efterklang: | PART OF AFRY

RAPPORT

BULLERVÄGLEDNING FÖR MUSIKVERKSAMHET

788 976

Projektnummer:	**788 976**
Revision:	0
Dokumenttyp:	Rapport
Datum:	2020-09-04
Kund:	Miljöförvaltningen Stockholm
Kontaktperson:	Ana Camargo Valencia
Uppdragsansvarig:	Bengt Johansson, T: [+46 10 505 14 56], [bengt.johansson@efterklang.se]
Kvalitetsansvarig:	Sebastian Holm
Handläggare:	Bengt Johansson, T: +46 10 505 14 56, bengt.johansson@efterklang.se

Sammanfattning:

I detta dokument ges rekommendationer till näringsidkare som driver restauranger, clubar, diskotek och livescener där musik spelas med hög ljudnivå. Här görs en genomgång av grundläggande akustik, byggnadstekniska förutsättningar för olika typer av byggnader samt planering och val av lokal för att förebygga störningar och klagomål. Om problemen redan finns ges information om möjligheter att minska störningen med tekniska åtgärder på ljudanläggningen och med ljudisolerande åtgärder både för musik inom- och utomhus samt de speciella förutsättningar som live-musik ger.

Datum	Beskrivning	UPPRÄTTAD	QA
2020-08-14	Rev 0	BJN	SHM

INNEHÅLLSFÖRTECKNING:

1	**INLEDNING:**	**4**
2	**AKUSTISKA GRUNDER:**	**4**
2.1	VAD ÄR LJUDISOLERING?	4
2.2	VAD ÄR LJUDABSORPTION OCH EFTERKLANGSTID?	4
2.3	VARFÖR ÄR DET SÅ SVÅRT ATT SÄNKA LJUDNIVÅN NÅGRA DB?	6
2.4	VARFÖR GÅR DET INTE ATT LJUDISOLERA EN LOKAL MED MINERALULL OCH MJUKA TYGER?	6
3	**BYGGNADSKONSTRUKTIONER:**	**7**
3.1	TUNGA KONSTRUKTIONER I STEN OCH BETONG – ÄR DET BRA?	7
3.2	LÄTTA KONSTRUKTIONER I TRÄ OCH GIPSSKIVOR – ÄR DET BRA?	8
3.3	SAMMANFATTNING?	10
4	**FÖNSTER OCH DÖRRAR:**	**10**
5	**STOMLJUD:**	**11**
6	**ÅTGÄRDER FÖR ATT FÖRBÄTTRA LJUDISOLERINGEN:**	**11**
6.1	UNDERTAK	11
6.2	ÅTGÄRDER PÅ VÄGGAR	12
6.3	ÅTGÄRDER PÅ GOLV	13
6.4	FÖNSTERÅTGÄRDER	14
6.5	DÖRRÅTGÄRDER	14
7	**ÅTGÄRDER HOS BOENDE:**	**14**
8	**PLANERING OCH LOKALISERING:**	**15**
8.1	VAL AV LOKAL	15
8.2	BYGGNADSSTOMME	15
8.2.1	BYGGNADER MED BÄST FÖRUTSÄTTNINGAR	15
8.2.2	BYGGNADER MED SÄMST FÖRUTSÄTTNINGAR	16
8.3	VAL AV PLACERING AV SCEN ELLER DANSGOLV	16
8.4	VAR SKA ENTRÉN PLACERAS?	16
8.5	TAKHÖJD OCH UTRYMME	16
9	**LJUDANLÄGGNINGAR:**	**17**
9.1	VAL AV HÖGTALARSYSTEM - NÅGRA FÅ STORA ELLER MÅNGA SMÅ HÖGTALARE?	17
9.2	BASFREKVENSER STÖR MEST – HUR HANTERA DET?	17
9.3	EQUALIZER, KOMPRESSOR OCH LIMITER	19
9.3.1	EQUALIZER	19
9.3.2	LIMITER	19
9.3.3	KOMPRESSOR	19
10	**LJUDMÄTNINGAR:**	**20**
11	**RELATIONER MED GRANNAR:**	**20**
12	**SPELA MUSIK UTOMHUS:**	**20**
12.1	RIKTNING AV HÖGTALARE	20
13	**LIVEMUSIK:**	**23**

1 INLEDNING:

Det är vanligt att boende upplever sig störda av musik från restauranger, klubbar och scener. I denna handling går vi igenom hur störningarna uppkommer och vad man kan göra för att minska dem. För att öka förståelsen för problemet ges även en grundläggande genomgång av akustik.

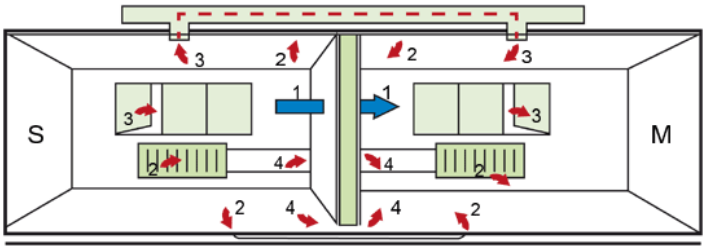
2 AKUSTISKA GRUNDER:

I detta kapitel presenteras grundläggande begrepp inom akustik, samt teori om olika sätt som ljud kan spridas i och genom byggnader.

2.1 VAD ÄR LJUDISOLERING?

Luftljudsisolering är byggnadens förmåga att reducera luftburet ljud mellan två utrymmen. Transmissionsförlusten eller reduktionstalet, R, i byggnaden - är ett mått på hur effektivt väggar, golv, dörrar eller andra byggnadsdelar begränsar ljudöverföringen mellan två utrymmen. Reduktionstalet varierar beroende på frekvens och den är som regel sämst vid låga frekvenser (basljud) och bäst vid höga (diskantljud). Reduktionstalet mäts i decibel, dB, och ska vara så högt som möjligt. Uppmätt luftljudsisolering skall vara så hög som möjligt.

I nedanstående illustration ges en översikt gällande hur ljud kan överföras mellan två utrymmen.



<u>Illustration:</u> Ljudets olika transmissionsvägar mellan två utrymmen. Bildkälla: Paroc

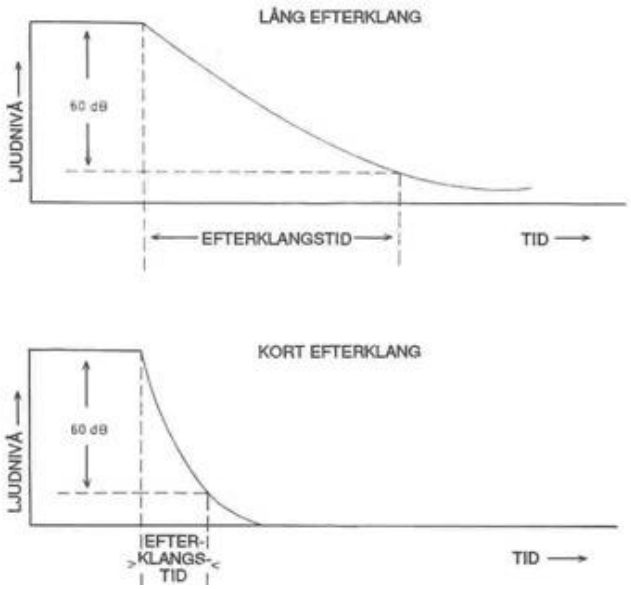
1. Direkt ljudöverföring
2. Flanktransmission (stomljud)
3. Överhörning (via ventilation)
4. Läckage

FIGUR 1: ILLUSTRATION AV LJUDISOLERING HORISONTELLT.

Bilden i figur 1 visar olika transmissionsvägar för ljudet mellan två rum bredvid varandra. Samma transmissionsvägar finns även vertikalt till en lägenhet ovanför en restaurang. Ljudstörningar kan även förekomma flera våningar upp. Då är det ofta transmissionsvägar 2 och 3 som dominerar.

2.2 VAD ÄR LJUDABSORPTION OCH EFTERKLANGSTID?

Ljudabsorption innebär att ljudet absorberas i ett material, t ex ljudabsorbenter. Ofta är ljudabsorbenter porösa och mjuka. Det kan handla om ljudabsorberande undertak, tyger, möbler mm. Rent fysikaliskt tvingas ljudvågorna gå genom trånga passager i materialet där de omvandlas till värme genom friktion. Ökad ljudabsorption i ett rum ger en behagligare ljudmiljö och en kortare efterklangstid. Att kraftigt öka mängden ljudabsorbenter i ett rum sänker ljudnivån något (några dB) men är inte rätt väg att gå om man vill minska ljudstörningar hos grannar.



FIGUR 2: ILLUSTRATION AV EFTERKLANGSTID.

Efterklangstiden är den tid det tar för ljudtrycksnivån i ett rum att sjunka 60 dB sedan ljudkällan stängts av.

Efterklangstiden (T) påverkas av rummets volym (V) och av rummets absorptionsmängd (A) enligt formeln nedan.

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

Formeln ovan visar grovt att:

- Ökad rumsvolym V ger längre efterklangstid T
- Ökad absorptionsmängd A ger kortare efterklangstid
- Om vi vet rummets volym, kan vi genom att mäta efterklangstiden beräkna rummets ljudabsorptionsmängd

För lite absorptionsmängd i kombination med flera hårda och parallella ytor i rummet utgör också ett rumsakustiskt problem då ljudmiljön då kan uppfattas som hård och besvärande.

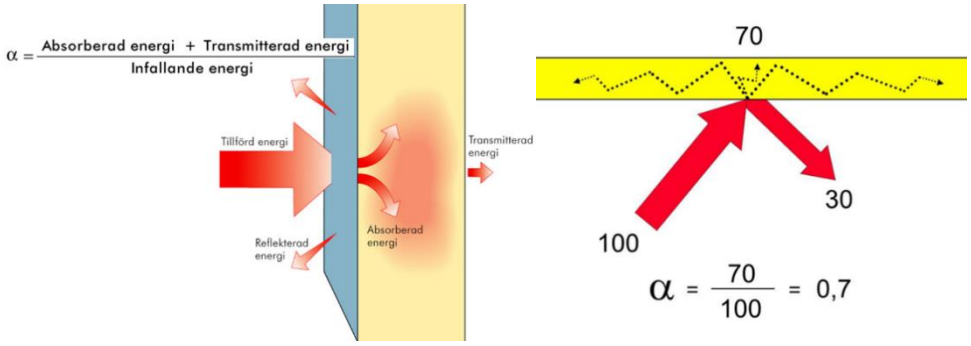
<u>Notera:</u> Efterklangstiden ökar med rumsvolymen och minskar med ökande ekvivalent ljudabsorptionsarea.

Ljudabsorption redovisas med absorptionsfaktorn **α** som kan variera mellan **0** och **1**.

- Om 50% av ljudenergin absorberas är α = 0,5.
- Om 95% av ljudenergin absorberas är α = 0,95.

En absorbent som absorberar 95% reflekterar således 5% av ljudenergin.

Observera att ljudreflexen endast är 3 dB tystare än infallande ljud om 50 % av ljudenergin absorberas, vilket är nätt och jämnt hörbart. För att ljudreflexen ska vara 10 dB tystare än infallande ljud krävs att 90 % av ljudenergin absorberas. Då är ljudreflexen nästan eliminerad.



FIGUR 3: ILLUSTRATION AV LJUDABSORPTION.

2.3 VARFÖR ÄR DET SÅ SVÅRT ATT SÄNKA LJUDNIVÅN NÅGRA dB?

Ljud mäts i dB, vilket är en logaritmisk skala, och den används eftersom människans hörsel uppfattar ljudet på detta sätt. En sänkning av ljudet med 3 dB motsvarar alltså en halvering av ljudenergin. Om ljudet ska sänkas med 10 dB innebär det att 90 % av ljudenergin ska reduceras.

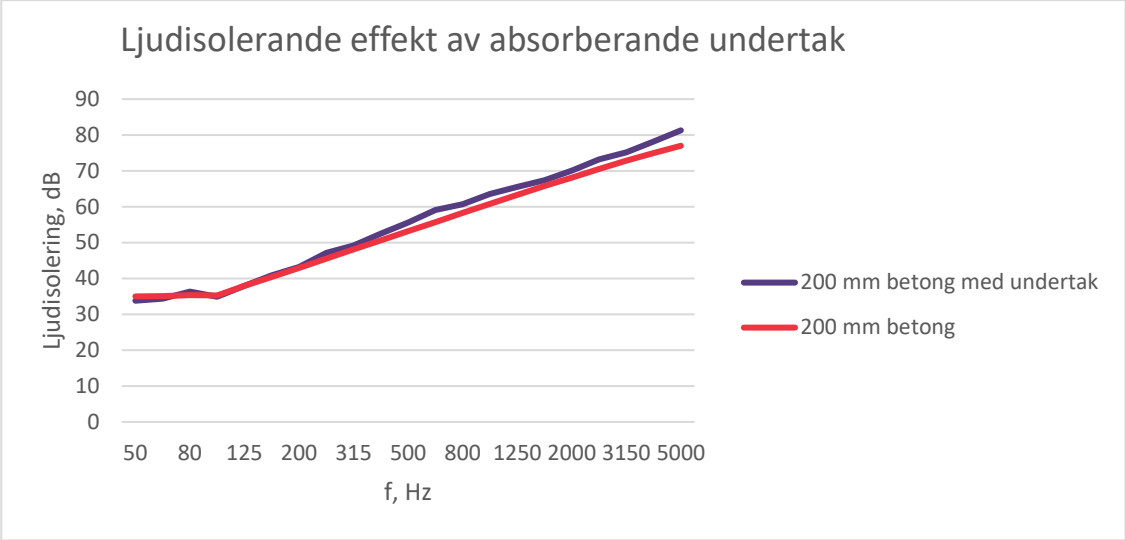
TABELL 1 EXEMPEL PÅ SKILLNADEN MELLAN LJUDENERGI OCH LJUDNIVÅ

Ljudnivå	Ljudenergi	Minskning av ljudnivå	Minskning av ljudenergi
100 dBA	10 X Watt	0 dB	0 %
97 dBA	5 X Watt	-3 dB	-50 %
95 dBA	3 X Watt	-5 dB	-70 %
93 dBA	2 X Watt	-7 dB	-80 %
90 dBA	1 X Watt	-10 dB	-90 %
80 dBA	0,1 X Watt	-20 dB	-99 %

Den minsta förändring en människa kan uppfatta är ca 1 dB. Många uppfattar inte mindre än 2 dB förändring. Det säger sig självt att 3 dB sänkning av ljudet inte minskar störningen särskilt mycket. Trots att ljudenergin halverats är det knappt att det går att uppfatta. I många praktiska fall måste man reducera ljudnivån med 10 dB eller mer, vilket innebär att ljudenergin måste minskas med mer än 90 %

2.4 VARFÖR GÅR DET INTE ATT LJUDISOLERA EN LOKAL MED MINERALULL OCH MJUKA TYGER?

I figur 4 visas ljudisoleringen vertikalt mellan två utrymmen. För enkelhets skull består alla väggar och bjälklag av 200 mm betong. Röd kurva visar ljudisoleringen med 200 mm betongbjälklag. Blå kurva visar samma bjälklag med ett ljudabsorberande undertak av mineralull nedhängt 400 mm. Förbättringen är några få dB vid höga frekvenser och ingen alls vid låga. Ljudstörningar ligger ofta vid låga frekvenser (basljud) eftersom ljudisoleringen är som sämst vid låga frekvenser.



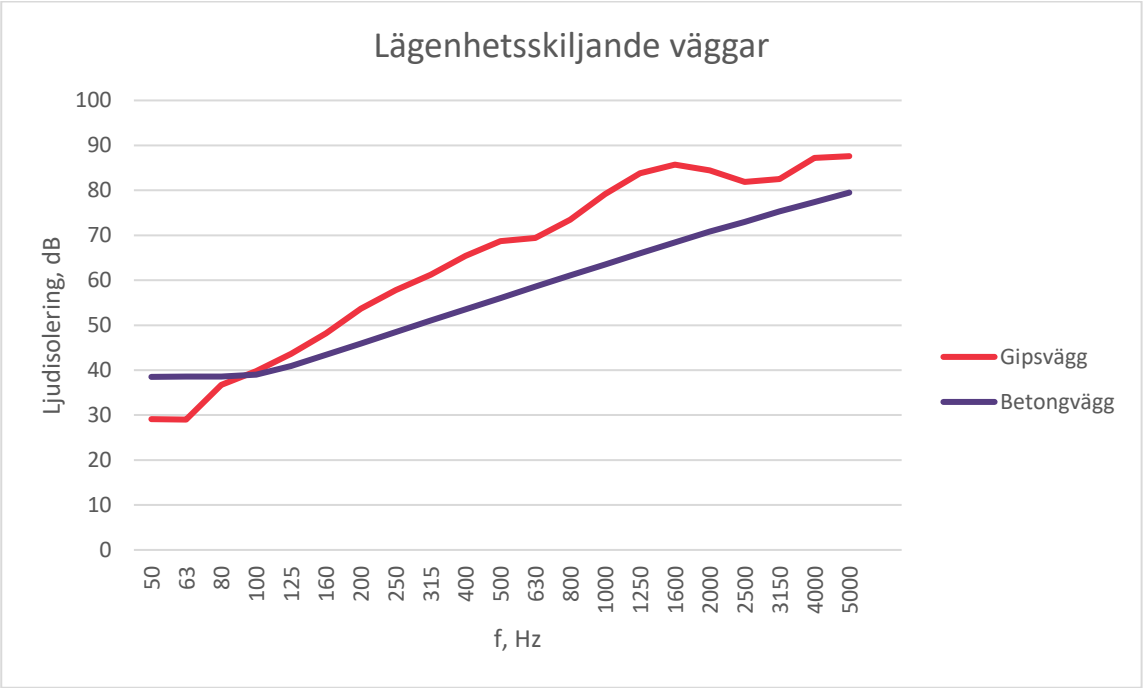
FIGUR 4: LJUDISOLERANDE EFFEKT AV ETT LJUDABSORBERANDE UNDERTAK.

3 BYGGNADSKONSTRUKTIONER:

I nedanstående kapitel görs en jämförelse av ljudisoleringen hos tunga och lätta konstruktioner.

3.1 TUNGA KONSTRUKTIONER I STEN OCH BETONG – ÄR DET BRA?

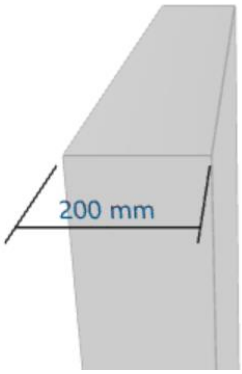
Det är vedertaget att tunga byggnader i sten och betong har bättre ljudisolering än lätta. Men är det helt sant? Myndighetskravet mellan lägenheter enligt Boverkets Byggregler går att uppfylla med både lätta och tunga väggar. Vilken av väggtyperna som har bäst ljudisolering beror på vilket frekvensområde vi talar om. Betongväggen är betydligt bättre än gipsväggen vid de lägsta frekvenserna (basljuden). I resten av frekvensområdet är gipsväggen bättre.



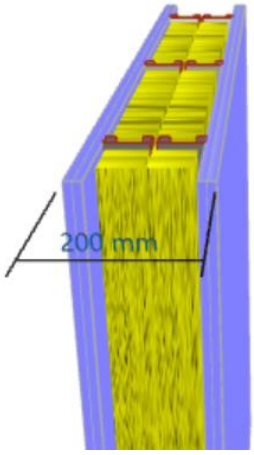
FIGUR 5: LJUDISOLERING MELLAN LÄGENHETER MED LÄGENHETSSKILJANDE BETONGVÄGG RESPEKTIVE GIPSVÄGG.

Väggarna i exemplet är:

200 mm betongvägg



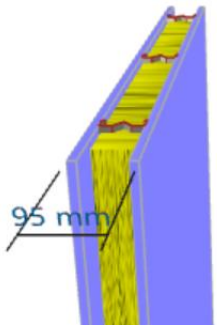
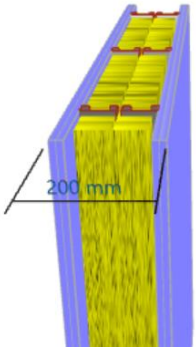
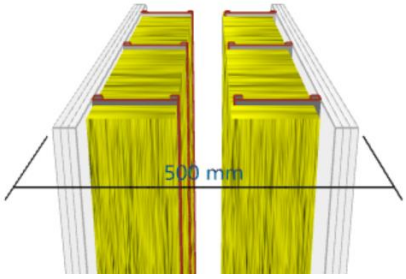
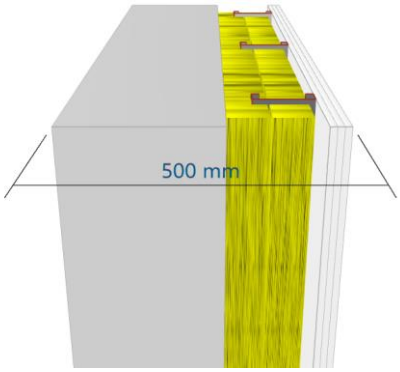
Dubbel stålstomme med mineralull, 2x13 mm gipsskiva på båda sidor om väggen

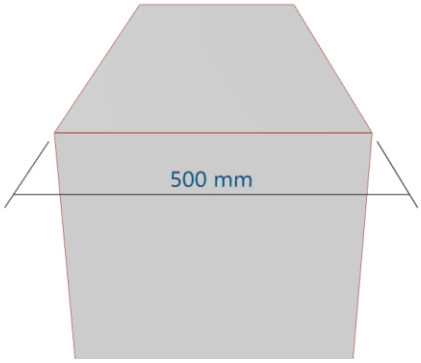


3.2 LÄTTA KONSTRUKTIONER I TRÄ OCH GIPSSKIVOR – ÄR DET BRA?

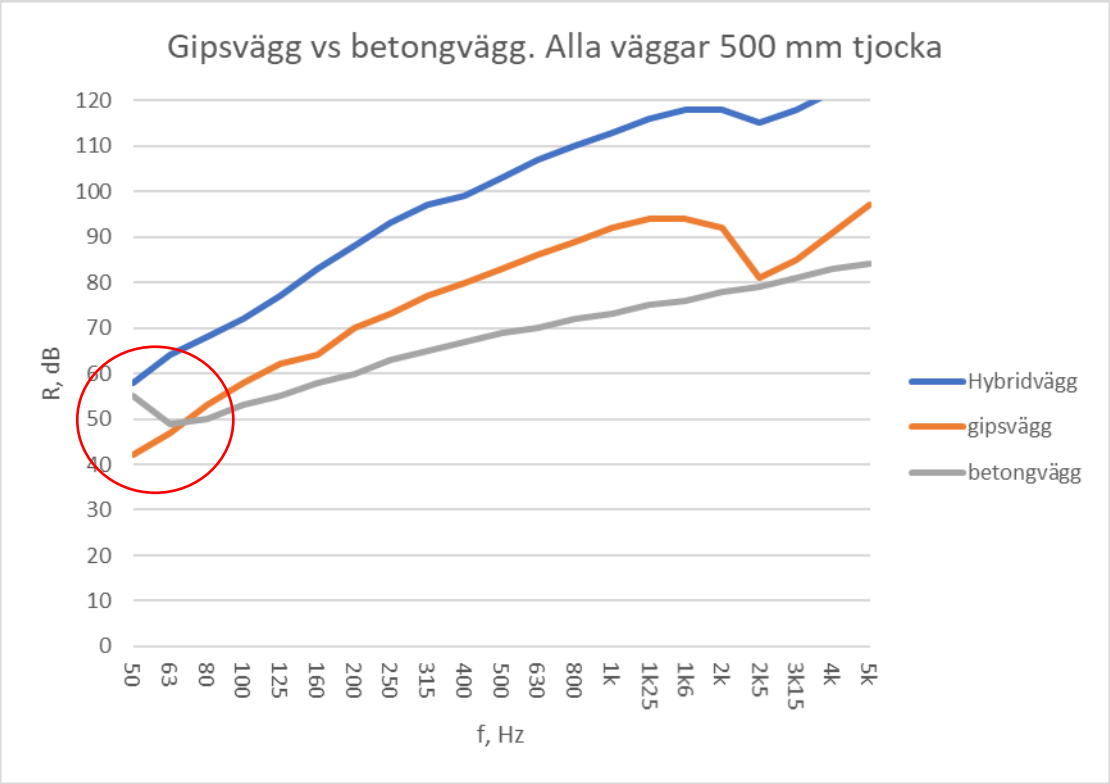
Dubbelväggar har alltid en grundresonans där ljudisoleringen är dålig. Det kan vara bra att känna till. Resonansen kan alltså ge en försämring av ljudisoleringen. Människor kan normalt inte uppfatta ljud under 20 Hz. Genom att välja fler och tyngre gipsskivor samt tjockare vägg kan man sänka väggens grundresonans till under 20 Hz, där resonansens påverkan inte är uppfattbar.

TABELL 2 GRUNDRESONANS HOS GIPSVÄGGAR

Väggtyp	Figur	Grundresonans
70 mm stålstomme med 13 mm gipsskiva på var sida om stommen.		96 Hz
Dubbel stålstomme med mineralull, 2x13 mm gipsskiva på båda sidor om väggen		45 Hz
Dubbel stålstomme med mineralull, 3x13 mm gipsskiva Robust på båda sidor om väggen		19 Hz
Hybridvägg som kombinerar 200 mm betong med 3x13 mm gipsskiva Robust		21 Hz

Betongvägg		Saknar grundresonans eftersom det är en enkelvägg

I figur 6 framgår att ljudisoleringen hos gipsväggen är betydligt bättre än en massiv betongvägg med samma tjocklek. Det enda undantaget är de allra lägsta frekvenserna.



FIGUR 6 JÄMFÖRELSE MELLAN LJUDISOLERING HOS DEN TJOCKA GIPSVÄGGEN I TABELL 1 OCH EN BETONGVÄGG MED SAMMA TJOCKLEK (500 mm).

3.3 SAMMANFATTNING?

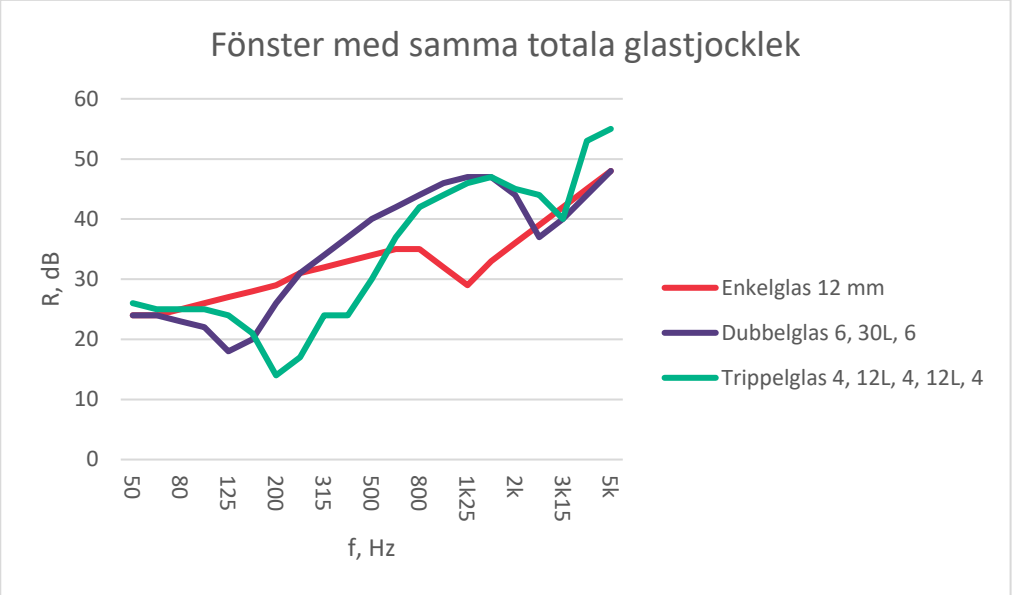
Det är fel att säga att tunga väggar av betong och tegel alltid har bättre ljudisolering än lätta väggar av gipsskivor. Det beror på i vilket frekvensområde störningen ligger. Man kommer mycket långt med gipsväggar. Betongväggar är dock bättre vid de allra lägsta basfrekvenserna. Bäst är att kombinera gipsskivor med betong eller tegel i en så kallad hybridvägg. Det är viktigt att väggarna dimensioneras rätt med hänsyn till störningarnas frekvensinnehåll.

4 FÖNSTER OCH DÖRRAR:

Fönster och dörrar har i allmänhet sämre ljudisolering än omgivande väggar. I många fall sker ljudstörningarna via fönster och dörrar till boende i omgivande byggnader. Dörrar och fönster finns i olika ljudklasser. Normala fönster och

dörrar är relativt tunna, vilket gör att ljudisoleringen styrs av massan (ytvikten). För fönster är det i stort sett den totala glastjockleken som avgör ljudisoleringen vid de lägsta frekvenserna där ljudstörningarna ofta finns. Tvåglasfönster har en grundresonans på samma sätt som dubbelväggar. Vid grundresonansen har fönstret särskilt dålig ljudisolering. Treglasfönster har två grundresonanser och kan alltså ha sämre ljudisolering än både enkelglas och dubbelglas vid vissa frekvenser. Vid högre frekvenser har dock treglasfönster bäst ljudisolering. Det är dock sällan problem med bullerstörningar vid höga frekvenser.

Det finns givetvis energikrav som kräver två- eller treglasfönster, men det är alltså inte så att bullerstörningar från musik åtgärdas genom att montera treglasfönster.



FIGUR 7 JÄMFÖRELSE MELLAN LJUDISOLERING HOS ENKELGLAS, TVÅGLAS- OCH TREGLASFÖNSTER MED SAMMA TOTALA GLASTJOCKLEK.

5 STOMLJUD:

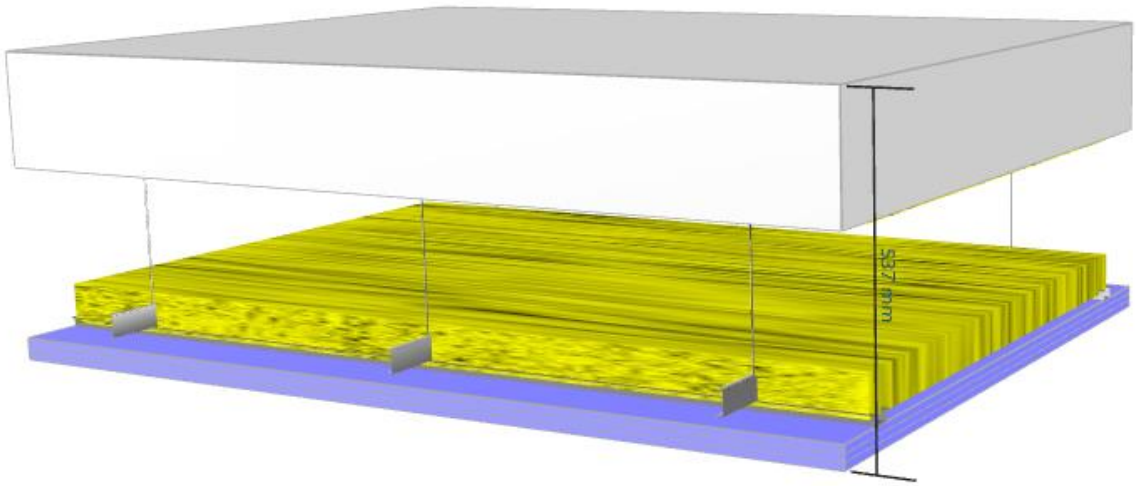
Definitionen av stomljud är att vibrationer i stommen strålar av hörbart ljud. Vibrationerna kan skapas av till exempel högtalare genom mekanisk kontakt med stommen eller en kylkompressor. Vibrationer kan även skapas via luftljud från högtalare, så kallat luftljudsexciterat stomljud. Egentligen är flankljudstransmission också stomljud. Det handlar om att ljud skapar vibrationer i en vägg som vandrar vidare i stommen till en lägenhet där det strålar av som ljud. I lägenheter som inte ligger vägg i vägg eller i direktanslutning till restaurangen är det främst stomljud som dominerar.

Alla högtalare bör monteras med vibrationsisolerande upphängning mot stommen. Särskilt problematiska är sub-bas högtalare. Det är viktigt att vibrationsisoleringen är tillräckligt mjuk för att den ska fungera.

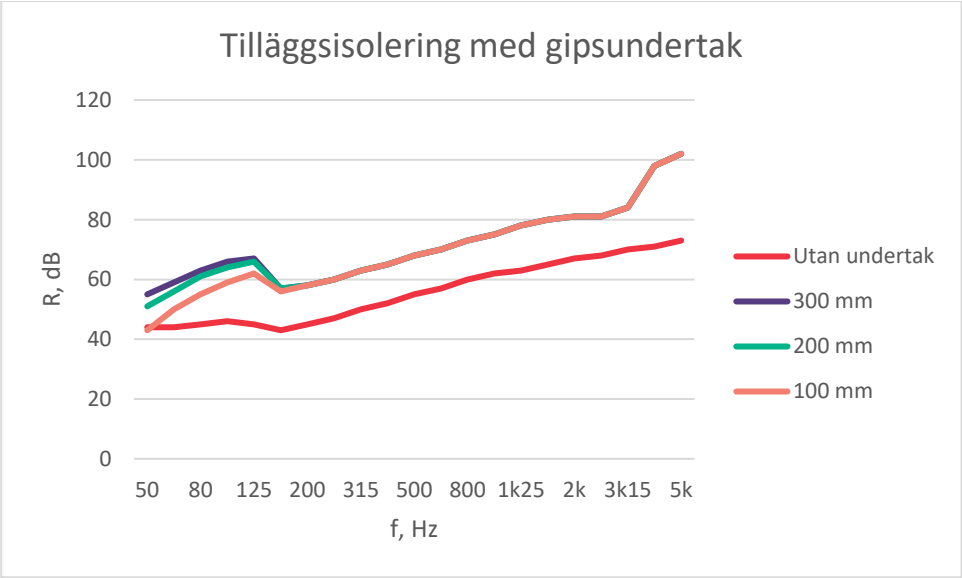
6 ÅTGÄRDER FÖR ATT FÖRBÄTTRA LJUDISOLERINGEN:

6.1 UNDERTAK

En vanlig åtgärd för att öka ljudisoleringen är att hänga ned ett undertak av gipsskivor. Ju fler gipsskivor och större avstånd till bjälklaget, ju större förbättring av ljudisoleringen.



I diagrammet i figur 8 visas ljudisoleringen hos ett 200 mm betongbjälklag med tilläggsisolering av ett nedhängt gipsundertak av 3 gipsskivor. Förbättringen är mer än 10 dB. Om man tittar noggrant ser man att med 100 mm avstånd blir det faktiskt en försämring av ljudisoleringen vid 50 Hz. Det beror på grundresonansen hos konstruktionen. Genom att välja 300 mm avstånd får man en avsevärd förbättring av ljudisoleringen även vid låga frekvenser. Kom ihåg att det nästan alltid är basljuden vid låga frekvenser som ger störningen. Ett ljudisolerande undertak tar alltså en stor del av takhöjden. Tänk på att välja en lokal med hög takhöjd, om möjligt.

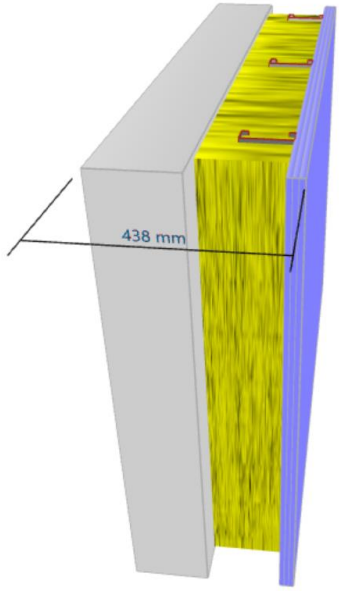


FIGUR 8 JÄMFÖRELSE MELLAN LJUDISOLERING HOS ETT 200 MM BETONGBJÄLKLAG MED ETT NEDHÄNGT UNDERTAK AV 3 ST 13 MM GIPSSKIVOR MED OLIKA AVSTÅND.

6.2 ÅTGÄRDER PÅ VÄGGAR

Som nämnts i kapitel 2 går ljudet inte bara genom skiljekonstruktionen, utan även som flankljud i väggar. Flankljudet är ofta ett problem vid tunga väggar (betong, tegel, lättbetong). Träväggar med gipsskivor ger sällan problem med flankljud. Därför räcker det ofta inte med att tilläggsisolera taket, utan det krävs även tilläggsisolering av väggarna.

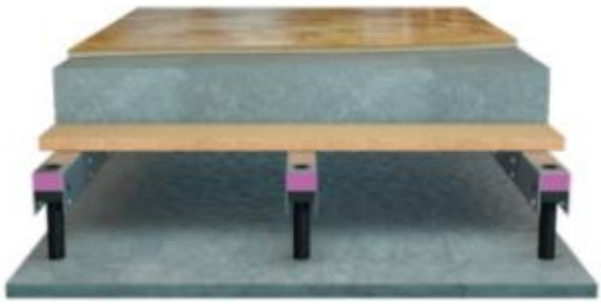
Principen för tilläggsisoleringen är lika som för bjälklaget. För att minska flankljudet vid låga frekvenser krävs stort avstånd.



6.3 ÅTGÄRDER PÅ GOLV

I vissa fall får man flankljud även från betongplattan i golvet. Det kan reduceras på två sätt.

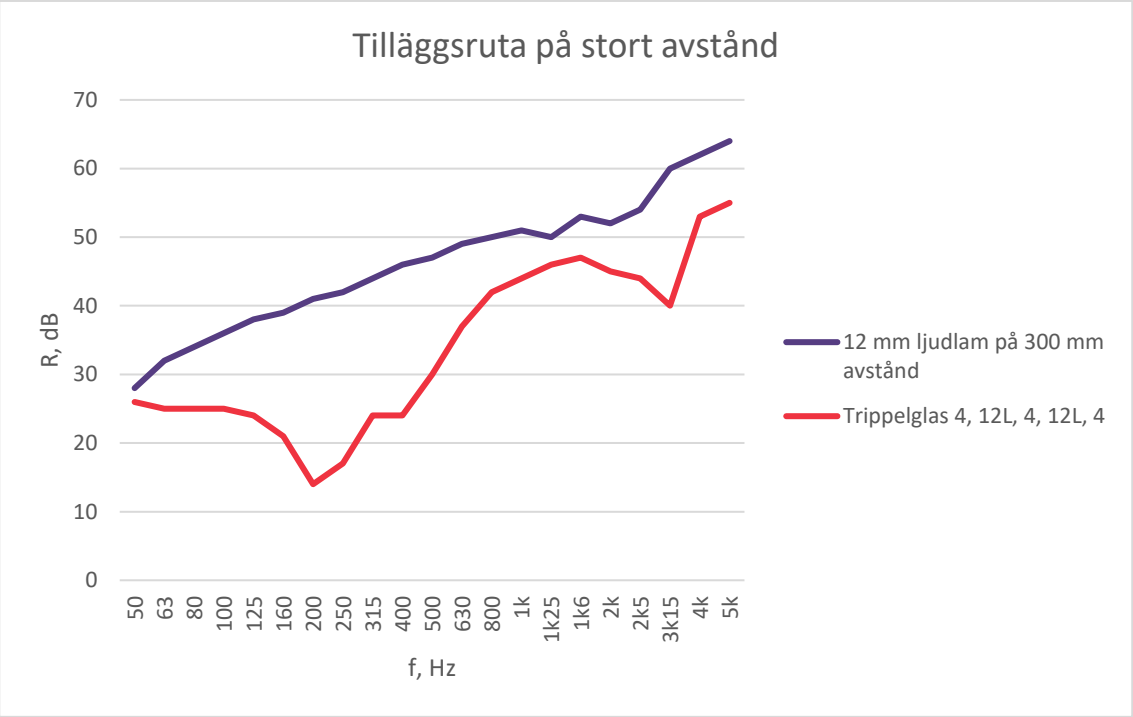
1. Avskilj golvplattan från övrig stomme genom en ljudfog. I praktiken är det endast möjligt att använda ljudfogar om plattan ligger direkt på mark. Vid nyproduktion kan ljudfogen byggas in i samband med att man gjuter plattan. Vid befintlig platta kan ett avskiljande spår sågas för att frilägga betongplattan. Tungt flytande golv, bestående av ett övergolv av 50 – 100 mm betong som ligger på elastiska gummiklossar. Luftspalten bör vara minst 100 mm. Ljudisoleringen blir bättre ju tyngre övergolv och ju större luftspalt. Det flytande golvet tar 150-250 mm höjd i anspråk. Vid val av lokal se till att ha stor takhöjd att utgå ifrån. Om ni behöver både nedpendlat gipsundertak och flytande golv kommer de att tillsammans att minska takhöjden med 500 – 600 mm.



FIGUR 9 EXEMPEL PÅ ETT TUNGT FLYTANDE GOLV (BILD FRÅN GRANAB).

6.4 FÖNSTERÅTGÄRDER

Det bästa sättet att rent praktiskt öka ljudisoleringen vid låga frekvenser är en tilläggsruta på stort avstånd från det befintliga fönstret. Tilläggsrutan kan monteras till exempel i befintlig fönsternisch.



FIGUR 10 JÄMFÖRELSE AV LJUDISOLERING HOS ETT 3-GLASFÖNSTER FÖRE OCH EFTER KOMPLETTERING.

6.5 DÖRRÅTGÄRDER

Befintliga dörrar är svåra att förbättra. I första hand rekommenderas byte av dörrar till dörrar med högre ljudklass. Att bygga en dörrsluss är den åtgärd som är mest effektiv. Den ger även möjlighet till att släppa ut och in folk utan att båda dörrarna öppnas samtidigt.

7 ÅTGÄRDER HOS BOENDE:

Det är mycket svårt att göra några ljudisolerande åtgärder hos boende. Om det är kraftigt flankljud som strålar av från en vägg i lägenheten kan man bygga en tilläggsisolering av väggen med en fristående stomme och gipsskivor. Om det är gäller att reducera störande basljud tar tilläggsisoleringen stor plats (200-300 mm) och minskar boendeytan i lägenheten.

Flytande golv i lägenheten är en teoretiskt möjlig åtgärd men i praktiken omöjligt eftersom det bygger minst 200 mm och skulle kräva att alla dörrar flyttas upp.

Åtgärder på fönster är tänkbart om ljudet kommer in hos boende genom fönstren. Det finns flera sätt att åtgärda fönstren:

1. Byta glas i befintliga bågar.
2. Byte till bättre fönster
3. Montage av tilläggruta

8 PLANERING OCH LOKALISERING:

8.1 VAL AV LOKAL

Om ni letar ny lokal, se till att ta reda på vilka hyresgäster som finns i huset, boende eller arbetslokaler? Bäst förutsättningar är om det är arbetslokaler som endast används dagtid.

Finns boende i närliggande hus? Det är inte ovanligt med ljudstörningar hos boende i hus på några hundra meters avstånd.

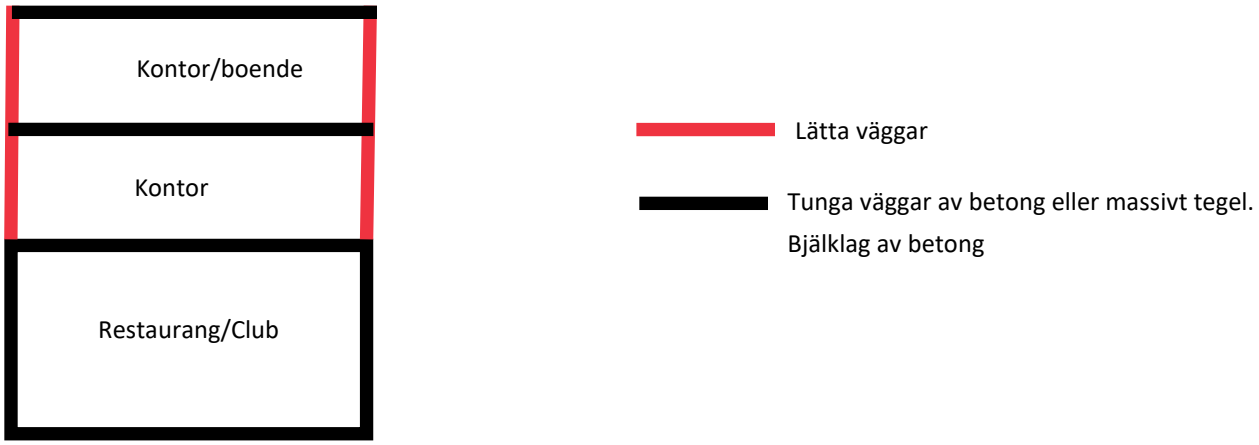
8.2 BYGGNADSSTOMME

Ta reda på hur byggnaden är byggd.

Tunga konstruktioner är i allmänhet att föredra eftersom de är lättare att tilläggsisolera.

8.2.1 Byggnader med bäst förutsättningar

Den typ av byggnadsstomme som har bäst förutsättningar för att kunna ha hög ljudnivå med musik utan att störa grannar är en byggnad med bjälklag av betong och tunga väggar av betong eller tegel. Låt er inte luras av ytan på fasaden. Det finns tunt tegel (fasadtegel) som endast är 20 – 60 mm tjockt som monteras på lätta väggar. Det finns även puts som läggs på lätta väggar. Däremot får gärna fasadväggar hos lägenheterna vara lättväggar av trä, plåtreglar och gipsskivor.



FIGUR 11 EXEMPEL PÅ EN BYGGNAD MED BRA FÖRUTSÄTTNINGAR. DETTA ÄR OFTA EN RELATIVT MODERN BYGGNAD MED PELARSTOMME AV BETONG ELLER STÅL MED BJÄLKLAG AV BETONG.

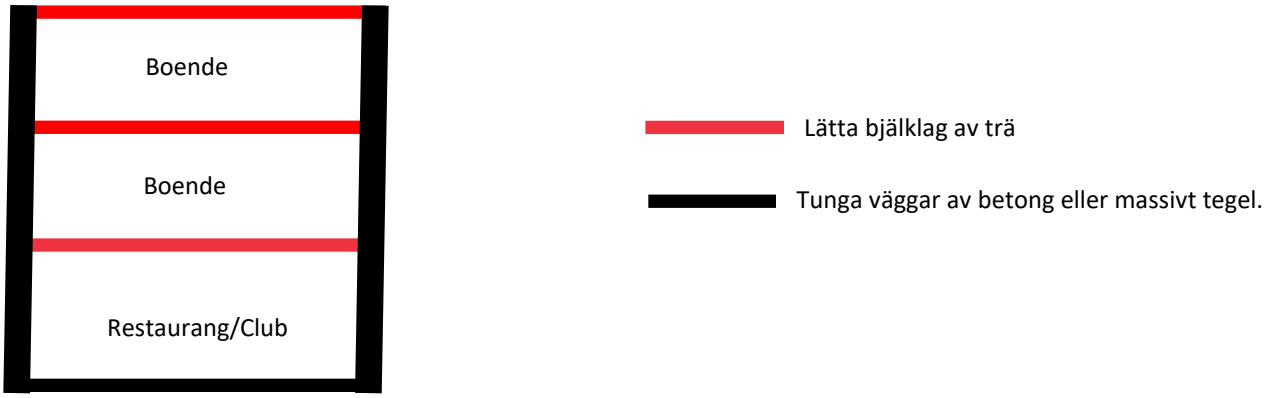
8.2.2 Byggnader med sämst förutsättningar

De byggnader som har sämst förutsättningar är givetvis lätta träbyggnader där både bjälklag och väggar är av trä. Lyckligtvis är de inte så vanliga, men att bygga med massivträ börjar bli populärt och de bör undvikas om det handlar om musikverksamhet.

Byggnader av lättbetong bör också undvikas. Lättbetong var vanligt på 50- och 60-talet. Den kallas också gasbetong eller Ytong. Väggar av lättbetong ger särskilt kraftig flanktransmission (vibrationer som sprider sig upp i väggarna).

Äldre byggnader i stadsmiljö är ofta murade med tjocka bärande väggar av massivt tegel. Bjälklagen är dock ofta byggda av träbjälkar med överliggande golvplank. En blindbotten mellan bjälkarna håller fyllningen på plats. Undersidan är ofta putsad på så kallad rörning, vassmattor. Fyllningen är ofta allehanda byggrester, sågspån, pottaska mm. Denna typ av bjälklag har ofta en ganska dålig ljudisolering. Vanliga hyresgäster stör varandra ofta.

Problemet med dessa byggnader är också att ljudet går upp via väggarna. som flankljud (vibrationer som sprider sig upp i väggarna). Utan tunga bjälklag dämpas inte ljudet för varje våning, utan det kan vara högt även på byggnadens övre våningar. Det är inte ovanligt att de som störs mest av bullret bor fem våningar upp.



FIGUR 12 EXEMPEL PÅ EN BYGGNAD MED DÅLIGA FÖRUTSÄTTNINGAR. DENNA TYP AV STOMME ÄR VANLIG HOS ÄLDRE HUS I STADSMILJÖ.

8.3 VAL AV PLACERING AV SCEN ELLER DANSGOLV

Undvik placering nära fasad, fönster eller dörrar. Ej heller nära bärande trapphusväggar eller under lägenheter. Välj ett utrymme med hög takhöjd så att ev ljudisolerande undertak får plats.

8.4 VAR SKA ENTRÉN PLACERAS?

Det är vanligt med bullerstörningar från gäster som köar vid entrén eller utanför entrén då klubben stänger. Hur ligger entrén i förhållande till boende?

8.5 TAKHÖJD OCH UTRYMME

Ljudisolerande åtgärder kräver stor plats. Räkna med att ett ljudisolerande undertak tar minst 300 mm av takhöjden. Ett ljudisolerande tungt flytande golv bygger minst 200 mm. Det gör att takhöjden kan minska med 0,5 m om det skulle vara nödvändigt med större ljudisolerande åtgärder.

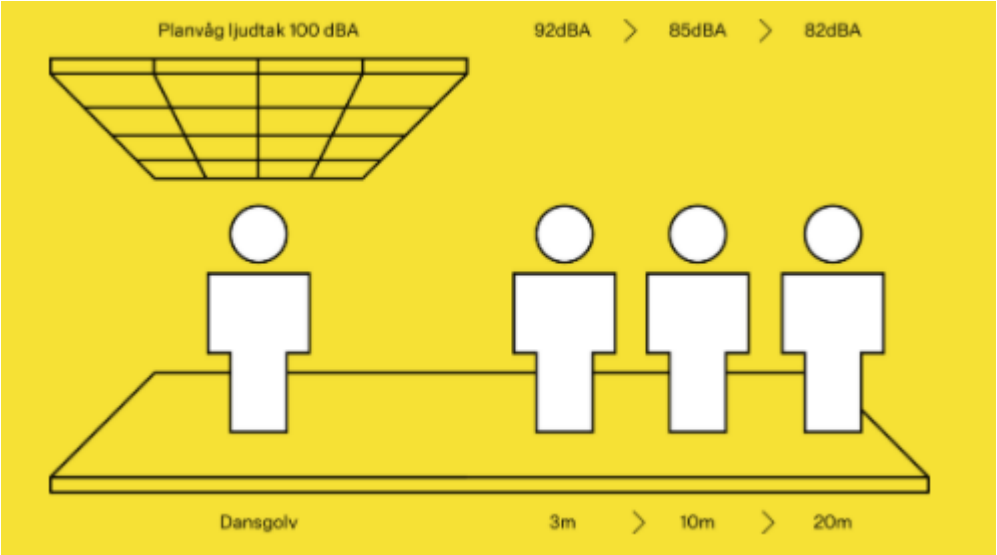
Ljudisolerande åtgärder på väggar bygger minst 200 mm och kan alltså minska tillgänglig golvarea med flera kvadratmeter.

9 LJUDANLÄGGNINGAR:

9.1 VAL AV HÖGTALARSYSTEM - NÅGRA FÅ STORA ELLER MÅNGA SMÅ HÖGTALARE?

I allmänhet är fler små högtalare att föredra istället för några få stora. Försök skapa en jämn ljudnivå över dansgolv eller framför scenen.

Ljudtak är ett exempel där denna princip dragits långt. Det består av ett ljudabsorberande undertak med många inbyggda små högtalare, från ett 100-tal till 1000-tal beroende på hur stort taket är. Idén bygger på att en plan ljudvåg skapas som reflekteras mot golvet tillbaka till taket där ljudet absorberas. På så sätt behålls ljudet inom området under ljudtaket och det avtar snabbt utanför ljudtaket.

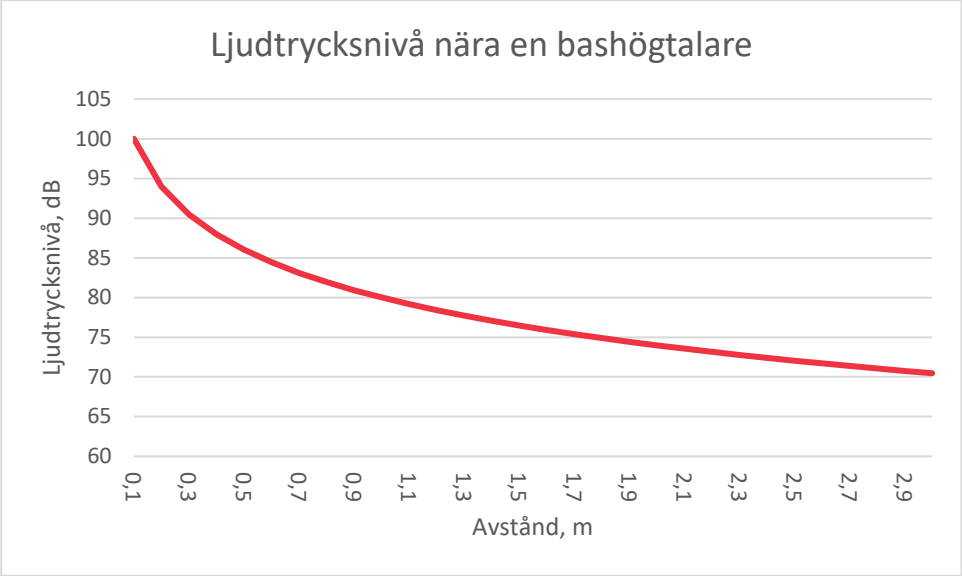


FIGUR 13 EXEMPEL PÅ ETT LJUDTAK.

9.2 BASFREKVENSER STÖR MEST – HUR HANTERA DET?

Stora subbashögtalare stående på golvet eller monterade på vägg eller i tak ska undvikas. Bättre med fler små bashögtalare. Häng gärna upp bashögtalare minst 2 m från golv, väggar och tak, dvs i öronhöjd

Ljudtrycksnivån nära en högtalare är mycket kraftigt. En bashögtalare är rundstrålande till sin natur, och det spelar ingen roll hur den riktas. Ljudtrycksnivån sjunker i fritt fält med 6 dB per avståndfördubbling enligt diagrammet nedan. Om ljudtrycksnivån är 100 dB alldeles intill högtalaren på 0,1 m avstånd är den 6 dB lägre på 0,2 m avstånd. På 1 m avstånd har nivån minskat till 80 dB. På 2 m avstånd har den minskat till 74 dB. Ljudtrycket skapar vibrationer i byggnadens stomme, som tar sig vidare i stommen och strålar av som ljud hos boende. Eftersom man vill minska de vibrationer som skapas i stommen är det viktigt att högtalarna monteras långt från stommen.



FIGUR 14 LJUDTRYCKSNIVÅN AVTAR FRÅN EN BASHÖGTALARE MED 6 dB PER AVSTÅNDSFÖRDUBBLING.

Högtalare ska alltid monteras med elastiska montage, förslagsvis upphängda i mjuka fjädrar eller gummiband. Detta gäller särskilt bashögtalare. Kom ihåg att säkra upp montaget med slack vajer eller kedja om fjädern skulle brista.

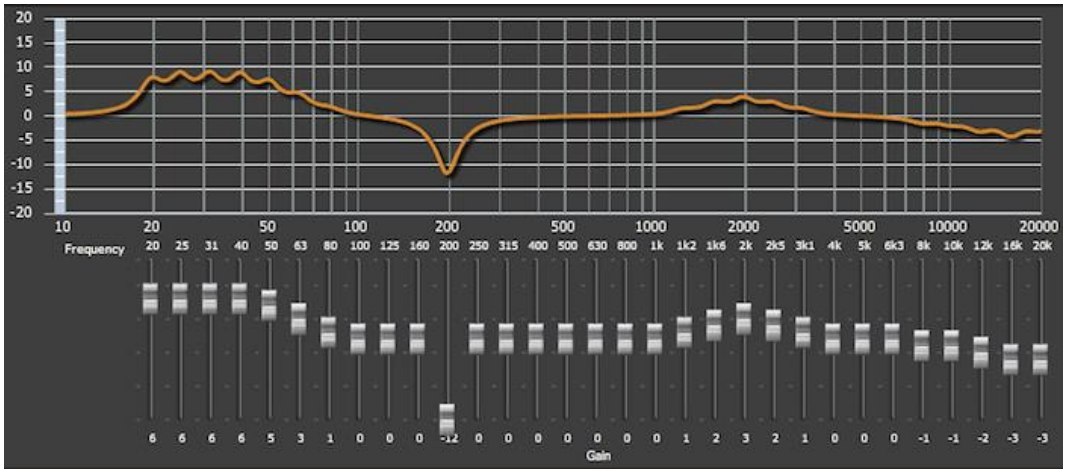
FIGUR 15 UPPHÄNGNING AV HÖGTALARE I FJÄDRANDE MONTAGE

9.3 EQUALIZER, KOMPRESSOR OCH LIMITER

Om ljudstörningar är konstaterade är det vanligt att börja med att se över ljudanläggningen och komplettera med equalizer, kompressor och limiter. Det är ofta den billigaste lösningen.

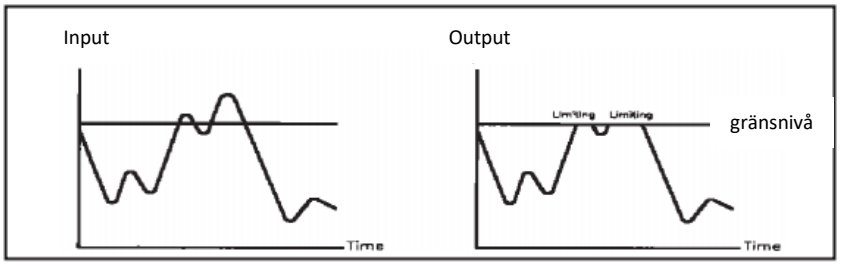
9.3.1 Equalizer

Med en equalizer kan de störande frekvenserna hos ljudet minskas (vanligtvis basfrekvenser).



9.3.2 Limiter

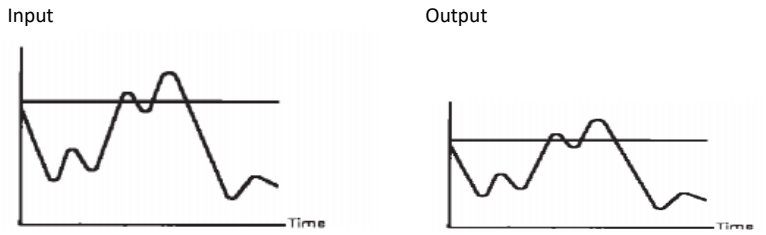
En limiter begränsar ljudets toppar till en viss injusterad gränsnivå. En limiter kan justeras så att riktvärdet 25 dBA i lägenheten inte kan överskridas. En nackdel kan vara att ljudkvaliteten försämras. Därför kombineras ofta en limiter med en kompressor så att ljudkvaliteten bibehålls.



The signal BEFORE gain control and AFTER limiter processing

9.3.3 Kompressor

En kompressor justerar ljudets dynamik och minskar topparna med högst ljudnivå. Det finns även mer avancerade kompressor/limiter som jobbar separat inom olika frekvensband.



En kompressor kan ofta ge upplevelsen att ljudet på dansgolvet är högre fast topparna egentligen har lägre ljudnivå. Det är topparna som ger mest störningar hos boende, och därför kan alltså störningarna minskas utan att upplevelsen på dansgolvet försämras.

10 LJUDMÄTNINGAR:

Klagomål från boende ska i första hand framföras till verksamhetsutövaren. Därefter kan de boende vända sig till Miljöförvaltningen. Miljöförvaltningen kan då låta utföra en ljudmätning för att avgöra om riktvärden överskrids. Om riktvärden överskrids åläggs restaurangen/klubben att åtgärda bullerproblemet och minska störningen. Ofta anlitar restaurangen/klubben en akustiker som har kompetens inom byggnadsakustik. Genom att utföra ljudmätningar av bland annat ljudisoleringen kan man dra slutsatser om vilka åtgärder man bör utföra. Till sin hjälp behöver akustikern information om byggnadens konstruktioner samt utföra dimensionerande ljudberäkningar.

Ofta blir åtgärderna omfattande och kostsamma varför det är viktigt att akustikern är kompetent och erfaren så att pengarna används effektivt och på rätt åtgärder.

11 RELATIONER MED GRANNAR:

Det är viktigt att verksamhetsutövaren och boende har en god relation. Kom ihåg att de störda inte klagar av ondo samt att människor är individer som störs olika mycket av buller. Det är inte roligt att försöka sova när basdunket hörs från musiken. Situationen blir ofta bättre om en god relation kan hållas mellan verksamhet och boende samt att de boende vet att verksamhetsutövaren försöker göra något åt problemet.

Riktvärdet för högsta ljudnivå är satt till 25 dBA. Dessutom finns riktvärden i tersband vid låga frekvenser. Om riktvärdena uppfylls innebär det i de flesta fall att musiken inte kan uppfattas.

12 SPELA MUSIK UTOMHUS:

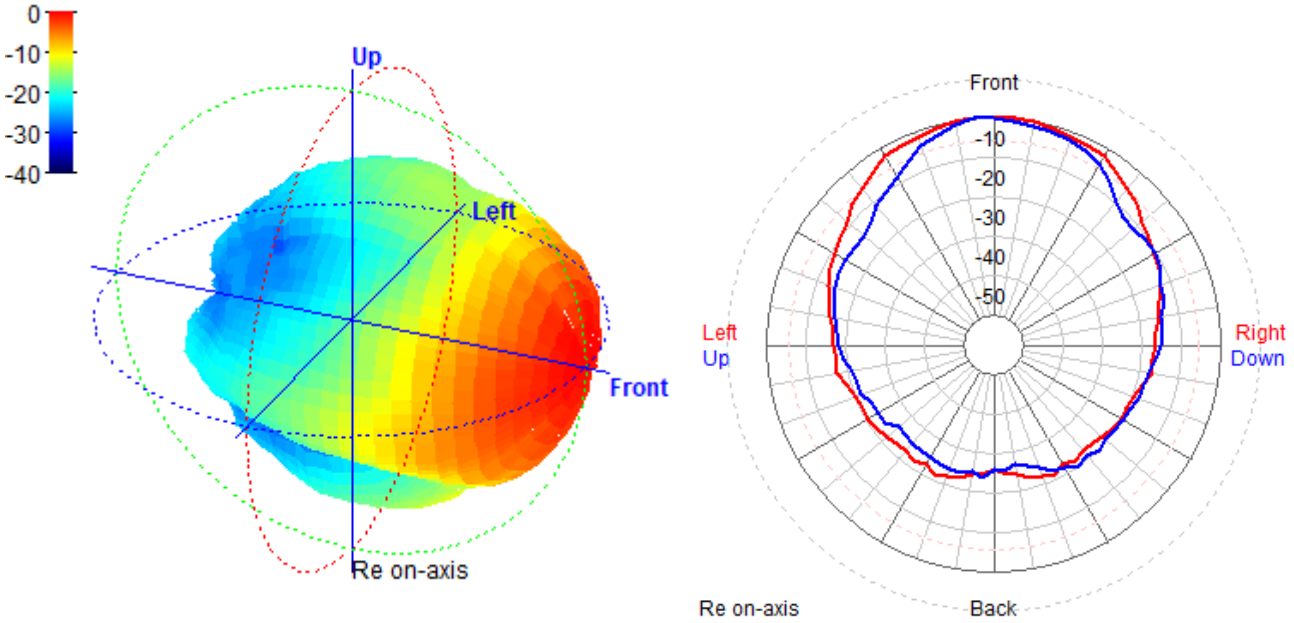
Det är självklart mycket svårt att spela musik utomhus utan att störa närliggande boende. Allt hänger på avstånd och hur inskärmat området är. Det räcker dock inte att flytta högtalarna några meter. Ljudet avtar med endast 6 dB per avståndsfördubbling. Det hänger också på ljudisoleringen hos boende, deras fönster och fasadkonstruktioner.

Skärmar kan användas för att skärma av ljudet. Skärmarna måste dock vara högre än ljudets våglängd för att vara effektiva. Eftersom våglängden hos ljudet är lång vid låga frekvenser (3,4 m vid 100 Hz) har skärmen tyvärr liten effekt vid låga frekvenser där ljudstörningen oftast är som störst.

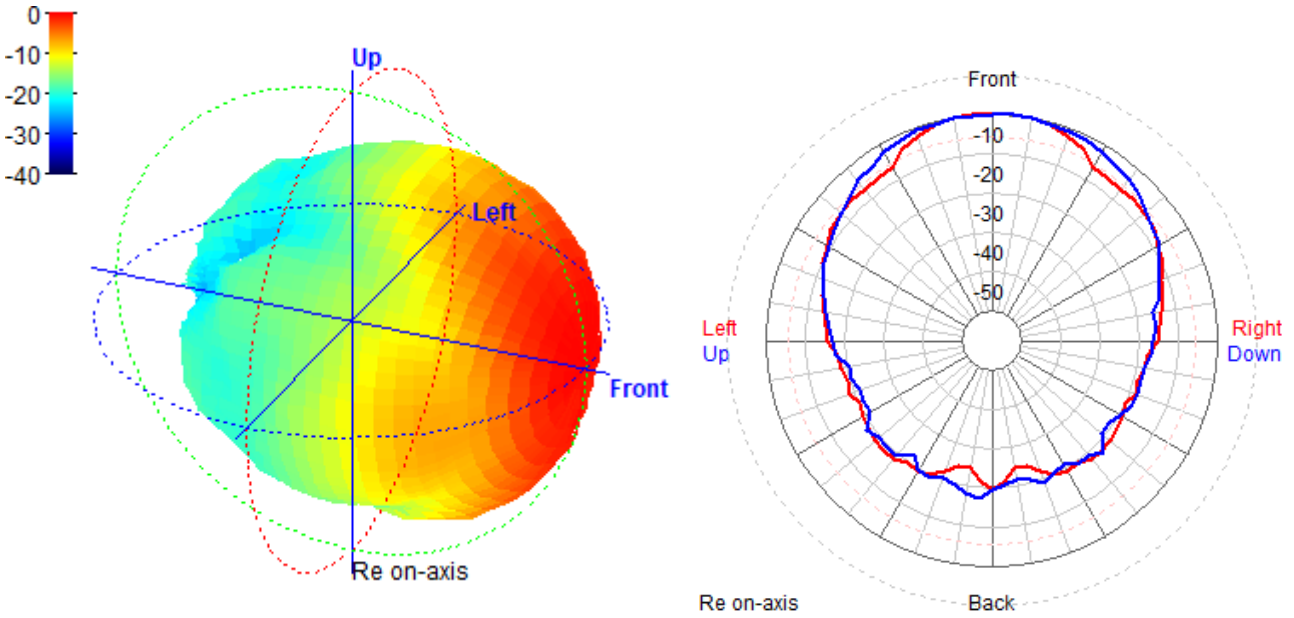
12.1 RIKTNING AV HÖGTALARE

Självklart är det bra att rikta högtalarna bort från boende. Det hjälper till en viss del. Man ska dock komma ihåg att de boende nästan alltid störs inomhus av basljudet, ”basdunket”. Så blir det eftersom fönster och fasad hos boende har som sämst ljudisolering mot låga frekvenser (basljud). Vid låga frekvenser är högtalarna rundstrålande. Därför kan störningen inomhus inte minskas genom att rikta högtalarna bort från boende, annat än marginellt. Däremot påverkas

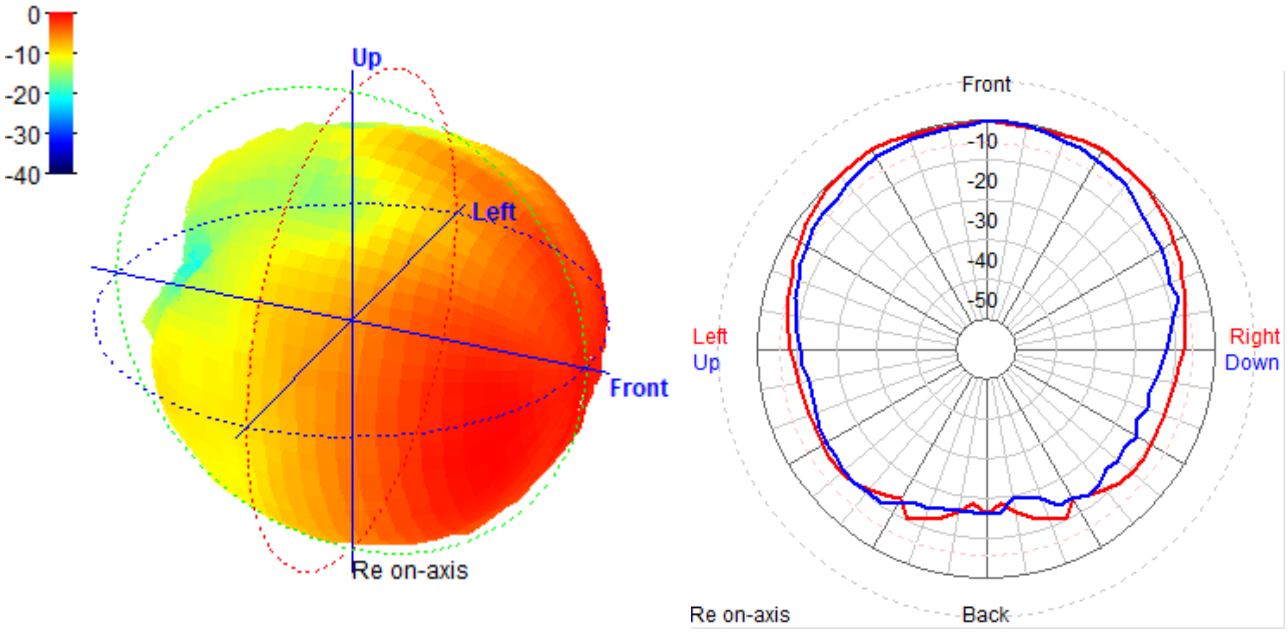
såklart ljudnivån utomhus på balkonger och uteplatser. I figuren nedan visas direktivitet, det vill säga spridningsmönster, hos en vanlig PA-högtalare vid olika frekvenser.



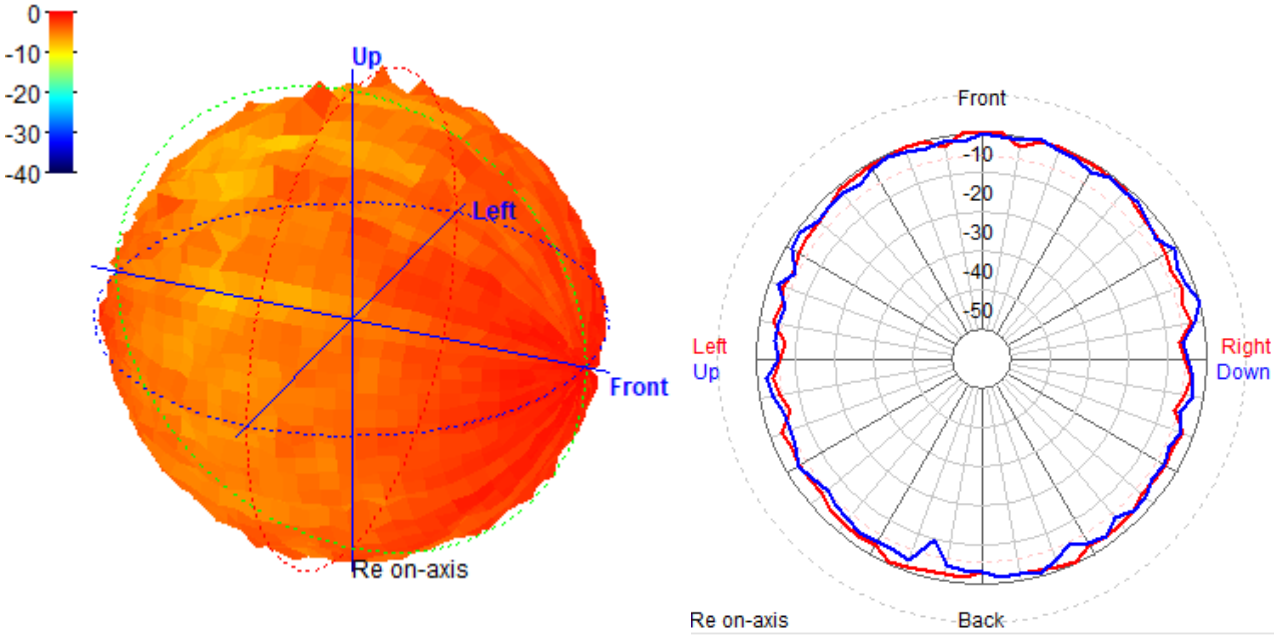
FIGUR 16 DIREKTIVITET HOS PA-HÖGTALARE VID 2 kHz. VID DENNA FREKVENS ÄR LJUDET STARKT DIREKTIVT.



FIGUR 17 DIREKTIVITET HOS PA-HÖGTALARE VID 1 kHz. LJUDET ÄR STARKT DIREKTIVT. LJUDET BAKÅT ÄR CA 20 dB LÄGRE ÄN LJUDET FRAMÅT.



FIGUR 18 DIREKTIVITET HOS PA-HÖGTALARE VID 500 Hz. LJUDET HAR VISS DIREKTIVITET. LJUDET BAKÅT ÄR CA 10-15 dB LÄGRE ÄN LJUDET FRAMÅT

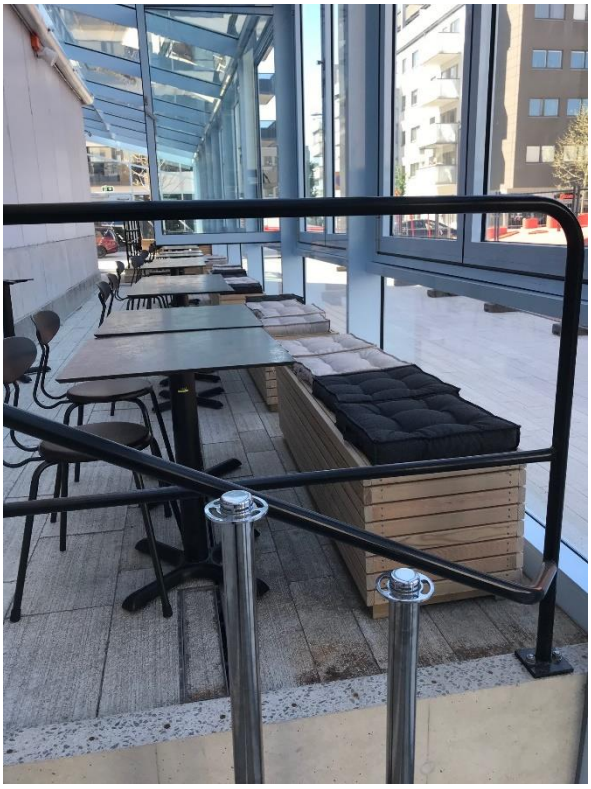


FIGUR 19 DIREKTIVITET HOS PA-HÖGTALARE VID 125 Hz. LJUDET ÄR RUNDSTRÅLANDE. LJUDET ÄR LIKA STARKT BAKÅT SOM FRAMÅT.

Om man verkligen vill är det möjligt att skapa en viss direktivitet hos basljuden med hjälp av speciella högtalare, t ex kan riktade bashögtalare av typ cardioid användas. Det finns även exklusiva högtalare med aktiv beamsteering som kan riktas digitalt ganska långt ned i frekvens.

13 LIVEMUSIK:

Ljudnivån från livemusik är svårt att kontrollera eftersom musiker ofta har med sig egen utrustning. Ett akustiskt trumset kan skapa hög ljudnivå upp till ca 110-115 dBA utan att vara förstärkt. Det rekommenderas att musikerna ska vara tvungna att koppla in sig på restaurangens/klubbens ljudanläggning som är limiterad och att musikerna inte får ha egna förstärkare på scenen. Med elektroniska trumset kan man få kontroll även på trumljudet. Det finns exempel på musikpubar som dragit denna princip fullt ut, t ex restaurang Engelen i Gamla Stan.

Att fullt ut kunna tillåta återkommande livemusik utan restriktioner kräver kraftigt ljudisolerande konstruktioner men även enskilt läge långt från bostäder.

Ett exempel på en lyckad ombyggnad är restaurang Public i Täby, som störde boende tvärs över torget med musikbuller från club/diskotek. Det var en långdragen konflikt där fastighetsägare och jurister var inblandade. Störningen var basdunk i frekvensområdet under 100 Hz inomhus hos de boende. Huvudproblemet var ett stort glasparti ut mot torget. Det var inte tillräckligt att byta glas i partiet. Som en ljudisolerande åtgärd byggdes ett inglasat uterum längs fasaden mot Public. Inglasningen har tjocka ljudlaminerade rutor samt basabsorbenter på väggarna. Det inglasade uterummet har försetts med bord och sittplatser och kan alltså användas av restaurangen för servering samt generera hyresintäkter för fastighetsägaren. Det har stora öppningsbara glaspartier och kan öppnas upp sommartid som uteservering. När musik spelas stängs glaspartiet samt dörrar mellan uterummet och restaurangen. Då skapas en kraftigt ljudisolerande sluten ljudsluss som efter ljudmätningar visat sig minska ljudtrycksnivån inomhus hos de boende med 22 dB vid 50 Hz. Efter ombyggnaden kan Public ha liveband utan att störa de boende.