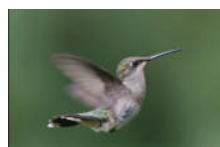


ONTWERPTECHNISCHE HANDLEIDING LUCHTBEHANDELINGSTECHNIEK

I	Ventilatie door middel van mengventilatie	4
1.	Worplengte	4
2.	Luchtoevoer zonder Coanda-effect	5
3.	Worplengte bij isothermisch samengestelde lucht	6
4.	Luchtverdeling B_h en B_v	7
5.	Parallel gerichte luchtoevoer roosters	7
6.	Drukval	8
7.	Statisch drukverschil	8
8.	Dynamisch drukverschil	8
9.	Ventilatie rendement	9
10.	Voorbeelden van ontwerpadviezen	9
10.a	Roosters type "A"	9
10.b	Roosters type "B"	10
10.c	Roosters type "C"	11
10.d	Roosters type "D"	13
II	Verdringingsystemen, ventilatie en klimatisering	14
1.	Verdringingsystemen ontwerpen en dimensioneren	15
2.	Ventilatie en thermisch rendement	15
3.	Dimensionering	16
4.	Thermische stromingen	16
5.	Temperatuurgradient	17
6.	Randvoorwaarden voor dimensionering	18
7.	Voorbeeld van dimensionering	18
III	Berekeningsrichtlijn voor verwarming- en koelcapaciteit en de verwarming- en koelwaterhoeveelheid	20
1.	Berekening koel- of verwarmingscapaciteit	20
2.	Berekening koel- of verwarmingswater hoeveelheid	20
IV	Ventilatoren	21



ONTWERPTECHNISCHE HANDLEIDING

De volgende symbolen zijn bij deze handleiding gehanteerd

q	luchthoeveelheid	l/s, m ³ /s, m ³ /h
$l_{0,2}$	worplengte tot 0.2 m/s luchtsnelheid	m
L	zonegrens van de worplengte	m
b_h	spreiding horizontaal	m
b_v	spreiding verticaal	m
Δp_t	totale drukval	Pa
V_o	luchtsnelheid in het inblaas rooster	m/s
V_s	luchtsnelheid op X-afstand vanaf het luchttoevoerpunt	m/s
Δt_t	temperatuurverschil luchttoevoer- en ruimtelucht	°C
Δt_o	temperatuurverschil luchttoevoer- en afzuiglucht	°C
P	capaciteit	W
L_a	geluidsniveau type "A"	dB(A)
L_w	geluidsvermogen niveau (ref. 10 ⁻¹² W)	dB
L_p	geluidsdruk niveau(ref. 2.10 ⁻⁵ Pa)	dB
ΔL	geluidsdemping	dB
Ko	correctiefactor geluidsvermogen	dB
A	equivalent absorptieoppervlak	m ²
R	reductiewaarde	dB
	(overige symbolen in de desbetreffende hoofdstukken)	

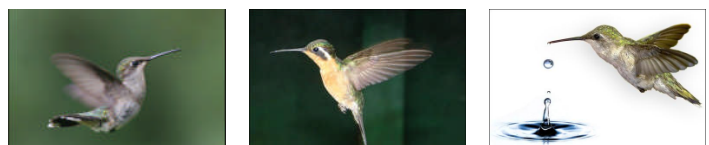
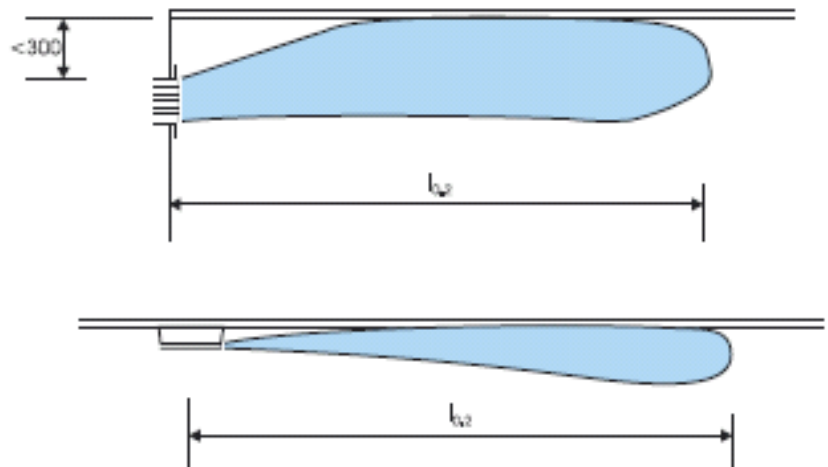
I Ventilatie door middel van mengventilatie

1. Worplengte bij $l_{0,2}$ bij isothermische luchttoevoer

De worplengte $l_{0,2}$ is de lengte waar de luchtstroom de luchtsnelheid 0,2 m/s heeft gekregen, gerekend vanaf het middelpunt van het inblaas rooster. De worplengte $l_{0,2}$ in de technische documentatie is gebaseerd op plafondroosters of wandroosters waarbij een maximum afstand van 300 mm vanaf het plafond is aangehouden. Om een goede luchtverdeling in de leefzone te kunnen bereiken dient minimaal 75% van de lengte van de ruimte door de worp te worden bereikt.

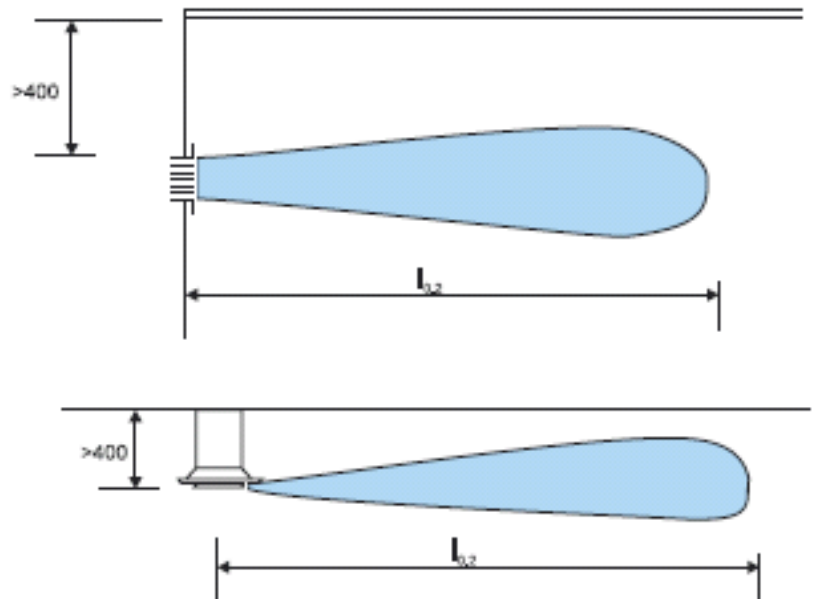
Luchttoevoer met Coanda-effect

Figuur 1



2. Luchtinblaas zonder Coanda-effect

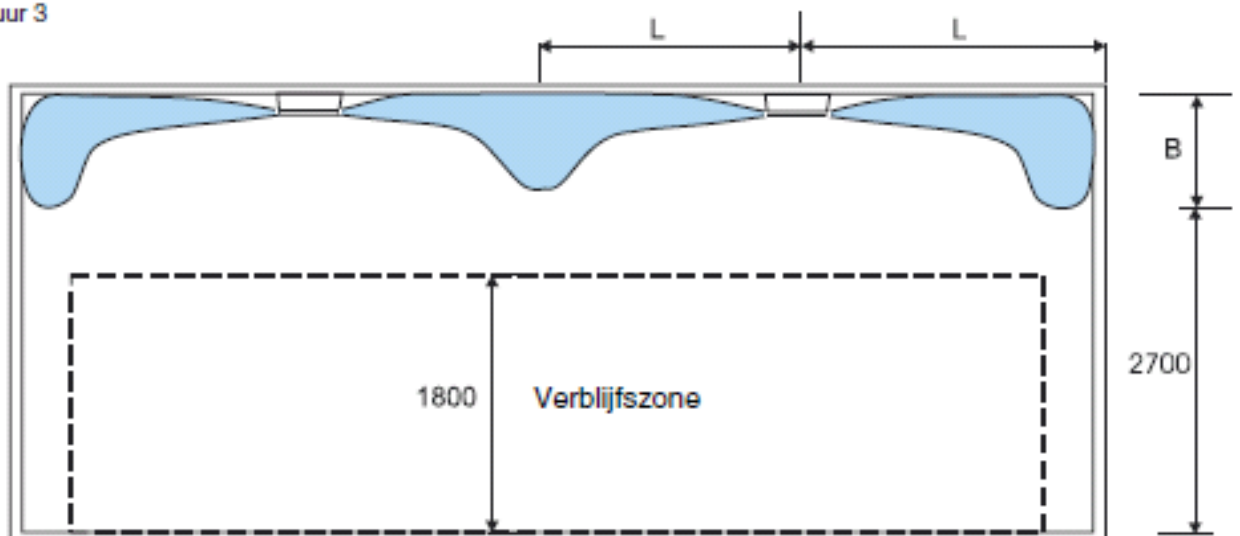
Figuur 2



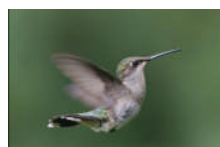
$l_{0,2}$ = worplengte volgens documentatie

Worplengte bij hoge ruimten

Figuur 3

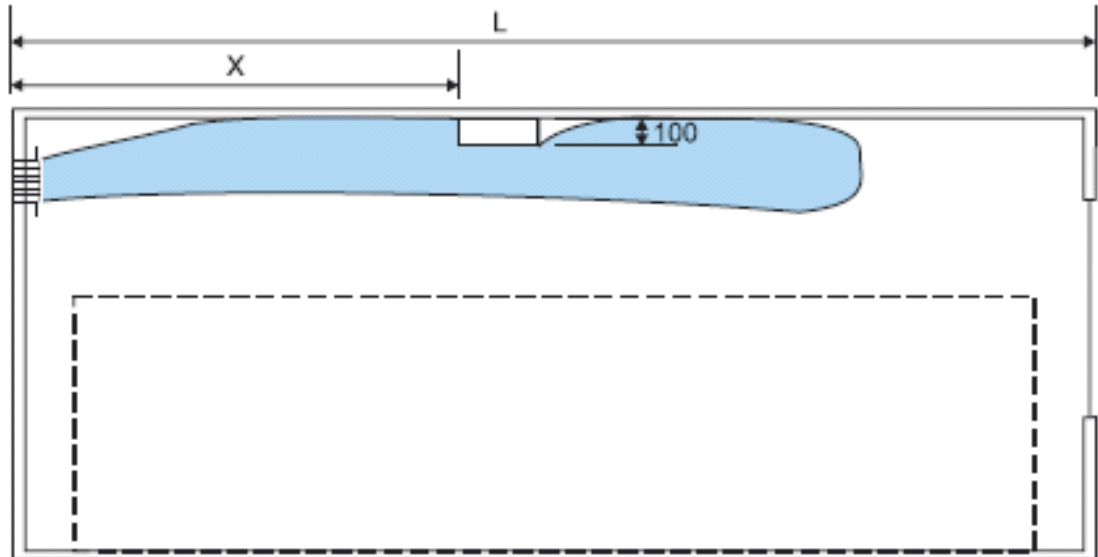


Bij ruimten met een plafond hoger dan 2,7 m dient de "extra" hoogte bij de worplengte te worden bijgeteld. In het algemeen wordt bij iedere 300 mm hoogte een toename van 5%, met een maximum van 30%, luchthoeveelheid toegelaten ten opzichte van de oorspronkelijke luchthoeveelheid. Worplengte $l_{0,2} = L + B$ bij isothermische luchttoevoer.



Obstakels bij wand- of plafondornamenten.

Figuur 4



Ieder obstakel in de luchtstroom moet bij voorkeur worden vermeden. Indien dit, door de aanwezigheid van een balk of TL-armatuur, niet mogelijk is moet de minimale X-afstand tussen het inblaaspunt en het "obstakel" als volgt worden aangehouden :

x = 0,2 • l _{0,2}	Δt = 0 °C
x = 0,4 • l _{0,2}	Δt = - 4 °C
x = 0,5 • l _{0,2}	Δt = - 8 °C
x = 0,65 • l _{0,2}	Δt = -10 °C

Bij voorkeur moeten TL-armaturen van inbouwtypen zijn en in geval van opbouwarmaturen dienen deze minimaal 400 mm onder de plafonds worden opgehangen.

3. Worplengte bij niet isothermische samengestelde lucht

Bij gekoelde lucht wordt de worplengte met circa 1,5% per graad Celcius gereduceerd ten opzichte van de technische documentatie. De verticale luchtspreiding, bijvoorbeeld van de worp, neemt toe.

Bij luchtverwarming neemt de worp met circa 2% per graad Celcius toe. Bij loodrechte luchttoevoer naar beneden zal, bij gekoelde lucht met een Δt van 10 °C, de worplengte met circa 100% toenemen. Bij verwarmde lucht zal de worplengte met circa 50% worden gereduceerd.

Afwijkende luchtsnelheden t.o.v. 0,2 m/s

De luchtsnelheid kan bij een bepaalde luchttoevoer situatie op diverse punten worden vastgesteld met de volgende formule :

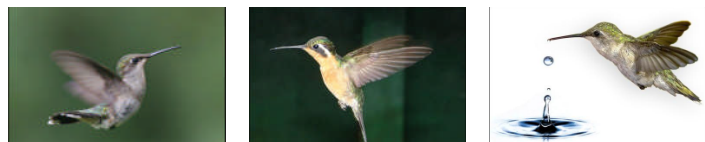
$$V_x = \frac{l_{0,2} \cdot 0,2}{X} \quad \text{of} \quad X = \frac{l_{0,2} \cdot 0,2}{V_x}$$

waar:

X = de afstand van TL armatuur en het luchttoevoerornament in meters

V_x = luchtsnelheid bij het op X-afstand gelegen punt in m/s

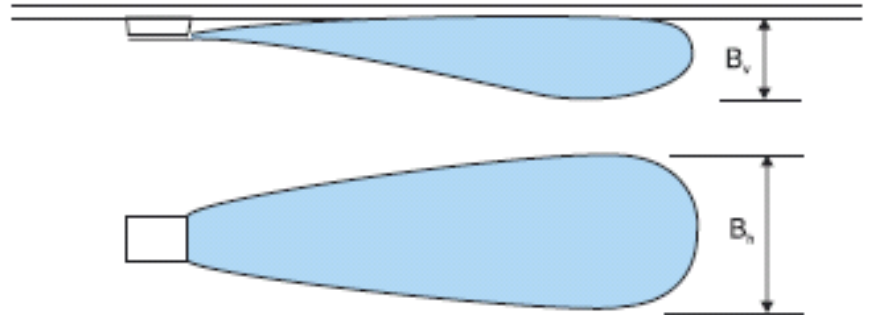
Pl: l_{0,2} = 2.4 m; V_x = 0.3 m/s Worplengte l_{0,3} = $\frac{2.4 \cdot 0.2}{0.3} = 1.6 \text{ m}$



4. Luchtverdeling B_h en B_v

Bij luchttoevoer is de luchtverdeling B_h in horizontale en B_v in verticale vlakken bij 0.2 m/s luchtsnelheid gerekend. Voor de B_h en B_v waarden verwijzen wij naar het desbetreffende inblaas rooster in de technische documentatie.

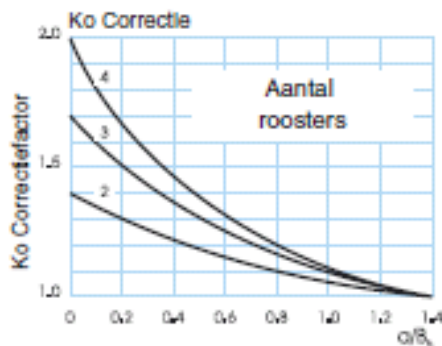
Figuur 5



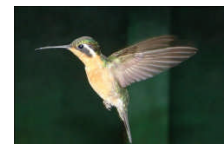
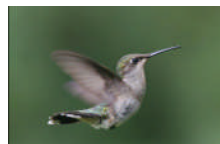
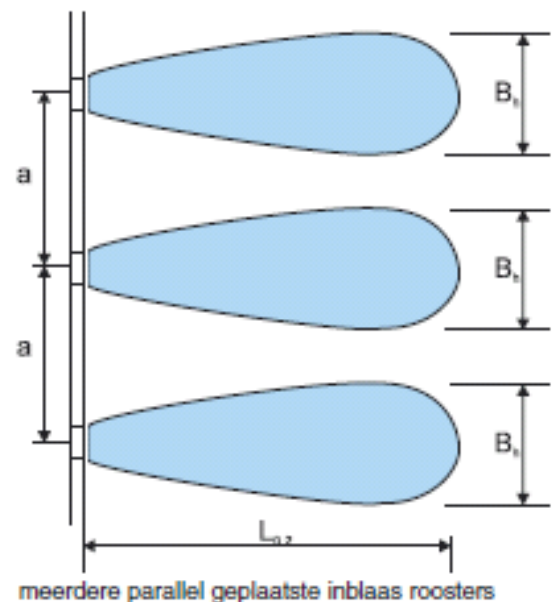
5. Parallel gerichte inblaas roosters

Wanneer twee of meer inblaas roosters dicht bij elkaar worden geplaatst dan de horizontale spreidingswaarde B_h van het rooster dan zal de worplengte als volgt toenemen:

$$l_{0,2} \text{ (gecorrigeerd)} = K_o \cdot l_{0,2} \text{ (volgens figuur 5)}$$



Figuur 6



6. Drukval Δp_t

Het in de technische documentatie opgenomen drukverschil is opgegeven als totaal drukverlies in de eenheid Pascal, 1.2 kg/m^3 luchtdichtheid. Gemeten met een rooster dat op een luchtkanaal met dezelfde afmetingen is aangesloten (in het algemeen via een aansluitplenum). Bij een inblaas rooster is de totale druk het resultaat van twee samengestelde positieve drukken, statisch en dynamisch, en heeft dus een grotere waarde dan alleen de statistische druk. Bij een afzuig rooster is de totale druk samengesteld uit een positieve statische druk en een negatieve dynamische druk, waardoor de totale druk lager is dan de statische druk.

Dit kan gemeten worden in : $\text{Pa} \cdot \text{N/m}^2$

$$p_t = p_s + p_d \quad \text{waar} \quad \begin{array}{l} p_t = \text{totale druk} \\ p_s = \text{statistische druk} \\ p_d = \text{dynamische druk} \end{array}$$

7. Statistisch drukverschil Δp_s

Op een bepaald punt in een luchtkanaal is de druk in alle richtingen aanwezig, de druk heeft geen bepaalde richting. De statistische druk kan ten opzichte van de buiten het luchtkanaal heersende (atmosferische) druk zowel positief als negatief zijn.

$$p_t = p_s + p_d$$

8. Dynamisch drukverschil

Indien in een luchtkanaal op twee vastgestelde punten statisch drukverschil heerst, dan zal de lucht vanaf de hogere druk naar de lagere druk toestromen. Dit drukverschil brengt de lucht in het luchtkanaal in beweging waarbij de ontstane bewegingsenergie is:
 Δp_d van de stromende lucht.

$$p_d = \frac{\rho \cdot V^2}{2} \quad \begin{array}{l} [\text{Pa}] \text{ waar } V^2 = \text{gemiddelde snelheid van de lucht in m/s} \\ \rho = \text{dichtheid van de lucht in kg/m}^3 \end{array}$$

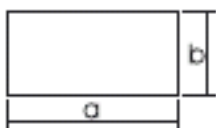
De stroming in het luchtkanaal is niet zonder verliezen, door wrijving en richting veranderingen gaat energie verloren, waardoor ook behoefte is aan extra energie (statisch en dynamisch).
Extra energie waardoor de luchtstroming in stand wordt gehouden.

- wrijvingsverliezen: tussen luchtstroom en kanaalwand;
- eenmalige verliezen: wanneer de lucht in het luchtkanaal van richting moet veranderen.

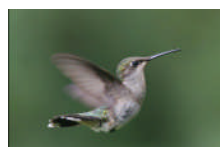
Wrijvingsverliezen

$$p_t = \frac{\lambda}{d_h} \cdot \frac{\rho \cdot V^2}{2} \quad [\text{Pa}] \text{ waar } \lambda = \text{wrijvingscoëfficiënt (afhankelijk van het oppervlak)}$$

d_h = de hydraulische diameter van het luchtkanaal en de wrijvingsweerstand van een rechthoekig luchtkanaal zijn identiek aan die van een rond kanaal, mits de hydraulische diameter gelijk is.



$$d_h = \frac{2 \cdot a \cdot b}{a + b}$$



9. Ventilatie­rendement

$$n_v = \frac{C_a}{C_n} \cdot 100 \text{ (0\%)}$$

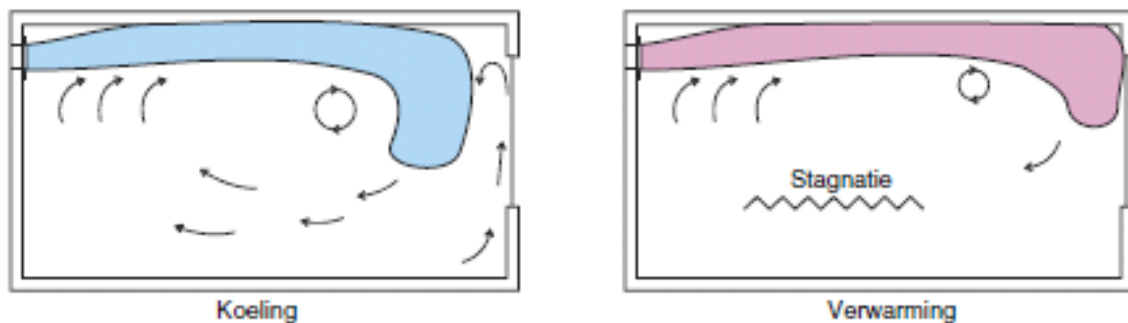
waar n_v = ventilatie­rendement
 C_a = concentratie van afgezogen lucht
 C_n = gemiddelde concentratie in de verblijfszone

10. Ontwerpadvies­en, voorbeelden

10.a Inblaasornamenten type "A"

Luchttoevoer richting venster

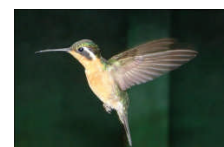
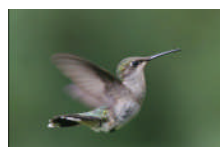
Figuur 7 Plaats van het rooster type "A"



Luchttoevoer richting vensters is voor zowel gekoelde als verwarmde lucht mogelijk. Bij koeling zal de lucht na een bepaalde afstand richting verblijfszone afbuigen, de mate hiervan is afhankelijk van de lucht­hoeveelheid, lucht­toevoersnelheid, temperatuur­verschil, instelling van het ornament, Coanda effect en ruimte­belasting. Indien de ingeblazen lucht te vroeg naar beneden buigt en in de verblijfszone terecht­komt, kunnen tocht­klachten ontstaan. Indien de worp te lang is en botst tegen de wand of venster zal deze, langs de wand, de vloer bereiken waar eveneens tocht­klachten kunnen ontstaan. Belangrijk is dus de bepaling van de juist worplengte.

Toepassings­gebied van rooster van het type "A":

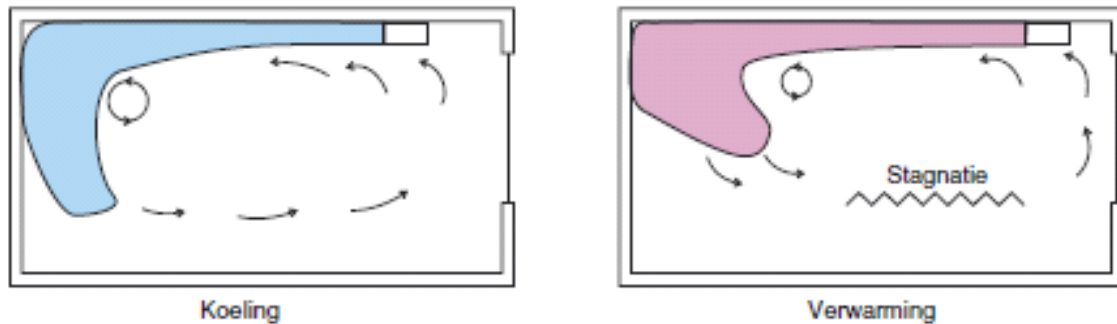
- voordelige oplossing voor kantoren, ziekenhuizen, woningen en ruimten waar de lucht­kanalen in zicht zijn gemonteerd;
- eenvoudige montage in lucht­kanalen;
- goede lucht­verdeling mogelijk in de vertrekken;
- een goed geplaatst rooster beïnvloedt in positieve mate het ventilatie­rendement;
- de worp moet minimaal 75% van de vertrek­lengte bedragen;
- bij verwarming is een mogelijke slechtere vermenging van de lucht in de verblijfszone mogelijk;
- plaatsing en dimensionering moet zodanig gebeuren dat bij de horizontale spreiding (B_H) geen botsing ontstaat tussen lucht­stroom, zijwand of ander obstakels;
- bij de plaatsing van het rooster moet men vermijden dat tocht kan ontstaan achter de rug van de in de verblijfszone verblijvende personen of boven het vloer­oppervlak;
- toepassing van een aansluit­plenum vergemakkelijkt in grote mate het inregelen en zorgt voor een lager geluidsniveau.



10.b. Roosters type "B"

Luchttoevoer richting van het venster

Figuur 8 Plaats van het rooster type "B"

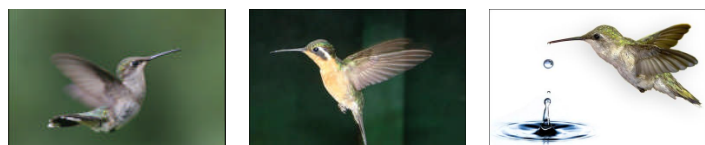
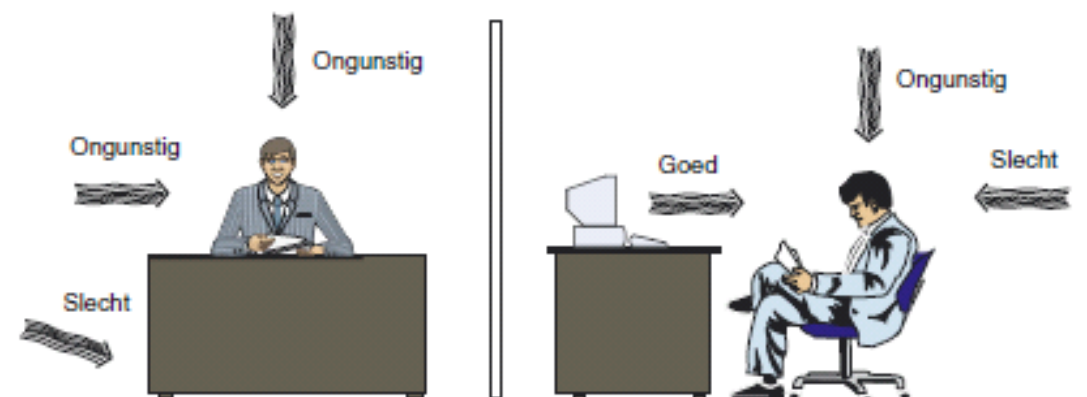


Luchttoevoer in de richting van vensters is voor zowel gekoelde als verwarmde lucht mogelijk. Bij koeling zakt de ingeblazen lucht om dezelfde redenen als bij het type "A" rooster. Bij verwarming moet bij de ingeblazen lucht voldoende progressie aanwezig zijn om een goede luchtvermenging met de lucht in de ruimte te kunnen verkrijgen. Verkeerd gedimensioneerde luchttoevoer of te hoge- Δt zal stagnatie van de lucht veroorzaken in de verblijfszone.

Toepassingsgebied van roosters van type "B"

- kantoren, ziekenhuizen, woningen;
- toepasbaar bij plafondmontage en bevordert de natuurlijke luchtbeweging in vertrekken;
- ventilatierendement is hoger dan bij rooster type "A";
- groter luchtkanalenstelsel gewenst dan bij type "A", bovendien is een verlaagd plafond nodig;
- bij verwarming kleinere kans op stagnatie van de lucht in de verblijfszone dan bij type "A";
- bij koeling moet de worplengte onder 75% van de totale vertrek lengte blijven;
- plaatsing en dimensionering van het rooster dient zodanig te zijn dat bij de horizontale spreiding (B_0) geen botsing ontstaat tussen luchtstroom en zijwand of andere obstakels;
- de toepassing van een aansluitplenum vergemakkelijkt in grote mate het inregelen en zorgt voor een lager geluidsniveau.

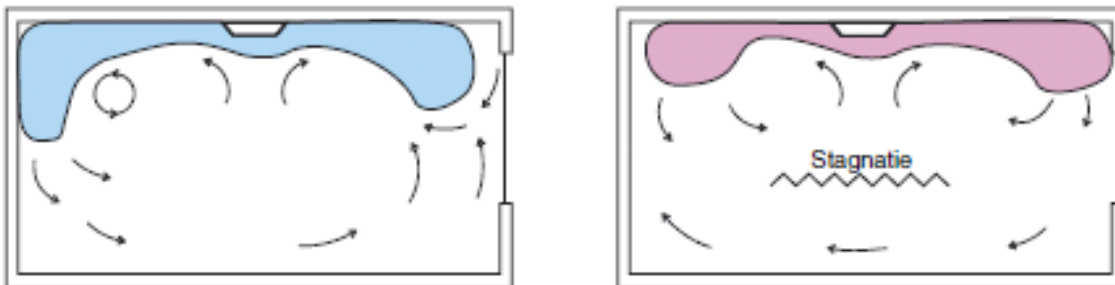
Figuur 9 luchtstroming in een vertrek bij type "A" - "B" roosters



10.c Roosters type "C"

Middengeplaatste roosters

Figuur 10 Plaats van de rooster type "C"

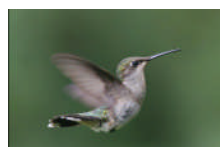


Deze roosters zijn geschikt voor het inblazen van grotere hoeveelheden gekoelde- of verwarmde lucht. Bij koeling kan de lucht afbuigen naar de verblijfszone door de bij het raam ontstane, stijgende thermische luchtstroom. Aan de kant van de binnen- of gangmuur zal de luchtstroom richting vloer bewegen. Dit zal een natuurlijke en voldoende effectieve luchtbeveging zeker stellen. Bij verwarming ontstaat mogelijk stagnatie van luchtvermenging in het middendeel van het vertrek of een groter temperatuurverschil onder het toevoerrooster. Dit kan worden gecompenseerd door het selecteren van roosters met een grotere inducerende werking. Het rooster moet op voldoende worplengte worden geselecteerd waarbij liever grotere luchthoeveelheden en een kleinere Δt moeten worden aangehouden. Men dient op te passen dat de grotere worplengte geen koude luchtstroom veroorzaakt bij de vensters.

Plafondroosters zijn bij voorkeur geschikt voor toepassing in inpanlige ruimten zoals restaurants, vergaderzalen, hallen, industriële gebouwen en laboratoria. Voor hogere en grotere vertrekken moeten, voor verwarming, bij voorkeur instelbare roosters worden geselecteerd.

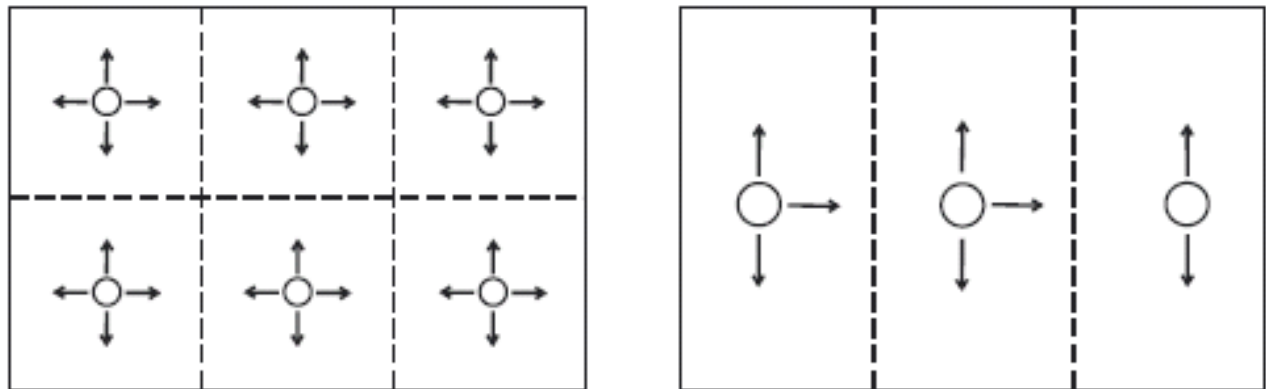
Toepassingsgebied van roosters van het type "C":

- werkzame en snelle luchtvermenging; geschikt voor het inblazen van grotere luchthoeveelheden bij hogere ($\Delta t = 10\text{-}12^\circ\text{C}$) temperatuurverschillen;
- geschikt voor verlaagd plafond- en zichtmontage;
- relatief groot luchtkanalenstelsel gewenst;
- bij verwarming mogelijke stagnatie bij luchtvermenging;
- de berekende worp tot 2,7 m plafondhoogte moet 75% van de totale vertrek lengte bedragen.

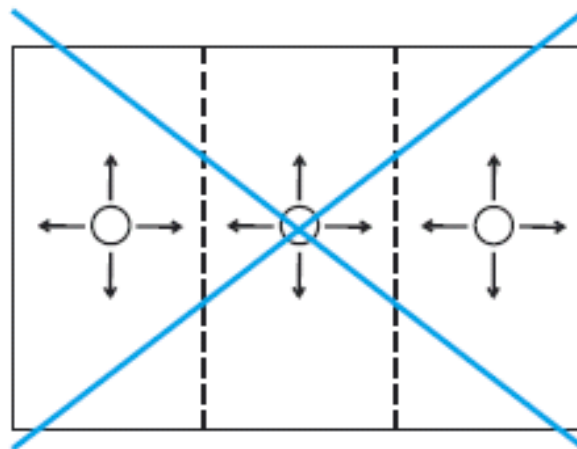


Bij plafond-luchttoevoer is de onderlinge lokatie van de inblaas roosters belangrijk (zie figuur 11). Tussen het luchttoevoerpunt en het plafond mag de afstand niet meer dan 300 mm bedragen.

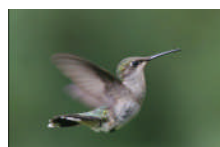
Figuur 11
plaats van het rooster type "C"



Goede oplossingen



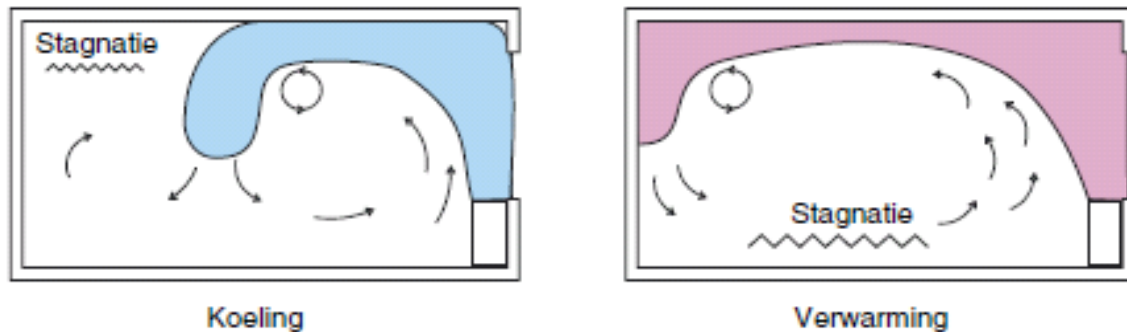
Slechte oplossing



10.d Luchttoevoerrooster type "D"

Luchttoevoerrooster in vloer of vensterbank opstelling

Figuur 12 Plaats van het rooster type "D"

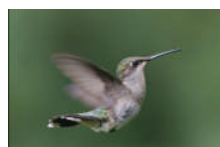
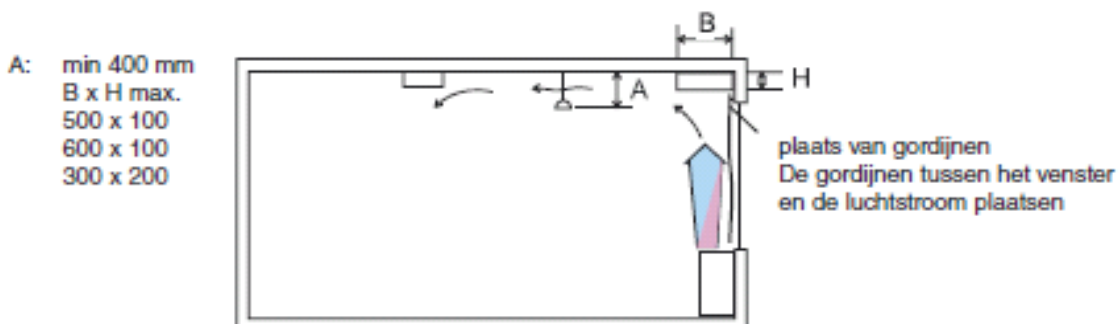


Luchttoevoer vanuit een vloer- of vensterbankopstelling is geschikt voor zowel gekoelde als verwarmde lucht, vooral voor kantoren met aan de buitengevel gesitueerde ruimten. Bij koeling, indien de worplengte beperkt is, zal de lucht te snel afzakken naar de verblijfszone, zodat verder gelegen delen van het vertrek niet voldoende worden gekoeld. Bij verwarming zal de luchtstroom de gehele diepte van het vertrek bereiken. De stagnatie in midden gebieden is kleiner dan bij de inblaas roosters van het type "A", "B" of "C".

Toepassingsgebied van roosters van het type "D":

- koeling en verwarming vanuit één locatie mogelijk;
- geen koudestraling van het venster;
- kleinere inbouwruimte nodig, meer mogelijkheden bij problemen met het onderbrengen van de luchtkanalen in het buitenzone (gevelzijde);
- niet toepasbaar bij vertrekken met grotere diepte dan 6 à 7 meter;
- bij inbouw in een vensterbank dient isolatie toegepast te worden om bij koeling koudestraling te voorkomen;
- obstakels in de luchtstroom (balken of TL-opbouwarmaturen) kunnen problemen veroorzaken. Dit voorkomt men door zorgvuldige selectie en dimensionering van de roosters.

Figuur 13 Obstakels van de luchtstroming bij type "D" roosters.



II VERDRINGINGSSYSTEMEN, VENTILATIE EN KLIMATISERING

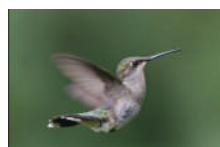
De verdringingsventilatie ontstond midden in de 70-jaren en werd vooral toegepast in de Scandinavische landen. De laatste 10 jaar echter wordt dit ook in West Europa steeds vaker toegepast. Vooral in Duitsland is het populair en neemt de plaats in van enkele inductiesystemen.

De verdringingsventilatie heeft revolutionaire veranderingen met zich meegebracht in de klimaattechniek. Voorheen was het doel van ventilatiesystemen om de ingeblazen luchthoeveelheid zo goed mogelijk te laten vermengen met de ruimtelucht. Het nadeel is echter bij dit ventilatiesysteem, dat het de reeds gebruikte en vaak al verwarmde ruimtelucht verdunt. Het verdringingsstelsel verplaatst hierin tegen de ruimtelucht, zonder hierbij de in de ruimte aanwezige thermische stromen te verstoren, zodat de warme lucht stijgt en onder het plafond kan worden afgezogen.

Hieruit blijkt dat deze vorm van ventilatie een sterk werkzaam systeem is met een hoog ventilatierendement dat tegen 100% kan bedragen bij een gereduceerde verwarmingscapaciteit welke tot 50% kan bedragen. De warme lucht stijgt en wordt afgezogen en komt niet meer terecht in de verblijfszone.

Verdringingsventilatie is bij uitstek geschikt voor ventilatie en koeling van kantoren, warenhuizen, theaters, vergaderzalen, restaurants, industriële gebouwen, etc.

Figuur 14 Verdringingsventilatie



1. Verdringingsystemen ontwerpen en dimensioneren

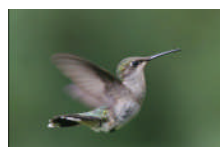
Bij verdringingsventilatie wordt het luchttoevoerrooster laag in de verblijfszone opgesteld. De ontwerper moet hieraan de nodige aandacht schenken. Er dient rekening te worden gehouden met de inrichting van de ruimte, plaats van de radiatoren, vensters, deuren, personen of apparatuur, etc.. Alles dient zorgvuldig in kaart te worden gebracht. Bij verdringingsventilatie kunnen de verschillende soorten luchttoevoer roosters op diverse wijze worden opgesteld. Deze kunnen worden ingebouwd in de muur of opgesteld worden in een hoek van het vertrek of onder theaterstoelen. De roosters kunnen boven of onder op het kanaalsysteem worden aangesloten. In het rooster zal een gelijkmatige luchtverdeling ontstaan, waardoor over het totale oppervlakte een gelijkmatige uitstroming plaatsvindt.

2. Ventilatie en thermisch rendement

Bij verdringingsystemen is het ventilatierendement veel hoger dan bij mengventilatie. Dit verschil is groter bij hoge vertrekken alsmede bij vertrekken met een hogere interne belasting. De uit het vertrek afgevoerde hoeveelheid warmte is recht evenredig aan het temperatuurverschil van de ingeblazen en afgezogen lucht ($t_b - t_c$ °C). Bij verdringingsystemen is de temperatuur van de afgezogen lucht (t_c), in verband met de aanwezige interne warmtebelasting, altijd hoger dan de ruimtetemperatuur (t_h) in de verblijfszone. Bij inductieventilatie is deze praktisch gelijk aan t_h . Dit betekent dat bij verdringingsystemen koelenergie kan worden bespaard doordat het koelvermogen van de buitenlucht benut kan worden door de lage Δt .

Δt	bij verdringingsventilatie	$= t_h - t_b = -3 \div -6$ °C
Δt	bij inductieventilatie	$= t_c - t_b = -10 \div -12$ °C
n_v	= ventilatie rendement	[%]
n_h	= temperatuur rendement	[%]
t_b	= temperatuur luchttoevoerlucht	[°C]
t_c	= temperatuur afvoerlucht	[°C]
t_h	= ruimtetemperatuur, op 1,6 m hoogte	[°C]
C_o	= concentratie van de afvoerlucht	
C_h	= gemiddelde concentratie in de verblijfszone	
n_v	$= \frac{C_o}{C_h} \cdot 100$ [%]	$n_h = \frac{t_b - t_c}{t_h - t_b} \cdot 100$ [%]

Het temperatuur rendement n_h is een goede maatstaf voor de vergelijking van een verdringingsysteem met een mengventilatiesysteem.



3. Berekening van de luchthoeveelheid en koelcapaciteit

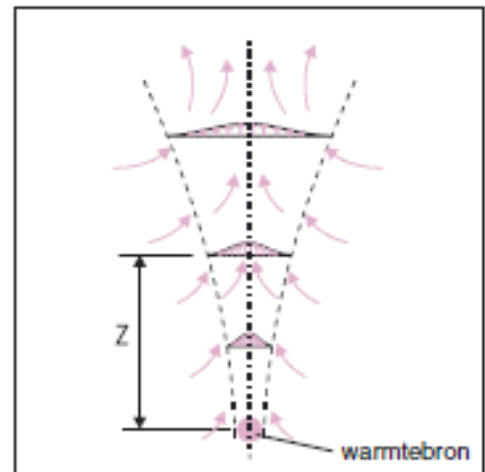
In de Scandinavische landen en andere West Europese landen worden wetenschappelijke onderzoeken verricht ten aanzien van verdringingsventilatie. Ook bij bestaande installaties worden metingen verricht om praktijk ervaringen te kunnen opdoen. Deze onderzoeken worden tot op heden gedaan en voortgezet.

4. Thermische stromingen

Boven een warmtebron in een vertrek zal een thermische stroming ontstaan. Voorwaarde is een laag luchtbewegingsniveau in het vertrek. Hierbij zal inductie ontstaan waardoor lucht wordt aangetrokken uit het grensgebied van de thermische stroming, waardoor in de doorsnede van de luchtstroom deze in hoeveelheid zal toenemen. Zie figuur 15

Figuur 15 Thermische stroming \ warmtebron

- De grootte van de thermische luchtstroom is afhankelijk van de :
- capaciteit van de warmtebron
 - oppervlakte en vorm van de warmtebron
 - oppervlak temperatuur
 - convectie waarde
 - gemiddelde temperatuur in het vertrek
 - hoogte van de warmtebron

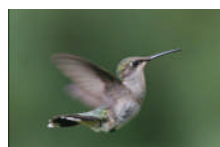


Indien de luchthoeveelheid te laag is ten opzichte van de grootte van de warmtebron dan kan de thermische stroom een terugstroom effect krijgen naar de verblijfszone, waardoor een vermenging zal plaatsvinden in de verblijfszone. Het terugstroom effect kan ook opgewekt worden door grote koude wandoppervlakken. Tijdens de ontwerpfase moet hiermee rekening worden gehouden.

Praktische waarden voor de thermische luchtstromen bij verschillende soorten warmtebronnen volgens tabel 1 en 2

Tabel 1 Warmte afgifte en thermische luchtstroom bij personen

Persoon	Warmteoverdracht in Watt	Luchtstroom boven de vloer m ³ /s	
		1,1 m	1,8 m
zittend in rust	100	25 - 35	-
zittend werk	130	35 - 43	-
licht staande arbeid	170	-	70 - 100
middelmatig/zware arbeid	200	-	100 - 120
zwaar lichamelijke arbeid	300	-	120 - 150



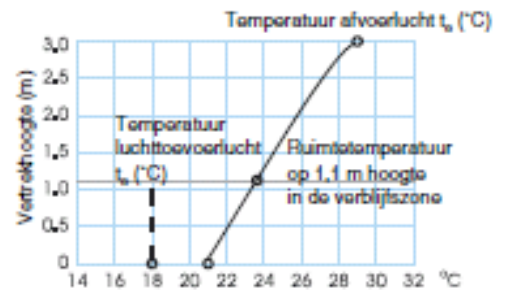
* Tabel 2 Thermische luchtstroom van verschillende soorten warmtebronnen

Warmtebron	Thermische luchtstroom m ³ /h/w	
	1,1 m	1,8 m
tafellamp	0,35	0,7
plafondverlichting	-	-
machines	0,35	0,7
zonnestralen door een venster	0,4	0,8

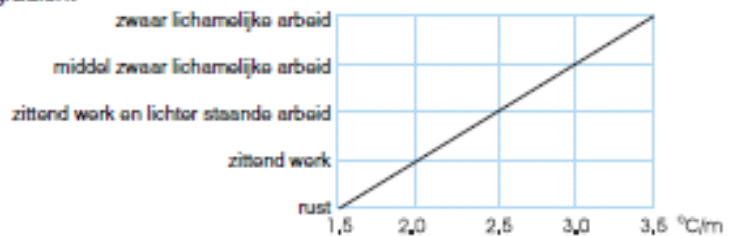
5. Temperatuurgradient [°C/m]

In belang van het benodigde thermische comfort in de verblijfszone mag de temperatuurgradient de in diagram 2 aangegeven waarden niet overschrijden.

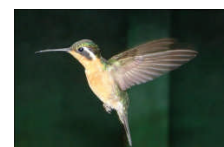
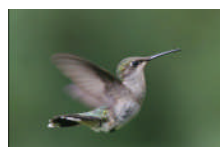
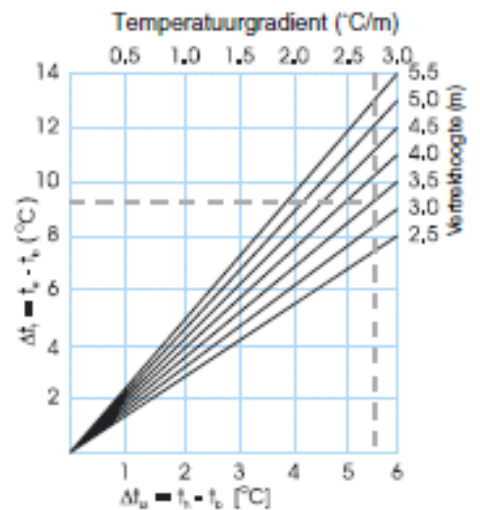
* Diagram no. 1 Gemiddelde temperatuurverloop bij verdringingsventilatie



* Diagram no. 2 Maximum toegelaten temperatuurgradient



* Diagram no. 3 Dimensionering diagram voor verdringingsroosters



6. Dimensionering van verdringingsventilatie rekening houdend met de luchthoeveelheid, luchttoevoertemperatuur, werkelijk koelvermogen, temperatuurgradient, temperatuurrendement en benodigde koelvermogen.

q_{min}	= minimale luchthoeveelheid	l/s (m ³ /h)
q_{sz}	= benodigde luchthoeveelheid	l/s (m ³ /h)
P_t	= werkelijk koelvermogen	W
P_{sz}	= benodigde koelvermogen	W
t_o	= luchttoevoertemperatuur	°C
t_h	= temperatuur in de verblijfszone 1,1 m boven de vloer	°C
t_g	= afvoertemperatuur	°C
Δt_t	= werkelijke temperatuurverschil = $t_o - t_b$	°C
Δt_{sz}	= benodigde temperatuurverschil = $t_h - t_b$	°C
η_t	= temperatuurrendement	
k_z	= benaderingszone 1,0,2m bij $t_o - t_h = - 3^\circ\text{C}$ (documentatiewaarde)	

Voor de dimensionering is tabel 1 en 2, alsmede diagram nr. 2 en 3 te gebruiken.

7. Voorbeeld dimensionering

Ruimte : restaurant Afmeting 12 x 10 x 3,5 m (b x l x h) koeling en ventilatie.

Thermische belasting :

35 klanten	35 x 130 W	=	4550 W
5 obers	5 x 200 W	=	1000 W
verlichting bar	8 x 60 W	=	480 W
koeling bier, koelkast	600 W	=	600 W
spotverlichting	8 x 60 W	=	480 W
plafondverlichting	1000 W	=	1000 W
koffieapparaat/warmhoudplaat	1000 W	=	1000 W
	Totaal		8110 W

De voorgeschreven temperatuur in het restaurant $t_h = 23^\circ\text{C}$

Volgens tabel 1 en 2

Minimale luchthoeveelheid; $q_{min} =$	35 x 35 m ³ /h	=	1225 m ³ /h
	5 x 100 m ³ /h	=	500 m ³ /h
	480 x 0,35 m ³ /h	=	163 m ³ /h
	600 x 0,35 m ³ /h	=	210 m ³ /h
	480 x 0,35 m ³ /h	=	163 m ³ /h
	1000 x 0,35 m ³ /h	=	350 m ³ /h
$q_{min} =$	Totaal		2621 m³/h = 728 l/s

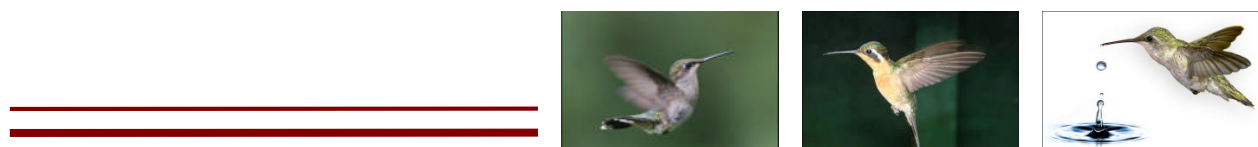
Vervolgens $\Delta t = t_o - t_b = \frac{P_t (W)}{q_{min} \cdot p} = \frac{8110}{728 \cdot 1,2} = 9,28^\circ\text{C}$

Dus het werkelijke temperatuurverschil bij een luchthoeveelheid van 728 l/s = $\Delta t = 9,28^\circ\text{C}$

Volgens diagram no. 3 $t_{sz1} = 5,55^\circ\text{C}$; de temperatuurgradient $t_{gr} = 2,8^\circ\text{C/m}$

Volgens diagram no. 2 wordt een temperatuurgradient aanbevolen van 2,5 °C/m

Hiermee vergeleken is $t_{gr} = 2,8^\circ\text{C/m}$ hoger uitgevallen.



Volgens diagram no. 3 is bij een temperatuurverschil van 2,5°C/m is de waarde van $\Delta t_{sz2} = 5^\circ\text{C}$ en $\Delta t_1 = 8,36^\circ\text{C}$

Hierdoor wordt de benodigde luchthoeveelheid als volgt berekend :

$$q_{sz} = \frac{q_{min} \cdot \Delta t_{sz1}}{\Delta t_{sz2}} = \frac{728 \cdot 5,55}{5} = 808 \text{ l/s} = 2.900 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dit betekent een 6,9-voudige ventilatie in het restaurant

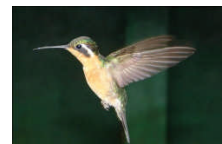
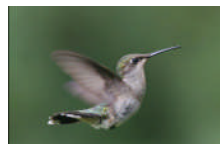
het benodigde koelvermogen $P_{sz} = q_{sz} \cdot t_{sz2} \cdot p = 808 \cdot 5 \cdot 1,2 = 4.848 \text{ W}$ (latent)

Het werkelijke koelvermogen in het systeem $P_1 = 8.110 \text{ W}$

$$\text{Het temperatuurrendement : } n^h = \frac{t_o - t_b}{t_h - t_b} \cdot 100\% = \frac{26,36 - 18}{23 - 18} = \cdot 100\% = 167,2\%$$

Wat een besparing aan koelvermogen betekent van omstreeks 40%.

Bij een luchthoeveelheid van 960 m³/h is de benaderingszone van het rooster bij 5 °C t_{sz} circa 1 meter. Dit houdt in dat op een afstand van 1 meter van het rooster de lichtsnelheid onder 0,2 m/s zal blijven.
Het geluidsniveau (LA) zal volgens het diagram 32 dB(A) bedragen (zie hoofdstuk 3)



III Berekeningrichtlijn voor verwarming- en koelcapaciteit, en de verwarming- en koelwaterhoeveelheid.

q_l	= luchthoeveelheid		[m ³ /s ; m ³ /h]
q_v	= waterhoeveelheid		[l/s ; m ³ /h]
Δt_l	= temperatuurverschil lucht		[°C]
Δt_v	= temperatuurverschil water		[°C]
ρ_v	= dichtheid van het water	= 1000	[kg/m ³]
ρ_l	= dichtheid van de lucht	= 1.2	[kg/m ³]
C_{p_l}	= soortelijke warmte van de lucht	= 1	[Kj/KgK]
C_{p_v}	= soortelijke warmte van het water	= 4.19	[Kj/KgK]
ρ	= relatieve vochtigheid buitenlucht		[%]
P_t	= verwarmingscapaciteit		[W; Kw]
P_h	= koelcapaciteit		[W; Kw]

1. Berekening koel- of verwarmingscapaciteit

$$P_{t,h} = q_l \text{ [m}^3\text{/s]} \cdot C_{p_l} \cdot \rho_l \cdot \Delta t \text{ [kW]}$$

of

$$P_{t,h} = \frac{q_l \text{ [m}^3\text{/s]} \cdot C_{p_l} \cdot \rho_l \cdot \Delta t}{3600} \text{ [kW]}$$

voorbeeld koeling :

$$q_l = 2 \text{ m}^3\text{/s} = 7200 \text{ m}^3\text{/h} ; \Delta t_l = -10^\circ\text{C}$$

of

$$P_h = 2 \cdot 11,2 \cdot 10 = 24 \text{ Kw}$$

$$P_h = \frac{7200 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 10}{3600} = 24 \text{ Kw}$$

2. Berekening koel- of verwarming waterhoeveelheid

$$q_v = \frac{P \text{ [W]}}{c_{p_v} \cdot \rho_v \cdot t_v} \text{ [l/s]}$$

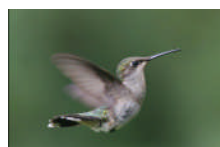
of

$$q_v = \frac{P \text{ [kW]} \cdot 3600}{c_{p_v} \cdot \rho_v \cdot t_v} \text{ [m}^3\text{/h]}$$

voorbeeld : verwarming

$$q_l = 7200 \text{ m}^3\text{/h} ; \Delta t_l = 35^\circ\text{C} ; \Delta t_v = 20^\circ\text{C} \text{ (80/60}^\circ\text{C bij warm water)}$$

$$P_t = \frac{7200 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 35}{3600} = 84 \text{ kW} \quad q_v = \frac{84 \cdot 3600}{4,19 \cdot 1000 \cdot 20} = 3,61 \text{ m}^3\text{/h}$$



Bij dimensionering van de koeltechnische componenten, zoals koelbatterij, koelmachine, koelwaterhoeveelheid, etc. moet rekening gehouden worden met de benodigde meer-capaciteit aan koelvermogen welke ontstaat door het ontvochtigen van de buitenlucht. Deze berekeningen moeten bij voorkeur met behulp van een Molier-diagram gemaakt worden. Bij snelle, globale berekening kan circa 30% extra koelvermogen worden bijgeteld bij het berekende koelvermogen t.b.v. het ontvochtigingsproces.

Volgens het voorbeeld is de berekende koelcapaciteit 24 kW
 $P_{h\ tot} = 24 \cdot 1,3 = 32,2 \text{ kW}$

Bij de selectie van de koelmachine en de koelbatterij rekenen op 31,2 kW.
 $\Delta t_v = 7^\circ\text{C}$ (5/12°C koelwatertraject)

Koelwaterhoeveelheid

$$q_{m} = \frac{31200}{4,19 \cdot 1000 \cdot 7} = 1,06 \text{ l/s} \cdot 3,83 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ook rekening houden met het vermogen van de ventilatormotor en het temperatuurverlies via het luchtkanalenstelsel.

IV Ventilatoren (formules)

q	= luchthoeveelheid	[m ³ /s ; m ³ /h]
Δp_t	= totale drukval	[Pa]
p_v	= ventilatormotorvermogen	[kW]
n	= ventilator toerental	[r/perc]

Bij dimensionering van ventilatoren geldt :

$$p_v = \frac{q \text{ [m}^3/\text{s}] \cdot \Delta p_t}{1000} \quad [\text{kW (theoretisch)}]$$

De luchthoeveelheid verhoudt zich recht-evenredig ten opzichte van het toerental

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

Het toerental verhoudt zich kwadratisch ten opzichte van het drukverschil

$$\frac{\Delta P_{t1}}{\Delta P_{t2}} = \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^2 = \left(\frac{q_1}{q_2} \right)^2$$

Het toerental verhoudt zich op de 3e macht ten opzichte van het motorvermogen

$$\frac{\Delta P_{v1}}{\Delta P_{v2}} = \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^3 = \left(\frac{q_1}{q_2} \right)^3$$

Wrijvingsverliezen moeten separaat in acht worden genomen.

