



# Lindab Comdif teori

Deplacerande don





# Deplacerande don

# Comdif

## Comdif

Deplacerande don

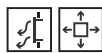
Namn	Funktioner	Sida
<b>Kombinationsöversikt</b>		<b>4</b>



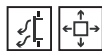
### TILLBEHÖR



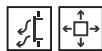
**CBA**



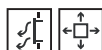
**CHA**



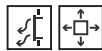
**CQA**



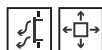
**CRA**



**CVA**



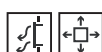
**CEA**



**CKA**



**CCA**



## Deplacerande ventilation

Teori

Namn	Funktioner	Sida
<b>Introduktion</b>		<b>6</b>

# Deplacerande don

# Comdif



CSC, matsal, Köpenhamn.

## Lindab Comdif

Vid undanträngande ventilation tillförs luften direkt i vistelsezonen vid golvnivå - med låg hastighet och under-temperatur. Luften breder ut sig över hela golvet och undantränger den varma, förorenade luften, som förs till taket av konvektionsströmmarna från värmekällorna. Utsugning bör ske vid taket, där det skapas ett varmt, "förorenat" lager.

Den samtidigt ökade temperatureffektiviteten medför, att man kan spara kyleffekt eller motsvarande utnyttja uteluftens kyleffekt bättre.

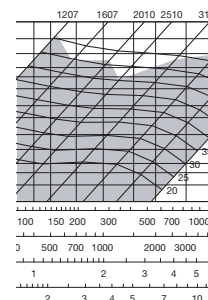
Ventilationseffektiviteten vid deplacerande ventilation är på grund av lageruppdelningen större än vid omblandande ventilation. Skillnaden ökar med en ökning av takhöjden.

## Flexibilitet i deplacerande ventilation

Comdif är en serie av luftdon för deplacerande ventilation. Comdif finns i flera olika designer till olika situationer och består av en tryckkammare med ett antal dysor.

Donen är utrustade med ställbara dysor, så det är möjligt att ändra närzonens geometri. Donet är som standard försett med en perforerad frontplatta med en fri area på ca. 38%.

Donen kan levereras i specialutförande med flera olika typer av perforeringar, plåttjocklekar och materialtyper. Dessutom kan donen tillverkas med andra mått och annan geometri på förfrågan.



CCA, cirkulärt deplacerande don

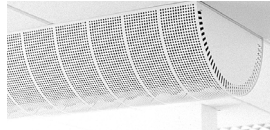
# Deplacerande don

# Comdif

## Design

Se [Comfort och design](#)

Produkt



**Funktion**  
Till-/frånluft.

**Storlek**

**Perforerat don – halvrunt** mm

<b>CBA</b>				1207
				1607
				2010
				2510
				3115
				4020
				5020

**Perforerat don – halvrunt** mm

<b>CHA</b>				1207
				1607
				2010
				2510
				3115
				4020
				6320

**Perforerat don – hörn** mm

<b>CQA</b>				1207
				1607
				2010
				2510
				3115
				4020

**Perforerat don – rektangulärt** mm

<b>CRA</b>				3010
				5010
				8010
				8020

**Perforerat don – inbyggnad** mm

<b>CVA</b>				3005
				5005
				6005
				6008
				8008

**Perforerat don – rektangulärt** mm

<b>CEA</b>				2010
				2510
				3115
				4015

**Perforerat don – kvadratisk** mm

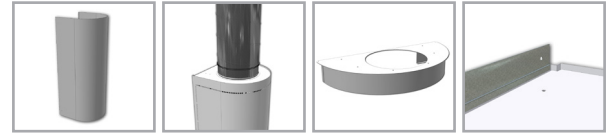
<b>CKA</b>				2010
				2510
				3110
				4015
				5020
				6320

**Perforerat don – runt** mm

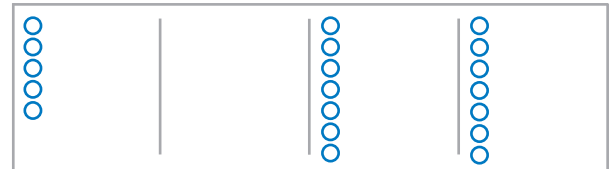
<b>CCA</b>				1207
				1607
				2010
				2510
				3115
				4020
				6320

## Tillbehör

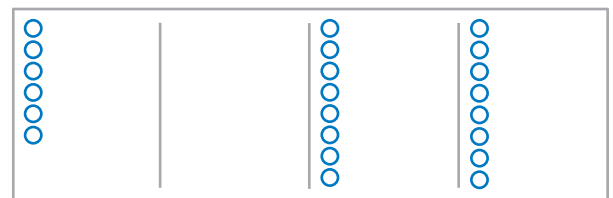
Se sida [Tillbehör](#)



Inklädnad    Anslutningskanal    Sockel    Upphångningsbeslag



Inklädnad    Sockel    Upphångningsbeslag



Inklädnad    Sockel    Upphångningsbeslag



Anslutningskanal    Sockel



Anslutningskanal



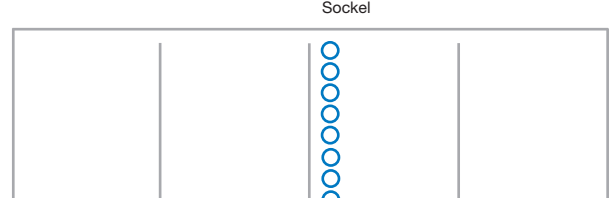
Sockel



Sockel



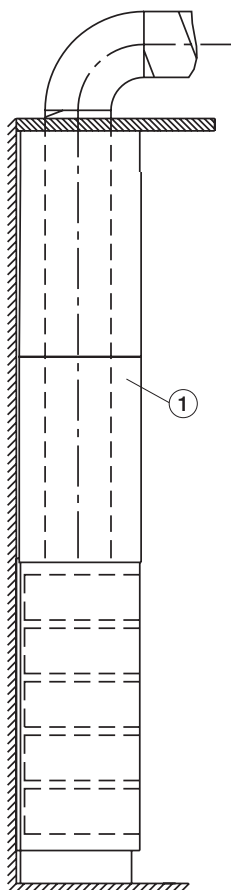
Sockel



# Deplacerande don

## Kanalinklädnad

### Inklädnader Typ 0



#### 1. Inklädnad

Inklädnader levereras till deplacerande don av typerna CBA,CHA,CQA från storlek 1207 till 3115.

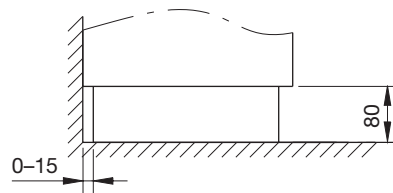
### Typ CHAZ-0, CQAZ-0 & CBAZ-0

Str.	A mm	Max. takhöjd mm	Min. takhöjd mm	m kg/m
1207	250	3300	2400	6,0
1607	300	3300	2400	7,5
2010	330	3300	2400	9,5
2510	400	3300	2400	12,0
3115	520	3200	2400	15,0

# Comdif tillbehör

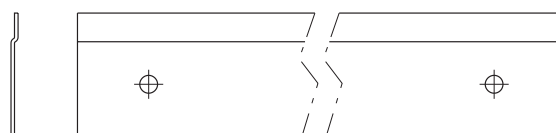
## Golvsockel CHAZ-2

Golvsockel CHAZ-2 levereras i alla storlekar till utanpåliggande don.

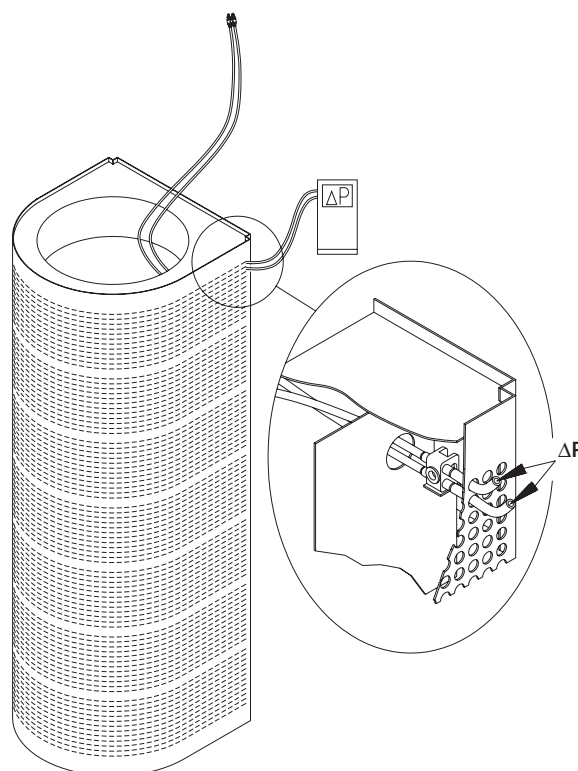


## Montagebeslag CHAZ-3

Montagebeslag CHAZ-3 levereras i alla storlekar till utanpåliggande don.



Comdif är utrustade med ett mätuttag, som kan koppla samman med slangar till en flödesmätenhet (FMI, DIRU) eller liknande i kanalsystemet. Nipplarna är monterade bakom hålen i frontplåten, så mätning kan göras utan att demontera frontplåten.





# Deplacerande don      Deplacerande ventilation

## Deplacerande ventilation

Ett tilluftsdon skall tillföra en bestämd mängd luft för att rummet skall bli tillräckligt genomventilerat samtidigt som kraven på ljudnivå, luft hastighet och temperaturgradient i vistelsezonen skall innehållas. För att kunna klara dessa krav behöver man känna till några projekteringsregler, varav de viktigaste anges i följande stycke. Vid val av don skall kraven på tryckfall, ljudnivå och närzon, fastställas. Dessa data finns för varje don, separat redovisat. Urvals-, och dimensioneringsdata som redovisas i Lindabs katalog är resultat av mätningar utförda i Lindabs laboratorium och är utförda med moderna och noggranna mätinstrument. I praktiken är förhållandena sällan så ideala som i ett laboratorium, eftersom byggmässiga förhållanden, möblering, placering av donen mm, har ett stort inflytande på strålutbredningen i rummet. Lindab erbjuder att simulera förhållandena i praktiken genom att utföra fullskaleförsök, vilket ofta är värdefullt vid större och komplicerade projekt.

## Beteckningar

$a_{0,2}$	Bredd på närzon	[m]
$b_{0,2}$	Längd på närzon	[m]
$\epsilon_t$	Temperatureffektivitet	[-]
$K_{ok}$	Korrektionsvärde för ljudeffektnivå	[dB]
$L_A$	A-vägd ljudtrycksnivå	[dB(A)]
$L_{WA}$	A-vägd ljudeffektnivå	[dB(A)]
$L_{Wok}$	Ljudeffektnivå i oktavband	[dB]
$L_p$	Ljudtrycksnivå	[dB]
$L_w$	Ljudeffektnivå	[dB]
$\Delta L$	Egendämpning	[dB]
$D$	Rumsdämpning	[dB]
$\Delta p_t$	Totaltryckfall	[Pa]
$q$	Luftflöde	[m <sup>3</sup> /h], [l/s]
$t_i$	Tilluftstemperatur	[°C]
$t_r$	Rumstemperatur (1,1 m över golv)	[°C]
$t_u$	Frånluftstemperatur	[°C]
$\Delta t$	Temperaturdifferens mellan rumsluft och tilluft	[K]
$v_x$	Strål hastigheten på avst. x från donets centrum	[m/s]

## Vertikal temperaturfördelning

På grund av den lagerindelade strömningen så är det vid deplacerande ventilation stor skillnad på temperaturen upp genom rummet. Vid komfortventilation, då värmekällorna är placerade i den nedersta delen av lokalen kommer temperaturgradienten, dvs. temperaturstigningen pr. m (K/m) vara störst i den nedersta delen av lokalen och mindre i den översta delen.

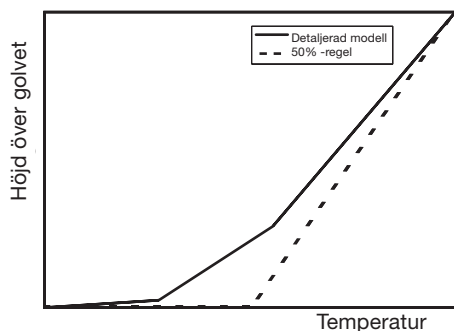


Fig. 17. Jämförelse av modeller för beskrivning av den vertikala temperaturfördelningen.

De enklaste modellerna för att beskriva den vertikala temperaturfördelningen är de så kallade "%-reglerna".

Den mest använda är 50% -regeln, i vilken det antas, att hälften av temperaturstigningen från inblåsning till utsugning sker vid golvet och den andra halvan sker upp genom lokalen (se Figur 17). Modellen är bra som ett första överslag för de flesta typiska lokaler och don, men pga. sin enkelhet är den inte tillräckligt precis för att beräkna temperatur-

gradienten i vistelsezonen.

Lindab rekommenderar i stället att man använder en mer detaljerad modell, som beskriver temperaturgradientens variation upp genom lokalen. Med god noggrannhet kan antagandet göras, att temperaturgradienten i vistelsezonen är hälften av temperaturskillnaden mellan rumsluften och inblåsning luften. Modellen är baserad på erfarenheter från en rad fullskaleförsök och tar hänsyn till temperatur-effektiviteten, samt att temperaturgradienten är större i den nedersta delen av lokalen än i den översta.

## Temperatureffektivitet

Effektiviteten vid deplacerande ventilation blir på grund av lagerindelningen större än vid omblandande ventilation. Skillnaden ökas vid större takhöjder. Den effekt som förs bort från rummet är direkt proportionell mot temperaturskillnaden mellan inblåsning och utsugning ( $t_u - t_r$ ).

Då utsugningstemperaturen ( $t_u$ ) vid deplacerande ventilation är högre än rumstemperaturen ( $t_r$ ) så kan man föra bort samma effekt från rummet med en högre inblåsningstemperatur ( $t_i$ ) i förhållande till omblandande ventilation, där  $t_u < t_r$ . Detta betyder, att man kan spara kyleffekt, eller kan utnyttja uteluftens kyleffekt bättre.

Deplacerande ventilation är dessutom delvis självreglerande vid varierande termisk belastning, eftersom en stigande belastning först och främst ger en större temperaturgradient och därmed högre temperatur vid taket.

Temperatureffektiviteten beräknas genom:

Vid deplacerande ventilation gäller att  $\epsilon_t > 100\%$  ( $t_u \leq t_r$ ), medans  $\epsilon_t \leq 100\%$  Vid omblandande ventilation ( $t_u \leq t_r$ ).

Vid fullständig omblandning är  $\epsilon_t = 100\%$  ( $t_u = t_r$ ).

## Tryckfall

Diagrammen visar det totala tryckfallet för donet (vid  $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$ ), d.v.s. summan av statiskt och dynamiskt tryck, anslutet med en rak kanal med en längd på 1 m och samma dimension som donet.

## Ljudnivå

Diagrammen i katalogen anger den A-vägd ljudeffektnivå  $L_{WA}$  för don anslutet med en rak kanal med en längd på 1 m och samma dimension som donet.

Ljudtrycksnivå är ett mått på ljudets styrka, dvs. de tryckvariationer vi uppfattar, medan ljudeffektnivå är en parameter, som karakteriserar ljudkällan. Bägge storheterna anges normalt i enheten dB (decibel), vilket kan ge anledning till en del förvirring.

# Deplacerande don      Deplacerande ventilation

## Ljudtryck ( $L_p$ )

Ett mått på ljudets styrka, karakteriserat av de tryckvariationer, som uppfattas av örat eller mäts med en mikrofon på en ljudmätare. Ljudtryck mäts i Pascal (Pa) och anges normalt som ljudtrycksnivå i decibel (dB) eller dB(A).

## Ljudeffekt ( $L_w$ )

Den effekt, en ljudkälla (t.ex. en maskin) sänder ut i form av ljud. Ljudeffekten mäts i Watt (W) och anges normalt som ljudeffektnivå i decibel (dB) eller dB(A).

I Lindabs katalog anges donens ljudmässiga egenskaper som ljudeffektnivå.

$$\text{Ljudeffektnivå: } L_w = 10 \times \log \frac{N}{N_{re}} \text{ [dB]}$$

där N är den aktuella ljudeffekten [W], som tillförs luften i form av tryckvågor och  $N_{re} = 10^{-12}$  W är referensljudeffekten.

$$\text{Ljudtrycksnivå: } L_p = 20 \times \log \frac{P}{P_{re}} \text{ [dB]}$$

där p är det aktuella ljudtrycket [ $N/m^2$ ] och  $p_{re} = 2 \times 10^{-5}$   $N/m^2$  är referensljudtrycket.

Rumsdämpningen D [dB] är skillnaden mellan ljudeffektnivån och ljudtrycksnivån

$$L_{wok} = L_w - D$$

Den A-vägda ljudeffektnivån,  $L_{WA}$  omräknas till ljudeffektnivå i vart enskilt oktavband genom

$$L_p = L_{WA} + K_{ok}$$

där  $K_{ok}$  är ett korrektionsvärde.  $K_{ok}$  anges i tabellform för vart enskilt don.

## Egendämpning

Anger för varje don reduktionen av ljudeffektnivån från kanal till rum (inkl. ändreflektion).

## Närzon

Det område omkring donet, där lufthastigheten överstiger 0,2 m/s kallas närzonen.

Storleken på närzonen anges för varje don vid en under-temperatur på  $\Delta t = t_r - t_i = 3K$ . Närzonslängden ( $a_0$ ) och bredden ( $b_0$ ) gäller vid en jämnt fördelad termisk belastning.

## Projektering av deplacerande ventilation

Att projektera en ventilationsanläggning efter undanträngandeprincipen, som »fungerar« på grund av de termiska krafterna, och där tilluften tillförs direkt i vistelsezonen, ställer särskilda krav på dimensionering och placering av tilluftsdonen. Systemet är känsligt för värmepåverkningar och donen bör därför aldrig placeras alldeles intill kraftiga värmekällor som t.ex. en radiator. Kraftigt solinfall kan likaledes förstöra systemet och i vissa tillfällen få det till att fungera som ett omblandande system. Stora, kalla vägg- och fönsterytor i lokalen kan leda till en tillbakaströmning av förorenad luft till vistelsezonen.

Systemet är inte lämpligt för uppvärmning och kräver därför, att uppvärmning och ventilation separeras. Utsugning bör alltid ske så högt i lokalen som möjligt.

Råder det tvivel om ett projekt, eller om speciella förhållandena önskas få undersökta, erbjuder Lindab att testa förhållandena i praktiken genom att utföra fullskaleförsök, vilket ofta är värdefullt vid större och komplicerade uppdrag.

## Konvektionsströmmar

Den tillförda luftmängden skall minst motsvara den sammanlagda konvektionsströmmen i rummet (Figur 18). Om den tillförda luftmängden är mindre, kommer konvektionsströmmen dra med sig förorenad luft uppifrån, vilket leder till, att det förorenade lagret dras med ned i vistelsezonen (Figur 19).

Följande parametrar påverkar konvektionsströmmen:

- Värmekällans form och yta
- Värmekällans yttemperatur
- Konvektiv andel av den avgivna värmeeffekten
- Medeltemperatur i lokalen
- Den förorenade zonen höjd i förhållande till värmekällornas placering (höjd) i lokalen.

Konvektionsströmmarna från personer, belysning och maskiner kan fastställas utifrån värmekällornas effekt och placering i rummet (se Tabell 1 och Tabell 2).

Tabell 1, Vägledande konvektionsströmmar för personer.

Aktivitet	met	Värmeavg. W	Luftflöde l/s	
			1,2 m ö.g.	1,8 m ö.g.
Sittande, vila	1,0	100	8-10	-
Sittande aktivitet	1,2	130	10-12	-
Lätt aktivitet, stående	1,6	170	-	25-30
Medelakt., stående	2,0	200	-	30-35
Hög aktivitet, stående	3,0	300	-	35-40

Met: metabolism(föroreningsomsättning), 1 met = 58 W/m<sup>2</sup> kroppsytta.

Tabell 2, Vägledande konvektionsströmmar för diverse värmekällor.

Värmekälla	Luftflöde l/s pr. W	
	1,2 m ö.g.	1,8 m ö.g.
Bordslampor	0,10	0,20
Takbelysning	-	-
Maskiner	0,10	0,20
Solinfall	0,11	0,22

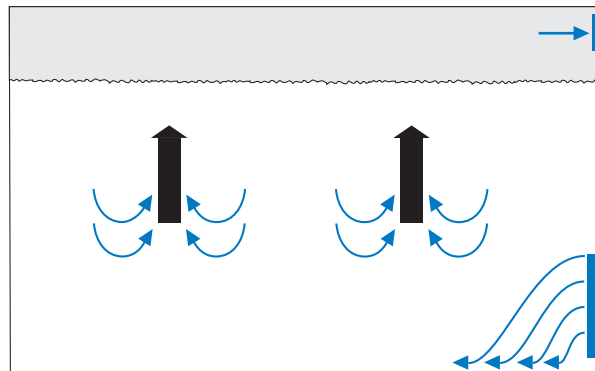


Fig. 18, Deplacerande ventilation med tillräckligt luftflöde.

# Deplacerande don    Deplacerande ventilation

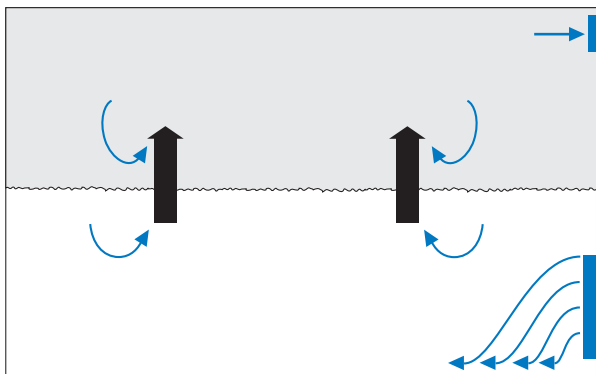


Fig. 19, Deplacerande ventilation med otillräckligt luftflöde.

Kravet på termisk komfort i vistelsezonen sätter gränser på temperaturgradientens storlek. I Tabell 3 anges den av Lindab Comfort maximala rekommenderade gradienten i vistelsezonen angiven vid olika aktivitetsnivåer. Dessutom anges den motsvarande maximala tillåtna under-temperaturen ( $t_r-t_i$ ) då man använder Lindabs COMDIF-don. Temperaturgradienten i vistelsezonen (K/m) kan med god noggrannhet sättas till halva undertemperaturen  $t_r-t_i$  (K).

Tabell 3, Vägledande temperaturgradienter och under-temperaturen.

Aktivitet	Maximal temperatur gradient (K/m)	Maximal under-temperatur $t_r-t_i$ (K)
Sittande, vila	1,5	3,0
Sittande aktivitet	2,0	4,0
Lätt aktivitet, stående	2,5	5,0
Medelakt., stående	3,0	6,0
Hög aktivitet, stående	3,5	7,0

## Närzon

Närzonens storlek anges för vart enskilt don i katalogen. Om flera don monteras i närheten av varandra, ökas närzonen väsentligt (Figur 20).

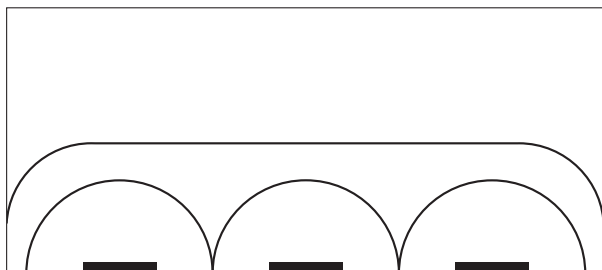


Fig. 20, Don placerade för tätt, varvid det enskilda donets-induktion begränsas.

Ett stort luftflöde från ett don kan resultera i en för stor närzon (Figur 21). Fördelas luften i stället på två don uppnås mindre närzoner (Figur 22).

För att uppnå så små närzoner som möjligt, och därmed utnyttja rummet som bäst, bör luftflödet fördelas jämnt i rummet med så många don som möjligt.

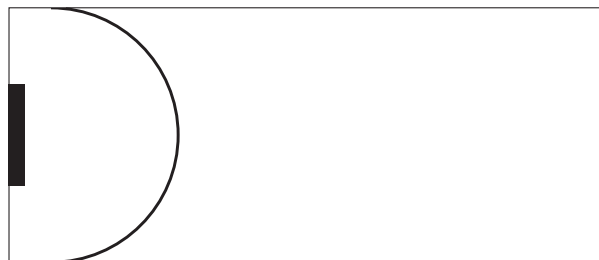


Fig. 21, För stort luftflöde på ett don resulterar i en stor närzon.

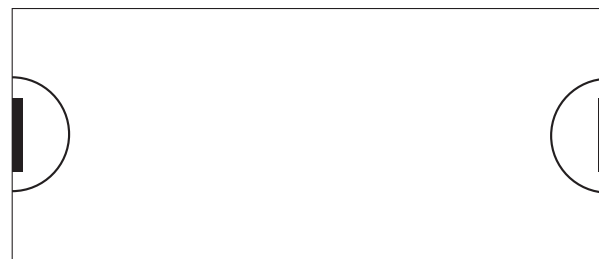


Fig. 22, Mindre luftflöde pr. don och därmed mindre närzoner.

## Flera don

När flera don placeras för tätt intill varandra, ökas närzonen som visat i fig. 20, eftersom det kan skapas strålar mellan donen. På ett visst avstånd från donen kommer det emellertid skapas en plan strömning med något sånär konstant hastighet. Denna sluthastighet beror på det totala luftflödet per meter vägg samt undertemperaturen. I Fig. 23 kan denna sluthastighet avläsas. Det kan ofta vara klokt att fördela luften ut på don som sitter på intill varandra liggande vinkelräta väggar. Här bör donen också placeras jämnt längs väggarna, då det även kan skapas strålar mellan tätsittande don kring ett vaggörn.

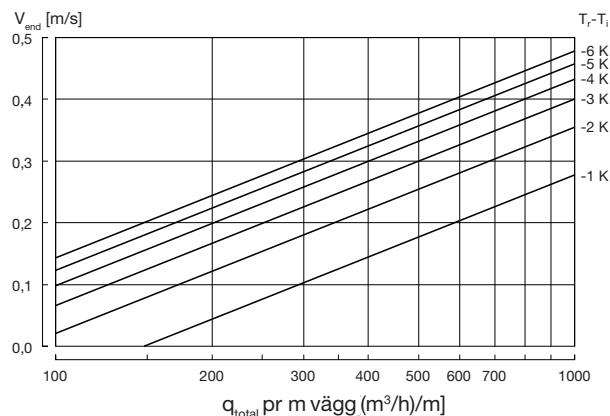


Fig. 23, Sluthastighet vid plan strömning.



# Deplacerande don    Deplacerande ventilation

## Effekt

För att beräkna den effekt, som kan föras bort från rummet med ett deplacerande system, skall man känna till temperaturskillnaden  $t_u - t_r$ , (beror på den termiska belastningen, takhöjden och undertemperaturen ( $t_r - t_i$ )). Vid beräkning av temperatureffektiviteten och den nödvändiga temperaturdifferensen  $t_u - t_i$  skall man räkna med värmekällor vid taket (t.ex. belysning) med 50% av den avgivna effekten. Ur *Figur 25* kan temperatureffektiviteten  $\epsilon_t$  avläsas vid olika kombinationer av takhöjder och värmebelastningar.

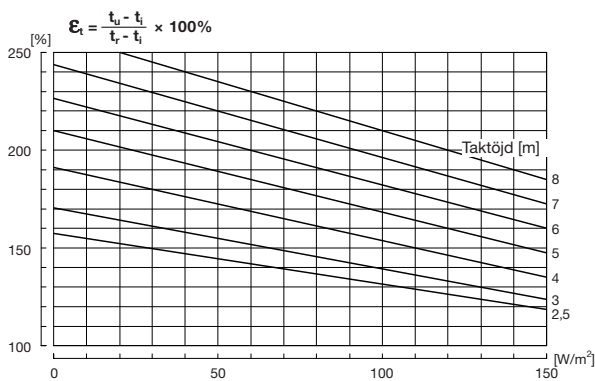


Fig. 24, Temperatureffektivitetens beroende av takhöjd och värmebelastning.

## Beräkningsexempel

Lokal:  $L \times B \times H = 10 \text{ m} \times 6 \text{ m} \times 4 \text{ m}$

Termisk belastning:

10 pers., sittande aktivitet (10 × 130 W)	= 1300 W (22 W/m <sup>2</sup> )
10 bordslampor á 60 W (10 × 60 W)	= 600 W (10 W/m <sup>2</sup> )
10 maskiner á 100 W (10 × 100 W)	= 1000 W (17 W/m <sup>2</sup> )

Sammanlagd belastning = 2900 W (48 W/m<sup>2</sup>)

Minsta luftflöde (från *Tabell 1* och *Tabell 2*):

$$q_{\min} = 10 \text{ pers.} \times 11 \text{ l/s/pers.} + 10 \text{ bordslampor} \times 60 \text{ W/bordslampa} \times 0,1 \text{ l/s/W} + 10 \text{ mask.} \times 100 \text{ W/mask.} \times 0,1 \text{ l/s/W} = 270 \text{ l/s}$$

Nödvändig temperaturdifferens ( $t_u - t_i$ ):

$$t_u - t_i = \frac{2900 \text{ W}}{\frac{270 \text{ l/s}}{1000 \text{ l/m}^3} \times 1,2 \text{ kg/m}^3 \times 1007 \text{ J/kg/K}} = 8,9 \text{ K}$$

Ur *Figur 24* kan temperatureffektiviteten avläsas till  $\epsilon_t = 178$  vid en takhöjd på 4 m och en värmebelastning på 48 W/m<sup>2</sup>.

Härmed kan temperaturskillnaden  $t_r - t_i$  bestämmas

$$\epsilon_t = \frac{t_u - t_i}{t_r - t_i} \Leftrightarrow t_r - t_i = \frac{t_u - t_i}{\epsilon_t} = \frac{8,9 \text{ K}}{1,78} = 5 \text{ K}$$

vilket ger en temperaturgradient i vistelsezonen på 2,5 K/m (då temperaturgradienten i vistelsezonen med god noggrannhet kan sättas till hälften av undertemperaturen  $t_r - t_i$ ). Lindab rekommenderar en temperaturgradient på <2 K/m och därför bör luftflödet ökas.

En temperaturgradient på 2 K/m ger  $t_r - t_i = 4 \text{ K}$  och med oförändrad temperatureffektivitet på 178% blir den acceptabla temperaturdifferensen  $t_u - t_i = 7,1 \text{ K}$ .

För att föra bort värmebelastningen på 2900 W skall luftflödet ändras till:

$$q = \frac{2900 \text{ W}}{7,1 \text{ K} \times 1,2 \text{ kg/m}^3 \times 1007 \text{ J/kg/K}} \times 1000 \text{ l/m}^3 = 337 \text{ l/s}$$



De flesta av oss tillbringar större delen av tiden inomhus. Inomhusklimatet är avgörande för hur vi mår, hur mycket vi orkar och om vi håller oss friska.

Vi på Lindab har därför gjort till vår viktigaste uppgift att bidra till ett inomhusklimat som förbättrar människors liv. Det gör vi genom att utveckla energieffektiva ventilationslösningar och hållbara byggprodukter. Vi vill också bidra till ett bättre klimat för vår planet genom att arbeta på ett sätt som är hållbart för både människor och miljön.

[Lindab](#) | För ett bättre klimat