

Beschermt ventilatie tegen passief meerroken?

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.

*- door ing. B. Bronsema**

Een belangrijke categorie is 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. Hoewel dit standpunt niet door de NVvP¹ wordt gedeeld, zijn sommige psychiaters tevens van oordeel dat roken heilzaam is voor (vooral) schizofrene patiënten.

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 dag-

verblijven en eetzaal het liefste bij elkaar zitten, uiteraard zonder te veel overlast van elkaar te ondervinden. Veel instellingen hebben ook onvoldoende mogelijkheden om afzonderlijke rookruimten te kunnen inrichten. Bovendien is dit geen oplossing voor de vrijwaring van personeel en niet-rokers van omgevingstabaksrook, de eigenlijke bedoeling van de tabakswet. 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 rookverbod in deze sector kan in deze tijd blijkbaar nog niet op voldoende draagkracht rekenen. Het vigerende rookverbod in deze sector wordt dan ook met enige soepelheid gehandhaafd.

Een andere categorie van gebouwen wordt gevormd door horecabedrijven, cafés, bars, en restaurants, waar traditioneel veel wordt gerookt. De verhou-



Ing. B. Bronsema

ding 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. 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. De auteur van dit artikel is daarbij als adviseur van Koninklijke Horeca Nederland opgetreden [21].

VENTILATIE EN ROKEN

Ventilatie dient voor de toevoer van frisse lucht en de afvoer van verontreinigde lucht. De ventilatiecapaciteit behoort te worden afgestemd op de mate van luchtverontreinigingen en de aan de luchtkwaliteit gestelde eisen. In het algemeen wordt hierbij uitgegaan van het comfortcriterium, waarbij de

¹ Nederlandse Vereniging voor Psychiatrie

*Bronsema Consult en Technische Universiteit Delft- Faculteit Bouwkunde.

geurkwaliteit van de lucht moet voldoen aan bepaalde hygiënische maatstaven. Als alleen menselijke bio-effluenten in het geding zijn wordt als indicator van de luchtkwaliteit de CO₂-concentratie in de lucht gebruikt. Als daarnaast ook vluchtige organische componenten in de lucht aanwezig zijn kan de luchtkwaliteit, die door deze cocktail van verontreinigingen ontstaat, met behulp van sensorische metingen worden bepaald. Passief meeroken is schadelijk voor de gezondheid omdat het longkanker, hartklachten en astma kan veroorzaken. In het geval van omgevingstabaksrook is het comfortcriterium daarom ondergeschikt aan het gezondheids criterium. De ventilatiecapaciteit moet dan ook op het gezondheids criterium worden afgestemd, wat bij gebrek aan wetenschappelijk vastgestelde grenswaarden momenteel nog nauwelijks mogelijk is. In sommige landen wordt de nicotineconcentratie in de lucht als indicator van de luchtkwaliteit gebruikt, en worden daaraan grenswaarden gesteld. Ventilatie kan, mits goed toegepast, de blootstelling aan omgevingstabaksrook beperken. Er zijn, zoals reeds opgemerkt, geen grenswaarden bekend waaraan mensen kunnen worden blootgesteld zonder schadelijke effecten voor hun gezondheid. Anderzijds heeft ventilatie vanzelfsprekend een onmiskenbaar positieve invloed op de luchtkwaliteit, al kunnen we daaraan momenteel geen conclusies verbinden over de gezondheidseffecten.

ACTIVITEITEN REHVA² EN TVVL

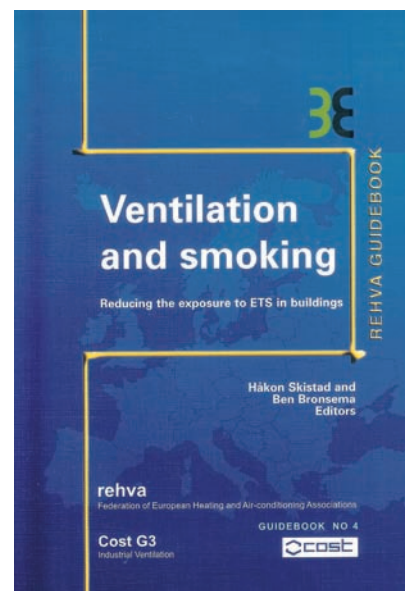
De meeste deskundigen uit de gezondheidszorg stellen dat ventileren niet helpt om de gezondheidsrisico's in ruimten waar gerookt wordt te verkleinen, en dat een rookverbod de enige veilige oplossing is [13, 23, 15, 3 en vele andere]. Hierdoor aangesproken hebben verschillende deskundigen onderzoek gedaan 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 [11, 16]. Traditionele ventilatiesystemen volgens het verdunningsprincipe zijn minder effectief en vergen bovendien zeer grote ventilatiecapaciteiten. Met verdringingsventilatie kan in principe een reductie van de blootstellingconcentratie van omgevings-tabaksrook van 90 % of meer worden

gerealiseerd [14]. Bovendien is het mogelijk met behulp van luchtgordijnen een effectieve scheiding te maken tussen rookvrije ruimten en rookruimten [5]. REHVA Task force 12 heeft een "Guidebook Ventilation and Smoking"³ opgesteld, dat als ondertitel heeft "Reducing the exposure to ETS in buildings" [5].

Parallel aan deze task force is een TVVL-werkgroep in het leven geroepen, die enerzijds een grote inbreng heeft gehad in de REHVA-task force, 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 voor ventilatie en roken. Het voorliggende artikel geeft een algemene inleiding in de problematiek van ventilatie in verband met roken. Voor uitgebreide informatie over het gehele probleemgebied wordt verwezen naar de hiervoor genoemde publicaties.

SECUNDAIRE ROOK - OMGEVINGSTABAKSROOK - TRIO - ETS

Secundaire tabaksrook wordt gevormd door de na elke trek uitgeblazen rook uit de hoofdstroom⁴ en de rook die door de brandende sigaret, sigaar of pijp direct in de ruimte wordt gebracht⁵. 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 fijnstof, 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 ruim-



REHVA Guidebook.

- FIGUUR 1 -

telucht bestond in de jaren negentig 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 teergehalte varieert van 1,0 - 25 mg per sigaret⁶ met een gemiddelde van ca. 12 mg [9]. 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 nicotine-

² Federation of European Heating and Air-conditioning Associations.

³ Publicatie oktober 2005 – Te bestellen bij REHVA via info@rehva.com – Prijs € 60,-.

⁴ De hoofdstroom is de geïnhaleerde rook.

⁵ Meestal de zijstroom genoemd.

⁶ Op basis van verkoopcijfers gewogen gemiddelden in de VS. Russische cijfers laten iets hogere waarden zien.



Paracelsus:
Dosis facit venenum.

- FIGUUR 2 -

In Finland geldt een wettelijk 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 $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dit zijn maar enkele procenten van de waarden die worden bereikt in etablissementen die op basis van comfortcriteria worden geventileerd; zie hierna. Het is wel duidelijk dat dergelijke lage concentraties niet met traditionele ventilatiesystemen en normale ventilatiecapaciteiten kunnen worden gerealiseerd. Hiervoor zijn andere oplossingen nodig, voornamelijk 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;
- 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). In de zorgsector en kleinere etablissementen in de horeca is dit echter een moeilijk of geheel niet te realiseren oplossing.

- KADER 1 -

gehaltes die diepe of snellere trekken nemen krijgen evenveel binnen als rokers van sigaretten met hogere gehalten die rustiger roken [9]. 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, industrie, verkeer en interieur. Nicotine en zijn bijproduct 3-EP is echter een stof die alleen vrijkomt bij de verbranding van tabaksrook en is daarom uniek voor secundaire rook. Dit is de reden dat de nicotine- en 3-EP (3-ethenylpyridine) concentraties in de lucht uitstekend als indicatoren voor de luchtkwaliteit kunnen worden gebruikt. ISO heeft normen opgesteld voor de bepalingsmethode van TRIO. Zie hierna.

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 toepas-

singen en/of het vinden van een merkstof, die on line kan worden gemeten. Een behoefteafhankelijke regeling⁷ van ventilatiesystemen zou daardoor tot de mogelijkheden gaan behoren⁸.

BEPALING VAN TRIO CONCENTRATIES

TRIO is een aerosol van vluchtige componenten en fijnstof. Het karakter van de twee aerosolfasen brengt met zich mee dat ze zelden goed correleren. Voor een nauwkeurige bepaling van TRIO-concentraties in de ruimtelucht zijn van beide fasen goede merkstoffen nodig. Nicotine en 3-ethenylpyridine (3-EP) zijn veel gebruikte merkstoffen voor de vluchtige componenten van TRIO; beide zijn ze zeer selectief voor tabaksrook. Nicotine is de meest gebruikte, maar allerminst ideale merkstof, vooral door haar adsorptie eigenschappen en onvoorspelbare instabiliteit. 3-EP echter is bijzonder representatief voor TRIO en daarom in principe een betere merkstof.

Ongeveer 95 % van de nicotine in TRIO is vluchtig. Onder praktische omstandigheden is de 3-EP-concentratie in TRIO ongeveer een derde van de nicotineconcentratie; ze komt uitsluitend in vluchtige vorm voor.

De bepalingsmethode van vluchtige nicotine- en 3-EP-concentraties met behulp van gaschromatografie is omschreven in ISO 18145 [19]. Volgens deze methode worden TRIO-monsters uit de ruimtelucht genomen waarbij

nicotine en 3-EP worden geabsorbeerd in buisjes met een harsachtige vulling. In een laboratorium worden vervolgens de nicotine en 3-EP geëxtraheerd en geanalyseerd.

Als merkstof voor de fijnstoffractie van TRIO wordt solanesol gebruikt; deze deeltjes zijn specifiek voor TRIO. De verhouding tussen solanesol en de totale fijnstoffractie in TRIO is constant bij verschillende ventilatiecapaciteiten en bemonsteringsperioden.

De bepalingsmethode van solanesol is omschreven in ISO 18144 [18].

Luchtmonsters worden aangezogen via een cycloon, die stofdeeltjes $< 4,0 \mu\text{m}$ separeert van de totale stoffractie. Het monster wordt aansluitend over een filtercassette gevoerd, geëxtraheerd met methanol en geanalyseerd in een gaschromatograaf.

MAXIMUM AANVAARBARE TRIO-CONCENTRATIE

Om doelgericht aan technische oplossingen voor de vermindering van de TRIO-concentratie in ruimten waar mensen verblijven te kunnen werken zouden door de wet- en regelgever prestatie-eisen moeten worden gesteld, 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 dan de maximale blootstelling van mensen

⁷ Internationaal aangeduid met DCV – Demand Controlled Ventilation

⁸ Bij de faculteit Bouwkunde van de TU Delft zal begin 2006 een online DCV-regeling worden beproefd met behulp van een deeltjesteller, afgesteld op de voor TRIO specifieke deeltjesgrootte.

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 ontwerpen en technieken ook worden getoetst. De communis opinio in de medische wereld is echter dat ventilatie niet helpt tegen tabaksrook en dat roken daarom moet worden verboden⁹.

In enkele landen, o.a. Ierland, Noorwegen en Italië, is door de overheid een totaal rookverbod aan horecabedrijven en andere publieke ruimten opgelegd, d.w.z. een TRIO-concentratie van nul. 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 echter uit het oog verloren.

ENVIROMENTAL TOBACCO SMOKE HARM INDEX (ETSHI)

De ETSHI is omschreven in de Australische Standard AS 1668.2 Supp. 1-2002 (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 door longkanker, ischemische hartziekten en de combinatie van beide. Als indicator voor de concentratie van TRIO is fijnstof (Respirable Suspended Particles - RSP) gekozen, 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 buitenlucht- 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. De ETSHI wordt in ISO/CD 16814 [20] 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. Het risicobeleid van de overheid voor het milieu gaat uit van het recht op bescherming van iedere inwoner van Nederland. Niemand in Nederland mag worden blootgesteld aan een kans op sterfte van meer dan 1 op de miljoen door grote ongevallen, giftige stoffen en straling - de zogenaamde 10⁶ of miljoen norm [25].

VENTILATIE VAN RUIMTEN WAAR WORDT GEROOKT

Tabel 1 geeft een overzicht van de in verschillende normen aangegeven ventilatiecapaciteit [24]. De categorieën A, B en C uit NPR-CR 1752 staan

⁹ Op de KT-dag van 20 september 2005 werd tijdens de discussie door prof. dr. F.J. van Schooten (Universiteit van Maastricht / Gezondheidsrisico-Analyse en Toxicologie) bevestigd dat er zeker een wetenschappelijk verantwoorde MAC-waarde voor TRIO zou kunnen worden bepaald.

¹⁰ Deze standaard is inmiddels opgeheven, maar was vele jaren de state-of-the-art

Norm	Categorie	Ventilatiecapaciteit in dm ³ /s per persoon			
		geen rokers	20 % rokers	40 % rokers	100 % rokers
NPR-CR 1752	A	10	20	30	30
	B	7	14	21	21
	C	4	8	12	21
ASHRAE ¹⁰ 62-89R	Geadapteerd	3	6	17	25
	Niet geadapteerd	5	8	25	35
NKB-61 (91)		7	20	20	20
CIBSE-Guide A		8	16	24	43
prEN 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

Ventilatiecapaciteit per persoon.

- TABEL 1 -

voor respectievelijk 15 %, 20 % en 30 % ontevreden (sensorische en acute irriterende effecten). Tabel 1 geldt uitsluitend voor:

- de emissies door personen en secundaire rook;
- geadapteerde personen tenzij anders vermeld¹¹;
- verdunningsventilatie;
- comfortcriterium, voornamelijk acute irriterende effecten.

Het Nederlandse Bouwbesluit eist voor ruimten in de horeca een ventilatiecapaciteit van 4,8 dm³/s.m², ongeacht de bezettingsgraad en rookpolicy. Als wordt uitgegaan van een bezettingsgraad van 2 m² per persoon in restaurants en 1 m² per persoon in cafés, is de ventilatiecapaciteit voor restaurants 9,6 dm³/s. per persoon en voor cafés 4,8 dm³/s. per persoon. Deze waarden liggen ver onder de tabelwaarden van ruimten waar wordt gerookt, vooral bij de hogere rokerspercentages.

NICOTINECONCENTRATIES IN RUIMTEN WAAR WORDT GEROOKT

De nicotineconcentratie in dergelijke ruimten is afhankelijk van het aantal gerookte sigaretten per tijdseenheid en het ventilatiedebiet.

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 % [21]. 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:

$$C_{nic} = (p \times n \times g \times 10^3) / (A \times q_v \times 3,6) \quad (1)^{12}$$

Waarin:

- C_{nic} = nicotineconcentratie in µg/m³
- p = percentage rokers in %
- n = aantal gerookte sigaretten per persoon, per uur
- g = gemiddelde nicotinegehalte mg/sigaret
- A = vloeroppervlak per persoon in m²
- q_v = ventilatiecapaciteit in dm³/s.m²

Oplossing van deze formule geeft een café met 60 % rokende gasten, gemiddelde rokers, een nicotinegehalte van 1,0 mg per sigaret, een ventilatiecapaciteit volgens het Bouwbesluit en volledige mengventilatie een nicotineconcentratie van 56 µg/m³. Voor een restaurant met 45 % rokers is de nicotineconcentratie in dit geval 21 µg/m³. De relatie tussen nicotineconcentratie en ventilatiedebiet voor cafés en restaurants bij de bovengenoemde omstandigheden is aangegeven in figuur 3. Bij onvoldoende ventilatie kan de nicotineconcentratie snel stijgen naar waarden van 100 µg/m³ en hoger, wat overeenkomt met praktijkmetingen [27]. Het terugdringen van de nicotineconcentratie naar waarden van 1,0 µg/m³ of lager, tot voor kort de grenswaarde in Noorwegen, vereist onrealistisch grote

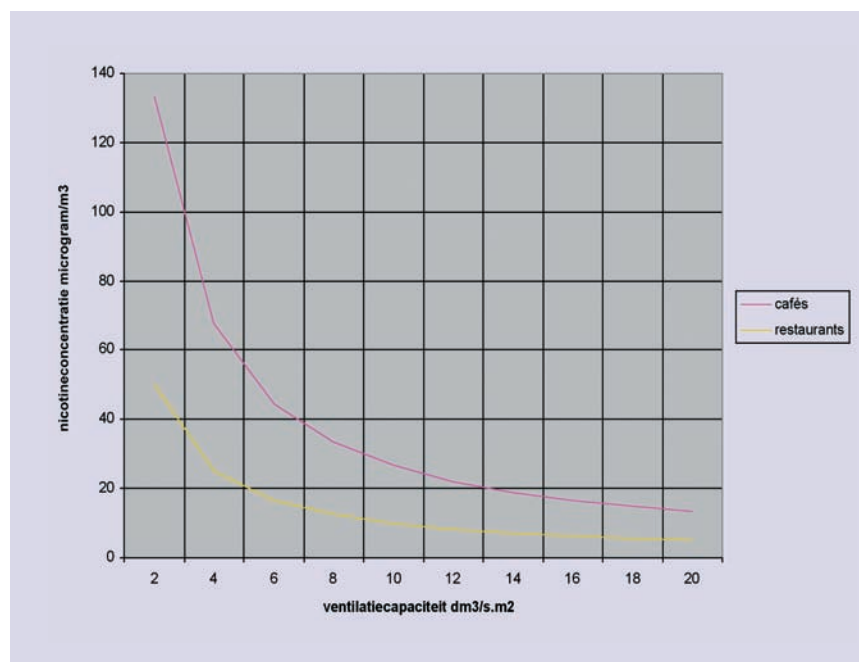
ventilatiecapaciteiten.

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 m³ rooklucht naar de gangruimte verplaatsen, zouden dit kunnen verbeteren [1,28].

VENTILATIE VAN ROOKZONES

Hoewel deze ruimten uitsluitend bestemd zijn voor rokers is het gewenst ook hier eisen te stellen aan de luchtkwaliteit. De redenen hiervoor kunnen zijn:

- een groep met overwegend rokers zal soms een tafel willen reserveren in het rookcompartiment. Het is wenselijk de niet-rokers in een dergelijke groep enigszins te beschermen tegen TRIO;
- rokers zullen zich in veel gevallen door de rookvrije ruimte moeten



Nicotineconcentratie in relatie tot de ventilatiecapaciteit.

- FIGUUR 3 -

¹¹Na 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".

¹²De in het lichaam opgenomen nicotinefractie is in deze formule verwaarloosd. Gegevens hierover zijn de auteur niet bekend.

begeven bijvoorbeeld voor toiletbezoek. Hun kleding moet dan zo weinig mogelijk rook afgeven;

- het personeel moet zo goed mogelijk tegen TRIO worden beschermd.

Een effectieve oplossing is het toevoeren van de ventilatielucht in de rookvrije zone en het afzuigen hiervan in de rookzone, waarbij de lucht dus van "schoon" naar vuil "stroomt". De voordelen hiervan zijn tevens dat de luchtkwaliteit in de rookvrije ruimte wordt verbeterd en dat de nicotineconcentratie in de rookruimte wordt verminderd. Dit wordt duidelijk gemaakt door het volgende voorbeeld:

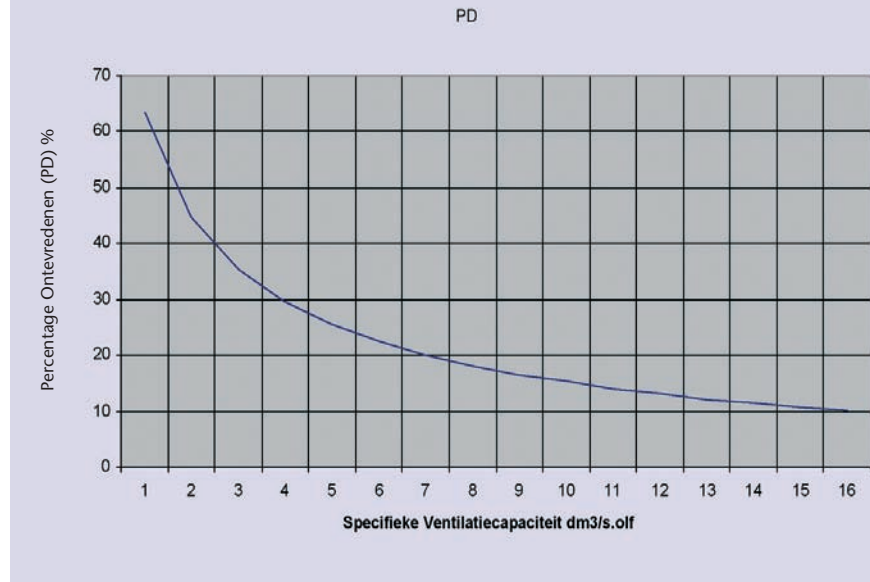
Stel de verhouding rokers/niet-rokers 1:1 en de ventilatiecapaciteit per bezoeker op 8 dm³/s. De niet-roker krijgt nu een ventilatiedebiet tot zijn beschikking van 16 dm³/s. De luchtkwaliteit volgens NPR-CR 1752 is hierbij >> dan categorie A en het percentage ontevredenen << 15 %. Zie tabel 1. De nicotineconcentratie volgens formule (1) komt uit op 27,8 µg/m³, terwijl die bij toevoer van 8 dm³/s. in het rookcompartiment het dubbele zou bedragen. Aangenomen mag worden dat hierbij ook de waargenomen luchtkwaliteit en de absorptie in kleding wordt gehalveerd.

Nadeel van deze opzet is dat bij gelijke thermische belasting de luchttemperatuur in het rookcompartiment hoger wordt dan in de rookvrije ruimte. Het rookcompartiment krijgt immers geen gekoelde lucht meer toegevoerd. Als het verschil te groot wordt of om andere redenen ongewenst, kan in het rookcompartiment additionele koeling worden aangebracht met koelconvectoren o.d. Hierbij moet ervoor worden gewaakt dat hierdoor geen ongewenste luchtstromingen in de richting van de rookvrije ruimte gaan ontstaan.

SENSORISCHE LUCHTKWALITEIT IN ROOKZONES

Het is van belang dat ook in rookzones de waargenomen luchtkwaliteit van behoorlijk niveau is. Enerzijds geldt dit voor het personeel, anderzijds heeft dit een psychologische achtergrond, en kan het een extra positieve aandacht voor de betreffende instelling of bedrijf opleveren. Daarom volgt hier de volgende beschouwing.

Waar een niet-roker bij geringe activiteit per definitie 1 olf lichaamsveront-



Verband tussen specifieke ventilatiecapaciteit en % ontevreden personen.

- FIGUUR 4 -

	Rookvrije zone	Rookzone
Categorie A	PD = 8 %	PD = 39 %
Categorie B	PD = 11%	PD = 45 %
Categorie C	PD = 15 %	PD = 56 %

- TABEL 2 -

reiniging emitteert, is deze waarde bij een roker 25 olf. Omdat niet iedereen kettingroker is bedraagt de gemiddelde waarde per roker 6 olf [10]. 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*12/60*24 = 6).

In het navolgende wordt uitgegaan van een consumptie van 1,6 sigaret per uur met een bronsterkte van 7,7 olf. De totale bronsterkte van één roker + één niet-roker is dan 8,7 olf. De ventilatiecapaciteit is evenals in het voorgaande voorbeeld 8 dm³/s, totaal 16 dm³/s overeenkomend met 1,84 dm³/s.olf.

De waargenomen luchtkwaliteit wordt berekend met behulp van de formule [7]:

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

Waarin:

q = specifieke ventilatiecapaciteit in dm³/s.olf

PD = percentage ontevreden personen (Persons Dissatisfied)

Bij q = 1,84 dm³/s.olf wordt PD berekend op 47 %. NB Dit geldt voor ongeadapteerde personen. Figuur 4 laat het verband zien tussen de specifieke ventilatiecapaciteit en de PD-waarde. Voor een PD-waarde van 20 % is de specifieke ventilatiecapaciteit 7 dm³/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*7,7=) 53,9 dm³/s, overeenkomend met 194 m³/h! NPR-CR 1752 – zie tabel 1- geeft voor categorie B met 20 % PD een waarde van 21 dm³/s, ca 40 % van de berekende waarde. Kennelijk is hierbij uitgegaan van een lagere sigarettconsumptie en/of een lagere bronsterkte. In elk geval is wel duidelijk dat als op sensorische luchtkwaliteit wordt ontworpen onrealistisch grote ventilatiecapaciteiten nodig zijn.

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 [2]. 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 ca. 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.

VENTILATIECATEGORIEËN

Voorgesteld wordt voor rookvrije zones in restaurants, dagverblijven, eetzaal e.d. drie categorieën te onderscheiden, waaruit de exploitant of de beheerder kan kiezen, te weten:

Categorie A 10 dm³/s per persoon

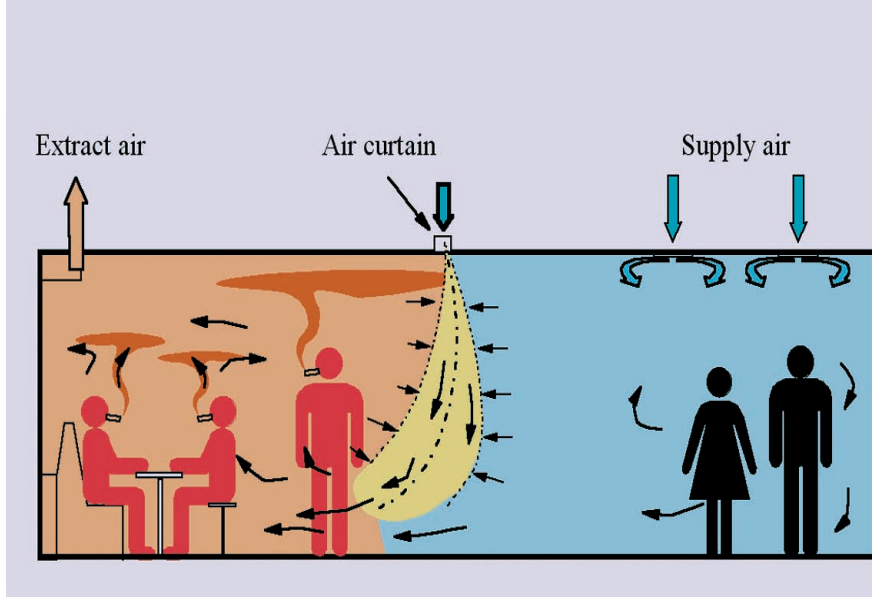
Categorie B 7,5 dm³/s per persoon

Categorie C 5,0 dm³/s per persoon

In een restaurant met 50 % zitplaatsen voor niet-rokers en 50 % voor rokers, waarbij het volledige luchtdebiet in de rookvrije zone wordt toegevoerd wordt dan de volgende luchtkwaliteit gerealiseerd, uitgedrukt in percentage ontevreden personen PD (zie tabel 2).

De PD waarden gelden voor ongeadapteerde personen (bezoekers¹³). Als in

¹³Zie voetnoot 7



Rookscheiding zonder muren.

- FIGUUR 5 -

de rookvrije zone van geadapteerde personen wordt uitgegaan (bewoners) kunnen de aangegeven PD-waarden worden gerealiseerd met ongeveer een derde van de vermelde ventilatiecapaciteiten.

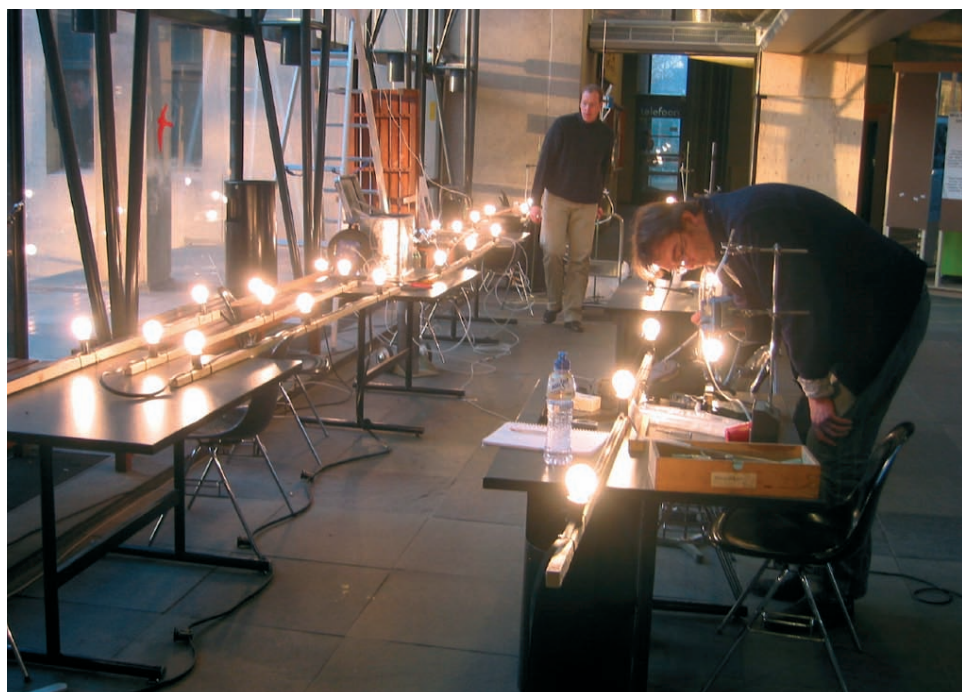
Waar voor lichaamsgeuren in de tijd gewinning optreedt (adaptatie) is dat voor veel chemische verontreinigingen, waaronder tabaksrook, veel minder het geval.

LUCHTGORDIJNEN

Luchtgordijnen zijn in principe goed geschikt om een onzichtbare scheiding tussen rookzones en rookvrije zones te realiseren. Succesvolle ervaringen zijn

hiermee reeds opgedaan in bars waarbij een luchtgordijn werd toegepast tussen de rokende bezoeker en de barkeeper [27, 16].

Grootschalige toepassing van luchtgordijnen is onderzocht in het onderzoeksproject "Smoke free Architecture – Smoke protection without walls" van de TU Delft, faculteit Bouwkunde. In de centrale hal van de faculteit is rondom de bestaande rookzone van ca. 40 zitplaatsen een dubbele rij luchtgordijnen aangebracht. De inblaassnelheid hiervan kan worden gevarieerd van 0,7 tot 1,5 m/s. Tevens is de rookzone voorzien van een afzuiginstallatie, waarvan de capaciteit




Optimalisering van het systeem met behulp van tracergas SF6 – 15-01-2005.

- FIGUUR 6 -

kon worden ingesteld op een ventilatiefrequentie van 6, 12 en 18 h⁻¹. In eerste instantie is met behulp van tracergas SF6 de optimale combinatie van enkel of dubbel luchtgordijn, inblaassnelheid en afzuigdebiet vastgesteld. Enkele resultaten:

- een enkele rij luchtgordijnen geeft een betere scheiding dan een dubbele rij;
- een lage inblaassnelheid is effectiever dan een hoge snelheid;
- bij enkele combinaties werd een verrassend hoge ventilatie-effectiviteit, uitgedrukt in de Contaminant Removal Effectiveness [22] gemeten van 1,8 tot 2,0.

Simultaan werd met behulp van CFD het gedrag van het ventilatiesysteem gesimuleerd en de resultaten hiervan vergeleken met de fysieke metingen. Hieruit konden interessante conclusies worden getrokken over enkele gewens

te modificaties van de luchtgordijnen voor dit nieuwe toepassingsgebied. Een belangrijke modificatie zou zijn het uitvoeren van de luchtgordijnen met een geïntegreerde air-cleaner. In een volgende meetsessie met echte TRIO is de prestatie van de Smoke free Architecture rookzone vergeleken met de prestatie van een fysiek gesloten rookruimte, uitgevoerd volgens de regelgeving. De resultaten zullen binnenkort worden gepubliceerd [4]. 

REFERENTIES

1. Alevantis, L.E. et al 2003. *Shutting the door on ETS leakage*. ASHRAE Journal July 2003.
2. Bluysen, Luscuere, van der Wal 1994. *Sorptie-effecten van sigaretenrook in het binnenmilieu: chemisch/fysische versus sensorische evaluaties*. Bouwfysica Vol. 5, 1994, no. 4.
3. British Medical Association 2002. *Towards smoke-free public places*. <http://www.bma.org.uk/ap.nsf/Content/Smokefree>
4. Bronsema, B. 2006. *Smoke free Architecture – Smoke protection without walls*. TVVL Magazine ??-2006.
5. Bronsema, B. en Skistad, H. 2005. *Ventilation and Smoking – Reducing the exposure to ETS in buildings*. REHVA Guidebook.
6. CEN 2005. prEN 13779. *Ventilation for non-residential buildings – Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems*. CEN European Committee for Standardisation.
7. Fanger, P.O. 1988. *Introduction of the Olf and decipol units to quantify air pollution perceived by humans indoors and outdoors*. Energy and Buildings 12-1988.
8. Fanger, P.O. 1988. *Air pollution sources in offices and assembly halls quantified by the olf unit*. Energy and Buildings Vol. 12 – 1988.
9. 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
10. Fitzner, K 1999. *Raumlufttechnik für Gebäude mit Rauchzonen*. VDI berichte 1429 – Lufttechnische Konzepte für Raucher- und Nichtraucherzonen.
11. Geens, A. 2005. *No ifs or butts*. CIBSI Building Services Journaal 03/05.
12. Geens, A. 2004. *Pubs in UK and Ireland – Does ventilation and/or air cleaners help?* REHVA Guidebook “Ventilation and Smoking”. (Publicatie October 2005)
13. Gezondheidsraad 2003. *Volksgezondheidsschade door passief roken*. www.gr.nl/adviezen
14. Gids, W.F.de en Opperhuizen, A. *Reductie van blootstelling aan omgevingstabaksrook in de horeca door ventilatie en luchtreiniging*. RIVM rapport in opdracht van het ministerie van WVC.
15. 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>
16. Hyvärinen, M. et al. 2002 (1). *Reducing bartenders’ exposure to ETS by a local ventilation – field evaluation of the solution*. Proceedings Indoor Air 2002.
17. Hyvärinen, M. et al. 2002 (2). *Control of exposure to environmental tobacco smoke in restaurants and bars*. Proceedings Indoor Air 2002.
18. ISO 2003b. ISO 18144. *Environmental tobacco smoke – Estimation of its contribution to respirable suspended particles – Method based on solanesol*. www.iso.org.
19. ISO 2003a. ISO 18145. *Environmental tobacco smoke – Determination of vapour phase nicotine and 3-ethenylpyridine in air – Gas chromatographic method*. www.iso.org
20. 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
21. Koninklijke Horeca Nederland 2003. *Gewoon Gastvrij – Stappenplan rookbeleid in de horeca*.
22. Mundt et al 2004. *Ventilation Effectiveness* - REHVA Guidebook no. 2. info@REHVA.com
23. National Cancer Institute 1996. *Lung Cancer and Cigarette Smoking Facts*. <http://cancerweb.ncl.ac.uk/cancer-net/600623.html>
24. Olesen, B.W. *Empehlungen für Lüftungsraten und Luftklassen in Gebäuden mit Raucher- und Nichtraucherzonen*. VDI berichte 1429 – Lufttechnische Konzepte für Raucher- und Nichtraucherzonen.
25. RIVM 2003. *Nuchter omgaan met risico’s*. <http://www.rivm.nl/persberichten/2003/nuchter.jsp>
26. Skistad, H. en Berner, M. *Ventilation for tobacco smoking – a case study*. Proceedings Roomvent 2000.
27. Skistad, H. 2005. *Presentatie REHVA General Assembly Lausanne*. (Niet gepubliceerd)
28. Wagner, J. et al 2004. *Environmental Tobacco Smoke Leakage from Smoking Rooms*. Journal of Occupational and Environmental Hygiene-February 2004.