

Bakgrund, litteraturstudie och nya utvecklingar kringutmaningen att mäta stegljud i små rum

2022-03-03

Nata Amiryarahmadi, RISE
Jörgen Olsson, RISE



Bakgrund

- Ljudmätning och att uppfylla ljudklassningskrav i små rum är en utmaning.
 - Intervjustudierna i ”Kunskaps och resurssammanställning för ljud och vibrationer inom träbyggande” visade på detta problem. Även Lindbäcks, Tyréns genomgång trycker på detta problem.
- Vi fick finansiering från **Programråd Forskning Träindustrin** för att göra ett studie kring stegljudsmätningens problematiken och hur kraven som ställs idag för ljudisolering i små rum är missvisande och därför kan leda till ökade byggkostnader, men också att trästommar undviks.

Kravändringar och införandet av nya krav för smårum

I 2015 två ändringar infördes samtidigt i den Svenska ljudklassning standarden för bostäder SS 25267:

- Inkludering av den s k 'Lågfrekvensmetoden' för mätning av ljudnivåer ner till 50 Hz i smårum (<25 m³) för både luft- och stegljudsisoleringsmätningar.
- Ersättning av vägd normaliserad stegljudsnivå med vägd standardiserad stegljudssnivå

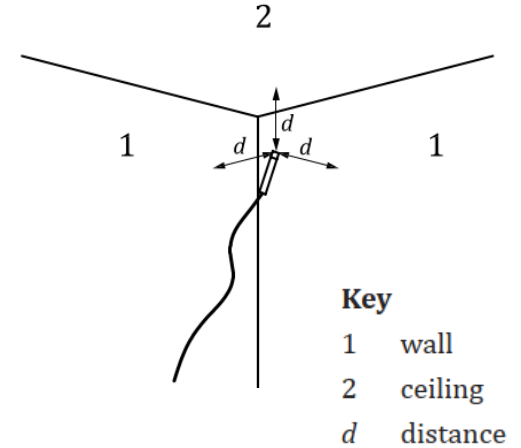
Båda ändringarna innebar någon kravskärpning för stegljudsisolering i smårum.

Lågfrekvensmetoden

Figure 2 — Example of a corner microphone position where the distance, d , shall be between 0,3 m and 0,4 m

ISO 16283-2 lågfrekvensmetod:

- Hörmätningar för rum mindre än 25 m³.
- Gäller för tersbanden 50, 63 och 80 Hz.
- Mätning i totalt 4 hörn, två hörn upp och två hörn nere.
- Tar de högsta hörnvärdena uppmätta. Det vill säga de högsta tersbandsvärdena kan komma från olika hörn.



The low-frequency energy-average sound pressure level in the 50 Hz, 63 Hz and 80 Hz bands is calculated by combining L_i from the default procedure and $L_{i,Corner}$ from the low-frequency procedure using [Formula \(16\)](#):

$$L_{i,LF} = 10 \lg \left[\frac{10^{0,1L_{i,Corner}} + (2 \cdot 10^{0,1L_i})}{3} \right] \quad (16)$$

Litteraturstudie

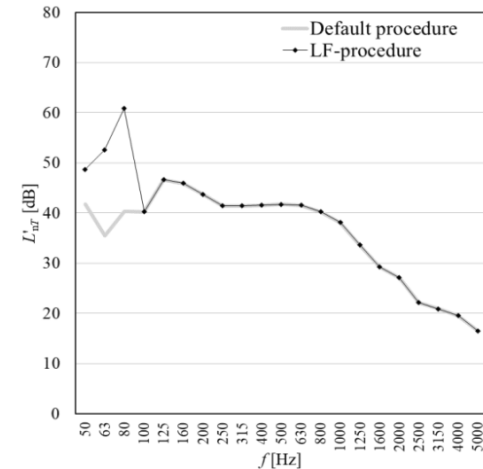
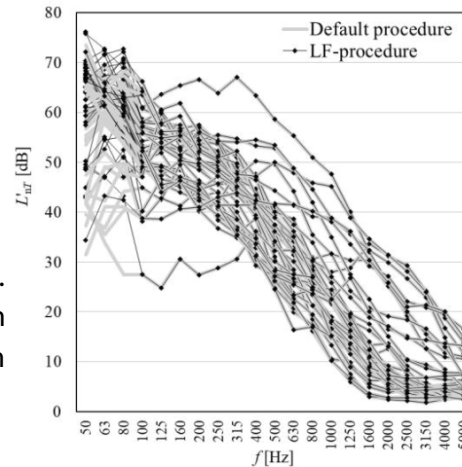
- LF-metoden baseras framförallt på 2 studier av Simmons (1999) samt Hopkins och Turner (2005).
 - Huvudsakliga målet i studierna var att ta fram en mer stabil mätmetod för låga frekvenser i smårum (icke-diffust ljudfält) som ger högre repeterbarhet och reproducerbarhet och relevans till boendens upplevelse.
 - Båda studierna mätte ljudnivåerna på en 3-dimensionellt mesh i hela rummet, och försökte att komma fram till en mätmetod som reflekterar den rumsgenomsnittliga ljudtrycksnivå.
 - Ingen av studierna mätte stegljudsnivåer.
 - Ingen av dem undersökte de subjektiva aspekter av lågfrekvensbuller i smårum. Även med relevans till upplevelse hänvisar Hopkins till den naturliga placering av sängen nära rums hörn i smårum och därmed den självklara effekt av exponering till högre ljudnivåer vid hörnen.
- När man tog fram LF-metoden i ISO kommittéen var man redan medveten om att det kan skapa orimlig bestraffning för smårum och till och med i samma byggnad resulterar väsentliga skillnader mellan stegljudklassning av rum precis under och över 25 m³.
 - Man bestämde ändå på ISO kommittén att inkludera metoden i standarden för metodens fördel i att ge mer stabila och repeterbara mätresultat.
 - Man lämnade ansvaret till de nationella myndigheter för byggregler och standardiseringskommittéer att ta hänsyn till ökade SNQ på grund av LF-metoden och hur kravvärdena ska anpassas.
 - Men i Sverige tog man beslut på Byggakustik standardiseringskommitté TK 197 att ta den nya metoden i bruk i ny utgåvan av SS 25267:2015 utan att ändra kravvärdena för ljudklassningen.

C. Simmons, "Measurement of Sound Pressure Levels at Low Frequencies in Rooms. Comparison of Available Methods and Standards with Respect to Microphone Positions," *Acta Acustica united with Acustica*, vol. 85, nr 1, pp. 88-100, 1999.

C. Hopkins och P. Turner, "Field measurement of airborne sound insulation between rooms with non-diffuse sound fields at low frequencies," *Applied Acoustics*, vol. 66, nr 2005, pp. 1339-1382, 2005.

Nya studie om användning av LF-metoden för stegljudsmätning

- Lågfrekvensmetoden resulterar en systematisk ökning i $L'_{n,T,w} + C_{i,50-2500}$
 - 3 dB högre värden på SNQ i snitt
- SNQ domineras som regel av de låga frekvenserna - trots 1/3 viktningen hörmätning nivåerna
- Man får lägre standardavvikelse (bättre) jämfört med övriga högre tersband (> 100 Hz).
- Fortfarande inga upplevelsebaserade studier har gjorts för att visa relevansen a LF-metoden mot upplevelse av stegljud



M. Killiäinen, L. Talus, J. Lietzén, P. Latvanne och V. Kovalainen, "Assessment of the low-frequency procedure in the field measurements of impact sound insulation between dwellings," Applied Acoustics, vol. 185, nr 108399, 2022.

Hörmätningar - Vad vet vi?

- LF-metoden säkerställer inte mindre avvikelse från rumsgenomsnittet
 - hörnen ger olika värden inom relativt stort spann. Som regel ger hörnen längst från partitionen de högsta ljudnivåerna
- Andemeningen (antar jag) är att ta två hörn uppe slumpmässigt och två hörn nere slumpmässigt och mäta.
- I ISO 16283-2 står inget om slumpmässigt ska välja hörnen – ger utrymme för "Rule cheating".
- Mätningar enligt LF beskriver inte snitt-ljudnivån i rummet

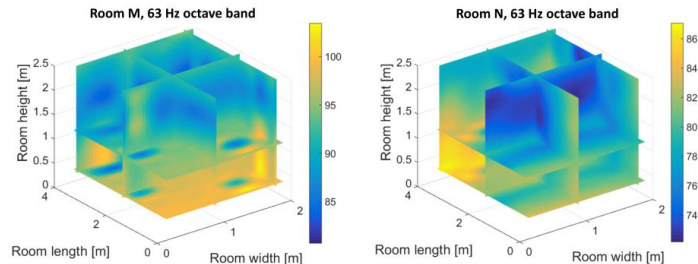


Fig. 1—Measured $L_{i,Fmax}$ (dB ref. 20 μ Pa) on selected slices of the grids in rooms M and N in the 16 Hz, 31.5 Hz, and 63 Hz octave bands.

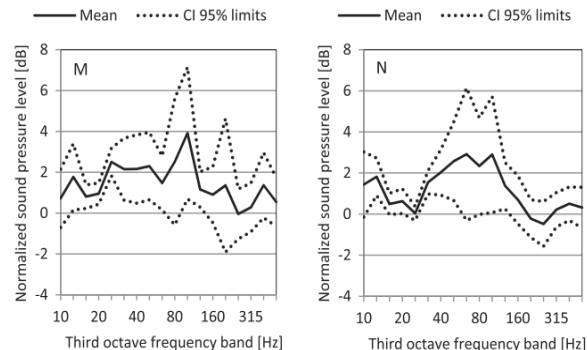


Fig. 8—The deviations between the low-frequency sound pressure level L_{LF} and the average of all grid points. The left is for the receiving room in the M-building, and the right is for the corresponding room in the N-building.

J. Olsson och A. Linderholt, "Low-frequency impact sound pressure fields in small rooms within lightweight timber buildings — suggestions for simplified measurement procedures," *Noise Control Engineering*, vol. 66, nr 4, pp. 324-338, 2018.

Efterklangstid – en del av problemet! (?)

Bakgrund

- SS 25267:2015 - ändringen från normaliserad till standardiserad
 - Demokratisk mot alla rum
 - Ett litet rum får högre stegljudsnivå, enbart på grund av ändringen till standardiserad efterklangstid.
 - Men innebär en kravskärpning för rum mindre än 31 m³ jmf med normaliserad stegljudsnivå.
 - Kravvärdena har inte anpassats.

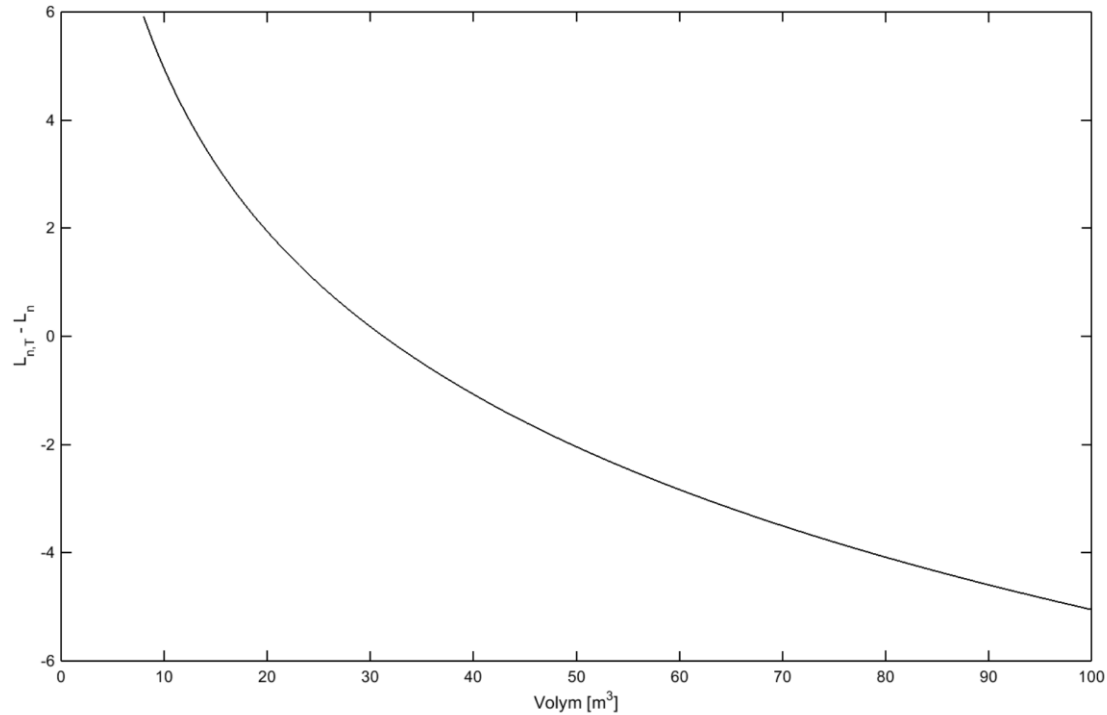
Vad hände?

$$L'_n = L_i + 10 \lg \frac{A}{A_0} \rightarrow A = \frac{0,16V}{T} \rightarrow A_0 = 10 \text{ m}^2$$

→

$$L'_{nT} = L_i - 10 \lg \frac{T}{T_0} \rightarrow T_0 = 0,5 \text{ sek}$$

Effekten av ändring från L'_{nw} till L'_{nwT}



Nytt förslag till ändring av SS

Den 14 mars skickade Jimmons ett förslag till tillägg och ändringar i SS 25267 till TK 197. Förslaget består av 3 delar:

25267

- 1- Avskaffning av lågfrekvensmetoden
- 2- Ersättning av referensefterklangstid T_0 med en mer dynamisk T_0 : den kortaste efterklangstiden av 0,5 s och 0,0161 (s/m³) gånger rummets volym (m³).
 - Det skapar ingen skillnad för $V=31$ m³ och större men en lättnad av kravet för smårum mindre än 25 m³.
- 3- Ändring av spektrumanpassningstermer för lågfrekvens stegljud $L_{nT,w,20}$
 - a. Nytt frekvensområde 25-40 Hz
 - b. Ny formel för beräkning av spektrum anpassningsterm

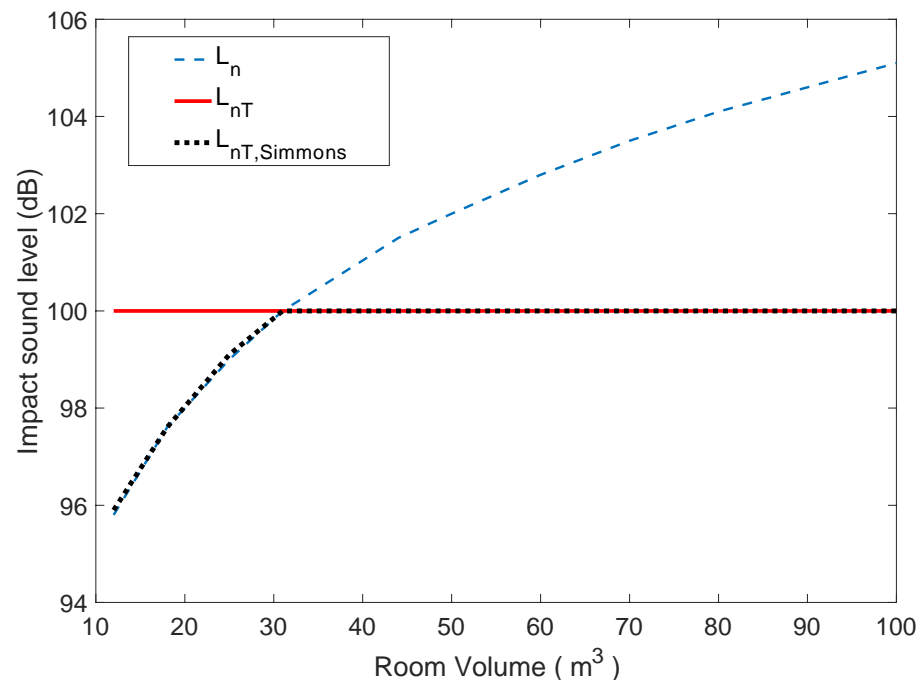
$$C_{1,25-2500} = 10 \lg \sum_{i=25}^{i=2500} 10^{L_{nT,i}/10} - L'_{nT,w} - 15$$

Detta med hänvisning till ett nytt studie där de har undersökt sambandet mellan nya anpassningstermen och upplevelse av många lägenhetsboende

c. Ändring av kravvärdet till $L_{nT,w,50}$ +4 dB

- När krav på begränsning av stegljudsnivån enligt denna bilaga används bör 4 dB högre värden godtas än för $L_{nT,w,50}$, det vill säga att kravnivån sätts som " $L_{nT,w,50}$ +4 dB" i aktuell ljudklass. Kravet bör tillämpas som ett tillägg till ljudklassens kravvärde uttryckt i $L_{nT,w,50}$.
- Kravet för användning av lågfrekvensmetoden tagits bort även här.

Jämförelse mellan olika energimedelvärdebildad stegljudnivå



Rums storlek - Volym [m³]	12	18	25	31	44	60	70	80	100	
Uppmätt dB (tersband)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
T - Uppmätt Efterklang	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
Normaliserad ljudnivå (L_n [dB])	95,8	97,6	99,0	100,0	101,5	102,0	102,8	103,5	104,1	105,1
Standardiserad ljudnivå (L_{nT} [dB])	100,0	100,0	100,0	100,0	100	100	100	100	100	
Standardiserad ljudnivå enligt Simmons förslag ($L_{nT,Simmons}$ [dB])	95,9	97,6	99,1	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	

Rekommendationer

- Effekten av modal beteende av rummet och förhöjda ljudnivåer nära väggar I smårum ska undersökas genom en upplevelse-baserad undersökning.
- För att komma närmare till rumsgenomsnitt ljudtrycksnivå, mäta slumpmässigt och iterativt tills avvikelsen når en viss nivå.
- Jobba med nya mätmetod och kravvärden samtidigt och anpassa dem till mätningar vid låga frekvenser och upplevelsen i lätta byggnader

Nata Amiryarahmadi

nata.amir@ri.se
+46 10 516 5437

Jörgen Olsson

jorgen.olsson@ri.se
+46 10 516 6217