

Så bygger vi ekonomiska, ekologiska och tysta bostäder

Text: Klas Hagberg

Byggandet av flerfamiljsbostadshus och flervåningshus har verkligen tagit fart. Parallellt med det tilltagande intresset utvecklas hela tiden produktionsmetoder och byggsystem. När det gäller flervåningshus i trä har det framför allt funnits utmaningar inom byggnadstekniskt brandskydd och bra ljud- och akustiklösningar. I denna text av Klas Hagberg redovisas akustikmätningar som gjorts på det lättbyggnadssystem som bland annat använts i två aktuella byggprojekt.

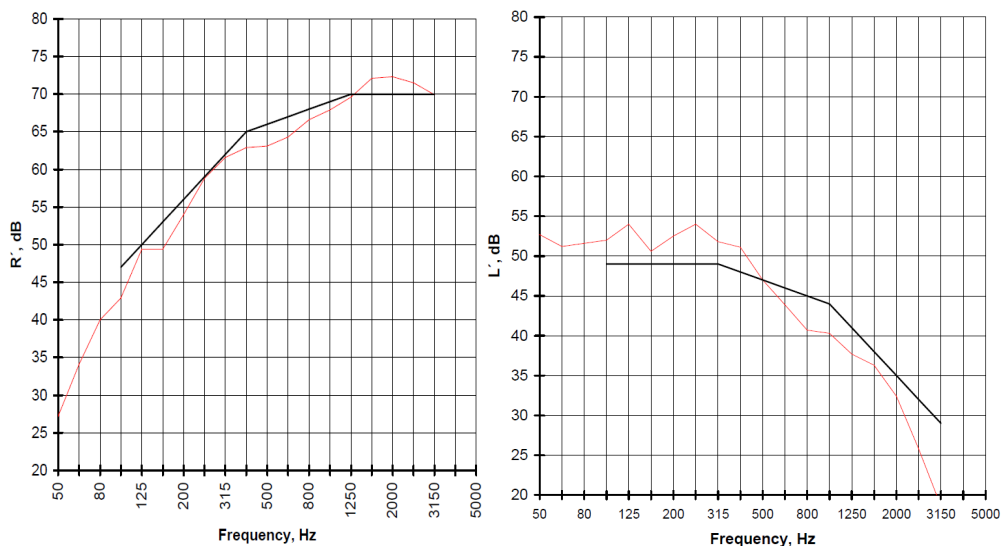
Byggmaterialeleverantören Masonite Beams har tillsammans med byggentreprenören Grönbo vidareutvecklat Masonites flexibla byggsystem, MFB till ett än mer produktionsvänligt byggsystem som också levererar boende med låga ljudnivåer. Det tekniska byggsystemet har kompletterats med Grönbos produktionsprocess och använts i två intressanta byggprojekt. Det första, Lusthusbacken i Piteå, nominerades till Årets bygge 2019, bland annat för ett gediget miljöarbete som genomsyrat hela projektet och som skapat särskilt god inomhusmiljö samt för de unika ljudegenskaperna som uppvisats i byggnaderna. Det andra byggprojektet är Karlgården i Skellefteå där utförliga akustikmätningar gjorts under projektet, mer om detta längre fram i denna text. Det är glädjande att idag se uppförandet av flerbostadshus med de goda egenskaper som var tanken med MFB-systemet från början, när det började utvecklas för snart 20 år sedan. Ett tekniskt smart träbyggnadssystem som är lätt och styvt och uppfyller mycket höga krav på ljudisolering. Samarbete mellan materialeleverantören och entreprenören har medfört att MFB-systemet kunnat förädlas ytterligare och samtidigt blivit än mer produktionsvänligt. Och inte minst, så har den höga ambitionen att kunna uppfylla ljudklass A enligt SS 25267, nästan kunnat uppfyllas även i högre byggnader, nu senast i femvåningsprojektet Karlgård i Skellefteå. Nedan redovisas resultaten från ljudmätningar och även varför det ”endast är nästan uppfyllt”.

En tillbakablick

Målet när utvecklingen startade i början av 2000-talet var att skapa ett lätt byggsystem som skulle medge flexibla planlösningar med mycket hög ljudisolering. Med detta i bakhuvudet bestämdes att systemet skulle kunna byggas med bjälklag som spänner 10 m och samtidigt uppfylla högsta ljudklassen, ljudklass A enligt svensk standard SS 25267. Det var ambitiöst för ett unikt lätt byggsystem och för detta krävdes en testmiljö, och hur skapar man det? Efter funderingar kring bjälklagets utformning och infästning i bärande väggar blev testmiljön till slut ett provhus i full skala med ett bjälklag med just 10 m spännvidd. Provhuset byggdes på Masonites fabriksområde i Rundvik, i princip placerat på samma plats som tillverkaren idag har sitt nuvarande huvudkontor.

Fullskaleförsök genomfördes i provhuset vid flera tillfällen och mellan mättillfällena gjordes modifieringar för att kunna uppnå målet, att klara ljudklass A. Resultatet blev till slut en byggnad med en bjälklagsvikt på ca 100 kg/m² som klarar mycket höga krav på ljudisolering, ljudklass A enligt SS 25267.

- $D_{nT,w,50} = 63$ dB (krav ≥ 60 dB)
- $L'_{nT,w,50} = 48$ dB (krav ≤ 48 dB)



Figur 1. Ljudmätningar för bjälklagets ljudisolering i ett tvåvånings provhus när det var "färdigutvecklat", det vill säga efter modifieringar för att kunna uppfylla ljudklass A, 2008.

Efter detta har flera alternativa MFB system utvecklats för lägre ljudklasser (klass B och BBR) med betydligt enklare utformningar av bjälklag och knutpunkter och flera skarpa projekt har nu uppförts med MFB. I samtliga fall har uppföljande ljudmätningar genomförts för att dokumentera utfallet objektivt. Några projekt som är värda att omnämnas är:

- Nacka, Barnhemsvägen 2007, 4 våningar – ljudklass B
- Kode (utanför Göteborg), platsbyggt 2011, 2 våningar – BBR
- Nordmaling, äldreboende, elementbygge i 2 våningar 2012 – BBR
- Kaverös, Göteborg, påbyggnad på P-hus 2008 (4 vån som högst) – ljudklass B
- Piteå, Lusthusbacken (2 våningar), 2017 – ljudklass A (bjälklag); BBR / ljudklass B (väggar)

Och nu senast har Grönbo AB uppfört de första husen i projektet Karlgård i Skellefteå som är fem våningar. Samtidigt pågår byggandet av ett sjuvåningshus i Stockholm.

Karlgård

Karlgård består av fem punkthus om vardera fem våningar och projektet har haft höga ambitioner vad gäller krav på ljudisolering. Ambitionen har varit att nå ljudklass A, precis som i provhuset, men nu alltså i ett verkligt projekt med flera våningar, vilket uppnåtts för de flesta byggdelarna. Acouwood har varit med som rådgivare för Masonite Beams räkning och genomförde också ljudtester i den första byggnaden vid två tillfällen 2019. En mätomgång gjordes i tidigt skede i april 2019 för att säkerställa att det inte gjorts några misstag i utförandet. Tidiga mätningar gjordes för att vid behov kunna vidta korrigerande åtgärder innan färdigställandet. Det andra mättillfället gjordes i samband med färdigställandet av första byggnaden, i mitten av juni 2019, för att verifiera slutligt utförande.



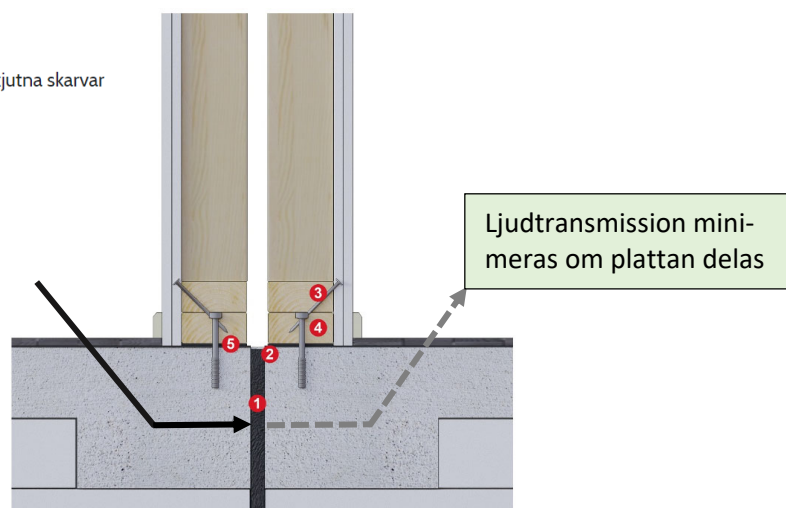
Figur 2 – Karlgård Skellefteå – fem punkthus om vardera fem våningar

Resultaten blev ”snudd på” ljudklass A för hela byggnaden. Det är emellertid två saker som skapar ljudtransmission via anslutande konstruktioner (vilket också kunde förutspås) och som måste värderas speciellt med hänsyn till flera tekniska aspekter och naturligtvis kostnader, och det är:

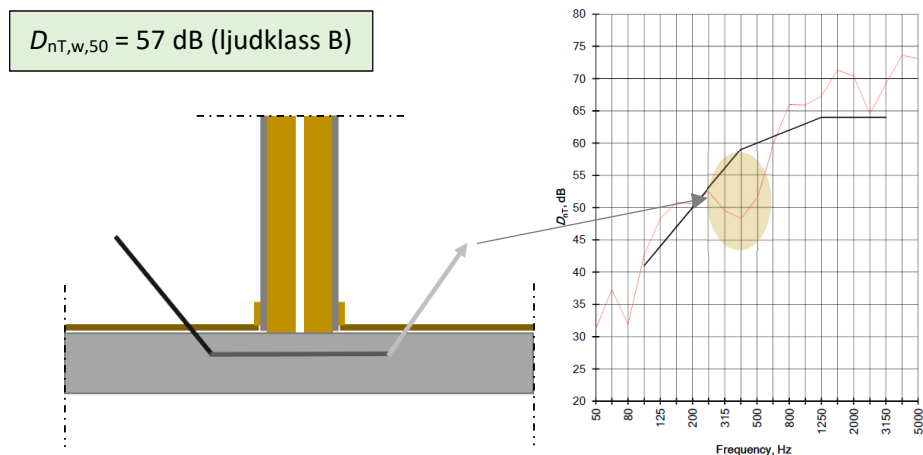
1. utformningen av bottenplattan (inte specifikt för ”lätta konstruktioner”).
2. Anslutningar mot bärande och stabiliserande väggar och hantering av flanktransmission (mer påtagligt i lätta byggsystem)

Vad gäller bottenplattan så kan den delas, såsom i figur 3 för att säkerställa att inget ljud transmitteras mellan lägenheter. Utförandet kan dock vara såväl känsligt som komplicerat. Plattan kan också göras kontinuerlig, med eller utan voter (varierande tjocklek). Av flera olika skäl valdes i Karlgård en kontinuerlig bottenplatta som är 200 mm jämntjock och med sedvanlig flytande parkett i de lägenheter som gränsar mot varandra. Med 200 mm kontinuerlig platta klarar man ljudklass B för luftljudsisolering men inte med säkerhet ljudklass A. Resultaten från dessa mätningar redovisas i figur 4.

1. 10+10 Dillfogsskiva med förskjutna skarvar
2. Fogmassa
3. Trådspik
4. Styrregel fäst i grunden
5. Syllgummi



Figur 3 – säker lösning för att minimera ljudtransmission via bottenplattan horisontellt mellan lägenheter.



Figur 4 – 200 mm tjock bottenplatta med flytande parkett skapar transmission, speciellt kring en specifik frekvens (ca 400 Hz), det vi kallar parkettresonans.

För bärande och stabiliserande väggar finns färre realistiska eller rimliga alternativ. Flera väggar blir bärande och stabiliserande i höga byggnader. Det finns ingen riktig möjlighet att med enkla medel helt frikoppla väggdelarna från varandra mellan våningar (lägenhetsskiljande och bärande ytterväggar). Detta gör att den slutliga ljudisoleringen mellan två lägenheter begränsas av anslutande konstruktioner. Det är en avvägning mellan uthyrbar yta, statiska förutsättningar, utförande samt slutlig förväntad ljudisolering som avgör vilka val man gör. I Karlgård var målen hela tiden högt satta men samtidigt gjordes naturligtvis avvägningar med hänsyn till ljud, byggbarhet och ekonomi.

Resultaten från slutliga mätningar redovisas nedan.

Resultat luftljudsisolering

Totalt gjordes 6 olika mätningar i för luftljudsisoleringen i första huset i Karlgård (inklusive ovanstående mätning på bottenplan). Lägenhetsskiljande väggar och fasadväggar är kontinuerliga i vertikalled för att kunna bära den last som uppstår när våningsantalet ökar. Bjälklaget hängs sedan in i lägenhetsskiljande vägg med en avvibrerad hängare.

För projektet diskuterades olika lösningar för att säkerställa ljudklass A också för luftljudsisoleringen men i slutändan blev det en liten kompromiss för att inte vidta orimligt kostsamma åtgärder för ett fåtal dB som inte skulle ge motsvarande mervärde. Vikten har lagts på att absolut klara stegljud, ljudklass A och åtminstone ljudklass B för luftljud. Med detta blir balansen mellan de olika kraven ganska väl avvägda när man diskuterar ljudisolering i låga byggnader.

Mätning	$D_{nT,w}$	$C_{50-3150}$
	[dB]	
Sov – sov (vert)	61	-3
Sov – sov (vert)	62	-3
V-rum – v-rum (vert)	64	-4
V-rum – v-rum (horisontellt)	60	-3
V-rum – v-rum (horisontellt)	65	-6
V-rum – v-rum (horisontellt)	60	-2
Medelvärde ($D_{nT,w}+C_{50-3150}$)	58 (ljudklass B)	

Resultat stegljudsisolering

Totalt gjordes fyra olika mätningar vertikalt vid andra mättilfället när byggnaderna var färdigställda. Resultaten från stegljudsmätningarna visar att stegljudsnivån underskrider kravnivån för ljudklass A med hela 5 dB. Det är osedvanligt låga nivåer. Mätningar gjordes också ända ner till 20 Hz (nedre gräns för vad människan kan höra) och de resultat som utvärderades redovisas i den blå kolumnen. Det är svårt att dra några långtgående slutsatser från detta, varför anpassningstermen, $C_{I,AkuLite,20-2500}$ från forskningsprojektet "AkuLite" (som avslutades 2013) endast lämnas som information och vi avstår att vidare kommentera detta i denna artikel. Senare forskning har visat att den sannolikt är lite missvisande.

Mätning	$L'_{nT,w}$	$C_{I,50-2500}$	$C_{I,AkuLite,20-2500}$
	[dB]		
Sov – sov (vert)	41	2	25
Sov – sov (vert)	40	4	24
V-rum – v-rum (vert)	35	5	26
V-rum – v-rum (vert)	45	1	9
Medelvärde ($L'_{nT,w}+C_{I,50-2500}$)	43 (ljudklass A)		

Slutligen

Med detta fina projekt i ryggen kan man konstatera att det är fullt möjligt att bygga väldigt tysta trähus med lätta ingående byggdelar som samtidigt är resurssnåla och säkerställer ett helt unikt inomhusklimat. Det viktigaste är att man är noggrann i utförandet och samarbetar tätt mellan olika yrkesgrupper och inte minst, att byggherren har kunskap och ambitioner utöver det vanliga.

Det känns bra att kunna lyfta fram ett mycket lyckat projekt baserat på lättbyggnadsteknik, eftersom det är viktigt att visa på goda exempel med avseende på akustik (ljudisolering), sådana som är lite utöver det vanliga. För att lyckas finns några grundprinciper som alltid måste beaktas när man bygger "lätt":

1. Räkna med bjälklag som är 500 mm tjocka
 - a. Gör inte dessa "onödigt komplicerade", tänk istället på ingående produkter, vilka frekvenser som stör och hur dessa åtgärdas bäst med olika produktval.
2. Var varsam med knutpunkter, detta är en mycket viktig del i systemet.
3. Acceptera viss flanktransmission. Om luftljudsisoleringen inte uppfyller ljudklass A så är det faktiskt OK!

Nu pågår ett projekt i sju våningar med samma system. Här får vi in ännu en utmaning, nämligen bärande väggar inom lägenheter som ställer ännu mer krav på utformningen för att minimera flanktransmissionen, eller snarare hantera flanktransmissionen varsamt och smart.

Träbyggandet har bara börjat. Det kommer mer framöver och det finns självklart utmaningar ju mer vi spänner bågen. Men det finns lösningar för alla byggsystem och för många tillämpningar. Med Karlgård har Grönbo / Masonite Beams visat att det går att bygga kommersiellt gångbara flerbostadshus, mycket mycket tyst.

Klas Hagberg, PhD
VD Acouwood