



Aanvullende appendix Techniek mengende systemen

Techniek mengende systemen

Mengende systemen - Luchtbeweging in begrensde ruimtes

De door Solid Air gehanteerde selectiemethode is een eenvoudige en snelle manier om tot een trefzekere en ver antwoorde roosterkeuze te komen. Luchtverdeling is op zichzelf echter een complexe zaak. De volgende beschouwing geeft enig inzicht over de invloed van plafond, wanden, obstakels en warmtebronnen op het luchtpatroon.

1. Inleiding

Het doel van luchtverdeeltechniek is om zonder hinder te veroorzaken, het voor de klimaatbeheersing benodigde voorbehandelde luchtvolume aan een door plafond, wanden en vloer begrensde ruimte toe (en af-) te voeren, waarbij een zo volledig mogelijke doorspoeling van de ruimte moet worden nastreeft.

Op deze bladzijdes wordt met behulp van een eenvoudig rekenmodel de invloed van plafond, vloer en wanden beschreven en wordt tevens de invloed van warmtebronnen en obstakels behandeld.

Omdat de meest voorkomende luchtverdelers voor mengende systemen werken volgens het principe van: vlakke stroming, radiale stroming of een combinatie van beides blijft de axiale stroming buiten beschouwing.

Wand-, spleet- en lamelplafondroosters werken volgens (of nagenoeg volgens) het principe van vlakke stroming. Geperforeerde-, ronde plafondroosters en wervelpatronen in een paneel volgens het principe van radiale stroming.

Verdringsventilatie werkt volgens een geheel ander principe. Zie hiervoor [hoofdstuk 3.3 vloer en verdringingsroosters](#).

2. Door een plafond begrensde stromingen

a. Vlakke stroming

Indien lucht via een oneindig lange spleet wordt uitgeblazen, ontstaat een vlakke stroming (fig. 2.1). De lucht wordt toegevoerd in de richting van de x-as.

Op een afstand x is:

v_x = snelheid

t_x = temperatuur

h_x = straaldikte

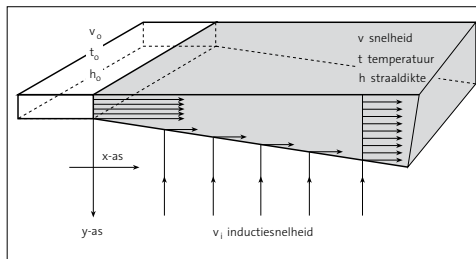


Fig. 2.1 vlakke stroming

b. Radiale stroming

Indien de lucht wordt uitgeblazen via een cirkelvormige spleet, ontstaat een radiale stroming (fig. 2.2). De lucht wordt toegevoerd in de richting van de r-as.

Op een afstand r is:

v_r = snelheid

t_r = temperatuur

h_r = straaldikte

Voor beide stromingen geldt:

v_o = luchttoevoersnelheid

t_o = temperatuurverschil tussen inblaas en ruimtelucht

h_o = spleethoogte

v_i = inductiesnelheid

Uit waarnemingen blijkt dat de door de spleet binnenstromende lucht de stilstaande omringende lucht in beweging brengt en in de straal opneemt. Dit verschijnsel heet: induceren. De snelheid van de toestromende lucht (v_i) is recht evenredig met de straaalsnelheid v:

$$v_i = a \cdot v$$

(waarbij a een constante is)

Als wordt aangenomen dat de straa/snelheid in de y-richting niet verandert, geen statische druk in de ruimte wordt opgebouwd en de impuls in de straal behouden blijft, dan geldt:

$$v_o^2 \cdot h_o = v^2 \cdot h$$

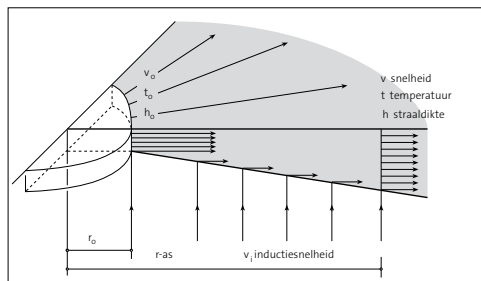


Fig. 2.2 radiale stroming

Met behulp van de wet van behoud van massa en impuls zijn bij de gemaakte aannames de straa/dikte, -snelheid en -temperatuur te berekenen (fig. 2.3).

De straa/dikte verloopt lineair met de afstand en neemt bij vlakke stromingen tweemaal zo snel toe als bij een radiale stroming.

Naarmate de straal meer induceert neemt ook de straa/dikte sneller toe. De aanvangssnelheid heeft slechts weinig invloed op de uiteindelijke straa/dikte. Het hier berekende verloop komt overeen met waarnemingen in de praktijk. Het verloop van de snelheid bij een radiaal en een vlak patroon is aangegeven in fig. 2.4.

Opvallend is dat bij een radiaal patroon de snelheid tot een lager niveau afneemt dan bij een vlak patroon. De afstand waarop de snelheid in de straal een waarde heeft van 0,25 m/s wordt "worp" genoemd. Men kan op deze afstand een wand plaatsen zonder dat er hinderlijke luchtbewegingen ontstaan. Indien deze wand ontbreekt blijft de straal in stand tot de snelheid 0,10 tot 0,15 m/s is en het verschil tussen straal- en ruimtelucht niet meer waarneembaar is. Het begrip warp moet dus niet te absoluut opgevat worden. Het is een bruikbaar hulpmiddel om een luchtuitblaasornament te kiezen. Het verloop van de straa/temperatuur is gelijk aan het snelheidsverloop (fig. 2.5).

Belangrijke punten

- Radiale stralen bouwen snelheid en temperatuur sneller af dan vlakke stralen.
- Bij vlakke stralen neemt de straa/dikte tweemaal zo snel toe als bij een radiale straal.

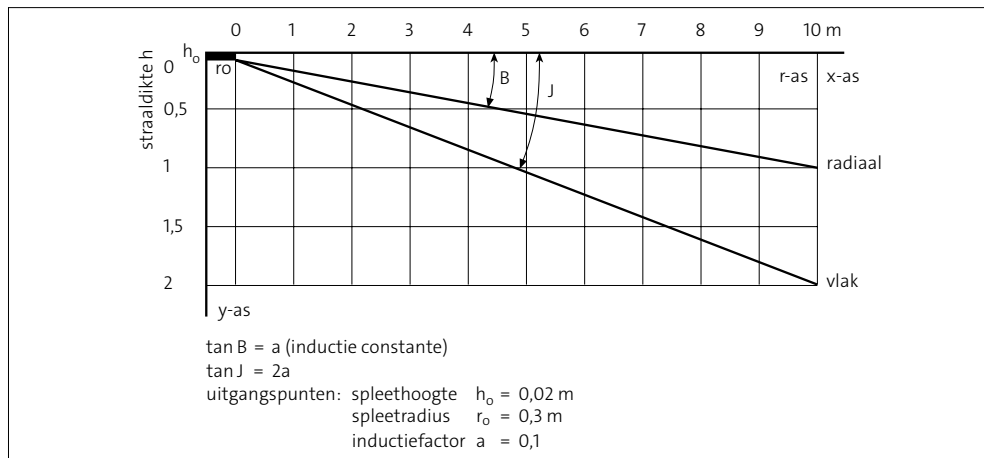


Fig. 2.3 straa/dikte

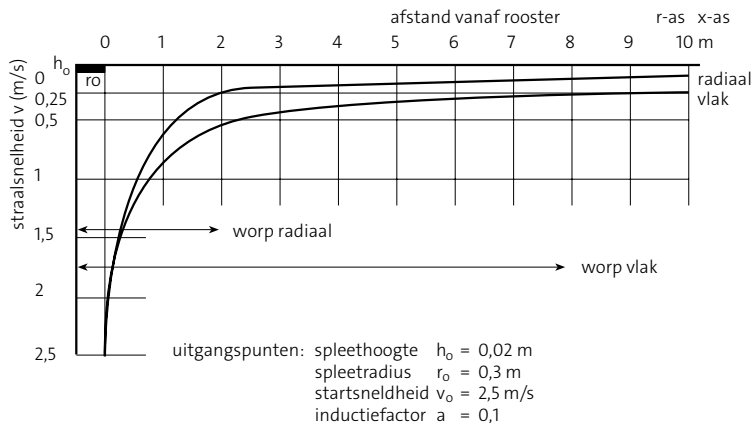


Fig. 2.4 Straalsnelheid

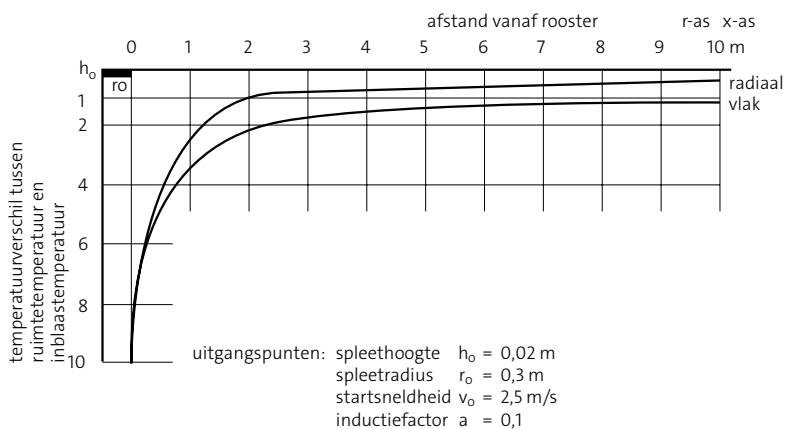


Fig. 2.5 Straaltemperatuur

3. Invloed van de vloer

Als onder het aanwezige plafond een vloer wordt aangebracht, wordt het toestroomen vanuit het oneindige van inductielucht naar de straal verhinderd. Volgens de aanname zal de straal echter lucht blijven aanzuigen. Nu ontstaat er tegen de straalrichting in, over de vloer een luchtbeweging die retourwervel genoemd wordt. Aangenomen dat de snelheid op de straalrand in de x-richting nul is, zal de snelheid op vloerniveau het hoogst zijn.

Uit deze aanname laat zich de snelheidsverdeling in de retourwervel in de x-richting berekenen. De som van de gearceerde oppervlakken in fig. 3.1 en 3.4 moet gelijk zijn aan het geblokte oppervlak. Dit snelheidsverloop is theoretisch.

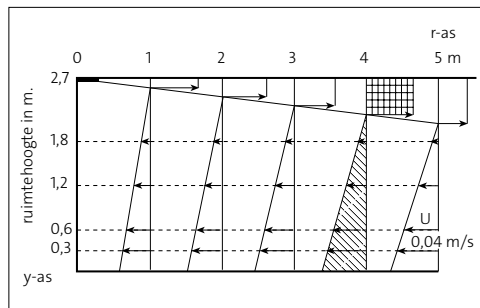


Fig. 3.1 Snelheidsopbouw retourwervel in de x-richting radiaal patroon

Om een indruk te geven van het werkelijke verloop is dit met een dunne lijn bij $r = 5$ aangegeven. Om de complete wervel te beschrijven moet ook de snelheid in de y-richting berekend worden. Deze is op de straalrand $a \times v$, en zal op de vloer nul zijn. De y-component laat zich nu berekenen (fig. 3.2 en 3.5). Een volledig beeld van de ruimtestroming bij een radiaal patroon wordt gegeven in fig. 3.3. Voor het vlakke stromingspatroon zie fig. 3.6.

Belangrijke punten

Bij een vlak patroon zijn de snelheden in de retourwervel hoger en ongelijkmatiger verdeeld.

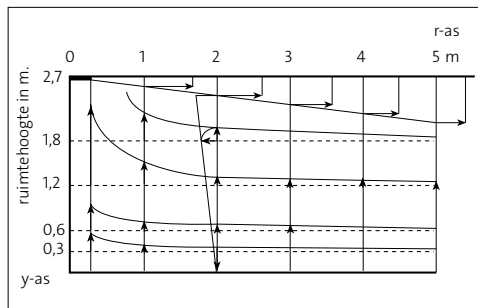


Fig. 3.2 Snelheidsopbouw retourwervel in de y-richting radiaal patroon

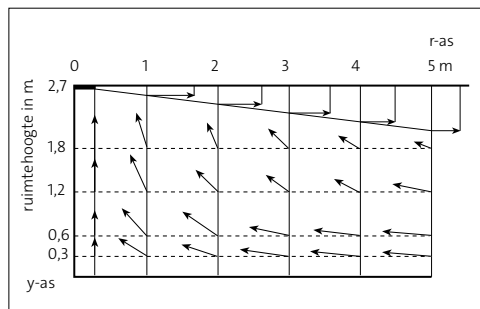


Fig. 3.3 Snelheidsopbouw retourwervel radiaal patroon

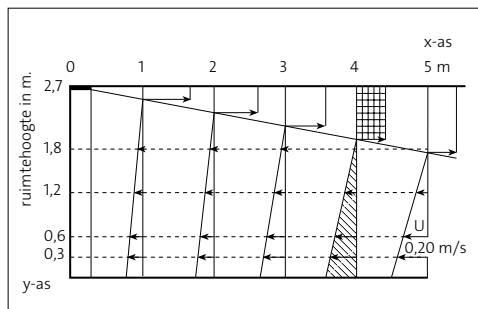


Fig. 3.4 Snelheidsopbouw retourwervel in de x-richting vlak patroon

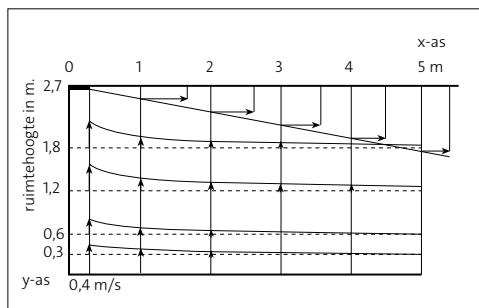


Fig. 3.5 Snelheidsopbouw retourwervel in de y-richting vlak patroon

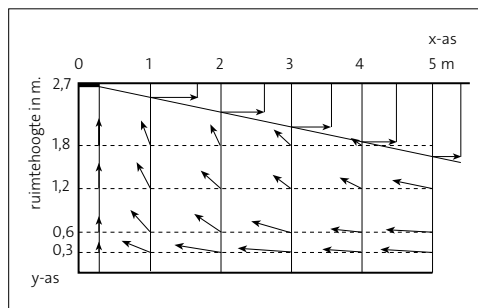


Fig. 3.6 Snelheidsopbouw retourwervel vlak patroon

4. De invloed van wanden

De achterwand verhindert het rechtdoor gaan van de luchtstraal en buigt deze naar beneden af waarbij de straal expandeert naar de retourwervel. Dit gebeurt met de kleinst mogelijke kromtestraal en er ontstaat een oog waarin de lucht stilstaat. De toevoer van lucht uit de retourwervel wordt onderbroken, de straal wordt zelf retourwervel. In het daalgebied vindt geen inductie meer plaats.

De worp langs de achterwand mag daarom niet gelijkgesteld worden aan de worp langs het plafond! Er zijn twee afzonderlijke gebieden te onderscheiden: inductiegebied, daal- en expansiegebied.

De stromingspatronen voor een vlak- en een radiaalpatroon zijn in fig. 4.1 en 4.2 aangegeven. Het radiale patroon levert een zeer gelijkmatige wervel met een smal daalgebied.

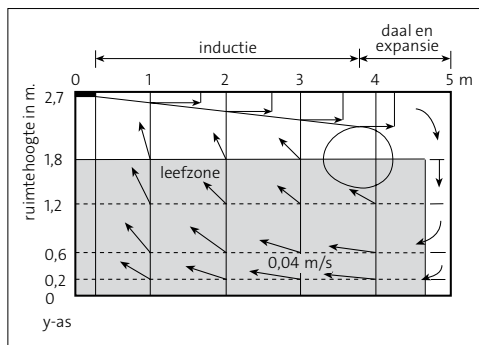


Fig. 4.1 Stromingsbeeld Radiaal Patroon

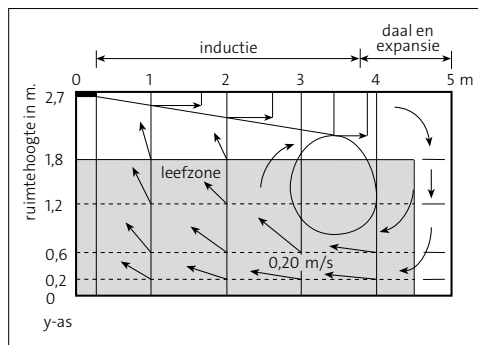


Fig. 4.2 Stromingsbeeld Vlak Patroon

5. De invloed van warmtebronnen

Bij warmteontwikkeling in de ruimte wordt, om de temperatuur te beheersen, lucht met een lagere temperatuur als de ruimtetemperatuur ingeblazen. Als de warmtebelasting gelijkmatig over het vloeroppervlak verdeeld is, wordt deze in het daal- en expansiegebied opgenomen waardoor de temperatuur van de toegevoerde lucht stijgt. Deze opgewarmde lucht stijgt naar het inductiegebied op waar de rest van de warmtebelasting door de bewegende lucht wordt opgenomen. De door de warmtebelasting opgewarmde lucht wordt door de koude straal opgenomen. Indien de warmteproductie geconcentreerd is in het afvoergebied (fig. 5.2) zal de ontstane convectieve stroming zonder probleem door de straal worden opgenomen, de

temperatuurgradiënt in de ruimte zal echter stijgen. Als de warmteontwikkeling echter in het daalgebied geconcentreerd is ontstaat er een heel andere situatie. De convectie stroming van de warmtebron is immers tegen de geforceerde luchtstroom gericht.

Bij relatief lage warmtebelastingen is de bron niet in staat om een eigen wervel op te bouwen. In dat geval wijzigt het stromingsbeeld niet (fig. 5.3.). Indien er echter een sterke bron aanwezig is, zoals b.v. een radiator, ontstaat er een probleem. De warme convectiewervel en de koude retourwervel gaan naast elkaar bestaan. Er ontstaat een koude zone, met vaak hoge luchtsnelheden, naast een warm gebied (fig. 5.4.).

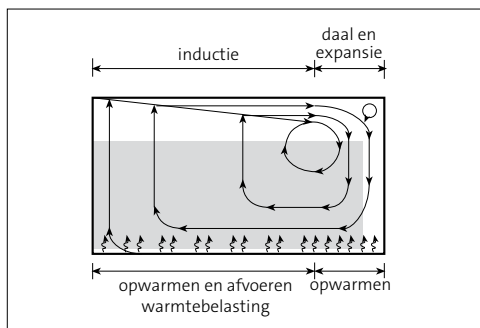


Fig. 5.1 Gelijkmatige warmtebelasting

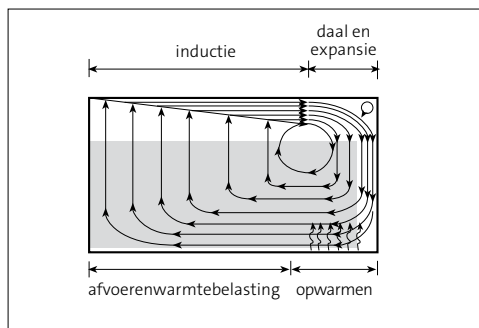


Fig. 5.2 Geconcentreerde warmtebelasting

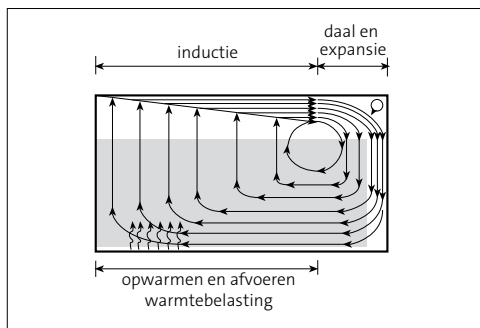


Fig. 5.2 Geconcentreerde warmtebelasting

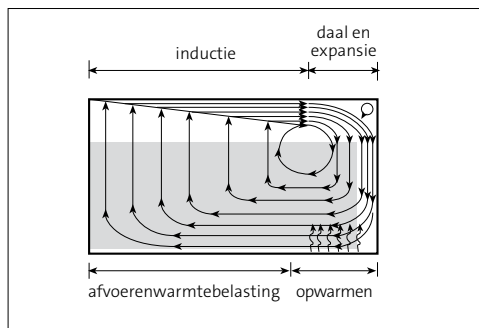


Fig. 5.2 Geconcentreerde warmtebelasting

6. Obstakels

De tot nu toe beschouwde ruimtes waren geheel leeg. In werkelijkheid zijn bewoonde ruimtes echter voorzien van allerlei obstakels welke het stromingspatroon beïnvloeden. Het effect en de mate van beïnvloeding zijn erg moeilijk te voorspellen. Van twee situaties zijn door metingen en waarnemingen in de praktijk gegevens bekend:

- Balk aan het plafond.
- Grote gesloten obstakels op de vloer.

Balken buigen de luchtstroom af. Het deel van de straal dat tegen de balk (of het opbouw TL-armatuur) aanstroomt wordt loodrecht omlaaggericht. Een deel van de straal zal onder de balk doorstromen. Aangezien de snelheid in de gehele straal constant is kan de resulterende impulsrichting samengesteld worden uit de geometrie (fig. 6.1).

$$\text{Afbuighoek: } \tan c = \frac{b}{h - b}$$

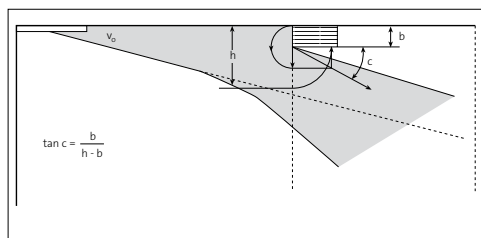


Fig. 6.1 Balk in luchtstroom

De invloed van een obstakel moet worden gerelateerd aan de straaldikte op de plaats van het obstakel. Indien in een ruimte loodrecht op de luchtstroom op de vloer grote massieve obstakels worden geplaatst dan wordt de opbouw van de retourwervel vaak geheel onmogelijk (fig. 6.2).

De bovenkant van de obstakels gaat functioneren als een soort schijn-vloer. Tussen de obstakels is een lage warmteafvoer, behalve als de straal als het ware wordt afgeschild en er een te grote warmte-afvoer plaatsvindt.

Dit soort problemen kan zich voordoen in beddenkamers (gesloten gordijnen), laboratoria, opslagplaatsen en dergelijke. Door evenwijdig met de hindernissen mee te blazen kan het stromingsbeeld beter zijn, maar oppassen blijft geboden.

Omdat radiaal uitstromende luchtverdelers minder gevoelig zijn voor verstoring door warmtebronnen of obstakels verdienen deze uit comfortoverwegingen vaak de voorkeur boven vlakke patronen.

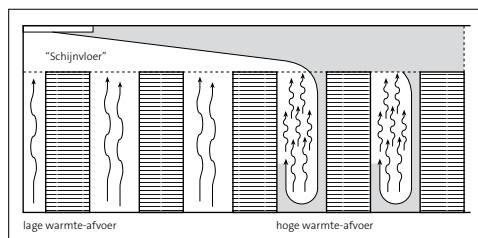


Fig. 6.2 Obstakels loodrecht op de retourwervel

Bijlage I

Gemaakte aannames:

- 1 De impuls blijft in de straal behouden.
- 2 De straal bouwt geen statische druk op in de ruimte.
- 3 De inductiesnelheid is recht evenredig met de straalnelheid.
- 4 De straalnelheid is in een doorsnede constant.
- 5 De snelheid in de retourwervel is nul op de vloer en verloopt lineair van de vloer naar de straalrand.

Bijlage II

Overzicht formules:

Vlak patroon:

Impuls: $h_o \cdot v_o^2 = h \cdot v^2$

Massa: $d(h \cdot v) = v_i \cdot d_x$

Inductie: $v_i = a \cdot v$

Radiaal patroon:

Impuls: $h_o \cdot r_o \cdot v_o^2 = h \cdot r \cdot v^2$

Massa: $d(h \cdot r \cdot v) = v_i \cdot r \cdot d_x$

Inductie: $v_i = a \cdot v$

Bijlage III

Nomenclatuur:

Symbool	Grootheid	Eenheid
a	Inductieconstante	-
x, y	Coördinaten	m
r	Radius	m
r_o	Spleetradius	m
h_o	Spleethoogte	m
v_o	Luchtsnelheid in de spleet	m/s
v	Luchtsnelheid	m/s
v_i	Inductiesnelheid	m/s
t	Luchttoevoertemperatuur	°C (K)
t	Straaltemperatuur	°C (K)

Selectiemethode plafondroosters

1. Kies een roostertype

Het kiezen van een rooster is niet alleen een esthetische keuze. De eigenschappen van de diverse roosters bepalen de geschiktheid voor een toepassing. Baseer de keuze aan de hand van het aantal luchtwisselingen bij een ruimtehoogte van 2,7 m. Bij doorvoer- of overstroomroosters zijn het de drukval en het geluidsniveau die de keuze bepalen. In verband met het merkbaar worden van het drukverschil over deuren, raden wij aan doorvoerroosters op een drukverlies van circa 10 Pa te selecteren.

Keuzewijzer gebruikelijke geluidsniveaus

		type	aantal luchtwisselingen															
			2	3	4	5	6	8	10	15	20	25	30	40	50	60	80	100
plafond	met plafondinvloed	geperforeerd																
		lamel																
		spleet																
		trog																
		downflow																
		wervel																
	zonder plafondinvloed	wervel																
		rond geperforeerd																

2. Bepaal de plaats van de roosters in de plattegrond

Zorg zoveel mogelijk voor een symmetrische verdeling. Blaas niet direct in de richting van de buitengevel, maar bij voorkeur vanaf de gevel richting binnenzone. Blaas niet in de richting van sterke warmtebronnen (zoals radiatoren) maar met de natuurlijke convectiestromingen mee.

3. Houd rekening met obstakels

Het plafond moet bij voorkeur vlak en gesloten zijn. Let op dat balken, opbouw lichtarmaturen en dergelijke zich niet in worpgebied van de roosters bevinden.

4. Bepaal het toegestane niveau

Als richtwaarden zijn de gegevens in de tabel te hanteren.

soort ruimte	db(A)									
	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
bank										
bibliotheek										
bioscoop										
collegezaal										
concertzaal										
fabriekzaal										
gymnastieklokaal										
hallen en gangen										
hotelkamer										
kantoor	directie									
	privé									
	meerd. pers									
	zaal									
laboratorium										
operatiekamer										
postkantoor										
radiostudio										
restaurant										
schoollokaal										
sporthal										
theater										
ziekenkamer										

5. Bepaal de luchthoeveelheid per rooster

Deel de toevoerluchthoeveelheid per uur in het lokaal door het aantal roosters.

6. Meet op tekening de maximaal toelaatbare worp

Onder maximaal toelaatbare worp wordt verstaan de afstand vanaf het hart van het rooster tot aan een aangeblazen wand of een tegengesteld gerichte luchtstroom. Alleen de horizontaal gemeten afstand mag, tot een ruimtehoogte van circa 3,5 m, als toelaatbare worp worden beschouwd. Uitzonderingen zijn bij de produktgegevens vermeld.

7. Kies uit de tabel het rooster dat aan alle voorwaarden voldoet

- De in de tabellen gevonden worp mag de maximaal toelaatbare worp niet overschrijden, een kleinere waarde is wel toelaatbaar.
- De geluidsdruk L_p is opgegeven in dB(A) waarbij als ruimtedemping 10 is aangenomen. Het verschil met de werkelijke ruimtedemping moet worden gecorrigeerd.
- Kies een rooster ca. 5 dB onder de toegestane waarde.
- Houd bij het selecteren van de roosters rekening met de geluidsbijtelling als gevolg van meerdere roosters in de ruimte.

8. In de tabellen is uitgegaan van de volgende gegevens

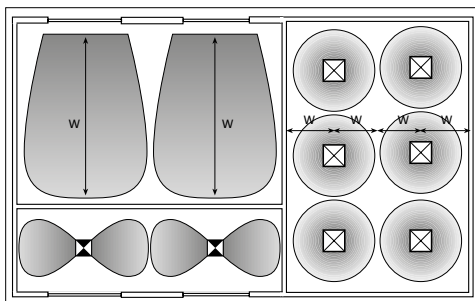
- De tabellen zijn naar boven begrensd op basis van drukval en geluidswaarden. De ondergrens is bepaald door de minimaal benodigde uittredesnelheid bij uitblazen met gekoelde lucht.
- Interpoleren van tussenliggende waarden is toegestaan.
- De toevoerluchttemperatuur mag maximaal 10 K onder of 15 K boven de gemiddelde ruimtetemperatuur zijn.
- Toepassen van roosters in all-air of luchtverwarmingsinstallaties raden wij echter niet zonder meer aan.
- Alle worpgegevens zijn gegeven met plafondeffect.

9. Controleer de geselecteerde worp

De worp mag wegens het toenemen van de straaldikte niet groter zijn dan de maximaal toegestane W_{max} bij de gegeven plafondhoogte H.

10. Belangrijk voor All Air techniek

Alle Solid Air roosters zijn ook geschikt voor het toevoeren van verwarmde lucht met een overtemperatuur tot circa 15 K. Toepassing van roosters in een All-Air- of luchtverwarmingsinstallatie is principiële risicovol en vraagt nadere voorzieningen. Raadpleeg hiervoor onze technici.



Correctie tabel voor meerdere roosters in 1 ruimte met gelijk geluidsniveau:

aantal roosters in 1 ruimte	1	2	3	4	5	6	7	8
bijstelling in dB	0	+3	+4,8	+6	+7	+7,8	+8,5	+9

Opmerking

De bijtelling geldt voor een waarneming van het geluid voor alle roosters op gelijke afstand. In de praktijk is dit meestal niet het geval en is de afstand tot de waarnemer steeds verschillend. Daarmee is een redelijke maximale bijtelling van 5 dB gerechtvaardigd.

radiale patronen
(geperforeerde en vlakke wervelroosters) • $W_{max} = 10 \times (H - 2)$
lijnvormige patronen
(lijnroosters en lamelroosters) • $W_{max} = 7,5 \times (H - 2)$

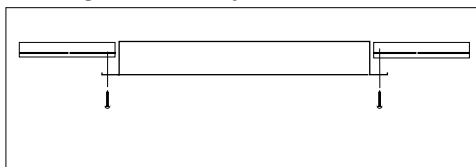
Montage-instructies

Montagemethode

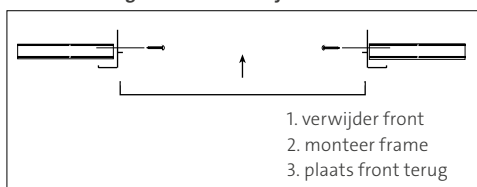
model	A	B	C	D	E
HRE	X	-	X	X	-
LRVD	X	-	X	-	-
LRVM	-	-	-	X	-
LTVD	X	-	X	-	-
LTVM	-	-	-	X	-
PDVM	-	-	X	X	-
PRVD	X	X	X	-	-
PRVM	-	-	-	X	-
PTVD	X	X	X	-	-
PTVM	-	-	-	X	-
PTVS	-	-	-	X	-
RRBC	X	-	X	-	-
RRBD	X	-	X	-	-
RRBM	-	-	X	X	-
RRGC	-	-	X	-	-
RRGD	-	-	X	-	-
RRSV	-	-	X	x	-
RRVO	-	X	-	-	X
RTBC	X	-	X	-	-
RTBD	X	-	X	-	-
RTBM	-	-	X	X	-
RTDO	-	-	X	-	X
RTFO	X	-	X	-	-
RTFM	-	-	X	X	-
RTGC	-	-	X	-	-
RTGD	-	-	X	-	-
RTLd	X	-	X	-	X
RTWK	X	-	X	X	X
SROD	X	-	X	X1*	-
STAD	X	-	X	X1*	-
STBL	-	-	-	X	-
STBR	-	-	-	X1*	-
TTHA	X	X	X	X1*	-

*X1 niet standaard (meerprijs).

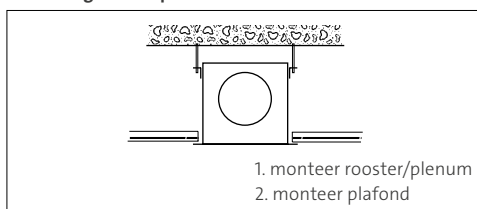
A. Montage vanaf de voorzijde



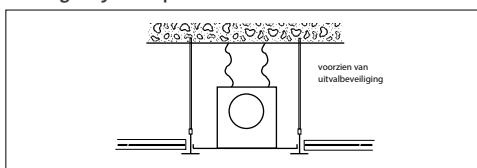
B. Blindmontage vanaf de voorzijde



C. Montage via de plenumbox



D. Inleg in systeemplafond



E. Rechtstreeks in kanaal

