

# Utvärdering av stegljud i färdig byggnad

Under senare år har Lunds universitet, Teknisk akustik, arbetat med att utvidga Kaj Bodlunds undersökning från 1980-talet. Denna undersökning baserades på ett antal olika bostadsobjekt i vilka flera stegljudsmätningar gjordes i varje byggnad. Därtill gjordes intervjuer med boende. Dessa data medelvärdesbildades och användes sedan för att bedöma vilken korrelation som fanns mellan objektiva mätdata och hur boende upplever typiska stegljud. Data från undersökningen har nu modifierats och därtill kompletterats med ett antal nya objekt. Under innevarande år byggs "databasen" på ytterligare, för att få ett än bättre bedömningsunderlag.

Arbetet började för cirka sex år sedan och har bedrivits på deltid. I ett inledande skede har vi med hjälp av schematiska stegljudskurvor från Kaj Bodlunds rapport [1] läst av gamla data och sedan räknat om alltihop. På detta sätt kunde konstateras huruvida uppskattade vägda värden stämmer med verkliga värden i det ursprungliga materialet. Detta förfarande var nödvändigt eftersom originaldata saknades, sånär som på rapportens schematiska kurvor. Efter denna första analys fann vi att det var idé att uppdatera ingångsdata så tillvida att man helt utesluter horisontella mätvärden eftersom dessa låg grupperade för sig, se *tabell 1*. I tabellen redovisas dels det gamla  $L'_{n,w}$  och dess värden för olika mätriktningar, dels,  $I_s$ , som motsvarar det entalsvärde som föreslogs av Kaj Bodlund. Detta arbete presenterades i en artikel på konferensen ICA 2001 i Rom [3].

Alla data från horisontella mätdata låg väl under de för vertikala mätdata och



FOTO I GÖTEBORG: KLAS HAGBERG

*Undersökningen syftar till en utvärdering av stegljud i färdig byggnad.*

sannolikheten för att uppleva störning från dessa borde vara väsentligt mindre. Därmed beslöts att utesluta alla horisontella mätningar samt en vertikal mätning som tydligt avvek på grund av sin orimlighet. De från början 22 datapunkterna hade nu reducerats till 12 datapunkter.

## Utvidgning av ingångsdata

Efter denna inledande fas har undersökningen utvidgats med fyra nya objekt till att omfatta totalt 16 bostadsobjekt. Detta arbete har bland annat gjorts i samarbete med Kungliga tekniska högskolan och WSP Akustik i Stockholm som drivit en del som ett examensarbete, se *Martina Söderlunds* artikel i detta nummer av *Bygg & teknik*. De fyra nya konstruktionerna utgörs av typiska moderna byggnadskonstruktioner, två trästommar och två håldäckskonstruktioner med ett modernt övergolv. Utifrån denna nya data-samling har vi beräknat korrelation mellan ett antal olika akustiska parametrar (ge-

nom att variera utvärderingskurvens utseende) och subjektiv värdering.

Huvudsyftet med detta arbete på lång sikt är att skapa en lätt tillgänglig databas som innehåller värdefull information från färdiga bostadsbyggnader. Efterhand som ny byggteknik introduceras på marknaden så kan nya data inkluderas i "databasen" och nya utvärderingskurvor (eller för all del andra parametrar) lätt provas för att se vilka justeringar som kan behöva göras.

Under innevarande år kommer ytterligare cirka sju bostadsobjekt att inkluderas i undersökningen och därmed kommer ett ännu bättre värderingsunderlag snart att finnas färdigt.

## Resultat (hittills)

Alla entalsvärden som vi beräknat är utvärderade i enlighet med reglerna i ISO 717-2. Om vi börjar med att titta på korrelationen mellan subjektiv värdering och  $L'_{n,w}$  samt  $L'_{n,w} + C_{1,50-2500}$ , så kan vi se en

Artikelförfattare är **Klas Hagberg** WSP Akustik, Göteborg, och Lunds universitet, Teknisk akustik.



*Tabell 1: Mätriktning i förhållande till värdet för akustisk parameter.*

Mätriktning	Parameter	Antal datapunkter	Område för akustisk parameter
Horisontell	$L'_{n,w}$	9	37–49
Vertikal	$L'_{n,w}$	13	51–70
Horisontell	$I_s$	9	43–56
Vertikal	$I_s$	13	59–72

tydlig förbättring när  $C_{1,50-2500}$  inkluderas, se ekvation 1 och 2 samt figur 1 och 2. I ekvationerna svarar  $S$  mot subjektiv värdering (7 är bästa betyg och 1 är sämst),  $r$  är korrelationskoefficienten och  $n$  är antalet mätdata. Staplarna visar spridningen mellan enstaka mätdata inom ett och samma objekt.

$$L'_{n,w} = 74,91 - 4,31S$$

$$[r = 69\%, n = 16] \quad (1)$$

$$L'_{n,w} + C_{1,50-2500} = 73,10 - 3,72S$$

$$[r = 81\%, n = 16] \quad (2)$$

Det är uppenbart att låga frekvenser måste beaktas i större utsträckning. I Sverige har vi idag ett krav som säger att både  $L'_{n,w}$  och  $L'_{n,w} + C_{1,50-2500}$  ska vara uppfyllt. Men varför inte exkludera  $L'_{n,w}$  då figurerna 1 och 2 visar på mycket bättre korrelation när  $C_{1,50-2500}$  inkluderas? Detta förklaras av det faktum att  $L'_{n,w} + C_{1,50-2500}$  är alltför generös mot betongkonstruktioner med hårda golv.  $L'_{n,w}$  är ett nödvändigt hinder för att undvika sådana framtida lösningar. Det är dock inte möjligt att inkludera sådana konstruktioner i undersökningen eftersom sådana lösningar normalt inte existerar (tack vara  $L'_{n,w}$ -kravet) i vårt bostadsbestånd. Något enstaka objekt skulle möjligen kunna hittas men det skulle i så fall vara en felkonstruerad byggnad.

### Nytt entalsvärde?

Under detta arbete har ett antal olika referenskurvor studerats för att finna den som ger allra bäst korrelation mellan mätresultat och subjektiv värdering och som kan användas oberoende av stomkonstruktion eller andra olika parametrar. Detta har resulterat i en kurva, figur 3, som är än mer koncentrerad på låga frekvenser.

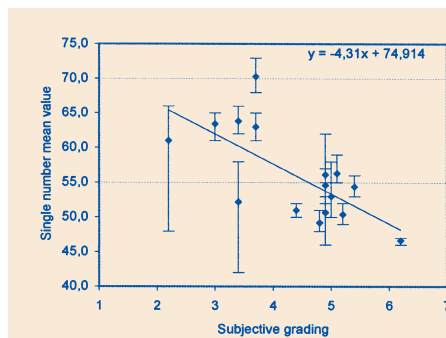
Genom att använda denna kurvan i beräkningarna erhålls ett samband enligt nedanstående ekvation 3 och figur 4.

$$L'_{n,new} = 77,90 - 3,31S$$

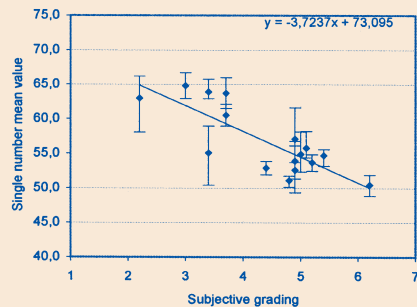
$$[r = 83\%, n = 16] \quad (3)$$

### Slutsatser

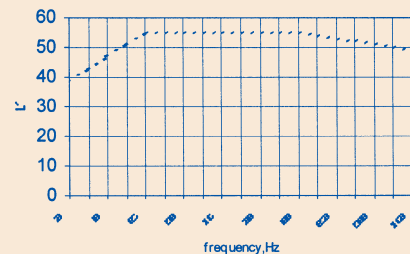
Denna artikel är en mycket kort sammanfattning av ett arbete som bedrivits på deltid under en längre period på Lunds



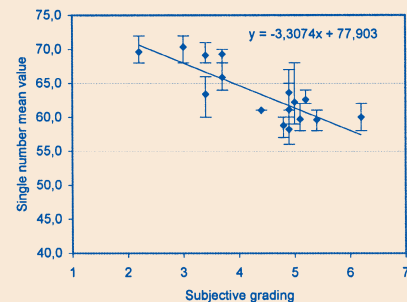
Figur 1: Linjär regression  $L'_{n,w}$  vs subjektiv värdering.



Figur 2: Linjär regression  $L'_{n,w} + C_{1,50-2500}$  vs subjektiv värdering.



Figur 3: En bättre referenskurva?



Figur 4: Linjär regression  $L'_{n,new}$  vs subjektiv värdering.

tekniska högskola. Mer underlag finns i nedanstående referenser samt en rapport som troligen kommer att redovisas mot slutet av 2004. Resultaten hittills baseras på ett begränsat antal byggnadsstommar varför resultaten fortfarande kommer att förändras. Det är nödvändigt att kontinuerligt omvärdera resultaten efterhand som nya data inkluderas i beräkningarna. Under detta arbete har vi blivit alltmer medvetna om det komplexa i att finna ett entalsvärde som kan användas oberoende av stomkonstruktion, planlösning etc. Några viktiga slutsatser är dock värda att påpeka:

- Låga frekvenser bör beaktas mer än idag.
- Höga frekvenser måste beaktas för att undvika nya tunga konstruktioner med hårda golvbeläggningar.
- Genom att utnyttja betygsskalan i ovanstående figurer kan man bestämma sig för minimikrav och lämpliga steg i ljudklass-

ningsstandarder. Utifrån det vi känner idag ligger vi rätt i nya SS 02 52 67 (utgåva 3) även om utvärderingen kanske borde se lite annorlunda ut. Att ändra en ISO standard kräver dock mycket arbete. ■

### Referenser

- [1] Bodlund, K., *Rating of sound insulation between dwellings*, Techn. report 1985:01 (1985).
- [2] K. Bodlund and L. Esilon, *En kartläggning av ljudklimatet i några moderna svenska bostäder*, Teknisk rapport SP-RAPP 1883:37 (1983).
- [3] Hagberg, K., *Ratings adapted to subjective evaluation for impact and airborne sound and its application in building regulations – a literature survey*, ICA (2001).
- [4] Hagberg, K., *Evaluation of impact sound in the field situation – research at Lund University*, ICA (2004).