

Betongelement och lätta flytande golv – ett akustiskt ”dream-team”

Kombinationer av elastiskt upplagda flytande golv och stora håldäcksbjälklag är ekonomiska och praktiska lösningar som även uppfyller höga ljudkrav. Man kan bygga med friare planlösningar. Installationer kan i vissa lösningar dras i övergolvet. Avjämningsgjutning behövs inte, man slipper ett uttorkningsmoment. Totalvikten blir låg jämfört med en massiv betongstomme med likvärdig ljudisolering. Denna artikel visar några mät- och beräkningsresultat och tar upp sådant man bör tänka på vid projektering och genomförande.

Betongelementföreningens skrift ”Byggnadsakustik” ingår i Betongelementföreningens handbok ”Bygga med prefab”. Den har nu kommit ut i en helt omarbetad version som bland annat belyser hur håldäckselement med flytande golvkonstruktioner kan användas för att klara de nya ljudkraven utan att totalvikten behöver ökas. Nya fasadelement behandlas också.

Nyare bostadshus utformas med planlösningar som ställer varierande krav på stomme och tilläggskonstruktioner. Man bör därför dimensionera konstruktionerna så att rätt ljudisolering erhålls i de enskilda fallen och så att man utnyttjar betongelementens ljudisolerande förmåga. Samverkan mellan stora håldäcksbjälklag och olika flexibla övergolvskonstruktioner ger bra ljudisolering inom hela det utvidgade frekvensområdet 50 Hz – 5000 Hz. Konstruktionerna kan utformas för att klara förhöjda ljudkrav (ljudklass B). Hårda golvsikt så som parkett eller klinker är ofta föreskrivna, vilka kan ge upphov till ljudproblem om de monteras på fel underlag. Ett flytande golv är då en bra lösning. Mjuka golvbeläggningar (linoleum eller plastmatta på tunna stegljudsdämpande mellanlägg) lagda direkt på bjälklagen kan klara ljudkraven – men det krävs att man väljer rätt beläggning för den givna bjälklagstypen och tar hänsyn till inverkan av planlösning och anslutande byggnadsdelar. Några exempel ges nedan.

Det är definitivt motiverat att räkna på ljudegenskaperna i varje enskilt projekt, antalet kombinationer är för stort för att det skall vara optimalt att tillämpa standardlösningar. Därför kommer den nya europeiska standarden EN 12354 lägligt, den blir även svensk standard (SS-EN 12 354) i oktober. Projektering kan baseras på enkla och effektiva beräkningar enligt standarden. Omfattande jämförelser mellan beräknade värden och mätvärden har utförts i Österrike, Holland, Tyskland och i Norden. Studierna visar samma resultat, att man bör räkna med en marginal om cirka 3 dB för att ha god säkerhet mot ett givet krav i byggnad.

De nya ljudkraven för bostäder (SS 02 52 67) innebär att ljudisoleringen vid låga frekvenser måste vara bättre i nya hus än i äldre konstruktioner. Ljudisoleringen mellan lägenheter (mot musik med basljud) eller i fasad (mot trafikbuller) måste uppfylla nya krav.

{egen ruta}I andra fall efterfrågas främst isolering mot ljud vid medelhöga frekvenser, t.ex. tal eller verksamhet inom kontor, skolor, vårdbyggnader etc. En ny standard för ljudklassning av lokaler (för vård, skola, kontor, hotell mm) har beslutats av Byggstandardiseringen (SS 02 52 68) och kommer ut från SIS förlag i höst. Där ställs ljudkrav på ett antal lokaltyper. Standardens ljudklass C följer tidigare normkrav, sjukvårdens Spri-råd och Byggnadsstyrelsens Krav och Råd. Dessa publikationer uppdateras inte längre och det fanns därför anledning att samla rekommendationer om ljud i lokaler i en ny ljudklassningsstandard.

Betong isolerar på ett naturligt sätt mot störande steg- och luftljud vid såväl låga som medelhöga frekvenser utan att kräva stora bygghöjder. Styva betongelement med stora spännvidder ger bra lågfrekvensisolering. Betongstommar leder emellertid steg- och stomljud. Om man använder tilläggskonstruktioner, t.ex. övergolvskonstruktioner med god luft- och stegljudsdämpning vid högre frekvenser, så erhålls en mycket effektiv kombination. Ljudisoleringen kan enkelt göras minst lika bra som i en nära dubbelt så tung stomme. Därav rubrikens ordval "dream-team".

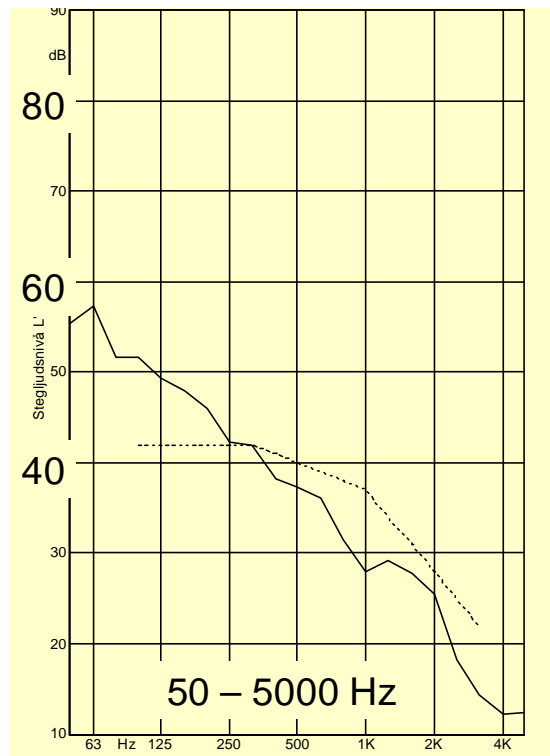
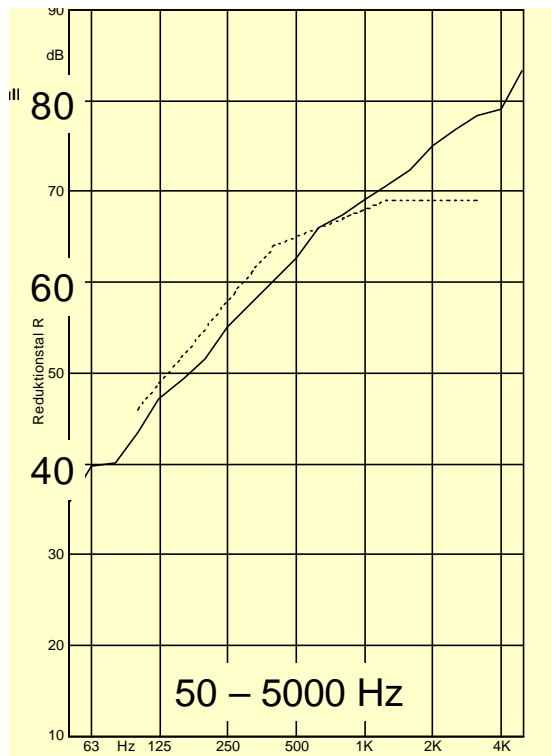
{egen ruta}I hus med betongstomme bör man normalt isolera runt stomljudskällor som trappor, hissar, fläktar m.m. Oftast kan man använda ljudstrålningsminskande skivor, t.ex. gipsskivor på stålreglar runt hissachakt m.m. Luftljudsabsorptionen i betong är låg, vilket kan vara gynnsamt i t.ex. musiklokaler. I de fall det ställs krav på högsta efterklangstid bör taktytor förses med ljudabsorbenter, inredningen placeras så att ljudreflexer mot väggar m.m. diffuseras.

<mrubrik>

Stommens och planlösningens inverkan

Ljudisoleringen hos en tung och styv betongkonstruktion påverkas av stommens uppbyggnad och planlösning. Att stommens inverkan är viktig beror på att ljudisoleringen påverkas av hur stor massa som sätts i svängning ("fördelning över stora ytor") och betongkonstruktionens "vibrationsdämpande" förmåga, dvs hur svängningarna avtar sedan tillförseln av ljudenergi upphört. Här spelar flanktransmissionen en avgörande roll. Som nämnt ovan finns numera standardiserade beräkningsmetoder (SS-EN 12354) som tar sådana hänsyn, ger tillförlitliga resultat och är enkla att tillämpa. Se Bygg&Teknik 3/00. För att ingångsdata för håldäckselement som ges i betonghandboken skall gälla förutsätts att elementskarvarna gjuts ihop tätt för att ge god samverkan. Annars får man ljudreflexer vid höga frekvenser och "stora-platt-effekten" avtar vid högre frekvenser. När man inte avser gjuta en avjämningsatts på bjälklaget är täthet och samverkan i skarvarna extra viktig. Högfrekvensisoleringen kan bli dimensionerande.

Figur 1. Exempel på hög ljudisolering vertikalt genom ett kontinuerligt bjälklag med 185-håldäck och uppreglat övergolv (22 mm skivgolv och 15 mm parkett). Lätta skiljeväggar, minimal flanktransmission vertikalt. Vänstra diagrammet, luftljudsisolering. Vägt värde $R'_{w+C50-3150}$ 65 dB. Högra diagrammet, stegljudsnivå. Vägt värde $L'_{nw} + C_{i50-3150}$ 46 dB.



<mrubrik>

Ljudisolering horisontellt – parkettresonans

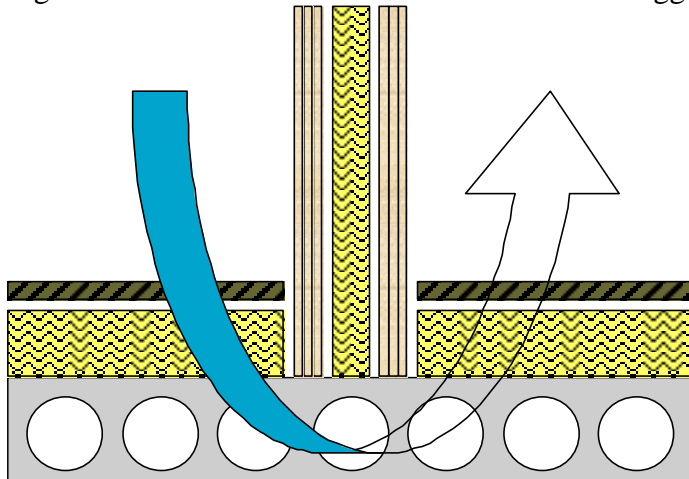
Ljudisoleringen horisontellt kan bli olik den vertikala beroende på stomsystemet (massiva eller lätta lägenhetsskiljande väggar, parkett eller matta). Lätta skiljeväggar (som uppförs med stor noggrannhet) kan planeras in så att man får högre ljudisolering än med massiva väggar. Tyvärr kan effekten bli den motsatta, vilket exemplifieras nedan. Om man räknar enligt standarden hamnar man rätt, men det kanske kan vara intressant att veta vad som sker.

Lätta skiljeväggar ger liten knutpunktsdämpning. Sedan tidigare vet vi att när man lägger parkett på ett tunt stegljudsdämpande underlag får man en kraftig försämring av luftljudisoleringen, den s.k. ”parkettresonansen”. Se nedan. Erfarenhetsmässigt blir försämringen vertikalt 2-3 dB, horisontellt kan ända upp till 8 dB försämring erhållas. Se Bygg&Teknik 3/00. Som en tumregel kan man räkna med att produkten av övergolvets ytvikt (kg/m^2) och luftspaltens höjd (m) bör vara större än 2 för att grundresonansen skall hamna tillräckligt lågt. De uppreglade skivgolv ($15\text{-}25 \text{ kg/m}^2$) som byggs med 70-150 mm luftspalt ger därför inte denna försämrade effekt. Beläggningar med liten luftspalt (8-25 mm) men stor ytvikt ($>50 \text{ kg/m}^2$) kan utformas så att parkettresonansen ger en måttlig försämring. Tilläggsisolerande flytande golv kan ge en förbättring horisontellt via golven, men håldäcken är ju som regel fritt exponerade underifrån, vilket kan ge en bristfällig isolering horisontellt via taken.

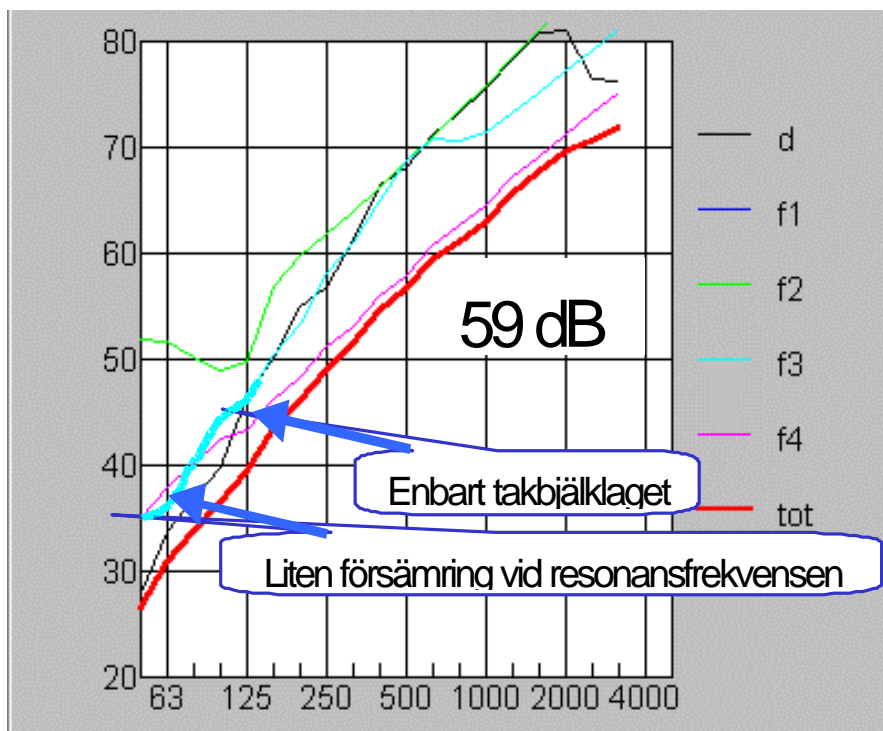
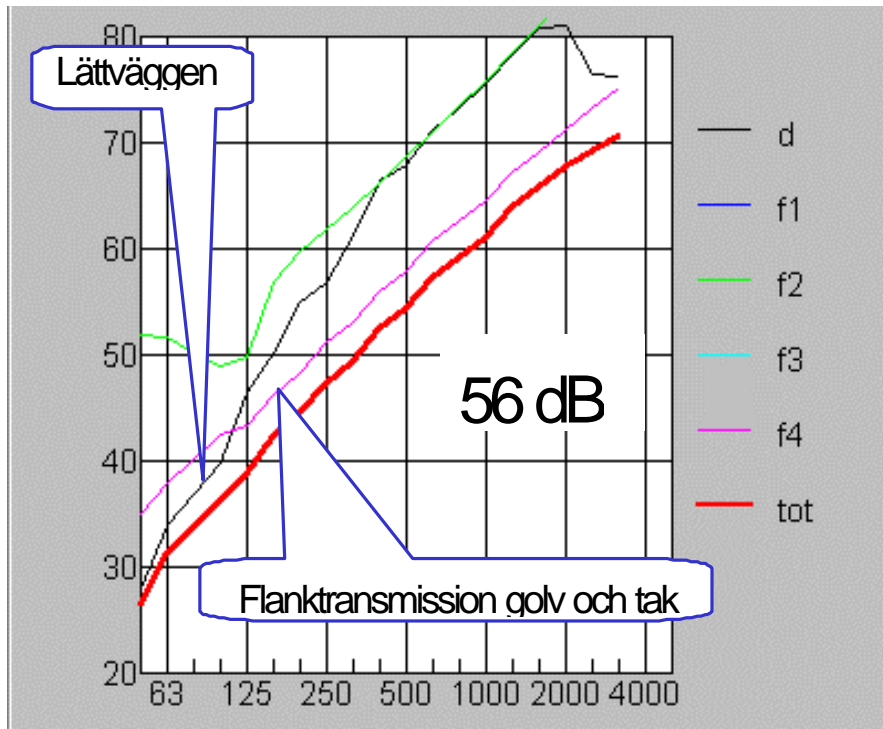
Figur 2 visar en sådan frågeställning från ett aktuellt projekt som analyserats med beräkning enligt (SS-)EN 12354 (programvara BASTIAN®). En lättvägg med mycket bra ljudisolering ställs direkt på ett HD/F 120/185-bjälklag. Man ville nu veta hur ljudisoleringen horisontellt skulle påverkas av transmissionen genom ett uppreglat parkettgolv och håldäcksbjälklag förbi knutpunkt med den lätta skivväggen, d.v.s. skulle man få problem med parkettresonansen eller ej? Som underlag användes resultat från mätningar i ett provhus med en något

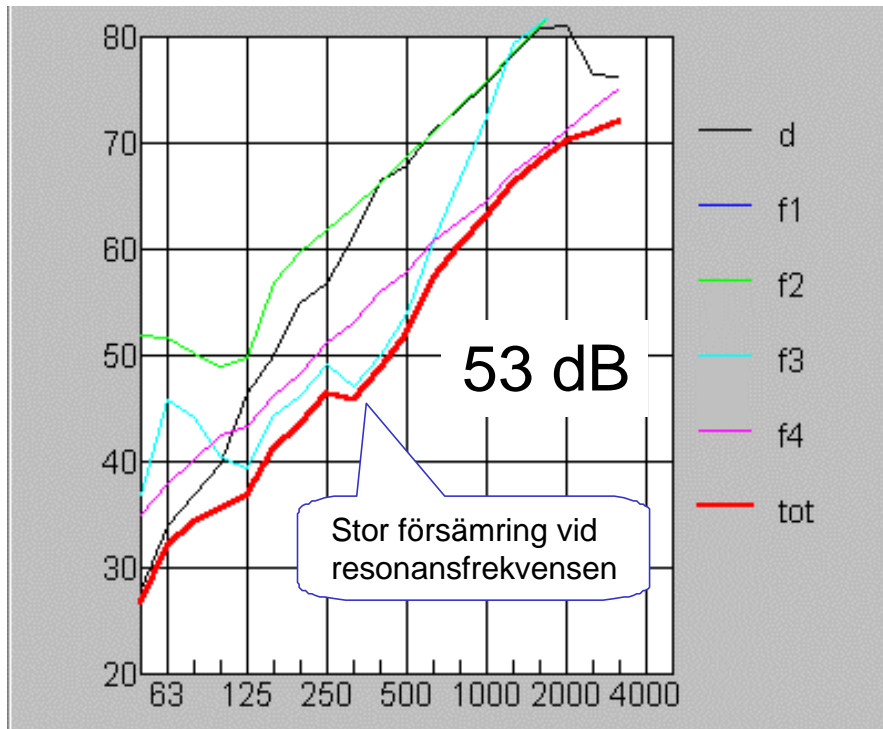
annorlunda konstruktion. Där hade man ett kraftigare 270-bjälklag och mindre luftspalt i parkettgolvet (60 mm). Frågan från projekteringsgruppen gällde om dessa mätvärden kunde anses tillämpliga även i det aktuella fallet med det tunnare 185-bjälklaget och 150 mm luftspalt. Nedanstående beräkningsresultat (figur 3a och b) avser ett försök att reproducera mätvärdena i provhuset med beräkningar, utan resp. med parkett. Beräknade värden visade sig stämma mycket väl med mätvärdena. Varje flanktransmissionsväg beräknades och redovisades separat vilket möjliggjorde att inverkan av skivgolvet kunde separeras från direktransmissionen genom lättväggen. En beräkning med ett tunt parkettgolv (figur 3c) visar att den ”parkettresonans” syns i beräkningarna, som man sedan tidigare kände kunde ha en förödande inverkan på ljudisoleringen. Beräkningen med det aktuella övergolvet med 150 mm luftspalt visade att parkettgolvet inte påverkade mätvärdet negativt. Flanktransmission via håldäckens undersida sätter en övre gräns för ljudisoleringen horisontellt när knutpunktsdämpningen är liten (förbi lättväggar). Det kan i enstaka fall erfordras någon åtgärd för att blockera denna transmissionsväg.

Figur 2. Flanktransmission horisontellt förbi lättvägg och uppreglade övergolv.



Figur 3. Nedanstående diagram visar beräknade reduktionstal R (dB) som funktion av frekvensen 50-5000 Hz. Värdet mitt i diagrammet avser det vägda värdet $R'_w + C_{50-3150}$ (dB). Figur a) bjälklag utan skivövergolv, b) med uppreglat skivgolv 22 mm spånskiva med 60 mm luftspalt, c) med 15 mm parkett på 3 mm skumplastmatta





<mrubrik>

Kan man ange ljudisolering generellt för håldäckselement?

Tidigare försökte man samla mätresultat från fältmätningar för varje elementtyp, men det var inte lätt att veta vilka värden man skulle använda som underlag för projektering. Som framgår av ovanstående exempel finns det förklaringar till varför mätningar i byggnad ger stora variationer. Variationerna kan vara 3-6 dB, d.v.s. skillnaden kan utgöra flera högre eller lägre ljudklasser i byggnad enligt SS 02 52 67. Ett betydligt effektivare sätt att systematisera erfarenheter och fältmätningar för ett givet element är att använda standarden SS-EN 12354 och räkna baklänges, man "normaliserar" mätresultaten så att inverkan av golvbeläggningar och flankförhållanden m.m. korrigeras. Ljudisoleringsförmågan för ett betongelement skall helst anges med laboratorievärden. I tabell 1 anges vägda värden för beräkning enligt standardens förenklade metod. I betonghandboken anges värden i tersband för detaljerad beräkning. Ingångsvärdena baseras på beräkningar med de randvillkor som gäller vid laboriemätningar. Värdena har kontrollerats genom jämförelse med ett begränsat antal fältmätningar och laboriemätningar. Om framtida jämförelser skulle visa på något systematiskt fel bör ingångsvärdena för betongelementen till beräkningsmetoden givetvis rättas till. Standarden ger alltså en struktur för hur ingångsvärden skall väljas, detta är en stor fördel för branschen.

{egen ruta} Beräkning med EN 12354 i såväl vertikal som horisontell led rekommenderas för en mer noggrann uppskattning av resulterande ljudisolering i alla kritiska rumskombinationer. I beräkningsprogrammen bygger man enkelt upp en stommodell och väljer vägg- bjälklags- och fasadelement med kända luft- och stegljudsegenskaper ur en databas. Man kan också använda egna uppmätta eller beräknade data. I de fall egna data uppmätta i byggnad används i beräkningar är det väsentligt att man känner till även förlustfaktorn så att inte stommens inverkan på denna räknas dubbelt i programmet.

<mrubrik>

Handbokens basdata för betongelement

I tabell 1 anges ljudisoleringsdata för betongelement *utan hänsyn till samverkan med byggnadsstommen*. Värdena är representativa för råbjälklag med ogynnsamma inplaceringar i byggnad, t.ex. vertikalt mellan sovrum 10-12 m² med skivan upplagd på bärande innerväggar och med lätta utfackningsväggar i fasad. Mellan vardagsrum 25-30 m² instängda på samma sätt bör man räkna med 1 dB sämre värden. Där man har lätta innerväggar och stora plattor kan man räkna med 4 till 8 dB bättre värden.

I tabell 2 anges några exempel där inverkan av stomme och golvbeläggning har medräknats enligt EN 12 354 med ingångsdata enl. handboken.

Tabell 1. Vägd värden på steg- och luftljudsisolering för plattor 10 m² beräknade utan hänsyn till vibrationsdämpning längs kanterna, ej heller flanktransmission^{)}. Värdena är avsedda för beräkning av ljudisolering i byggnad enligt svensk och europeisk standard SS-EN 12 354 (förenklad metod). Beräkningsmetoden kan ge både högre och lägre slutvärden. Tersbandsdata, se handboken ^{**}).*

Element – typ	Avjämning, medeltjocklek mm	Ytvikt kg/m ³	Vägd luftljudsisolering $R_w(C;C_{50-3150})$	Vägd stegljudsnivå $L_{nw}(C_{1,50-3150})$
HD/F120/200	0	295	53 (-2;-2)	86 (-14)
HD/F120/200	40	390	56 (-1;-2)	82 (-14)
HD/F120/265	0	365	56 (-2;-2)	84 (-14)
HD/F120/265	40	460	59 (-1;-2)	81 (-14)

^{*)} motsvarar laboratorieförhållanden enl. SS-EN ISO 140 del 3 utan inspänning längs ränderna, med låg förlustfaktor

^{**}) Anmärkning: Sedan artikeln skrevs i Bygg & Teknik nr 7 (2000) har ett projekt genomförts för Betongelementföreningen och Svenska Fabriksbetongföreningen (www.betongbanken.com). Värdena för håldäck, massiva betongbjälklag och massiva betongväggar har därvid justerats något och utvidgats till frekvensområdet 50-5000 Hz. De nya värdena återfinns i bl.a. i J&Ws materialdatabas, se separat beskrivning på www.akustikbyran.com.

<mrubrik>

Bjälklag och golvbeläggningar

I tabell 2 visas beräknade ljudklasser i byggnad för olika typer av bjälklag och övergolv. Tabellen bygger på beräkningar av ljudisolering vertikalt (med minimal flanktransmission i fasad) enligt SS-EN 12 354 samt erfarenheter från verkliga projekt. Den kan användas som en förenklad vägledning vid val av elementtyp och övergolv, men hänsyn måste normalt tas under projektering till den variation i ljudisolering som följer av stommens inverkan i ett antal kritiska rumskombinationer.

Tabell 2 visar att man kan arbeta med kombinationer av bjälklagselement, pågjutningar och golvbeläggningar för att uppfylla ett givet ljudkrav.

Tabell 2. Exempel på ljudklassning efter beräkning av vägda luft- och stegljudsnivåer^{*)} i fyra typer av byggnadsstommar (beräknade enligt SS-EN 12 354) och golvbeläggningar med stegljudsklass enligt SS 02 52 67.

SS 02 52 67 Ljudklass vertikalt i byggnad (”+/-”markerar värde nära klassgräns)		Med golvbeläggning i stegljudsklass (ex):				
Ljudisoleringsklass vertikalt. Vardagsrum/kök 30 m ² . Elementtyp och bärande väggar:		5 (Hård matta direkt- klistrad)	6 (Klinker på tunn matta)	7 (Parkett på tunn papp el. foam)	8B (Parkett på board)	8A (Parkett på höga reglar el. tungt bärlager)
I.	Bjälklag i håldäck av betong 185 eller 200 mm (HD/F120/185 alt. /200); betongstomme - ingen eller mycket tunn övergjutning (<10 mm). - mellanväggar och lägenhetsskiljande väggar i betong 150-170 mm. Fasad lätt utfackningsvägg. -knutpunkter med väggar armerade. Spännvidd 4-6 m.	Oklass ad	Oklass ad	Oklass ad	D-	C
II.	Bjälklag i håldäck av betong 185 eller 200 mm (HD/F120/185 alt. /200); betongstomme - övergjutning (>40 mm på hela plattan). - mellanväggar och lägenhetsskiljande väggar i betong 150-170 mm. Fasad lätt utfackningsvägg. -knutpunkter med väggar armerade. Spännvidd 4-6 m.	Oklass ad	D	D	C-	B-
III.	Bjälklag i håldäck av betong 185 eller 200 mm (HD/F120/185 alt. /200); stålstomme - ingen eller mycket tunn övergjutning (<10 mm). - lätta mellanväggar och lägenhetsskiljande väggar i gips 250-280 mm. Fasad lätt utfackningsvägg. -knutpunkter oarmerade. Spännvidd 6-10 m.	Oklass ad	D+	C	C+	B+
IV.	Bjälklag i håldäck av betong 265 mm (HD/F120/265); stålstomme - ingen eller mycket tunn övergjutning (<10 mm). - lätta mellanväggar och lägenhetsskiljande väggar i gips 250-280 mm. Fasad lätt utfackningsvägg. -knutpunkter oarmerade. Spännvidd 6-10 m.	D	C	B-	B	A

^{*)} Värdena är ungefärliga och redovisas ovan för att göra inverkan av plattyp, stomlösning och golvbeläggning tydligt. I det enskilda fallet bör man räkna ut värden för kritiska rumskombinationer i byggnad med hänsyn till anslutningar m.m. enligt SS-EN 12 354.

Golvbeläggningar och övergolvskonstruktioner provas och redovisas normalt både med avseende på förändring av stegljudsnivå (stegljudsförbättring) och påverkan på bjälklagets luftljudsisolering (luftljudsförändring). Dessa värden (i frekvensband) kan användas direkt i beräkningar enligt SS-EN 12 354. Index för vägd stegljudsförbättring ΔL_w ger ofta en underskattning av värdet i byggnad med håldäck och aktuell golvbeläggning. Detta beror på att ljudisoleringen vid höga frekvenser skiljer sig i jämförelse med massiva bjälklag. Man bör därför använda den detaljerade beräkningsmetoden enligt SS-EN 12 354. Klassningen enl. SS 02 52 67 bilaga B kan dock användas för ett första urval av lämpliga golvprodukter.

Rätt konstruerat och monterat i byggnaden ger ett flytande golv förbättrad luftljudsisolering över grundresonansfrekvensen då de läggs på massivbjälklag eller håldäcksbjälklag. Vid grundresonansfrekvensen fås en försämring. Därför säger ett vägt värde inte tillräckligt om övergolvet påverkan.

Förbättring med flytande golv erhålls till lägre vikt jämfört med t.ex. en pågjutning av råbjälklaget. Mellanrummet medger ledningsdragning och enkel nivåjustering. På övergolvet

kan valfri golvbeläggning läggas utan elastiska mellanlägg, t.ex. klinker eller matta utan skummad baksida.

<Flytande golv är känsliga för utförandet>

Golvbeläggningar i stegljudsklass 8 är normalt flytande övergolv vilka skall hanteras på rätt sätt. Om det flytande skiktet kommer i stum kontakt med stommen uteblir förbättringen.

Ljudisoleringsförbättringen och stegljudsförbättringen är starkt avhängiga vilken luftspalt som kan tillåtas (ev. fylld med isoleringsmaterial) och vilken ytvikt övergolvet kan ges. Luftspalter över 100 mm ger väsentligt bättre ljudisolering än om endast små spalter kan tillåtas. Genom att använda tunga skivor kan inverkan av smala luftspalter till viss del kompenseras. Vid användning av tunna mellanlägg (<10 mm) erfordras tunga övergolv för att kompensera för den styva koppling som den instängda luften ger mot råbjälklaget. Ytvikten i ett flytande och elastiskt upplagt golv bör inte underskrida 25 kg/m² för att inte ge besvärande svikt och höga trumljuds nivåer. Större ytvikter medger att styvare mellanlägg används med bibehållen resonansfrekvens vilket minskar trumljud och svikt. För uppreglade övergolv inverkar även regelavstånd och infästningsmetoder. Inspänning i reglarna bidrar till att reducera trumljud och svikt varvid ytvikten kan minskas.

<mrubrik>

Element jämfört med platsgjutna konstruktioner

Betongelementstommar har en fördel i möjligheten att åstadkomma hög vibrations- och ljudisolering genom att föra in elastiska stomfogar och vibrationsisolerande skikt. Det är också relativt enkelt att lägga exempelvis ett bjälklag på elastiska upplag i sin helhet. Risken för kortslutning genom stumma kontakter i fogen är mindre än när man platsgjuter. Elastiska stomfogar (och skikt) gör det möjligt att förhindra vibrationer att sprida sig mellan utrymmen vilket medger större frihet i planlösningen. Man kan klara situationer där störande eller störkänsliga verksamheter förläggs nära varandra, t.ex. placering av affärslokaler eller garage direkt under bostäder. Vilplan och trappor kan avisoleras effektivt och ytterligare stegljudsdämpning erfordras normalt inte. Observera att armeringar mot fortskridande ras ska läggas så att deras kontakt med de isolerade byggnadsdelarna inte blir stum i någon rörelseriktning vid aktuell belastning. Detta kan t.ex. lösas så att elementens lyftvagnar gjuts in i stommen med ett litet slack. Kvalitetssäkringen av att alla fogar rör sig fritt måste fungera effektivt, stumma kopplingar ger stomljudsöverföring och ljudisoleringen kan försämrast drastiskt (se nedan).

<mrubrik>

Fasader

De egenskaper hos fasadelement som är aktuella ur ljudsynpunkt är ljudisoleringen tvärs genom ytterskal samt flanktransmission mellan lägenheter förbi innervägg eller bjälklag. Ljudisoleringen reduceras om man har läckage eller överhörning via installationer.

Ljudisolering genom ytterväggselement bör dimensioneras med hänsyn till bullersituationen och högsta tillåtna ljudnivå på den isolerade sidan. Kraven kan gälla både inifrån - ut, t ex hall med bullrande industri respektive utifrån - in, t ex mot trafikbuller. Man kan göra vissa bedömningar med förenklade förfaranden. Ytterskalkonstruktioner med betong har ofta så hög ljudisolering att andra delar bestämmer resultatet - dörrar, portar, fönster etc. En normal

ytterväggskonstruktion ger en reduktion av trafikbuller (eller måttligt lågfrekvent industribuller) på ca 45 - 50 dB (A).

I mer krävande fall krävs dock en dimensionering av samverkande byggnadsdelar. Beräkning kan göras med EN 12 354 del -4 resp. -3. I svensk standard SS 02 52 67 ges en förenklad beräkningsgång för erforderlig ljudisolering i bilaga D respektive för sammansatta konstruktioners ljudisolering i bilaga F. I en tidigare artikel i Bygg&Teknik (3/99) redovisas termer och den standardiserade beräkningsgången.

I nedanstående tabeller 3 och 4 anges förslag på lämplig elementtyp för angivna krav på fönstrens ljudisolering. Tanken med tabellerna är att man skall välja ett fasadelement som inte försämrar ljudisoleringen jämfört med ett givet fönster. Fönstrets ljudisolering skall alltså dimensioneras först, med hänsyn till aktuell ljudbelastning. Tabellen anger ljudisoleringvärden för fönstret på översta raden och dess storlek i första kolumnen (räknat per 10 m² fasadelement inkl. fönsterarean). Man går in med aktuellt krav på fönstren, deras sammanlagda storlek per rum och får ett förslag på de fasadelement som kan användas utan att försämma ljudisoleringen i färdig fasad mer än 1,0 dB. Tabell 3 avser R'_{w+C} för skydd mot buller från blandad vägtrafik, tågbuller och flygbuller. Tabell 4 anger $R'_{A,tr}$ för skydd mot stadstrafik och lågfrekvent buller.

Tabell 3. Rekommenderat element för angivet krav på ljudisolerande fönster. Ljudisolering mot tågbuller, vägtrafikbuller, flygbuller).*

Försämring pga element högst 1,0 dB jämfört med fönstrets ljudisolering. Fasadarea (m²): 10,0

*) Avser fönstrets korrigerade reduktionstal i byggnad R'_{w+C} (labvärde - 3 dB) med C-term anpassad för tågbuller, landsväg enligt SS-EN ISO 717-1.

R'_{w+C} :	25	32	36	42	46
Fönsterandel (%) :					
10	1,2,3 och 4	1	1		
15	1,2,3 och 4	1 och 2	1		
20	1,2,3 och 4	1, 2 och 3	1	1	
40	1,2,3 och 4	1,2,3 och 4	1, 2 och 3	1	1
90	1,2,3 och 4	1,2,3 och 4	1,2,3 och 4	1,2,3 och 4	1, 2 och 3

Förklaringar:

Typ 1-3 Element typ 1 är ett mineralullsfyllt sandwichelement). Element typ -2, -3 och -4 är cellplastisolerade element med ytterskal av betong, lättklinker respektive tunnputs. Se handboken.

Tabell 4. Rekommenderat element för angivet ljudisolerande fönster. Stadstrafikbuller i låg hastighet.).*

Försämring pga element högst 1,0 dB jämfört med fönstrets ljudisolering. Fasadarea (m²): 10,0

*) Avser fönstrets korrigerade reduktionstal i byggnad $R'_{w+C_{tr}}$ (labvärde - 3 dB) med C_{tr} -term anpassad för stadstrafikbuller enligt SS-EN ISO 717-1

$R'_{w+C_{tr}}$:	25	32	36	42	46
Fönsterandel (%) :					
10	1 och 2	1			
15	1,2 och 3	1			
20	1,2 och 3	1	1		
40	1,2 och 3	1,2 och 4	1		
90	1,2,3 och 4	1,2,3 och 4	1,2,3 och 4	1,2,3 och 4	1

Förklaringar – se tabell 4.

I de fall det inte anges någon elementtyp i tabellerna får man tills vidare arbeta med förstärkta utfackningsväggar eller specialelement som dimensioneras för aktuella ljudkrav. Det finns säkert goda möjligheter att ta fram nya elementtyper om någon visar intresse för sådana produkter – kontakta Betongelementföreningen !

Eventuella uteluftsdon bör ha ett D'_{new} värde som är minst 15 dB bättre än fönstrets R'_w om fönsterarean är 20% av fasadarean eller mindre.

<mrubrik>

Flanktransmission mellan rum

Om flankerande konstruktioner har väsentligt sämre reduktionstal än skiljekonstruktionen kan ljudet ”läcka förbi” denna. Läckage via fasad kan ske på två sätt. Vibrationer i det inre skiktet i fasadelementen leds förbi skiljekonstruktionen. Fasadelement måste därför brytas av i vägg- och bjälklagslägen (eller gjutas samman styvt med dessa). Man kan använda ett obrutet innerskikt, som går obrutet förbi skiljeväggen, om detta har en viss minimitjocklek. Kravet på tjocklek beror på det samlade ljudisoleringskravet mellan rummen. Beräkning enligt EN 12354 hanterar även detta fall.

Ljud kan också läcka förbi i otäta skarvar och genomföringar. Dessa skall därför utföras lufttäta.

./.