

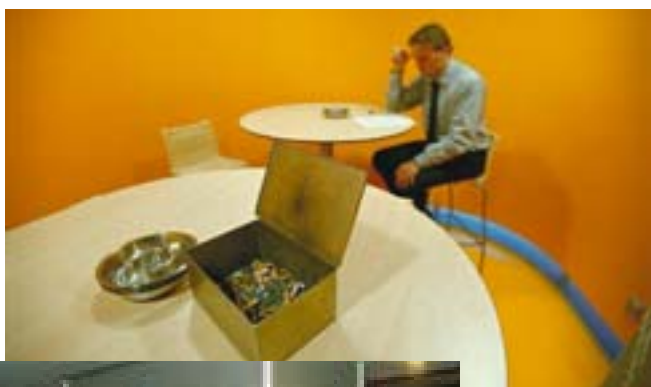
EEN AFWERKPLEK VOOR ASOCIAAL GEDRAG?

OVER ROOKSERRES IN GEBOUWEN (1)

Ben Bronsema, TU Delft – Faculteit Bouwkunde

“Vanaf januari 2003 zijn bedrijven en instellingen verplicht hun personeel rookvrije ruimtes aan te bieden. Wat heeft dat tot gevolg? Dat roken bestempeld wordt tot een uitstervende bezigheid, terwijl het nog niet zolang geleden gelijk stond met sexy gedrag. Wie de beelden beziet van de nieuwe rookruimtes, van ministeries tot rechtbanken, kan niet anders concluderen dan dat er schamele bushaltes gereed staan voor de nieuwe paria's.....Architecten die zich bezighouden met rookruimtes, zouden verder moeten durven denken dan de schandblokken en kneuterige omgevingen die nu de rookruimtearchitectuur domineren”. Aldus Dirk van Weelden in Magazine SMAAK 14.¹

De faculteit Bouwkunde van de TU Delft heeft de handshoens opgenomen. Zij ziet het als een uitdaging een geïntegreerde oplossing voor rookruimten te bieden, die recht doet



Figuur 1:
“Rookhol”²



Figuur 2: Rookcabine

¹ Magazine SMAAK is een uitgave van VROM/RGD - <http://www2.vrom.nl/pagina.html?id=5878>.

De titel van dit artikel is aan deze publicatie ontleend.

² Foto's welwillend beschikbaar gesteld door Pieter Boersma, fotograaf van Magazine SMAAK



aan architectuur en techniek en tevens respect voor de roker uitstraalt. In eerste instantie is onderzocht of het inrichten van een afgesloten rookruimte kan worden vermeden door het realiseren van een rookzone in de verder rookvrije centrale hal, gescheiden met behulp van luchtgordijnen en een krachtig afzuigstelsel.

Rokers en niet-rokers worden hierdoor fysiek niet gescheiden, waardoor de visuele, functionele en sociale eenheid van mensen in de organisatie niet verloren gaat. De effectiviteit van deze oplossing deed niet onder voor de scheiding met wanden. Zie figuur 4 -Smoke free Architecture. (Bronsema en Luscuere 2006). Het eerste halfjaar van 2005 heeft deze rookzone naar tevredenheid als rookruimte gefunctioneerd. Na inspectie door de VWA³ heeft de faculteit onvoldoende redenen gezien om op basis van een verklaring van Gelijkwaardigheid het gebruik van deze rookzone te continueren. De luchtgordijnen en het afzuigstelsel zijn daarop ontmanteld en in het gebouw is een totaal rookverbod ingesteld.

Als vervolg op dit project is een rookserre met mechanische ventilatie aan de centrale hal gerealiseerd, die in maart 2006 in gebruik is genomen. De prestaties van deze ruimte in termen van scheidings- en ventilatie-effectiviteit zijn in april 2006 onderzocht (Bronsema en Marra 2006). Op basis hiervan zijn algemene richtlijnen opgesteld voor de bouw en inrichting van rookserres. Deze worden in het voorliggende artikel gepresenteerd.

ROOKSERRES

In veel gebouwen is de rookruimte een afgelegen en Spartaans ingericht vertrek dat beter als “rookhol” kan worden gekwalificeerd – zie figuur 1. Een oplossing waarvoor soms wordt gekozen is de rookcabine – zie figuur 2. In het beste geval wordt een fatsoenlijk ingerichte rookruimte ter beschikking gesteld – zie figuur 3. In alle gevallen worden rokers min of meer ernstig gestigmatiseerd, en treedt tijdverlies op door de wandeling naar de rookruimte en vice versa.

Als een rookruimte daarentegen als rookserre wordt ingericht worden rokers en niet-rokers weliswaar fysiek gescheiden maar door de transparantie van de tussenwand blijft de visuele, functionele en sociale eenheid van mensen in de organisatie grotendeels in stand.

³ Voedsel en Waren Autoriteit



Figuur 3: Rookruimte

Dit wordt nog bevorderd door een centrale ligging van de rookserre, bij voorkeur aan een hoofd verkeersroute in het gebouw en/of in de nabijheid van kantine of restaurant. Het “dierentuineffect” moet en kan hierbij uiteraard worden vermeden, evenals stank (tabaksgeur), galm (slechte akoestiek) en een onaangename indruk - zie venster 1. Een goede ventilatie, goede akoestiek, en een inrichting van de ruimte dat respect voor de gebruikers uitstraalt, zijn hiervoor eerste vereisten.

Onder de titel “Rokers, rijp voor de dierentuin” schrijft Hanneke Veldhuizen B-NIEUWS⁴ 15-18 april 2006:

.....Want roken is nu wel echt slecht, ongezond en vies. Dat mag niet meer binnen. Rokers moeten buiten in de kou hun kankerstaaf naar binnen werken of anders op een speciaal voor hen ontworpen afwerkplek....Zo’n plek mag dus niet gezellig zijn. De tijd dat rokers nog als gezellig werden gezien is passé. Roken is slecht en dus ongezellig. Roken doe je staand, in een octatube-hokje, achter glas. Geen leuke meubels; het moet er stinken en galmen en onaangenaam zijn. Roken is slecht. Rokers de slechtste mensen. En de mensen mogen ze aanstaren en uitlachen. Rokers, de paria van de huidige samenleving. Rijp voor de dierentuin”

Venster 1: Een reactie op de rookserre van de faculteit Bouwkunde TU Delft

IN EEN NOTENDOP

De capaciteit van een rookserre, uitgedrukt in het aantal rokers dat er een plaats moet kunnen vinden, verschilt uiteraard van geval tot geval. Het vloeroppervlak wordt enerzijds bepaald door de capaciteit, anderzijds door het comfort dat rokers wordt geboden in de vorm van zitplaatsen of staplaatsen. Voor zitplaatsen kan 2 m² per persoon worden aangehouden; voor staplaatsen 1 m² per persoon.

⁴ B-NIEUWS is een wekelijkse uitgave van de Faculteit Bouwkunde van de TU Delft.



Figuur 4: Smoke free Architecture

De beste manier om rookverspreiding naar het gebouw te voorkomen is het instandhouden van voldoende onderdruk in de rookserre. Hiervoor is niet alleen een adequaat afzuigstelsel nodig; ook moet worden voorkomen dat wind op de serrebuitengevel rooklucht het gebouw in blaast. Buitendeuren in de serre zijn daarom uit den boze, en de gevel moet goed winddicht worden afgewerkt.

De toegang(en) naar de rookserre vanuit het gebouw worden idealiter voorzien van automatische glazen schuifdeuren. Scharnierdeuren komen eveneens in aanmerking, maar door de pompende beweging bij het openen en sluiten kan rooklucht ontwijken. Een goede, en zeer gebruikersvriendelijke oplossing is het installeren van een luchtgordijn boven de toegangsoopening(en).

De ventilatiecapaciteit van een rookserre dient aanzienlijk groter te zijn dan het Bouwbesluit voorschrijft. De luchtkwaliteit moet niet alleen prettig zijn voor de bezoekers, maar is ook van belang om absorptie van rooklucht in de kleding van bezoekers en de daarop volgende rookverspreiding in het gebouw zoveel mogelijk te beperken.

Voor ventilatie van rookserres is kwelventilatie⁵ het beste geschikt. De opwaartse luchtstroom zorgt voor een effectieve afvoer van TRIO⁶, waardoor de ventilatie-effectiviteit hoger is dan bij de traditionele ventilatiesystemen. De ventilatielucht wordt hierbij niet alleen effectiever benut maar zorgt ook voor een beter thermisch comfort in de leefzone. De luchtdistributie in de serre wordt gerealiseerd via vloerroosters in een verhoogde vloer.

Om kwelventilatie effectief te laten zijn moet koudeval langs de serrebuitengevels worden voorkomen. Een hoogwaardige beglazing in combinatie met een perimeterverwarming zijn hiervoor noodzakelijk.

⁵ Vaak (onjuist) aangeduid met “verdringingsventilatie”

⁶ TRIO – Tabaksrook in de Omgevingslucht. Ook wel aangeduid met “Omgevingstabaksrook”.

Internationaal ETS – Environmental Tobacco Smoke genoemd

Voor gebruik in de zomer is een “open rookserre” het beste geschikt. De voorgevel wordt hierbij geopend waardoor een zomerterras ontstaat. De binnendeuren moeten in dit geval gesloten blijven, en de serre moet via een alternatieve route worden benaderd. Open rookserre’s kunnen op elke oriëntatie worden gebouwd.

Een gesloten rookserre moet ’s zomers kunstmatig worden geklimatiseerd, waarbij zeer grote koellasten moeten worden afgevoerd. Alleen oriëntaties op het Noorden zijn hier mogelijk, en ook dan nog is het thermisch klimaat twijfelachtig.

Een serre is een akoestisch harde ruimte. Maatregelen worden voorgesteld om het akoestisch comfort in een rookserre te optimaliseren.

Bij de inrichting van een rookserre moeten zachte materialen, die rooklucht kunnen absorberen, zoveel mogelijk worden vermeden.

VENTILATIE

De ventilatie-eisen volgens het Bouwbesluit vragen voor een dergelijke ruimte een ventilatiecapaciteit van $4,8 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$. Omgerekend naar de ventilatiecapaciteit per persoon:

- Bij zitplaatsen: $4,8 \cdot 2 = 9,6 \text{ dm}^3/\text{s}$ ($35 \text{ m}^3/\text{h}$ per persoon)
- Bij staplaatsen: $4,8 \cdot 1 = 4,8 \text{ dm}^3/\text{s}$ ($17 \text{ m}^3/\text{h}$ per persoon)

De Europese norm EN 13779 (CEN 2006) geeft een meer genuanceerd beeld van de ventilatiecapaciteit voor rookzones uitgedrukt in een viertal kwaliteitsklassen. Tabel 1 geeft hiervan een overzicht. De tabel geldt uitsluitend voor:

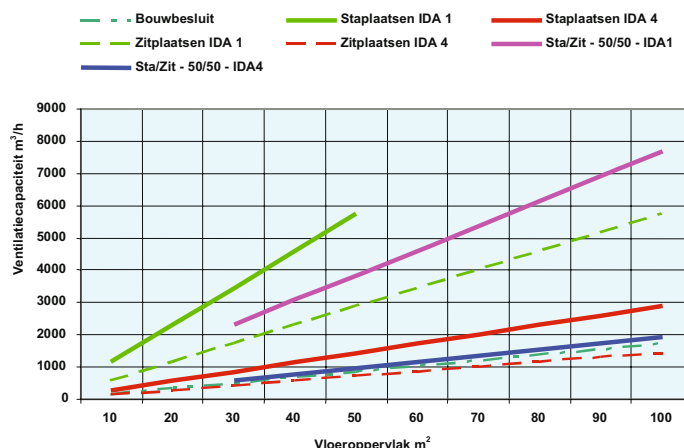
- De emissies door personen en secundaire rook.
- Geadapteerde personen tenzij anders vermeld⁷
- Mengventilatie⁸
- Comfortcriterium, voornamelijk acute irriterende effecten.

Tabel 1: Ventilatiecapaciteit rookzones volgens EN 13779

EN 13779	Lucht-kwaliteit	Ventilatiecapaciteit in dm^3/s per persoon
IDA 1	Hoog	40
IDA 2	Gemiddeld	25
IDA 3	Matig	16
IDA 4	Laag	10

⁷ 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 “geadapted”.

⁸ Ook aangeduid met “Verduunningsventilatie”



Figuur 5: Ventilatiecapaciteit in m^3/h van rookserres bij een bezetting van 80%

Figuur 5 laat zien welke ventilatiecapaciteiten nodig zijn volgens resp. het Bouwbesluit en de EN 13779 in rookserres van $10 - 100 \text{ m}^2$ met staplaatsen en zitplaatsen bij een bezetting van 80%. De bezetting van een rookruimte in een kantoor- of een onderwijsgebouw is sterk wisselend, en het is daarom niet nodig en reëel om van 100% bezetting uit te gaan. Het is verder niet aannemelijk dat grotere rookserres uitsluitend met staplaatsen zullen worden uitgevoerd. Een gemengde bezetting met zit/staplaatsen is hiervoor wel mogelijk.

Uit figuur 5 blijkt dat de ventilatiecapaciteit volgens het Bouwbesluit een lage luchtkwaliteit (IDA 4) oplevert. Het is wenselijk te streven naar een betere luchtkwaliteit, die niet alleen prettig is voor de bezoekers, maar ook van belang om absorptie van rooklucht in de kleding van bezoekers en de daarop volgende rookverspreiding in het gebouw zoveel mogelijk te beperken. De luchtkwaliteit heeft overigens, zoals hierboven al opgemerkt, voornamelijk betrekking op acute irriterende effecten; het gaat dus niet om de geurkwaliteit.

Figuur 5 laat verder zien dat voor een redelijke verdunning van TRIO met behulp van mengventilatie zijn zeer grote ventilatiecapaciteiten nodig zijn. Toepassing van kwelventilatie met een grote ventilatie-effectiviteit, waardoor de leefzone relatief schoon blijft ten opzichte van de hogere zones, is daarom voor rookserres een betere optie. Hierbij moet voldoende lucht worden toegevoerd om de opwaarts gerichte luchtstroming te voeden, namelijk $20 \text{ dm}^3/\text{s}$ per persoon (Skistad 2003). In het geval van mengventilatie zou dit bij een bezettingsgraad van 80% een luchtkwaliteit van IDA 3 opleveren ($20 \cdot 0,8 = 16 \text{ dm}^3/\text{s}$). Door de hogere ventilatie-effectiviteit is in de leefzone in principe een betere luchtkwaliteit, IDA 2 of beter bereikbaar.

INFILTRATIE VAN BUITENLUCHT

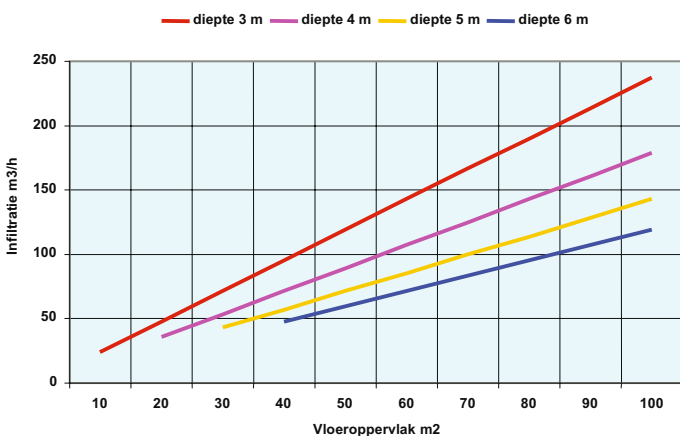
De infiltratie door de serrebuitengevel mag niet worden verwaarloosd, omdat hierdoor de afzuigcapaciteit te klein zou kunnen worden en in het ernstigste geval zelfs overdruk in de rookruimte zou kunnen ontstaan. Het infiltratiedebiet kan worden berekend met behulp van de formule (Recknagel 2000):

$$V = \sum (a \cdot l) * \sqrt[3]{\Delta p^2} \quad (1)$$

Waarin:

- V = infiltratiedebiet m^3/h
- a = voegdoorlaatcoëfficiënt in $m^3/m^1 \cdot h \cdot \Delta p^{2/3}$ - voor niet te openen delen kan deze worden gesteld op 0,20
- l = voeglength in m - afhankelijk van serrebuitenoppervlak en uitvoering
- Δp = drukverschil over de buitengevel in Pa - op basis van 5 Beaufort⁹ (vrij krachtige wind, 8 – 10,7 m/s) te stellen op ca 50 Pa. Dit drukverschil wordt ook in NEN-EN 12831 (NEN 2004) genoemd als *defaultwaarde* van de infiltratie op gebouwniveau.

Om een indruk te geven van de omvang van de infiltratie in serres met verschillend vloeroppervlak en geometrische verhoudingen is in de volgende analyse de voeglength l gesteld op 0,75 m per m^2 serrebuitenoppervlak.¹⁰ De infiltratie is maximaal bij wind loodrecht op de rookserre. In het voorbeeld is de hoogte van de rookserre gesteld op 3,5 m. Figuur 6 laat zien dat de maximale infiltratie in verhouding tot de ventilatiecapaciteit weliswaar beperkt is, maar niet verwaarloosbaar. Bij lagere windsnelheden dan 5 Beaufort neemt de infiltratie uiteraard af.



Figuur 6: Infiltratie in m^3/h bij 5 Beaufort in rookserres met een hoogte van 3,5 m en dieptes 3...6 m

EXFILTRATIE TRIO NAAR HET GEBOUW

Schuifdeuren

Open deuren vormen een directe verbinding tussen de rookserre en het gebouw. Het ontsnappen van TRIO naar het gebouw kan worden tegengegaan door in de deuropeningen een luchtstroom richting rookserre in stand te houden van bijvoorbeeld 0,25 m/s.

Scharnierdeuren veroorzaken bij het openen en sluiten een pompende beweging, die niet of nauwelijks door deze luchtstroom kan worden gecompenseerd. Voor rookserres worden daarom zelfsluitende of automatische schuifdeuren aanbevolen waardoor de opening tussen rookserre en gebouw zo kort mogelijk blijft.

De totale vrije doorgang van gebouw naar rookserre wordt gedicteerd door het Bouwbesluit. De bezettingsgraadklasse kan worden gesteld op B1, hetgeen inhoudt dat vanaf een vloeroppervlak van 75 m^2 2 deuren nodig zijn.¹¹ Op basis van de vereiste totale vrije doorgang¹² zijn bij een deurbreedte van 900 mm zijn al vanaf een vloeroppervlak van 60 m^2 2 deuren nodig. In een open deur met een hoogte van 2,1 m treedt bij een luchtsnelheid van 0,25 m/s een luchtverplaatsing op van $(0,9 \cdot 2,1 \cdot 0,25 \approx) 0,5 m^3/s$.

Voor elke roker die gebruik maakt van de rookserre gaat een deur één keer open bij binnenkomst en één keer bij vertrek. Het roken van een sigaret duurt gemiddeld ongeveer 10 à 12 minuten. In een rookserre met staplaatsen duurt het verblijf van een roker gemiddeld ca 15 minuten, hetgeen inhoudt dat per m^2 maximaal 4 rokers per uur een plek kunnen vinden. In een rookserre met zitplaatsen zal het verblijf van een roker gemiddeld 20 minuten duren; per 2 m^2 zijn er dan maximaal 3 rokers per uur oftewel 1,5 roker per m^2 per uur.

Luchtgordijnen

Een vrije opening zonder deuren, maar uitgevoerd met luchtgordijnen is zonder twijfel de meest gebruikersvriendelijke toegang tot een rookserre.

De effectiviteit van luchtgordijnen voor de afscheiding van een rookzone in een rookvrije omgeving is aangetoond in het onderzoeksproject "Smoke free Architecture – Rookscheiding zonder muren" (Bronsema en Luscuere 2006). Het luchtgordijn moet aanzuigen vanuit de rookserre. De neerwaarts stromende primaire luchtstraal induceert aan beide zijden secundaire lucht. Aan de binnenkant is dit verontreinigde lucht uit de rookserre, en aan de buitenkant "schone" lucht uit het gebouw. Het aan de gebouwszijde geïnduceerde luchtdebiet wordt dus vervuild met TRIO, en het afzuigstelsel van de rookserre moet in staat zijn dit vervuilde debiet naar de rookserre af te zuigen.

De totale straal-massastroom (primaire + secundaire lucht) kan worden berekend met de formule (Goodfellow and Tähti 2001):

⁹ Windkracht ≥ 5 Beaufort uit het Oosten komt zelden voor.

¹⁰ Afgeleid uit de rookserre voor de faculteit Bouwkunde.

¹¹ Artikel 2.146 sub 3

¹² Artikel 2.146 sub 8

$$\frac{q_x}{q_0} = f \cdot \sqrt{\frac{x}{h_0}} \quad (2)$$

Waarin

- q_x = straal-massastroom in m³/h op afstand x
- q_0 = primaire luchtdebiet in m³/h
- f = inductiefactor, te stellen op 0,5
- x = afstand van inblaasrooster in m. De onderkant van het luchtgordijn bevindt zich aan de bovenzijde van de doorgang op ca 2,1 m boven de vloer, hetgeen betekent dat bij een inductie over de volle hoogte de waarde voor x kan worden gesteld op 2,1.
- h_0 = breedte van het lineaire inblaasrooster in m; uitgegaan wordt van 0,1 m.

De inblaassnelheid wordt zodanig gekozen dat de verticale snelheid in de straal vlak boven de vloer 0,3 m/s bedraagt. Door deze lage straalsnelheid op vloerniveau zal er nauwelijks lucht uit de straal-massastroom naar de schone zijde kunnen ontwijken, waar immers ook de suppletie-lucht voor de afzuiging in de rookserre penetreert. De straalrichting zal dan ook niet verticaal zijn, maar naar binnen in de rookserre worden afgebogen.

De straalsnelheid in het hart van een isotherme lineaire straal kan worden berekend met de volgende formule (Goodfellow and Tähti 2001)

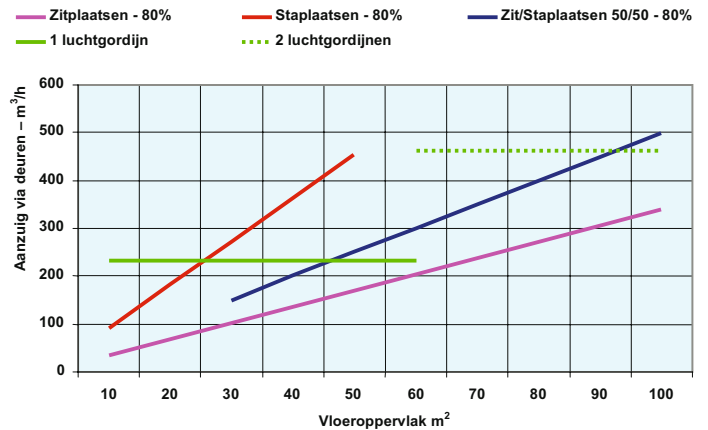
$$V_x = k \cdot V_0 \cdot \sqrt{\frac{h_0}{x}} \quad (3)$$

Waarin

- V_x = snelheid op afstand x - 0,3 m/s
- k = empirische constante, te rekenen met 2,43
- V_0 = inblaassnelheid in m/s
- x = afstand van inblaasrooster in m - 2,1 m
- h_0 = breedte van het lineaire inblaasrooster in m (0,1 m)

De berekende inblaassnelheid $V_0 = 0,56$ m/s en het primaire luchtdebiet q_0 bedraagt bij een inblaasrooster van 0,1 m breed en 0,9 m lang ($0,56 \cdot 0,1 \cdot 0,9 =$) 0,051 m³/s. De straal-massastroom q_x op 2,1 m, berekend met formule 2 bedraagt 420 m³/h, aan beide zijden van het luchtgordijn 210 m³/h. Dit is dus tevens het door een deuropening naar de rookserre af te zuigen luchtdebiet.

Figuur 7 laat zien hoeveel lucht onder bovenstaande condities vanuit de rookserre via deuropeningen moet worden aangezogen om het ontsnappen van TRIO naar het gebouw te beperken. Bij de schuifdeuren is in navolging van de voorgaande berekeningen van de ventilatiecapaciteit uitgegaan van een bezetting van 80%. Bij vrije openingen met luchtgordijnen is de bezettingsgraad irrelevant.



Figuur 7: Luchttransport via deuropeningen naar de rookserre

Wordt vervolgd in deel 2

REFERENTIES

- Bronsema, B. en Luscuere, P.G. 2006. *Smoke free Architecture* – Rookscheiding zonder muren. BOUWFYSICA, Vol. 18, 2006, No.1. ISSN 0928-5377.
- Bronsema, B. en Marra, J. 2006. Ventilatie van ETA 3 ruimten - deel 1 en 2. TVVL Magazine 9/2006
- CEN 2006. prEN 13779. Ventilation for non-residential buildings – Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems. www.cen.org
- Goodfellow, Howard and Tähti, Esko. Industrial Ventilation Design Guidebook. *Academic Press 2001. ISBN 0-12-289676-0.*
- NEN 2004. NEN-EN 12831. Verwarmingssystemen in gebouwen – Methode voor de berekening van de ontwerp-warmtebelasting. *Nederlands Normalisatie-instituut februari 2004.*
- Skistad, H (ed) 2002. Displacement Ventilation in non-industrial premises. REHVA Guidebook no.1. Federation of European Heating and Air-conditioning Associations REHVA. ISBN 82-594-2369-3.