6
klaslokaal	A	2,0	5,0	1,0	2,0	6,0	7,0
	B	2,0	3,5	0,7	1,4	4,2	4,9
	C	2,0	2,0	0,4	0,8	2,4	2,8
kleuterschool	A	2,0	6,0	1,0	2,0	7,0	8,0
	B	2,0	4,2	0,7	1,4	4,9	5,8
	C	2,0	2,4	0,4	0,8	2,8	3,2
winkel	A	7	2,1	2,0	3,0	4,1	5,1
	B	7	1,5	1,4	2,1	2,9	3,6
	C	7	0,9	0,8	1,2	1,7	2,1

Tabel 5. De geadviseerde totale ventilatiedebieten voor verschillende typen utiliteitsbouw met een standaard bezettingsgraadaanname voor twee categorieën van gebouwemissies.

#### Auteurs

ir. Atze Boerstra, BBA Binnenmilieu, Nederland,  
 prof.dr.ir. Bjarne W. Olesen, Danish Technical University, Denemarken,  
 prof.dr.ir. Olli Seppänen, Helsinki University of Technology, Finland.  
 Alledrie zijn als CEN-rapporteur betrokken bij de opstelling van de norm  
 NEN-EN 15251.

#### Referenties

- [1] NEN-EN 15251:2007 en Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics. Verschijnt binnenkort bij NEN, Delft.  
 [2] Ashrea standard 55-1992, 2004. Thermal environment conditions for human occupancy. Atlanta.

- [3] NEN-EN 7730: 2005. Klimaatomstandigheden - Analytische bepaling en interpretatie van thermische behaaglijkheid door berekeningen van de PMV en PPD-waarden en lokale thermische behaaglijkheid. NEN, Delft.  
 [4] NEN-EN 12464: 2003. Licht en verlichting: werkplekverlichting. NEN, Delft.  
 [5] Iso 74: Thermische behaaglijkheid-eisen voor binnentemperaturen in gebouwen.  
 [6] www.epbd-ca.org  
 [7] www.buildingsplatform.eu  
 [8] www.vrom.nl (dossier 'Energiebewust bouwen en wonen', zoek bijvoorbeeld op energielabel of energieprestatiecertificaat).