

Hoe hard denkt u dat een luchtgordijn moet blazen?

Een comfortluchtgordijn zorgt voor een scheiding tussen het binnen- en buitenklimaat in de detailhandel en in openbare gebouwen. Deze scheiding wordt bereikt door het minimaliseren van de natuurlijke convectie en door het opwarmen van binnenkomende koude ventilatielucht. In de winter wordt de warmtecapaciteit van een conventioneel luchtgordijn vaak verhoogd door de uitblaassnelheid aan te passen. Dit artikel toont aan dat het om meerdere redenen beter is om bij een hogere warmtebehoefte de uitblaasbreedte aan te passen in plaats van de uitblaassnelheid. Daarnaast beschrijft het de voordelen van deze CA-technologie (Constant Air velocity) wat betreft energiegebruik en comfort.

*-door ir. B.E. Cremers**

Een comfortluchtgordijn wordt in de detailhandel gebruikt om een goed binnenklimaat te creëren terwijl de deur van de winkel open staat. Voor een goed begrip van de situatie volgt een korte beschrijving van de functie van een luchtgordijn. Bij een openstaande deur vindt door het temperatuurverschil (binnen/buiten) een luchtuitwisseling plaats, waardoor warmte naar buiten verloren gaat en koude lucht naar binnen stroomt. Daarnaast bestaat er een ventilatiestroom waardoor koude lucht naar



Technologisch principe comfortluchtgordijn

-FIGUUR 1-

binnen komt. Deze laatste ventilatiestroom wordt veroorzaakt door afzuijing in het gebouw (mechanische ventilatie) en door drukverschillen in en om het gebouw (infiltratie). De toepassing van een luchtgordijn heeft twee functies die hierna kort worden beschreven (zie ook fig. 1). Een en ander staat uitvoerig beschreven in een eerdere TVVL publicatie [1].

Vermindering van de uitstroom van warmte

De eerste functie van een luchtgordijn is het minimaliseren van het warmteverlies naar buiten. De warme lucht die boven door de deur wil ontsnappen, wordt door het luchtgordijn aangezogen, loodrecht naar beneden uitgeblazen en onderaan de deur buigt de luchtstroom weer terug de winkel in. De procentuele afname van het warmteverlies wordt het rendement van het luchtgordijn genoemd. Als het warmteverlies wordt voorgesteld door Q_{bu} dan is de formule voor het rendement:

$$\eta = \left(1 - \frac{Q_{bu, \text{met luchtgordijn}}}{Q_{bu, \text{zonder luchtgordijn}}} \right) \times 100\%$$

Voor een goed rendement is het van belang dat gebruik wordt gemaakt van een gelijkrichter in de uitblaasmodule van het luchtgordijn. Hierdoor wordt de turbulentie van de uitgeblazen luchtstraal onderdrukt waardoor zo min mogelijk warmte verloren gaat.

Conditionering van de koude ventilatiestroom

De tweede functie van een luchtgordijn is het opwarmen van de binnenkomende koude lucht door ventilatie. Een luchtgordijn is niet in staat de binnenkomende lucht te blokkeren, maar conditioneert deze luchtstroom naar een zodanige temperatuur dat deze in de winkel niet als tocht wordt ervaren. Hiervoor is warmtecapaciteit nodig (warmwaterverwarming of elektrische verwarming).

De benodigde warmtecapaciteit voor het luchtgordijn is om twee redenen beduidend lager dan de warmte die de verwarmingsketel van het gebouw (zonder luchtgordijn) zou moeten toevoeren. Ten eerste zorgt het luchtgordijn voor een drastische vermindering van het warmteverlies naar buiten. Ten tweede verwarmt het luchtgordijn de binnenkomende koude lucht meteen bij de bron (lees: de deur), met een gelijkmatiger temperatuurverdeling in het gebouw als gevolg. Hierdoor is de energietoevoer veel efficiënter. Een luchtgordijn bespaart dus energie! Wanneer wordt uitgegaan van een bepaalde ventilatiestroom, is in principe de benodigde warmtecapaciteit van het luchtgordijn gelijk aan de binnen-

*Biddle B.V.

komende koude door ventilatie. Een eventuele overcapaciteit komt direct ten goede aan de binnenruimte en kan als zodanig nog dienen als bijverwarming van de binnenruimte.

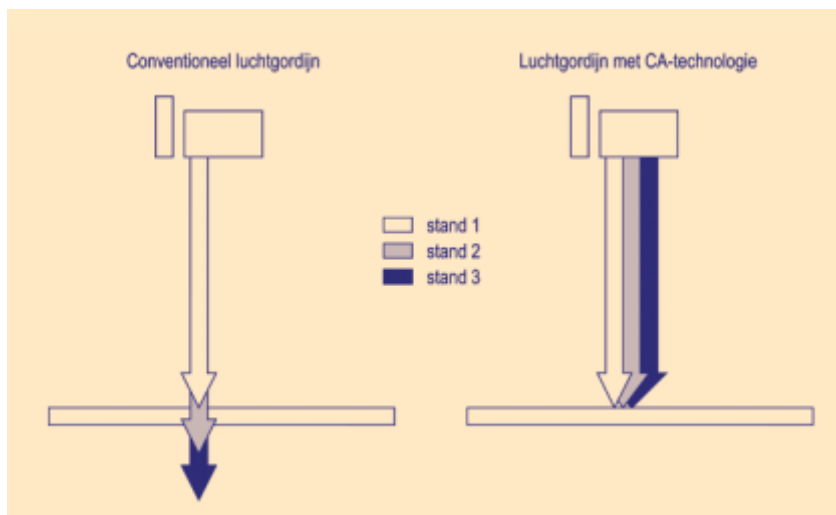
CA-TECHNOLOGIE

In de winter zal door de lage buitentemperatuur een hogere warmtecapaciteit nodig zijn om de binnenkomende koude op te warmen. Bij een conventioneel luchtgordijn wordt de capaciteit verhoogd door de uitblaassnelheid te verhogen (zie ook figuur 2). Reeds acht jaar geleden is al melding gemaakt dat het beter is om de uitblaasbreedte (dikte van de luchtstraal) te vergroten in plaats van de uitblaassnelheid [2]. Deze gepatenteerde CA-technologie (Constant Air velocity) is in verfijnde vorm toegepast in het nieuwe, gelijknamige CA-luchtgordijn. De verbeterde werking van dit CA-luchtgordijn wordt hieronder aangetoond.

Verbreding van de luchtstraal

Blijvend hoog rendement

Bij een hoge benodigde warmtecapaciteit wordt bij een conventioneel luchtgordijn de uitblaassnelheid verhoogd. De verhoogde luchtsnelheid zorgt echter ook voor een botsing van de luchtstroom met de vloer. De luchtstroom splitst zich dan in twee delen. Het gedeelte dat naar buiten verdwijnt raakt verloren waardoor het warmteverlies toeneemt. Een te hoge uitblaassnelheid leidt dus tot een laag rendement. Ook de turbulentie van de luchtstraal zorgt voor een afname van het rendement.



Schematisch principe van een conventioneel luchtgordijn (verhoging van de uitblaassnelheid) en een luchtgordijn met CA-technologie (verbreding van de luchtstraal).

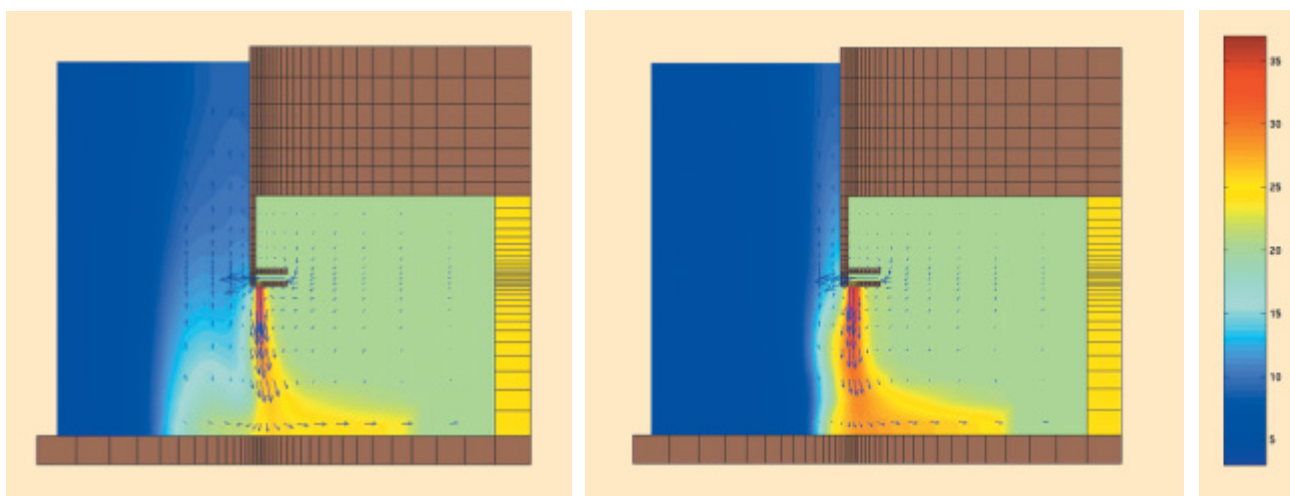
-FIGUUR 2-

De hoge warmtecapaciteit van het luchtgordijn kan ook worden bereikt door bij een hoger toerental van de ventilatoren de uitblaasbreedte te vergroten door het automatisch verdraaien van een klep. Hierdoor neemt de toegevoerde warmte toe bij gelijkblijvende uitblaassnelheid. Het voordeel is dat de luchtstraal niet meer hard met de grond botst, waardoor de toegevoerde warmte geheel ten goede komt aan de conditionering van de binnenkomende koude lucht. Per saldo wordt dus hetzelfde doel bereikt met een toegevoerde energie die lager is dan bij een conventioneel luchtgordijn.

Het verschil tussen een conventioneel luchtgordijn en het CA-luchtgordijn is aangetoond met behulp van computersimulaties, uitgevoerd in samenwerking met de Rijksuniversiteit Gronin-

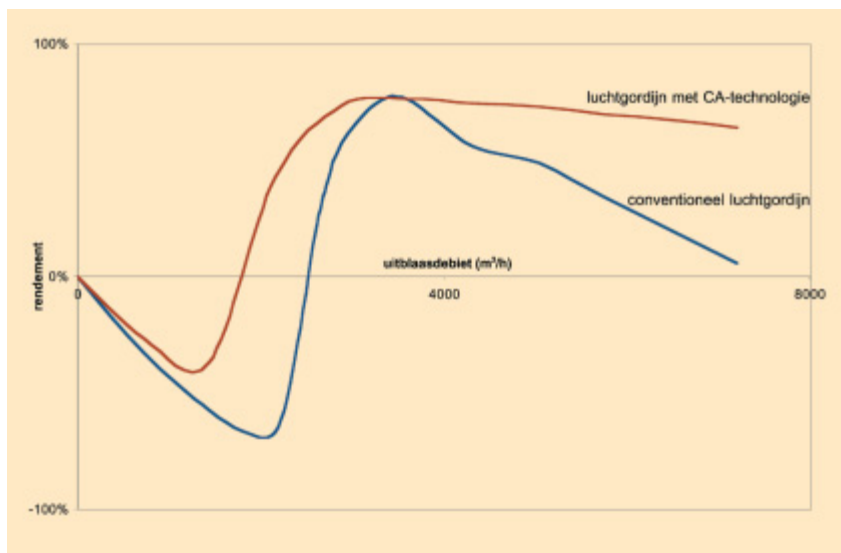
gen (zie de eerder verschenen TVVL publicatie [1] voor een beschrijving van het door de universiteit ontwikkelde CFD pakket). Hierin zijn een conventioneel luchtgordijn en een CA-luchtgordijn met elkaar vergeleken voor een bepaalde deursituatie (2,50 m hoog, buiten 5°C, binnen 20°C, lichte onderdruk in de winkel). De temperaturen in figuur 3 tonen aan dat bij een hard blazend luchtgordijn een deel van de warmtecapaciteit naar buiten verdwijnt, terwijl de warmte van een luchtgordijn met een brede luchtstraal geheel ten goede komt aan de binnenruimte.

In figuur 4 is het rendement van beide typen luchtgordijnen bij oplopende luchtverplaatsing weergegeven. Bij het conventionele luchtgordijn neemt over



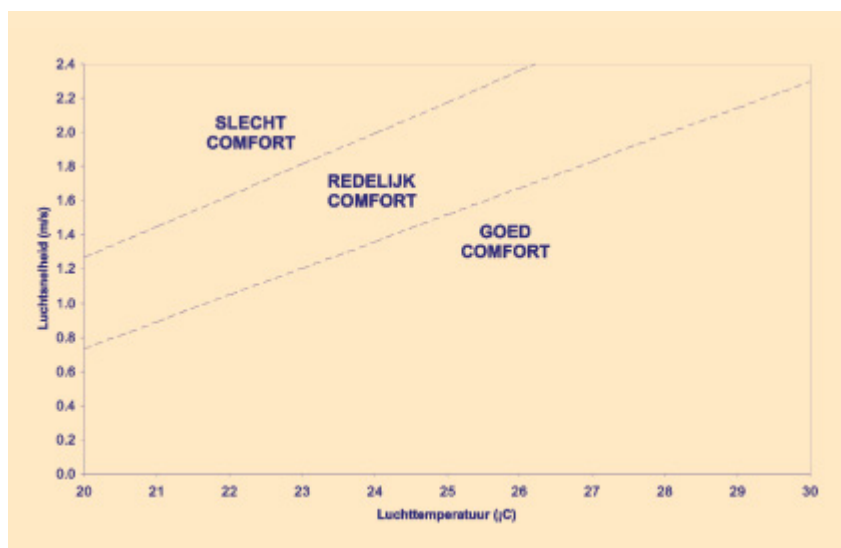
Temperaturen in de deuropgving met a) een smalle luchtstraal met hoge uitblaassnelheid en b) een brede luchtstraal met een lage uitblaassnelheid. Beide luchtgordijnen hebben dezelfde luchtverplaatsing en dezelfde warmtecapaciteit. De pijltjes geven de grootte en de richting van de luchtsnelheid weer.

-FIGUUR 3-



Rendementverloop van een conventioneel luchtgordijn en een luchtgordijn met CA-technologie. Het conventionele luchtgordijn heeft een uitblaasbreedte van 10 cm en oplopende uitblaassnelheid. Het luchtgordijn met CA-technologie heeft een uitblaassnelheid van 5 m/s en een toenemende uitblaasbreedte.

-FIGUUR 4-



Comfortzones in een opendeur gebied

-FIGUUR 5-

de horizontale as de uitblaassnelheid toe (uitblaasbreedte blijft constant 10 cm). Bij het luchtgordijn met CA-technologie neemt over de horizontale as de uitblaasbreedte toe (uitblaassnelheid blijft constant 5 m/s).

Bij een te lage luchtverplaatsing is het luchtgordijn te zwak en wordt door de warme binnenlucht naar buiten geduwd (dit wordt doorslag genoemd, zie [1]). Gevolg is dat het warmteverlies toeneemt en daarmee is het negatieve rendement verklaard. Wanneer het luchtgordijn sterk genoeg is, wordt energie bespaard met een optimaal rendement.

Wanneer het luchtgordijn in een bepaalde situatie nog een stand hoger wordt gezet, blijft het rendement van

het luchtgordijn met CA-technologie hoog, terwijl het rendement van het conventionele luchtgordijn duidelijk in elkaar zakt. Voor een blijvend hoog rendement is het dus verstandig om de warmtecapaciteit te laten toenemen door de luchtstraal steeds breder te maken.

HOOG COMFORT IN DE BINNENRUIMTE

Naast het verminderen van het warmteverlies naar buiten is een belangrijke functie van een luchtgordijn om de binnenkomende koude zodanig op te warmen dat de luchtstroom binnen niet meer als tocht wordt ervaren. Het is daarom van belang om te weten hoe

het comfort in de binnenruimte wordt beïnvloed door het gebruik van een luchtgordijn met CA-technologie. Het meest kritisch voor tochtproblemen is de luchtstroom vlak boven de vloer, vooral op enkelhoogte. Door de plaatselijk hogere snelheden achter de deur zijn de comforteisen zoals opgesteld door Fanger te streng. Plaatselijk zijn hogere luchtsnelheden toelaatbaar. Ter bepaling van de mate van comfort achter een openstaande deur, is een aantal proefpersonen gevraagd om een luchtstroom met een bepaalde snelheid en temperatuur te beoordelen als slecht, redelijk of goed comfort. In figuur 5 staan de verschillende zones weergegeven als functie van de luchttemperatuur en luchtsnelheid.

In een testruimte zijn luchtsnelheden en luchttemperaturen in de binnenruimte gemeten bij een openstaande deur met een luchtgordijn bij drie verschillende vermogens (5; 7,5 en 10 kW per m deurbreedte). De breedte en de snelheid van het luchtgordijn zijn steeds dusdanig aangepast dat men van een smal, hard blazend luchtgordijn stapsgewijs overging naar een breed, zacht blazend luchtgordijn.

Uit de gemeten luchtsnelheden en luchttemperaturen is met behulp van de comfortzones de mate van comfort in de binnenruimte bepaald. Het blijkt uit tabel 1 dat het comfort aanzienlijk verbetert bij gebruik van een breed, zacht blazend luchtgordijn, voornamelijk omdat de gematigde luchtsnelheden over de vloer in de binnenruimte geen aanleiding geven tot tochtklachten.

Het verbreden van de luchtstraal (en dus verlagen van de uitblaassnelheid) kan niet ongestraft steeds verder worden toegepast omdat op een gegeven moment de uitblaassnelheid zo ver terugloopt dat de luchtstraal de grond niet meer bereikt, en daardoor geen temperatuurscheiding meer bestaat.

HOOG PASSAGECOMFORT

Een bijkomend, maar zeker niet onbelangrijk gevolg van de CA-technologie is het passagecomfort. Doordat de uitblaassnelheid van het luchtgordijn laag blijft, is de luchtstraal in alle standen acceptabel om doorheen te lopen. Het passeren van het luchtgordijn is nauwelijks voelbaar, terwijl een goede temperatuurscheiding tussen binnen- en buitenklimaat blijft gegarandeerd!

capaciteit 5 kW/m			capaciteit 7.5 kW/m			capaciteit 10 kW/m		
Uitblaas-breedte (cm)	Uitblaas-snelheid (m/s)	comfort	Uitblaas-breedte (cm)	Uitblaas-snelheid (m/s)	comfort	Uitblaas-breedte (cm)	Uitblaas-snelheid (m/s)	comfort
4	6,9	redelijk	6	6,9	slecht	7	7,9	redelijk
5	5,6	redelijk	7	6,0	redelijk	8	6,9	redelijk
6	4,6	goed	8	5,2	redelijk	9	6,2	redelijk
7	4,0	goed	9	4,6	redelijk	10	5,6	redelijk
8	3,5	goed	10	4,2	goed	11	5,1	redelijk
9	3,1	goed	11	3,8	goed	12	4,6	redelijk
			12	3,5	goed	13	4,3	redelijk
			13	3,2	goed	14	4,0	goed
						15	3,7	goed
						16	3,5	goed

Het comfort bij verschillende instellingen van een luchtgordijn.

-TABEL 1-

Begrenzing van de uitblaas-temperatuur

Een luchtgordijn moet een bepaalde verwarmingscapaciteit bezitten om de binnenkomende koude te kunnen opwarmen naar een comfortabel niveau. Hierbij is 35°C een ideale uitblaas-temperatuur omdat dit een temperatuur is waarbij de luchtstraal comfortabel warm aanvoelt.


Bij een hogere benodigde warmtecapaciteit (lage buitentemperatuur of bijverwarming van de binnenruimte) kan – naast het verbreden van de luchtstraal – de uitblaas-temperatuur worden verhoogd. Normaal gesproken moet de uitblaas-temperatuur echter worden begrensd op 40°C omdat een nog hetere luchtstraal de neiging heeft om de grond niet meer te bereiken. Figuur 6

laat zien dat een te heet luchtgordijn doorslaat naar buiten en alle warmte verloren gaat (met een negatief rendement tot gevolg!).

Om deze reden is het verstandig een luchtgordijn altijd te installeren met een regeling van de uitblaas-temperatuur, waardoor deze niet kan oplopen naar te hoge waarden.

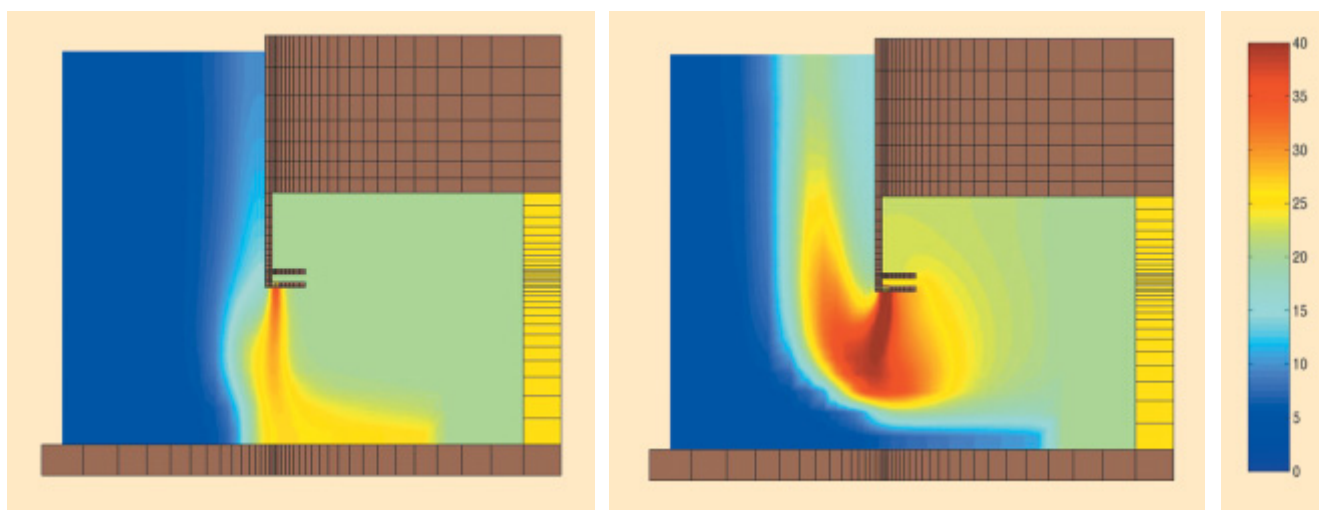
CONCLUSIES

Een conventioneel luchtgordijn vergroot de warmtecapaciteit door de uitblaas-snelheid te vergroten. Een luchtgordijn met CA-technologie (verbreden van de luchtstraal) biedt echter een aantal voordelen ten opzichte van een conventioneel luchtgordijn. Bij hoge standen van het luchtgordijn met CA-

technologie blijft het rendement hoog, er heerst een beter comfort in de binnenruimte en het luchtgordijn is veel comfortabeler om te passeren. Daarnaast zorgt begrenzing van de uitblaas-temperatuur ervoor dat het luchtgordijn de scheidende werking behoudt, zodat de warmte ten goede komt aan het binnenklimaat. 

LITERATUUR

1. Cremers, ir. B.E., 'Computersimulaties voor klimaatscheidingsproducten'. TVVL Magazine, augustus 2000.
2. Ligtenberg, ir. P.J.J.H., 'Innovatief luchtgordijn door technologisch onderzoek'. TVVL Magazine, oktober 1994.



a) Normaal functioneren bij uitblaas-temperatuur 35°C en b) doorslag bij uitblaas-temperatuur 50°C.

-FIGUUR 6-

TVVL magazine 3/2003