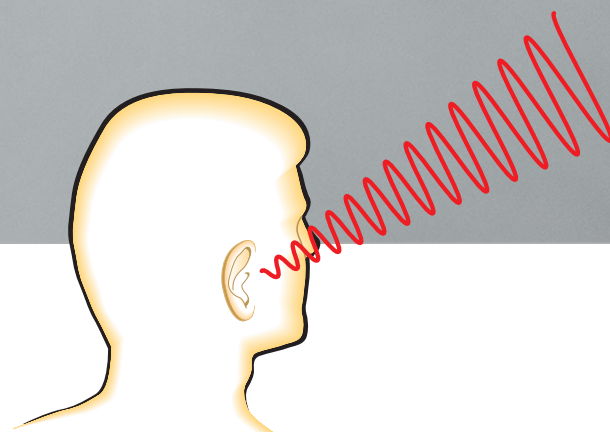




LJUDKOMPENDIUM

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

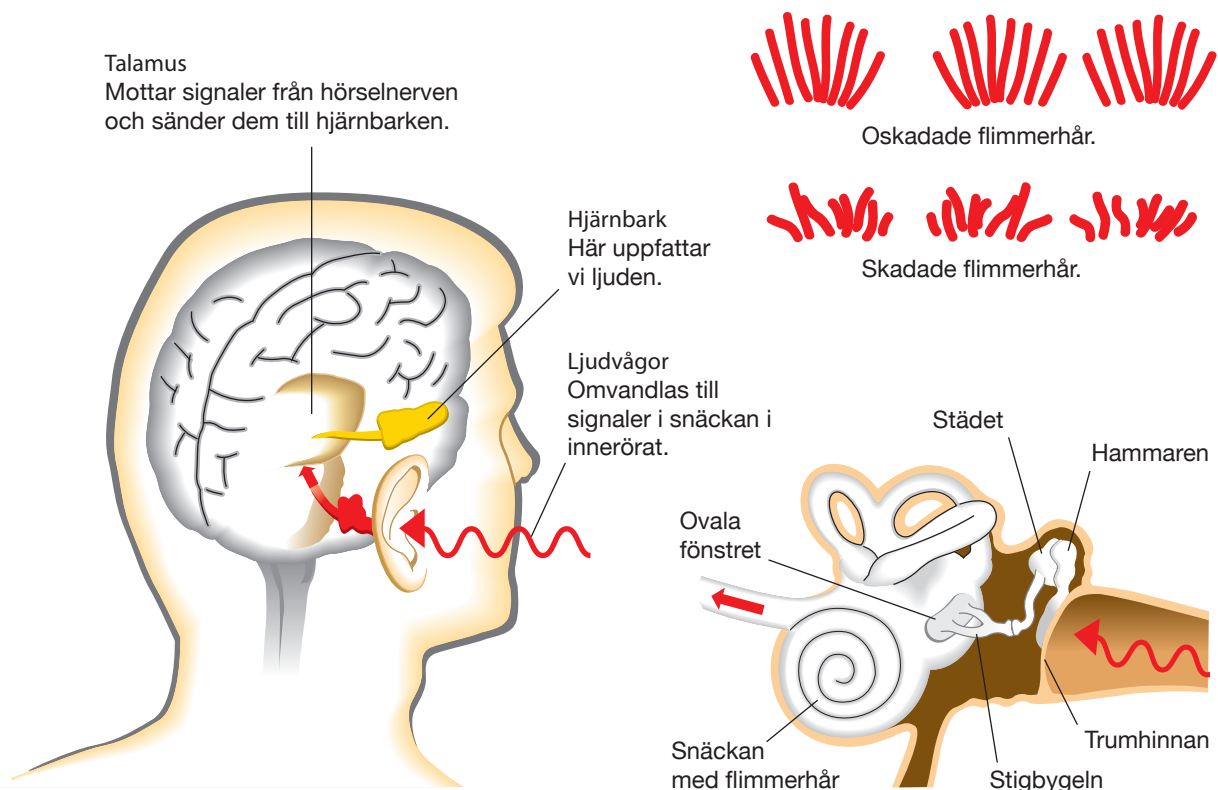
Sid 1	Inledning
2	Ljudtryck
3	Ljudeffekt
3	Samband mellan ljudeffektnivå och ljudtrycksnivå
4	Ljudeffekt – värmeeffekt
4	Beräkning av ljudtrycksnivå
5	Frekvens
6	Anpassning till örat
6	Logaritmisk addition av ljudkällor
7	Korrigerig av ljudtryck beroende på avstånd
7	Närfält, efterklangfält och efterklangtid
8	Värt att veta
9	Exempel på ljudredovisning av EKOVENT:s produkter
10	Exempel på ljudredovisning av EKOVENT:s produkter
11	Spjäll – Ytterväggsgaller – Takhuvar
12	Brand/Brandgasspjäll EKO – SRBG1/ SRBG2
13	Ljuddämpande ytterväggsgaller EKO – YD
14	Ljuddämpande ytterväggsgaller EKO – YD
15	Datablad, motor – reservkraftverk

INLEDNING

Fredag natt. Publiken strömmar ut på gatan efter en konsert med ett populärt band, många har en sak gemensamt, ett infernaliskt ringande i öronen. Den komplicerade känsliga mekanismen, hörseln är i alarmtillstånd. Sett i mikroskop liknar innerörat (snäckan) ett sädesfält bestående av ca. 30 000 mikroskopiska flimmerhår på rad som vajar mjukt fram och tillbaka – ända tills rockmusiken krossar idyllen och flimmerhåren bryts av och gör om innerörat till en stubbåker. Ovanstående sker inte på en gång, men upprepade utsatthet för alltför hög ljudnivå, kommer att skapa det som kallas för tinnitus, något som den drabbade försöker behålla livet ut.

Buller som utlöser tinnitus är ett kulturbetingat problem. Hörseln är inrättad för en ljudsvag natur, där den kan skilja mellan ljudet från fiendens fotsteg i gräset och bäckens kluckande vatten. Den dukar därför ganska lätt under för en industrialiserad världens ljuduniversum med arbetsbuller (från fläktar och motorer), hobbybuller, stereoanläggningar och ett bullrigt nattliv.

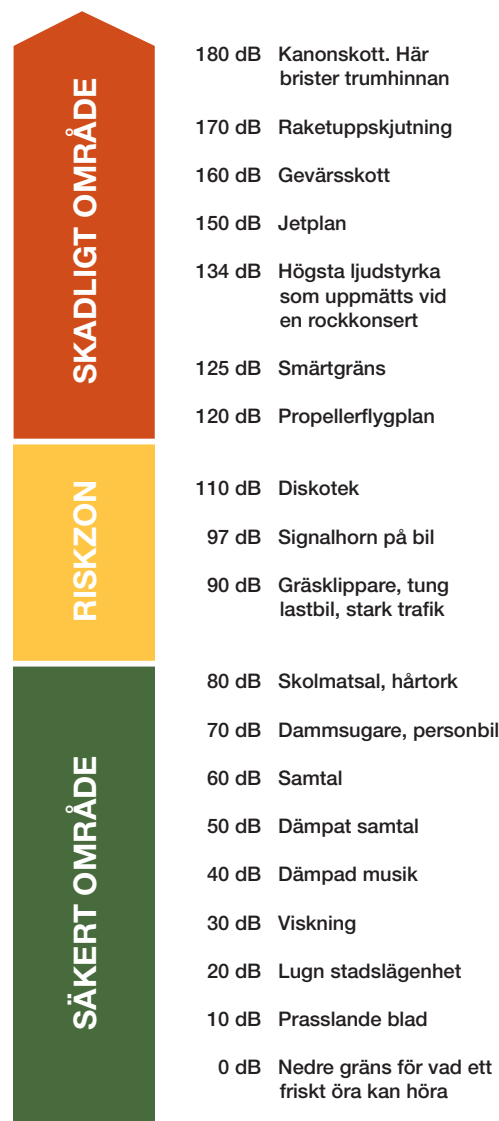
Ljudtrycket som når ytterörat fortsätter in till trumhinnan som påverkar hammaren, städet och stigbygeln, och via ovala fönstret så är vi framme vid den tidigare nämnda snäckan med sina flimmerhår. Dessa sätts i rörelse i takt med ljudets vibrationer och för varje dallring i strået öppnas kanaler i hårcellerna så att joner slipper igenom och rörelsen förvandlas till en nervimpuls som via hörselnerven får hjärnan att uppfatta ljud. Svårare är det inte.



LJUDTRYCK

Ljudtryck uppkommer genom ljudvågor som förflyttar sig i luft. När en ljudvåg tränger fram i luft, orsakar den växelvis över- och undertryck i förhållande till det rådande barometerståndet. Absolut sett är ljudtrycken mycket små – de uppgår sällan till mer än 1/10 000 av det normala lufttrycket.

Dessa tryckvågor uppfattar örat som ljud, och mäts i Pascal. Minsta ljudtryck som kan uppfattas av örat är 0,00002 Pa, vilket benämns hörseltröskel. Det största tryck örat uthärdar kortvarigt utan att skadas är 20 Pa, kallat smärtgräns, (mätt vid 1 000 Hz). Ljud som är så starka att de förorsakar en smärtförminnelse har alltså ett ljudtryck som är ca en miljon gånger större än för ett knappt hörbart ljud. Den stora tryckskillnaden är siffermässigt svår att hantera och för att eliminera detta har man infört en logaritmisk skala som är baserad på skillnaden mellan aktuell ljudtrycksnivå och ljudet vid hörseltröskeln. Skalan har enheten decibel (dB), där hörseltröskel = 0 dB och smärtgräns $\approx$ 125 dB.



LJUDEFFEKT

Ljudeffekt är den energi per tidsenhet (watt) som objektet avger. Ljudeffekt mäts ej, utan räknas fram från ljudtrycket. Ljudeffekten anges av samma skäl som ljudtrycket i en logaritmisk skala och har även den enheten dB. Ljudeffekt är ej beroende av rummets beskaffenhet, varför den är enklare att jämföra mellan olika ljudkällor. Om man känner ljudkällans ljudeffektnivå och omgivningens akustiska egenskaper kan man beräkna ljudtrycksnivån på olika avstånd från ljudkällan. I produktblad användes ljudeffektnivå.

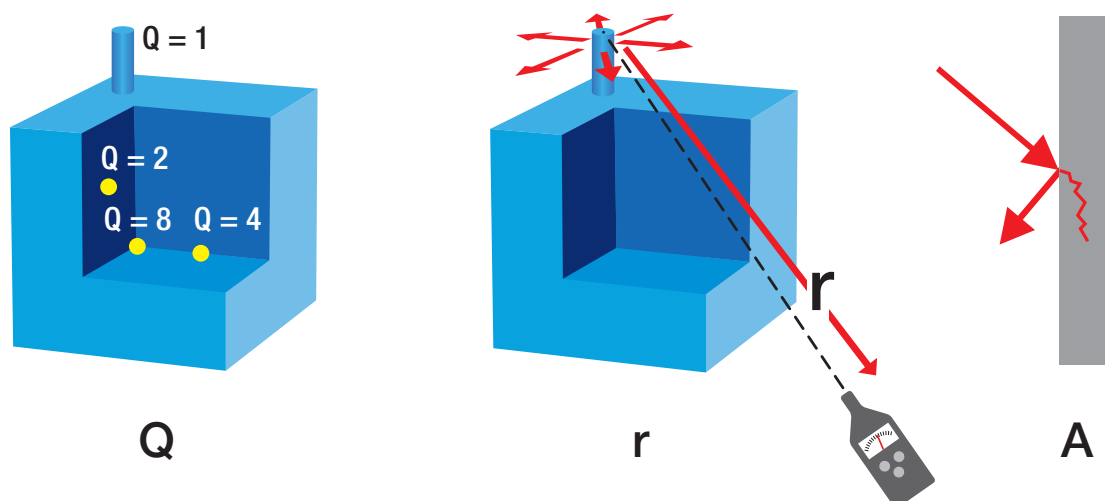
SAMBAND MELLAN LJUDEFFEKTNIVÅ OCH LJUDTRYCKSNIVÅ

Om en ljudkälla antas avge en viss ljudeffektnivå, kommer följande faktorer att påverka ljudtrycksnivån: Ljudkällans placering i rummet (riktningsfaktor) avståndet från ljudkällan och rummets ljudabsorberande förmåga.

Riktningsfaktor, Q : anger hur ljudets utbredning fördelas kring ljudkällan. T. ex. hel-sfärisk utbredning $Q = 1$, (från en takhuv), halvsfärisk utbredning $Q = 2$ (från ett galler mitt på väggen). Kvartssfärisk utbredning $Q = 4$ (från ett don i golv – väggvinkel), en åttondels sfärs utbredning $Q = 8$ (från en hörna).

Avstånd från ljudkälla, r : anger mätpunktens avstånd från ljudkällan i meter.

Rummets ekvivalenta absorptionsarea, A : anger en ytas förmåga att absorbera ljud. Ett rums totala absorptionsarea uttrycks i m^2 och fås som summan av rummets delytor multiplicerat med sina respektive absorptionsfaktorer. För överslagsberäkningar av ljudabsorptionsarean finns diagram.



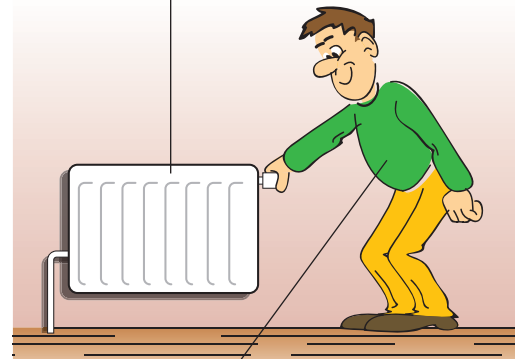
LJUDEFFEKT-VÄRMEEFFEKT

Ljudeffekten L_w dB (refererar till Watt)
avges av högtalaren.



Ljudtrycket L_p dB (refererar till Pascal)
upplevs av människan.

Värmeeffekten (uttryckt i Watt)
avges av radiatören.



Temperaturen (uttryckt i grader Celcius)
upplevs av människan.

BERÄKNING AV LJUDTRYCKSNIVÅ

För att beräkna ljudtrycksnivån används följande formel:

$$L_p = L_w + 10 \cdot \log \left(\frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot r^2} + \frac{4}{A} \right)$$

L_p = ljudtrycksnivå i dB

L_w = ljudeffektnivå i dB

Q = riktningsfaktor

r = avstånd från ljudkällan, m

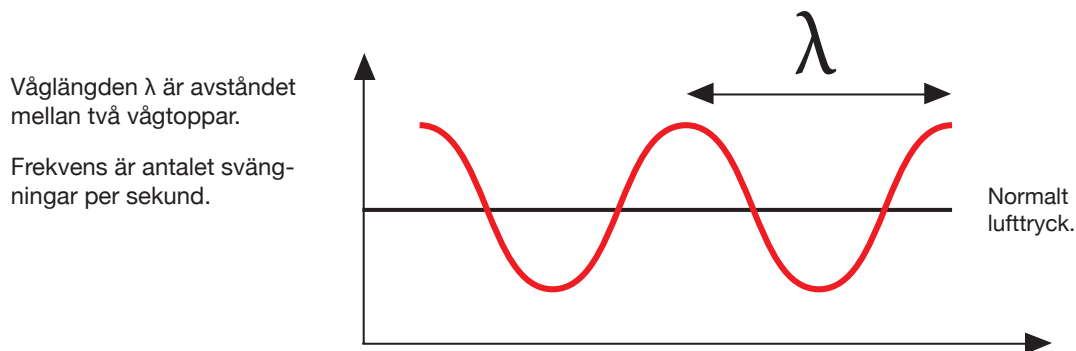
A = rummets ekvivalenta absorptionsarea, m²

Denna ekvation kan även anges i diagramform men ljudet kan även mätas med en dB mätare.



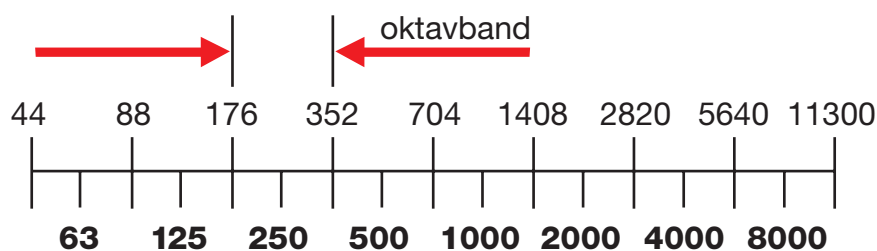
FREKVENS

En ljudkällas periodiska svängningar, utgör ljudkällans frekvens. Frekvens anges i antalet svängningar per sekund, varvid 1 svängning/sekund = 1 Herz (Hz). Frekvensen karakteriserar ljudets tonhöjd. Fler svängningar per sekund, d.v.s. högre frekvens, ger högre ton. Det är denna höga ton, diskanten som är den store flimmerhårsmördaren.



Unga människor med oskadat och känsligt hörselsinne uppfattar ljud i frekvensområdet 20 – 20 000 Hz, (våglängder mellan 17 meter och 17 mm) Med åren avtar förmågan att uppfatta högfrekventa toner, varför man vid tillämpade akustiska problem endast brukar behandla frekvenser mellan 20 – 10 000 Hz.

Vid oktavbandsuppdelning användes medelfrekvenserna: 63 – 125 – 250 – 500 – 1000 – 2000 – 4000 – 8000 Hz. Dessa representerar oktavband nr. 1 – 8.



Frekvensområde Herz

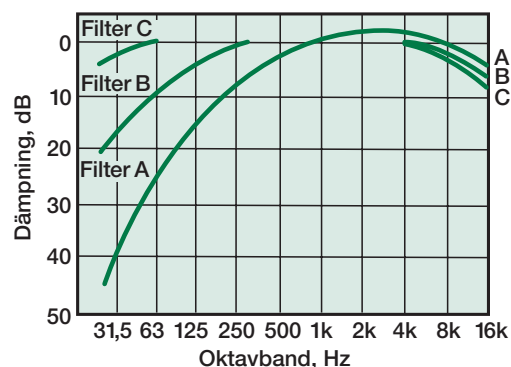
ANPASSNING TILL ÖRAT

Örats varierande känslighet vid olika frekvenser gör att samma ljudnivå vid låg respektive hög frekvens kan uppfattas som två olika ljudnivåer. Generellt sett uppfattar vi lättare ljud vid högre frekvenser än lägre. Nedan dämpning med A-filter.

Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
dB	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	+1,2	+1,2	-1,1

Örats känslighet varierar också med ljudets styrka. För att kompensera för örats ojämna känslighet över oktavbandet har ett antal vägningsfilter införts. För ljudtrycksnivåer under 55 dB används ett vägningsfilter A. För nivåer mellan 55 och 85 dB används ett filter B och för nivåer över 85 dB filter C.

A-filtret, som är vanligt att använda i ventilationssammanhang, har en dämpning på respektive oktavband som visas i tabell ovan. Anges med enheten dB(A).

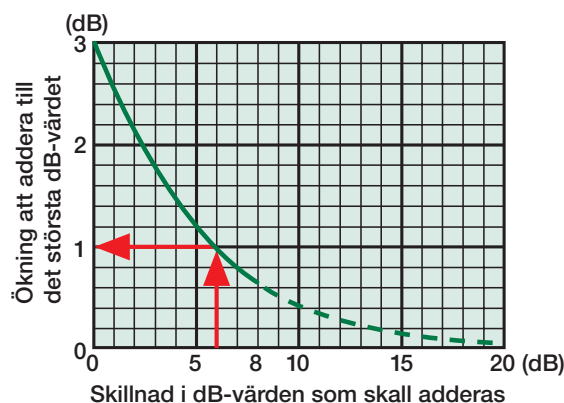


LOGARITMISK ADDITION AV LJUDKÄLLOR

I diagrammet utgår man från skillnaden i dB mellan de två ljudnivåer (eller flera) som skall adderas (x-axeln). Därefter läser man av (på y-axeln) hur många dB som ska adderas till den högsta ljudnivån.

EXEMPEL PÅ ADDITION

Vi har två ljudkällor på 40 dB respektive 34 dB. Skillnaden i dB mellan de båda ljudkällorna är 6 dB. I diagrammet utläses att 1 dB skall adderas till den högsta ljudnivån = 41 dB. Fler exempel på addering vid oktavbandsuppdelning följer senare.



KORRIGERING AV LJUDTRYCK BEROENDE PÅ AVSTÅND

- 39	25 m
- 37	20
- 31	10
- 30	9
- 29	8
- 28	7
- 27	
- 26	6
- 25	5
- 24	
- 23	4
- 22	
- 21	
- 20	3
- 19	
- 18	
- 17	2
- 16	
- 15	
- 14	
- 13	
- 12	
- 11	1
- 10	

dB

NÄRFÄLT, EFTERKLANGFÄLT OCH EFTERKLANG-TID

Med närfält menas det område där ljudet från ljudkällan dominerar ljudnivån t. ex. nära en radio.

I efterklangfältet kommer det reflekterade ljudet att ta överhanden. Det är inte längre möjligt att bestämma varifrån det ursprungliga ljudet kommer.

Efterklangtid anger den tid det tar innan ljudnivån minskat 60 dB från utgångsvärdet. Det är ungefär samma sak som den ekoeffekt man kan höra i ett tyst rum när en kraftig ljudkälla stängs av.

VÄRT ATT VETA

I kproduktblad användes ljudeffektnivå som är ett neutralt mätvärde, d.v.s. **ej** beroende av omgivningen (ljudkällans placering i rummet, avstånd från ljudkällan och rummets absorberande egenskaper).

Vid frekvensuppdelning användes medelfrekvenser som representeras av de olika frekvensbanden, 63 – 125 – 250 – 500 – 1000 – 2000 – 4000 – 8000 Hz.

Filtrering med A – filter är en anpassning till hur ljudet uppfattas av örat.

Ljudet avtar kraftigt med avståndet till ljudkällan.

Beräkningsexempel på sidorna 11, 12 och 13, gällande spjäll, ytterväggsgaller, takhuvar, brand/brandgasspjäll SRBG1/ SRBG2 och luddämpande ytterväggsgaller YD är tillämpbara på alla storlekar av EKO:s produkter.

Viss ljudreducering sker via s.k. ändreflektion, detta beroende på att ljud med låga frekvenser har ”svårt att ta sig ut” vid små öppningar. Tillämpbart för areor under 0,5 m².

Placering av fläktrum på tak med ytterväggsgaller kan ge mycket olika ljudnivåer. T.ex. vid placering centralt på tak ger en dämpning i marknivå p.g.a. att ljudet dämpas vid kontakt med taket.

Om ett ytterväggsgaller placeras på fasad och detta är kanalanslutet, sker en förstärkning av ljudet till marknivå beroende på de snedställda lamellerna i gallret som riktar ljudet nedåt.

Spjäll och galler lämnar ett riktat ljud, takhuvar är som regel rundstrålande.

L_{Wt} ”Naket” tekniskt värde – direkt jämförbart med andra fabrikats värden.

L_{WA} Här har man tagit hänsyn till örats känslighet för ljud.

L_p Här har man tagit hänsyn till ljudkällans placering i rummet, avståndet från ljudkällan och rummets ljudabsorberande förmåga.

L_{pA} Förutom ovan har man även tagit hänsyn till örats känslighet för ljud.

EXEMPEL PÅ LJUDREDOVISNING

Ljudtryck

Uppkommer genom ljudvågor som förflyttar sig i luft. Ljudtrycket varierar mellan 0,00002 Pa och 20 Pa. För att eliminera den stora tryckskillnaden har man infört en logaritmisk skala som har enheten dB och anges som ljudtrycksnivå där hörseltröskeln = 0 dB och smärtgränsen = 125 dB.

Ljudeffekt

Är den energi per tidsenhet (watt) som objektet avger. Ljudeffekt är ej beroende av rummets beskaffenhet, varför den är enklare att jämföra mellan olika ljudkällor. I produktblad används ljudeffektnivå, uttryckt i enhet dB.

Samband mellan ljudeffektnivå och ljudtrycksnivå

Om en ljudkälla antas avge en viss ljudeffektnivå, kommer följande faktorer att påverka ljudtrycksnivån: Ljudkällans placering i rummet (riktningsfaktor) avståndet från ljudkällan och rummets ljudabsorberande förmåga.

Frekvens

En ljudkällas periodiska svängningar utgör ljudkällans frekvens. Frekvens anges i antalet svängningar/sekund, varvid 1 svängning/sekund = 1 Herz (Hz). Frekvensen karakteriserar ljudets tonhöjd. En ljudkälla avger olika ljud vid olika frekvenser. Vid oktavbandsuppdelning används frekvenserna: 63 – 125 – 250 – 500 – 1000 – 2000 – 4000 – 8000 Hz.

Anpassning till örat

Örats varierande känslighet för ljud vid olika frekvenser gör att samma ljudnivå vid låg respektive hög frekvens kan uppfattas som två olika ljudnivåer. Generellt sett uppfattar vi lättare ljud vid högre frekvenser än lägre. Nedan dämpning med A-filter.

Dämpning med A-filter. Ljudnivå efter A-filtrering anges i dB(A)

Hz	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
dB	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	+1,2	+1,2	-1,1

Ändreflektion

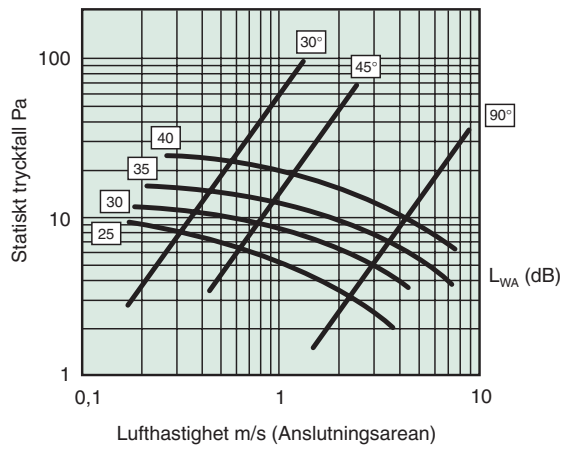
När ljudeffektnivån bestäms enligt ISO 5135:1998, så adderas en ändreflektion till uppmätta värden. Man gör detta för att kompensera att uppmätt ljud-

nivå blev för låg när en del ljud reflekteras tillbaka istället för att hamna i mättrummet. För cirkulära öppningar har följande ändreflektioner använts.

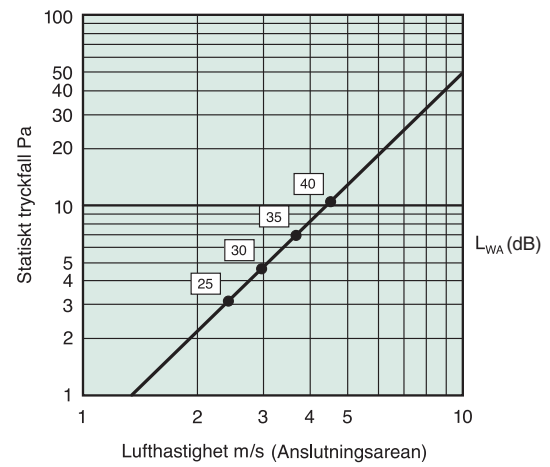
Oktav-band Diameter	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
100	22	16	10	5	2	1	0	0
125	20	14	8	4	1	0	0	0
160	18	12	7	3	1	0	0	0
200	16	10	5	2	1	0	0	0
250	14	8	4	1	0	0	0	0
315	12	7	3	1	0	0	0	0
400	10	5	2	1	0	0	0	0
500	8	4	1	0	0	0	0	0
630	7	3	1	0	0	0	0	0

EXEMPEL PÅ LJUDREDOVISNING

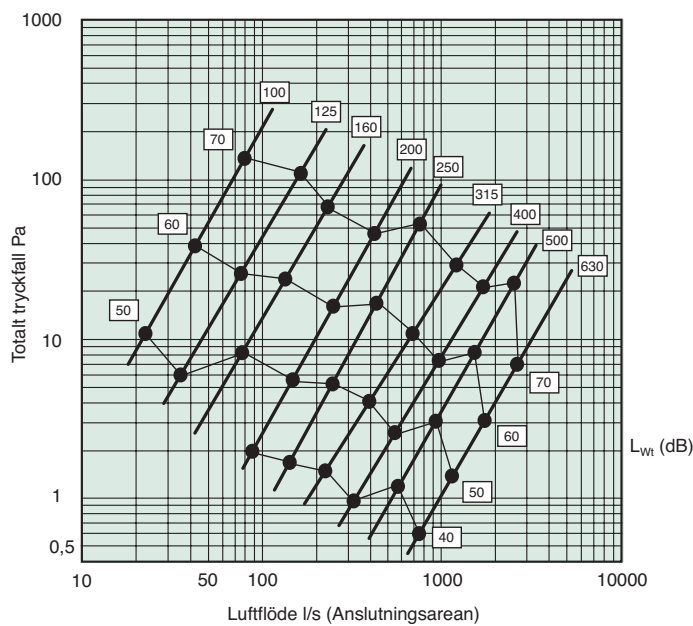
EKO-J



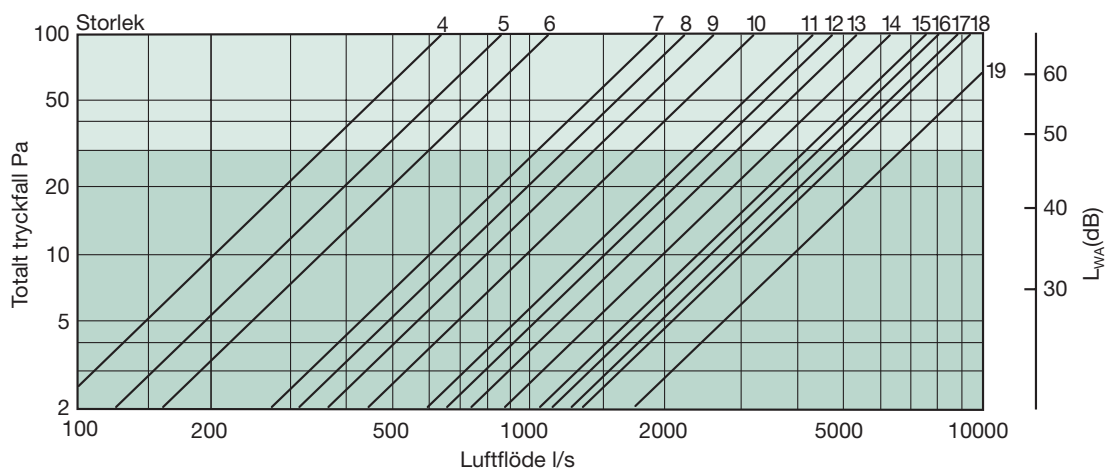
EKO-JA



EKO-SRBG1/ SRBG2



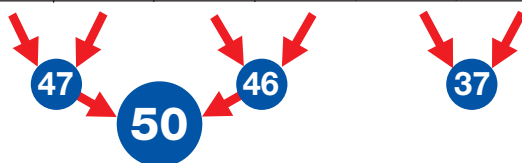
EKO-HYT



SPJÄLL-YTTERVÄGGSGALLER-TAKHUVAR

För rubricerade produkter utföres ljudberäkning enligt nedan. Som exempel räknar vi med EKO – JA 1000 x 600, med en lufthastighet av 3,7 m/s.

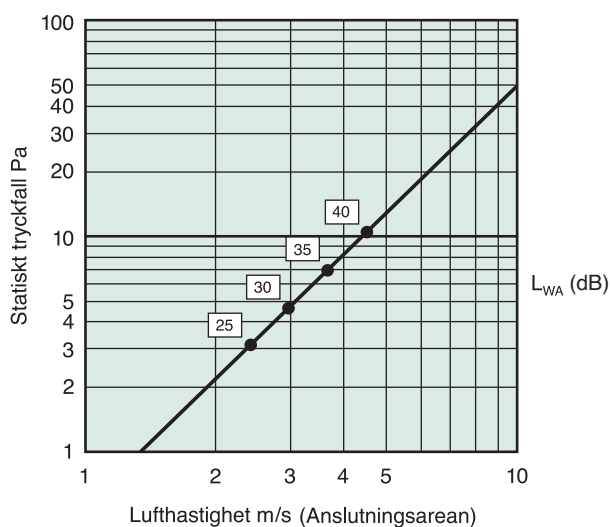
Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L_{WA} (dB)	35	35	35	35	35	35	35	35
K_1	+8	+8	+8	+8	+8	+8	+8	+8
$K_{OK\ 90^\circ}$	–	+1	0	–1	–7	–13	–21	–23
	43	44	43	42	36	30	22	20



Ljudtillskottet för spjället blir **50 dB(A)**, (räknat vid spjället, gallret eller huven).

L_{WA} (dB), K_1 samt $K_{OK\ 90^\circ}$ hämtas i produktbladet för aktuell produkt, se nedan.

OBS! Ljudvärden som understiger det högsta värdet med 9-10 dB medräknas ej då detta ej påverkar slutresultatet.



Korrektion av ljudeffektnivå L_{WAKORR} för olika storlekar. $L_{WAKORR} = L_{WA} + K_1$

Spjäll area	0,04	0,09	0,15	0,3	0,6	1,3	2,6
K_1	-3	0	+2	+5	+8	+11	+14

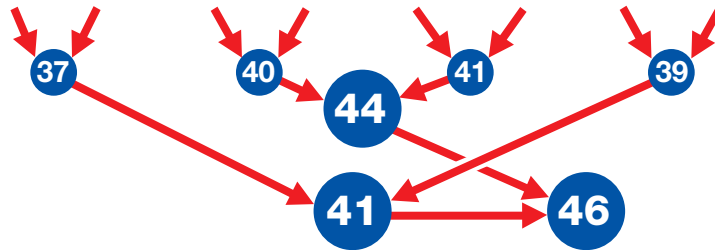
Korrektion av ljudeffektnivå L_{WAKOK} i oktavband. $L_{WAKOK} = L_{WAKORR} + K_{OK}$

Oktav-band Öpp-nvinkel	125	250	500	1K	2K	4K	8K
$K_{OK\ 90^\circ}$	+1	0	-1	-7	-13	-21	-23

BRAND-/BRANDGASSPJÄLL EKO-SRBG1/ SRBG2

För rubricerade produkt utföres ljudberäkning enligt nedan. Som exempel räknar vi med EKO – SRBG1 – 400, luftflöde 1000 l/s.

Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L_{Wt} (dB)	60	60	60	60	60	60	60	60
K_{OK}	-1	-10	-13	-21	-23	-23	-23	-29
dB(A)	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	+1,2	+1,2	-1,1
	33	34	38	36	37	38	38	30

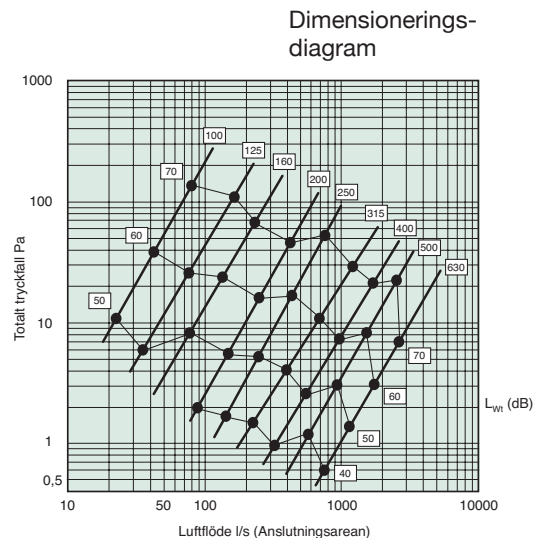


Ljudtillskottet för spjället blir 46 dB(A).

dB(A) värden finns på sidan 6 i kompendiet.

L_{Wt} (dB) och K_{OK} hämtas i produktbladet.

OBS! Dimensioneringsdiagram innehåller i detta fall även korrektion för olika storlekar.



Ljudeffektivnivå

Diagram för de olika storlekarna visar den totala genererade ljudeffektivnivån L_{Wt} (dB), som funktion av luftflöde och tryckfall över spjället.

Genom att korrigera L_{Wt} med korrektionsfaktorerna erhålls ljudeffektivnivåerna för respektive oktavband.

$$L_{WOK} = L_{Wt} + K_{OK}$$

Korrektionsfaktorer K_{OK}

Oktav-band SRBG	63	125	250	500	1 K	2 K	4 K	8 K
100	-4	-4	-8	-16	-23	-31	-33	-35
125	-6	-4	-7	-13	-20	-25	-28	-32
160	-6	-4	-9	-16	-22	-23	-27	-29
200	-5	-4	-8	-16	-21	-24	-22	-29
250	-3	-5	-10	-16	-18	-18	-21	-23
315	-3	-6	-12	-17	-18	-15	-18	-24
400	-1	-10	-13	-21	-23	-23	-23	-29
500	-1	-10	-17	-21	-23	-21	-25	-30
630	-1	-11	-20	-23	-25	-23	-26	-32
Tolerans	–	2,5	1,5	1	1	1	1	2

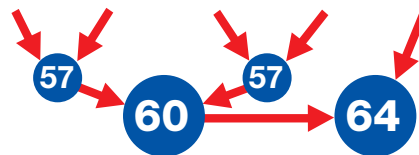


Mätningarna och bestämningarna av ljudeffektivnivå, tryck och flöde har skett i enlighet med ISO 5135 och EN ISO 3741:1999 och är utförda på Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut.

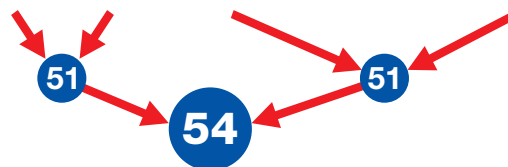
LJUDDÄMPANDE YTTERVÄGGSGALLER EKO-YD

Reservelkraftverk med ljuddata enligt sidan 15 med **enkel ljudfälla**.

Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L_{WA} (dB)	68	75	84	88	97	99	98	83
10 m.	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31
K_1	+6	+6	+6	+6	+6	+6	+6	+6
$K_{RED.}$	-6	-4	-5	-9	-19	-20	-12	-12
	37	46	54	54	53	54	61	46

Reservelkraftverk med ljuddata enligt sidan 15 med **dubbel ljudfälla**.

Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L_{WA} (dB)	68	75	84	88	97	99	98	83
10 m.	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31
K_1	+6	+6	+6	+6	+6	+6	+6	+6
$K_{RED.}$	-7	-7	-9	-16	-34	-36	-24	-24
	36	43	50	47	38	38	49	34

Med enkel ljudfälla blir ljudet på 10 meters avstånd **64** dB(A), med dubbel **54** dB(A).

L_{WA} värdena i beräkningen hämtas från tillverkaren av reservkraftverk, sidan 15 i kompendiet. Ljudreducering beroende på avstånd finns på sidan 7 i kompendiet, K_1 (räkna ut gallerarean enligt ex. på sidan 14) och K_{RED} på sidan 14 i kompendiet, resp aktuella sidor i produktbladet.

LJUDDÄMPANDE YTTERVÄGGSGALLER EKO-YD

Luftmängd från motorleverantörs datablad

$$Q = 438 \text{ m}^3/\text{min} : 60 = 7,3 \text{ m}^3/\text{s}$$

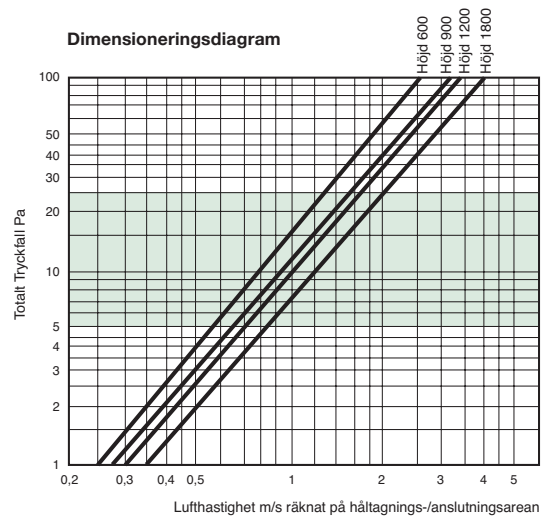
$$A = \frac{Q}{\text{nettoarea} \times V} = \frac{7,3}{0,26 \times 7} = 4,0 \text{ m}^2$$

Säg $h = 1,8 \text{ m}$, då blir $b = 2,2 \text{ m}$ ($4,0 : 1,8$)

Enligt dimensioneringsdiagram med V räknat på håltagnings-/anslutningsarean

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{7,3}{4,0} = 1,83 \text{ m/s}$$

Enligt diagram, tryckfall = 20 Pa



Nettoarea

Höjd	600	750	900	1050	1200	1500	1800	2000
Nettoarea %	15	18	20	22	24	25	26	26

För att erhålla gallerets nettoarea multipliceras bruttoarea med faktor enligt diagrammet.

Korrektion av ljudeffektnivå L_{WAKORR} för olika storlekar. $L_{WAKORR} = L_{WA} + K_1$

Galler area	0,04	0,06	1,0	2,0	4,0
K_1	-4	-2	0	+3	+6

Reducering av ljudeffektnivå L_{WARED} för typ A. $L_{WARED} = L_{WAKORR} + K_{RED}$

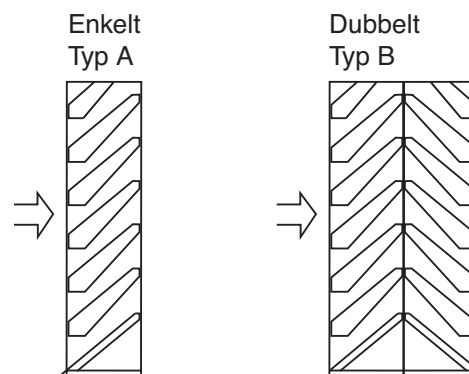
Oktavband	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
K_{RED}	-6	-4	-5	-9	-19	-20	-12	-12

Reducering av ljudeffektnivå L_{WARED} för typ B. $L_{WARED} = L_{WAKORR} + K_{RED}$

Oktavband	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
K_{RED}	-7	-7	-9	-16	-34	-36	-24	-24

Mätmetod

Ljudreduktionsmätning (typ A) är mätt enligt Internationell Standard ISO 140-3 och utförd på Sveriges Provsnings- och Forskningsinstitut.



TEKNISKA DATA – EXEMPEL

General

In-line four stroke diesel engine with direct injection.

Turbocharged and water to air intercooled.

Rotation direction, anti-clockwise viewed towards flywheel.

Number of cylinders

6

Displacement, total

6.73 liters / 411 in³

Firing order

1-5-3-6-2-4

Bore

104.77 mm / 4.12 in

Stroke

130 mm / 5.12 in

Compression ratio

14.5:1

Dry weight

Engine only 795 kg / 1753 lb GenPac 1095 kg / 2414 lb

Wet weight

Engine only 835 kg / 1841 lb GenPac 1158 kg / 2553 lb

TWD710G	Speed, rpm	1500	1800
Performance	Test no.	24000239/1469	24000238
Prime Power			
without fan	kW / hp	160 / 218	169 / 230
with fan	kW / hp	158 / 215	165 / 225
Continuous Standby Power			
without fan	kW / hp	165 / 224	182 / 248
with fan	kW / hp	183 / 222	178 / 242
Standby Power			
without fan	kW / hp	181 / 246	199 / 271
with fan	kW / hp	179 / 243	195 / 266
Torque at			
Prime Power	Nm / lbft	1019 / 755	896 / 641
Standby Power	Nm / lbft	1150 / 848	1060 / 782
Mean piston speed	m/s / ft/sec	6.5 / 21.3	7.8 / 25.6
Effective mean pressure at Prime Power	MPa / psf	1.9 / 275	1.7 / 247
Max combustion pressure at Prime Power	MPa / psi	12.9 / 1875	12.5 / 1810
Total mass moment of inertia, I (mR)	kgm ² / lbft	1.63 / 38.7	
Degree of Irregularity at Prime Power		1:54	1:02
Residual speed droop at load increase from 0 to 100%	%	≤ 5	
Friction Power	kW	17	24

Engine noise emission

Test standards: ISO 3744-1981 (E)

sound power (without fan, intake and exhaust noise)

Tolerance ± 0.75 dB (A)

Measured sound power L_w

	Speed rpm	1500	1800
No load	dB (A)	–	–
Prime Power	dB (A)	107.9	109.4
Standby Power	dB (A)	107.9	109.4

Calculated sound pressure L_p at 1 m

	Speed rpm	1500	1800
No load	dB (A)	–	–
Prime Power	dB (A)	95.4	97.0
Standby Power	dB (A)	95.9	97.4

