

## Innehållsförteckning

Begrepp .....	2
Beteckningar och omräkningsfaktorer .....	3
Formelsamling .....	4
Fläktar, allmänt .....	5
Ljudredovisning .....	7
Hjälpmedel vid ljudberäkningar .....	8
Ljudnivå i rum, efterklangsfält .....	10
Fläktdata vid avvikande densitet .....	11
Produkters indelning i miljöklasser .....	12
Mollierdiagram, detalj, lufttemperatur -25 till +40 °C .....	13
Mollierdiagram, lufttemperatur -25 till +55 °C .....	14
Hjälpmedel vid tryckfallsberäkning för kanaler .....	15
Fläktens datauppgifter .....	17
Beräkningsexempel .....	18

## Begrepp

### Densitet

Densitet (specifik vikt) uttrycker massa per volymenhet. För gaser användes enheten  $1 \text{ kg/m}^3$ .

### Effekt

Internationell enhet 1 Watt (1 W). Enheten användes för alla former av effekt, exempelvis elektrisk effekt, mekanisk effekt, värmeeffekt. Mekanisk effekt i enheten 1 kW får samma storleksordning som effekten uttryckt i enheten 1 hk ( $1 \text{ hk} = 0,736 \text{ kW}$ ). Värmeeffekt i enheten 1 kW blir dock av helt annan storleksordning än det tidigare använda  $1 \text{ kcal/h}$  ( $1 \text{ kW} = 860 \text{ kcal/h}$ ).

### Energi

Den internationella enheten är 1 Joule (1 J).  $1 \text{ J} = 1 \text{ Ws} = 1 \text{ Nm}$ . Denna enhet användes i fortsättningen för bl a värmeenergi.  $1 \text{ kcal} = 4186 \text{ J}$  eller  $1 \text{ kcal} = 4,186 \text{ kJ}$ .  $1 \text{ J} = 2,38889 \times 10^{-4} \text{ kcal}$ . För elektrisk energi används normalt enheten 1 kWh ( $1 \text{ kWh} = 3\,600\,000 \text{ Ws}$ ).

### Flöde

Flöde uttryckes per tidsenheten 1 sekund (1 s). Volym per tidsenhet blir  $\text{m}^3/\text{s}$ , vilket måttetal i hög grad avviker från det tidigare använda  $\text{m}^3/\text{h}$ . Överslagsvis kan man säga att  $1 \text{ m}^3/\text{h} = 2,8 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ .

### Massa – tyngd – kraft

Den internationella massaenheten är 1 kilogram (1 kg). Enheten kg ska endast användas för angivande av materialinnehållet i en kropp, d v s massa. Denna blir oförändrad hur än kroppen förflyttas på jorden eller i världsrymden. Ordet vikt bör undvikas som synonym till massa i de fall då det finns risk för missförstånd.

Tyngd avser tyngdkraftens inverkan på massan och är följdaktligen inte synonym till massa. Tyngden hos en kropp varierar om den förflyttas mellan olika platser på jorden.

I en satellit där  $g = 0$  är kroppen tyngdlös (inte viktlös), men har fortfarande kvar sin massa.

Den internationella kraftenheten är 1 newton (1 N). 1 N är den kraft som behövs för att ge massan 1 kg accelerationen  $1 \text{ m/s}^2$ . Denna enhet överensstämmer inte med tidigare kraftenhet 1 kp (1 kgf). Man kan i de flesta fall sätta  $10 \text{ N} \approx 1 \text{ kp}$ .

### Temperatur

För absolut temperatur användes enheten 1 Kelvin (1 K). Temperatur över isens smältpunkt anges i enheten 1 grad Celsius ( $1 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

Temperaturskillnad anges i enhet 1 grad (internationellt dock 1 deg). Enheten 1 grad anger temperaturskillnaden  $1 \text{ }^\circ\text{C}$  eller 1 K. Grad skall alltid skrivas i singularis.

### Tryck

Tryck är kraft per ytenhet. Enheten för tryck är pascal, Pa.  $1 \text{ Pa} = 1 \text{ newton per kvadratmeter}$  ( $1 \text{ N/m}^2$ ). I vissa fall ger denna enhet opraktiskt stora talvärden. Då kan enheten 1 bar = 100 kPa med fördel användas. Tryckhöjningen i fläktar, liksom tryckfall i kanaler, ventiler etc har tidigare angivits i enheten 1 mm vp =  $1 \text{ kp/m}^2$ . Mätetalet för tryck i den nya enheten blir i det närmaste 10 gånger så stort:  $1 \text{ mm vp} = 9,81 \text{ Pa}$ . I många fall kan 2 % fel tillåtas och då sätter man lämpligen  $10 \text{ Pa} = 1 \text{ mmvp}$ . För barometerstånd användes enheten 1 millibar (1 mbar). Denna måttenhet användes inom meteorologin.

### Varvtal

Enheten för rotationsvarvtal i SI-systemet är 1 radian per sekund ( $1 \text{ rad/s}$ ).

Denna enhet ger helt awikande begrepp gentemot enheten 1 varv/min.  $1 \text{ r/min} = 2\pi/60 \text{ rad/s}$ . Övergång till enheten 1 rad/s kommer att göras när motorfabrikanterna inför denna enhet.

## Beteckningar och omräkningsfaktorer

### Omräkningsfaktorer

Tabellen omfattar ett urval av de vanligaste storheterna inom fläkt- och luftbehandlingstekniken. Omräkningsfaktorerna är i förekommande fall avkortade till tre decimaler.

Inom parentes anges för praktiskt bruk användbara närmevärden med ett fel av högst 2 %.

Storhet	Beteckning	SI-enhet	Tidigare	Omräkningsfaktor enhet	Omräkningsfaktor enhet
Kraft	<b>F</b>	N	kp	1 N = 0,102 kp (1 N ≈ 0,1 kp)	1 kp = 9,807 N (1 kp ≈ 10 N)
Tryck	<b>p</b>	Pa	mm vp	1 Pa = 0,102 mm vp (1 Pa ≈ 0,1 mm vp)	1 mm vp = 9,807 Pa (1 mm vp ≈ 10 Pa)
		bar	kp/cm <sup>2</sup>	1 bar = 1,020 kp/cm <sup>2</sup> (1 bar ≈ 1 kp/cm <sup>2</sup> )	1 kp/cm <sup>2</sup> = 0,981 bar (1 kp/cm <sup>2</sup> ≈ 1 Bar)
		mbar	torr <sup>1)</sup>	1 mbar ≈ 0,750 torr (1 000 mbar ≈ 760 mm Hg)	1 torr ≈ 1,333 mbar
Flöde	<b>q</b>	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /h	1 m <sup>3</sup> /s = 3 600 m <sup>3</sup> /h	1 m <sup>3</sup> /h = 0,278 x 10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup> /s (1 000 m <sup>3</sup> /h ≈ 0,28 m <sup>3</sup> /s)
Effekt	<b>P</b>	kW	hk	1 kW = 1,360 hk	1 hk = 0,736 kW
		kW	kcal/h	1 kW = 860 kcal/h	1 kcal/h = 1,163 x 10 <sup>-3</sup> kW
Energi	<b>W</b>	kJ	kcal	1 kJ = 0,239 kcal	1 kcal = 4,187 kJ
Entalpi	<b>i</b>	kJ/kg	kcal/kg	1 kJ/kg = 0,239 kcal/kg	1 kcal/kg = 4,187 kJ/kg
Specifik värme	<b>c<sub>p</sub></b>	kJ/kg grad	kcal/kg °C	1 kJ/kg grad = 0,239 kcal/kg °C	1 kcal/kg °C = 4,187 kJ/kg grad
Värme- ledningstal	<b>λ</b>	W/m grad	kcal/m °C	1 W/m grad = 0,860 kcal/m °C h	1 kcal/m °C h = 1,163 W/m grad
Värme- genomgångstal	<b>k</b>	W/m <sup>2</sup> grad	kcal/m <sup>2</sup> °C h	1 W/m <sup>2</sup> grad = 0,860 1 kcal/m <sup>2</sup> °C h	1 kcal/m <sup>2</sup> °C h = 1,163 W/m <sup>2</sup> grad

<sup>1)</sup> 1 torr = 1 mm Hg vid 0 °C och g = 9,80665 m/s<sup>2</sup>.

**Formelsamling****Luftflöde, q m<sup>3</sup>/s**

$$q = A \cdot v$$

A = tvärsnittsarean, m<sup>2</sup>

v = lufthastigheten, m/s

**Dynamiskt tryck, p<sub>d</sub> Pa**

$$p_d = \frac{\rho \cdot v^2}{2}$$

ρ = luftens densitet, kg/m<sup>3</sup>

v = lufthastigheten, m/s

**Hydraulisk diameter, d<sub>h</sub> m**

$$d_h = \frac{4 \cdot A}{O}$$

A = tvärsnittsarean, m<sup>2</sup>

O = kanalens omkrets, m

d<sub>h</sub> för rektangulär kanal

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

a och b är kanalens sidor

d<sub>h</sub> för cirkulär kanal

d<sub>h</sub> = d = kanaldiametern

**Totaltryckfall – tilluft, p<sub>t</sub> Pa**

$$p_t = p_s + p_d$$

p<sub>s</sub> = statiskt tryckfall, Pa

p<sub>d</sub> = dynamiskt tryckfall, Pa

**Totaltryckfall – frånluft, p<sub>t</sub> Pa**

$$p_t = (-p_s) + p_d$$

p<sub>s</sub> = negativt statiskt tryckfall, Pa

p<sub>d</sub> = dynamiskt tryckfall, Pa

**Tvärsnittsarea cirkulär kanal, A m<sup>2</sup>**

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

d = kanalens diameter, m

**Omkrets cirkulär kanal, O m**

$$O = \pi \cdot d$$

d = kanalens diameter, m

**Luftens densitet, kg/m<sup>3</sup>**

$$\rho_t = 1,293 \cdot \frac{B}{1013} \cdot \frac{273}{273 + t}$$

B = barometerståndet, mbar

t = lufttemperaturen, °C

**Kyl-/värmeeffekt, P kW**

$$P = q \cdot \rho \cdot c_p \cdot \Delta t$$

q = luftflödet, m<sup>3</sup>/s

ρ = luftens densitet, kg/m<sup>3</sup>

c<sub>p</sub> = luftens specifika värmekapacitet, kJ/kg, K (≈1,0)

Δt = temperaturskillnad, °C, mellan från- och tilluft

## Fläktar – allmänt

### Ljudteknisk ordlista

#### Absorption

Minskning av ljudenergi (omvandling till värmeenergi i absorberande material).

#### A-vägd ljudnivå

Ljudtrycksnivå bestämd med ljudnivåmätare som har A-filter inkopplat. Skrivs dB(A).

#### Decibel

Enheten för logaritmisk funktion av viss storhet. (Används ofta för den logaritmiska funktionen av ljudtryck och ljudeffekt men också i helt andra sammanhang.)

#### Ekvivalent ljudabsorptionsarea

Ett rums ekvivalenta ljudabsorptionsarea är ett mått på begränsningsytornas area multiplicerat med deras genomsnittliga absorptionsförmåga.

#### Frekvens

I ljudtekniska sammanhang är frekvensen antalet trycksvängningar per sekund. Frekvens har enheten hertz (Hz).

#### Ljudeffekt, ljudeffektnivå

Ljudeffekten, mätt i W, är den effekt som tillförs luften och förorsakar trycksvängningar (ljud). Den logaritmiska funktionen benämns ljudeffektnivå och har oftast enheten dB. Enheten B förekommer också ibland (1 B = 10 dB).

#### Ljudtryck, ljudtrycksnivå

Ljudtryck, mätt i Pa, är ett mått på storleken av trycksvängningarna i luften. Den logaritmiska funktionen benämns ljudtrycksnivå och har enheten dB.

#### Oktavband

En standardiserad uppdelning i frekvensområden. Oktavbanden benämns efter sina mittfrekvenser.

#### Total ljudeffektnivå, $L_{w,tot}$

Logaritmiska summan av ljudeffektnivåerna i oktavband 125–8000 Hz. Används som utgångsvärde för beräkning av ljudeffekt i ett oktavband vid redovisning av ljudalstring.

En fläkt är avsedd att åstadkomma en strömningstransport av luft eller annan gas.

För att en sådan strömning skall komma till stånd, t. ex. i ett kanalsystem, erfordras på lämplig plats i systemet en tryckhöjning hos gasen. Den erforderliga tryckhöjningen kan åstadkommas med en fläkt eller - i de fall särskilt stor tryckhöjning fordras - med en kompressor.

### Beteckningar

$q$	= gasflöde vid fläktinlopp . . . . . m <sup>3</sup> /s (m <sup>3</sup> /h)
$\Delta p_t$	= totaltrycksökning mellan fläktens anslutningar . . . . . Pa (mm vp)
$p_d$	= dynamiskt tryck i fläktutlopp . . . . . Pa (mm vp)
$p_a$	= absolut tryck . . . . . Pa (mm vp)
$T$	= absolut temperatur . . . . . K
$n$	= fläktvarvtal . . . . . r/min
$P_u$	= teoretisk effekt . . . . . kW
$P_r$	= fläktjulets effektbehov . . . . . kW
$P_e$	= uttagen aktiv eleffekt från nätet . . . . . kW
$L$	= arbetslinje eller nummer på sådan
$v$	= gashastighet i fläktutlopp . . . . . m/s
$\eta_r$	= fläktjulets verkningsgrad . . . . . %
$\eta_e$	= totalverkningsgrad för fläkten . . . . . %
$\delta$	= gasens densitet . . . . . kg/m <sup>3</sup>

### Arbetssätt

I en fläkt tillföres strömmande gasmassa energi via ett eller flera skovelförsedda fläktjul. Vid passage genom fläktjulet(en) höjes vanligen gasens såväl dynamiska som statiska tryck.

Utloppshastigheten ur hjulet omsättes oftast delvis i statiskt tryck under passagen från hjulutlopp till fläktutlopp.

I radialfläktar sker denna omsättning från hastighetsenergi till statiskt tryck i den spiralformade kåpan. Fläktar som anslutes till kanalsystem har i allmänhet samma anslutningsarea på in- och utlopp. Då i sådana fall gashastigheten och därmed det dynamiska trycket är lika i fläktens anslutningar, uppfattas fläktens totaltrycksökning enbart som en höjning av det statiska trycket mellan fläktens anslutningsflansar.

En frisugande fläkt däremot suger luft från en lokal, där såväl det statiska trycket som hastigheten är 0, och levererar luften i fläktutloppet vid en viss hastighet och förhöjt statiskt tryck. I detta fall uppfattas således fläktens totaltrycksökning som en ökning av såväl statiskt som dynamiskt tryck.

### Definition av verkningsgrader för fläktar

Fläktjulets verkningsgrad:

$$\eta_r = \frac{P_u}{P_r} \times 100\%$$

Fläktens totalverkningsgrad:

$$\eta_e = \frac{P_u}{P_e} \times 100\%$$

där  $P_u$  är teoretisk effekt enligt

$$P_u = \frac{q \times \Delta p_t}{1000} \text{ kW}$$

vari  $q$  anges i m<sup>3</sup>/s och  $\Delta p_t$  i Pa.

### Varvtalens inverkan på fläktens effekt

Vid oförändrade belastningsförhållanden (oförändrad strypning) ändrar sig:

1. Luftmängden i direkt proportion mot varvtalet

$$\frac{q}{q_1} = \frac{n}{n_1}$$

2. Statika, dynamiska och totala trycket i direkt proportion mot kvadraten på varvtalet

$$\frac{p}{p_1} = \left( \frac{n}{n_1} \right)^2$$

3. Effektbehovet i direkt proportion mot kuben på varvtalet.

$$\frac{P}{P_1} = \left( \frac{n}{n_1} \right)^3$$

Dessa formler gäller om tryckfallet är proportionellt mot kvadraten på luftflödet.

## Ljudredovisning

### Fläktar

För fläktar i denna katalog redovisas alstrad ljudeffektnivå.

Redovisningen görs i åtta oktavband och för olika ljudvägar. Värdet i varje oktavband fås genom att avläsa total ljudeffektnivå,  $L_{w,tot}$ , i fläktdiagrammet och korrigera med aktuell korrigeringsfaktor,  $K_{ok}$  enligt tabell vid fläktdiagram.

Mätningar görs enligt ISO 3741 eller ISO 5136.

ISO 3741 används vid mätning av ljudeffektnivån till fläktars eller aggregats omgivning och ISO 5136 vid mätning av ljudeffektnivå till kanal.

Om mätningen sker med fritt uppställd fläkt blir resultatet lägre ljudnivå. Branschorganisationen ASHRAE i USA anger i Application of Manufacturers Sound Data:

”Vid ljudmätning får fritt uppställd fläkt 5–10 dB lägre ljudnivå i oktavband från 250 Hz och lägre än fläkt i aggregathölje.”

### Mätonoggrannhet

ISO har i samband med framtagning av sin mätmetod för ljudeffektnivå till kanal också utrett onoggrannheten i olika oktavband (90 % säkerhet)

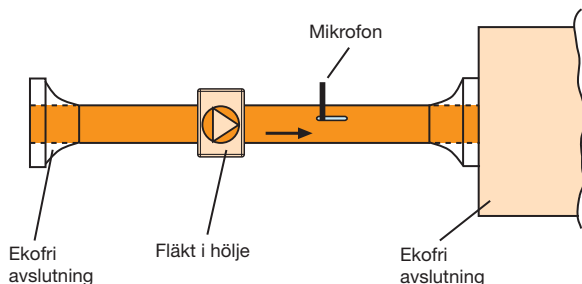
Oktavband (Hz)	63	125	250	500
Onoggrannhet (dB)	±5,0	±3,4	±2,6	±2,6
Oktavband (Hz)	1000	2000	4000	8000
Onoggrannhet (dB)	±2,6	±2,9	±3,6	±5,0

### Ljuddämpande produkter

För ljuddämpare och andra ljuddämpande produkter redovisas insatsdämpningen,  $\Delta L$ .

Insatsdämpningen är uppmätt enligt ISO 5136.

### ISO-metod



Mätning görs inuti en kanal med specificerad utformning och reflexionsfri anslutning. Mätningar och beräkningar görs i 1/3 oktavband.

## Hjälpmedel vid ljudberäkningar

### Rumsabsorption

Rummets volym, yornas beskaffenhet och inredningsdetaljerna påverkar den resulterande ljudnivån i stor utsträckning. För att räkna ut ett rums ekvivalenta absorptionsarea kan tabell med närmevärden för absorptionsfaktorn  $\alpha$  och diagram användas.

Generellt gäller att rumskonstanten (R) beräknas enligt följande:

$$R = \frac{S \times \alpha_m}{1 - \alpha_m} \text{ (m}^2\text{)}$$

där:

$$S \times \alpha_m = S_1 \cdot \alpha_1 + S_2 \cdot \alpha_2 + \dots + S_n \cdot \alpha_n$$

$$S = \text{rummets totala begränsningsarea (m}^2\text{)}$$

$$S_1 \dots S_n = \text{delyornas area (m}^2\text{)}$$

$$\alpha_1 \dots \alpha_n = \text{delyornas absorptionsfaktorer}$$

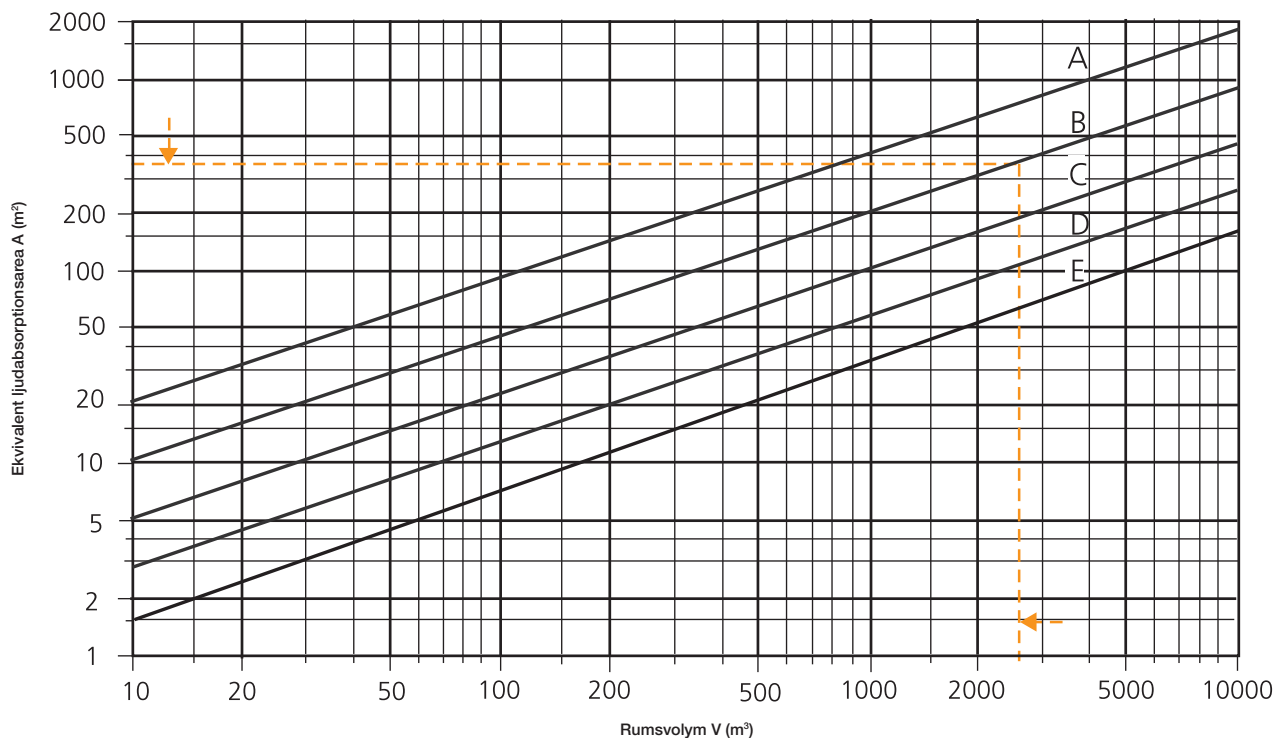
$$\alpha_m = \text{medelabsorptionsfaktorn för totala begränsningsytan}$$

Exempel (orange streckad linje i diagram):

En butikslokal för kläder med dimensionerna 20 x 30 x 4,5 m (d v s 2,700 m<sup>3</sup>) har en medelabsorptionsfaktor  $\alpha_m = 0,25$ . Lokalens ekvivalenta rumsabsorption blir 350 m<sup>2</sup>.

### Olika lokalers medelabsorptionsfaktor

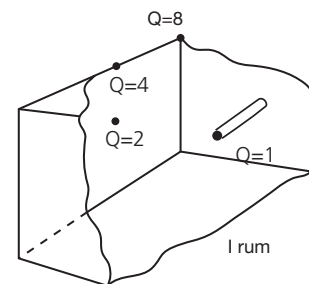
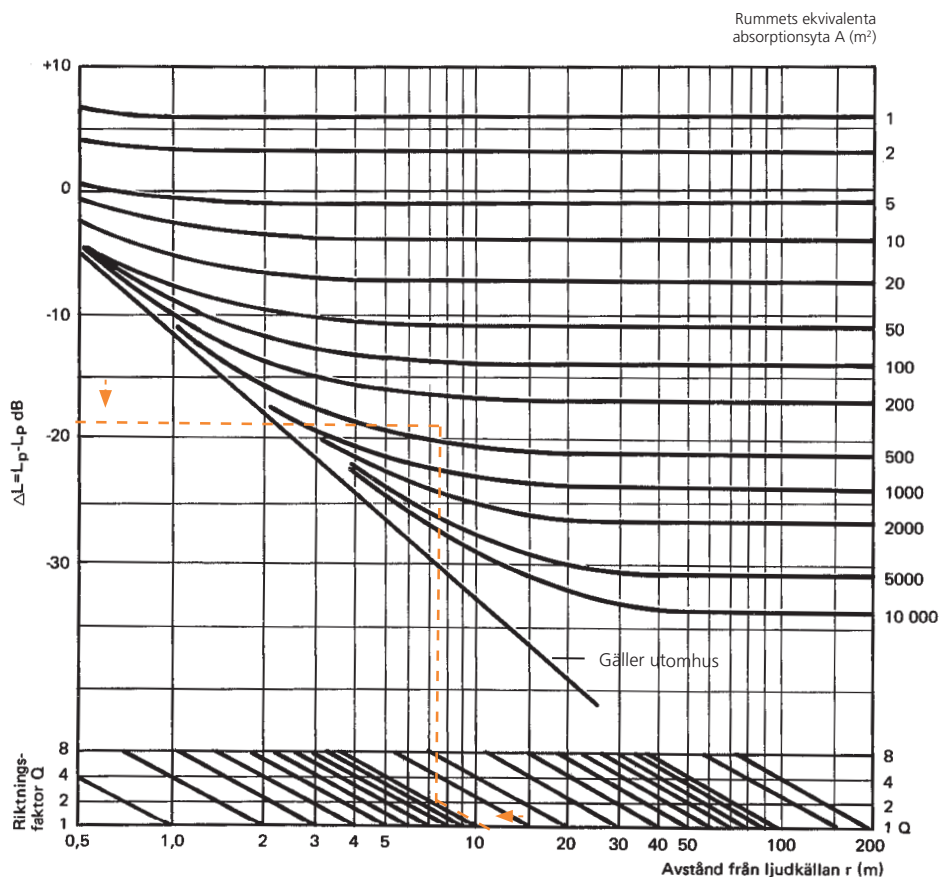
Typ av rum	Medelabsorptionsfaktor $\alpha_m$
Radiostudio, musikrum	0,30 - 0,45
TV-studio, varuhus, läsrum	0,15 - 0,25
Bostäder, kontor, hotellrum, konferenslokaler, teatrar	0,10 - 0,15
Skolsalar, vårdhem, små kyrkor	0,05 - 0,10
Fabrikshallar, simhallar, stora kyrkor	0,03 - 0,05



- A Kraftigt dämpat rum  $\alpha_m = 0,40$
- B Dämpat rum  $\alpha_m = 0,25$
- C Normalt rum  $\alpha_m = 0,15$
- D Hårt rum  $\alpha_m = 0,10$
- E Mycket hårt rum  $\alpha_m = 0,05$



Differens mellan ljudtrycksnivå och ljudeffektnivå



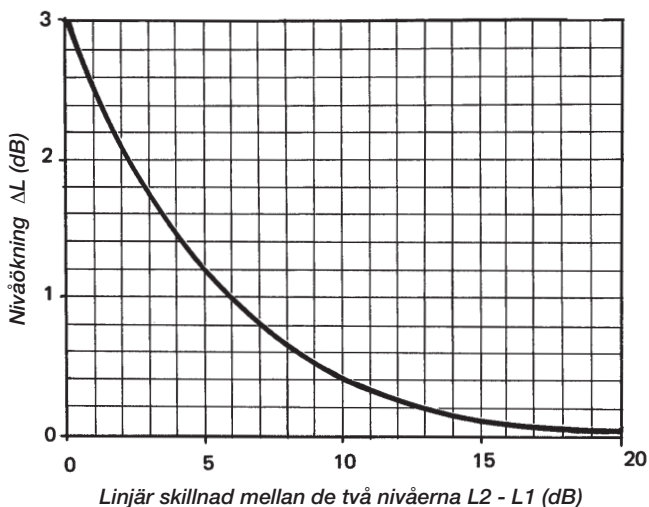
Riktningfaktor, Q

Faktor för en ljudkällas spridningsbild. Faktorn beror av ljudkällans placering i förhållande till reflekterande ytor.

Differens mellan ljudtrycksnivå och ljudeffektnivå på avståndet r från en ljudkälla med riktningfaktorn Q. Rummets ekvivalenta ljudabsorptionsarea inlagd som parametrar.

Exempel (orange streckad linje): 10 meters avstånd från ljudkälla. Riktningfaktor Q=2 (vid vägg). Lokalens ekvivalenta rumsabsorption 350 m<sup>2</sup> (enligt exempel från föregående sida). Differensen blir -18 dB på 10 meters avstånd från ljudkällan.

Addition av två olika nivåer



Vägningsfilter

Vägningsfilter, nivåvärden med toleranser för precisionsljudnivåmätare. Värdena avser hela instrumentet i fritt ljudfält.

Mittfrekvens oktavband	Kurva A (dB)	Kurva B (dB)	Kurva C (dB)	IEC toleransgräns (±dB)
31,5	-39,4	-17,1	-3,0	1,5
63	-26,2	-9,3	-0,8	1,5
125	-16,1	-4,2	-0,2	1,0
250	-8,6	-1,3	0	1,0
500	-3,2	-0,3	0	1,0
1 000	0	0	0	1,0
2 000	+1,2	-0,1	-0,2	1,0
4 000	+1,0	-0,7	-0,8	1,0
8 000	-1,1	-2,9	-3,0	+1,5/-3,0
16 000	-6,6	-8,4	-8,5	+3,0

## Ljudnivå i rum

### Efterklangsfält

Vid mätning av ljudnivå från installationer görs dessa i efterklangsfältet.

Ljudmätning i direktfältet utförs normalt inte. Bl a beror detta på svårigheten att ange vad som är direktfält. Är detta 0,5 m från ljudkällan? 0,8 m? 1,5 m?

Krav på ljudnivå från installationer anges därför som regel i efterklangsfältet. Orsaken är att efterklangsfältet är det enda väldefinierade området för ljudmätning.

Efterklangsfältet börjar där rumsdämpningen inverkar på ljudnivån fullt ut, d v s när avklingning inte längre sker.

I praktiken räknar man dock med att en del av övergångszonen också är en del av efterklangsfältet. Det skulle annars bli svårt att utföra mätning av ljudnivå i rum där efterklangsfältet blir väldigt litet.

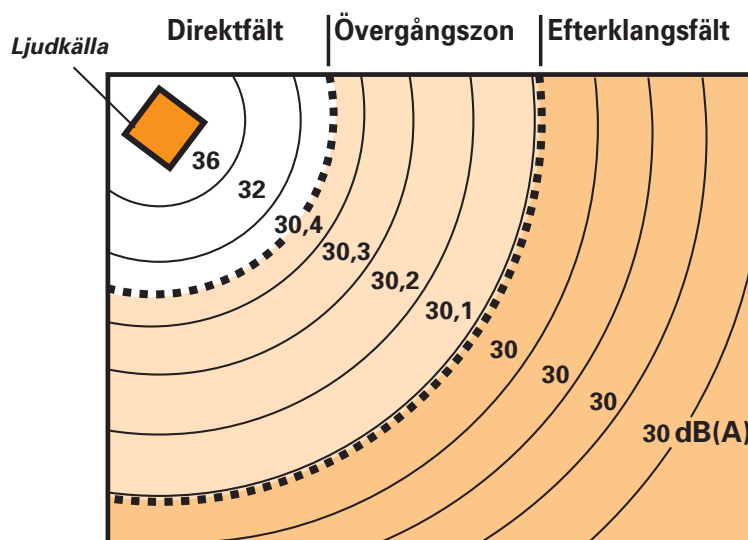
### Ljudnivåkrav

De övergripande kraven i Boverkets byggregler, BBR 99, är mycket hårda, men med begränsad angivelse av siffervärden.

Generellt anges för vårdlokaler, fritidshem, daghem, lektionssalar, arbetslokaler avsedda för kontorsarbete och liknande att lokalerna skall utformas så att störande ljud "dämpas i den omfattning som verksamheten kräver och inte i besvärande grad påverkar dem som arbetar eller vistas i lokalen".

Motsvarande skrivning anges för bostäder.

Kraven formuleras annorlunda jämfört med tidigare och det kan finnas möjlighet till olika tolkningar. Av den anledningen redovisas inte här några kravvärden i siffror.



Exempel på hur ljudtrycksnivån kan avklinga från ljudkällan i ett rum.

## Fläktdata vid avvikande densitet

De diagram och data för fläktar som redovisas i denna katalog gäller för densiteten 1,2 kg/m<sup>3</sup> vid fläktinloppet.

Densiteten är 1,2 kg/m<sup>3</sup> för luft med temperaturen 20 °C vid relativ fuktighet 50 % och vid havsnivå (1013 mbar). För omräkning av fläktdata till annan densitet gäller nedanstående samband.

1. Luftflödet i m<sup>3</sup>/s varierar inte med densiteten.
2. Statiska, dynamiska och totala trycket fås ur:

$$p = p_{1,2} \times K_1 \times K_2.$$

3. Effektbehovet fås ur:

$$P = P_{1,2} \times K_1 \times K_2$$

4. Densiteten fås ur:

$$\rho = \rho_{1,2} \times K_1 \times K_2$$

där K<sub>1</sub> och K<sub>2</sub> fås ur vidstående diagram.

I många sammanhang används normal kubikmeter, nm<sup>3</sup>, eller normal kubikmeter per sekund, nm<sup>3</sup>/s.

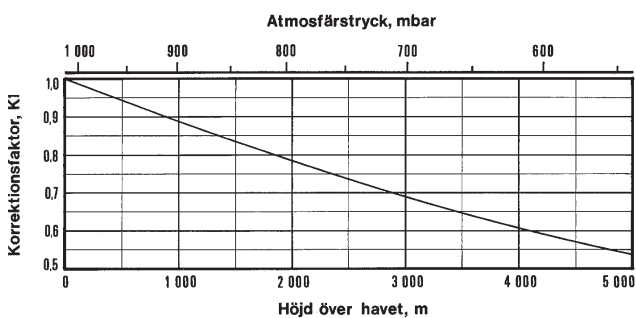
Med normal kubikmeter, nm<sup>3</sup>, menas den gasmängd som vid trycket 1 bar och temperaturen 0 °C har volymen 1 m<sup>3</sup>.

Luftflödet uttryckt i nm<sup>3</sup>/s är således konstant oberoende av om luften kyls eller värms. Omräkning från luftflöde uttryckt i nm<sup>3</sup>/s till verkligt luftflöde i m<sup>3</sup>/s görs enligt följande:

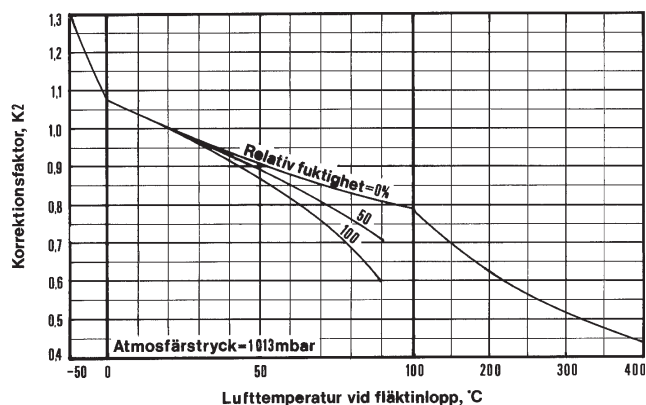
$$q = q_n \times \frac{1,06}{K_1 \times K_2}$$

där q<sub>n</sub> är luftflödet i nm<sup>3</sup>/s.

### Korrektionsfaktor K<sub>1</sub>



### Korrektionsfaktor K<sub>2</sub>



**Miljöklasser**

Miljöklasser enligt Boverkets handbok om stålkonstruktioner, BSK 99, baserade på SS-EN-ISO 12944-2:

Miljöklass	Luftens aggressivitet	Miljöexempel
C1	Mycket låg	Inomhus i torr luft, t ex i uppvärmd lokal.
C2	Låg	Inomhus i luft med växlande temperatur och fuktighet samt obetydliga halter luftföroreningar, t ex i ej uppvärmd lokal. Utomhus i områden med låga halter luftföroreningar.
C3	Måttlig	Inomhus vid måttlig påverkan och måttliga halter luftföroreningar. Utomhus i områden med viss mängd salt eller måttliga mängder luftföroreningar.
C4	Hög	Utomhus i luft med måttlig mängd salt eller påtagliga mängder luftföroreningar. Inomhus i utrymmen med hög fuktighet och stor mängd luftföroreningar, t ex simhallar, industrilokaler.
C5-I	Mycket hög (Industriell)	Inomhus med nästan permanent fuktcondensation och stor mängd luftföroreningar. Utomhus i industriella områden med hög luftfuktighet och aggressiv atmosfär.
C5-M	Mycket hög (Marin)	Inomhus, se ovan. Utomhus i kust och offshoreområden med stor mängd salt.

**Tidigare miljöklasser**

Översättning från BSK 94 till BSK 99:

M0 motsvaras av C1

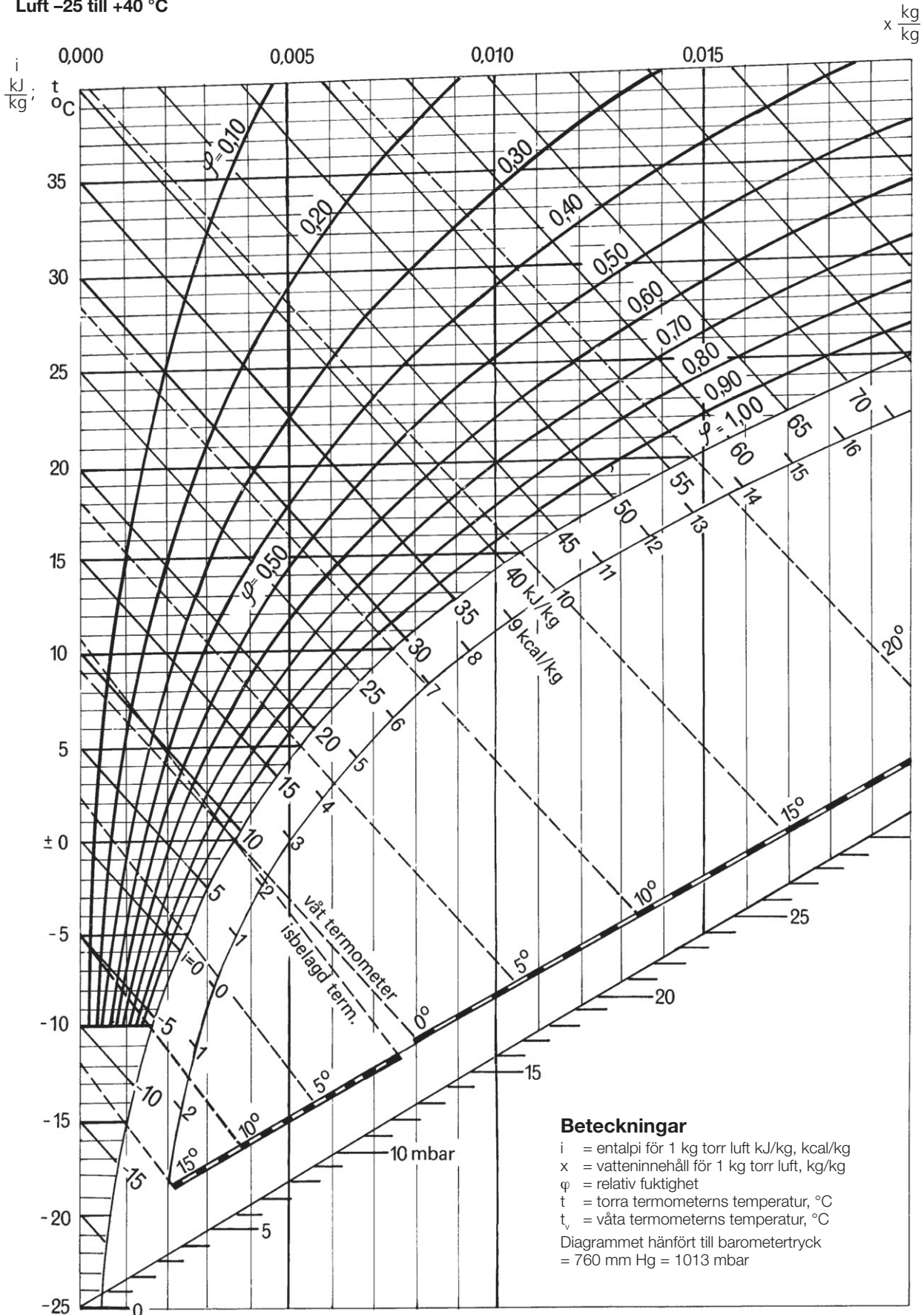
M1, M2 motsvaras av C2

M3 motsvaras av C3, C4

M4 motsvaras av C5.

Mollierdiagram för fuktig luft

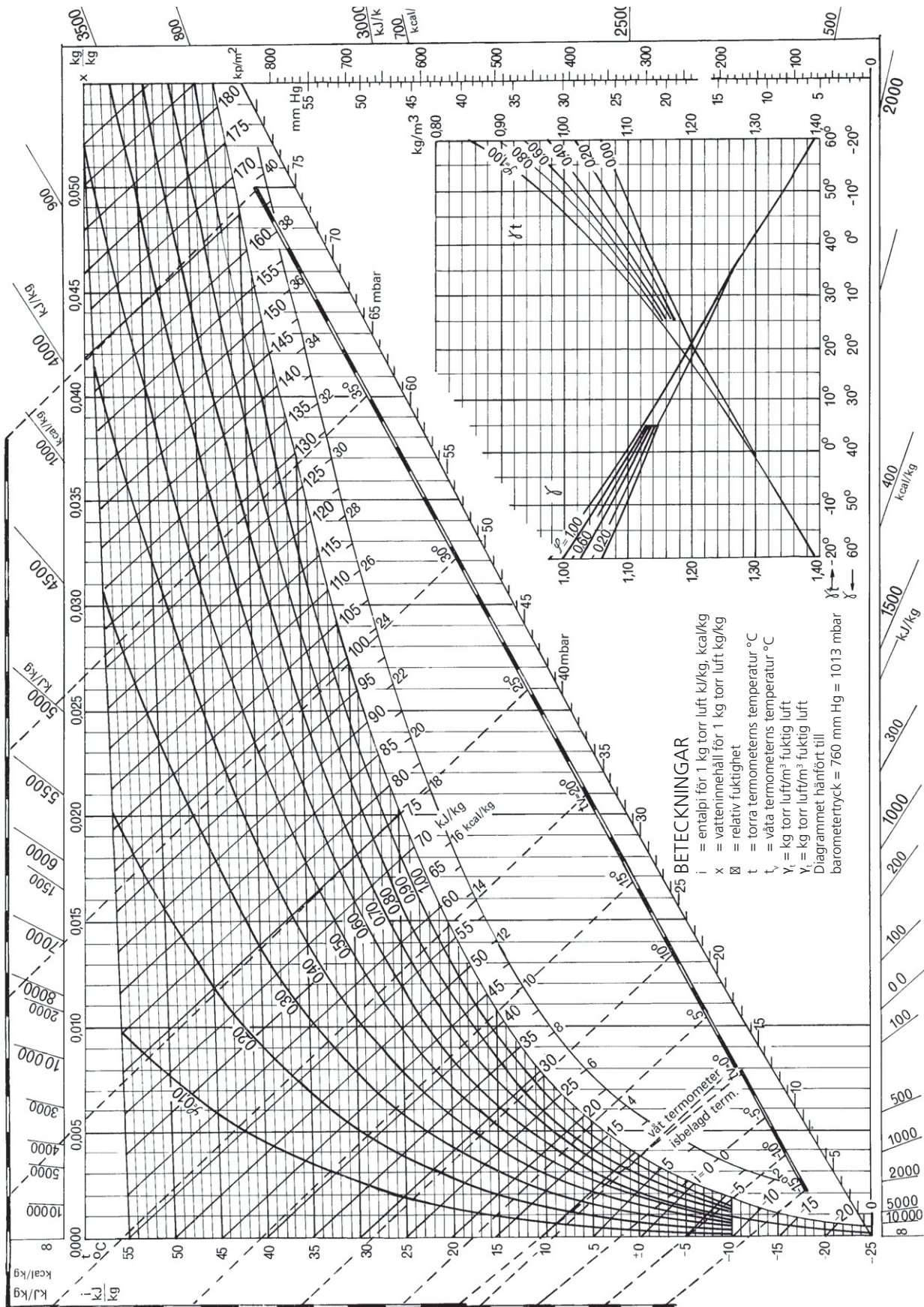
Luft -25 till +40 °C





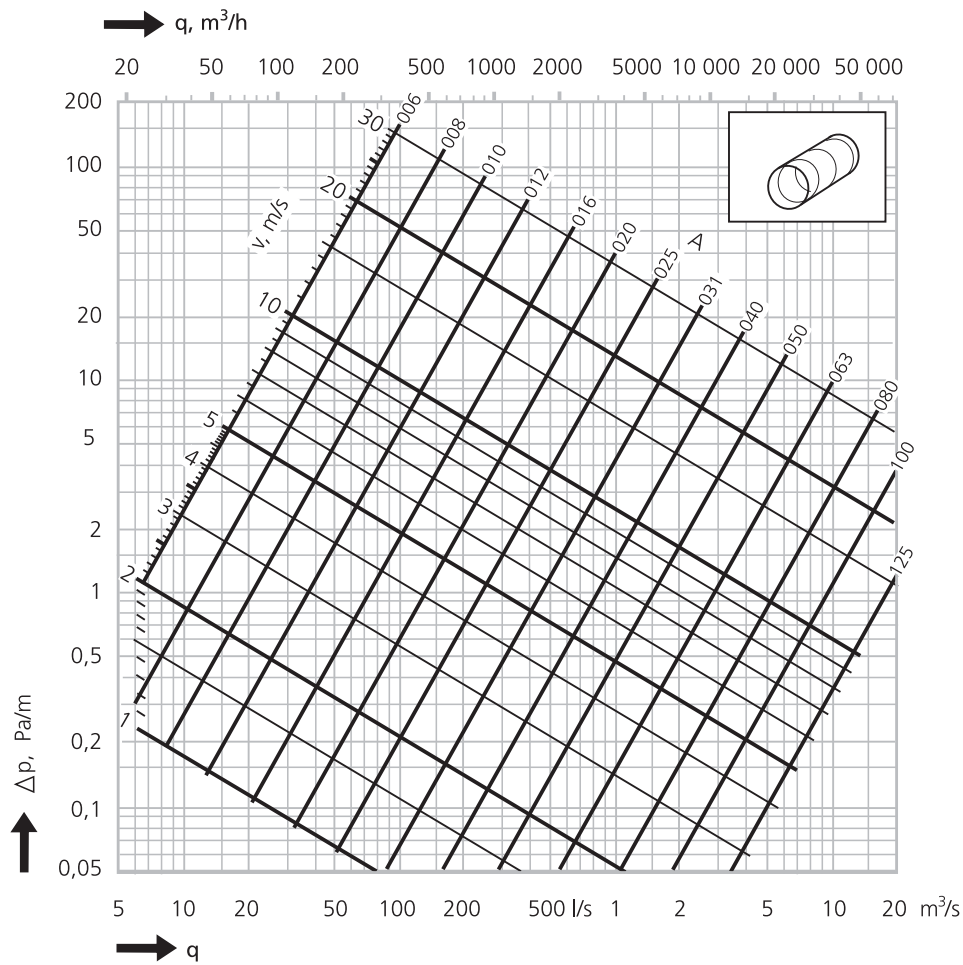
Mollierdiagram för fuktig luft

Luft -25 till +55 °C

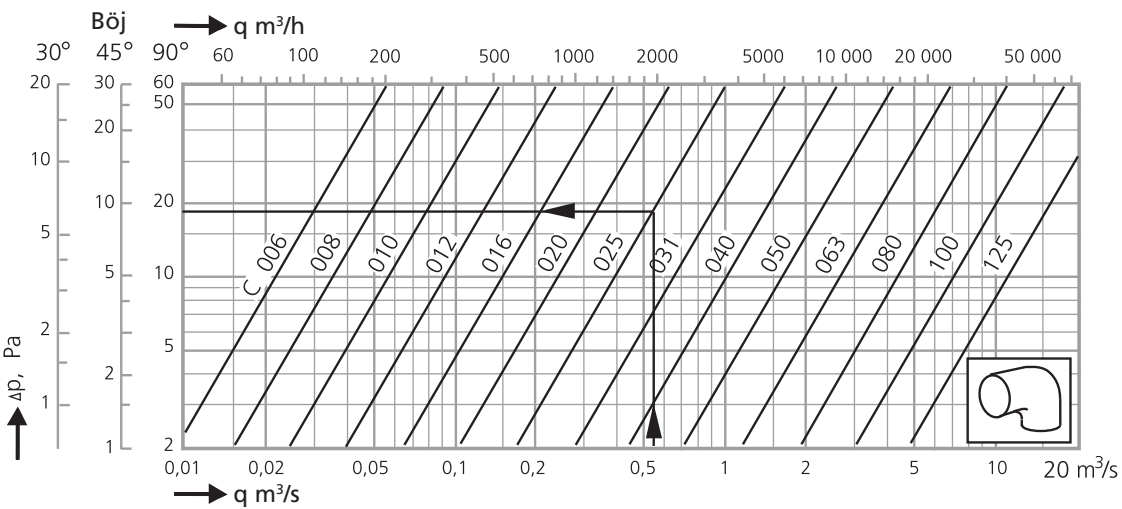


Tryckfallsdiagram kanaler

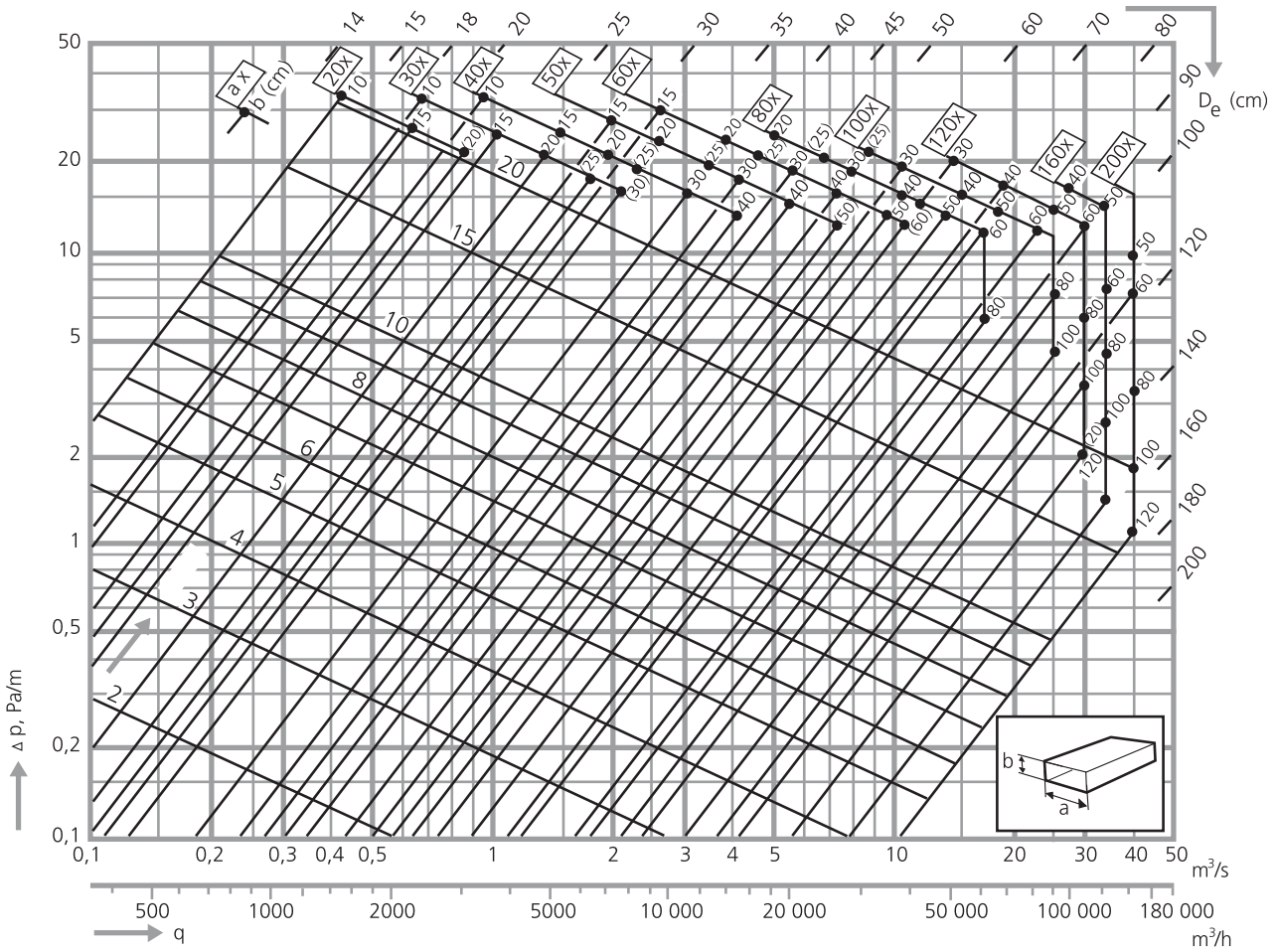
Cirkulära kanaler



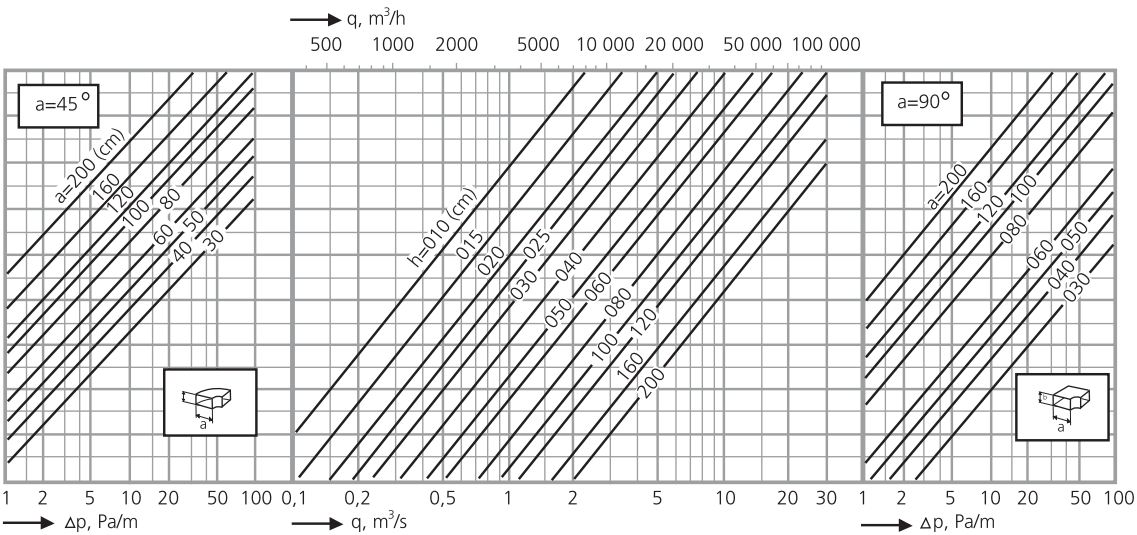
Cirkulära böjar



Rektangulära kanaler



Rektangulära böjar





## Beräkningsexempel

### Radialfläkt FML, FKL, FAM, FAH

#### Allmänt

Diagrammen gäller för luft med densiteten  $1,2 \text{ kg/m}^3$ . I tryckflödesdiagrammet är fläktens rekommenderade arbetsområde, där VVS-AMA:s krav på verkningsgrad innehålls, markerat med ett orange fält. I de fall fläktens prestanda redovisas inklusive tryckfall före fläktinlopp eller efter fläktutlopp anges verkningsgrader i diagrammet för motsvarande fläkt utan dessa tryckfall. Stryplinjer för jämna värden på verkningsgraden är inritade, de representerar olika anläggningskarakteristiker, för vilka gäller att tryckfallet är proportionellt mot kvadraten på luftflödet.

Total ljudeffektnivå,  $L_{W, \text{tot}}$  till ansluten utloppskanal är markerad med orange kurvor och orange siffror. Korrekationer för olika ljudvägar och oktavband redovisas i tabellform.

#### Fläktdiagram, enkelsugande lågtrycksfläktar

Totaltryckskurvorna gäller för fläkt som är kanalansluten på både inlopp och utlopp.

I diagrammet "Systemförluster" redovisas:

- $p_1 =$  Inströmningsförlusten för fläkt med frisugande inlopp och kanalanslutet utlopp.
- $p_2 =$  Stötförlusten vid utloppet (utöver det dynamiska trycket för fläkt med kanalanslutet inlopp och utloppet friblåsande eller anslutet till tryckkammare.
- $p_3 =$  Summan av inströmningsförlusten och stötförlusten vid utloppet (utöver det dynamiska trycket) för fläkt med frisugande inlopp och utloppet friblåsande eller anslutet till tryckkammare.
- $p_d =$  Dynamiska trycket i fläktutloppet.

Effektkurvorna redovisar fläktens nettoeffektbehov, exklusive förluster i remtransmission och lager.

#### Anslutningsfall:

##### 1. Fläkt med kanalanslutna inlopp och utlopp

Tryck-flödesdiagrammet gäller för detta anslutningsfall. Skillnaden i dynamiskt tryck mellan fläktens ut- och inlopp adderas till anläggningens statiska tryckfall  $P_{\text{stat}}$  innan fläktens arbetspunkt bestäms i tryckflödesdiagrammet.

$$p_{\text{tot}} = p_{\text{stat}} + (p_d - p_d, \text{ inlopp}).$$

##### 2. Fläkt med frisugande inlopp och kanalanslutet utlopp

Eftersom fläkten är frisugande uppstår en inströmningsförlust  $p_1$  som redovisas i diagrammet "Systemförluster". Inströmningsförlusten  $p_1$  och det dynamiska trycket i fläktloppet  $p_d$ , adderas till anläggningens statiska motstånd  $p_{\text{sta}}$  innan fläktens arbetspunkt bestäms i tryck-flödesdiagrammet.

$$p_{\text{tot}} = p_{\text{stat}} + p_1 + p_d.$$

##### 3. Fläkt med kanalanslutet inlopp och utloppet friblåsande eller anslutet till tryckkammare

På grund av den ojämna hastighetsfördelningen i fläktutloppet uppstår utöver förlusten av det dynamiska trycket  $p_d$ , en stötförlust  $p_2$  som redovisas i diagrammet "Systemförluster".

Stötförlusten  $p_2$  och skillnaden i dynamiskt tryck mellan fläktens ut- och inlopp adderas till anläggningens statiska tryckfall  $p_{\text{stat}}$  innan fläktens arbetspunkt bestäms i tryck-flödesdiagrammet.

$$p_{\text{tot}} = p_{\text{stat}} + p_2 + (p_d - p_d, \text{ inlopp}).$$

För storlek FML 71-80, FKL 90-140 är  $p_d = p_d, \text{ inlopp}$  och

$$p_{\text{tot}} = p_{\text{stat}} + p_2$$

För FAM och FAH gäller att  $p_2 = 0$

##### 4. Fläkt med frisugande inlopp och utloppet friblåsande eller anslutet till tryckkammare

På grund av den ojämna hastighetsfördelningen i fläktutloppet uppstår utöver förlusten av det dynamiska trycket  $p_d$  en stötförlust. Summan av denna stötförlust och inströmningsförlusten vid inloppet betecknas med  $p_3$  och redovisas i diagrammet "Systemförluster".

Systemförlusten  $p_3$  och det dynamiska trycket i fläkt utloppet  $p_d$  adderas till anläggningens statiska tryckfall  $p_{\text{stat}}$  innan fläktens arbetspunkt bestäms i tryck-flödesdiagrammet.

$$p_{\text{tot}} = p_{\text{stat}} + p_3 + p_d$$

För FAM och FAH gäller att  $p_3 = p_1$  då  $p_2 = 0$

## Fläktens datauppgifter

### Radialfläkt FML, FKL, FAM, FAH

#### Exempel

Radialfläkt FKLB-3-090, med frisugande inlopp och utloppet anslutet till kanal.

Luftflöde = 5,2 m<sup>3</sup>/s.

$p_{\text{stat}}$  = summan av alla tryckfall i kanalsystemet = 1110 Pa.

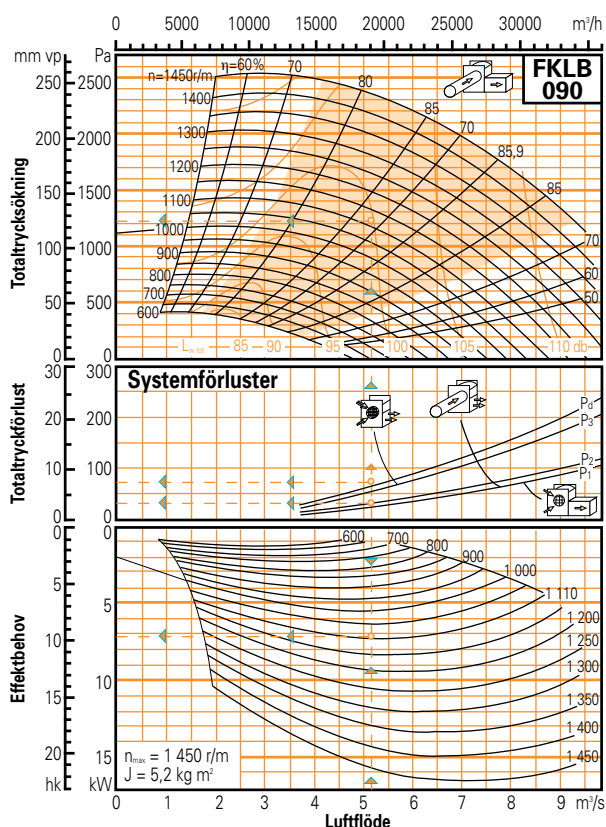
Gå in vid luftflödet 5,2 m<sup>3</sup>/s och avläs i diagrammet för systemförluster stöförlusten  $P_1$  till 30 Pa och dynamiska trycket  $P_d$  till 70 Pa.

Erforderlig totaltryckökning:  $p_{\text{tot}} = p_{\text{stat}} + p_1 + p_d = 1110 + 30 + 70 = 1210$  Pa.

Fortsätt in i övre diagrammet med luftflödet 5,2 m<sup>3</sup>/s och totaltrycket 1210 Pa. I skärningspunkten avläses varvtalet till 1100 r/m.

Dra en tänkt linje in i effektbehovsdiagrammet vid luftflödet 5,2 m<sup>3</sup>/s och varvtalet 1100 r/m. Gå från skärningspunkten åt vänster och avläs nettoeffekten, 7,2 kW.

I det övre diagrammet avläses den totala ljudeffektnivån till ansluten utloppskanal,  $L_{w,\text{tot}}$  till 100 dB, se vidare exempel på nästa sida



**Redovisning av ljuddata**

Ljudet redovisas som ljudeffektnivåer i dB per oktavband. Detta ger en bild av hur stor ljudeffekt som utstrålas från fläkten och vilken frekvensfördelning ljudet har. Med kännedom om dämpningen hos apparatdelar i ljudets väg, samt det ventilerade rummets ljudabsorberande förmåga kan sedan ljudtrycksnivå och ljudnivå i dB(A) beräknas för olika platser i rummet.

Total ljudeffektnivå,  $L_{w,tot}$  i dB till ansluten utloppskanal är markerad med blå kurvor och blå siffror i fläktedelens tryck-flödeskurva.

Med hjälp av en korrektionsfaktor  $K_{ok}$  som är beroende av ljudväg, varvtal och ljudets frekvens kan ljudeffektnivån per oktavband,  $L_{w,ok}$  beräknas för olika ljudvägar.

$K_{ok}$  redovisas i tabellform under fläktkurvorna.

$$L_{w,ok} = L_{w,tot} + K_{ok}$$

$L_{w,ok}$  = Ljudeffektnivå i oktavband, dB (relativt 10–12W) för ljudvägen.

$L_{w,tot}$  = total ljudeffektnivå till ansluten utloppskanal, dB (relativt 10–12 W), i oktavbanden 125-8000 Hz.

$K_{ok}$  = korrektionsfaktor, beroende av ljudväg, varvtal och oktavband.

**Exempel:**

Radialfläkt FKLB-3-090 med frisugande inlopp.

**Givet:**

Luftflöde 5,2 m<sup>3</sup>/s.

Totaltryck 1210 Pa.

Bestäm ljudeffektnivån i oktavband för följande ljudvägar:

A. Till ansluten utloppskanal eller fläkt.

B. Till inloppskanalen.

C. Till fläktens omgivning.

**Lösning:**

Ur fläktens tryck-flödesdiagram avläses

Varvtal  $n = 1100$  r/min.

Total ljudeffektnivå till ansluten utloppskanal,

$$L_{w,tot} = 100 \text{ dB.}$$

**Tabell A**

Ljudväg: Till utloppskanal.

Givet: Varvtalsområde 200–1300 r/min.

Ur tabellen för  $K_{ok}$  fås korrekationer enligt nedan:

Oktavband nr	1	2	3	4	5	6	7	8
Medelfrekvens (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{w,tot}$ (dB)	100	100	100	100	100	100	100	100
$K_{ok}$ (dB)	-6	-3	-4	-10	-18	-29	-36	-45
$L_{w,ok}$ (dB)	94	97	96	90	82	71	64	55

**Tabell B**

Ljudväg: Till inloppskanal.

Givet: Varvtalsområde 200–1300 r/min.

Till vänster om linjen för bästa verkningsgrad, se föregående sida.

Ur tabellen för  $K_{ok}$  fås korrekationer enligt nedan:

Oktavband nr	1	2	3	4	5	6	7	8
Medelfrekvens (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{w,tot}$ (dB)	100	100	100	100	100	100	100	100
$K_{ok}$ (dB)	-2	-5	-10	-16	-22	-28	-35	-43
$L_{w,ok}$ (dB)	98	95	90	84	78	72	65	57

**Tabell C**

Ljudväg: Till omgivningen.

Givet: Varvtalsområde 200–1300 r/min.

Frisugande fläkt.

Ur tabellen för  $K_{ok}$  fås korrekationer enligt endan:

Oktavband nr	1	2	3	4	5	6	7	8
Medelfrekvens (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{w,tot}$ (dB)	100	100	100	100	100	100	100	100
$K_{ok}$ (dB)	-22	-10	-10	-13	-17	-22	-29	-36
$L_{w,ok}$ (dB)	78	90	90	87	83	78	71	64