

“SMOKE FREE ARCHITECTURE” ROOKSCHEIDING ZONDER MUREN



DEEL 2 - INTERMEZZO - EEN ANALYTISCH MODEL

Ben Bronsema en Peter G. Luscuere,
Raadgevende ingenieurs ONRI, TU Delft - Faculteit
Bouwkunde

De positieve resultaten van het onderzoek zoals beschreven in deel 1 waren aanleiding om het inzicht in de werking van luchtgordijnen voor rookscheiding ook op theoretische gronden te verdiepen. Het voorliggend deel 2 beschrijft het analytisch model dat hiervoor is opgesteld. Hierbij komen in hoofdzaak de inblaassnelheid en doordringdiepte van het luchtgordijn en de benodigde afzuigcapaciteit aan de orde. In eerste instantie wordt een specifiek model voor de Sfa ontwikkeld dat naderhand door metingen is getoetst. Op basis hiervan wordt vervolgens een generiek model beschreven dat bruikbaar is voor algemene toepassing. Het verdient aanbeveling dit model in praktijkproeven verder te kalibreren en te valideren.

SPECIFIEK MODEL SFA

Inblaassnelheid en doordringdiepte

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

$$V_x = k \cdot V_0 \cdot \sqrt{\frac{h_0}{x}} \quad (1)$$

Waarin:

V_x = inblaassnelheid in m/s

k = empirische constante

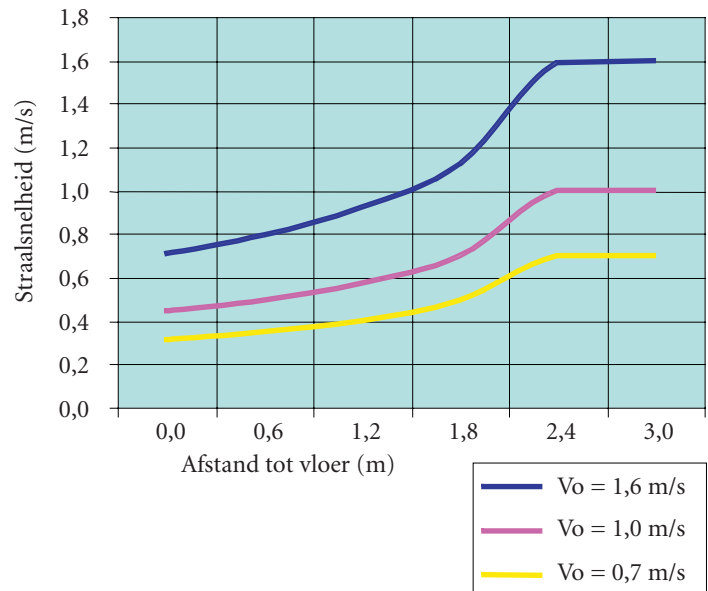
V_0 = inblaassnelheid in m/s

x = afstand van inblaasrooster in m

h_0 = breedte van het lineaire inblaasrooster in m (0,1 m)

Voor de constante k worden in de literatuur verschillende getallen genoemd. Volgens Goodfellow and Tähti kan met een gemiddelde waarde van $k = 2,43$ worden gerekend.

De straalsnelheid V_x in het hart van de lineaire straal is met (1) berekend voor inblaassnelheden van 1,6 – 1,0 en 0,7 m/s en afstanden tot de vloer van 0 – 3 meter, direct onder het inblaasrooster. Figuur 1 geeft deze grafisch weer. Bij de gekozen inblaassnelheid van 0,7 m/s is de verticale snelheid vlak boven de vloer ca 0,3 m/s. Iemand die onder het luchtgordijn doorloopt ervaart een verticale snelheid van ca 0,5 m/s. Deze snelheden zijn dermate laag dat veel personen zich tijdens de metingen afvroegen wanneer het luchtgordijn nu eens in bedrijf zou worden gesteld! Dit is een niet onbelangrijke systeemeigenschap omdat in de zorgsector en de horeca het systeem onhoorbaar, onzichtbaar en praktisch onvoelbaar kan worden toegepast.



Figuur 1: Straalsnelheid op verschillende afstanden van de vloer m/s

Belangrijker is nog dat door de lage straalsnelheid op vloerniveau er nauwelijks lucht uit de straal-massastroom naar de schone zijde zal ontwijken, waar immers ook de suppletie-lucht voor de afzuiging in de Sfa penetreert. De straalrichting zal dan ook niet verticaal zijn, maar naar binnen in de Sfa worden afgebogen. Zie figuur 2.

De grafiek is geconstrueerd op basis van een breedte van het lineaire inblaasrooster van 0,1 m, waaruit bij de drie gekozen inblaassnelheden de primaire luchtdebieten kunnen worden berekend. De impuls van de betreffende luchtstromen kan worden berekend met de formule

$$I = q_0 \cdot \rho \cdot V_0 \quad (2)$$

Waarin:

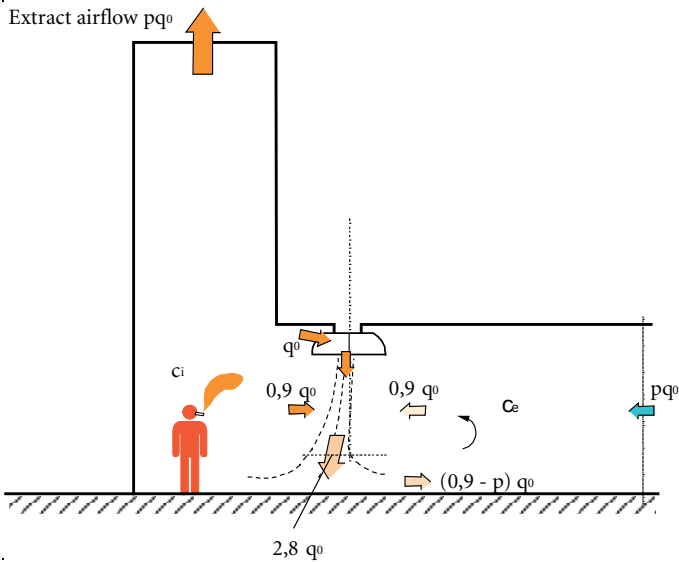
I = impuls in N ($\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$)

q_0 = primaire luchtdebiet in m^3/s

ρ = soortelijke massa in kg/m^3

V_0 = inblaassnelheid in m/s

Luchtstralen met gelijke impuls leveren ook gelijke straalsnelheden op. Verdubbeling van de inblaassnelheid moet immers gepaard gaan met halvering van het primaire luchtdebiet. Hierdoor moet de breedte van het lineaire inblaasrooster h_0 tot 1/4 worden teruggebracht. Formule (1) leert dat de straalsnelheid V_x dan gelijk blijft.



Figuur 2: Analytisch model – inductiefactor 0,5

Inductie van secundaire lucht

Het luchtgordijn zuigt vanaf een hoogte van ca 3 m verontreinigde lucht uit de SfA aan en blaast deze via de lineaire inblaasroosters neerwaarts². Bij de gekozen inblaassnelheid van 0,7 m/s is de luchtverplaatsing van de luchtgordijnen als volgt:

- Lengte 2,5 m – 606 m³/h – aantal 4
- Lengte 2,0 m – 485 m³/h – aantal 4

De totale luchtverplaatsing van de luchtgordijnen bedraagt hiermee $4(606 + 485) = 4.364$ m³/h, bij een totale lengte van $4(2,5 + 2,0) = 18$ m.

De neerwaarts stromende primaire luchtstraal induceert aan beide zijden secundaire lucht. Aan de binnenkant is dit verontreinigde lucht uit de SfA, en aan de buitenkant “schone” lucht uit de hal. De totale straal-massaastroom (primaire + secundaire lucht) kan worden berekend met de formule (Goodfellow and Tähti 2001)

$$\frac{q_x}{q_0} = f * \sqrt{\frac{x}{h_0}} \quad (3)$$

Waarin:

- q_x = straal-massaastroom in m³/h
- q_0 = primaire luchtdebiet in m³/h (4.364 m³/h)
- f = inductiefactor
- x = afstand van inblaasrooster in m
- h_0 = breedte van het lineaire inblaasrooster in m (0,1 m)

De onderkant van de luchtgordijnen bevindt zich op ca 3 m boven de vloer, hetgeen betekent dat bij een inductie over de volle hoogte de waarde voor x kan worden gesteld op 3.

Voor de inductiefactor f worden in de literatuur verschillende waarden genoemd. Goodfellow and Tähti geven waarden van 0,53 (Baturin), 0,43 (Shepelev) en $2^{0.5}/K_1$ (Grimityn), waarbij voor de constante K_1 waarden worden vermeld tussen 2,43 en 2,62. Voor een gemiddelde waarde van $K_1 = 2,5$ is de factor $f = 0,57$. Niet vermeld wordt of deze factor (mede) afhankelijk is van de inblaassnelheid, hetgeen niet onwaarschijnlijk lijkt. Uitgaande van $f = 0,5$ wordt Q_x/Q_0 berekend op 2,8. De totale straal-massaastroom bedraagt dus $(2,8 * 4.364 =)$ 12.130 m³/h. Opgemerkt wordt dat ook door

Biddle, de fabrikant van de luchtgordijnen, met een inductiefactor van 0,5 wordt gerekend.

Mengzone

Ter plaatse van het luchtgordijn treedt menging op van vervuilde lucht uit de SfA en de relatief schonere lucht uit de hal. In het navolgende worden de verschillende concentraties als volgt aangegeven:

C_i TRIO³ concentratie in de rookruimte SfA.

C_e gemiddelde TRIO concentratie in de hal

C_m TRIO concentratie in straal-massaastroom op vloerniveau bij volledige menging van de primaire straal met niet door TRIO verontreinigde lucht.

C_x TRIO concentratie in de luchtstroom van de hal via het luchtgordijn naar de SfA.

Over de mengverschijnselen in de straal-massaastroom valt weinig met zekerheid te zeggen. C_m is een virtuele concentratie die alleen als rekenwaarde wordt gebruikt. De feitelijk TRIO concentratie in de straal-massaastroom is immers niet overal gelijk. Aan de SfA-zijde heeft de primaire straal met concentratie C_i lucht uit de SfA met dezelfde concentratie geïnduceerd, waardoor de TRIO concentratie in de straal-massaastroom hier vrijwel gelijk zijn zal zijn aan C_i . Aan de hal-zijde is lucht met de (lagere) concentratie C_e geïnduceerd, waardoor de TRIO concentratie in de straal-massaastroom hier dicht bij C_e zal liggen. Het valt moeilijk in te zien hoe de hogere concentratie aan de SfA-zijde zich door de straal-massaastroom naar de hal-zijde zou kunnen verplaatsen. Er is immers door de afzuiging een luchtbeweging naar de SfA-zijde toe en diffusie kan hier nauwelijks een rol spelen. De concentratie C_m in de straal-massaastroom op vloerniveau bedraagt:

$$C_m = \frac{C_i}{2,8} = 0,36C_i \mu\text{g}/\text{m}^3$$

Scheidingseffectiviteit van het luchtgordijn

De scheidingseffectiviteit η_s van het luchtgordijn is gedefinieerd als

$$\eta_s = \frac{C_i - C_e}{C_i} = 1 - \frac{C_e}{C_i} \quad (\text{zie deel 1})$$

Analytisch kan de scheidingseffectiviteit als volgt worden afgeleid:

Het totale tweezijdig geïnduceerde luchtdebiet is $(2,8 - 1) = 1,8q_0$; aan de SfA-zijde $0,9q_0$ en aan de “schone” zijde eveneens $0,9q_0$, zie figuur 2. Het primaire luchtdebiet wordt volledig via de SfA naar het luchtgordijn gerecirculeerd. Het aan de SfA-zijde geïnduceerde debiet is onderdeel van de circulerende luchtswerveling in de SfA. Het aan de hal-zijde geïnduceerde debiet is verontreinigd met ETS uit de primaire luchtstraal en moet idealiter door het afzuigstelsel uit de hal worden afgezogen.

2 Door sommige bezoekers werd het luchtgordijn enigszins freudiaans rookgordijn genoemd; een niet geheel onjuiste betiteling.

3 TRIO – Tabaksrook in de Omgeving – zie ook deel 1

Door het afzuigstelsel wordt een hoeveelheid TRIO uit de hal verwijderd. Het afzuigdebiet is $p q_0 \text{ m}^3/\text{h}$; de TRIO concentratie C_x van de via het luchtgordijn naar de SFA stromende lucht is niet eenduidig vast te stellen. In het ideale geval is $C_x = C_m$, hetgeen ook niet geheel denkbeeldig is omdat de luchtstroming vanuit de hal naar het luchtgordijn is gericht waardoor wordt verhinderd dat de TRIO zich mengt met de lucht in de hal. In het minst ideale geval is $C_x = C_e$, hetgeen volledige menging veronderstelt van de TRIO in de geïnduceerde lucht met de ruimtelucht in de hal. Luchtstromingen in de hal, veroorzaakt door temperatuurverschillen en/of tocht, zouden dit in de hand kunnen werken. Aangezien rondom de SFA geen verstoringe invloeden aanwezig zijn is dit geval minder waarschijnlijk. De waarde van C_x behoeft niet constant te zijn; verondersteld mag worden dat C_x dicht bij C_m zal liggen naarmate de afzuigcapaciteit groter is. De stroming van lucht uit de hal naar het luchtgordijn is dan sterker waardoor verspreiding van TRIO uit de secundaire wervel wordt tegengegaan.

De onderstaande berekening van de scheidingseffectiviteit is uitgevoerd met $C_x = C_m$. Verder zijn berekeningen uitgevoerd met resp. $C_x = (0,9C_m + 0,1C_e)$, $C_x = (0,8C_m + 0,2C_e)$ en $C_x = (0,7C_m + 0,3C_e)$. Door vergelijking met de op basis van metingen bepaalde waarden kan C_x voor de onderhavige meetopstelling nader worden vastgesteld.

Rekenmodel

- TRIO dissipatie in de hal: $0,9q_0 C_m$ ($\mu\text{g}/\text{h}$)
- TRIO afvoer via luchtgordijn naar SFA: $\frac{p q_0 C_x}{p}$ (-) ($\mu\text{g}/\text{h}$)
- Netto TRIO in de hal: $q_0 C_m (0,9-p)$ ($\mu\text{g}/\text{h}$)
- $C_m = 0,36 C_i$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ (zie boven))
- Netto TRIO in de hal: $q_0 C_i (0,32 - 0,36p)$ ($\mu\text{g}/\text{h}$)
- $C_x = \frac{q_0 C_i (0,32 - 0,36p)}{p q_0} = \frac{C_i}{p} (0,32 - 0,36p)$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- $\frac{C_x}{C_i} = \frac{0,32 - 0,36p}{p} = \frac{0,32}{p} - 0,36$ (-)
- $\eta_s = \frac{C_x - C_e}{C_i - C_e} = 1 - \frac{C_x}{C_i} = 1 - \left(\frac{0,32}{p} - 0,36 \right) = 1,36 - \frac{0,32}{p}$ (-)

De resultaten van de berekeningen met de overige waarden voor C_x zijn in tabel 2 aangegeven.

Evaluatie

Bij een afzuigdebiet van $1.500 \text{ m}^3/\text{h}$ is $p = 1.500/4.364 = 0,344$; de theoretische scheidingseffectiviteit bij toepassing van (4) bedraagt 0,43. Bij een afzuigdebiet van $3.000 \text{ m}^3/\text{h}$ is $p = 3.000/4.364 = 0,687$; de theoretische scheidingseffectiviteit bij toepassing van (4) bedraagt 0,89. Een theoretische scheidingseffectiviteit van 1,0 wordt bereikt bij een afzuigdebiet van $3.880 \text{ m}^3/\text{h}$, overeenkomend met $0,9q_0$, zijnde het aan de schone zijde geïnduceerde luchtdebiet; zie figuur 3. Voor de inductiefactor f is in deze berekeningen een waarde van 0,5 aangehouden. Een gevoeligheidsanalyse voor $f = 0,55$ en $f = 0,45$ levert de volgende formules voor de scheidingseffectiviteit:

$$f = 0,55 - \eta_s = 1,33 - \frac{0,33}{p} \tag{8}$$

$$f = 0,45 - \eta_s = 1,41 - \frac{0,30}{p} \tag{9}$$

Het hier afgeleide analytisch model is naderhand geverifieerd in een meetsessie met werkelijke rook. Zie deel 3 van deze miniserie. Vergelijking van het model met de metingen geeft het beeld volgens tabel 3. Hieruit kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Het opgestelde model wordt voor $p = 0,69$ goed door de metingen wordt bevestigd. Voor $p = 0,34$ is de overeenkomst minder.
- De inductiefactor f ligt waarschijnlijk dicht bij 0,50 dan bij 0,55. De waarde van $f = 0,45$ volgens (9) lijkt minder reëel.
- Voor $p = 0,69$ worden de meetresultaten het dichtst benaderd door formule (4) hetgeen er op wijst dat de waarden voor C_x en C_m van dezelfde grootte zijn. Voor $p = 0,34$ is deze relatie onduidelijk.

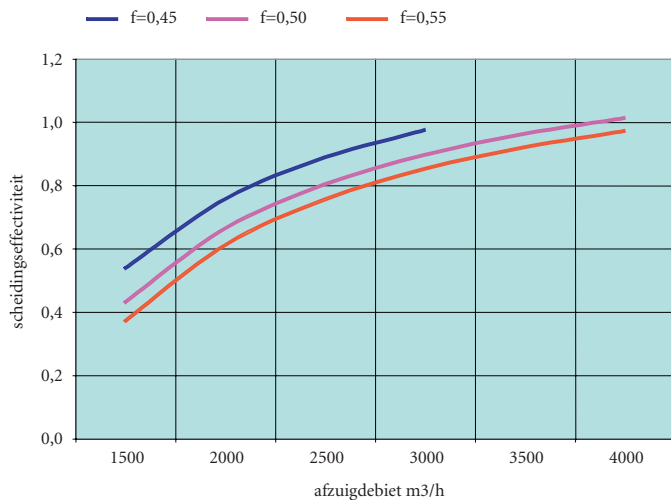
Figuur 3 toont de relatie tussen afzuigdebiet en scheidingseffectiviteit. Vastgesteld kan worden dat, afhankelijk van de

$C_x = C_m$	$C_x = (0,9C_m + 0,1C_e)$	$C_x = (0,8C_m + 0,2C_e)$	$C_x = (0,7C_m + 0,3C_e)$
$\eta_s = 1,36 - \frac{0,32}{p}$ (4)	$\eta_s = 1,29 - \frac{0,29}{p}$ (5)	$\eta_s = 1,24 - \frac{0,28}{p}$ (6)	$\eta_s = 1,19 - \frac{0,25}{p}$ (7)

Tabel 2: Formules scheidingseffectiviteit in relatie tot C_x/C_m

$p = q_{\text{afzuig}}/q_0$	η_s – berekend					η_s – gemeten
	$f = 0,55$		$f = 0,50$			
Formule >	(8)	(4)	(5)	(6)	(7)	
$p = 0,34$	$\eta_s = 0,37$	$\eta_s = 0,42$	$\eta_s = 0,44$	$\eta_s = 0,42$	$\eta_s = 0,45$	$\eta_s = 0,48$
$p = 0,69$	$\eta_s = 0,85$	$\eta_s = 0,90$	$\eta_s = 0,87$	$\eta_s = 0,83$	$\eta_s = 0,83$	$\eta_s = 0,89$

Tabel 3: Scheidingseffectiviteit berekend en gemeten



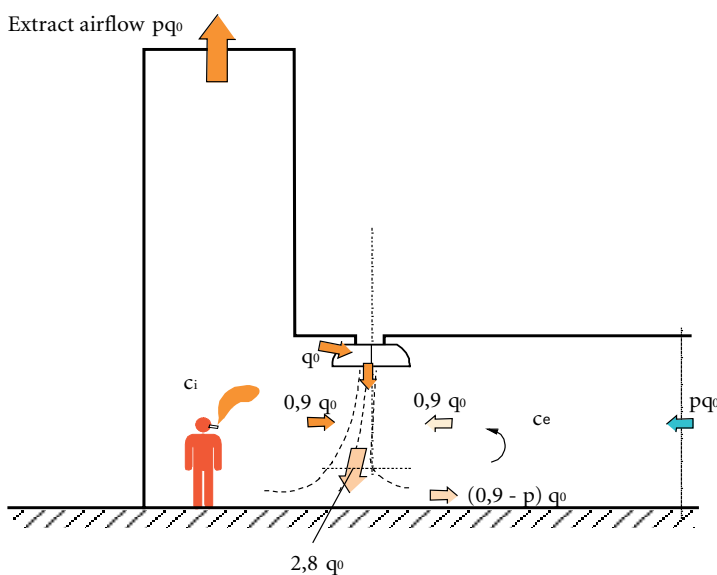
Figuur 3: Scheidingseffectiviteit in relatie tot afzuigdebiet.

aan te houden inductiefactor een afzuigcapaciteit tussen 3.000 en 4.000 m³/h nodig is. Dit stemt ongeveer overeen met klasse IDA 2 van EN 13779 (zie tabel 2).

ALGEMEEN MODEL

De grotere inductiefactor f van 0,55 uit (8) houdt een wat grotere veiligheidsmarge in ten opzichte van de waarde van $f = 0,5$ die voor de analyse van het specifieke model werd gehanteerd. Als in formule (8) voor η_s een waarde van 1,0 wordt ingevoerd neemt p de waarde van 1,0 aan. Hieruit volgt de zeer elegante en eenvoudige rekenregel dat het afzuigdebiet groter of gelijk moet zijn aan het primaire luchtdebiet van het luchtgordijn, hetgeen ook duidelijk uit figuur 4 kan worden afgelezen.

$$q_{\text{afzuig}} = q_0 \quad (10)$$



Figuur 4: Analytisch model – inductiefactor 0,55

In de navolgende afleiding van een algemeen model wordt van deze formule uitgegaan. Deze geldt uitsluitend voor het beschouwde luchtgordijn met een spleetbreedte van 0,1 m en een inblaassnelheid van 0,7 m/s.

Uit bovenstaande beschouwingen blijkt dat de noodzakelijke afzuigcapaciteit wordt bepaald door het primaire luchtdebiet van het luchtgordijn, en daarmee van de totale lengte en de inblaassnelheid. De inblaassnelheid behoeft, zoals is aangetoond (zie deel 1) niet groter te zijn dan 0,7 m/s.

De totale lengte L van het SfA luchtgordijn is 18 meter; op een vloeroppervlak A van 80 m² is de verhouding $L/A = 0,225 \text{ m}^{-1}$. Het is interessant een algemeen model voor de benodigde afzuigcapaciteit van rookruimten op te stellen, waarbij de L/A verhouding in de meeste gevallen veel kleiner zal zijn dan $0,225 \text{ m}^{-1}$.

Het vloeroppervlak van de ruimte waarin rokers en niet-rokers zich, slechts gescheiden door een luchtgordijn, gezamenlijk bevinden wordt gesteld op $A \text{ m}^2$. De lengte van het luchtgordijn bedraagt $L \text{ m}^1$. De ruimte wordt geventileerd volgens de eisen van het Bouwbesluit en de ventilatiecapaciteit bedraagt $4,8 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$. Het afzuigdebiet Q_{afzuig} is derhalve $4,8.A \text{ dm}^3/\text{s}$. Het primaire luchtdebiet van het luchtgordijn bij een inblaassnelheid van 0,7 m/s is $67,4 \text{ dm}^3/\text{s.m}^1$ en $Q_0 = 67,4.L \text{ dm}^3/\text{s}$. Bij gelijkstelling van Q_{afzuig} en Q_0 wordt de vergelijking

$$4,8.A = 67,4.L \text{ waaruit volgt } L/A = 0,071 \text{ m}^{-1}$$

Dit betekent dat bij de gegeven ventilatiecapaciteit van $4,8 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$ de maximale lengte van het luchtgordijn 7,1% van het vloeroppervlak mag bedragen. Wordt deze waarde overschreden dan moet de ventilatiecapaciteit worden verhoogd. Hierbij is er stilzwijgend en vanzelfsprekend vanuit gegaan dat het totale ventilatiedebiet in de niet-rokerzone wordt toegevoerd en de rokerszone wordt afgezogen.

Voorbeeld

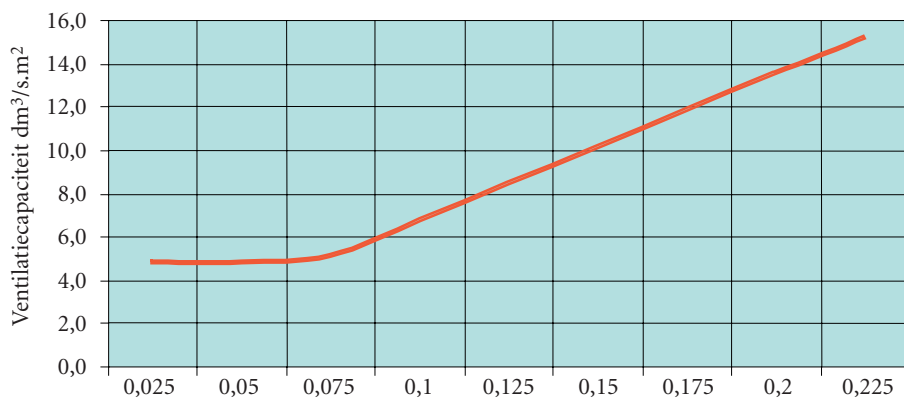
Een dagverblijf van een verzorgingshuis heeft afmetingen van 10 x 20 meter. Rokers en niet-rokers zijn gescheiden door een luchtgordijn van 10 meter lengte. De ruimte wordt geventileerd met $4,8 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$. De verhouding L/A bedraagt $10/200 = 0,05 \text{ m}^{-1}$ dus onder de waarde van 0,071. Het luchtgordijn zal een effectieve rookscheiding bieden.

In het (onwaarschijnlijke) geval dat het luchtgordijn in de lengterichting wordt aangebracht is de verhouding $L/A = 20/200 = 0,1 \text{ m}^{-1}$ en dus ruim boven de maximum waarde van 0,071. De ventilatiecapaciteit moet in dit geval worden opgevoerd tot $(67,4 \cdot 20/200) = 6,74 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$, dat is ruim 40% boven de waarde volgens Bouwbesluit.

Een algemene regel bij rookscheiding met luchtgordijnen, die overigens intuïtief wordt ondersteund, is dan ook: "Houdt de scheiding en het luchtgordijn zo kort mogelijk".

De benodigde ventilatiecapaciteit in relatie tot de lengte van het luchtgordijn L (m¹) en het oppervlak van de ruimte A (m²) is weergegeven in figuur 5. De betreffende formule luidt:

$$Q = L/A \cdot 67,4 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2 \quad (9)$$



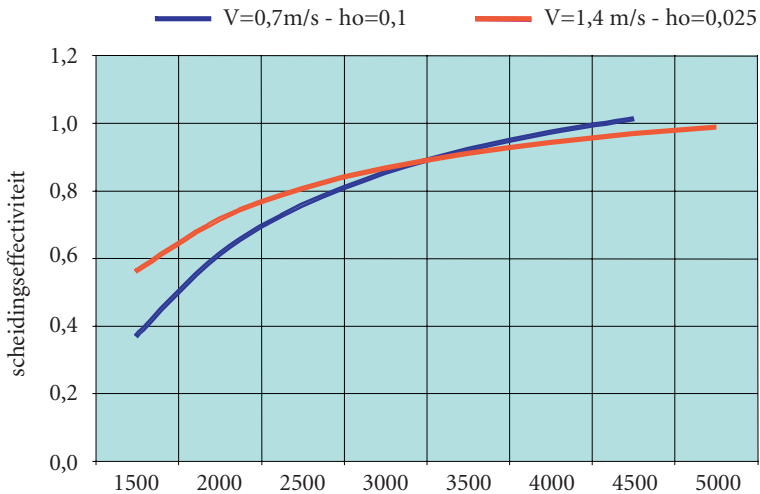
Figuur 5: Ventilatiecapaciteit in relatie tot lengte luchtgordijn L en oppervlak ruimte A in m^{-1}

Uitgangspunt is dat het volledige ventilatiedebiet in de niet-rokerzone wordt toegevoerd en in de rokerzone wordt afgezogen. Het vlakke deel van de grafiek is de ventilatiecapaciteit van $4,8 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$, dat meestal door het Bouwbesluit zal worden gedicteerd.

Voor de rookruimte $S_f A$ is de L/A verhouding ($18/80=$) $0,225$ waaruit een afzuigdebiet van ca $15 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$ volgt, oftewel ca $4.365 \text{ m}^3/\text{h}$. Met het specifieke model werd een debiet van $3.880 \text{ m}^3/\text{h}$ bepaald. Het verschil wordt veroorzaakt door de in dat model gehanteerde inductiefactor van $0,5$ tegenover $0,55$ in het algemene model.

		$Q_0 = 0,07 \text{ m}^3/\text{s}$ $V_0 = 0,7 \text{ m/s}$	$Q_0 = 0,035 \text{ m}^3/\text{s}$ $V_0 = 1,4 \text{ m/s}$
Q_x/Q voor $f = 0,55$	-	3,0	6,0
Geïnduceerd luchtdebiet $Q_x - Q_0$	m^3/h	$2,0 \cdot Q_0$	$5,0 \cdot Q_0$
Geïnduceerd in rookvrije zone	m^3/h	$1,0 \cdot Q_0$	$2,5 \cdot Q_0$
TRIO concentratie C_m op vloerniveau	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$C_m = C_i/3,0$	$C_m = C_i/6,0$
Afzuigdebiet $p \cdot Q_0$	m^3/h	$p \cdot Q_0$	$p \cdot Q_0$
Blijft in rookvrije zone	m^3/h	$1,0 \cdot Q_0 - p \cdot Q_0$	$2,5 \cdot Q_0 - p \cdot Q_0$
	m^3/h	$= Q_0(1-p)$	$= Q_0(2,5-p)$
TRIO in rookvrije zone	$\mu\text{g}/\text{h}$	$Q_0(1,0-p) * C_i/3,0$	$Q_0(2,5-p) * C_i/6,0$
TRIO concentratie C_e rookvrije zone	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$C_e = \frac{Q_0(1,0-p) \cdot C_i}{3,0 \cdot p \cdot Q_0}$ of $C_e = \frac{(1,0-p) \cdot C_i}{3,0 \cdot p}$	$C_e = \frac{Q_0(2,5-p) \cdot C_i}{6,0 \cdot p \cdot Q_0}$ of $C_e = \frac{(2,5-p) \cdot C_i}{6,0 \cdot p}$
Concentratieverhouding C_e/C_i	-	$\frac{C_e}{C_i} = \frac{(1,0-p)}{3,0 \cdot p}$ of $\frac{C_e}{C_i} = \frac{0,33}{p} - 0,33$	$\frac{C_e}{C_i} = \frac{(2,5-p)}{6,0 \cdot p}$ of $\frac{C_e}{C_i} = \frac{0,417}{p} - 0,167$
Scheidingseffectiviteit η_s		$\eta_s = 1,33 - \frac{0,33}{p}$	$\eta_s = 1,167 - \frac{0,417}{p}$
Waarde van p bij $h_s = 1,0$		$p = 1,0$	$p = 2,5$
Afzuigdebiet $Q_{afz.} = p \cdot Q_0$	m^3/s	$Q_{afz.} = 1,0 * 0,07$ <u>$= 0,07 \text{ m}^3/\text{s}$</u>	$Q_{afz.} = 2,5 * 0,035$ <u>$= 0,0875 \text{ m}^3/\text{s}$</u>

Venster 1: Formules scheidingseffectiviteit



Figuur 6: Invloed van de inblaassnelheid op de scheidingseffektiviteit bij gelijke impuls

EFFECT VAN EEN HOGERE INBLAASSNELHEID

Het algemene model is ontwikkeld op basis van een lage inblaassnelheid (0,7 m/s) en een breedte van het lineaire inblaasrooster van 0,1 m. Het primaire luchtdebiet bedraagt 0,07 m³/s en de impuls I is volgens (2):

$$I = 0,07 * 1,2 * 0,7 = 0,0588N$$

Met dezelfde impuls verhogen we nu de luchtsnelheid naar 1,4 m/s en verlagen we het primaire luchtdebiet naar 0,035 m³/s. Venster 1 laat de berekening zien van de scheidingseffektiviteit van het luchtgordijn onder overigens gelijke omstandigheden. Ter verduidelijking is ook de afleiding opgenomen van de algemene formule (8).

Door de verhoging van de inblaassnelheid van 0,7 m/s naar 1,4 m/s bij gelijkblijvende impuls moet het afzuigdebiet met $[(0,875/0,07)-1]*100 = 25\%$ worden verhoogd om een theoretische scheidingseffektiviteit van 1,0 te realiseren. Een ander effect van de hogere inblaassnelheid is de lagere ventilatie-effectiviteit. Zie deel 1.

Figuur 6 toont de relatie tussen afzuigdebiet en scheidingseffektiviteit voor deze luchtgordijnen met lage respectievelijk hoge inblaassnelheid, beide bij een inductiefactor f van 0,55.

Wordt vervolgd in deel 3.

REFERENTIES

Goodfellow, Howard and Tähti, Esko. Industrial Ventilation Design Guidebook. *Academic Press 2001. ISBN 0-12-289676-0.*