

Dimensionering av stommens ljudisolering mot krav i nya BBR

I ett projekt för Boverkets Byggnadsforum har vi studerat effekter av att BBR:s ljudkrav på bostadsbyggnader har reviderats den 1 juli 2006. I praktiken innebär detta, att vi har studerat ljudklassning av hyresbostäder enligt både den gamla och den nya utgåvan av ljudklassningsstandarderna. Studien har gjorts dels med statistik över hyreshusbyggandet 2000 till 2005 och dels med mätningar i sju hyresbostadshus byggda under samma period.

Ljudkraven i BBR anges dels med en allmänt formulerad föreskrift och dels med ett råd som hänvisar till ljudklass C i svensk standard för ljudklassning av bostäder. Ljudklasser har utvärderats med hjälp av beräkningar och mätningar, både enligt den tidigare utgåvan av SS 02 52 67 (1998, utgåva 2) och mot den gällande SS 25267 (2004, utgåva 3). De väsentligaste ändringarna i standarden redovisas nedan.

Väsentliga ändringar i standarden

SS 02 52 67 (utgåva 2) och SS 25267 (utgåva 3) skiljer sig åt beträffande ljudisolering på nedanstående punkter (det finns även andra förändringar som inte berörs i denna artikel):

1. *Begränsningsregler:* Utvärdering av luftljudsisolering och stegljudsnivå görs med hänsyn till rumsstorlekar. I utgåva 3 infördes begränsningsregler för mottagar-rumsvolym och skiljearea vid bestämning av luftljudsisolering (R'_{w}) och stegljudsnivå ($L'_{n,w}$). I praktiken blir dessa sammanfattningsvärden i stora rum därmed lika de mått som redan används i europeisk och internationell standard, $D_{nT,w}$

(standardiserad A-vägd ljudtrycksnivåskillnad) och $L'_{nT,w}$ (standardiserad stegljudsnivå). Dessa mått har redan införts i Tyskland, Österrike, Holland och England. Begränsningsreglerna gör att kraven på byggnadskonstruktionerna inte ökar med utrymmenas volym såsom tidigare varit fallet.

2. *Medelvärdesbildning:* Vid verifiering med mätningar ska kravet i utgåva 3 jämföras med ett medelvärde från flera olika mätningar, inom ett och samma objekt. Enstaka avvikelser från kravvärdet på maximalt 2 dB godtas om medelvärdet innehåller kravet. Tidigare gällde att samtliga krav ska vara uppfyllda, inga avvikelser godtog.

3. *Kravnivåerna* har skärpts med 2 dB för stegljudsnivå och 1 dB för luftljudsisolering.

4. *Verifiering med beräkning* godtas enligt utgåva 3, tillsammans med en noggrann kontroll av utförandet. Detta ger stöd för ett industriellt, kvalitetsstyrt byggsätt. Den beräkningsmetod som anvisas, är framtagen av CEN på uppdrag av EU-kommissionen, för att underlätta upphandling och ökad konkurrens mellan byggmaterialleverantörerna. Det blir väsentligt lättare för nya leverantörer och produkter att komma in på marknaden,

när provningar och beräkningar enligt standardiserade metoder godtas som ett sätt att styrka att ett kravvärde kommer att klaras i färdig byggnad med de föreslagna produkterna.

5. *Säkerhetsmarginal* vid dimensionering ska väljas med hänsyn till kända osäkerheter. Marginalerna är olika för olika typer av stomsystem.

Resultat

Analys av statistik över nya hyresbostäder byggda 2000 till 2005 samt fältmätningar i sju bostadsbyggnader visar att den nya utgåvan 3 skulle ge *lättnader* mot utgåva 2, med i medeltal;

2 dB för luftljudsisoleringen

2 till 4 dB för stegljudsisoleringen

0 dB för stegljudsisoleringen, med en föreslagen precisering.

Den föreslagna preciseringen av standarden innebär att man ska utvärdera och medelvärdesbilda stegljudsisolering horisontellt och vertikalt separat, och båda ska uppfylla kraven. Med dagens formulering får man medelvärdesbilda resultaten, oavsett mätriktning.

Resultaterande ljudklass för respektive byggnad förblir oförändrad även efter introduktionen av utgåva 3, sånär som för ett objekt. I detta objekt sker en uppgrade-

Ljudklassning av respektive byggnadsobjekt, enl. utgåva 2 och 3

	Luftljudsisolering	Stegljudsisolering ¹⁾	Totalt
Objekt 01 (btg)			
- utgåva 2	C	B	C
- utgåva 3	C	A (B)	C
Objekt 02 (btg)			
- utgåva 2	C	B	C
- utgåva 3	C	A (B)	C
Objekt 03 (btg)			
- utgåva 2	C	B	C
- utgåva 3	C	A (B)	C
Objekt 04 (btg)			
- utgåva 2	C	B	C
- utgåva 3	B	B (B)	B
Objekt 05 (btg)			
- utgåva 2	C	B	C
- utgåva 3	C	B (B)	C
Objekt 06 (trä)			
- utgåva 2	B	C	C
- utgåva 3	B	C (C)	C
Objekt 07 (trä)			
- utgåva 2	B	C	C
- utgåva 3	A	C (C)	C

¹⁾ Värden inom parentes avser ljudklass då stegljud har medelvärdesbildats separat för vertikala och horisontella mätningar.



Artikelförfattare är **Klas Hagberg**, (t v) tekn lic, WSP Akustik, Göteborg, och **Christian Simmons**, tekn lic, simmons akustik & utveckling ab, Mölndal.

ring från ljudklass C till ljudklass B och det är luftljudsisoleringen som gör att ljudklassen ändras. Samtliga byggnaders ljudklasser enligt respektive utgåva redovisas i tabellen här intill.

Figur 1 visar vilka marginaler till krav för luftljudsisolering respektive stegljudsnivå som uppnåtts i bostadsobjekten 1 till 7, vid utvärdering enligt utgåva 2. I figur 2 visas motsvarande marginaler till krav som uppnåtts vid utvärdering enligt utgåva 3.

Byggnaderna var i samtliga fall (utom ett) projekterade med målsättning att klara en högre ljudklass, ljudklass B, än vad BBR föreskriver, vilket motsvarar 4 dB högre luftljudsisolering och 4 dB lägre stegljudsnivå, än minimikraven (ljudklass C).

I de byggnader som studerats så är det uppenbart att marginalerna inte varit tillräckliga vid dimensioneringen. Ljudklass C uppfylls men inte ljudklass B så som var avsett.

Vid en jämförelse av resultatet från figur 1 respektive figur 2 så är det uppenbart att marginalerna till krav har ökat påtagligt när utgåva 3 tillämpas istället för utgåva 2, i synnerhet vad avser stegljudsisoleringen. Såsom har diskuterats tidigare i artikeln, har en oavsedd effekt varit, att horisontella mätningar av stegljud har bidragit till ett lågt medelvärde. När medelvärdesbildning görs separat för horisontell och vertikal mätning, erhålls betydligt mindre marginaler till krav, som visas med vita staplar i figur 2. Begränsningsregeln som säger att avvikelsen vid enskilda mätningar inte får överstiga 2 dB är inte tillräckligt effektiv, utan bör kompletteras med det ovan angivna förtydligandet.

Figureerna 1 och 2 indikerar att luftljudsisoleringen är mest kritisk vid val av tunga konstruktioner medan stegljudsisoleringen är den kritiska egenskapen när det gäller lätta konstruktioner. Detta stämmer väl med erfarenheter från andra projekt (som inte ingår i denna studie).

Säkerhetsmarginaler vid dimensionering

Utifrån data i figurerna 1 och 2, så har en beräkning gjorts, av vilka marginaler som borde ha tillämpats vid projektering för att precis nå upp till ljudklass C respektive ljudklass B. Dessa marginaler för dimensionering har beräknats som medeldifferenser mellan mätvärden och krav, ökade med 1,28 gånger standardavvikelsen. Detta svarar mot tio procents risk för underkännande när mätningar genomförs.

Sammanfattningsvis kan mätningarna i de utvalda hyresbostäderna tolkas så, att man med utgåva 3 och med föreslagen ändring (se not 1 i ovanstående tabell) skulle kunna minska konstruktionernas

luftljudsisolering med 2,1 dB
stegljudsisolering med -0,1 dB.

Dessa värden har beräknats med förutsättningen, att det blir cirka tio procents risk för underkännande vid en kontrollmätning mot krav i ljudklass C. För att uppnå ljudklass B med säkerhet måste de aktuella konstruktionernas ljudisolering i stället ökas med 1,9 respektive 4,1 dB.

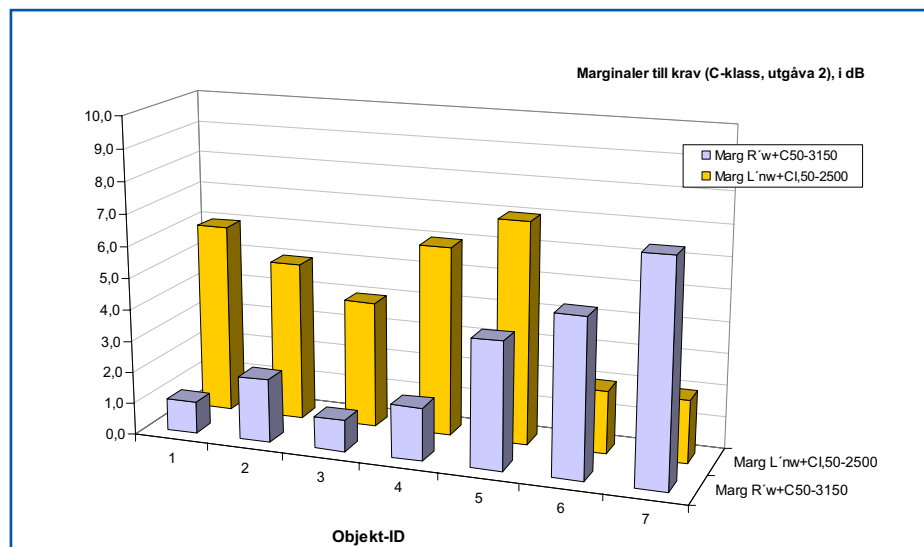
Jämförelser mellan beräkningar enligt SS-EN 12354 och mätningar av ljudisolering i byggnad visar att de säkerhetsmarginaler för dimensionering som har tagits fram i tidigare jämförelsestudier fortfarande kan tillämpas (Nordtest techreport 603). Några observationer inom denna studie som är av praktiskt intresse kan dock tillfogas:

- 1 dB marginal bör tillämpas vid dimensionering med beräkning mot krav enligt utgåva 3, både för luft- och stegljudsisolering
- Vid beräkningen ska ljudisoleringen för alla byggnadsdelar vara noggrant dokumenterade
- Vid utförandet ska byggdelarna sammanfogas på det sätt som förutsatts vid dimensioneringen. Angiven marginal räcker inte för att ta hänsyn till fel och brister i utförandet utan är endast avsedd att kompensera för oundvikliga smärre variationer i byggdelarnas egenskaper och mätosäkerheter.
- Luftläckage förekommer sannolikt i flera objekt med prefabstomme. Detta bör åtgärdas i nya projekt.

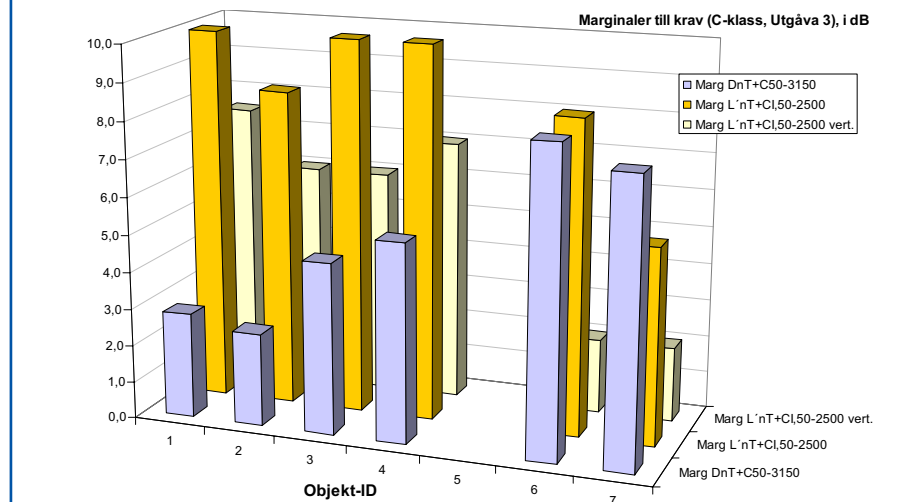
Boendeundersökning

En boendeundersökning har genomförts i de sju bostadshus som har studerats. Utifrån betygen kan följande intressanta samband konstateras:

- Stegljudsisoleringen ger generellt något lägre betyg än luftljudsisoleringen oavsett stomkonstruktion, det vill säga stegljudsisoleringen upplevs som sämre. Mätvärdena antyder dock motsatsen, det vill säga att luftljudsisoleringen skulle upplevas sämst, förutsatt att klassgränserna motsvarar samma andel störda för respektive egenskap. Detta vet vi idag inte tillräckligt mycket om för att säkert kunna avgöra.

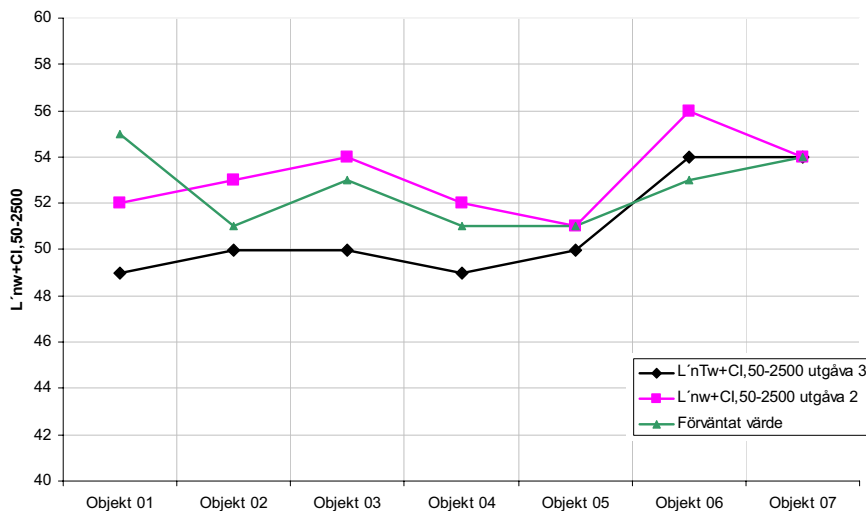


Figur 1: Marginaler mellan uppmätta värden och krav (ljudklass C) i sju olika byggnader utvärderade enligt utgåva 2 (gamla BBR).



Figur 2: Marginaler mellan uppmätta värden och krav (ljudklass C) i sju olika byggnader utvärderade enligt utgåva 3 (nya BBR). De vita staplarna längst bak visar marginalerna för stegljudsnivå, när enbart vertikala mätningar ingår i utvärderingen. Objekt nr 5 kunde inte beräknas mot utgåva 3.

Stegljudsvärden jämfört med förväntat värde för de olika utgåvorna



Figur 3: Förväntat värde på stegljudsisoleringen jämfört med uppmätt värde för de respektive utgåvorna.

- Stegljudsisoleringen värderas över normal minimistandard för samtliga stomkonstruktioner i de sju objekt som ingår i detta arbete. Dock är andelen låga betyg väsentligt fler för de två lätta stomkonstruktionerna än för betongkonstruktionerna
- Motsvarande samband som i punkten ovan indikeras inte för luftljudsisoleringen.

De boende ombads att värdera ljudisoleringen med hjälp av en sjugradig skala där betyget 1 är sämst och betyget 7 är bäst. Betyget 4,4 kan anses vara en rimlig nivå för att fastställa samhällets minimikrav. Med hjälp av svaren från boendeundersökningen kan vi direkt jämföra resultaten från de objektivt uppmätta stegljudsvärdena med de förväntade värdena,

som kan beräknas med hjälp av en enkel formel:

$$L'_{n,w} + C_{1,50-2500} = -4,1717s + 74,402$$

där

s är lika med subjektiv värdering av stegljud från de boende.

Resultaten av jämförelsen visas i figur 3.

Resultaten från denna undersökning visar att de förändringar i utvärderingen som infördes i utgåva 3 inte har kompenseras fullt ut med förändrade kravnivåer. Emellertid visar boendeundersökningen att det kanske var rätt att införa en viss lättnad av luftljudskravet, eftersom de boende överlag värderar luftljudsisoleringen bättre än stegljudsisoleringen, med viss variation beroende på stomsystem. Samstämmigheten mellan subjektiva betyg (enkät) och objektiva betyg (mätningar) antyder att enkäter skulle kunna införas som en del av en verifiering av ljudklass i byggnad. Dock erfordras någon form av standardisering av hur en sådan enkät ska genomföras. ■