

Riktlinje Akustikkrav i vårdlokaler

Bilaga A

- Akustiska begrepp

Version: 0.3

Skapad av: PTS brukarråd Bygg


Skapat datum: 2015-06-12

Ändrad av: Kristian Orellana

Ändrat datum: 2024-11-05


Godkänd av: PTS Forums Styrelse

Godkänt datum: 2024-11-21

Dokumentnamn Riktlinje Akustikkrav i vårdlokaler Bilaga A – Akustiska begrepp	Skapat datum 2015-06-12	Status Godkänd av PTS Styrelse Datum: 2024-11-21	
Version 0.3	Versionsdatum 2024-11-05		
Skapad av Brukarråd Bygg	Revideringskommentar:		

Innehåll

Ljudteori	3
Ljudtrycksnivå.....	3
Frekvens	3
Vägningsfilter.....	4
Varaktighet	5
Subjektiv upplevelse av buller.....	5
Ljudisolering & ljudabsorption	6
Skillnad mellan R'w och Dntw	6

Dokumentnamn Riktlinje Akustikkrav i vårdlokaler Bilaga A – Akustiska begrepp	Skapat datum 2015-06-12	Status Godkänd av PTS Styrelse Datum: 2024-11-21	
Version 0.3	Versionsdatum 2024-11-05		
Skapad av Brukarråd Bygg	Revideringskommentar:		

Ljudteori

Ljud är en form av energi som uppstår när något vibrerar och dessa vibrationer sprider sig som ljudvågor genom ett medium, vanligtvis luft. Våra öron fångar upp dessa vibrationer, och hjärnan tolkar dem som olika ljud. Ljudets egenskaper, såsom frekvens (tonhöjd) och amplitud (volym), bestäms av vibrationernas hastighet och intensitet. Ljud kan också reflekteras, brytas och dämpas beroende på miljön och materialen det passerar genom.

I vardagligt tal har ljud två olika betydelser; det fysikaliska det fysiologiska. Ljudets fysikaliska form kan beskrivas av de oscillerande (svängande) tryckvariationerna som fortplantas i ett medium. Det fysiologiska är den upplevelse eller perception vi får av ljudet och som i sin tur är förmedlade via hörselsinnet.

Ljudets fysikaliska egenskaper är bestämda medan vår perception av ljud är individuell. Ett ljud kan vara underbart för någon att höra medan det kan vara obehagligt för en annan.

Ljudtrycksnivå

I luft är gränserna för det ljud vi kan höra tryckvariationer med ungefär 0,00002 Pascal (Pa) och 100 Pa. Skillnaderna mellan dessa värden är väldigt stora varför ljud mäts med en logaritmisk skala som i vardagligt tal kallas decibel (dB).

Decibelskalan för ljud i luft använder 0,00002 Pa som referensnivå och det blir således 0 dB. 100 Pa blir $20 \cdot \log(100/0,00002) = 134$ dB.

Addition av ljudtrycksnivåer måste ske logaritmiskt och kan därför vara svårbegripligt. 20 dB + 20 dB är inte 40 dB utan 23 dB. Två lika stora ljudtrycksnivåer som inte är lika i fas, ger 3 dB ökning av ljudtrycksnivå.


En ljudtrycksnivå som är 10 dB högre än en annan kommer vara dominerande eftersom 10 dB motsvarar 10 gånger högre energimängd. Således blir 20 dB + 30 dB = 30,4 dB.

Vår perception av ökning av ljudtryck är inte linjärt. Det krävs nära en tiodubbling av ljudtrycksnivån (10 dB) för att vi ska uppleva en fördubbling av ljudnivån. Detta varierar också mycket med frekvensen. Låga frekvenser upplevs dubbleras med ca 5 dB ljudtrycksökning.

Frekvens

Vårt hörselorgan kan vid födseln uppfatta tryckförändringar som oscillerar (svänger) mellan ca 20 Hertz (Hz) och 20 000 Hz. Angivelsen i Hz kallas för frekvens. Med åldern försämras detta spann och det är främst de högre frekvenserna som vi tappar när vi blir äldre eller vid hörselskador.

Ljud som ligger under det hörbara frekvensområdet kallas för infraljud. Ljud som ligger över det hörbara frekvensområdet kallas ultraljud.

Dokumentnamn Riktlinje Akustikkkrav i vårdlokaler Bilaga A – Akustiska begrepp	Skapat datum 2015-06-12	Status Godkänd av PTS Styrelse Datum: 2024-11-21	
Version 0.3	Versionsdatum 2024-11-05		
Skapad av Brukarråd Bygg	Revideringskommentar:		



1. Mänskligt tal har sin huvudenergi i mellan till högfrekvensområdet ca 250 och 3150 Hz.
2. Fläktbuller eller basljud domineras av låga frekvenser från ca 200 Hz och nedåt.
3. Ljud från syrsor, fågelkvitter och gamla tv-apparater har ljud i det högfrekventa området ofta över 2000 Hz.

I byggnadsakustiska sammanhang är det oftast området 50-5000 Hz som är av intresse.

När man mäter och talar om ljud brukar man dela in frekvenserna i olika stora ”paket” inom det betraktade frekvensområdet: tersband, oktavband eller global nivå.


Oktavband	63		125		250		500		1000		2000		4000								
Tredjedels oktavband = tersband	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000

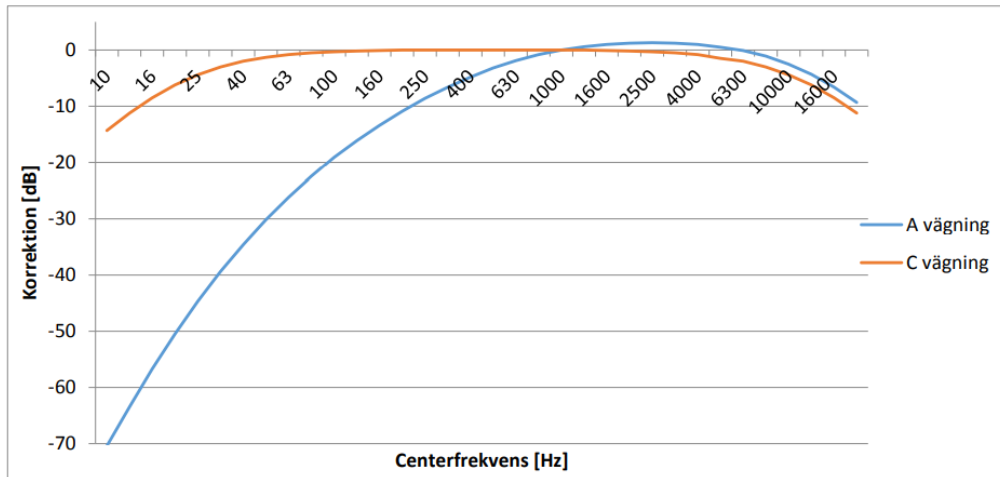
Vägningsfilter

Vårt hörselsinne är olika känsligt för olika frekvenser och denna skillnad varierar även beroende av vilken volym som är. A och C vägning är de vanligaste vägningarna som används och dessa togs från början fram för att efterlikna känsligheten hos människans hörsel.

A-vägning är menad att efterlikna vår känslighet för ljud i olika frekvenser vid lägre ljudnivåer kring 40 dB. C-vägning är menad att efterlikna vår känslighet vid betydligt högre ljudtrycksnivåer. Filtret fungerar tekniskt så att varje ljudtrycksnivå som uppmäts för varje frekvens blir adderad med filtret innan samtliga frekvenser summeras till en total A eller C vägning ljudtrycksnivå.

Låga frekvenser är vi inte särskilt känsliga för vid låga ljudtrycksnivåer. Däremot blir vår känslighet för låga frekvenser nästan dubbelt så stark vid högre ljudtrycksnivåer. De olika vägningsfiltrena ser ut som nedan. Notera den stora skillnaden mot låga frekvenser.

Dokumentnamn Riktlinje AkustikkraV i vårdlokaler Bilaga A – Akustiska begrepp	Skapat datum 2015-06-12	Status Godkänd av PTS Styrelse Datum: 2024-11-21	
Version 0.3	Versionsdatum 2024-11-05		
Skapad av Brukarråd Bygg	Revideringskommentar:		



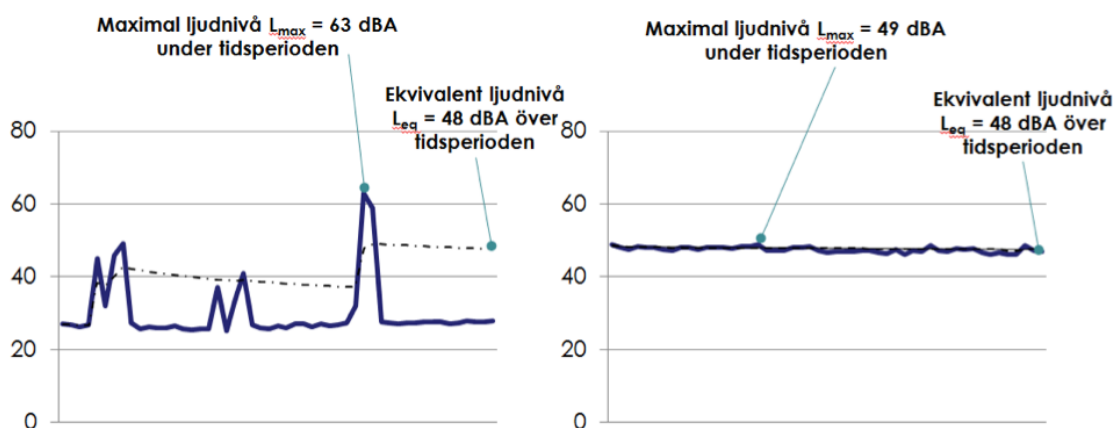
Filtren är nära likvärdiga för mellan och högfrekventa ljud. Däremot skiljer de sig åt väsentligt för låga frekvenser. Således kan A- och C-vägning vid mätning av ljudtrycksnivå skilja sig markant åt beroende på ljudets frekvenskaraktär. Man brukar säga att om skillnaden mellan C-vägd och A-vägd ljudnivå överstiger 15-20 dB, är ljudet dominerat av låga frekvenser.

Varaktighet

Ljudtrycksnivå varierar över tid och det finns kravställning såväl av medelvärden som av ljudtoppar.


Energimedelvärdesbildning av ljudtrycksnivån kallas för ekvivalent ljudtrycksnivå och denna ekvivalenta nivå är då tagen över ett visst tidsintervall. Den högsta uppmätta ljudtrycksnivån under detta intervall kallas maximalnivå.

Ljudets varaktighet kan se olika ut för samma ekvivalenta ljudnivå, som visas i exemplen nedan.



Subjektiv upplevelse av buller

Utöver måtten på buller som beskrivs ovan beror bullers störande inverkan på ett antal faktorer som inte nödvändigtvis har med bullrets fysikaliska storheter att göra, till exempel:

Dokumentnamn Riktlinje Akustikkrav i vårdlokaler Bilaga A – Akustiska begrepp	Skapat datum 2015-06-12	Status Godkänd av PTS Styrelse Datum: 2024-11-21	
Version 0.3	Versionsdatum 2024-11-05		
Skapad av Brukarråd Bygg	Revideringskommentar:		

- Ljudets meningsfullhet. Ljud som har med den egna verksamheten att göra upplevs mindre störande än annat ljud.
- Förutsägbarhet, kontroll. Slumpmässigt ljud vars nivå man inte kan kontrollera upplevs som mer störande än ljud som man kan reglera själv.
- Arbetsuppgift, maskering. Vid koncentrationskrävande uppgifter är man ofta mer känslig för buller. En viss bullernivå kan dock maskera andra ljud som skulle upplevas som störande i en tystare miljö.
- Inställning till bullerkällan. Olika människor har olika inställning till olika ljudkällor. Om man är negativt inställd till ljudkällan upplever man ljudet som mer störande.

Ljudisolering & ljudabsorption

Många gånger förväxlas ljudisolering och ljudabsorption. I akustikens värld är däremot dessa saker vitt skilda.

Ljudabsorption (ljuddämpning) är materials förmåga att bromsa tryckvariationerna i luften så att ljudet som träffar dessa ytor förlorar energi. Mängden ljudabsorption bestämmer hur lång tid ett ljud ekar kvar i ett utrymme innan det "dör ut". En musikstudio eller biograf har ofta en hög mängd ljudabsorption för att inga ekoeffekter ska uppträda i ett rum. En stenkyrka eller en betongtunnel har liten mängd absorberande material varför ljudet ekar kvar i utrymmena.

Ljudisolering är materials förmåga att hindra ljudenergi att passera genom materialet. Exempelvis har betongväggar svårt att börja vibrera med ljudet i ett rum och för därför inte vidare ljud till rummet bredvid. För att nå hög ljudisolering behövs tre saker. Tyngd, styvhet och täthet.


I byggnadsakustiken mäts mängden ljudabsorption i ett utrymme genom att mäta upp hur snabbt ljudet avtar. Detta kallas för efterklangstid. Hur väl ljudisoleringen blir i en byggnad mäts genom att undersöka skillnaden i ljudnivåer mellan två utrymmen när det ena utrymmet har en högtalare som spelar upp högt brusande ljud.

Kravställning för ljudisolering har förut varit övervägande av $R'w$ (vägd standardiserat reduktionstal) i lokaler och $Dntw$ (vägd standardiserad ljudnivåskillnad) i bostäder.

Sedan 2023 har $R'w$ bortfallit i kravställning för lokaler och har ersatts av Dnt,w .

Skillnad mellan $R'w$ och $Dntw$

En högtalare som spelar musik med en bestämd ljudeffekt kommer låta mindre i ett stort rum än i ett litet rum. Detta beror förenklat på att ett större rum har mer material som absorberar ljud. Ett större rum innebär även att en på måfå vald punkt i rummet i genomsnitt är längre från högtalaren än i ett mindre rum. Låt oss anta att ett "sändarrum" har en fix ljudnivå som orsakar störning till ett intilliggande rum. Om detta sändarrum har en 10 m² stor vägg som gränsar till ett mottagarrum, kommer mer störning ske till mottagarrummet om det är litet jämfört med om det varit stort. Denna analogi motsvarar grunden för skillnaden mellan DnT,w och $R'w$.

Dokumentnamn Riktlinje Akustikkraft i vårdlokaler Bilaga A – Akustiska begrepp	Skapat datum 2015-06-12	Status Godkänd av PTS Styrelse Datum: 2024-11-21	
Version 0.3	Versionsdatum 2024-11-05		
Skapad av Brukarråd Bygg	Revideringskommentar:		

DnT,w är ett mått på ljudnivåskillnad mellan två utrymmen. När ljudnivåskillnaden ska bestämmas är rummens volym och skiljearean mellan rummen inte intressanta. Det viktiga är vilken faktisk ljudnivå som uppstår i mottagarrummet från det störande rummet. R'w skiljer sig genom att både skiljearean och rummens volym medtas i beräkningen. R'w visar således inte vilken ljudnivåskillnad som blev, utan vilken praktisk ljudreducerande effekt varje kvadratmeter av skiljearean har.

Med matematisk omarbetning kan det visas att DnT,w är lika med R'w för ett rektangulärt rum om rumsdjupet från skiljeväggen mot sändarrummet är 3,1 meter och det i övrigt råder lika förhållanden i rumsakustik. Eftersom ett större utrymme får lägre ljudnivå vid samma ljudeffekt innebär det också att om rumsdjupet är mer än 3,1 meter kommer ljudnivån att bli lägre i rummet, vilket innebär att ljudnivåskillnaden DnT,w kommer vara högre. Därmed kommer DnT,w bli högre än R'w i rum som är djupare än 3,1 meter sett från skiljeytan, och vice versa i mindre rum.

Skillnaden är 10 gånger tiologaritmen för kvoten av rumsdjupet jämfört med 3,1 meter. Exempelvis är ett 6,2 meter djupt rum $10\log(6,2/3,1) = 3$ dB. Likaså är ett 1,55 meter djupt rum $10\log(1,55/3,1) = -3$ dB.

