

# Enklare och bättre med nya standarder från ISO

Svenska standarder för ljudisolering i byggnader har många gånger sitt ursprung i den internationella standardiseringen, ISO. Just nu pågår ett intensivt arbete inom ISO för att samordna de nuvarande standarderna och införa enklare och mer enhetliga benämningar på luft- och stegljudisolering i väggar och bjälklag. De ska också leda till mer verklighetsanpassade ljudisoleringvärden, som stämmer bättre med vad de boende anser. Sverige bidrar till detta arbete med forskningsresultat från pågående och nyligen avslutade projekt (AkuLite, AcuWood och flera SBUF-projekt). Här kommer således svensk forskning till användning i flera globala standarder.

För byggindustrin kommer flera fördelar att märkas när de nuvarande standarderna för utvärdering av ljudisolering (ISO 717) ersätts av ISO 16717. Dagens komplicerade termer ersätts av enklare benämningar och de är av samma typ för alla byggdelar och typer av ljudkrav. Några viktiga förändringar:

- Det utvidgade frekvensområdet 50 till 5000 Hz ersätter dagens 100 till 3150 Hz. För svensk del blir skillnaden marginell, vi räknar och mäter sedan 1999 redan ned till 50 Hz. Men för övriga länder upplevs förändringen som mer dramatisk, eftersom de måste komplettera med mätdata mellan 50 och 100 Hz. Detta kan ge vår industri exportfördelar!
- Det vägda fältreduktionstalet  $R'_w$  med spektrumanpassningstermen  $C_{50-3150}$  er-

sätts av termen "A-vägd ljudnivåskillnad mellan rum"  $D_{living}$ . Reduktionstal för enskilda byggdelar som mäts i laboratorium utan flanktransmission,  $R_w + C_{50-3150}$ , kommer att benämnas  $R_{living}$ . Idag skiljs värden i lab och i fält bara med ett litet primecken som man lätt missar. Med de nya benämningarna minskar risken för missförstånd om vad ett siffervärde egentligen avser.

- För fasader ersätts det vägda reduktionstalet  $R'_w$  med spektrumanpassningstermen  $C_{tr}$  av den A-vägda ljudnivåskillnaden utomhus-inomhus  $D_{traffic}$ . Reduktionstal för fönster, uteluftsdon och ytterväggar beskrivs av samma tal  $R_{traffic}$ . Därmed försvinner  $R_w$ ,  $D_{n,e,w}$  och  $R_{A,tr}$ !

- För andra typer av ljudkällor utomhus, till exempel helikopter och pendeltåg, kan ljudnivån inomhus fortfarande beräknas enligt EN 12354-3. Det finns därmed inget behov av dagens  $R'_w + C$ , som tas bort.

- Den vägda standardiserade stegljudsnivån i byggnad  $L'_{n,w}$  med spektrumanpassningstermen  $C_{I,50-2500}$  ersätts av stegljudisoleringen  $D_{impact}$  ( $R_{impact}$  i laboratorium).

- Stegljudisoleringen  $D_{impact}$  har samma innebörd som för luftljud, det vill säga högre värden innebär bättre ljudisolering (i dag gäller att en bättre isolering ger lägre stegljudsnivå).

Ur ett samhälleligt perspektiv är det väsentligt att de nya måtten  $D_{living}$ ,  $D_{traffic}$  och  $D_{impact}$  ger en god korrelation till den ljudisolering som boende upplever sig ha i sina bostäder. Det finns därför anledning för såväl industrin som samhället att beakta eller delta aktivt i utvecklingen av de nya sammanfattningsvärdena. Från svensk sida deltar idag artikelförfattarna *Klas Hagberg* (SP Trä) och *Christian Simmons* (SP Akustik).

**Luftljudisolering.** ISO-kommittén måste välja ett sätt att väga samman ljudisoleringen vid olika frekvenser till ett sammanfattande entalsvärde, till exempel  $D_{living}$ . Tanken är att frekvensvägningen i  $D_{living}$  ska göras genom att forma ett spektrum i sändarrummet som representerar ett genomsnitt av de möjliga ljudhändelser som kan antas förekomma i bostäder i olika länder. I standardförslaget har hittills antagits att ett genomsnitt av alla vanliga "händelser" motsvarar "rosa brus", det vill säga att ljudnivån i genomsnitt är lika i alla tredjedelsoktavband. Ljudet passerar sedan igenom en vägg el-

ler ett bjälklag och dämpas då, olika vid olika frekvenser. Dämpningen varierar beroende på vilka material som ingår i skiljekonstruktionen. Därefter korrigeras nivåerna i mottagarrummet i olika tredjedelsoktavband med ytterligare en frekvensvägning (för örats känslighet vid olika frekvenser) och räknas ihop till ett vägt sammanfattningsvärde. I nuvarande förslag används den standardiserade och väl beprövade A-vägningen (dB(A)) enligt ISO 226.

Vid det senaste mötet i Lancaster, USA, redovisades dock några alternativa förslag till spektrum för "inomhusljud" och sättet att kompensera för hur starkt man uppfattar ljud vid olika frekvenser. De alternativa vägningarna påverkar konkurrensförmågan för olika byggmaterial.

1. Den europeiska gipsindustrin redovisade en egen undersökning. Den baserades på en tillämpad mätstudie i bostäder utförd vid TGM-institutet i Wien som visade att den genomsnittliga ljudnivån i en bostad kan avvika något från det tidigare beskrivna antagandet om "lika energi vid alla frekvenser". Vid 50 Hz och vid frekvenser över 1000 Hz skulle skillnaden kunna vara -5 dB, medan ljud i 500 Hz skulle vara något starkare än "rosa brus". Dämpningen genom en skiljekonstruktion antogs som ett lägsta (95 procentvärde) värde av väggar som ansågs kunna förekomma i byggnad. Vid val av frekvenskorrigering för örats känslighet valdes en ny kurva (20 phon enligt ISO 226:2003), som tonar ned känsligheten vid låga frekvenser och vid låga ljudnivåer (i mottagarrummet) jämfört med den vanliga A-vägningen.

Resultatet blev sammantaget, att ljud vid låga och höga frekvenser skulle tonas ned väsentligt, till förmån för en betoning av mellanfrekvensområdet. Förslaget sammanfaller ganska väl med typiska reduktionstalskurvor för dubbla gipsväggar, det vill säga deras förslag till vägning skulle tona ned de frekvensområden där dubbelväggarna ger låg isolering och öka belastningen där isoleringen är god. Se *figur 1 på nästa sida*. I figur 1 redovisas ytterligare två frekvensvägningar.

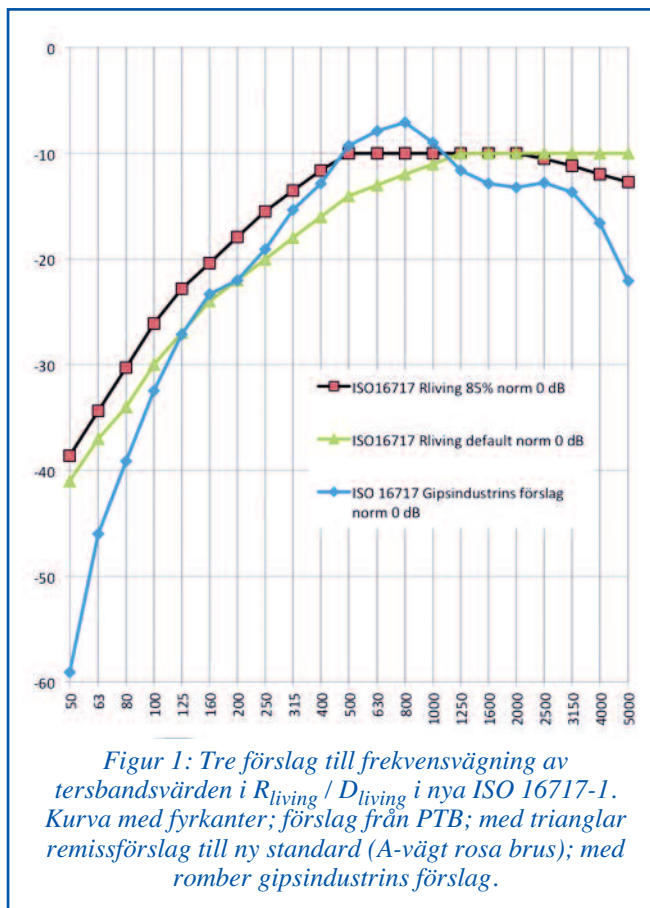
2. Ett annat förslag redovisades av tyska Physicalische Technische Bundesanstalt (PTB). De har gått tillväga på ett likartat sätt. Först sammanställdes ljudnivåmätningar hemma hos folk som redovisats inom ett europeiskt forskarnätverk



Artikelförfattare är **Christian Simmons**, Simmons akustik & utveckling AB, Göteborg, och **Klas Hagberg**, WSP Environmental, Göteborg.

(COST TU 0901) och sedan har beräkningar utförts utifrån ett stort antal slumpmässigt valda spektra, inom en A-vägd normalfördelning (85 procent fraktilen) mellan de starkaste och svagaste ljud som mätts upp. Resultatet blev sedan ett spektrum som är ganska likt ett A-vägt rosa brus, dock med en liten betoning på mellanfrekvensområdet som sannolikt beror på att många registreringar kommer från konversationer, TV och radio. De lägsta frekvenserna fick därmed en något svagare viktning än med rosa brus, men skillnaden är mindre än i förslag nummer 1 ovan.

Inget förslag godtogs direkt av kommittén, utan beslutet blev att det ska utföras fler undersökningar. En sak som diskuterades livligt under mötet i Lancaster var om det verkligen är rätt att följa känslighetskurvan för lika-upplevd-ljudnivå (20 isophon) så som i gipsindustrins förslag. Lågfrekvensljud är sannolikt mer störande än knappt hörbara mellanfrekvensljud, vilket gör att skillnaden vid 50 Hz kan bli väl stor. I Sverige gäller sedan 1999 krav motsvarande "grundförslaget" i standarden (rosa brus) och vi har numera avsevärt bättre väggar (både lätta och tunga), vilket kan sägas vara en rimlig anpassning till den ökande ljudbelastningen (exempelvis moderna ljudanläggningar och "hemmabio") i våra hem. Även i England och Wales infördes 2004 ett krav som lade stor vikt vid låga frekvenser baserat på trafikbullerspektrum 100 till 3 150 Hz ( $R'_w + C_{tr}$ ), enligt nuvarande ISO 717. Detta tillsammans med krav i deras bygg-



Figur 1: Tre förslag till frekvensvägning av tersbandsvärden i  $R_{living}$  /  $D_{living}$  i nya ISO 16717-1. Kurva med fyrkanter; förslag från PTB; med trianglar remissförslag till ny standard (A-vägt rosa brus); med romber gipsindustrins förslag.

delskatalog "Robust Details" har inneburit att de också har nya konstruktioner för såväl lätta som tunga konstruktioner, som förefaller ge ungefär samma ljudisolering som vi har.

Som exempel på vad de olika förslagen kan innebära redovisas i tabell 1 reduktionstal i laboratorium för tre typer av väggar samt olika  $D_{living}$ , baserat på de tre olika förslagen till vägningskurvor, enligt figur 1. Huvudsakligen bestäms isoleringen i exemplet av direkt transmission genom väggen, flanktransmissionen

har minimerats. Sändar- och mottagarrum har måtten B x D x H 4 x 3 x 2,5 m.

Tabell 1 illustrerar, att valet av spektrum för frekvensvägning inte är så känsligt när det gäller vilken tung vägg som avses. De systematiska skillnaderna kan man korrigera för genom att ändra på kravvärdena i SS 25267 och Boverkets byggregler (BBR). För lätta väggar däremot slår valet av spektrum ganska olika på olika väggtyper. De höga  $R_w$ -värden som fås med dubbla stommar reduceras ganska drastiskt när man går över till  $D_{living}$  enligt det standardförslag som utarbetats. Jämförs remissförslaget med PTB:s förslag förefaller skillnaden ganska konstant, cirka -3 dB. Med gipsindustrins förslag fås en lättning för gipsväggar och en skärpning för tunga väggar. Det är dock inte klart om de här skillnaderna kan motiveras med hänsyn till subjektivt upplevd ljudisolering.

På mötet beslutades därför att nya beräkningar och jämförelser ska genomföras för att kunna bedöma vilken frekvensvägning som är mest relevant ur de boendes synvinkel. Jämförelserna ska bland annat göras på basis av socioakustiska undersökningar som genomförts, bland annat inom SBUF-projektet 12311 och AkuLite-projektet. Se tidigare artiklar i Bygg & teknik om dessa undersökningar. Först beräknas korrelationskoefficienten vid regression (kurvanpassning) mellan de boendes medelbetyg på ljudisoleringen och den uppmätta ljudisoleringen. Sedan varierar frekvensvägningen och en ny korrelationskoefficient beräknas. Tyvärr är korrelationskoefficienten i den här typen av undersökningar generellt ganska låg, sannolikt beroende på att de subjektiva betygen påverkas av andra faktorer än den faktiska eller upplevda ljudisoleringen, men fördelen med den svenska studien är att den utförts i stor skala och ute i verkligheten, i bostäder där folk har bott mer eller mindre lång tid och hunnit vänja sig vid förhållandena.

Korrelationsberäkningar kommer även att göras hos National Research Council (NRC) i Kanada på basis av en omfattande serie lyssningsförsök som genomförts i deras laboratorium. I deras studie ingår ett stort antal väggar och olika typer av ljud, vilket gör att de kan göra en mycket systematisk analys. Nackdelen med deras studie är att de olika ljudexemplen bara spelats upp kortvarigt (tio till tjugosekunder), vilket gör att försökspersonerna troligen bedömde ljudstyrkan snarare än hur störda de kände sig av det aktuella ljudet. Båda studierna har således

Tabell 1: Vägd reduktionstal  $R'_w$  i byggnad och tre förslag till beräkning av ljudnivåskillnad  $D_{living}$ . Inom parenteser anges skillnaden mellan  $R'_w$  och  $D_{living}$ .

Väggtyp	$R'_w$ (ISO 717)	$D_{living}$ (remissförslag)	$D_{living}$ (PTB 85%)	$D_{living}$ (gipsindustrin)
160 mm btg	55	53 (-2)	50 (-5)	52 (-3)
200 mm btg	59	57 (-2)	53 (-6)	55 (-4)
250 mm tegel och puts	58	56 (-2)	53 (-5)	55 (-3)
235 mm dubbel lättbtg (800 kg/m <sup>3</sup> ) min.ull, puts	56	56 (0)	53 (-3)	53 (-3)
200 mm enkel gipsvägg (E 120-120 303 M45)	57	52 (-5)	50 (-7)	54 (-3)
145 mm saxad gipsvägg (D 95-70 303 M45)	60	53 (-7)	51 (-9)	56 (-4)
240 mmdubbel gipsvägg (DD 70-70 202 M180)	67	56 (-11)	54 (-13)	58 (-9)

för- och nackdelar, men förhoppningen är att de sammantaget ska bidra till en ökad förståelse genom att studera hur korrelationen påverkas av de olika frekvensvägningarna.

**Stegljudsisolering.** När det gäller stegljud är avsikten att på motsvarande sätt föreslå en frekvensvägning, som gör att de ljudnivåer som mäts med hammarapparaten eller med en stor gummiboll kan omräknas till ljudnivåer då vuxna personer går över golvet, helst oberoende av vilket stomsystem som ska utvärderas. En viss hänsyn måste även tas till att folk går med skor inomhus, ljud från lekande barn, stolar, dammsugare, hundar och andra möjliga stomljudskällor. Analysen riskerar därmed att bli rätt komplex, men ett pragmatiskt val av ett genomsnitt av händelser bör vara möjligt att genomföra. De främsta störningarna orsakas av gångtrafik, så den bör rimligen ges en större vikt än övriga händelser.

Trots att en artificiell stegljudsmaskin används för mätning, så innebär frekvensvägningen i detta fall att ljudkällan ändå kommer att representera vanliga händelser utanför bostaden, efter att en anpassning/omräkning skett mot subjektiv störning. Det största problemet ligger här i att låtta och tunga bjälklag betar sig olika och sammanfattningsvärdet måste hantera båda typerna av bjälklag så att de ur subjektiv synpunkt uppfattas som likvärdiga om de har samma entalsvärde. Att standardförslaget idag inte beaktar frekvenser under 50 Hz kan möjligen vara ett problem för vissa låtta bjälklag, men det är ändå ett stort steg att det nya ISO-förslaget går ner till 50 Hz. Låt oss börja med detta och ta fram ett bra spektrum som gör att vi kan värdera låtta och tunga konstruktioner med ett och samma entalsvärde. Förhoppningsvis kan delar av detta arbete göras inom ramen för slutrapportering av AkuLite-projektet och det motsvarande europeiska AcuWood-projektet.

**Trafikbuller, fasadisolering.** När det gäller trafikbuller så finns tyvärr inga "subjektiva data" från boende att jämföra olika frekvensvägningar mot. Å andra sidan är ljudkällan, trafikbuller, bättre definierad än för luft- och stegljud inomhus. Vi kan därför sätta frekvensvägningen enligt de indata för olika fordonslag som ingår i någon välkänd beräkningsmodell, till exempel Nord 2000.

### Nya standarder för fältmätningar

Parallellt med utvecklingen av nya 16717 har olika arbetsgrupper även arbetat med nya metoder för fältmätningar (ISO/DIS 16283 del 1, 2 och 3) av luftljudsisolering, stegljudsisolering och fasadisolering. Studier utförda inom AkuLite visade att mätning med en handhållen mikrofon som sveps runt i rummet under mättiden inte är helt likvärdig med fasta mikrofonpositioner (se Bygg & teknik 3/12). Att mätoperatören är närvarande inne i mät-

rummet kan medföra en ökad osäkerhet. Beslutet i kommittén blev ändå att i det remissförslag som nu tas fram, kvarstår möjligheten att använda handhållna svep, eftersom de används i vissa länder. Lösningen blir att metoder utan operatör närvarande i mättrummen anges som referensmetod. Det innebär därmed att i händelse av att mätresultatet ifrågasätts, så ska fasta positioner eller motordrivet stativ utan mätoperatör inne i mättrummet användas. Ännu bättre vore att helt gå över till fasta positioner – metoden är säkrare och nära nog lika snabb som svep med en handhållen ljudnivåmätare.

Mätning av fasadisolering med trafikbuller som ljudkälla kommer att tas bort ur standarderna, man ska bara använda högtalare. Trafikbuller får dock fortfarande användas om man bara ska bestämma ljudnivåskillnaden ute och inne, exempelvis före/efter en åtgärd. Detta beror på att osäkerheten om det verkligen är fasadelementens ljudisolering som mäts, är alltför stor när man har trafik som ljudkälla. Man får även bättre marginal till bakgrunds nivåerna inomhus när man använder en kraftig högtalare som ljudkälla på utsidan. Från svensk sida föreslogs att utomhusmikrofonen ska sättas direkt på fasaden istället för två meter framför den och istället dämpa mätvärdet med 3 dB. Detta accepterades, metoden förenklar montaget samt minskar de interferenseffekter som uppstår i tvåmeterspositionen.

**Bättre hantering av mätosäkerhet.** Kommittén har även tagit fram en ersättare till ISO 140-2, med beteckning ISO 12999. Den anger vilken mätosäkerhet som kan förväntas med respektive metod, på basis av omfattande jämförelseprovingar. Även ljudabsorptionsmätningar har tagits med, men här finns det bara två round robins att utgå från.

### Ny standard för ljudkrav och ny reviderad standard för skärmdämpning

**Ljudkrav.** En annan arbetsgrupp inom ISO (TC 205) arbetar med att ta fram samordnade krav på ljudnivå från installationer och rumsdämpning i utrymmen, men även ljudisolering mellan utrymmen. Det finns ett förslag framme med titeln ISO WD 16816 – Building environment design – Indoor acoustic environment. För att detta ska ske i bästa samförstånd beslutades att en ny arbetsgrupp med medlemmar såväl inom TC 205 som TC 43/SC 2 (byggakustik), ska upprättas. På detta sätt skapas en naturlig länk mellan dessa båda ISO-grupper.

**Skärmdämpning.** För att förbättra situationen för skärm- och inrednings tillverkare (exempelvis kontorsskärmar och andra möbler/väggbeklädnader) revideras nuvarande ISO 10053. Standarden är tjuugo år gammal och skapades vid en tid när

dokumentation av skärmar inte var så vanligt. Numer är det väldigt viktigt med ljud för inredningsbranschen, vilket gör att dessa gamla standarder behöver moderniseras så att branschen får bra verktyg när de ska dokumentera sina produkter. Arbetet sker med svenskt ordförandeskap (Klas Hagberg).

### Nästa steg för ISO 16717

Det som sker härnäst är att det blir ett möte inom den europeiska standardiseringsorganisationen CEN i Oslo i oktober. Då kommer man förhoppningsvis att besluta om att anta de nya ISO 16717-standarderna även som europeiska standarder (EN ISO 16717), som därmed blir "obligatoriska" inom EU. Av någon anledning har CEN inte tagit detta beslut i samband med att arbetet med de nya mätmetoderna harmoniserades, men förhoppningsvis kan man ta detta beslut direkt. Under året görs kompletteringar som beskrivits ovan, kanske justeras för synpunkter som framkommit vid CEN-mötet i oktober. Sverige kommer också att bidra med mycket underlag till ett internt webbforum för kommittén, som tagits fram i tidigare studier.

I samband med akustikkongressen Internoise som hålls nästa år i Österrike har ISO-arbetsgruppen ett arbetsmöte och där anordnas också en session där resultaten av alla nya studier ska redovisas. Förhoppningsvis kan ISO då besluta om de frekvensvägningar som ska skrivas in i ISO 16717. Exakt när standarden kan träda i kraft är oklart men avsikten är att lägga in en övergångstid på några år för att ge myndigheterna och byggindustrin en chans att anpassa sina krav och produkter.

### Slutligen

Förutsatt att standardförslagen går igenom alla remisser med mera, så kommer myndigheter, byggherrar och industri såväl inom Europa som i resten av världen att få de verktyg som krävs för att ställa ett och samma typ av krav avseende ljudisolering i byggnader. Detta kommer att underlätta handeln mellan länderna. För svensk industri innebär det att ett stort försteg eftersom Sverige haft motsvarande krav sedan 1999 och har bra konstruktioner som kan vara intressanta för exportmarknaderna. Projektörer kan beräkna ljudisolering enligt EN 12354 (så småningom även för låtta konstruktioner) och mätning kan ske enligt ISO 16283. Därmed finns ett heltäckande byggnadsakustiskt system av standardiserade metoder för alla parter i byggprocessen, som baseras på både teoretisk och praktisk kunskap. Industrin kan projektera och bygga bostäder med en ljudisolering som ger de boende bra ljudmiljö utan att behöva överdimensionera byggkonstruktionerna eller ta okända risker. När detta mål är uppnått tar författarna några dagars semester!