

# BYGGNADSAKUSTIK

Detta kapitel är en generell beskrivning för att skapa bra ljudmiljöer i byggnader.

För projektspecifika frågor, bör akustiker kontaktas. Vid frågor om akustikprestanda gällande Gyproc system kontakta Gyproc Teknisk Rådgivning.

## LJUD OCH MÄNNISKOR

Under tusentals år har vårt hörselsinne utvecklats utomhus, i en miljö fylld av naturliga ljud som porlande bäckar, fågelkvitter, vindsus från trädkronor och mänskliga röster.

Idag befinner vi oss i miljöer med väldigt få naturliga ljud. Trafikbuller och lågfrekventa ljud från ventilationsanläggningar gör oss trötta. Stegljud från lägenheten ovanför och musik från grannens bashögtalare är ljud som ofta skapar irritation.

Eftersom vi tillbringar en stor del av vår tid inomhus är det viktigt att ljudmiljön är bra i våra byggnader.

Därför ska 5 ljudparametrar beaktas.

- Luftljudsisolering – luftburet ljud ska inte spridas till andra rum.
- Stegljudsnivå – ljud som uppstår när någon går på ett golv ska inte spridas till andra rum.
- Rumsakustik – rummen ska ha lämplig ljuddämpning för att skapa en bra rumsakustik.
- Ljud från installationer – byggnadens installationer som exempelvis hissar och ventilation ska inte störa.
- Ljud från trafik och andra ljud utanför byggnaden – byggnadens skal ska skydda mot ljud utifrån.

## LUFTLJUDSISOLERING

Luftljudsisolering handlar om att förhindra luftburet ljud som röster och ljud från högtalare att spridas till andra rum i byggnaden. Behovet av ljudisolering beror på vilka ljudkällor som finns i "sändarrummet" och behovet av tystnad och störfrihet i "mottagarrummet". Tabellen nedan visar sambandet mellan ljudet från en aktivitet i sändarrummet, byggnadens ljudisolering och störningsgrad i mottagarrummet.

Tabellen nedan visar att ett högröstat samtal hörs om ljudisoleringen mellan rummen är 40 dB. Om ljudisoleringen höjs till 48 dB kan man inte uppfatta vad som sägs. För att skrik inte ska höras krävs en ljudisolering på 56 dB.

Luftljudsisoleringskraven i Boverkets byggregler, BBR, SS 25267 och SS 25268 är så kallade fältvärden och betecknas  $D_{nT,w}$  eller  $R'_w$ .

Fältvärdet mäts i den färdiga byggnaden och ska inte förväxlas med laboratorievärdet. En väggs faktiska ljudisolering redovisas med ett  $R_w$  värde.  $R_w$  är ett laboratorievärde som visar väggens ljudisolering när väggen mäts i ett laboratorium under mycket gynnsamma förhållanden.

$D_{nT,w}$	Normalt samtal	Högröstat samtal	Skrik	Tv, radio, måttlig ljudnivå	Diskotek
25 dB					
30 dB	HÖRS				
35 dB					
40 dB	KAN HÖRAS	HÖRS			
44 dB		KAN HÖRAS	HÖRS		
48 dB				HÖRS	
52 dB			KAN HÖRAS		
56 dB				KAN HÖRAS	
60 dB	UPPFATTAS EJ	UPPFATTAS EJ	HÖRS EJ	HÖRS EJ	HÖRS

## LABVÄRDE

Laboratoriet har ett sändarrum och ett mottagarum. Rummen skiljs åt av en vägg med arean ca 10 m<sup>2</sup>. En rundstrålande högtalare sänder ut ljud i sändarrummet. Ljudnivån mäts i sändarrummet och mottagarummet. Stommen i labbet är "ljudsäkrad" så att ljudet som går förbi väggen via stommen är försumbart.  $R_w$ -värdet är ett vägt entalsvärde som visar hur mycket ljud som går igenom väggen.

Diagram 1 visar ljudisoleringen för en vägg mätt i laboratorium.

Ljudisoleringen redovisas i tersband från 50 Hz till 5000 Hz. För att ange väggens ljudisolering med ett entalsvärde används en referenskurva (röd linje). Referenskurvan innefattar tersbanden mellan 100 Hz och 3150 Hz. Referenskurvan anpassas mot resultatkurvan (blå linje), så att den totala negativa avvikelser mellan mätkurvan och referenskurvan (summan av de röda streckade linjerna) inte överstiger 32 dB. Förflyttningen av referenskurvan sker i 1 dB steg.

När anpassningen är gjord, läser man av referenskurvas värde vid 500 Hz. För denna vägg blir resultatet  $R_w$  45 dB.

$R_w$  värdet redovisar väggens ljudisoleringsförmåga mellan 100 Hz och 3150 Hz.

I vissa byggnadstyper ställs krav på ljudisolering mellan 50–3150 Hz. För att redovisa väggens ljudisolering mellan dessa frekvenser används en annan vägningskurva som innefattar tersbanden mellan 50–3150 Hz. När denna vägningskurva anpassats mot resultatkurvan redovisas ett värde som betecknas  $R_w + C_{50-3150}$ . Detta redovisar väggens ljudisoleringsförmåga mellan 50–3150 Hz när väggen mäts i laboratorium.

För denna vägg blir resultatet:  $R_w$  45 dB och  $R_w + C_{50-3150}$  40 dB.

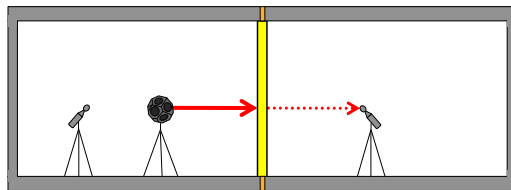
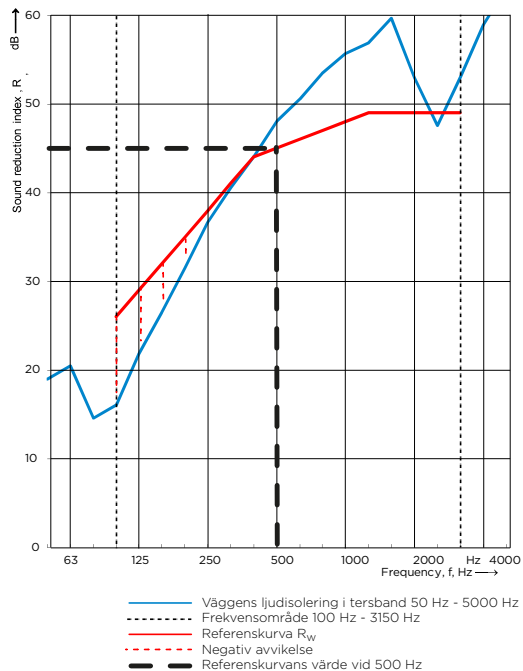


Diagram 1



## FÄLTVÄRDE

Fältvärdet betecknas  $D_{nT,w}$  eller  $R'_w$  och påverkas förutom av väggens ljudisolering också av flanktransmissioner, läckage och överhörning. Exempel på hur luftburet ljud kan spridas från ett rum till ett annat.

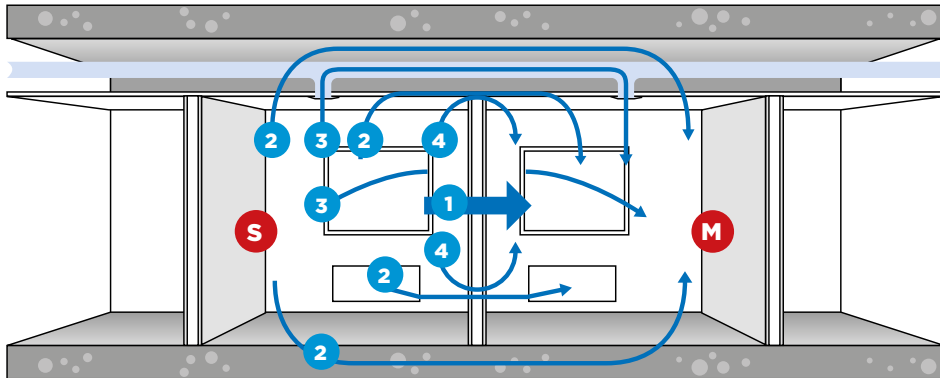


Bild 1

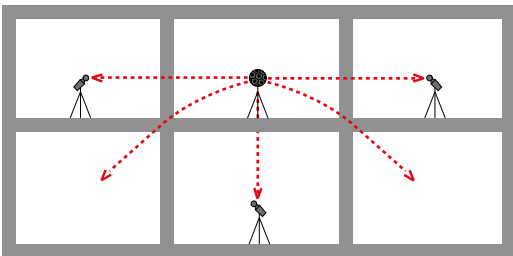
S: sändarrum.

M: mottagarrum.

1 visar ljudtransmissionen genom väggen, väggens  $R_w$ -värde.

2, 3 och 4 visar exempel på andra vägar som ljudet kan ta, flanktransmission, överhörning och läckage.

Kraven på luftljudsisolering i BBR, SS 25267 och SS 25268 är fältvärden och gäller i både horisontell och vertikal riktning. Kraven varierar beroende på byggnadstyp och verksamhet.



### $R'_w$ OCH $D_{nT,w}$

Det finns två sätt att redovisa fältvärdet när det gäller luftljudsisolering;  $R'_w$  och  $D_{nT,w}$ . Båda sätten utgår från ljudnivåskillnaden mellan sändarrummet och mottagarrummet, det som skiljer är hur man utvärderar "ljuddämpningen" i mottagarrummet och skiljeväggens area.

En ljudisoleringsmätning går till på följande sätt:

1. Efterklangstiden ( $T$ ) mäts i mottagarrummet. Genom att mäta rummets volym ( $V$ ) kan man med hjälp av Sabines formel beräkna ljudabsorptionsmängden ( $A$ ) i mottagarrummet.

$$T = \frac{V \cdot 0,16}{A}$$

2. Man startar en högtalare i sändarrummet och mäter ljudnivån i rummet ( $L_1$ ).

3. Med högtalaren igång mäts ljudnivån i mottagarrummet ( $L_2$ ).

4. Mätning av skiljeväggens area ( $S$ ).

$R'_w$  beräknas på följande sätt.

$$R'_w = L_1 - L_2 + 10 \log \frac{S}{A}$$

$L_1$  är ljudnivån i sändarrummet (dB),  $L_2$  är ljudnivån i mottagarrummet (dB).  $S$  är skiljearean mellan rummen ( $m^2$ )  $A$  är ljudabsorptionsmängden i mottagarrummet ( $m^2S$ ).

När ljudisoleringen utvärderas med  $D_{nT,w}$  görs samma mätningar 1-3.

$D_{nT,w}$  beräknas på följande sätt.

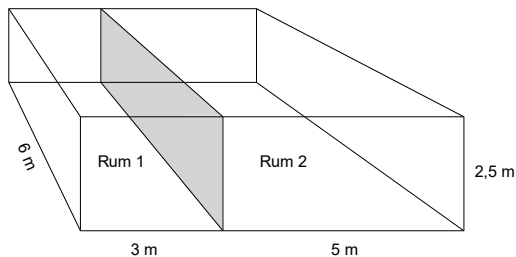
$$D_{nT,w} = L_1 - L_2 + 10 \log \frac{T}{T_0}$$

$L_1$  ljudnivån i sändarrummet.  $L_2$  ljudnivån i mottagarrummet.  $T$  är den uppmätta efterklangstiden i mottagarrummet.  $T_0 = 0,5$  sekunder.

## SKILLNADEN MELLAN $R'_w$ OCH $D_{nT,w}$

Vid utvärdering med  $D_{nT,w}$  är mätriktningen viktig eftersom resultatet påverkas av mottagarummets rumsdjup. (Rumsdjupet = rummets volym / skiljeväggens area).

Nedan visas hur en skiljekonstruktion får olika resultat beroende på hur ljudisoleringen utvärderas.



Rum 1:

Bredd 6 m, Djup 3 m, Höjd 2,5 m. Volym 45 m<sup>3</sup>.

Rum 2:

Bredd 6 m, Djup 5 m, Höjd 2,5 m. Volym 75 m<sup>3</sup>.

Skiljearea mellan rummen 15 m<sup>2</sup>

Ofta väljs det mindre rummet som sändarrum eftersom det är lättare att skapa en hög ljudnivå i små rum. När rum 1 väljs som sändarrum blir rum 2 mottagarum.

Utvärdering med  $R'_w$

Efterklangstiden i mottagarummet är 0,5 sekunder. Volymen är 75 m<sup>3</sup>.

Med Sabines formel blir absorptionsmängden ( $A$ ) i mottagarummet 24 m<sup>2</sup> Sabine

Skiljearea ( $S$ ) mellan rummen är 15 m<sup>2</sup> (6 m x 2,5 m)

$L_1$  (ljudnivån i sändarrummet) 110 dB.

$L_2$  (ljudnivån i mottagarummet) 50 dB.

$R'_w = L_1 - L_2 + 10 \log S/A$

$R'_w = 110 - 50 + 10 \log 15/24$

$R'_w = 58 \text{ dB}$

Utvärdering med  $D_{nT,w}$  från rum 1 till rum 2.

Efterklangstiden i mottagarummet = 0,5 sekunder.

$T_0 = 0,5 \text{ sek}$

$L_1$  (ljudnivån i sändarrummet) 110 dB.

$L_2$  (ljudnivån i mottagarummet) 50 dB.

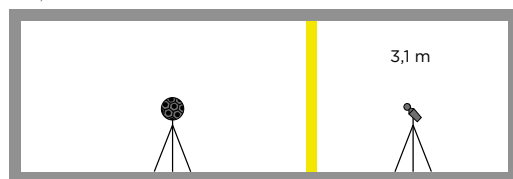
$D_{nT,w} = L_1 - L_2 + 10 \log T/T_0$

$D_{nT,w} = 110 - 50 + 10 \log 0,5/0,5$

$D_{nT,w} = 60 \text{ dB}$

Anledningen till att  $D_{nT,w}$  blir 2 dB högre än  $R'_w$  är att rumsdjupet i mottagarummet är 5 m.

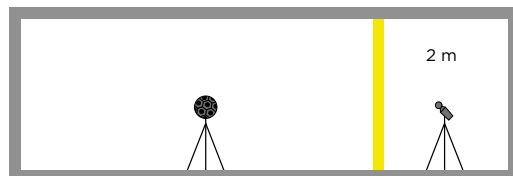
När rumsdjupet i mottagarummet är 3,1 m blir  $D_{nT,w}$  och  $R'_w$  lika



När rumsdjupet i mottagarummet är större än 3,1 m blir  $D_{nT,w}$  högre än  $R'_w$



När rumsdjupet i mottagarummet är mindre 3,1 m blir  $D_{nT,w}$  lägre än  $R'_w$



När mottagarummet är 2 m djupt blir

$D_{nT,w}$  2 dB lägre än  $R'_w$

Om mottagarummet är 5 m djupt blir

$D_{nT,w}$  2 dB högre än  $R'_w$  (se exempel ovan)

BBR och SS 25267:2015 ställer krav på

ljudisolering i bostäder med  $D_{nT,w}$

SS 25268 2007 + T1:2017 ställer krav på

ljudisolering i lokaler med  $R'_w$ .

SS 25268:2023 ställer krav på ljudisolering i lokaler med  $D_{nT,w}$ .

Sambandet mellan  $D_{nT,w}$  och  $R'_w$  är följande:

$D_{nT,w} = R'_w + 10 \log (0,32 \cdot \text{mottagarummets rumsdjup})$

$R'_w = D_{nT,w} - 10 \log (0,32 \cdot \text{mottagarummets rumsdjup})$

Rumsdjupet beräknas i meter.

Vid projektering av väggar måste mottagarummets djup beaktas när kravet på luftljudisolering är ställt med  $D_{nT,w}$ .

## STOMLJUD

Stomljud är ljudvågor som i form av vibrationer fortplantar sig i en byggnadsstomme. Stomljud kan uppkomma av vibrationer från en roterande fläkt som är fast inspänd i byggnadsstommen. Stomljud blir hörbara genom att vibrationerna från stommen når våra öron via luften i mottagarrummet. Stomljudsisolering är isolering av stomljudet någonstans mellan storkällan och mottagarens öra. Stomljudsisolering kan vara vibrationsisolering av en vibrerande fläkt som monteras på vibrationsdämpande gummikuddar. Eller genom att minska utstrålningen från stommen i mottagarrummet. Detta kan utföras med en så kallad strålningshämmande beklädnad, till exempel en regelstomme beklädd med gipsskivor som är frikopplad från den vibrerande stommen.

## STEGLJUD

Stegljud är en typ av stomljud som kan fortplantas via byggnadens stomme. Stegljudsnivån mäts med en standardiserad hammarapparat som placeras på golvet i sändarrummet. När hammarapparatens "hamrar" på golvet mäts ljudnivån i ett angränsande rum (mottagarrummet). Ju lägre stegljudsnivå desto bättre stegljudsisolering. Kravet på stegljudsnivå betecknas  $L'_{nT,w}$  och är ett fältvärdet som mäts i den färdiga byggnaden. Beroende på byggnadstyp och verksamhet ställs olika krav. Stegljud kan spridas både vertikalt och horisontellt.

## RUMSAKUSTIK

När man lyssnar på en människa som pratar i ett rum hör man rösten och rummets ljudreflexer. Beroende på aktiviteten i rummet vill man ha mer eller mindre reflexer. En sångare vill ha mycket reflexer så att sången blir klangfull. En lärare vill att klassrummet ska vara mer dämpat så att eleverna kan uppfatta vad hen säger. BBR ställer krav på rumsakustiken med måttet efterklangstid.

Vid en efterklangstidsmätning används en högtalare som skapar en ljudnivå i rummet (ca 100 dB). Efter att högtalaren stängts av mäts hur lång tid det tar för ljudnivån att sjunka 60 dB. Denna tid kallas efterklangstid.

Efterklangstiden påverkas av rummets volym, ljudabsorptionsmängden i rummet, absorberternas placering och hur mycket diffusion (ljudspridande ytor, möbler och inredning) som finns i rummet. Sabines formel beskriver sambandet mellan efterklangstid ( $T$ ), rummets volym ( $V$ ) och rummets ljudabsorptionsmängd ( $A$ ).

$$T = \frac{V \cdot 0,16}{A}$$

Rummets ljudabsorptionsmängd ( $A$ ) är summan av golvets, väggarnas, takets samt möblernas och inredningens ljudabsorption. Behovet av ljudabsorbenter varierar beroende på aktiviteten i rummet. Absorbenter klassificeras i olika absorptionsklasser från A till E, där absorptionsklass A absorberar mest. Ett vanligt problem är att rummet har lång efterklangstid i de låga frekvenserna (125 Hz). Gipsväggar har en viss absorberande effekt vid 125 Hz till skillnad från väggar i sten och betong.

## LJUD FRÅN INSTALLATIONER

Ljud från byggnadens installationer ska inte vara hörbara. Lågfrekventa ljud gör människor trötta. Därför ska ljudnivån från installationerna vara låg, speciellt i de lägre frekvenserna.

BBR ställer normalt två krav på ljudnivån från installationer, dBA och dBC.

När ljudnivån mäts i dBA filtreras stora delar av de lågfrekventa ljuden bort.

Vid en mätning i dBC filtreras inte de lågfrekventa ljuden bort. Det är därför viktigt att mäta ljudnivån från installationer i både dBA och dBC.

## LJUD FRÅN TRAFIK OCH ANDRA LJUD UTANFÖR BYGGNADEN

Om byggnaden är placerad nära trafikleder eller om det finns andra ljudkällor i närheten är det viktigt att byggnadens skal har tillräcklig ljudisolering så att ljuden utifrån inte stör människorna i byggnaden. Fönster och tilluftsdon är ofta den "svaga" länken i en fasad. Beroende på de yttre ljudkällornas styrka och avstånd till byggnaden är det viktigt att rådfråga akustiker om hur ytterväggar och tak ska utformas.

## LJUDSTYRKA OCH FREKVENS

### LJUDSTYRKA (dB)

Ljudvågor sprids som en longitudinell våg i luften genom att luftpartiklar rör sig fram och tillbaka i den riktning som ljudet strålar. Resultatet av denna rörelse blir en liten skillnad i lufttrycket jämfört med det statiska atmosfärstrycket. Tryckskillnaden gör att trumhinnan trycks in och sugts ut. Ju högre ljudnivån (dB-nivån) är desto mer rör sig trumhinnan. Eftersom vår hörsel spänner över ett stort omfång när det gäller tryckskillnader används en logaritmisk skala när det gäller ljudtrycksnivåer. Detta gör att summering och subtraktion av ljudkällor får följande resultat.

60 dB + 60 dB blir inte 120 dB. 60 dB + 60 dB blir 63 dB.

10 ljudkällor på 60 dB blir 70 dB. 100 ljudkällor på 60 dB blir 80 dB.

Ett exempel: 80 dB + 70 dB blir 80 dB. Detta innebär att om ljudkällan på 70 dB stängs av blir ljudnivån fortfarande 80 dB.

En halvering av energin (ljudkällorna) innebär en ljudnivåsänkning med 3 dB. En höjning/sänkning av ljudnivån med 10 dB upplevs som en fördubbling/halvering. (gäller för ljud vid 1000 Hz).

Avståndet till ljudkällan påverkar ljudnivån. Nära ljudkällan är ljudnivån högre.

### FREKVENS (Hz)

Frekvensen mäts i Hertz och anger hur ofta tryckskillnaderna inträffar per sekund. "Pipiga" ljud har hög frekvens, dova ljud har låg frekvens.

## TERS BAND, OKTAVBAND, dBA OCH dBC

Ljudnivån från en ljudkälla kan redovisas på olika sätt; inom byggnadsakustiken används tersband, oktavband, dBA och dBC.

### TERS BAND

För att analysera ljudnivån med tersband delas x-axeln i 24 delar. Varje del är ett tersband. En tersbandsanalys är relativt finmaskig eftersom tersbanden är smala. När man anger ljudnivån i tersband måste även tersbandet anges. I diagram

2 framgår att ljudnivån är 86 dB för tersbandet 80 Hz, och 36 dB för tersbandet 10000 Hz.

### OKTAVBAND

Ett oktavband består av tre intilliggande tersband, så 24 tersband ersätts av 8 oktavband. Eftersom oktavbanden är bredare är en oktavbandsanalys lite "trubbigare" än en tersbandsanalys. För att ange ljudnivån måste även oktavbandet anges. I diagram 3 framgår att ljudnivån för oktavbandet 250 Hz är 77 dB, och 42 dB för oktavbandet 8000 Hz.

Diagram 2 visar hur ljudnivån varierar med frekvensen.

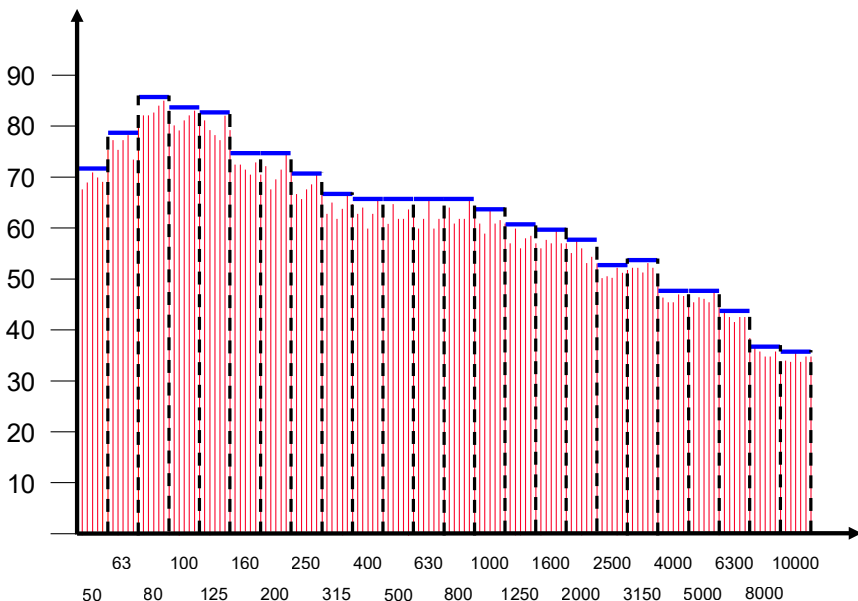
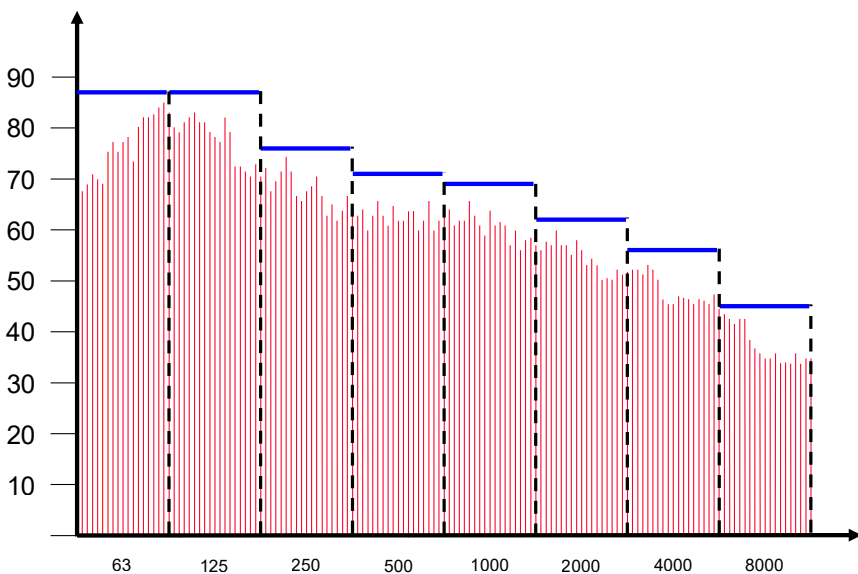


Diagram 3



## dBA OCH dBC

För att ange ljudnivån med ett entalsvärde används "vägda" värden; dBA och dBC.

Vår förmåga att uppfatta nivåskillnader mellan olika frekvenser varierar med ljudets styrka. Därför används så kallade vägningsfilter som filtrerar ljudet på olika sätt. Det finns flera olika vägningsfilter, inom byggnadsakustiken används A-filtret och C-filtret.

Diagram 4 visar hur ljudnivåerna reduceras med vägningsfilter A (blå linje) och C (röd linje).

När ljudnivån redovisas i dBA reduceras ljudnivå under 1000 Hz enligt den blå linjen.

Vid en dBA mätning reduceras den uppmätta ljudnivån vid oktavbandet 63 Hz med 26,2 dB, vid oktavbandet 125 Hz reduceras ljudnivån med 16,1 dB, vid 250 Hz är reduktionen 8,6 dB och vid 500 Hz reduceras det uppmätta värdet med 3,2 dB. När reduktionen är gjord summeras alla oktavband (63 Hz–8000 Hz) till ett entalsvärde.

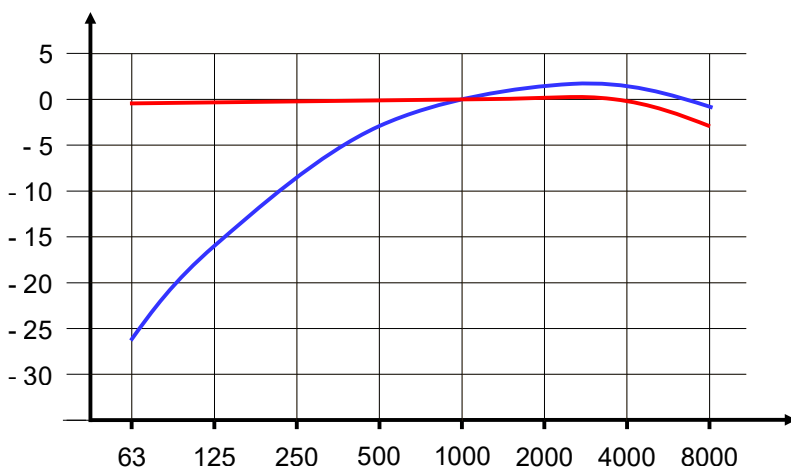
När ljudnivån mäts i dBC sker en väldigt liten reduktion under 1000 Hz. Se röd linje.

Skillnaden mellan dBA och dBC är att dBA filtrerar bort mycket ljud under 1000 Hz.

För att ange ljudnivån med ett vägt värde måste vägningsfiltret anges.

När mätningen i diagram 2 och 3 redovisas med vägda värden blir resultaten 75 dBA och 90 dBC.

Diagram 4 visar hur ljudnivåerna reduceras med vägningsfilter A (blå linje) och C (röd linje).

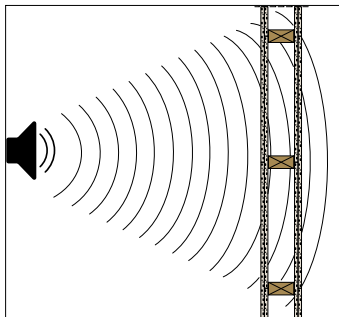




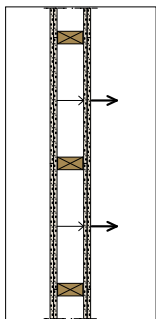
## GYPROC VÄGGLÖSNINGAR

Gyproc innerväggssystem består av en regelstomme och gipsskivor.

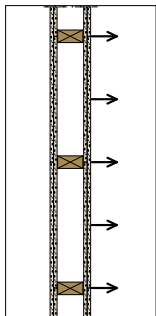
Om en högtalare till vänster om väggen sänder ut ett ljud kommer ljudet att försöka gå genom väggen på flera olika sätt.



När ljudvågen träffar gipsskivan kommer skivan att börja vibrera. När skivan till vänster vibrerar kommer ljudvågen att gå vidare inuti väggen via luften mellan skivorna.

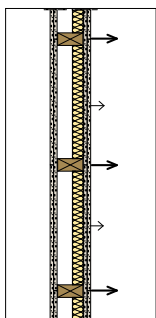


När ljudvågen träffar den högra gipsskivan kommer den att börja vibrera och ljudvågen kommer att nå luften på andra sidan väggen. Ljudet går genom väggen via vänstra gipsskivan, luften i väggen och högra gipsskivan.

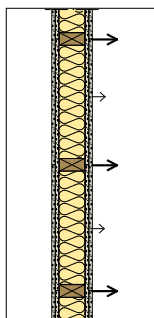


Om skivorna är sammankopplade med en styv träregel kommer mycket ljudenergi att gå genom väggen via reglarna.

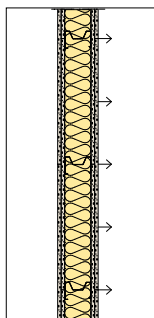
Ljudenergin går genom väggen via skivorna och luften i väggen, och via de styva träreglarna.



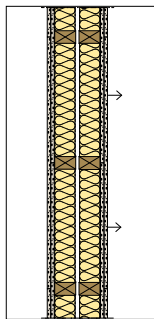
Genom att sätta in glasull (mineralull) i väggen blir det svårare för ljudvågen att nå den andra gipsskivan via luften i väggen eftersom stora delar av ljudenergin absorberas av glasullen.



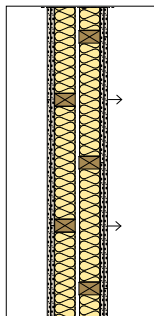
Med absorberande glasull i väggen minskar möjligheten för ljudvågorna att nå den andra skivan via luften. Störst effekt får man genom att fylla hela utrymmet med glasull.



För att hindra att ljudet går via regelstommen kan den styva träregeln bytas ut mot en fjädrande akustikregel Gyproc XR.

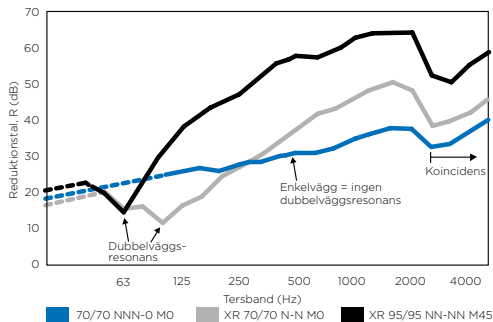


Ett annat sätt att hindra transmissionen via regelstommen är att bygga väggen med dubbla regelstommar. På så sätt bryts ljudbryggan via regelstommen mellan gipsskivorna. Med en dubbelstomme är det viktigt att luftspalten mellan regelstommarna är tillräckligt stor så att ingen fysisk koppling uppstår. Om det är montagevänligt möjligt kan säkerheten ökas genom att montera reglarna förskjutna och därmed minimera risken för koppling mellan regelstommarna.



## LJUDISOLERING FÖR OLIKA TYPER AV GIPSVÄGGAR

Diagram 4



**Blå linje** visar ljudisolering för en schaktvägg/enkelvägg, 70 mm stålregelstomme (c 450 mm) med tre gipsskivor på en sida.

**Grå linje** visar en dubbelvägg, 70 mm XR-regel (c 450 mm) med en gipsskiva på varje sida.

**Svart linje** visar en dubbelvägg, 95 mm XR-regel (c 450 mm) med två gipsskivor på varje sida och 45 mm absorberande mineralull i väggen.

Alla tre väggar har en dip vid ca 3000 Hz, denna kallas kritisk koincidensfrekvensen. Den kritiska koincidensfrekvensen påverkas av skivornas ytvikt och böjmotstånd.

Dubbelväggarna har förutom dippen vid den kritiska koincidensfrekvensen även en dip som uppstår på grund av dubbelväggsresonansen. Dubbelväggsresonansen bildas av ett massa-fjäder-massa-system där massorna är ytvikten hos gipsskivorna och fjädern är den styvhet som uppstår pga luften i kaviteten samt reglarnas styvhet och c-avstånd. Skivornas ytvikt och avståndet mellan skivorna påverkar dubbelväggsresonansen. När avståndet mellan skivorna ökar blir luftfjäder vekare.

Mellan dubbelväggsresonansfrekvensen och den kritiska koincidensfrekvensen ligger massområdet.

Inom massområdet lyfts ljudisoleringskurvan när väggens massa (ytvikt) ökar. Inom massområden ökar ljudisoleringen när frekvensen blir högre, kurvorna i Diagram 4 visar att ökningen inom massområdet är större för dubbelväggarna än för enkelväggen då frekvensen blir högre.

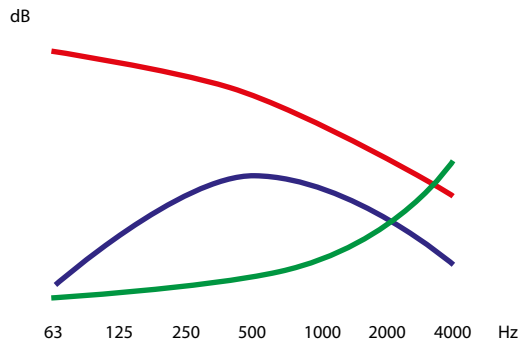
Om störningskällan i sändarrummet har hög ljudnivå i en frekvens där väggens ljudisolering är låg kommer mycket ljud att gå igenom väggen. Därför är det viktigt att väggens ljudisolering är hög vid de frekvenser där storkällans ljudnivå är hög.

Störkällorna genererar ofta ljud över flera frekvenser och därför krävs det att väggen har bra ljudisolering över ett brett frekvensområde.

### EXEMPEL PÅ OLIKA STÖRKÄLLOR

En bashögtalare (röd linje) kan sända ut höga nivåer av lågfrekvent ljud. Mänskligt tal (blå linje) är starkast vid ca 500 Hz medan fågelkvitter (grön linje) är starkast i de högre frekvenserna.

Diagram 5



En vägg mellan två kontorsrum ska primärt hindra ljud från röster att spridas mellan rummen.

En lägenhetsskiljande vägg ska hindra både röster och ljud från högtalare. Eftersom bashögtalare kan sända ut mycket lågfrekventa ljud är det viktigt att den lägenhetsskiljande väggen har bra ljudisolering i de låga frekvenserna.

### HÖG LJUDISOLERING ÖVER ETT BRETT FREKVENSOOMRÅDE

Genom att sänka frekvensen för dubbelväggsresonansen och höja den kritiska koincidensfrekvensen blir massområdet bredare.

För att sänka dubbelväggsresonansen ska skivorna ha hög ytvikt och avståndet mellan skivorna ska vara stort. Med andra ord ska skivorna vara tunga och väggen vara tjock.

För att höja den kritiska koincidensfrekvensen ska skivorna ha hög ytvikt och låg böjstyvhet.

Elasticitetsmodulen påverkar böjstyvheten och därför är det en fördel om skivmaterialet har en låg elasticitetsmodul. Skivor med hög ytvikt gör att ljudisoleringen inom massområdet blir högre. Tunga skivor med låg elasticitetsmodul har tre positiva effekter på ljudisoleringen för en dubbelvägg:

- Ljudisoleringen inom massområdet blir högre.
- Dubbelväggsresonansen inträffar vid en lägre frekvens.
- Den kritiska koincidensfrekvensen inträffar vid en högre frekvens.

## LIKA-RUM-PROBLEMET

Om det finns hårda plana parallella väggar i ett rum kommer ljudvågorna att reflekteras mellan ytorna, det uppstår en så kallad "stående ljudvåg". Stående vågor uppstår när rummets dimensioner överensstämmer med ljudvågens halva våglängd och multiplar av halva våglängden. (1/2 våglängd, 2/2 våglängd, 3/2 våglängd osv.) De frekvenser där stående vågor uppstår kallas rummets resonansfrekvenser.

Om rummen på båda sidor av en vägg är identiska kommer resonansfrekvenserna i rummen att sammanfalla. Om resonansfrekvensen i rummen sammanfaller med skiljeväggs dubbelväggsresonans kommer mycket ljud att passera genom väggen.

Våglängden för ett ljud med frekvensen 50 Hz är 6,8 m (340 m/s/50 Hz) Halva våglängden blir 3,4 m.

Om rummen har dimensioner på 3,4 m är det viktigt att skiljeväggs dubbelväggsresonans inte ligger vid 50 Hz. Här är det viktigt att välja en vägg vars dubbelväggsresonans är lägre än 50 Hz.

## ÄNDRING AV SKIVMATERIAL

Väggarna i denna Handbok, uppfyller angivna ljudegenskaper under förutsättningen att de redovisade produkterna används och att de monteras enligt Gyprocs anvisningar. Om komponenter i väggen byts ut förändras väggens prestanda.

Om man exempelvis byter ut en 12,5 mm gipsskiva mot en 12 mm konstruktionsplywood kommer ljudisolering att försämrans då plywooden är styvare och har lägre ytvikt.

- Den lägre ytvikten försämrar ljudisoleringen inom massområdet.
- Den lägre ytvikten gör att dubbelväggsresonansen inträffar vid en högre frekvens.
- Den lägre ytvikten och högre styvheten gör att koincidensfrekvensen inträffar vid en lägre frekvens.
- Detta leder till att massområdet blir smalare.

För väggen Gyproc XR 95/95 (450) NN-NN MO sjunker  $R_w$  med 2 dB om man byter ut en Gyproc Normal mot en 12 mm konstruktionsplywood på båda sidor av regeln. Observera att försämringen kan variera för andra typer av vägguppbbyggnader.

## LIMNING AV GYPROC GIPSSKIVOR

Det är viktigt att använda ett elastiskt akustiklim (dämplim) vid limning av gipsskivor.

Används ett stumt lim blir de sammanlimmade skivorna styva vilket leder till att koincidensfrekvensen inträffar vid en lägre frekvens.

Om Gyproc gipsskivor monteras mot en vägg med gipsbruk Gyproc G 66 för att rikta upp en befintlig vägg med ojämn yta ska detta ske med hellimning (ej sträng- eller punktlimning) för att undvika att en tunn luftspalt bildas. En tunn luftspalt ger försämrad ljudisolering på grund av den resonans som bildas i luftspalten. Problemet med resonans kan även uppstå vid skruvning av gipsskivor i en 25 mm läkt som monterats på en befintlig gipsvägg eller en murad vägg.

## REGELSTOMME

Centrumavståndet mellan väggreglarna och reglarnas styvhet påverkar ljudisoleringen för gips-skivebeklädda väggar med enkel regelstomme. (Jämför exempelvis ljudisoleringen för Gyproc XR, Gyproc ER och Gyproc DUROnomic i respektive systems systemegenskaper.)

## FLERA SKIVLAG

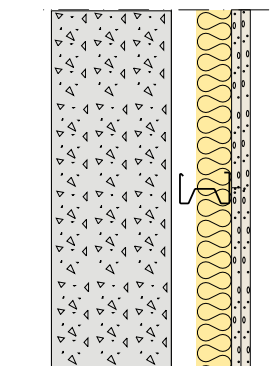
Genom att skruva ett extra lag Gyproc gipsskivor på ena sidan av väggen uppnås en förbättring av ljudisoleringen eftersom väggens massa ökar. Skruvning av ett extra lag på båda sidorna ökar ljudisoleringen ytterligare. Effekten varierar beroende på typ av regel, skiva och väggkonstruktion.

## ABSORBERANDE MINERALULL

Mineralullen inne i en regelvägg med gipsskivor är en absorber som ökar ljudisoleringen genom att skapa ett dämpat rum inne i väggen. Ju mer absorption som finns inne i väggen desto bättre blir väggens ljudisolering. Effekten av absorberanten blir större när man går från oisolerad regelstomme till 45 mm isolering än från 45 mm isolering till full utfyllnad. Full utfyllnad är givetvis bättre men det höjer inte ljudisoleringen i den mån man önskar. I regelväggar med mineralull har typ av regel större påverkan på ljudisoleringen.

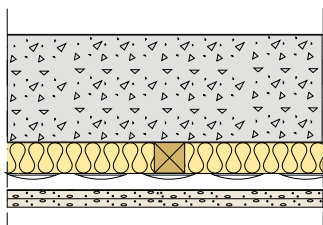
## FÖRBÄTTRAD LJUDISOLERING - TUNG STOMME

Vid påbyggnad av en tung vägg (massiv vägg med ytvtikt minst 80 kg/m<sup>2</sup>) för att förbättra ljudisoleringen, bör detta ske genom en tilläggsisolering av minst dubbla lag Gyproc gipsskivor, 70 mm mineralull och en 70 mm regelstomme med kantprofiler Gyproc ACOUnomic som monteras minst 15 mm från väggen så att regelstommen inte har kontakt med den befintliga väggen.



a) Förbättrad tung vägg

Förbättring av ljudisoleringen för ett tungt massivt bjälklag (ytvtikt minst 80 kg/m<sup>2</sup>) kan göras med en påbyggnad på undersidan med dubbla lag Gyproc gipsskivor som monteras på 25 mm Gyproc AP profil (c 400 mm). Gyproc AP 25-profilen monteras i sin tur tvärs mot en 45 mm träregel (c 600 mm) mot taket. Luftspalten mellan reglarna fylls med glasull Isover Piano.

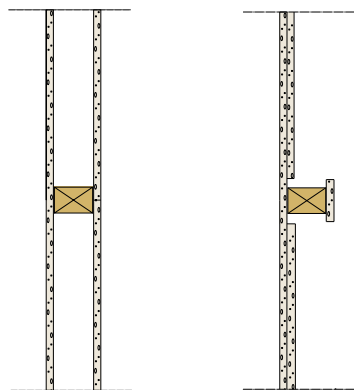


b) Förbättrat tungt bjälklag

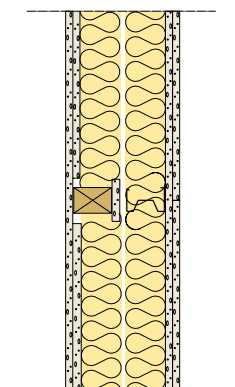
## FÖRBÄTTRAD LJUDISOLERING - LÄTT VÄGG

Om en befintlig vägg med skivor på regler med enkelstomme har bristande ljudisolering ska den inte byggas på med ytterligare regel och gipsskivor. Såga istället bort skivorna på den ena sidan av den befintliga väggen, och bygg en ny vägg på separat regelstomme utanför den befintliga (15 mm spalt). Ett alternativ till att såga bort skivorna är att perforera skivorna så att minst 40 % av skivornas yta tas bort.

Exemplet nedan visar en vägg efter ombyggnad. Figur c) visar vägg med otillräcklig ljudisolering. Figur d) visar en lösning där gipsskivorna på högra sidan sågats ut mellan reglarna och limmats mot den vänstra gipsskivan med akustiskt dämplim. Figur e) visar 70 mm regelstomme med kantprofiler Gyproc ACOUnomic som monteras minst 15 mm från befintlig vägg. Hela utrymmet fylls med en glasull Isover Piano. Undvik att skapa väggar som består av skivor-reglar-skivor-reglar-skivor då dessa kan få resonanser i känsliga frekvensområden.



c) Befintlig lätt vägg d) Befintlig lätt vägg



e) Förbättrad lätt vägg