

# EEN TEVREDEN ROKER IN EEN VEILIG EN GEZOND BINNENMILIEU



CONTRADICTIO IN TERMINIS OF MOGELIJKHEID?

Ben Bronsema,  
Raadgevende ingenieur ONRI, TU Delft- Faculteit  
Bouwkunde

## PROLOOG

“Een tevreden roker is geen onrustroker”- dat stond op het pijpenrekje van wijlen mijn vader. Zolang er gerookt wordt hebben rokers en niet-rokers onbekommerd en vreedzaam tezamen geleefd. De onrust kwam in de jaren zeventig van de vorige eeuw, toen medici allengs tot de overtuiging kwamen dat roken ongezond is. Later bleek ook dat tabaksrook in de omgevingslucht schadelijk kan zijn voor niet-rokers. Het onderwerp kreeg toen politieke belangstelling en de overheid ging over tot maatregelen. In de nota van toelichting bij het “Besluit Uitzonderingen Rookvrije Werkplek” (Ministerie van VWS 2003) wordt gesteld:

*“Tabaksrook vormt een belangrijk binnenmilieuprobleem. De enige daadwerkelijke oplossing is het volledig rookvrij maken van het binnenmilieu. Met betrekking tot het plaatsen en in werking stellen van luchtzuiverings- of ventilatieapparatuur sta ik voornamelijk op het standpunt dat dergelijke apparatuur nauwelijks bescherming biedt tegen de genoemde nadelige gezondheidseffecten van blootstelling aan tabaksrook. Ik baseer mij hierbij onder andere op het in 2002 door de British Medical Association (BMA) gepubliceerde rapport “Towards smoke-free public spaces”. De BMA spreekt in dit verband van “The ventilation myth”*

Dat tabaksrook een belangrijk binnenmilieuprobleem is wordt door de auteur volledig onderschreven. In een door hem geconcipieerd persbericht van TVVL wordt gesteld:

*“Het afwijzen van ventilatie als oplossing voor vermindering van de blootstelling aan tabaksrook berust op een misverstand, of op onbekendheid met oplossingen die ventilatietechnieken kunnen bieden. Eenvoudige afzuiging, en traditionele ventilatiesystemen die de secundaire rook alleen maar verdunnen, geven inderdaad geen garantie voor een voldoende verlaging van de blootstelling aan tabaksrook. Ventilatie is echter meer dan afzuiging en verdunning van schadelijke stoffen. Met ventilatie kan ook de stromingsrichting van de lucht in een etablissement worden beheerst. Met behulp van verdringingsventilatie, het realiseren van een bepaalde drukhiërarchie waarbij de ventilatielucht van rookvrije ruimten naar “vuile ruimten” stroomt, en toepassing van luchtgordijnen kunnen personeel en niet-rokers effectief worden beschermd tegen secundaire rook. De ervaringen met dergelijke systemen in industriële toepassingen en in de medische sector, waarbij blootstellingsverminderingen van een factor 100 haalbaar zijn gebleken, kunnen met vrucht worden gebruikt voor het minimaliseren van rookrisico's in de horeca. Het uitsluiten van dergelijke technieken is in feite een zwaktebod. Om ech-*

*ter doelgericht aan deze technische oplossingen te kunnen werken is ook nodig dat ook de wet- en regelgever prestatie-eisen gaat stellen. Deze zouden moeten zijn gebaseerd op het gezondheidsrisico dat wordt geaccepteerd. Voor vele gezondheidsbedreigende stoffen wordt deze strategie gevolgd, en het is inconsequent dit bij secundaire tabaksrook niet te doen. Op basis van een aanvaardbaar gezondheidsrisico kan de maximale blootstelling van mensen aan tabaksrook worden afgeleid. Eigenlijk luidt de wetenschappelijke vraag: “welke stoffen met welke concentraties zijn gedurende welke tijd toelaatbaar”. Als dat bekend is kunnen de verschillende technieken ook worden getoetst.”*



Paracelsus :  
*Dosis facit  
venenum*

Een wetenschappelijk onderzoek naar MAC waarden (Maximum Aanvaardbare Concentraties) van tabaksrook is er nimmer gekomen. De wetgever heeft voor de Tabakswet 2002 en verwante wetgeving een politiek en geen wetenschappelijk standpunt ingenomen.

De bekende stelling van Paracelsus “Alles is vergif en niets is zonder vergif. Alleen de dosis maakt dat iets vergif is” (Paracelsus 1538), die ook vandaag de dag nog volledig door de wetenschap wordt onderschreven, is hierbij geheel uit het oog verloren.

## DE TABAKSWET 2002

Op basis van de Tabakswet 2002 hebben in Nederland de meeste werknemers een wettelijk recht op een rookvrije werkplek. Dit is eveneens het geval in een toenemend aantal andere landen. In veel gebouwen is daarom één of andere vorm van rookregeling ingesteld, variërend van een totaal rookverbod tot het beperken van roken in afgesloten rookruimten of rookstations en -kiosken. Er zijn echter verschillende gebouwen waarin de scheiding van rokers en niet-rokers problemen oplevert.

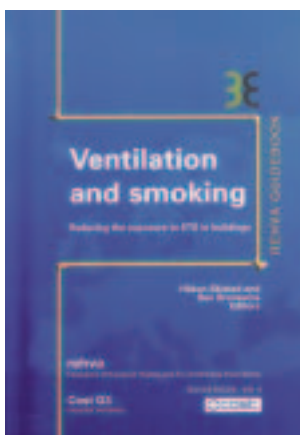
Een belangrijke categorie wordt gevormd door zorginstellingen met (semi)-permanente bewoning, zoals psychiatrische ziekenhuizen, verpleeg- en verzorgingshuizen en instellingen voor geestelijke gezondheids- en verslavingszorg. Het percentage rokers bij patiënten / cliënten is in deze instellingen met gemiddeld 60% meer dan twee keer zo hoog als het Nederlands gemiddelde en in de psychiatrie wordt zelfs een percentage van 80% genoemd. Het is ook moeilijk deze mensen met roken te laten stoppen, omdat dit vaak één van de weinige genoegens is die ze nog in hun leven hebben.

Een fysieke scheiding tussen rokers en niet-rokers is meestal een onmogelijke, en zowel voor de bedrijfsvoering als voor patiënten / cliënten een ongewenste oplossing. Veel cliënten willen in dagverblijven en eetzaal het liefste bij elkaar zitten, uiteraard zonder teveel overlast van elkaar te ondervinden. Bovendien is dit geen oplossing voor de vrijwaring van personeel en niet-rokers van omgevingstabaksrook, de eigenlijke bedoeling van de tabakswet; personeel zou immers door de rook moeten lopen. Als enige mogelijkheid blijft dan nog over dat patiënten / cliënten die willen roken over of buiten het terrein gaan dwalen, en daarmee de voor hen noodzakelijke beschermde omgeving verlaten. De verplichting voor zorginstellingen om aan hun personeel een rookvrije omgeving te garanderen heeft daarom in veel instellingen tot onrust geleid.

Een andere categorie van gebouwen wordt gevormd door horecabedrijven, cafés, bars, en restaurants, waar traditioneel veel wordt gerookt. De verhouding rokers / niet-rokers is in de horeca gemiddeld ca. 55 / 45 tegenover 30 / 70 voor de Nederlandse bevolking. Een fysieke scheiding van rokers en niet-rokers is ook hier meestal een onmogelijke, en zowel voor de bedrijfsvoering als voor veel gasten ongewenste oplossing. Bovendien is dit ook hier geen oplossing voor de vrijwaring van het personeel van omgevingstabaksrook; de obers zouden immers door de rook moeten lopen. Een dreigend rookverbod in deze sector werd in 2003 na veel pressie door de horecasector door de minister van WVC op de lange baan geschoven.

## VENTILATIE EN ROKEN

De meeste deskundigen in de gezondheidszorg stellen dat ventileren niet helpt om de gezondheidsrisico's in ruimten waar gerookt wordt te verkleinen, en dat een rookverbod de enige veilige oplossing is (National Cancer Institute 1996, Health and Safety Authority / Office of Tobacco control Ireland 2003, British Medical Association 2002 en vele andere). Hierdoor aangesproken hebben verschillende deskundigen onderzoek gedaan naar de prestaties van ventilatiesystemen in de praktijk. De conclusie die hieruit kan worden getrokken is dat ventilatie wel degelijk een grote positieve invloed heeft op de luchtkwaliteit (Geens 2005, Hyvarinen 2002a). Traditionele ventilatiesystemen volgens het verdunningsprincipe zijn minder effectief en vergen bovendien zeer grote ventilatiecapaciteiten. Met verdrin-



gingsventilatie kan in principe een reductie van de blootstellingconcentratie van omgevingstabaksrook van 90% of meer worden gerealiseerd (Gids, en Opperhuizen 2004). Bovendien is het mogelijk met behulp van luchtgordijnen een effectieve scheiding te maken tussen rookvrije ruimten en rookruimten. Zie de publicaties "Smoke free Architecture – rookscheiding zonder muren" elders in dit nummer.

REHVA<sup>1</sup> Taskforce 12 heeft een "Guidebook Ventilation and Smoking" opgesteld, dat als ondertitel heeft "reducing the exposure to ETS in buildings" (Bronsema en Skistad 2005). Parallel aan deze taskforce is een TVVL<sup>2</sup> werkgroep in het leven geroepen, die enerzijds een grote inbreng heeft gehad in de REHVA taskforce, en zich anderzijds tot doel heeft gesteld het REHVA Guidebook voor Nederland om te zetten in een tweetal op de praktijk gerichte ISSO-publicaties; één voor zorginstellingen, en één voor de horeca. Met deze publicaties komen krachtige hulpmiddelen ter beschikking waarmee beide sectoren daadwerkelijk kunnen worden geholpen bij de oplossing van actuele en toekomstige problemen met betrekking tot ventilatie en roken.

## SECUNDAIRE ROOK - OMGEVINGSTABAKSROOK – TRIO - ETS

Secundaire tabaksrook wordt gevormd door de na elke trek uitgeblazen rook uit de hoofdstroom<sup>3</sup> en de rook die door de brandende sigaret, sigaar of pijp direct in de ruimte wordt gebracht<sup>4</sup>. Door de hoge verbrandingstemperatuur tijdens het trekken is de verbranding van de tabak in de hoofdstroom vollediger dan die in de zijstroom. Tevens komt een deel van de verbrandingsproducten van deze rook niet in de ruimte terecht door depositie in het menselijk lichaam. De rook van de zijstroom bevat daarom meer schadelijke bestanddelen dan die van de hoofdstroom.

Secundaire tabaksrook bestaat uit een complexe cocktail van enkele duizenden componenten, zowel vluchtig als in de vorm van fijn stof, met irriterende, giftige, kankerverwekkende, en verslavende werking. De meest vermelde en door de tabaksindustrie gepubliceerde cijfers hebben betrekking op "teer"-, nicotine- en koolmonoxidegehalten van sigaretten, bepaald in de hoofdstroom met behulp van rookmachines. Voor secundaire tabaksrook in de ruimtelucht bestond in de negentiger jaren de fraaie uitdrukking "TRIO" – Tabaksrook in de omgeving. Dit begrip is helaas in onbruik geraakt en vervangen door het ambtelijke "Omgevingstabaksrook". Internationaal is het begrip "ETS" – Environmental Tobacco Smoke in zwang gekomen. In een poging de uitdrukking TRIO voor Nederland weer in ere te herstellen wordt deze in het vervolg van dit artikel gebruikt.

Nicotine is de verslavende component van tabak. Het nicotinegehalte in sigaretten van verschillende fabrikanten en merken laat een spreiding zien van 0,1 – 2,0 mg per sigaret met een gemiddelde van ca 0,9 mg. Het "teer"gehalte varieert van 1,0 – 25 mg per sigaret met een gemiddelde van ca 12 mg (Federal Trade Commission 2000)<sup>5</sup>. Globaal kan worden gesteld dat sigaretten met een hoger nicotinegehalte ook meer teer bevatten. In de meeste landen zijn aan nicotine- en teergehalten wettelijke grenzen gesteld.

"Teer" en nicotine classificaties zijn niet bedoeld om aan te geven hoeveel een roker van een bepaald sigarettenmerk daarvan binnenkrijgt; dit hangt in hoge mate van het rookgedrag af. Rokers van sigaretten met lage "teer"- en nicotinegehalten die diepe of snellere trekken nemen krijgen evenveel binnen als rokers van sigaretten met hogere gehalten die rustiger roken (Federal Trade Commission 2000).

Bij gebruik van filtersigaretten wordt uiteraard alleen de

hoofdstroom gefilterd. Voor de secundaire rook, waarvan de samenstelling overwegend door de zijstroom wordt bepaald, hebben filters weinig betekenis.

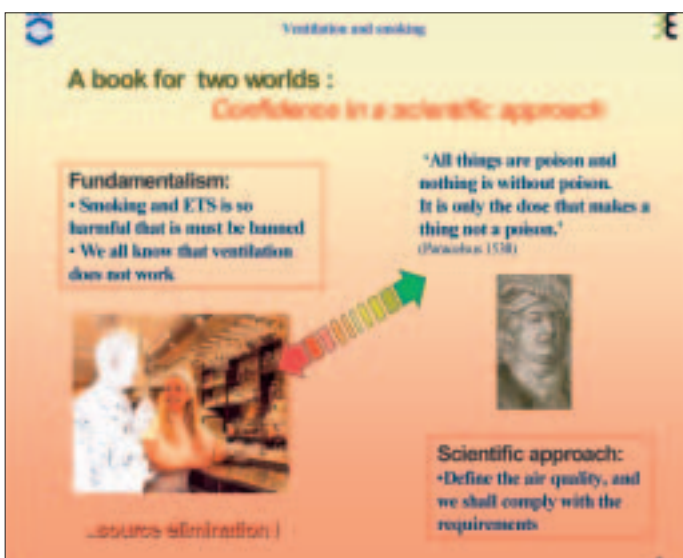
Veel componenten uit de cocktail van secundaire tabaksrook komen ook in de omgevingslucht voor door emissies uit andere bronnen zoals industrie, verkeer en interieur. Nicotine en zijn bijproduct 3-EP (3-ethenylpyridine) zijn daarentegen stoffen die alleen vrijkomen bij de verbranding van tabaksrook en zijn daarom uniek voor secundaire rook. Dit is de reden dat de nicotine- en 3-EP concentraties in de lucht als indicatoren voor de luchtkwaliteit worden gebruikt. Ook solanesol, ultra fijn stof  $PM_{2,5}$ , specifiek voor tabaksrook kan, al dan niet in combinatie met nicotine en 3-EP als indicator worden gebruikt.

De nicotine- en 3-EP concentratie in de lucht kan momenteel alleen met behulp van luchtmonsters in laboratoria worden bepaald en is daarom omslachtig. Nader onderzoek is nodig voor het ontwerp van een eenvoudige meetmethode voor praktische toepassingen en/of het vinden van een merkstof, die on-line kan worden gemeten. Een behoefteafhankelijke regeling<sup>6</sup> van ventilatiesystemen zou daardoor tot de mogelijkheden gaan behoren. Een veelbelovende innovatie in dit verband is een nieuw ontwerp deeltjester, ontwikkeld door Philips, die selectief kan worden ingesteld op  $PM_{2,5}$ . Een prototype hiervan zal voorjaar 2006 worden getest voor het meten van de prestaties van het ventilatiesysteem in de nieuwe rookserre van de faculteit Bouwkunde van de TU Delft.

De bepalingmethode van nicotine en 3-EP is omschreven in ISO 18144 (ISO 2003a) en van fijn stof solanesol in ISO 18145 (ISO 2003b)

## MAXIMUM AANVAARDBARE TRIO CONCENTRATIE

Zoals hiervoor reeds opgemerkt is de wetenschappelijke vraag: "welke stoffen met welke concentraties zijn gedurende welke tijd toelaatbaar" tot op heden niet beantwoord. De communis opinio in de medische wereld is dat ventilatie niet



Fundamentalisme versus wetenschap  
Håkon Skistad op CLIMA 2005

helpt tegen tabaksrook en dat roken daarom moet worden verboden. Een duidelijk fundamentalistische opvatting tegenover de wetenschappelijke benadering.

Het risicobeleid van de Nederlandse overheid voor het milieu gaat uit van het recht op bescherming van iedere inwoner. Niemand mag blootgesteld worden aan een kans op sterfte van meer dan 1 op de miljoen door grote ongevallen, giftige stoffen en straling – de zgn.  $10^6$  of miljoen norm.

## REGELGEVING

De regelgeving in de verschillende Europese landen op het gebied van TRIO en luchtkwaliteit is divers en aan snelle veranderingen onderhevig. De trend gaat momenteel in de richting van rookverboden in openbare gebouwen en horecabedrijven of zelfs een totaal rookverbod binnen werktijden. Voor de regelgeving kunnen in principe de volgende drie categorieën worden onderscheiden:

- *Functionele eisen* – In enkele landen geldt de eis dat ruimtelucht niet meer dan een bepaalde concentratie TRIO mag bevatten. Meestal wordt hiervoor nicotine als merkstof gebruikt. In Finland geldt bijvoorbeeld een wettelijke maximum voor de nicotineconcentratie van  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Finse autoriteiten stellen dat deze waarde is gebaseerd op een kankerrisico van  $10^{-4}$  voor personen die gedurende 40 jaar 40 uur per week aan deze concentratie zijn blootgesteld. In Noorwegen gold, voordat een totaal rookverbod werd ingesteld, een maximum van  $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Een dergelijke functionele eis stelt de klimaatontwerper in staat een ventilatiesysteem te ontwerpen voor rokers en niet-rokers in dezelfde ruimte. Maar het legt ook een grote verantwoordelijkheid bij de ontwerper – het ontwerper-, de installateur – de uitvoering- en de eigenaar van het gebouw voor de correcte bedrijfsvoering.
- *Specifieke eisen* – De traditionele regelgeving is het voorschrijven van een bepaald ventilatiedebiet in ventilatiefrequentie of ventilatievoud in  $[\text{h}^{-1}]$ , in  $\text{m}^3$  per  $\text{m}^2$  vloeroppervlak per uur  $[\text{m}^3/\text{m}^2.\text{h}]$  of in  $\text{m}^3/\text{h}$  per roker. Aan dergelijke specifieke eisen is door de klimaatontwerper veel gemakkelijker te voldoen. Ze garanderen een bepaalde minimum luchtkwaliteit in de ruimte, maar geven geen garantie dat de TRIO concentratie onder een bepaald niveau blijft.
- *Prohibitieve eisen* – De simpelste manier om TRIO geheel te vermijden is het instellen van rookverboden. Meer en meer Europese landen, zoals Noorwegen, Ierland en Italië hebben een rookverbod aan horecabedrijven en andere publieke ruimten opgelegd.

Hierna zal blijken dat het in ruimten die op basis van comfortcriteria worden geventileerd moeilijk is om met traditio-

- 1 Federation of European Heating and Airconditioning Associations REHVA
- 2 Nederlandse Technische Vereniging voor Installaties in Gebouwen TVVL
- 3 De hoofdstroom is de geïnhalerde rook
- 4 Meestal de zijstroom genoemd
- 5 Op basis van verkoopcijfers gewogen gemiddelden in de VS. Russische cijfers laten iets hogere waarden zien.
- 6 Internationaal: DCV – Demand controlled Ventilation.

nele ventilatiesystemen aan de bovengenoemde functionele eisen te voldoen. Hiervoor zijn andere oplossingen nodig, met name het maken van rookzones en rookvrije zones en het realiseren van een bepaalde drukhiërarchie waarbij de ventilatielucht van de rookvrije zones naar de rookzones stroomt, al dan niet in combinatie met luchtreinigers, kwel- of verdringingsventilatie, compartimentering met behulp van luchtgordijnen of combinaties van deze oplossingen. Als ultieme oplossing kan een fysieke compartimentering worden overwogen, waarbij rokers en niet-rokers strikt worden gescheiden. Dit komt neer op de inrichting van separate rookruimten (fumeurs).

## CASE STUDY

De volgende case study heeft betrekking op een restaurant met een vloeroppervlak van 100 m<sup>2</sup>, een plafondhoogte van 3 meter, en 50 zitplaatsen. Het percentage rokers, gebaseerd op statistische gegevens van Koninklijke Horeca Nederland (Koninklijke Horeca Nederland 2003) is gesteld op 45%. De ventilatiecapaciteit voor het restaurant is berekend op basis van de volgende uitgangspunten, resp.:

- Bouwbesluit
- Verschillende internationale normen en standards
- Nicotineconcentratie
- Sensorische luchtkwaliteit

### Bouwbesluit

De bezettingsgraadklasse van het restaurant is B2 (> 1,3 m<sup>2</sup> en < 3,3 m<sup>2</sup> per persoon). De gebruiksfunctie betreft een bijeenkomstfunctie) met subfunctie ruimte voor alcoholgebruik. Het restaurant is volgens het Bouwbesluit een verblijfsgebied<sup>7</sup>, waarvoor een ventilatiecapaciteit nodig is van 4,8 dm<sup>3</sup>/s.m<sup>2</sup>. De ventilatiecapaciteit is (100\*4,8=) 480

dm<sup>3</sup>/s overeenkomend met 1.728 m<sup>3</sup>/h en een ventilatiefrequentie van (1.728/300=) 5,76 h<sup>-1</sup>. De ventilatiecapaciteit per persoon is (480/50=) 9,6 dm<sup>3</sup>/s.

### Normen en standards

Tabel 1 geeft een overzicht van de in verschillende normen aangegeven ventilatiecapaciteit (Olesen 1999). De categorieën A, B en C uit NPR-CR 1752 staan voor respectievelijk 15%, 20% en 30% ontevredenen (sensorische en irriterende effecten). De tabel geldt uitsluitend voor:

- de emissies door personen en secundaire rook.
- geadapteerde personen tenzij anders vermeld<sup>8</sup>
- verdunningsventilatie
- comfortcriterium, voornamelijk acute irriterende effecten.

De kwaliteitsklassen A, B en C uit NPR-CR 1752 komen bij 45% rokers globaal overeen met de klassen IDA 1, IDA 2, en IDA 3/4 uit EN 13779. De ventilatiecapaciteiten voor ons restaurant zijn als volgt:

- Klasse A: (30\*50=) 1.500 dm<sup>3</sup>/s overeenkomend met 5.400 m<sup>3</sup>/h en een ventilatiefrequentie van (5.400/300=) 18 h<sup>-1</sup>
- Klasse B: (21\*50=) 1.050 dm<sup>3</sup>/s overeenkomend met 3.780 m<sup>3</sup>/h en een ventilatiefrequentie van (3.780/300=) 12,6 h<sup>-1</sup>
- Klasse C: (12\*50=) 600 dm<sup>3</sup>/s overeenkomend met 2.160 m<sup>3</sup>/h en een ventilatiefrequentie van (2.160/300=) 7,2 h<sup>-1</sup>

De ventilatiecapaciteit volgens het Bouwbesluit, overeenkomend met 9,6 dm<sup>3</sup>/s per persoon levert een luchtkwaliteit op minder dan IDA 4 volgens EN 13779, dus minder dan "Laag".

In dit voorbeeld is uitgegaan van een gemengde bezetting rokers en niet rokers, Stel dat in het onderhavige restaurant een rookzone wordt ingericht voor 25 personen. Het ventilatiesysteem wordt niet aangepast. De luchtkwaliteit in de

Norm	Klasse	Ventilatiecapaciteit in dm <sup>3</sup> /s per persoon			
		geen rokers	20% rokers	40% rokers	100% rokers
NPR-CR 1752 (NEN 1999)	A	10	20	30	30
	B	7	14	21	21
	C	4	8	12	21
ASHRAE 62-89R <sup>9</sup>	Geadapteerd	3	6	17	25
	Niet geadapteerd	5	8	25	35
NKB-61 <sup>10</sup> (91)		7	20		
		20	20		
CIBSE <sup>11</sup> –Guide A		8	16	24	43
EN 13779 (CEN 2005)	Luchtkwaliteit	Rookvrije zones		Rookzones	
		Karakteristiek	Standaard	Karakteristiek	Standaard
IDA 1	Hoog	>15	20	>30	40
IDA 2	Gemiddeld	10-15	12,5	20-30	25
IDA 3	Matig	6-10	8	12-20	16
IDA 4	Laag	<6	5	<12	10

Tabel 1: Ventilatiecapaciteit per persoon

rookvrije zone gaat dan met 9,6 dm<sup>3</sup>/s per persoon bijna naar Klasse A van NPR-CR 1752 of IDA 2/3 van prEN 13779. Hierbij is wel aangenomen dat de luchtafzuiging plaats vindt in de rookzone.

Stel verder dat het ventilatiesysteem zodanig wordt aangepast dat alle lucht wordt toegevoerd in de rookvrije zone en afgezogen in de rookzone. In de rookvrije zone wordt dan de ventilatiecapaciteit verdubbeld naar 19,2 dm<sup>3</sup>/s per persoon. De luchtkwaliteit gaat hier dan bijna naar IDA 1, de beste waarde uit EN 13779. Dit gaat uiteraard ten koste van de luchtkwaliteit in de rookzone, maar men zou kunnen stellen dat rokers dit aan zichzelf te wijten hebben.

### Nicotineconcentratie

De nicotineconcentratie in een restaurant is afhankelijk van het aantal gerookte sigaretten per tijdseenheid en het ventilatie-debiet. In Nederlandse horecabedrijven wordt veel gerookt. In cafés en bars rookt 65,5% van de werknemers en 60% van de gasten. In restaurants zijn deze cijfers respectievelijk 47,2% en 43,9% (Koninklijke Horeca Nederland 2003). Het is aannemelijk dat deze percentages in Oost- en Zuid Europese landen aanzienlijk hoger zijn.

Over het tempo waarin wordt gerookt is weinig bekend. De stichting Stivoro maakt onderscheid tussen een gemiddelde roker met 20 sigaretten, en een zware roker met 30 sigaretten per dag. Als voor slapen en voor activiteiten waarbij roken niet goed mogelijk is 10 uur per dag wordt uitgetrokken, gebruikt een lichte roker op basis van deze gegevens 1,4 sigaretten per uur en een zware roker 2,1. Indien in horecabedrijven wordt uitgegaan van 75% lichte, en 25% zware rokers, is de gemiddelde sigarettenconsumptie ca 1,6 per uur. De nicotineconcentratie in de lucht kan globaal worden berekend met de volgende formule:

$$C_{nic} = \frac{p \cdot n \cdot g \cdot 10^3}{A \cdot q_v \cdot 3,6} \quad (1)$$

Waarin:  $C_{nic}$  = nicotineconcentratie in µg/m<sup>3</sup>

$p$  = percentage rokers in %

$n$  = aantal gerookte sigaretten per persoon, per uur

$g$  = gemiddelde nicotinegehalte mg/sigaret

$A$  = vloeroppervlak per persoon

$q_v$  = ventilatiecapaciteit in dm<sup>3</sup>/s.m<sup>2</sup>

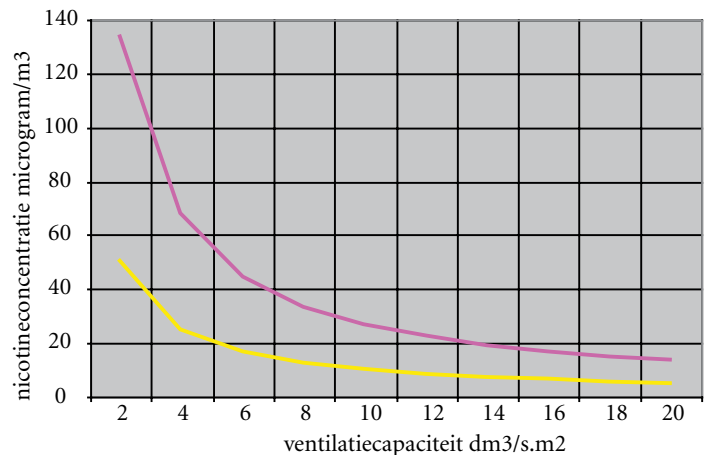
Oplossing van deze formule geeft voor een restaurant met 45% rokende gasten, gemiddelde rokers, een nicotinegehalte van 1,0 mg per sigaret, een ventilatiecapaciteit volgens het Bouwbesluit en volledige mengventilatie een nicotineconcentratie van 21 µg/m<sup>3</sup>.

Uitgaande van de in Finland vigerende eis van maximaal 0,5 µg/m<sup>3</sup> nicotine, wordt de ventilatiecapaciteit als volgt berekend:

$$q_v = \frac{0,45 \cdot 1,6 \cdot 1,0 \cdot 10^3}{2 \cdot 0,5 \cdot 3,6} = 200 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$$

overeenkomend met 72.000 m<sup>3</sup>/h en een ventilatievoud van (72.000/300=) 240 h<sup>-1</sup>

De relatie tussen nicotineconcentratie en ventilatie-debiet bij de bovengenoemde omstandigheden is aangegeven in figuur 1. Hierin is behalve de situatie in restaurants ook die in cafés



Figuur 1: Nicotineconcentratie in relatie tot de ventilatiecapaciteit



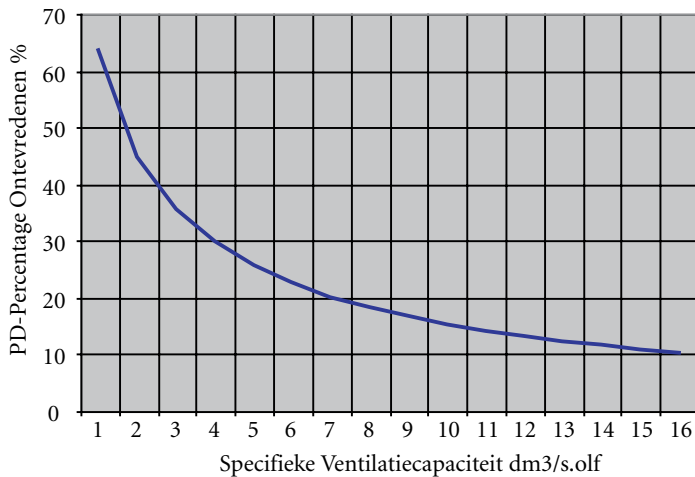
en bars aangegeven, waarin normaliter de personendichtheid twee keer zo hoog is, 1 m<sup>2</sup> per persoon, en het percentage rokers 65%. Uit de grafiek blijkt dat bij onvoldoende ventilatie de nicotineconcentratie snel kan stijgen naar waarden van 100 µg/m<sup>3</sup> en hoger, hetgeen overeenkomt met praktijkmetingen (Skistad 2003). Het terugdringen van de nicotineconcentratie naar waarden van 0,5 µg/m<sup>3</sup>, de grenswaarde in Finland, vereist onrealistisch grote ventilatiecapaciteiten, althans bij mengventilatie.

De coëxistentie van rokers en niet-rokers in één en dezelfde ruimte is, ook bij toepassing van het meest efficiënte ventilatiesysteem, bij een dergelijke eis niet mogelijk. Dit houdt in dat voor rokers rookzones moeten worden gecreëerd waar deze eis niet geldt. Voor de rookvrije zone zou deze eis dan wel moeten gelden, maar het is zeer de vraag of dit überhaupt haalbaar is. Metingen in gebouwen met fysiek gesloten rookruimten laten zien dat, ondanks onderdruk in de rookruimte, de nicotineconcentratie buiten de rookruimte tot weinig minder dan 10% van de concentratie in de rookruimte kan worden teruggebracht. Schuifdeuren in plaats van draaideuren, die door hun pompeffect per open/dicht beweging ca 0,7 m<sup>3</sup> rooklucht naar de gangruimte verplaatsen, zouden dit kunnen verbeteren. (Alevantis et al 2003, Wagner et al 2004).

### Sensorische luchtkwaliteit

In 1988 introduceerde Fanger de *olf* als eenheid van luchtverontreiniging en de *decipol* als eenheid van luchtveront-

- 7 Het verwarrende onderscheid dat het Bouwbesluit maakt tussen “verblijfsgebied” en “verblijfsruimte” is er de reden van dat ontwerpers in veel gevallen de lagere eis voor de verblijfsruimte van 3,8 dm<sup>3</sup>/s.m<sup>2</sup> aanhouden. Zie de toelichting op het Bouwbesluit en de verhelderende uiteenzetting van ing. B. Hemmes in TVVL Magazine 1/2006.
- 8 Na enige tijd in een ruimte aanwezig te zijn geweest wordt een slechte(re) luchtkwaliteit niet meer of minder als zodanig ervaren. Dit verschijnsel wordt adaptatie genoemd en de betreffende personen zijn dan “geadapteerd”.
- 9 Deze standaard is inmiddels opgeheven, maar was vele jaren de *state-of-the-art*
- 10 NKB - Nordisk komité for byggebestemselser
- 11 CIBSE – Chartered Institute for Building Services Engineers



**Figuur 2:** Verband tussen specifieke ventilatiecapaciteit en % ontevreden personen

reiniging zoals deze door mensen wordt waargenomen (Fanger 1988). Een chemische analyse van lucht kan individuele organische stoffen als nicotine, teer en koolmonoxide kwantificeren. TRIO bestaat evenwel uit duizenden verschillende stoffen in zeer kleine concentraties die elk afzonderlijk niet of nauwelijks te meten zijn, maar die als cocktail hinder en klachten kan veroorzaken.

De *olf* en *decipol* units zijn afgeleid uit experimenten met grote groepen proefpersonen. Hieruit is de volgende formule afgeleid, die het statistische oordeel over de luchtkwaliteit berekent bij de door één standaard persoon geëmitteerde luchtverontreiniging, bronsterkte 1 *olf*, bij een bepaalde ventilatiecapaciteit.

$$PD = 395 \exp[-1,83q^{0,25}] \quad (2)$$

waarin

$q$  = specifieke ventilatiecapaciteit in  $\text{dm}^3/\text{s.olf}$

$PD$  = percentage ontevreden (Percentage Dissatisfied)

Formule (2) kan ook worden geschreven als:

$$q = \left[ -\frac{1}{1,83} \ln\left(\frac{PD}{395}\right) \right]^{2,5} \quad (3)$$

Waar een niet-roker bij geringe activiteit per definitie 1 *olf* verontreiniging emitteert, is deze waarde bij een roker 25 *olf*. Omdat niet iedereen kettigroker is bedraagt de gemiddelde waarde per roker 6 *olf* (Fitzner 1999). Hierbij is er kennelijk vanuit gegaan dat onder normale omstandigheden een gemiddelde roker 1,25 sigaret per uur rookt en per sigaret 12 minuten nodig heeft. ( $1,25 \cdot 12 / 60 \cdot 24 = 6$ ). In het navolgen-

de wordt, evenals in het voorgaande voorbeeld, uitgegaan van een consumptie van 1,6 sigaret per uur met een bronsterkte van  $[(1,6/1,25) \cdot 6 = ]$  7,7 *olf*. De gemiddelde bronsterkte van de personen in het restaurant met 50% rokers is dan  $(7,7+1,0)/2 = 4,35$  *olf*.

Met behulp van (3) kan de benodigde ventilatiecapaciteit voor de klassen A, B, en C van NPR-CR 1752 worden berekend. De resultaten zijn weergegeven in tabel 2.

Vergelijking met Tabel 1 laat zien dat voor dezelfde PD klasse de sensorische methode 40% - 50% hogere ventilatiecapaciteiten oplevert dan de in NPR-CR 1752 aangegeven waarden.

Figuur 2 laat het verband zien tussen de specifieke ventilatiecapaciteit en de PD waarde. Voor een PD waarde van 20% is de specifieke ventilatiecapaciteit 7  $\text{dm}^3/\text{s.olf}$ . Bij een consumptie van 1,6 sigaret per uur met een bronsterkte van 7,7 *olf* zou een ventilatiecapaciteit nodig zijn van  $(7 \cdot 7,7 = )$  53,9  $\text{dm}^3/\text{s}$ , overeenkomend met 194  $\text{m}^3/\text{h}$ !

## CHEMISCH/FYSISCHE VERSUS SENSORISCHE EVALUATIE

Uit een al iets ouder onderzoek van TNO BOUW kan worden geconcludeerd dat de chemisch/fysische methode voor de analyse van TRIO niet met de sensorische meetmethode kan worden vergeleken (Bluyssen et al 1994). De sensorische methode is veel gevoeliger vooral bij lage concentraties. Als nicotine en 3-EP vrijwel geheel uit TRIO worden verwijderd, blijkt de sensorische luchtkwaliteit (in decipol) slechts met circa 50% te zijn afgenomen.

Zoals hiervoor reeds opgemerkt bestaat TRIO uit een complexe cocktail van enkele duizenden componenten. De geurkwaliteit hiervan is dus niet gebonden aan de bij de chemisch fysische metingen gebruikte merkstoffen. Het voordeel van de sensorische methode is dan ook dat de geurkwaliteit van deze complexe cocktail wordt gemeten als één – uit oogpunt van hinder- representatieve component. Het is jammer dat van de sensorische meetmethode de laatste jaren weinig meer is vernomen.

Lage concentraties van TRIO worden o.a. geregistreerd in rookvrije ruimten als rokers na het roken van een sigaret in de rookruimte naar hun werkplek terugkeren, en de in hun kleding geadsorbeerde rook weer wordt gedesorbeerd. De concentratie van TRIO zal dan in de meeste gevallen onder de chemisch/fysische detectiegrens liggen.

Klasse	PD%	q - $\text{dm}^3/\text{s.olf}$	q <sub>v</sub> - $\text{dm}^3/\text{s.pers}$	Ventilatiecapaciteit		
				l/s	$\text{m}^3/\text{h}$	vent.freq. $\text{h}^{-1}$
A	15	10,2	44,4	2.220	7.991	26,6
B	20	7,06	30,7	1.536	5.529	18,4
C	30	3,94	17,1	856	3.082	10,3

**Tabel 2:** Ventilatiecapaciteit op basis van sensorische luchtkwaliteit

## ENVIROMENTAL TOBACCO SMOKE HARM INDEX (ETSHI)

De ETSHI is omschreven in de Australische Standard AS 1668.2 Supp 1-2002 ([www.standards.org.au](http://www.standards.org.au)). Deze index kan worden gebruikt om een schatting te maken van een substantieel deel van het sterfterisico dat wordt geassocieerd met een bepaalde blootstelling aan TRIO in een geventileerde ruimte, die al dan niet is voorzien van luchtreinigers. De Standard biedt een methodologie voor de schatting van het sterfterisico ten gevolge van longkanker, ischemische hartziekten en de combinatie van beide. Als indicator voor de concentratie van TRIO is fijn stof (*Respirable Suspended Particles - RSP*) geko-

zen, waarvoor een dosis-effect relatie wordt aangevoerd voor longkanker en ischemische hartziekten.

De ETSHI houdt rekening met het aantal blootgestelde personen en het aantal rokers in een gebouw, de dagelijkse blootstellingperiode, het aantal gerookte sigaretten per persoon per uur, het ventilatie- en recirculatie-debiet, de luchtfilterklasse en de eventuele behandeling van de lucht voor de verwijdering van elementen die invloed hebben op ischemische hartziekten. De ETSHI wordt uitgedrukt in het aantal sterfgevallen per miljoen blootgestelde personen per jaar. Als geen rekening wordt gehouden met recirculatie en luchtreinigers ziet de formule voor de berekening van de ETSHI er als volgt uit:

$$ETSHI = \frac{\left[ \frac{NOS * CPH * RSPPC_{ig} * \left( \frac{1000}{3,6} \right)}{OLS} \right] * (HPD/24) * \left[ \frac{IndexLCDPA}{IndexPAR} * \frac{1}{IndexRSP} \right] + \left[ \frac{Y-1}{0,23} \right] * I(4)}$$

Waarin:

- NOS                      Number of smokers in the room                      number
- CPH                      Number of cigarettes smoked per hour per smoker                      number
- $RSPPC_{ig}$               RSP generation per cigarette                      milligram
- OLS                      Flow of outdoor air                      litres per second
- HPD                      Hours per day of exposure of non-smokers                      hours
- Index LCDPA            Index lung cancer deaths per annum                      number
- Index PAR              Index population at risk                      million persons
- Index RSP              24 h RSP increment associated with spousal exposure                      microgram per m<sup>3</sup>

$$- Y = 1 + \left[ \frac{X}{(0,75 + 3,5X)} \right] + 0,035X$$

Waarin:  $Y =$  relative risk  
 $X =$  dose, cigarettes per day  
 $X \leq 10,0$

$$- X = \left[ \frac{M\_IHDVRSPP}{IndexRSP} \right] * IndexIHDC_{ig}E$$

$$- M\_IHDVRSPP = \left[ \frac{NOS * CPH * RSPPC_{ig} * \left( \frac{1000}{3,6} \right)}{OLS} \right] * HPD/24$$

-  $I =$  IndexIHDDPMPA deads per annum per million persons

Voor de oplossing van de formule voor het onderhavige restaurant worden de volgende waarden ingevuld:

### Specifieke gegevens casestudy:

- NOS                      number of smokers                       $0,45 * 50 = 22,5$
- CPH                      number of cigarettes smoked per hour per smoker                      = 1,6
- OLS                      flow of outdoor air                      =  $1.050 \text{ dm}^3/\text{s}$  (NPR-CR1752 (B))
- HPD                      hours per day of exposure of non-smokers                      = 8

### Generieke gegevens uit AS1668.2 Supp 1 2002:

- $RSPPC_{ig}$                       = 13,7 mg
- Index LCDPA              Index lung cancer deaths per annum                      = 11 persons
- Index PAR                      = 0,64446 million
- Index RSP                      =  $14,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Index IHDDPA              = 77 persons
- Index IHDC<sub>ig</sub>E              = 0,45 cigarette equivalent per day

De berekening van de ETSHI is weergegeven in venster 1. De uitkomst –ETSHI = 201- houdt dus in een aantal van 201 doden per miljoen blootgestelde personen per jaar. NB: dit geldt voor een blootstellingperiode van 8 uur per dag en een ventilatiecapaciteit van 1.050 dm<sup>3</sup>/s volgens klasse B van NPR-CR1752. De ETSHI is ook berekend voor de andere ventilatiecapaciteiten van deze casestudy. De resultaten zijn aangegeven in tabel 3.

Standard AS 1668.2 Supp 1 zegt in het voorwoord: “Users of the ETSHI should have an appreciation of the underlying medical and scientific issues and of the limitations of the methodology. The ETSHI may be useful applied for sensitivity analysis of parameters such as ventilation rate, smoking rates and filtration”. De auteur van dit artikel beschikt niet over deze appreciation en begeeft zich dan ook met de uitgevoerde berekeningen op glad ijs. Echter, verwacht mag toch wel worden dat de ETSHI een goede indruk geeft van de gezondheidseffecten van de verschillende ventilatie-capaciteiten uit de casestudy. De ETSHI wordt in ISO/CD 16814 (ISO 2004) weliswaar aangehaald, maar verder in deze norm niet toegepast. Dit is niet zonder betekenis. Evenals wij van medici geen ongenueanceerde uitspraken over het effect van ventilatie verwachten, zal ons vakgebied zich dienen te onthouden van uitspraken over gezondheid en sterfterisico's. De auteur van dit artikel weet ook niet hoe de berekende ETSHI waarden moeten worden geduid. Het zou interessant zijn hiervoor het oordeel

van een deskundige te vragen. Een interessante vraag is ook waarom alleen Australië een dergelijke risicoanalyse heeft genormeerd, daarbij aansluitend bij het adagium “*dosis facit venenum*” van Paracelsus. Is het Westen in dit geval slachtoffer van haar eigen fundamentalisme? Zijn Australiërs meer pragmatisch ingesteld? Gezien de positie en inbreng van Australië in ISIAQ<sup>12</sup> kan van hen in elk geval een hoge mate van deskundigheid worden verwacht.

Reeds eerder is opgemerkt dat het risicobeleid van de overheid voor het milieu uitgaat van het recht op bescherming van iedere inwoner van Nederland. Niemand in Nederland mag blootgesteld worden aan een kans op sterfte van meer dan 1 op de miljoen door grote ongevallen, giftige stoffen en straling - de zogenaamde 10<sup>6</sup> of miljoen norm (RIVM 2003).

## OVERZICHT

Tabel 3 toont een overzicht van de ventilatiecapaciteiten, berekend volgens de verschillende methoden. De kolom ventilatiefrequentie geeft een indruk van de haalbaarheid van de luchtverdeling in de ruimte binnen comfortgrenzen. Bij mengventilatie kan, mede afhankelijk van de temperatuur van de toegevoerde lucht een ventilatiefrequentie in de grootteorde van 10 à 15 h<sup>-1</sup> worden beschouwd als maximaal haalbaar om binnen normale comfortgrenzen te blijven.

Step 1 
$$IndexIHDDPMPA = \frac{IndexIHDDPA}{IndexPAR} = \frac{77}{0,64446} = 119,478$$

Step 2 
$$M\_IHDVRS = \left[ \frac{NOS * CPH * RSPPC_{ig} * \left( \frac{1000}{3,6} \right)}{OLS} \right] * HPD/24$$

$$= \left[ \frac{22,5 * 1,6 * 13,7 * \left( \frac{1000}{3,6} \right)}{1050} \right] * \frac{8}{24} = 43,492$$

Step 3 
$$X = \left[ \frac{M\_IHDVRS}{IndexRSP} \right] * IndexIHDC_{ig}E$$

$$= \left[ \frac{43,492}{14,9} \right] * 0,45 = 1,3135$$

Omdat  $X \leq 10$  kunnen we doorgaan

Step 4 
$$Y = 1 + \left[ \frac{X}{(0,75 + 3,5X)} \right] + 0,035X$$

$$= 1 + \left[ \frac{1,3135}{0,75 + 3,5 * 1,3135} \right] + 0,035 * 1,3135 = 1,2916$$

Step 5

$$ETSHI = \left[ \frac{NOS * CPH * RSPPC_{ig} * \left( \frac{1000}{3,6} \right)}{OLS} \right] * \left( \frac{HPD}{24} \right) * \left[ \left( \frac{IndexPCDPA}{IndexPAR} \right) * \frac{1}{IndexRSP} \right] + \left[ \frac{(Y-1)}{0,23} \right] * I$$

$$ETSHI = \left[ \frac{22,5 * 1,6 * 13,7 * \left( \frac{1000}{3,6} \right)}{1050} \right] * \left( \frac{8}{24} \right) * \left[ \left( \frac{11}{0,64446} \right) * \frac{1}{14,9} + \frac{(1,2916-1)}{0,23} \right] * 119,478$$

**ETSHI=201**

Venster 1: Berekening van de ETSHI volgens AS 1668.2 Supp 1-2002



methode	klasse	vent. cap. m <sup>3</sup> /h	vent. freq. h <sup>-1</sup>	haalbaar ja/nee	nicotine µg/m <sup>3</sup>	PD <sup>13</sup> %	ETSHI † /a.10 <sup>6</sup>
Bouwbesluit	-	1.728	5,76	ja	20,8	42	299
NPR CR 1752	A	5.400	18,0	nee/?	6,7	20	169
	B	3.780	12,6	ja	9,5	26	201
	C	2.160	7,2	ja	16,7	37	265
Nicot.0,5 µg/m <sup>3</sup>	-	72.000	240	nee	0,5	1,5	40
Sensorische kwaliteit	A	7.991	26,6	nee	4,5	15	145
	B	5.529	18,4	nee/?	6,5	20	170
	C	3.082	10,3	ja	11,7	30	221

Tabel 3: Vergelijking van de verschillende methoden

## DISCUSSIE

De titel van dit artikel is tegelijk een vraag: “Een tevreden roker in een veilig en gezond binnenmilieu?” In feite is deze vraag pas te beantwoorden als de begrippen “veiligheid” en “gezondheid” nauwkeuriger worden gedefinieerd. We hebben met andere woorden criteria nodig die door arbeidshygiënist, toxicologen en/of medici moeten worden aangekeurd. In dit verband zijn de volgende vragen interessant:

- Wat zijn de MAC waarden van TRIO waaraan mensen kunnen worden blootgesteld zonder gevaar voor hun gezondheid te lopen?
- Wat is de betekenis van de ETSHI waarden in het kader van de door de overheid gestelde “1 miljoen norm”? (RIVM 2003).
- Waarop berust de Finse eis van een maximum nicotineconcentratie van 0,5 µg/m<sup>3</sup>, die een ETSHI van 40 oplevert? Hoe is de relatie met de Nederlandse “1 miljoen norm”?

Deze vragen zijn voorgelegd aan een deskundige op dit gebied. Een reactie zal zo mogelijk in de volgende editie van BOUWFYSICA worden opgenomen.

Een verhoging van de PD waarde voor luchtkwaliteit staat op gespannen voet met de PD waarde voor thermisch comfort. Verhoging van de ene zal een verlaging van de andere met zich meebrengen.

Voorlopig ziet het ernaar uit dat de coëxistentie van rokers en niet-rokers in één en dezelfde ruimte uit gezondheidsoverwegingen een moeilijke combinatie is, althans bij gebruik van traditionele mengventilatiesystemen. De hiervoor nodige ventilatiecapaciteiten zijn uit comfortoverwegingen niet te realiseren.

De ventilatie-eis van het Bouwbesluit houdt in het geheel geen rekening met TRIO, en is duidelijk een minimum eis voor algemene toepassingen. De horeca valt onder het “Besluit Uitzonderingen Rookvrije Werkplek”; voor de horeca worden echter geen bijzondere ventilatie-eisen gesteld. Het verdient aanbeveling hier in geval van mengven-

tilatie uit te gaan van een verdubbeling van de Bouwbesluit-eis, hetgeen globaal een halvering van de nicotineconcentratie in de ruimte, een substantiële verlaging van de PD en een aanzienlijk verbetering van de gezondheidskwaliteit van de binnenlucht met zich meebrengt. Een verdere verhoging tot bijvoorbeeld klasse A van NPR-CR 1752 klasse A is met mengventilatie niet te realiseren.

## CONCLUSIES

De belangrijkste conclusies van de auteur uit de voorliggende analyse zijn de volgende:

- Voor vermindering van de TRIO concentratie tot een voldoende laag niveau is mengventilatie niet geschikt. Kwelventilatie, meestal verdringingsventilatie genoemd, komt hiervoor eerder in aanmerking. Niet alleen kunnen hiermee aanzienlijk grotere ventilatiecapaciteiten worden gerealiseerd; ook de ventilatie-effectiviteit is groter waardoor de luchtkwaliteit in de leefzone beter is (Skistad2002, Mundt 2004)
- Scheiding van rokers en niet-rokers is de beste mogelijkheid om TRIO uit de ruimtelucht te weren. Rokers behoeven hierbij in principe niet te worden “verbannen” naar afgesloten rookruimten. Een separatie met luchtgordijnen is uitstekend geschikt voor coëxistentie van rokers en niet-rokers in één en dezelfde ruimte. Zie de artikelen “Smoke free Architecture” elders in dit nummer.

## REFERENTIES

- Alevantis, L.E. et al 2003. Shutting the door on ETS leakage. *ASHRAE Journal July 2003*.
- Bluyssen, Luscuer, van der Wal 1994. Sorptie-effecten van sigarettenrook in het binnenmilieu: chemisch/fysische versus sensorische evaluaties. *Bouwfysica Vol. 5, 1994, no. 4*.
- British Medical Association 2002. Towards smoke-free public places. <http://www.bma.org.uk/ap.nsf/Content/Smokefree>

12 International Society for Indoor Air Quality and Climate

13 PP berekend volgens de sensorische evaluatie

- Bronsema, B. en Skistad, H. 2005. Ventilation and Smoking – Reducing the exposure to ETS in buildings. *REHVA Guidebook nr.4*. [www.rehva.com](http://www.rehva.com)
- CEN 2005. prEN 13779. Ventilation for non-residential buildings – Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems. [www.cen.org](http://www.cen.org)
- Fanger, P.O. 1989. The new comfort equation for indoor air quality. *ASHRAE Journal October 1989*, pp.33-38. (en talrijke andere bronnen)
- Federal Trade Commission 2000. “Tar”, nicotine and carbon monoxide of the smoke of 1294 varieties of domestic cigarettes for the year 1998. [www.ftc.gov/reports/tobacco](http://www.ftc.gov/reports/tobacco)
- Fitzner, K 1999. Raumlufttechnik für Gebäude mit Rauchzonen. *VDI berichte 1429 – Lufttechnische Konzepte für Raucher- und Nichtraucherzonen*.
- Geens, A. 2005. No ifs or butts. *CIBSI Building Services Journaal 03/05*.
- Geens, A. 2004. Pubs in UK and Ireland – Does ventilation and/or air cleaners help? *REHVA Guidebook “Ventilation and Smoking”*. (Publicatie October 2005)
- Gids, W.F.de en Opperhuizen, A. *Reductie van blootstelling aan omgevingstabakrook in de horeca door ventilatie en luchtreiniging*. RIVM rapport in opdracht van het ministerie van WVC.
- Health and Safety Authority / Office of Tobacco Control, Ireland 2003. Report on the health effects of environmental tobacco smoke (ETS) in the workplace. <http://www.otc.ie/research.asp>
- Hyvärinen, M. et al. 2002 (1). Reducing bartenders’ exposure to ETS by a local ventilation – field evaluation of the solution. *Proceedings Indoor Air 2002*.
- Hyvärinen, M. et al. 2002 (2). Control of exposure to environmental tobacco smoke in restaurants and bars. *Proceedings Indoor Air 2002*.
- ISO 2003b. ISO 18144. Environmental tobacco smoke – Estimation of its contribution to respirable suspended particles – Method based on solanesol. [www.iso.org](http://www.iso.org)
- ISO 2003a. ISO 18145. Environmental tobacco smoke – Determination of vapour phase nicotine and 3-ethenylpyridine in air – Gas chromatographic method. [www.iso.org](http://www.iso.org)
- ISO 2004. ISO/CD 16814 (final draft). Building environment design – indoor air quality – Methods of expressing the quality of indoor air for human occupancy. [www.iso.org](http://www.iso.org)
- Koninklijke Horeca Nederland 2003 *Gewoon Gastvrij – Stappenplan rookbeleid in de horeca*.
- National Cancer Institute 1996. Lung Cancer and Cigarette Smoking Facts. <http://cancerweb.ncl.ac.uk/cancer-net/600623.html>
- NEN 1999. NPR-CR 1752 Ventilatie van gebouwen – Ontwerpcriteria voor de binnenomstandigheden. [www.nen.nl](http://www.nen.nl).
- Olesen, B.W. Empfehlungen für Lüftungsraten und Luftklassen in Gebäuden mit Raucher- und Nichtraucherzonen. *VDI berichte 1429 – Lufttechnische Konzepte für Raucher- und Nichtraucherzonen*.
- RIVM 2003. Nuchter omgaan met risico’s. <http://www.rivm.nl/persberichten/2003/nuchter.jsp>
- Skistad, H. en Berner, M. Ventilation for tobacco smoking – a case study. *Proceedings Roomvent 2000*.
- Skistad, H. et al 2002. Displacement ventilation in non-industrial premises. *REHVA Guidebook nr.1*. [www.rehva.com](http://www.rehva.com)
- Mundt, H. et al 2004. Ventilation Effectiveness. *REHVA Guidebook nr.2*. [www.rehva.com](http://www.rehva.com)
- Wagner, J. et al 2004. Environmental Tobacco Smoke Leakage from Smoking Rooms. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene-February 2004*.

Reacties: [bronconsult@planet.nl](mailto:bronconsult@planet.nl)