

4.1

Byggnadsakustik

4.1.1 Begrepp

I detta avsnitt finns förklaringar till de viktigaste begreppen inom byggnadsakustiken.

Ljud

Ljud, så som vi normalt uppfattar det, är små fluktuationer hos lufttrycket. Buller är ett uttryck för icke önskvärt eller skadligt ljud.

Decibel

Ljudtrycksnivå mäts i decibel (dB) som är en logaritmisk enhet. Detta innebär dels att enheten motsvarar upplevelsen, dels att den ger ett smidigt sätt att hantera såväl små som stora tal. Det senare är viktigt då den mänskliga hörseln spänner över ett så stort omfång – ljudtrycket vid smärtröskeln är cirka 10 miljoner gånger högre än ljudtrycket vid hörtröskeln (vid 1 kHz).

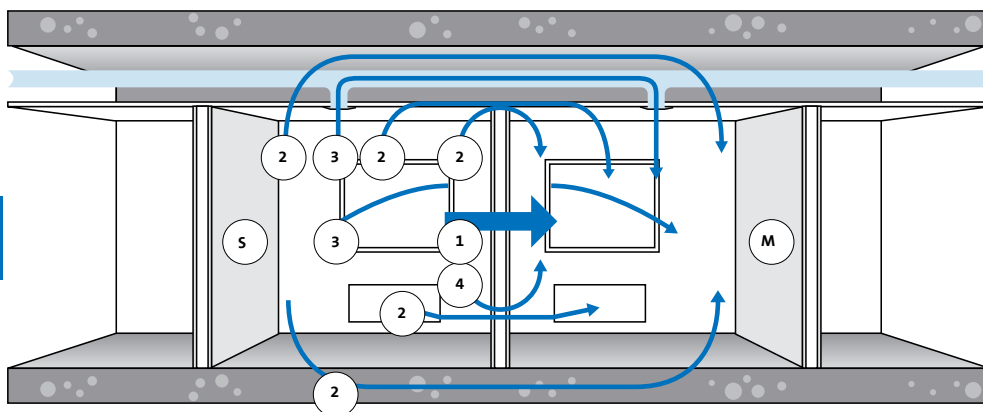
Ett fördubblat ljudtryck innebär alltid 3 dB ökning av ljudtrycksnivån oavsett vilken nivå som är utgångsläge. 3 dB är den minsta höjning eller sänkning av ljudet som har praktisk betydelse. En höjning eller minskning av bullernivån med 10 dB motsvarar ungefär en fördubbling eller halvering av hörintrycket. Ljudnivåer anges ofta dels som den ekvivalenta (genomsnittliga) nivån och dels

som den maximala nivån under mätperioden. Uppmätt ekvivalent trafikbullernivå ska normalt justeras till ett årsmedelvärde för att bli jämförbar med normer och krav.

A- och C-vägning

För att ta hänsyn till hur hörseln uppfattar ljud vid olika frekvenser finns sk vägningfilter. Det finns bland annat A-, B- och C-vägningsfilter som utgör enkla anpassningar till örats känslighet vid 45 dB, 55 dB och 65 dB. B-filtret används normalt inte. En A-vägning av ljudtrycksnivån förkortas ofta dB(A) och innebär kort en kraftig minskning av bastonernas inverkan på det uppmätta värdet. C-vägd ljudnivå dB(C) har nästan ingen undertryckning alls av bastonerna. Stor skillnad mellan C- och A-vägd ljudnivå markerar att ljudet har kraftigt lågfrekvensinnehåll. Med en kombination av krav på A-vägd och C-vägd ljudnivå uppnås ofta en god avvägning mellan ljud vid olika frekvenser.

4.1



Luftljud och luftljudsisolering

Luftljud är ljudvågor som fortplantar sig i luften, exempelvis från en högtalare eller en person som pratar. Luftljudsisolering är minskning av luftljud från ett rum till ett annat rum.

- S = Sändarrum
- M = Mottagarum
- 1 = Direkt ljudtransmission
- 2 = Flanktransmission
- 3 = Överhörning
- 4 = Läckage

4.1.1 Begrepp

Reduktionstal

Med reduktionstal avses hur god luftljudsisolering en viss konstruktion har vid en viss frekvens och betecknas R när den mäts i laboratorium. Vid fältmätning finner normalt ljudet flera alternativa ljudvägar än bara genom den aktuella skiljekonstruktionen och reduktionstalet blir därför lägre. Reduktionstal mätt i fält har beteckningen R' .

En konstruktions reduktionstal erhålls genom mätningar i ett antal olika frekvenser. Reduktionstalen redovisas ofta i en kurva och i en tabell. För att förenkla hanteringen av reduktionstalen vid olika frekvenser har det utvecklats sammanfattningsvärden (entalsvärden) för luftljudsisoleringen hos olika konstruktioner. Det mest använda sammanfattningsvärdet är R_w resp R'_w i fält ger en viktning av ljudisoleringen för olika frekvenser mellan 100 Hz och 3150 Hz.

Anpassningstermer – C och C_{tr}

Andra sätt att väga reduktionstalen vid olika frekvenser betecknas bl.a $R_w + C_{50-3150}$, $R_w + C_{50-5000}$ resp $R_w + C_{tr}$. Med anpassningstermerna beaktas ljudisoleringen även vid frekvenser under 100 Hz. Anpassningstermen kan beräknas som differensen mellan $R_w + C$ och R_w . Uppmätt i fält betecknas dessa $R'_w + C_{50-3150}$ etc.

$R'_w + C_{50-3150}$ används normalt vid kravsättning för bostäder och musiklokaler i Sverige och Danmark, $R'_w + C_{50-5000}$ på motsvarande sätt i Norge. Definitionen ger att krav uttryckta i $R'_w + C_{50-5000}$ normalt motsvaras av ett 1 dB lägre krav uttryckta i $R'_w + C_{50-3150}$. $R'_w + C_{tr}$ noterades tidigare $R_{A,tr}$ och betyder ljudisolering mot vägtrafikbuller.

Upplevd ljudisolering

I följande tabell lämnas exempel på upplevd ljudisolering för normala rum vid olika ljudklasser hos skiljekonstruktionerna. Notera att ljudupplevelsen i mottagarrummet även beror på rummets storlek och efterklangstid.

Stomljud och stomljudsisolering

Stomljud är ljudvägar som i form av vibrationer fortplantar sig i en byggnadsstomme. Detta kan exempelvis uppkomma av vibrationer från en fläkt eller när människor går på ett golv. Ofta avses stomljudsalstrat luftljud när man säger stomljud, dvs att vibrationer i stommen strålar ut i luften. Stomljudsisolering är isolering av stomljud eller stomljudsalstrat luftljud någonstans mellan storkällan och mottagaren, ofta genom vibrationsisolering av storkällan, men i vissa fall genom påbyggnad av vägg/tak hos mottagaren. Flanktransmission är en typ av stomljud, se nedan.

Stegljudsnivå

Eftersom den vanligaste typen av stomljudsstörning är stegljud, har det utarbetats ett standardiserat sätt att med en s.k hammarapparat, mäta hur väl ett bjälklag isolerar mot denna typ av stomljudsalstrat luftljud. I princip kallas den ljudnivå som mäts upp under bjälklag monterat i laboratorium, vid resp frekvens, L_n . Uppmätt i byggnad kallas värdet $L'_{n,w}$. Sammanfattningsvärdet, $L'_{n,w}$ resp $L'_{n,w}$ väger samman stegljudsnivån vid olika frekvenser mellan 100 Hz och 3150 Hz.

Språkbruket avseende stegljud är inte stringent, stegljudsnivå och stegljudsisolering förväxlas ofta. En hög stegljudsnivå är ett dåligt resultat (= låg ljudisolering).

R'_w för byggnadsdel	Normal kontorsutrustning	Normalt samtal	Högröstat samtal	Skrik	Tv, radio, stereo mättlig ljudnivå	Diskotek
25 dB						
30 dB	HÖRS	HÖRS				
35 dB						
40 dB	KAN HÖRAS	KAN HÖRAS	HÖRS			
44 dB			KAN HÖRAS	HÖRS		
48 dB					HÖRS	
52 dB				KAN HÖRAS		
56 dB					KAN HÖRAS	
60 dB	STÖRS EJ	UPPFATTAS EJ	UPPFATTAS EJ	HÖRS EJ	HÖRS EJ	HÖRS

4.1.1 Begrepp

Anpassningsterm $C_{1,50-2500}$

Ett annat sätt att väga stegljudsnivån vid olika frekvenser är $L_{n,w} + C_{1,50-2500}$ resp $L'_{n,w} + C_{1,50-2500}$, som även tar hänsyn till stegljudsnivån vid frekvenser under 100 Hz. Anpassningstermen är differensen mellan dessa värden och $L_{n,w}$ resp $L'_{n,w}$.

$L'_{n,w} + C_{1,50-2500}$ används normalt för bostäder tillsammans med $L'_{n,w}$, då $L'_{n,w}$ inte tillräckligt väl motsvarar störningen från lågfrekvent stegljud och $L'_{n,w} + C_{1,50-2500}$ inte tillräckligt väl motsvarar störningen från gång med hårda skor.

Flanktransmission

När en del av ljudtransmissionen mellan två utrymmen utgörs av stomljud, som förmedlas via andra byggnadsdelar eller installationer än den direkta skiljekonstruktionen, så sker detta genom s.k flanktransmission. Flanktransmission kan exempelvis uppträda vid radiatorstammar, tak, golv eller anslutande väggar.

I byggnader med lätta stommar och ljudisolerande undertak är det extra viktigt att ta hänsyn till flanktransmissionen då direkttransmissionen genom bjälklaget kraftigt minskats med hjälp av undertaket varvid ljudenergin söker sig andra vägar. Med väl utformade knutpunkter kan flanktransmissionen minimeras.

Överhörning

Överhörning kallas den del av den indirekta ljudtransmissionen, mellan två utrymmen, som utgörs av luftljudstransmission. Exempel på överhörning är ljudtransmission via utrymme ovan undertak eller via ventilationskanaler.

Läckage

4.1

När anslutningen mellan den direkt skiljande konstruktionen och omgivande konstruktioner är otät uppstår läckage som kan vara förödande för ljudisoleringen. Med korrekt montage ska läckaget vara försumbart och konstruktionen lufttät. Läckage kan även uppstå vid olika typer av installationer. Se även kap 2.1.31 och 3.11.1 angående Gyproc Acounomic och transmissionsvägar.

Rumsakustik

God rumsakustik miljö bör vara ett självklart krav i alla lokaler. För personer med hörselnedsättning är detta speciellt viktigt. Även den synskadade har behov av god rumsakustik så att det hörs varifrån ljudet kommer utan förvillande ljudreflexer. En rumsmiljö där önskat ljud effektivt dämpas och önskvärt ljud klart får gå fram ger den handikappade bättre förutsättningar att fungera normalt och underlättar även för den normalhörande. Speciell omsorg bör läggas på rumsakustiken i allmänna lokaler.

Det bör poängteras att högsta absorption långt ifrån alltid är det bästa valet ur akustisk synvinkel, en jämn och väl avstämd efterklangtid är i många fall viktigare än kort klang. En god tal- eller musikakustik förutsätter normalt att den som talar eller musicerar får respons från lokalen.

För att uppnå en balanserad och god rumsakustik kan det ofta vara lämpligt att antingen utöka de ljudabsorberande ytorna även till väggarna, exempelvis med Gyproc Akustikvägg, eller att med ljudspredande föremål se till att ljudet reflekteras upp mot taket istället för att studsas fram och tillbaks mellan väggarna.

Efterklangtid är ett mått på hur länge ett ljud klingar i rummet och bestäms bland annat av rummets volym, inredning och form, mängden ljudabsorbent och deras placering. Efterklangtiden varierar med ljudets frekvens (tonhöjd).

Ljudabsorptionsklass används ibland för att redovisa absorberenters effektivitet, men är ofta missvisande. När man ser till resultatet fördelat över alla aktuella frekvenser kan samma efterklangtid uppnås med ett bra Gyptone undertak av perforerad gips i absorberentklass C som med en mineralullsprodukt i absorberentklass A, med samma täckningsgrad över takytan.

För att ge underlag till att skapa en väl avstämd rumsakustik finns absorptionskoefficienter i oktavband redovisade i den separata Gyptone-boken för Gyptone Undertak. Notera att absorberenters ljudabsorption varierar med avståndet till bakomliggande yta.

4.1.1 Begrepp

Dämpning resp isolering

Ljuddämpning avser nivå-sänkande åtgärder i samma rum som ljudkällan.

Takabsorbenter är ett exempel på dämpning. Luft-ljudet (energin i ljudvågen) omvandlas genom friktion till värmeenergi i absorbenten.

Ljudisolering innebär att energin i ljudvågor förhindras från att transporteras från ett rum till ett annat. En vägg bestående av Gyproc Gipskivor och Gyproc Reglar är ett exempel på ljudisolerande skiljekonstruktion.

Resonans

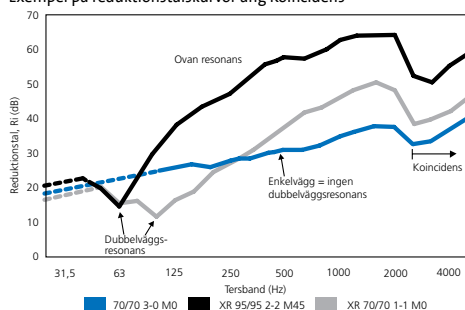
Ett centralt begrepp inom all akustik är resonans. Resonans betyder att ljudet eller vibrationen vid vissa frekvenser pga reflexer förstärker sig självt (upp till en nivå som bestäms av systemets dämpning). I många fall är förstärkningen vid resonans kraftig, varför kraftiga buller- eller vibrationskällor vid resonansfrekvensen ska undvikas.

Resonanser kan utnyttjas positivt för att isolera två system ifrån varandra genom att lägga resonansfrekvensen lägre än bullerkällans störfrekvenser. Exempelvis har ett system bestående av en vibrerande maskin som står på mjuka fjädrar en resonansfrekvens som bestäms av fjädrarnas styvhet och maskinens vikt. Under resonansfrekvensen fungerar systemet som om fjädrarna inte fanns (vibrationerna förs över till golvet), vid resonans förstärks vibrationerna både i golvet och i maskinen, men ovan resonansfrekvensen frikopplas maskinen från underlaget och maskinvibrationerna isoleras från golvet.

På samma sätt är det med en vägg med Gyproc Gipskivor på bägge sidor om reglarna. Maskinen motsvarar gipsskivorna på ena sidan väggen (ljudvågor i rummet skapar vibrationer i skivan), fjädrarna motsvaras av luften mellan gipsskivorna (och i viss mån reglarna) och golvet motsvaras av gipsskivorna på den andra sidan av väggen. Under resonansfrekvensen fungerar väggen som om luftspalten (dvs "fjädern") inte fanns och skivorna kommer att svänga i fas (ljudisoleringen är relativt låg). Vid resonansfrekvensen (dubbelväggsresonans) försämras ljudisoleringen, för att sedan över resonansfrekvensen successivt förbättras. Väggar med Gyproc Gipskivor och Gyproc Reglar har en resonansfrekvens mellan cirka 40 Hz t.ex Gyproc GS 70/70x2 (450) 3-3

M140 och 110 Hz t.ex Gyproc GS 45/45 (450) 1-1 M0. Ljudstörningarna ligger normalt i det område där luften i väggen fungerar som en fjäder vilket ger väggen en förbättrad ljudisolering. Det är viktigt att se till att en väggs resonansfrekvens inte sammanfaller med kraftigt ljud hos aktuella störkällor.

Exempel på reduktionstalskurvor ang Koincidens



Koincidens

Det resonansbegrepp som beskrivits ovan skulle kunna beskrivas som resonans i tid, att ljudvågen, efter att ha reflekterats, efter en tid är i fas med sig själv i ett och samma medium. Koincidens (från engelskans coincide sammanfalla, vara i fas med) är istället att ljudvågen i ett medium vid en viss frekvens och i en viss vinkel är i fas med ljudvågen i ett annat medium. Vid 2500 Hz har ljudvågorna i en 12,5 mm gipsskiva samma våglängd som ljudvågorna i luften parallellt med väggen, och då får ljudenergin i väggen lätt att stråla ut i luften. Vid högre frekvenser gäller samma sak för ljudvågor i luften med olika vinklar ut från väggen. Vi får en försämrad ljudisolering vid frekvenser med koincidens, och störst försämring fås vid den lägsta frekvens som har koincidens, den s.k koincidensgrännsfrekvensen. Som nämnts ovan ska resonanser undvikas vid frekvenser där god ljudisolering önskas. I byggnadsakustiska sammanhang bör konstruktionerna utformas så att koincidensgrännsfrekvens mellan cirka 125 Hz och 2 kHz undviks.

4.1.1 Begrepp

Lika rum-problemet

Om rummen på båda sidor av en skiljevägg är identiska så kommer resonansfrekvenserna i de båda rummen att sammanfalla. I normala rum är detta inte aktuellt annat än vid låga frekvenser (ljudklass $R'_{w} + C_{50-3150}$) eftersom det alltid finns små skillnader mellan tillsynes identiska rum. När resonansfrekvenserna i de båda rummen sammanfaller så kommer dessa att "kopplas" till varandra vilket betyder att ljudet får det enklare att passera förbi skiljeväggen. Detta kan bli ett problem, när skiljeväggens grundresonansfrekvens sammanfaller med rummens resonansfrekvenser. Detta är exempelvis fallet vid en skiljekonstruktion av typ Gyproc XR 70/70x2 (450) 2-2 M140 med min 200 mm total väggjocklek, och rum som har någon dimension inom 3,4 m ± 0,1 m eller 6,8 m ± 0,2 m.

Aktuella åtgärder kan vara att antingen öka avståndet mellan regelstommarna (med ca 50 mm), så att luftfjäders styvhet minskar, eller att öka massan till 3 x 12,5 mm Gyproc Gipsskivor på varje sida.

Ljudklass

Begreppet ljudklass används för att gruppera ljugenskaper. Vi finner det både i form av exempelvis ljudklass B och C för bostäder och lokaler, och i form av exempelvis ljudklass $R'_{w} = 35$ dB hos dörrar och andra konstruktions-element. Tanken är att det ska bli lättare att välja rätt produkt och att ställa rätt krav. I denna handbok har vi valt att sortera väggarna i olika ljudisoleringsklasser för att på motsvarande sätt förenkla för er.

Laborativvärden

Laborativvärden är uppmätta under idealiska förhållanden, dock kan mätresultaten i en begränsad omfattning variera mellan olika laborativ beroende på testlaborativernas egenskaper. Ljudisolering i fält blir ofta minst 3–4 dB lägre än ljudisoleringen i laboratorium (om flanken är optimalt utformad). I Gyproc Handbok redovisas de fältvärden som kan förväntas då konstruktioner, flanker, installationer m.m utförs (resp monteras) enligt Gyprocs anvisningar. Skillnaden är inte en säkerhetsmarginal för dåligt utförande!

För att ge underlag till akustisk dimensionering kan laborativvärden i viss utsträckning distribueras av Gyproc Teknisk Support.

Medelvärde och begränsningsregler i SS 25267:2004

I den tredje utgåvan av ljudklassningsstandarden för bostäder, SS 25267:2004, anges att krav avser medelvärde av uppmätta konstruktioner i varje bostad, med högst 2 dB avvikelse från kravvärdet. Både väggar och bjälklag innefattas i medelvärdet. För att den införda medelvärdesbildningen inte ska medföra en faktisk sänkning av kraven har kravvärdena skärpts 1 dB.

Funktionskravet för lägenhetsskiljande byggnadsdelar uppfylls normalt med de i handboken angivna väggtyperna. Dock förutsätts att medelvärdesbildning kan beräknas för flera byggnadsdelar inom bostaden. När detta inte är möjligt, t.ex för en lägenhetsskiljande vägg i ett enplans parhus, bör åtgärder vidtas för att höja ljudisoleringen 1–2 dB. Exempelvis genom att välja väggtyp med ett extra lag gipsskiva t.ex Gyproc XR 70/70x2 (450) 2-3 M140 eller genom att förbättra flankerande anslutningar t.ex genom delad bottenplatta.

Dessutom har begränsningsregler införts för luftljudisolering och stegljudsnivå, som innebär att kraven inte skärps vid ökad rumsstorlek som tidigare.

Begränsningsregeln innebär praktiskt, att uppmätt ljudnivåskillnad i stora rum korrigeras för mottagarrummets efterklangtid. När begränsningsregeln används motsvarar R'_{w} mättet "vägd standardiserad ljudnivåskillnad" $D_{nt,w}$. SS 25267 anger av praktiska skäl bara beteckningen R'_{w} även där det är $D_{nt,w}$ som avses, medan SS 25268 anger krav i R'_{w} eller $D_{nt,w}$ beroende på vilken typ av lokal som avses. Dimensionering utan hänsyn till begränsningsregeln ger resultat på säkra sidan dvs ljudisoleringen blir högre än vad som krävs. Sambandet mellan R'_{w} och $D_{nt,w}$ beskrivs i Boverkets handbok "Bullderskydd i bostäder och lokaler" samt i SS EN 12354 del 1. Begränsningsregeln har inget samband med vilken typ av konstruktioner som används, den beror bara av skiljekonstruktionens area och mottagarrummets volym.

För att inte begränsningsregeln för stegljud ska innebära en generell lindring av kraven har kravvärdet skärpts ytterligare 1 dB för stegljudsnivån. Ljudisoleringskraven för ljudklass C i bostäder är därför numera $R'_{w} + C_{50-3150} \geq 53$ dB, samt $L'_{n,w}$ och $L'_{n,w} + C_{150-2500} \leq 56$ dB, men samma skiljekonstruktioner som tidigare kan normalt väljas.

4.1.2 Ljudkrav

Bostäder

För bostäder används i huvudsak två kravnivåer, ljudklass C (råd/krav i BBR), och ljudklass B. Ljudklasserna är beskrivna i ljudklassningsstandarden för bostäder SS 25267:2004. Standarden kan beställas från SIS Förlag, www.sis.se. De viktigaste luftljudsisoleringsvärdena finns redovisade i väggnyckeln i kap 2.1.0 Gyproc Väggnycklar.

När god ljudmiljö eftersträvas i bostäderna rekommenderas projektering efter ljudklass B, som i princip innebär att alla ljudegenskaper är 4 dB bättre än minimikravet ljudklass C. Med ljudklass B följer också att ett rum i trerumslägenheter eller större ska vara ljudisolerat inom lägenheten, för att exempelvis erbjuda avskildhet för familjemedlemmar med olika arbetstider.

Se även kap 4.1.1 Medelvärde och begränsningsregler i SS 25267:2004.

För alla bostäder, gamla som nya, finns Socialstyrelsens allmänna råd om buller inomhus, SOSFS 2005:6, som normalt tillämpas som kravnivå från kommunernas miljöförvaltningar. Denna är tillämplig för fläktaggregat, gemensamma tvättstugor, diskotek/ restauranger och liknande. Socialstyrelsens allmänna råd innebär i princip att om en normalkänslig person i lägenheten i besvärande grad störs av installationerna eller verksamheten så behöver åtgärder vidtas. För att undvika dyrbara extra-kostnader bör en akustiker alltid kontaktas när störande verksamhet planeras i anslutning till bostäder.

Lokaler

Ljudklassningsstandarden SS 25268:2007 avser att ge vägledning avseende välbefinnande och arbets-effektivitet i verksamhetslokaler. Ljudklass B och C är de primära kravnivåerna. När en god ljudmiljö önskas bör ljudklass B väljas, med rimlig kostnadsökning relativt ljudklass C. Ofta är kraven desamma i dessa båda klasser, men i viktiga utrymmen skärps kraven för ljudklass B. Gyproc Väggnyckel baseras på ljudklass B och C i denna nya standard. BBR hänvisar i allmänt råd till ljudklass C, vilket till skillnad från tidigare exempelvis innebär att sifferkrav även finns inom kontorslägenheter.

4.1.3 Ljudegenskaper för väggar med Gyproc Gipsskivor

De i Gyproc Handbok redovisade konstruktionerna, uppfyller angivna ljudegenskaper endast under förutsättningen att redovisade produkter som t.ex Gyproc Gipsskivor och Gyproc Stålprofiler används, samt om de monteras enligt Gyprocs anvisningar. Exempel på verkan av ändringar från redovisade konstruktionerna anges nedan.

Ändring av skivmaterial

Styvare skivmaterial ger försämrad ljudisolering då den s.k. koincidensen förskjuts nedåt och påverkar en större del av frekvensområdet. Vidare ökar ljudutstrålningen kraftigt om inte regelavståndet ökas minst lika mycket som styvheten (gäller inte dubbel regelstomme eller med Gyproc XR regel). Exempel på styvare skivmaterial är: hoplimmade gipsskivor (gäller ej med dämplim) eller 12 mm plywood monterad innanför gipsskivorna.

Med plywood monterad innanför ett lag Gyproc Gipsskivor på ena sidan av väggen blir försämringen, cirka $R'_w = 1$ dB, och med plywood monterad innanför ett lag Gyproc Gipsskivor på båda sidor av väggen beräknas försämringen bli cirka $R'_w = 3$ dB. Brandsäkerheten kan också påverkas negativt.

Tyngre skivmaterial ger förbättrad ljudisolering, förutsatt att styvheten inte ökar. Exempelvis ger en 2-2-uppbyggnad kompletterad med 1 resp 2 mm Gyproc IBS plåt på ena väggsidan (inbrottsskydd) ca 2 resp 3 dB högre R'_w . Gyproc Robust ger ca 1 dB högre R'_w per skiva jämfört Gyproc Normal (dock max 3 dB vid 2-2 utförande). 12,5 mm Glasroc Hydro ger samma ljudreduktion som 12,5 mm Gyproc Normal.

Limning av Gyproc Gipsskivor

Limning av Gyproc Gipsskivor på befintliga konstruktioner ger normalt ingen förbättring av luftljudisoleringen, oavsett om limning sker mot en tung vägg eller en vägg med gipsskivor och regler. Undantaget är om dämplim används (Swedac DG-A2 eller likvärdig) vid limning av Gyproc Gipsskivor på vägg resp användning av skivlim Gyproc G 46 vid limning av Gyproc Golvgips. När Gyproc Gipsskivor monteras genom limning med gipsbruk Gyproc G 66 t.ex för att rikta upp en befintlig ojämn yta bör detta ske genom hellimning (ej sträng- eller punkterlimning) för att undvika att en tunn luftspalt bildas. En tunn luftspalt ger försämrad ljudisolering (vid medelhöga frekvenser, t.ex 250–500 Hz) på grund av den

resonans som bildas i spalten. Problemet med resonans gäller även vid skruvning mot t.ex 25 mm läkt monterade utan på en befintlig gipsskiva eller murad vägg.

Där ljudisoleringen inte får försämras bör beklädningen utföras som tilläggsisolering med gipsskivor på regler enligt kap 4.1.1 Tumregler. För att minska flanktransmissionen genom en korridorvägg där gipsskivorna in mot rummen inte delats, kan ett extra lag Gyproc Gipsskivor limmas med dämplim mot tidigare monterade gipsskivor i det ena rummet.

Regelstomme

Avståndet mellan väggreglarna är, liksom reglarnas styvhet, avgörande för ljudisoleringen hos gipsskivebeklädda väggar med enkel regelstomme. Vid regelavstånd under 600 mm försämrar ljudisoleringen om inte reglarna särskilt har konstruerats för att hantera detta. Med Gyproc XR kan ett regelavstånd på 450 mm väljas utan att ljudisoleringen försämrar. Reglarnas styvhet är avgörande för enkelväggarnas ljudisolering. Detta kan tydligt ses genom att jämföra ljudklassningen för Gyproc XR, Gyproc GS 450 och Gyproc Duroomic.

Antal lag Gyproc Gipsskivor

Genom att montera ett extra lag Gyproc Gipsskivor på ena sidan av 1-1 resp 2-2-väggar uppnås en förbättring av ljudisoleringen. 1-2-beklädnad ger normalt ca 4 dB högre R'_w -värde än 1-1 och 2-3-beklädnad ger normalt ca 1–2 dB högre R'_w -värde än 2-2.

Ändring av mineralullsfyllning

Mineralullen inne i en vägg med Gyproc Gipsskivor ökar ljudisoleringen indirekt genom att skapa ett dämpat rum inne i väggen, varför det inte är på något sätt nödvändigt att göra en noggrann inpassning av mineralullen i väggen, som är fallet när väggen ska vara värmeisolerande.

Om mineralullsfyllning M45 bara placeras i den nedre delen av väggen (exempelvis en skiva, 120 cm hög, längst ner i regelfacket) kan följande förändring av R'_w -värdet påräknas: ca 3 dB lägre R'_w -värde än M45 hela vägen upp. Full utfyllnad av hålrummet med mineralull (ökad tjocklek) ger betydande förbättringar vid dubbel regelstomme.

4.1.3 Ljudegenskaper för väggar med Gyproc Gippskivor

Akustik tätning

Akustisk tätning är det samma som att skapa en lufttät konstruktion. Akustisk tätning mellan vägg och angränsande konstruktion erfordras enligt följande:

- Vid ljudklass R'_w och $R'_w + C_{50-3150} = 48-65$ dB med Gyproc Acounomic eller polyetenduk Gyproc GPD och akustisk tätmassa Gyproc G 55 på båda vägg-sidorna.
- Vid ljudklass R'_w och $R'_w + C_{50-3150} = 40-44$ dB med Gyproc Acounomic eller polyetenduk Gyproc GPD och akustisk tätmassa Gyproc G 55 på ena väggsidan.
- Vid ljudklass $R'_w = 35$ dB 4 mm med polyetenduk Gyproc GPD ljudklass $R'_w \leq 30$ dB ingen särskild ljudtätning nödvändig.

Vägg med annat delelement

I tabellen 4.1.3:01 visas resulterande ljudklass (fältreduktionstal) när väggarna innehåller annat delelement (dörr, glasparti etc). Det resulterande ljudklassvärdet bestäms dels av väggens och delelementets ljudklass, dels av andel av den totala väggytan. Beakta att väggen närmast dörren får lägre ljudisolering om till exempel Gyproc XR regel ersätts med en träregel eller förstärkningsregel.

Tabell 4.1.3:01

Väggens ljudklass R'_w (dB)	35			40			44			48			52			56			
Delelementets ljudklass R'_w (dB)	30	35	40	30	35	40	30	35	40	30	35	40	30	35	40	30	35	40	
Delelementets andel av hela väggytan	50%	32	35	37	33	37	40	33	37	42	33	38	42	33	38	43	33	38	43
	25%	33	35	36	35	38	40	36	40	43	36	40	44	36	41	45	36	41	46
	10%	34	35	35	37	39	40	39	42	43	39	43	46	40	44	48	40	45	49

4.1.4 Tumregler – installationsutrymmen och påbyggnader

Runt fläktrum och liknande installationsutrymmen erfordras ibland en tung vägg för att få en tillräcklig ljudisolering. Dock, om utrustningen är vald så att den sammanlagda ljudeffekten ut från aggregaten i oktavbandet 63 Hz (till fläktrummet) understiger $L_{w,63\text{Hz}} = 60$ dB, om aggregaten bara har runda kanaler anslutna och om avståndet från plan yta på fläktaggregat till närmaste vägg är minst 15 cm, så kan kravet på ljudnivå från installationer i bostäder uppfyllas med lätta väggar runt fläktrum. Väggen ska då utföras med dubbel stomme, tre lag Gyproc Gipsskivor per väggsida och fullt utfyllt med mineralull, t.ex Gyproc XR 70/70x2 (450) 3-3 M140. Om ovanstående kriterier ej är uppfyllda behöver en akustiker studera fläktrummet. I offentlig miljö kan mindre och ganska tysta fläktrum normalt utföras med denna typ av vägg. Vid större fläktrum, eller om ljudmiljön är känslig, kontakta akustiker.

Väggar runt schakt i bostäder bör vara utförda med tre lag Gyproc Gipsskivor på utsidan av regelstommen, t.ex Gyproc XR 70/70 (450) 3-0 M0, för att uppnå tillräcklig lågfrekvent ljudisolering. I kontor kan normalt dubbla lag Gyproc Gipsskivor vara tillräckligt runt schakt. I vissa fall är det möjligt att välja färre lag med skivor, kontakta i så fall akustiker för en bedömning. Om installationer i schaktet inte är isolerade med mineralull kan det vara lämpligt att komplettera stommen med 70 mm mineralull (särskilt vid öppna schakt som förbinder flera lägenheter).

För val av konstruktioner runt installationsutrymmen med stora fläktaggregat eller med kylmaskiner, kontakta alltid akustiker då dessa installationer är svåra källor till såväl luftljud som stomljud.

Påbyggnad av tung stomme för ökad ljudisolering

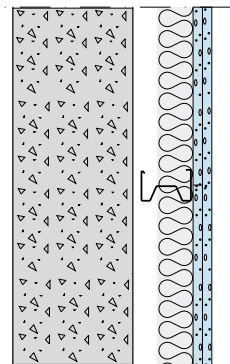
Vid påbyggnad av en tung vägg (massiv vägg med ytvtikt $\geq 80 \text{ kg/m}^2$) för att förbättra ljudisoleringen, bör detta ske genom en tilläggsisolering av minst dubbla lag Gyproc Gipsskivor, minst 45 mm mineralull och en 70 mm regelstomme som monterats på ett avstånd av minst 10 mm från väggen (regeln monterats fristående och utan kontakt med den befintliga väggen).

Vid förbättring av ljudisoleringen för ett tungt bjälklag (massivt med ytvtikt $\geq 80 \text{ kg/m}^2$) genom en påbyggnad på undersidan bör detta ske genom att minst dubbla lag Gyproc Gipsskivor monterats på 25 mm

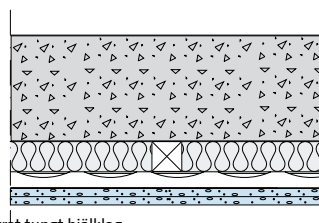
Gyproc AP profil (c 400 mm), som i sin tur monteras på en minst 45 mm träregel (c 600 mm) mot taket. Mellan reglarna fylls med mineralull. I små rum kan istället reglarna spännas fritt mellan väggarna (utan kontakt med bjälklaget ovan) och montera gipsskivorna mot läkt alternativt används stälreglar och/eller sekundärprofiler.

Dessa påbyggnader ger normalt 10–15 dB förbättring, om flanktransmissionen genom anslutande konstruktioner ej är för stor. Åtgärder för att begränsa flanktransmissionen kan bli nödvändigt.

Påbyggnad av tung stomme med gipsskivor på regel, monterad fast i väggen, kan ej rekommenderas som en generell lösning, men kan i vissa fall vara tillräckligt. Ger cirka 5–10 dB förbättring av mellan och högfrekventa ljudkällor.



a) Förbättrad tung vägg



b) Förbättrat tungt bjälklag

4.1.4 Tumregler – installationsutrymmen och påbyggnader

Påbyggnad på undersida av gamla träbjälklag

Gamla bjälklag med undersida av spräckpanel och cirka 30 mm puts har dålig lågfrekvent ljudisolering varför en större luftspalt eller fler lag Gyproc Gipsskivor är nödvändigt. Minst 95 mm träregel (c 600 mm), minst 45 mm mineralull och Gyproc AP profil (c 400 mm) rekommenderas vid 2 lag Gyproc Gipsskivor. Förbättringen med denna åtgärd är cirka 10–15 dB, vilket normalt är tillräckligt för att klara lägenhetsskiljande bjälklag exempelvis vid inredning av vindsvåning.

Om undersidan av bjälklaget ovan är renoverat med Gyproc Gipsskivor på läkt ska dessa demonteras innan åtgärder enligt ovan vidtas, då det i annat fall får en kraftigt försämrad lågfrekvent ljudisolering.

För gamla bjälklag med undersida av träpanel kan ej generella råd ges. Kontakta akustiker för mätning av befintliga ljudegenskaper och dimensionering av åtgärder.

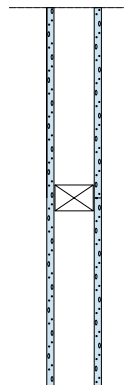
Påbyggnad av lätt vägg

Om en befintlig vägg med skivor på regler med enkelstomme är otillräcklig så ska den inte byggas på med ytterligare regel och gipsskivor. Riv i stället den ena sidan av den befintliga väggen, och bygg en ny vägg på separat regelstomme utanför den (10 mm spalt). Fyll väggen med mineralull.

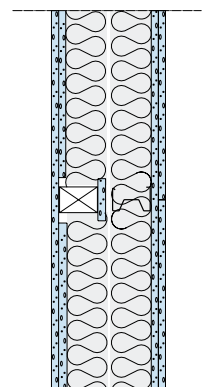
I stället för att riva den ena vägghalvan kan skivan perforeras (rivas) motsvarande minst 40 % av ytan. Perforeringen måste inkludera alla regelfacken och hålen måste ha diameter minst 10 cm.

Undvik att skapa väggar som består av skivor-reglar-skivor-reglar-skivor då dessa får resonanser i känsliga frekvensområden och därför får dålig ljudisolering.

Exemplet till höger visar en vägg som efter ombyggnad bör klara minst $R'_w = 52$ dB om väggen är akustiskt tätad. Figur b) visar en lösning där t.ex nedsågade skivor flyttats in i befintlig vägg och limmas med dämplim (Swedac DG-A2 eller likvärdig). Om väggen kan åtgärdas från två håll skapas möjlighet till akustisk tätning med tätmassa Gyproc G 55. Vägghalvan som inte rivs kompletteras i så fall med ytterligare en skiva som skruvas till regelstommen i stället för att limmas på insidan (brandkravet säkerställs även genom skruvmontering).



a) Befintlig lätt vägg



Förbättrad lätt vägg

4.1.5 Anslutningar mot tunga konstruktioner

Förutsättningar för i Gyproc Handbok redovisade anslutningar mot tunga konstruktioner:

Angivna värden på tjocklekar hos anslutande betongväggar och bjälklag har tagits fram med hjälp av beräkningar utförda enligt referenserna [1]–[4]. Beräkningarna bygger på statistisk energianalys och är validerade genom jämförelser med värden mätta i fält. Detta medför att värdena skiljer sig från dem som redovisades i tidigare versioner av handboken, eftersom dessa framför allt bygger på erfarenhetsvärden från kontorshus, dvs hus som akustiskt fungerar som pelardäck.

Plåttjocklekar för homogena betongbjälklag och erforderlig bjälklagstyp för håldäck, med eller utan övergolv, har beräknats under förutsättningen att ljudreduktionen via stommen uppgår till ljudklassen plus 5 dB vid ljudkrav högre än $R'_{w} = 52$ dB. Vid ljudkrav $R'_{w} = 48$ –52 dB förutsätts ett av bjälklagen hålla en ljudklass bättre ljudisolering. Vid ljudkrav lägre än 48 dB förutsätts samma bjälklagskonstruktioner som vid krav $R'_{w} = 48$ dB. Väggtjocklekar för betongväggar har beräknats under förutsättning att ljudreduktionen via väggen uppgår till ljudklassen plus 10 dB för att ge marginell påverkan på den totala ljudtransmissionen.

Referenser, anslutningar till tunga konstruktioner

- [1] S. Ljunggren: "Sound Insulation of Buildings with Large Slabs". *Acustica*, 1986 (60), s. 135–143.
- [2] S. Ljunggren: "Airborne Sound Insulation of Thin Walls". *Journal of the Acoustical Society of America*, 1991 (89), s. 2324–2337.
- [3] S. Ljunggren ja B. Ottosson: "Sound Insulation in Buildings of Concrete. Comparisons of Calculated and Measured Values". *ACTA ACUSTICA* 1995 (3), s. 59–65.
- [4] S. Ljunggren: "A New Quiet House in Stockholm". *ACTA ACUSTICA* 1995 (3) s. 283–286.