

Tre exempel på akustik- lösningar i träbyggande

Klas Hagberg

AkuLite Rapport 10
SP Rapport 2013:41

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
Box 857, 501 15 Borås (huvudkontor)

© 2014 **SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut**

SP Rapport 2013:41
ISBN 978-91-87461-29-3
ISSN 0284-5172

TRE EXEMPEL PÅ AKUSTIKLÖSNINGAR I TRÄBYGGGANDE

*En skrift för små och medelstora byggföretag som vill
bygga med lätta stomsystem*



Klas Hagberg

2013-05-31

FÖRORD

Denna skrift är ett resultat av samarbete inom forskningsprojektet AkuLite. Flera byggföretag och konsulter har medverkat och vi vill särskilt tacka Poseidon / SKANSKA, Fristad bygg och Kenneths Snickeri för att de tillhandahållit ritningar och resultat som bidragit till denna skrift. Skriften är helt finansierad av SBUF som en del av motfinansieringen i det stora nationella projektet AkuLite.

Stort tack till SBUF för deras stöd och också stort tack till Pontus Thorsson på Akustikverkstan som granskat innehållet och även övriga Indistriparters som bidragit till innehållet i denna skrift.

Klas Hagberg

Maj 2013

SAMMANFATTNING

Denna skrift har tagits fram som en del i AkuLite projektet för att hjälpa små och medelstora byggentreprenörer att undvika ”onödiga” misstag med avseende på ljudisolering när man bygger med lätta konstruktioner. En del saker kan vara självklara men likväl sker misstag som skulle kunna undvikits om det funnits enkel hjälp att tillgå. Skriften täcker inte in alla tänkbara möjliga lösningar men ger en idé om vad som krävs för att klara minimikrav och lite till. Den bygger mycket på input från de företag som medverkat i projektet AkuLite men också från det parallella projektet AcuWood.

De lösningar som beskrivs i denna skrift är framtagna med nuvarande regelverk i Sverige som ”bas”. För framtida regelverk och för att säkert dimensionera så för en subjektivt god standard i låga frekvenser, kommer det att fordras än mer nytänkande och innovation för att hitta goda lösningar.

INNEHÅLL

INTRODUKTION	5
DEL 1 –	6
De viktigaste kunskapskällorna och grundläggande tumregler för akustisk dimensionering av lätta konstruktioner såsom exempelvis trä.....	6
INLEDNING.....	6
<i>Viktiga kunskapskällor vid projektering</i>	6
TUMREGLER FÖR FLERBOSTADSHUS.....	7
DEL 2 -	8
INLEDNING	8
BAKGRUND	8
PROJEKTERING OCH BYGGANDE.....	8
LJUD OCH VIBRATIONER I LÄTTA KONSTRUKTIONER	10
<i>Krav och råd</i>	10
<i>Lågfrekvent ljud och vibrationer</i>	11
<i>Byggsystem eller platsbyggt</i>	14
BYGGA PÅ PLATS – TRE EXEMPEL	16
1. <i>Hyresrättshus med sex lägenheter</i>	17
Projektering.....	17
Byggnation / produktion.....	19
Kontroll / verifiering.....	20
Resultat projekt 1.....	21
2. <i>Bostadsrättshus i två byggnadsvolymer om vardera fyra lägenheter</i>	23
Projektering.....	23
Byggnation / produktion.....	26
Kontroll / Verifiering	26
Resultat projekt 2.....	27
3. <i>Större hyresrättshus i två till tre plan byggt på ett befintligt fundament</i>	29
Projektering.....	29
Byggnation / produktion.....	31
Kontroll / verifiering.....	32
Resultat.....	33
<i>Jämförelse mellan de tre olika objekten</i>	34
BYGGSYSTEM	36
<i>Byggsystem med platta element</i>	36
<i>Byggsystem med volymelement</i>	37
REGLER, KRAV OCH STANDARDISERING	38
LJUDKLASSER.....	38
BYGGREGLER	40
FLERBOSTADSHUS – LJUDSKYDDSDOKUMENTATION	41
REFERENSER	42

Bilaga A – Sammanställning över fasadelement och väggar med hög ljudisolering [Masonite Beams AB]

Bilaga B – Sammanställning över detaljer för att klara olika krav med avseende på flanktransmission [Lättelement AB]

Bilaga C – Checklista vid platsbyggd lätt konstruktion

Bilaga D – AkuLite Referenslista

INTRODUKTION

Den här skriften handlar om hur du gör för att lyckas med akustisk- och vibrationsprojektering av lätta byggnadsstommar i små och medelstora flerbostadshus. Lätta stommar kan vara av trä eller någon annan form av lättbalkskonstruktioner, exempelvis i stål. Skriften skall också uppmuntra användningen av trä i flerbostadshus när det är lämpligt och när det finns rätt förutsättningar. Felaktig akustisk projektering och slarvigt genomförande är ofta förenat med stora kostnader för eventuella åtgärder, om det ens är möjligt att åtgärda! Det är därmed en stor risk om projektering och produktion inte lyckas. Dels i form av ökade byggkostnader men framförallt genom att människor kommer att uppleva lågfrekventa störningar från sina grannar. Förhoppningen är att du skall använda denna skrift för att driva dina lättbyggnadsprojekt och akustikprojektering effektivare framöver.

Lycka till!

2013-05-31

Skanska Sverige AB / PEAB / NCC

Grundmaterialet är framtaget via forskningsprojektet AkuLite och tillhörande rapporter som kan tillhandahållas via acuwood.com.

DEL 1 –

De viktigaste kunskapskällorna och grundläggande tumregler för akustisk dimensionering av lätta konstruktioner såsom exempelvis trä

Inledning

Viktiga kunskapskällor vid projektering

www.traguiden.se

(otillräcklig information om ljud)

www.acuwood.com

www.mfbmiks.se alternativt www.byggmagroup.se – öppet byggsystem med lättbalk

AkuLite rapport nr 1:

SP Rapport 2011:10 ”Ljudisolering i trähus – en handbok för konstruktörer” – Sten Ljunggren (2011)

Tumregler för flerbostadshus

- Ställ krav som ljudklass C / minimikrav enligt BBR, men jobba mot ljudklass B med extra fokus på låga frekvenser (även under 50 Hz)

- Fokusera på stegljudsisoleringen

- Räkna med en bjälklagstjocklek om minst 500 mm

- Minimera spännvidden

- Gör byggplatskontroller innan målning och spackling
 - Kontrollera installationer i väggar och tak så att inga fjädrande upphängningar kortsluts
 - Kontrollera alltid bjälklaget, med ljudmätning, i god tid före färdigställandet, men med vissa rum färdigställda

- Dela bottenplattan vid platta på mark i läge för lägenhetsskiljande vägg

Undvik tunga installationer på lätta bjälklag – placera dessa på ett avgränsat fundament på bottenplattan om möjligt, med bra väggar runt. Var försiktig vid montage av maskiner med roterande enheter, såsom tvättmaskiner, torktumlare och luftbehandlingsaggregat och liknande.

Använd bilagor i denna skrift som ”lathund” för att

- A. välja rätt lättvägg i fasad vid olika ljudnivå utomhus / olika krav
- B. dimensionera för rätt flanktransmission!

Vill du veta mer omedelbart? Läs då vidare i denna skrift – Del 2,

som behandlar

Akustiska krav – funktion hos lätta konstruktioner – samt ”tre praktiska exempel”

DEL 2 -

INLEDNING

En lätt byggnadsstomme kan se väldigt olika ut beroende på ingående delprodukter. Ett lätt bjälklag som skall vara lägenhetsskiljande väger normalt alltid mer än 100 kg/m^2 , men det är samtidigt svårt att säga vid vilken vikt det övergår till att bli en tung stomme (kanske ca $300 - 350 \text{ kg m}^2$). Det är emellertid en flytande gräns. Generellt kan sägas att alla rena träkonstruktioner ingår i begreppet lätt stomme, det vill säga sådana konstruktioner som bara innehåller trä förutom gipsskivor. Om en sådan konstruktion däremot kompletteras med ett tungt och tjockt övergolv av betong, blir det något mellanting. Denna senare varianten är vanlig i flera andra Europeiska länder såsom i Schweiz, Österrike och Tyskland till exempel. I Sverige bygger vi dock ofta helt i trä, kompletterat med gips, även i byggnadsstommen. Detta byggsätt är lite unikt för Sverige och även Norge, medan det inte ens är tillåtet i vissa länder på grund av särskilda krav i byggregler, såsom brandkrav eller hållfasthet / styvhet.

BAKGRUND

Projektering och byggande

När man bygger små och medelstora flervåningshus kan det vara ekonomiskt, enkelt och praktiskt att använda någon form av lätt byggnadsstomme. Detta ger normalt en effektiv byggnation, en god miljö, goda energiegenskaper och ett hållbart byggande. Inom lättbyggnadsindustrin har industrialiserat byggande gjort stora framsteg genom väl utvecklade byggsystem hos flera tillverkare vilket bidrar till ny produktionsteknik och därmed sannolikt ökad kostnadseffektivitet inom byggsektorn i stort.

Lätta stommar har väldigt många fördelar som måste tas tillvara. Akustiska fördelar är exempelvis deras förmåga att isolera bort ljud från byggnadens installationer (dock inte tunga maskiner som monteras på bjälklag!) samt god luftljudsisolering, det vill säga god isolering med avseende på samtal, TV och andra luftburna ljudkällor. Dock skall man vara vaksam när det handlar om ”basljud” från moderna hemmabioanläggningar. Då fungerar lätta stommar lite sämre och det krävs normalt särskilda åtgärder. Låg vikt, komplexa knutpunkter (anslutningar mellan vägg och bjälklag exempelvis) och i vissa fall långa spännvidder gör också att de är särskilt känsliga för lågfrekvent ljud och vibrationer som uppstår när någon går på ett golv, drar en stol eller när barn leker och hoppar. Därför krävs stor noggrannhet vid dimensionering och byggande med lätta stommar.

Lågfrekvent ljud och vibrationer måste ägnas omtanke så att detta inte hindrar en fortsatt positiv utvecklingen av lätta byggsystem. Detta gäller inte bara i Sverige utan även internationellt eftersom handeln mellan länder ökar, inte minst med prefabricerade lätta byggsystem. Det finns dock en del hinder i olika länders regelsystem som måste överbryggas innan handel med system helt i trä kan ske obegränsat mellan olika länder. Detta eftersom ”rena” träkonstruktioner inte tillåts i alla länder på grund av särskilda krav i byggregler.

Idag byggs ca 15-20 % av alla flerbostadshus med lätt byggnadsstomme i Sverige. Utav denna andel bygger små och medelstora byggföretag en betydande del. Det är emellertid svårt eller nästan omöjligt för dessa byggföretag att ta till sig den kunskap som finns idag eftersom den inte finns samlad på ett bra sätt och de saknar möjligheter och de resurser som krävs för att sätta sig in i varje tekniskt område. Det viktiga för dessa företag är att veta hur en konstruktion skall utformas samt hur processen måste styras, beroende på vilket byggsätt som väljs eller vilket byggsystem som blir aktuellt. Denna skrift behandlar enbart hur god ljudisolering kan uppnås, vilket innebär en beskrivning om hur lågfrekvent ljud och vibrationer skall undvikas så långt som möjligt i lätta stommar. Det finns flera andra faktorer som måste beaktas i en byggnad men det förväntas läsaren hitta på annat ställe.

Skriften skall förmedla de viktigaste delarna som krävs för att skapa en byggnad som

- a) uppfyller alla väsentliga krav med avseende på ljud och vibrationer enligt gällande minimikrav i Sverige
- b) men också ge grundläggande information om vad som kan förväntas framdeles med hänsyn till nya kunskaper som framkommit under arbetet med projektet AkuLite,

när byggnaden uppförs med någon form av lätt byggnadsstomme. Det räcker naturligtvis inte med denna skrift men den ger en vägledning utifrån dagens kunskapsnivå, hur man bör gå tillväga i ett lättbyggnadsprojekt.

I denna skrift beskrivs endast vad som är viktigt för att uppfylla krav på ljudisolering i en byggnad med lätt stomme och som har betydelse för små flerbostadshus med typiskt kanske fyra till åtta lägenheter i två plan, exklusive ljudisolering i fasad, som normalt måste dimensioneras med hänsyn till trafikbuller. Tänk därför på att också alltid dimensionera för trafikbuller! I bilaga A finns en uppsättning provade väggkonstruktioner som kan användas som guide för att bedöma vad som krävs för olika bullerutsatta lägen. Detaljer vid olika anslutningar mellan vägg och fasad samt mellan vägg och tak för att klara flanktransmission kan också se väldigt olika ut och denna skrift ger endast vissa exempel för några lösningar. Utöver detta finns i bilaga B en sammanställning som är gjord av Lättelement AB som beskriver hur man ansluter lätta takelement mot väggar för att klara olika kravnivåer horisontellt med deras byggsystem. Skriften innehåller heller inte särskilt sådant som handlar om installationer, utöver det som anges i checklisten i bilaga C samt några allmänna råd i inledningen av skriften. Förutom krav vad gäller akustik och vibrationer finns det naturligtvis flera andra krav men dessa har medvetet utelämnats för att inte belasta boken med sådan information som inte är specifik för just akustik i lätta konstruktioner. Målet har varit att göra skriften så enkel som möjligt.

LJUD OCH VIBRATIONER I LÄTTA KONSTRUKTIONER

Krav och råd

Den 1 juli 2013 trädde nya regler i kraft i Sverige, BBR 20 (www.boverket.se). I och med dessa regler finns nu alla minimikrav inskrivna direkt i BBR och man behöver inte köpa några externa standarder för att kunna se vilka krav som skall gälla, så länge man håller sig till minimikraven. För att kunna uppfylla en högre ljudklass i bostäder fordras dock att man har tillgång till den svenska standarden SS 25267 (www.sis.se). De krav som skall uppfyllas i ett ”vanligt” flerbostadshus är i korthet följande (För fullständig information hänvisas till BBR 20):

	$D_{nT,w,50} \geq 52 \text{ dB}^1$ $L_{nT,w,50} \leq 56 \text{ dB}^1$	$L_{pA} \leq 30 \text{ dB}^2$ $L_{pA,max} \leq 35 \text{ dB}^2$
		$L_{pA} \leq 30 \text{ dB}^3$ $L_{pA,max} \leq 45 \text{ dB}^3$

Figur 1 – Ljudkrav för ett typiskt flerbostadshus med få lägenheter. ¹ Ljudisolering mellan lägenheter; ² Ljudnivå från installationer; ³ Ljudnivå från trafik

Vid byggande av äldreboenden och liknande är kraven på ljudisolering¹ lägre. Detta beror primärt på att risken för besvärande stegljud och ”basdunk” från stereo/hemmabio är betydligt lägre. Trots detta bör man ta fasta på de principer som beskrivs i denna skrift för att undvika onödiga misstag. Men det finns naturligtvis lite större utrymme för små misstag när man bygger äldreboenden, än det gör för traditionella familjebostäder.

Träbyggandet är mycket effektivt för exempelvis studentbostäder. Ofta byggs studentbostäder snabbt och effektivt med helt prefabricerade volymelement i trä (se avsnittet om byggsystem). Detta kan säkert bli än mer vanligt och till och med mer effektivt eftersom krav vad gäller stegljud i studentbostäder rimligen skulle kunna vara lägre än de som gäller för ”normala” bostäder, då stegljudsbelastningen med all sannolikhet är mindre än i vanliga bostäder. Ytan är liten och man har inte möjlighet att alstra höga stegljudsnivåer i normala fall. Detta måste naturligtvis stödjas i någon form av undersökning. Prefabricerade volymer passar mycket bra för studentbostäder eftersom de kan innehålla ett rum i varje volym. Det är redan idag ett vanligt sätt att bygga studentbostäder men sannolikt kan detta byggsätt effektiviseras och optimeras ytterligare.

Utöver kraven i nuvarande BBR bör man säkerställa att svikt och vibrationer i det lägenhetsskiljande bjälklaget inte blir besvärande. Kravet bör formuleras som både en lägsta egenfrekvens för bjälklaget och en största nedböjning för punktlast. I Träguiden (www.traguiden.se) är ett träbjälklag med lägsta egenfrekvens 21 Hz samt 0,9 mm nedböjning för 1 kN punktlast klassat som acceptabelt ur sviktsynpunkt enligt Eurocode 5. En rimlig målsättning för att nå acceptabla sviktförhållanden kan därför minst vara:

- Lägsta egenfrekvens > 16 Hz
- Nedböjning för 1 kN punktlast $< 1,0$ mm

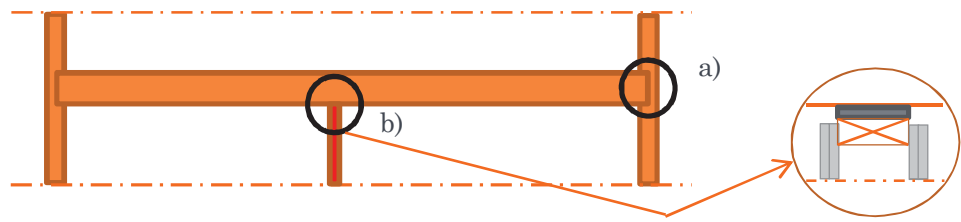
Denna målsättning kan nås med måttliga förstyvande åtgärder i konstruktionen, förutsatt att spännvidden är begränsad. För långa spännvidder blir åtgärderna avsevärt mer omfattande.

Lågfrekvent ljud och vibrationer

När någon går på ett golv uppstår ljud, ett så kallat stomljud. För tunga betongkonstruktioner med hårda golvbeläggningar direkt mot betongen (klinker exempelvis) kan det uppstå ljud med höga frekvenser från klackar och stolskrap, medan lätta konstruktioner ger en mycket mer lågfrekvent karaktär. Föreställ dig att du hoppar på ett bjälklag; en lätt konstruktion ”ger efter” eller sviktar lite och börjar vibrera, medan en tung betongkonstruktion är stum och det kan till och med göra ont i fötterna om du går hårt i strumplåsten. Ett tungt bjälklag har högre impedans (motstånd) och ger mindre rörelser, vibrationer. Vibrationerna i bjälklaget gör att ljud strålar ut från ytan. Vibrationerna som uppstår i bjälklaget skapar således inte bara vibrationer utan också ljud. Ju större vibrationer och ju mer du ”känner dessa” desto mer lågfrekvent karaktär på ljudet.

För lätta konstruktioner är det nästan alltid vibrationer och låga frekvenser som kan skapa problem om man inte tänker sig för. Precis som för andra byggmetoder kan det naturligtvis uppstå bekymmer på olika sätt MEN det finns en stor skillnad, blir ett bjälklag felkonstruerat i en lätt konstruktion är det näst intill omöjligt att korrigera detta i efterhand. Därför måste alltid fokus i första hand läggas på att säkerställa ett väl fungerande bjälklag. Ett väl fungerande lätt bjälklag är tillräckligt tjockt och har inte alltför långa spännvidder. Resten är *förhållandevis* enkelt att dimensionera!

Vibrationer minimeras enklast genom att begränsa spännvidder exempelvis genom ett stöd i form av en stålbalk eller bärande vägg, se figur 2. Genom detta förfarande kan också knutpunkten a) i figuren göras enklare eftersom lasten och vridningen i ytterväggar minskar. Stödet bör i allmänhet avvibreras från bjälklaget med hjälp av ett elastiskt mellanlägg se detalj b) i figur 2. Stödet kan naturligtvis också utgöras av, exempelvis en stålbalk som läggs upp på pelare som kan döljas i väggar, om man vill ha öppna planlösningar. Det är då viktigt att bygga in stålbalken så att ingen ljudtransmission går via balken.

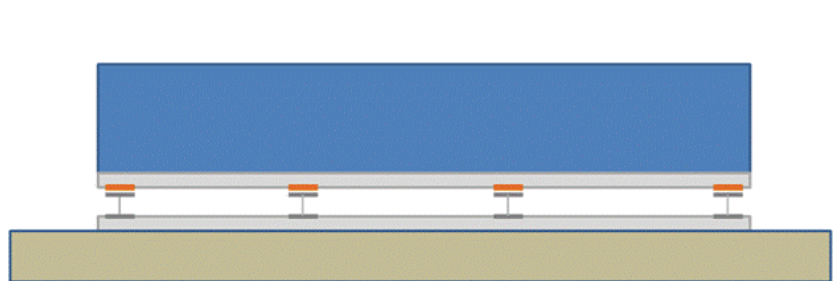


Figur 2 – begränsa spännvidden

Om fläktaggregat eller annan teknisk installationsutrustning (exempelvis bubbelbad, tvättmaskiner och torktumlare) skall placeras på ett lätt bjälklag skall alltid särskilda åtgärder vidtas. Det bästa är alltid att placera ett fläktaggregat i bottenplan på ett fundament på en platta på mark eller ett eventuellt källarplan i betong. Om det av tekniska skäl måste placeras på övre plan på ett lätt bjälklag måste särskilda åtgärder vidtas och detta måste projekteras från fall till fall. Undvik att placera aggregatet i anslutning till känsliga utrymmen där personer vistas och gör särskilda upplag för att fördela lasten. Bubbelbadkar och liknande bör undvikas i byggnader med lätt stomme. Ett exempel på en fungerande lösning med ett fläktaggregat visas nedan, men det var då placerat över ett mindre känsligt utrymme. Fläktrummet placerades över en entréhall och på behörigt avstånd från andra ”känsliga” utrymmen, se figur 3.

Uppifrån

- Aggregat (blått)
- Aggregatets balksystem (grått)
- Mellanlägg gummi (orange)
- Stålbalkar (grått)
- Längsgående stålbalkar för fördelning av last (grått)
- Stomme – bjälklag

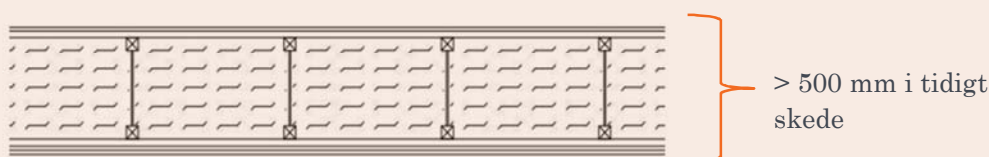


Figur 3 – möjlig installation av ett fläktaggregat på ett lätt bjälklag. Bör dock undvikas om möjligt

FAKTARUTA

Fokusera på bjälklaget inklusive knutpunkter och dess funktion i förhållande till stegljud och stomljud, i första hand. Detta innebär normalt en balkhöjd på minst ca 350 mm och en spannvid som begränsas. Knutpunkter måste också utformas för att minimera flanktransmission. Detta kan göras på flera olika sätt och beskrivs i senare avsnitt. Oavsett om det är ett bjälklag med balkar eller en homogen CLT (Cross Laminated Timber) konstruktion så krävs ungefär samma konstruktionshöjd men tekniken för att uppnå en säker konstruktion kan se olika ut.

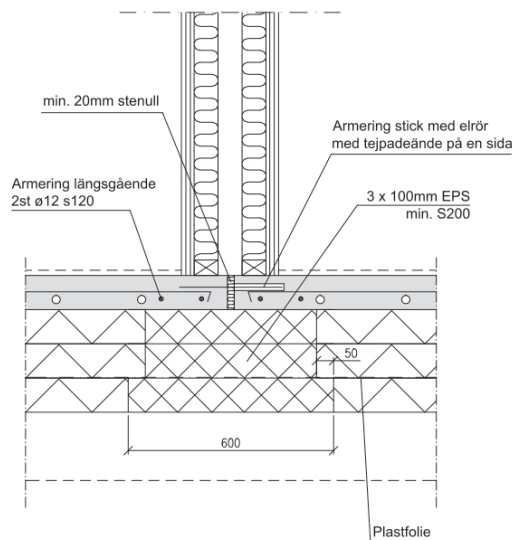
I tidigt skede bör man alltid räkna med en total konstruktionshöjd på minst 500 mm för bjälklaget, vilket normalt ger en konstruktionshöjd på säkra sidan. Det är viktigt att ha med sig detta så att man får med sig rätt total byggnadshöjd i tidigt skede.



– löser man bjälklagets funktion har man kommit långt i en lätt konstruktion. Väggar är normalt mycket enklare att utforma korrekt.

Det är i princip omöjligt att idag ”räkna” fram korrekta värden för slutlig ljudisolering i konstruktioner som både består av lätta bjälklag och lätta väggar eftersom det inte finns någon bra och standardiserad beräkningsmodell som det gör för betongkonstruktioner (SS-EN 12354). Det går att räkna fram värden för varje enskilt element men när dessa skall ”kopplas samman” blir det svårare. Arbete pågår och stora framsteg har gjorts för att förbättra beräkningsmodeller för lätta konstruktioner. Efter AkuLite kan vi nu bland annat modellera typiska volymelement (byggsystem) i ett begränsat frekvensområde för att se hur vibrationer fortplantas mellan elementen, men modellen är fortfarande inte omsatt i någon standard och finns därmed ännu inte kommersiellt tillgänglig för konsulter. Därmed måste man lita på erfarenheter, noggranna och täta kontroller på byggsplatsen samt på mätningar i olika skeden av projektet. AkuLite har också tagit fram en projekteringshandbok, AkuLite rapport nr 2 (www.sp.se). Den kan användas av konstruktörer som ett stöd vid projekteringen.

Gemensamt för alla system som byggs på en platta av betong, speciellt när man har lätta väggar, är att bottenplattan måste vara delad alternativt ”tillräckligt tjock” för att inte riskera flanktransmission av ljud. Med kontinuerlig platta ökar risken för ljudtransmissionen, speciellt om man använder parkett flytande på en tunn skumplast, vilket är den vanligaste lösningen. Därför bör man alltid överväga det säkraste, nämligen att dela bottenplattan, se figur 5. Viktigt vid delning av bottenplattan är att även armeringen delas. Ingen kontakt får således finnas mellan plattorna.



Figur 5 – En bottenplatta måste alltid delas för att bryta flanktransmission mellan lägenheter i samma plan. Detta är särskilt viktigt när parkett monteras på en tunn foam eftersom det skapar en resonans vid en frekvens på ca 400 Hz som i princip kan gå rakt igenom via bottenplattan. Det blir ett så kallat ”massa – fjäder” system där parketten är massan och foamen utgör fjädern. Vid 400 Hz erhålls maximal transmission om parketten väger 7,8 kg/m² och foamen är 3 mm (typiskt för en modern 14-15 mm parkett).

Kontrollera själv när du har en resonans i golvet genom att använda formeln nedan, eller använd verktyget på acuwood.com/parkettresonans

$$f = \frac{60}{\sqrt{m \times d}}$$

Där

f = parkettresonans (”farlig” frekvens)

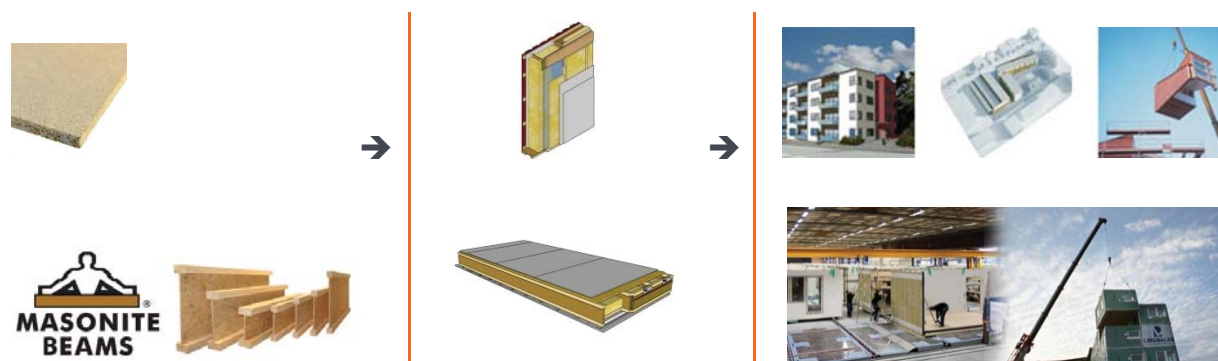
m = parkettgolvetts massa i kg/m² (15 mm parkett ≈ 7,8 kg/m²)

d = foamens tjocklek i m (3 mm = 0,003 m)

Byggsystem eller platsbyggt

Det är relativt vanligt med platsbyggda lättkonstruktioner för mindre byggnader. Det är praktiskt och enkelt eftersom du kan begränsa antalet yrkeskategorier och det är ”torrt”. Dess design baseras dock ofta på kunskaper som hämtas från olika byggsystem som utvecklats under flera år av någon tillverkare. Ett byggsystem är därmed ett system som är utprovat och som vanligtvis, helt eller delvis, tillverkas i fabrik och monteras ihop på arbetsplatsen. Det finns således en rad

olika möjligheter att uppföra en byggnad, en konstruktion kan vara helt platsbyggd, helt prefabricerad med inredning och allt, eller något däremellan. Se nedanstående figur 4.



Figur 4 – Platsbyggt → fullt utvecklat byggsystem

I Sverige är byggsystemen ofta framtagna av tillverkare och de är därmed helt egna system anpassade för att klara de krav som ställs av byggherrar och myndigheter och de tekniska lösningarna kan inte utnyttjas av någon annan. Vissa tillverkare och byggföretag har dock tagit fram helt öppna system som kan användas av vem som helst. Exempel på sådana system är

- MFB XL framtaget av Masonite Beams AB och
- ett system framtaget av Centrum för Boende och Byggnad i Trä (CBBT), Derome och Tyréns

Dessa båda system skall kunna användas i bostadshus upp till åtta våningar. Dessa blir därmed ofta väl komplicerade för små flerbostadshus och kräver modifieringar för att kunna bli ett lönsamt alternativ för mindre flerbostadshus. För MFB finns dock en variant som heter ”MFB Light” som är lämpligt för enklare bostadsbyggnader med färre våningsplan.

För MFB finns mer att läsa under www.mfbmiks.se

För CBBT / Tyréns / Derome systemet, vänligen kontakta Derome eller CBBT.

Det finns mer beskrivet om olika byggsystem i slutet av denna skrift.

Bygga på plats – tre exempel

Att bygga på plats är fortfarande ett enkelt och billigt alternativ för många små byggföretag, eftersom man kan undvika tunga lyft, begränsa antalet yrkeskategorier, och därtill bygga torrt utan att tillföra fukt. I detta avsnitt beskrivs hur tre olika typer av platsbyggda träkonstruktioner kan se ut och vad som krävs under projektering och byggande för att uppnå de krav som ställs som minimikrav idag. Lösningarna utgör ingen garanti för att helt undvika lågfrekvent störning.

Vi utgår från tre verkliga exempel som kan sägas vara typiska för små flerbostadshus. Det kan naturligtvis variera i det oändliga men dessa exempel visar hur man kan bygga relativt säkert med avseende på akustik och vibrationer. Ett av exemplen representerar ett större bostadsprojekt, men principen för uppbyggnad av bjälklag och väggar följer väl den princip som används i många små flerbostadshus. De tre olika exemplen är hämtade från lika många olika byggmästare / byggtreprenörer. Projekten som beskrivs är i tur och ordning:

1. ett mindre flerbostadshus i två våningar med sex lägenheter som upplåts med hyresrätt
2. två flerbostadshus i två våningar med fyra lägenheter i vardera huskropp, som upplåts med bostadsrätt
3. ett större flerbostadshus i två till tre våningar som upplåts med hyresrätt, påbyggt på ett befintligt äldre parkeringshus

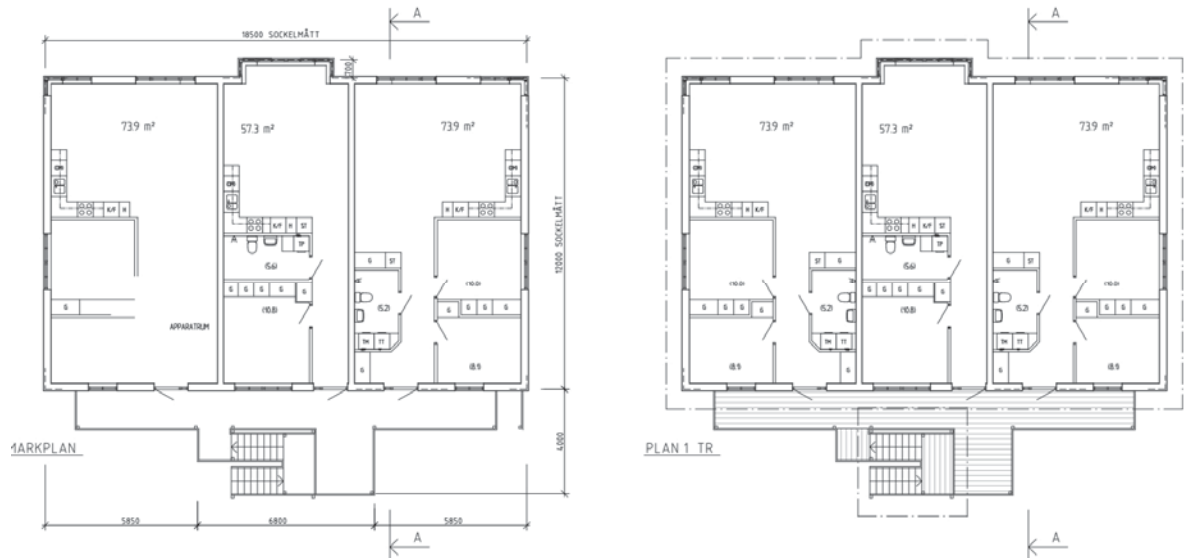
Alla objekten är uppförda i Göteborg med omnejd. Efter genomgången av sista objektet finns ett avsnitt med en jämförelse av de tre objekten med en analys av de skillnader i resultat som uppvisas.

De akustiska krav som anges under respektive projekt avser **nuvarande** (2012) krav enligt BBR men dessa stämmer relativt väl med de nya krav som kommer att gälla från och med 1 juli 2013 i BBR 20 och som redovisas i avsnittet om ”regler och standardisering”. Där redovisas även vissa slutsatser för anpassning till framtida krav som framkommit i projekten AkuLite och AcuWood. Därtill finns tabeller som redovisar förväntad störning baserad på nuvarande krav samt eventuella framtida krav om resultat från AkuLite tillämpas.

De tre exempel som följer är flerbostadshus med platsbyggd lätt stomme, som alla uppfyller minimikrav och som nästan uppfyller de mål som var tanken att de skulle uppfylla. De är lyckade såtillvida att målen uppnåtts och processen var tämligen okomplicerad, och kostnaden kunde hållas på en konkurrenskraftig nivå. Processen under projektering och produktion bygger på ömsesidig förståelse för vad som måste beaktas. Alla resultat är inte identiska men varje projekt har i princip klarat sin ambitionsnivå och de är ekonomiskt hållbara lösningar.

1. Hyresrättshus med sex lägenheter

Detta exempel uppfördes 2011, med lätt stomme för att byggtiden skulle hållas kort och för att inte blanda in alltför många yrkeskategorier i byggnationen. Skälet var alltså att hålla kostnaderna för just denna byggare på en låg nivå, d v s att göra projektet lönsamt! Projektet är ett tvåvåningshus som innehåller sex lägenheter, tre på vardera våningsplan, se figur 6.



Figur 6 – Planlösning för en byggnad som är helt platsbyggd med lätt konstruktion. Plan 1 till vänster och plan 2 till höger.

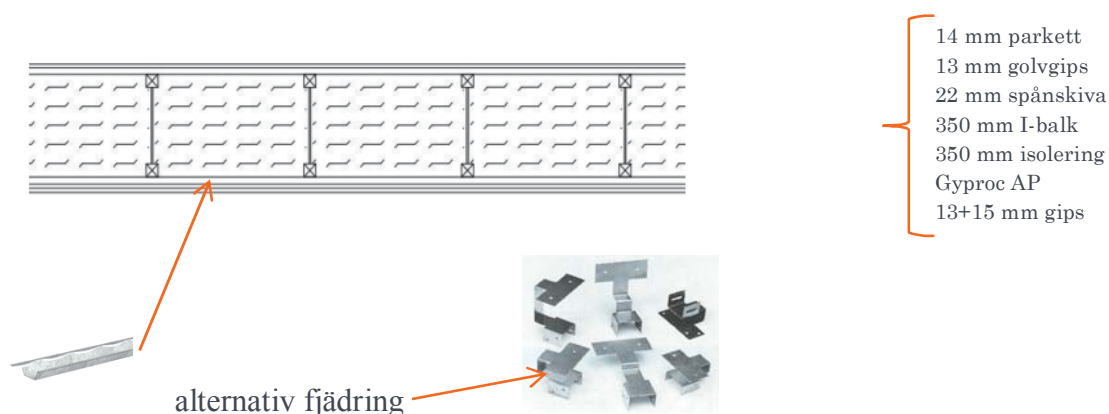
Projektering

För detta projekt gällde ljudklass C enligt SS 25267, vilket motsvarar minimikrav enligt Boverkets byggregler, BBR, se nedan och figur 1 på sidan 6. Minimikraven med avseende på ljudisolering¹ och stegljudsnivå¹ för detta projekt var därmed

- $R'_w + C_{50-3150} \geq 53 \text{ dB}$ (1)
- $L'_{n,w} \leq 56 \text{ dB}$ (2)
- $L'_{n,w} + C_{1,50-2500} \leq 56 \text{ dB}$ (2)

Konstruktören och byggherren var vana att arbeta med träkonstruktioner och sökte aktivt efter kunskap för att säkerställa att alla krav kunde uppfyllas. De valde själva att i tidigt skede ta kontakt med en akustiker för att diskutera risker med den konstruktion de tänkt sig i detta fall.

Just detta projekt följde en plan som är bra för att säkerställa resultaten för platsbyggda system. Det inleddes med ett möte mellan akustiker och konstruktör som gemensamt lade upp riktlinjer för den fortsatta projekteringen. Grundkonstruktionen blev lättbalkar från Masonite Beams som var 350 mm höga, på detta monterades 22 mm spånskiva och därpå skruvlimmades ett lager 12,5 mm golvgips. På detta lades sedan golvbeläggningen som bestod av 14 mm parkett på lumppapp. Maximal spännvidd för denna konstruktion blev 4,77 m (fritt upplagd). På bjälklagets undersida monterades 15 mm brandgips + 12,5 mm normalgips på Gyprocs Akustikprofiler (AP) som i sin tur monterades på en glespanel. Akustikprofilerna kan ersättas med andra fjädrande profiler eller byglar om det bedöms bättre eller billigare. Adarma ljudbygel har använts med framgång i andra projekt, se projekt nr 3 och figur 7. Det viktiga för alla dessa fjädrande undertak är att undvika kortslutning, via exempelvis skruvar som kopplar ihop undertaket med balkarna mekaniskt, se nästa avsnitt. Viktigt att poängtera är att undertaket måste delas vid bärande innerväggar, samt att icke bärande innerväggar måste monteras så att taggipsen fortfarande kan fjädra. Man får således inte spänna in innerväggar mellan golv och undertak, för då pressas undertaket upp mot balkarna och kortslutning uppstår.

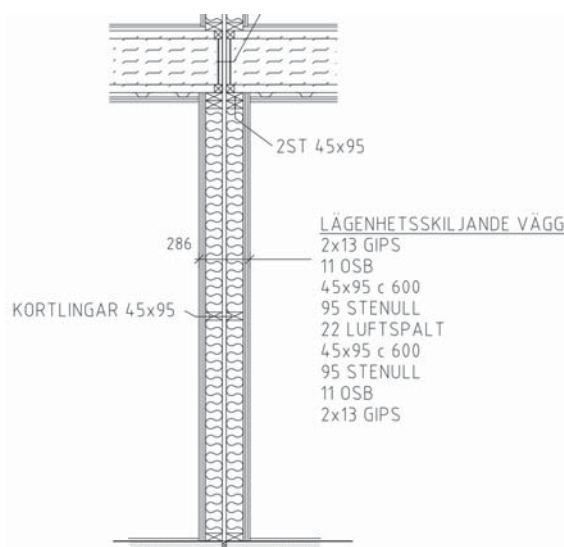


Figur 7. Bjälklagets uppbyggnad i aktuellt projekt försedd med Gyproc AP. Adarma ljudprofiler eller annan fjädrande profil / upphängning kan också fungera.

Väggarna byggdes upp på traditionellt sätt, se figur 8 nedan. En lättvägg med träreglar och ett innersta skikt i form av en OSB skiva. Detta ger en mer än väl fullgod konstruktion för att klara ljudisoleringskraven med marginal!

Generellt kan man nog säga att i den mån utförandet görs på rätt sätt så blir väggen nästan alltid överdimensionerad jämfört med bjälklaget; den får normalt ett mycket högt ljudisoleringsvärde. Även om en lätt vägg inte är väldigt bra vid låga frekvenser, är dock det ett förhållandevis litet problem enligt de undersökningar vi sett i AkuLite-projektet. Därför bör man fundera på att möjligen optimera väggen ytterligare för att spara ytterligare pengar. Det finns dock andra krav

som kan styra behovet av antal gipslager, exempelvis brandkravet mellan lägenheter. Något som alltid måste beaktas i samband med ytterligare optimering.



Figur 8. Lägenhetsskiljande vägg i projekt nr 1. Väggen är normalt ”mycket bättre” än bjälklaget. Bjälklagets förmåga att stå emot stegljud är betydligt lägre än väggens förmåga att isolera mot luftljud.

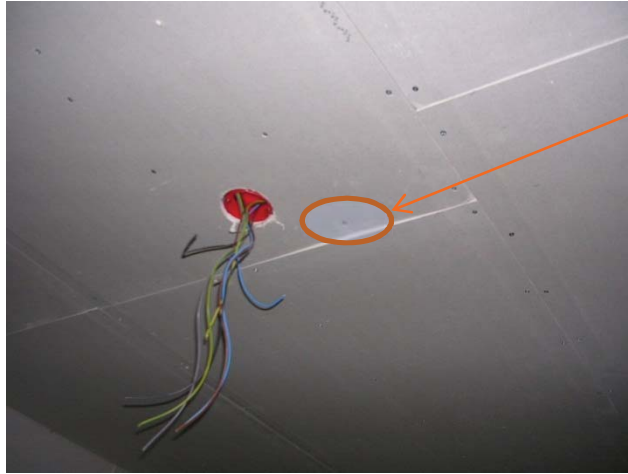
Byggnation / produktion

Under produktionen är det viktigt att löpande kontrollera att det som projekterats verkligen fullföljs till punkt och pricka. Det är bra om en checklista (se exempel i bilaga C) upprättas på de punkter som måste kontrolleras i just ditt byggprojekt. Varje ny yrkesarbetare som kommer till arbetsplatsen bör genomgå en kort introduktionskurs för att undvika misstag som inte kan korrigeras i efterhand.

Typiska exempel på misstag är att bottenplattan inte är delad (om det är platta på mark) och att akustiskt avvibrerade byggdelar kortsluts av misstag eller på grund av slarv och okunskap. Därför krävs alltid en noggrann byggplatskontroll så att inte elektriker eller annan hantverkare fäster in exempelvis eldosor i taket på ett sätt som förstör funktionen, se figur 9 nedan. Denna byggplatskontroll skall alltid göras före spackling och målning så att man kan se defekter visuellt utan att behöva kontrollmäta. En kontrollmätning i sent skede blir tämligen värdelös eftersom det blir helt omöjligt att hitta var felet sitter.

Faktaruta

Byggplatskontroller måste alltid göras i en lätt konstruktion. Det kan göras av byggaren själv om det bara är solklart vad som måste göras. Kontroll av fjädrande undertak exempelvis måste göras före spackling och målning så att man kan se defekter visuellt utan att behöva kontrollmäta. En kontrollmätning i sent skede blir värdelös eftersom det då blir omöjligt att hitta var felet sitter.



Fel som detta, får inte förekomma i elastiskt upphängda tak. Efter spackling och målning är det omöjligt att hitta!

Figur 9. En enda skruv kan sabotera ett från början bra bjälklag. Här kortsluter skruven det fjädrande undertaket, vilket tydligt ses i gipsskarven. Detta fel upptäcks enbart om kontroll görs innan det är spacklat och målat. Därefter är det omöjligt att upptäcka och det får förödande konsekvenser.

Kontroll / verifiering

Kontroll måste göras av:

1. Framtaget ritningsunderlag, innan bygget påbörjas så att alla byggdelar är projekterade på ett sätt så att det finns förutsättningar att klara de lågfrekventa problem som alltid kan uppstå i lätta konstruktioner. Lätta konstruktioner kräver alltid att detta är löst redan på ritningsstadiet eftersom eventuella korrigeringar för att justera ett problem med låga frekvenser normalt är så omfattande att det inte går att genomföra i efterhand.
 - Kontrollera bjälklagets tjocklek, är det tillräckligt för valt alternativ?
 - Kontrollera trafikbuller och välj rätt fasadvägg, se bilaga A
 - Kontrollera detaljer, förväntad flanktransmission via väggar och tak, se bilaga B
2. Vid platta på mark – kontrollera hur flanktransmissionen bryts, se figur 5.
3. Arbetet under byggtiden måste följas upp (byggplatskontroller)
 - a) Utförande kontrolleras innan målaren har börjat spackla
 - b) Väggar måste kontrolleras innan gips monteras på båda sidor så att inga installationer kortsluter vägghalvor i lägenhetsskiljande vägg
 - i. eldosor skall helst inte placeras i lägenhetsskiljande väggar

- ii. om det måste ske så skall dessa placeras på minst ett avstånd om 1 m från varandra på motstående sidor. Det får endast ske i enstaka fall.
- c) Avjämningsmassa i våtrum så att flytspackel inte rinner ner och kortsluter mellan olika byggdelar. Kontroll sker innan flytspackel appliceras så att avstängningen utformats ”säkert”.

All kontroll skall dokumenteras med fotografering och kontroller bör löpande stämmas av med akustiker när det sker i form av egenkontroll av byggtreprenören.

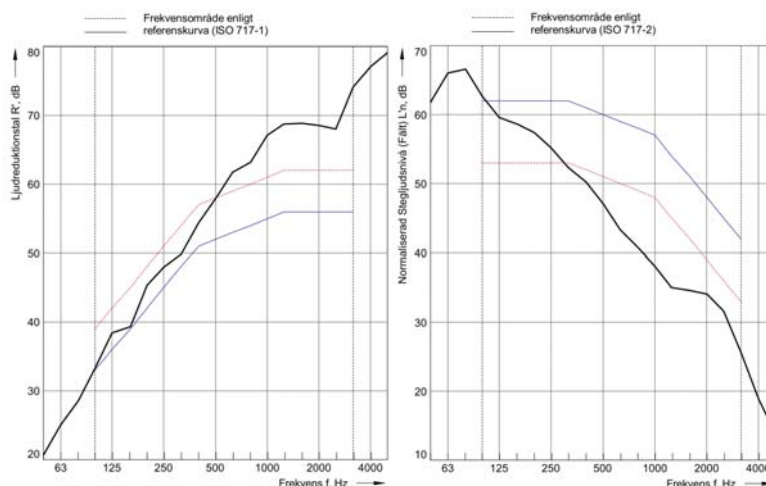
Mätning bör också ske i god tid innan slutbesiktning för att fånga upp ytterligare mindre misstag som inte kunnat upptäckas genom visuell kontroll. Om tidig mätning visar på godtagbara resultat så kan eventuell mätning i slutskedet utelämnas. Exempelvis om mätning sker på ”råbjälklaget”, och överskridanden då sker i de högre frekvenserna, så blir det alltid bättre när golvbeläggning monteras, åtminstone om det är parkett på stegljudsmatta. I aktuellt projekt gjordes mätning med parkett löst lagd för mätningen och därmed erhöles ett resultat nära förväntat slutresultat.

Resultat projekt 1

Resultaten visar att med noggrann projektering, korta spännvidder och ett väl genomtänkt utförande så kan man uppfylla minimikraven med väldigt lätta och förhållandevis enkla konstruktioner. Tittar man på stegljudskurvan i figur 10 nedan (den till höger) och dessutom utvärderar med de nya mått som framkommit i senare forskning och även i AkuLite-projektet så kan det konstateras att det nog behövs tilläggsåtgärder för att konstruktionen skall kunna bedömas likvärdig med en tung konstruktion. Detta eftersom $C_{1,50-2500}$ är så hög som 6 dB (vilket är lite i överkant) och 2 dB mer än vad som krävs för att ingå i den enkla subjektiva bedömningen som kan göras enligt tabeller längre fram i skriften – i avsnittet om ”Regler Krav och Standardisering”.

Detta exempel visar emellertid att det går att bygga enkelt och konkurrenskraftigt med platsbyggda lätta konstruktioner, och erhålla *acceptabel* ljudisolering enligt minimikrav. Det är acceptabelt förutsatt att belastningen inte är för hög, såsom hoppande och springande barn exempelvis (se tabell i avsnittet om ”Regler Krav och Standardisering”). Marginalen vad avser stegljudsisolering är därmed väldigt snålt tilltagen så det finns heller inte utrymme för några som helst misstag. För luftljudsisoleringen i bjälklaget är det också snålt tilltaget eftersom slutlig ljudisolering är exakt detsamma som målvärdet (minimikrav BBR) men det är inte fullt lika kritiskt i detta avseende.

$$R'_w + C_{50-3150} = 53 \text{ dB} \\ (C_{50-3150} = -5 \text{ dB})$$



$$L'_{n,w} + C_{1,50-2500} = 57 \text{ dB} \\ (C_{1,50-2500} = 6 \text{ dB})$$

Figur 10. Resultat för det färdiga bjälklaget i projekt nr 1. Vid en jämförelse av resultaten med de krav som gäller så kan det konstateras att värdet för stegljudsnivå överskrider med 1 dB. Detta kan godtas om medelvärdet av flera mätningar för varje lägenhet underskrider kravvärdet. Det gjorde det i detta fall, men det är naturligtvis precis på marginalen att kravet uppfylls.

Bjälklagets ljudisolering och väggarnas ljudisolering i aktuell byggnad är sammanställd i nedanstående tabell 1. Resultaten kan variera något i olika lägenheter men av kostnadsskäl gjordes inte kontroll i alla lägenheter.

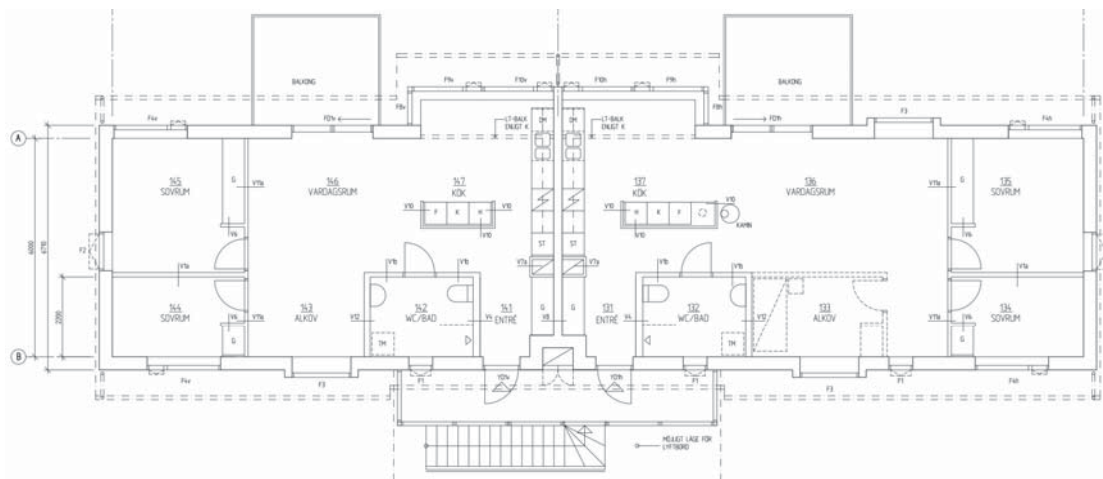
Tabell 1 – resultat för luft och stegljudsisolering i projekt nr 1

Egenskap [dB]	Bjälklag	Vägg bottenplan / övre plan	Krav [dB]
Stegljudsnivå	$L'_{n,w}$	-	≤ 56
	$L'_{n,w} + C_{1,50-2500}$	-	≤ 56
Luftljudsisolering	$R'_w + C_{50-3150}$	60	≥ 53

¹ Maximalt 2,0 dB negativ avvikelse kan godtas om medelvärdet underskrider aktuellt krav. I detta fall är avvikelsen från aktuellt krav endast 1,0 dB och medelvärdet till aktuell lägenhet bedöms underskrida 56 dB.

2. Bostadsrättshus i två byggnadsvolymer om vardera fyra lägenheter

Detta exempel uppfördes 2012 - 2013, med homogen trästomme (CLT konstruktion) eftersom byggaren i detta fall specialiserat sig på träkonstruktioner med massivträ. Projektet är vackert beläget och består av två stycken tvåvåningshus som innehåller fyra lägenheter vardera, två på vardera våningsplan, se figur 11.



Figur 11 – Planlösning för en byggnad som är helt platsbyggd med lätt konstruktion i massivträ (CLT). Figuren visar plan 2 men plan 1 är identisk. Det andra huset är lite annorlunda i sin planlösning men principerna är desamma. Liksom för exempel 1 ovan är huset ett litet ”loftgångshus”.

Projektering

Ambitionen i detta projekt var att uppfylla ljudklass B. Som absolut minimikrav tillämpas dock ljudklass C vilket svarar mot minimikrav enligt Boverkets byggregler, BBR, se nedan och figur 1.

Ambitionsnivån med avseende på ljudisolering¹ och stegljudsnivå¹ för detta projekt var därmed

$$R'_{w} + C_{50-3150} \geq 57 \text{ dB} \quad (1)$$

$$L'_{nw} \leq 52 \text{ dB} \quad (2)$$

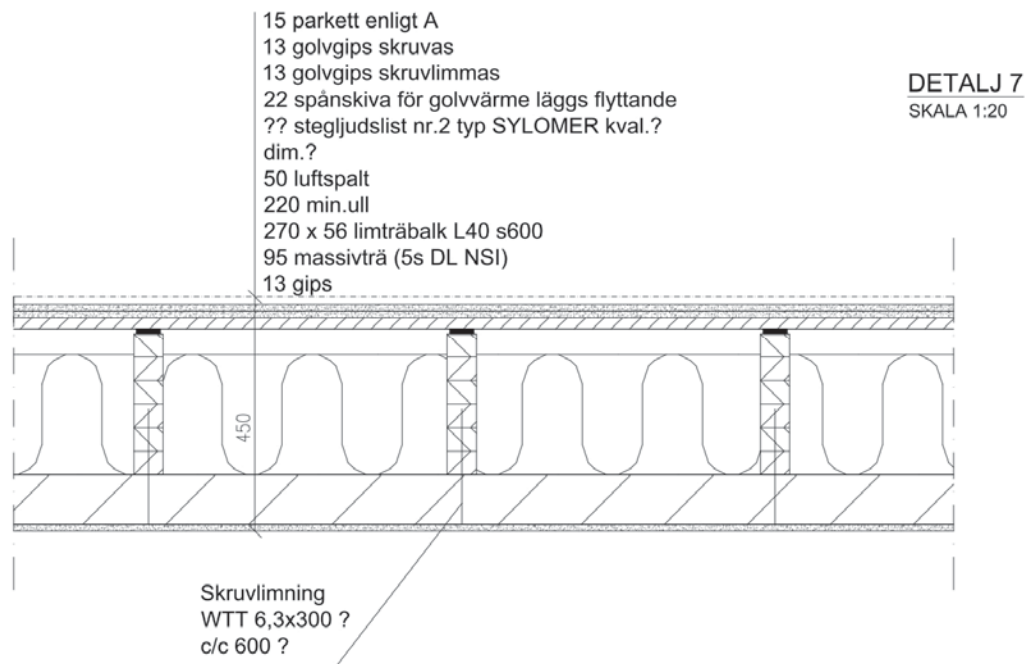
$$L'_{nw} + C_{1,50-2500} \leq 52 \text{ dB} \quad (2)$$

vilket svarar mot ljudklass B i SS 25267. Minimikraven som skall uppfyllas stämmer dock överens med projekt nr 1.

Konstruktören och byggtreprenören är vana att arbeta med träkonstruktioner och sökte aktivt efter mer kunskap för att säkerställa alla krav. I detta fall har entreprenören egna konstruktörer som specialiserat sig på massivträkonstruktioner. De valde själva att i tidigt skede, redan innan detta projekt blev aktuellt, ta kontakt med en akustiker för att utveckla ett tänkbart system / byggsätt för flerbostadshus i massivträ. I samband med detta diskuterades risker och möjligheter med den konstruktion de tänkt sig i detta fall.

Även detta projekt följde en plan som är bra för att säkerställa resultaten för platsbyggda system. Som nämndes ovan så hade konstruktören redan innan första verkliga huset projekterades börjat fundera på tänkbara lösningar för flerbostadshus. Därmed hade flera lösningar diskuterats igenom innan detta projekt blev aktuellt. Projekteringen inleddes med ett möte mellan akustiker och konstruktör som gemensamt lade upp riktlinjer för den fortsatta projekteringen.

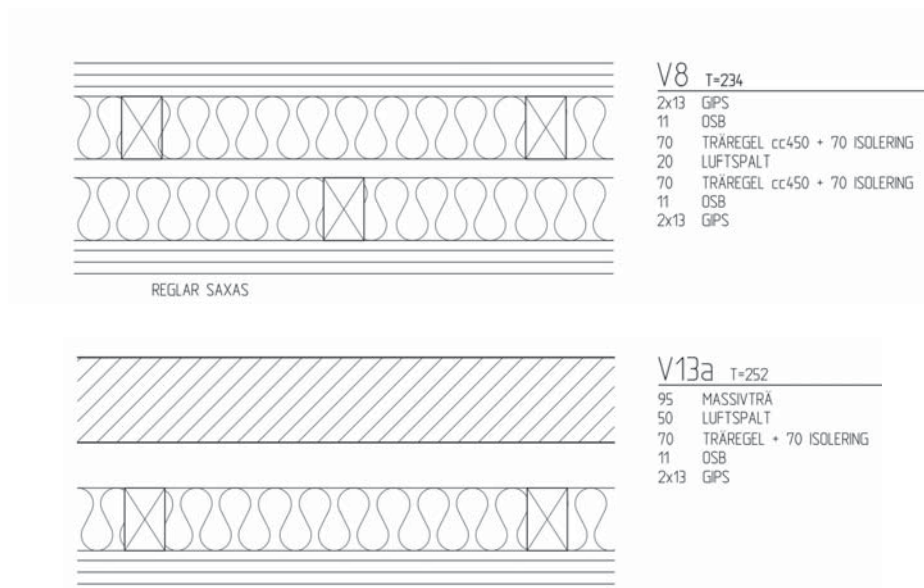
Grundkonstruktionen blev en homogen 95 mm tjock CLT skiva på vilka det monterats limträbalkar som är 270 mm höga, på detta monterades sedan övergolvet flytande, 22 mm spånskiva och därpå skruvlimmades två lager 12,5 mm golvgips. På detta lades sedan golvbeläggningen som bestod av 15 mm parkett. Maximal spännvidd för denna konstruktion blev 5 m. All avvibrering och akustisk delning sker därmed på bjälklagets översida och något fjädrande undertak behövs därmed inte. På undersidan monterades ett lager gips för brandskyddet vilket är lite synd eftersom man då inte kan njuta av ett vackert homogent trätak i lägenheterna, se figur 12. Bjälklagets totaltjocklek är lite mindre än 500 mm i detta fall men bedömningen var att bjälklagets styvhet skulle vara tillräcklig för att tillåta en något slankare konstruktion.



Figur 12. Bjälklagets uppbyggnad i aktuellt projekt försedd med "fjädrande" övergolv och mellanlägg av Sylomer från Christian Berner AB. Med denna lösning behövs inget elastiskt inhängt undertak.

Lägenhetsskiljande väggar byggdes upp på två olika sätt, se figur 13 nedan. En traditionell lättvägg med dubbla träregelstommar och ett skikt med OSB-skiva samt två lager gips på vardera sidan, och en vägg med homogen trästomme kompletterad med en OSB-skiva och två lager gips på fristående träreglar. Båda dessa ger en mer än väl fullgod konstruktion för att klara ljudisoleringskraven med marginal!

Även i detta fall så blir väggarna överdimensionerade jämfört med bjälklaget. De får normalt ett mycket högt ljudisoleringsvärde även om en lätt vägg inte är särskilt bra i låga frekvenser. Därför bör man fundera på att möjligen ytterligare optimera väggen för att spara pengar. Som tidigare måste naturligtvis andra krav beaktas, exempelvis brandkravet mellan lägenheter.



Figur 13. Lägenhetsskiljande väggar i projekt nr 2. Väggar i detta fall är normalt ”mycket bättre” än bjälklaget. Bjälklagets förmåga att stå emot stegljud är betydligt lägre än väggens förmåga att isolera mot luftljud.

Byggnation / produktion

För denna konstruktion gäller samma grundprinciper för kontroll under byggtiden som för projekt 1, se checklista i bilaga C. Akustiskt är det viktigaste emellertid att övergolvet verkligen är flytande och att det inte någonstans fästs in mekaniskt och därmed kortsluts. I detta fall krävs därför en särskild kontroll så att inte någon hantverkare skruvar fast övergolvet i det bärande elementet. Denna kontroll skall alltid göras före golvläggning så att man enkelt kan se, visuellt, var eventuella infästningar kommit till av misstag och så att dessa kan avlägsnas vid behov.

Faktaruta

Kontrollera att övergolvet verkligen är flytande och att det inte någonstans fästs in mekaniskt och därmed kortsluts. En kontrollmätning i sent skede blir tämligen värdelös eftersom det då blir omöjligt att hitta var felet sitter.

Kontroll / Verifiering

Kontroll måste göras av:

1. Framtaget ritningsunderlag, innan bygget påbörjas så att alla byggdelar är projekterade på ett sätt så att det finns förutsättningar att klara de lågfrekventa problem som alltid kan uppstå i lätta konstruktioner. I detta fall krävs att det tydligt framgår att det avvibrerade

övergolvet är projekterat på rätt sätt och att det inte är någon tvekan hur det skall utföras på arbetsplatsen

- a) Kontrollera bjälklagets tjocklek, är det tillräckligt för valt alternativ?
 - b) Kontrollera trafikbuller och välj rätt fasadvägg, se bilaga A
 - c) Kontrollera detaljer, förväntad flanktransmission via väggar och tak, se bilaga B
2. Vid platta på mark – kontrollera hur flanktransmissionen bryts, se figur 4.
3. Arbetet under byggtiden måste följas upp (byggplatskontroller):
- a) Innan det flytande golvet är lagt görs kontroll av golvbjälklagets bärande delar (limning, upplag)
 - b) Innan golvläggaren lagt sitt golv (kontrollera övergolvet funktion och att ingen mekanisk kontakt finns med det bärande elementet)
 - c) Väggar måste kontrolleras innan gips monteras på båda sidor så att inga installationer kortsluter vägghalvor i lägenhetsskiljande vägg
 - i. eldosor skall helst inte placeras i lägenhetsskiljande väggar
 - ii. om det måste ske så skall dessa placeras på minst ett avstånd om 1 m från varandra på motstående sidor. Det får endast ske i enstaka fall.
 - d) Avjämningsmassa i våtrum så att flytspackel inte rinner ner och kortsluter mellan olika byggdelar. Kontroll sker innan flytspackel appliceras så att avstängningen utformats ”säkert”.

Liksom för projekt nr 1 gäller att kontroll skall dokumenteras med fotografering och kontroller bör löpande stämmas av med akustiker när det sker i form av egenkontroll av byggtreprenören.

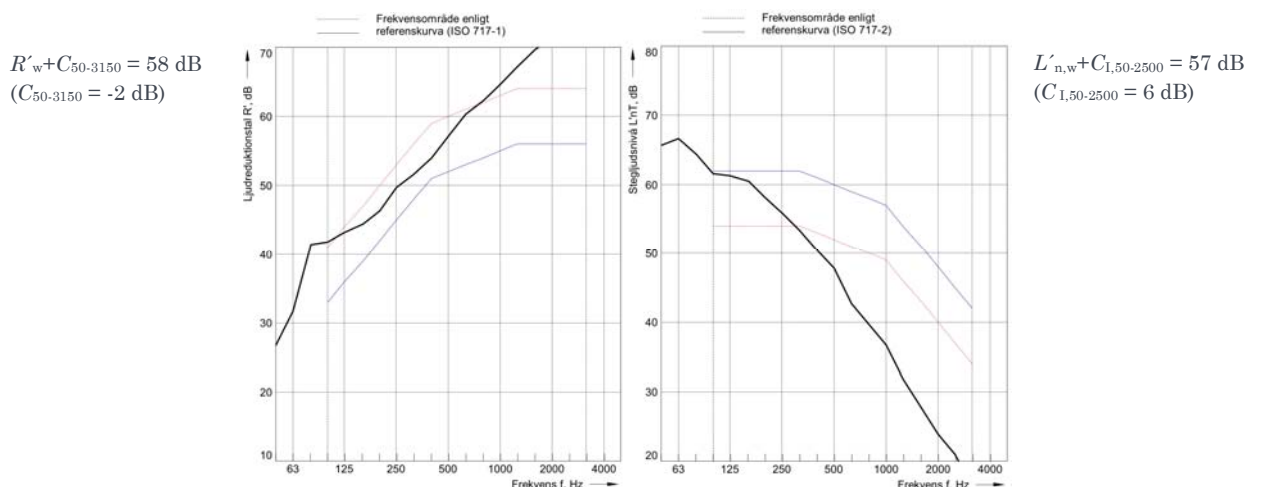
Kontrollmätning bör ske i god tid innan slutbesiktning för att fånga upp ytterligare mindre misstag som inte kunnat upptäckas genom visuell kontroll. Om tidig mätning visar på godtagbara resultat så kan eventuell mätning i slutskedet utelämnas. I detta fall påverkar troligen inte golvbeläggningen slutresultatet särskilt mycket då hela övergolvet redan ligger ”flytande”. En bedömning av mätresultaten måste göras av akustiker.

Resultat projekt 2

Resultaten visar att med noggrann projektering, korta spännvidder och ett väl genomtänkt utförande så kan man uppfylla minimikraven med lätta, ganska slanka och förhållandevis enkla konstruktioner. Tittar man på stegljudskurvan i figur 10 nedan (den till höger) och dessutom utvärderar med de nya mått som framkommit i senare forskning och även i AkuLite-projektet så kan det konstateras att det nog behövs tilläggsåtgärder också för att denna konstruktion skall kunna bedömas likvärdig med en tung konstruktion. Detta eftersom $C_{1,50-2500}$ är så hög som 6 dB

(vilket är lite i överkant) och därmed även i detta fall 2 dB mer än vad som krävs för att ingå i den enkla subjektiva bedömningen som kan göras enligt tabeller i avsnittet om ”Regler Krav och Standardisering”.

Detta är ännu ett exempel där det framgår att det går att bygga enkelt och konkurrenskraftigt med platsbyggda, lätta, relativt slanka konstruktioner, och erhålla *acceptabel* ljudisolering enligt minimikrav, återigen förutsatt att belastningen inte är för hög. Marginalen vad avser stegljudsisolering är än en gång snålt tilltagen, så inte heller här finns utrymme för några som helst misstag. För luftljudsisoleringen i bjälklaget är det emellertid god marginal i detta fall.



Figur 14. Resultat för det färdiga bjälklaget i projekt nr 2. Vid en jämförelse av resultaten med de krav som gäller så kan det konstateras att värdet för stegljudsnivå, även i detta fall, överskrids med 1 dB. Detta kan godtas om medelvärdet av flera mätningar för varje lägenhet underskrider kravvärdet. Det gjorde det, men det är naturligtvis precis på marginalen att kravet uppfylls.

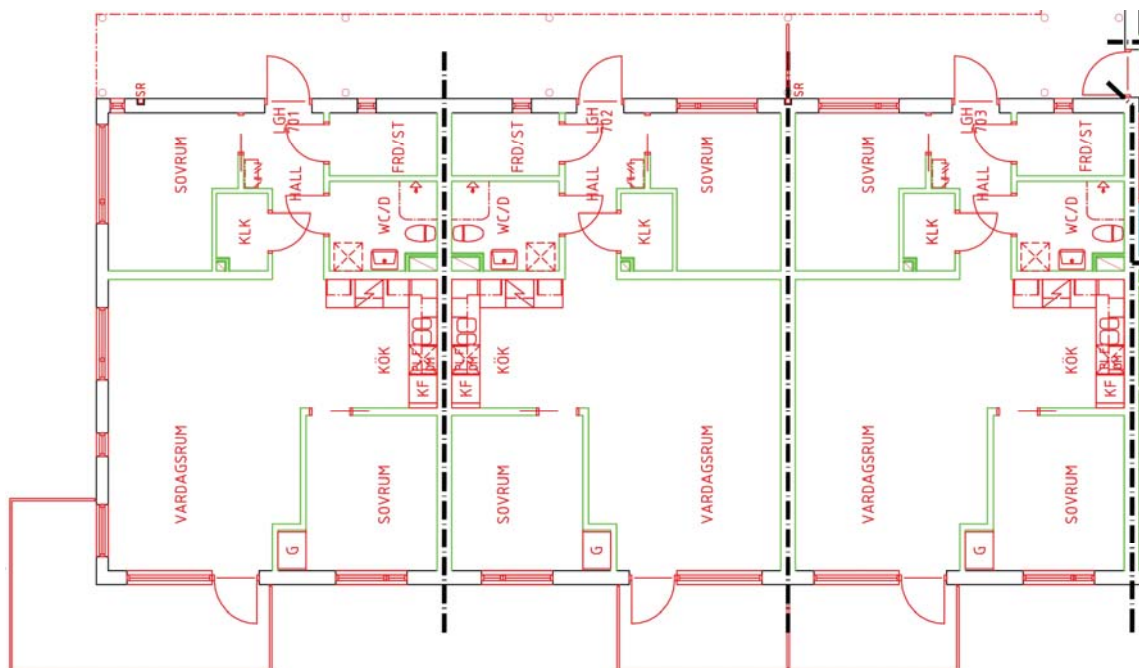
Bjälklagets ljudisolering och väggarnas ljudisolering i aktuell byggnad är sammanställd i nedanstående tabell 2. Resultaten kan variera något i olika lägenheter men av kostnadsskäl gjordes inte kontroll i alla lägenheter.

Tabell 2 – resultat för luft och stegljudsisolering i projekt nr 2

Egenskap [dB]		Bjälklag	Vägg bottenplan	Målvärde [dB]
Stegljudsnivå	$L'_{n,w}$	51	-	≤ 52
	$L'_{n,w} + C_{1,50-2500}$	57	-	≤ 52
Luftljudsisolering	$R'_w + C_{50-3150}$	58	59	≥ 57

3. Större hyresrättshus i två till tre plan byggt på ett befintligt fundament

Detta exempel uppfördes 2008, med lätt stomme, primärt för att vikten måste hållas nere då det skulle byggas på ett befintligt parkeringsdäck med betongstomme. Byggnaden fick lite olika antal våningar beroende på läge över fundamentet, beroende på dess förmåga att bära last. I allmänhet är byggnaden mellan två och tre våningar. Genom att bygga i trä kunde kostnaderna hållas nere eftersom det inte fordrades några extra insatser för grundförstärkning. Projektet är ett flervåningshus med ett relativt stort antal lägenheter, de flesta på två till tre rum och kök. Några typiska lägenheter visas i figur 15.



Figur 15 – Del av planlösning för en flerbostadsbyggnad som är producerad med Masonite lättbalkssystem. Figuren visar del av ett nedre plan (plan 1) men plan 2 rakt över är identiskt. Lägenhetstyperna varierar lite beroende på var i byggnaden de är placerade men huvuddelen hade planlösning enligt ovanstående figur. Även i detta fall är byggnaden av typen ”loftgångshus”.

Projektering

Ambitionen i detta projekt är att försöka uppfylla ljudklass B enligt SS 25267. Som absolut minimikrav tillämpas dock ljudklass C eller minimikrav enligt Boverkets byggregler, BBR, se nedan och figur 1.

Ambitionsnivån med avseende på ljudisolering¹ och stegljudsnivå¹ för detta projekt var därmed

$$R'_w + C_{50-3150} \geq 57 \text{ dB} \quad (1)$$

$$L'_{nw} \leq 52 \text{ dB} \quad (2)$$

$$L'_{nw} + C_{1,50-2500} \leq 52 \text{ dB} \quad (2)$$

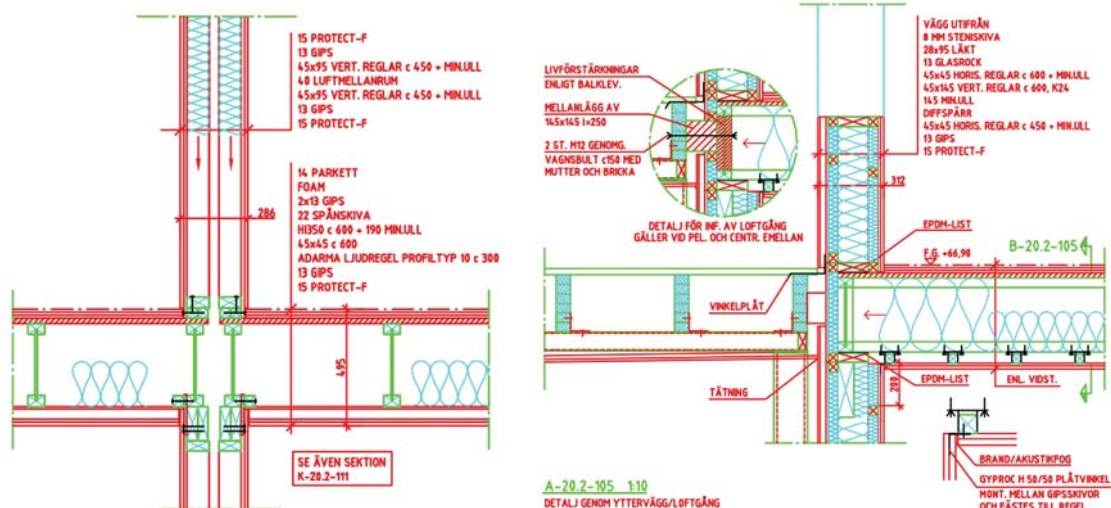
Ambitionsnivå och krav stämmer därmed helt med projekt nr 2.

Konstruktör, byggherre och byggtreprenören var alla medvetna om vikten av att vara noggrann vid projektering och platskontroller. Parkeringshuset som utgjorde fundament användes som en "fältfabrik" i vilket bjälklagen prefabricerades på plats och dessa lyftes sedan på plats med en kran. Hela bjälklaget färdigställdes sänkt som på undertaket som monterades i efterhand. Projekteringsteamet valde att i tidigt skede ta kontakt med en akustiker och undersökte olika alternativa lösningar. Valet föll på ett lättbalkssystem från Masonite Beams AB eftersom det är lätt och det fanns dokumenterade data från tidigare genomförda mätningar och beräkningar. Det blev ett modifierat byggsystem som byggdes på plats baserat på "MFB light", se www.mfbmiks.se.

För att hålla nere kostnader modifierades knutpunkterna, jämfört med hur det beskrivs i systemet. Detta skedde genom att införa ett mittstöd och därmed kunde lasten primärt föras ner vertikalt i detta stöd och minimal last fördes in i upplagen vid fasad, vilket även var en fördel för lastfördelningen ner i fundamentet. Ett kontinuerligt bjälklag över ett "styvt stöd" gav också en väldigt styvt bjälklagskonstruktion. Därmed kunde enkla och kostnadseffektiva knutpunkter utformas i fasadupplagen. Även följdes den plan som upprättades för att säkerställa resultaten för platsbyggda system. Redan i tidigt skede började konstruktören fundera på tänkbara lösningar för flerbostadshus, som hade möjlighet att uppfylla förväntade krav / mål. Det var absolut nödvändigt att stommen var så "lätt som möjligt" men fortfarande med god akustisk prestanda. Flera lösningar studerades innan Masonite lättbalk valdes.

Därefter inleddes projekteringen med ett möte mellan akustiker, byggherre, konstruktör och byggtreprenör som gemensamt lade upp riktlinjer för den fortsatta projekteringen. Grundkonstruktionen påminner mycket om den i första projektet ovan men här monterades en extra gipsskiva på översidan samt spännvidden hölls nere för att försöka nå ljudklass B. Maximal spännvidd för denna konstruktion blev ca 4,5 m (med kontinuerliga bjälklag över stöd). Det krävdes en noggrann byggplatskontroll så att inga detaljer kortslöts mellan olika byggdelar. Kontrollen gjordes kontinuerligt under projektering och produktion.

Bjälklaget byggdes upp kring en Masonite lättbalk som är 350 mm hög och bjälklaget påminner om projekt 1, se figur 16. I figur 16 redovisas också lägenhetsskiljande väggars uppbyggnad.



Figur 16. Bjälklagets uppbyggnad i aktuellt projekt, samt utformning av knutpunkter. Till vänster visas princip för anlutning mot lägenhetsskiljande väggar och till höger anslutning mot fasad samt infästning av loftgång i fasad. I detta projekt användes just Adarma ljudprofil för att hänga in gips i undertak.

Byggnation / produktion

För denna konstruktion gäller samma grundprinciper för kontroll under byggtiden som för projekt 1, se även checklista i bilaga C. Liksom för de två övriga så skall all kontroll alltid göras före målning och golvläggning så att man visuellt kan upptäcka var eventuella kortslutande infästningar kommit till av misstag, och så att dessa kan avlägsnas vid behov.

I detta fall måste även upplagen kontrolleras vid mittstöd så att rätt mellanlägg används och så att ingen mekanisk infästning kommit dit av misstag. Detta görs innan bjälklagen läggs på plats. Upplag mot yttervägg kunde göras enkla, direkt mot bärande stomme i vägg då lasten som fördes ner i denna del blev liten.

Faktaruta

Kontrollera särskilt att undertaket verkligen är frihängande samt att upplagen över mittstöd fungerar som det var tänkt i projekteringen. Kom ihåg – en kontrollmätning som visar underkänt i sent skede blir värdelös eftersom det då blir omöjligt att hitta var felet sitter.

Kontroll / verifiering

Kontroll måste göras enligt nedan

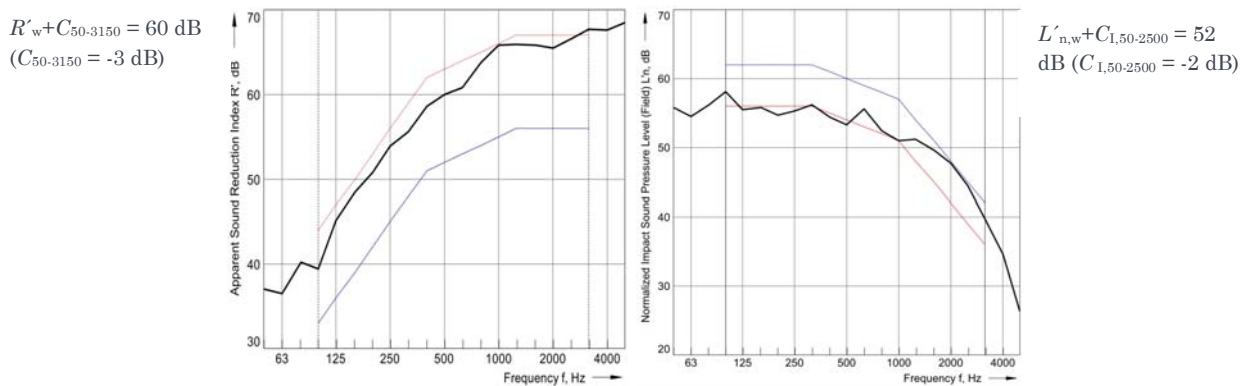
1. På samma sätt som för de två övriga skall framtaget ritningsunderlag kontrolleras, innan bygget påbörjas så att alla byggdelar är projekterade på ett sätt så att det finns förutsättningar att klara de lågfrekventa problem som alltid kan uppstå i lätta konstruktioner. I detta fall fordras också kontroll av det övergolv som projekterades in mot befintligt betongbjälklag i parkeringshuset.
 - a) Kontrollera bjälklagets tjocklek, är det tillräckligt för valt alternativ?
 - b) Kontrollera trafikbuller och välj rätt fasadvägg, se bilaga A
 - c) Kontrollera detaljer, förväntad flanktransmission via väggar och tak, se bilaga B
2. Vid platta på mark – kontrollera hur flanktransmissionen bryts, se figur 4.
3. Arbetet under byggtiden måste följas upp (byggplatskontroller):
 - a) Innan målaren har börjat spackla
 - b) Väggar måste kontrolleras innan gips monteras på båda sidor så att inga installationer kortsluter vägghalvor i lägenhetsskiljande vägg
 - i. eldosor skall helst inte placeras i lägenhetsskiljande väggar
 - ii. om det måste ske så skall dessa placeras på minst ett avstånd om 1 m från varandra på motstående sidor. Det får endast ske i enstaka fall
 - c) Avjämningsmassa i våtrum så att flytspackel inte rinner ner och kortsluter mellan olika byggdelar. Kontroll sker innan flytspackel appliceras så att avstängningen utformats ”säkert”.

Liksom för de två andra projektexemplen skall all kontroll dokumenteras med fotografering och kontroller bör löpande stämmas av med akustiker i den mån det sker i form av egenkontroll av byggentreprenören.

Även här bör mätning ske i god tid innan slutbesiktning för att fånga upp ytterligare mindre misstag som inte kunnat upptäckas genom visuell kontroll. Om tidig mätning visar på godtagbara resultat så kan eventuell mätning i slutskedet utelämnas. Exempelvis om mätning sker på ”råbjälklaget”, och överskridanden sker i de högre frekvenserna, så blir det alltid bättre när golvbeläggning monteras, åtminstone om det är parkett på stegljudsmatta. En bedömning av mätresultaten måste göras av akustiker. I detta fall gjordes enbart mätning i tidigt skede eftersom det var lätt att se att allt skulle uppfylla kraven och troligen även de uppställda målen på ljudklass B. Tittar man på stegljudskurvan i figur 17 så sker överskridanden nästan uteslutande i frekvenserna över 500 Hz (där uppmätt kurva ligger över referenskurvan) och därmed kommer golvbeläggningen att ha positiv inverkan.

Resultat

Resultaten visar att med noggrann projektering, korta spännvidder, styvt bjälklag kontinuerligt över ett mittstöd och ett väl genomtänkt utförande så kan man uppnå hög ljudisolering med väldigt lätta konstruktioner. Projektet har också genomgått en enkätstudie inom ramen för AkuLite-projektet. Denna bekräftar att projektet subjektivt uppfyller vad man kan förvänta sig av en lätt konstruktion. Ett lyckat exempel där det inte fanns en möjlighet annat än att bygga lätt för att få ut så mycket som möjligt vad gäller antal lägenheter och därmed ett ekonomiskt hållbart projekt.



Figur 17. Resultat för det färdiga bjälklaget i aktuell byggnad, dock utan golvbeläggning. Vid en jämförelse av resultaten med de krav som gäller så kan det konstateras att man nätt och jämnt kan uppnå ljudklass B. Med golvbeläggningen på förväntas $L'_{n,w}$ värdet sjunka lite eftersom detta förbättrar ljudisoleringen i höga frekvenser. Slutlig kontroll gjordes aldrig i detta projekt eftersom byggherren var nöjd med resultaten i den ”råa” konstruktionen.

Bjälklagets ljudisolering och väggarnas ljudisolering i aktuell byggnad är sammanställd i nedanstående tabell. I detta fall gjordes ingen slutlig kontroll i byggnaden eftersom mätning i tidigt skede visade att lösningarna fungerade mycket bra. All kontroll gjordes innan golvbeläggning var på plats.

Tabell 3 – resultat för luft och stegljudsisolering i projekt nr 3

Egenskap [dB]	Bjälklag	Vägg bottenplan	Målvärde [dB]
Stegljudsnivå	$L'_{n,w}$	54 ¹	≤ 52
	$L'_{n,w} + C_{1,50-2500}$	52	≤ 52
Luftljudsisolering	$R'_w + C_{50-3150}$	60	≥ 57

¹ Mätt på ”råbjälklag”, direkt mot gipsskiva innan golvbeläggningen lades dit. Med parkett på stegljudsdämpande underlag förväntas kravet kunna uppfyllas eftersom det är de höga frekvenserna som orsakar överskridande

Jämförelse mellan de tre olika objekten

Resultaten varierar mycket trots att det är i princip samma ambitionsnivå i projekten, bortsett från projekt nr 1 där det var klart uttalat att det var tillräckligt att uppfylla ljudklass C eller BBR:s minimikrav. Det fanns inte utrymme för några extravaganser eller ”dyra lösningar” för att detta projekt skulle kunna bli lönsamt. De andra två projekten hade som ambition att uppfylla ljudklass B men på grund av alla osäkerheter som är förknippade med lätta konstruktioner så lovar man inte ljudklass B. Dock vidtogs extra åtgärder så det skulle finnas en rimlig chans att klara en högre ljudklass. I tabell 4 nedan sammanställs resultaten från respektive objekt, därefter görs en analys om orsaken till varför det blir bättre eller sämre i de olika fallen.

Tabell 4 – sammanställning av de tre olika objektens slutresultat

Projekt	Krav [dB]				Resultat [dB]					
	Luftljud	Stegljud \leq		Ljudklass	Luftljud	Stegljud \leq		Ljudklass		
	\geq	$R'_w + C_{50-}$	$L'_{n,w}$	$L'_{n,w} + C_{1,50-}$	SS 25267	\geq	$R'_w + C_{50-}$	$L'_{n,w}$	$L'_{n,w} + C_{1,50-}$	SS 25267
		3150	2500			3150	2500			
nr 1	53	56	56	C	53	51	57 ¹	C		
nr 2	57	52	52	B	58	51	57 ¹	C		
nr 3	57	52	52	B	60	54 ²	52	B (C)		

¹⁾ Klarar med nöd och näppe kravet även om det överskrids med 1 dB

²⁾ Kontrollmätt under byggtiden utan golvbeläggning – med golvbeläggning förväntas kravet kunna uppfyllas

Projekt nr 1 och nr 3 är i det närmaste identiska i sin uppbyggnad vad gäller bjälklaget. Det som skiljer är:

- Ett lager golvgips på ovansidan (1 lager i projekt 1 och 2 lager i projekt 3)
- Gyproc AP i projekt 1 och Adarma ljudprofiler i projekt 3
- Mängden mineralull i bjälklaget

Varför blir då resultaten så fundamentalt olika? Projekt 3 har betydligt högre ljudisolering men det som skiljer är ett lager gips. Beräknar man ljudisoleringen gör ett extra lager gips ca 1-2 dB både avseende luftljud och stegljud. Beräknar man ljudisoleringen för enbart bjälklaget så bör den hamna på ungefär $R'_w + C_{50-3150} = 60$ dB, vilket är detsamma som för projekt nr 3 och det tyder därmed på väldigt lite flanktransmission. Utan flanktransmission skulle projekt 1 rimligen hamna på ca 58-59 dB. Skillnaden här beror troligen på följande:

Projekt 1 har betydligt mer flanktransmission eftersom bjälklaget är fritt upplagt på lägenhetsskiljande väggar och / eller ytterväggar. Därmed uppstår mer lågfrekvent flanktransmission via väggar. I projekt 3 förs lasten ner centriskt över mittstöd → bra för att minimera rörelser i upplagen / väggarna. Anledningen till den bättre stegljudsnivån vid frekvenser under 100 Hz har troligtvis samma anledning. Bjälklaget blir också betydligt styvare när det är kontinuerligt upplagt.

Bjälklaget i projekt nr 2 är troligen i slankaste laget för att uppfylla ljudklass B. Det är viktigt att dra lärdom av varje projekt och återkoppla det som varit bra och dåligt och på så sätt iterera sig fram till en optimal lösning för olika stomsystem. Tyvärr är det än så länge mycket svårt att hitta en annan väg att förutsäga slutresultaten i en färdig lätt byggnad även om det sakta men säkert börjar utvecklas modeller för beräkning. Några framsteg har gjorts inom AkuLite projektet vad gäller beräkningsmodeller med FEM för vissa volymelement.

Byggsystem

I Sverige används ofta ett ”färdigt” byggsystem i större bostadshus för att ha full kontroll på alla detaljer som krävs för att klara alla tekniska egenskapskrav, däribland den akustiska funktionen. Dock sker ofta mindre anpassningar av vissa byggsystem i syfte att spara pengar, och vidareutveckla systemen. Ett typexempel där man hela tiden förädlad kunskap är vid utvecklingen av Masonites byggsystem MFB XL. Här har det gjorts förenklingar efterhand för att optimera konstruktionerna med hänsyn till att minimera kostnader. Ett alternativt system utvecklades också för mindre flerbostadshus MFB Light. Skillnaden mellan de båda systemen är i huvudsak:

- Spånplatta ovanför balkarna istället för det dyrare alternativet, boardlamellskiva
- Inga (eller enklare) stålhängare för att ”hänga in” bjälklagen
- Enklare fjädrande upphängningar för undertaket

Det finns en rad olika byggsystem och vi redogör här endast för var mer information finns att hämta. Nedan anges bara svenska system som idag används kommersiellt i olika flerbostadshus. Därutöver finns en rad olika utvecklingsprojekt som kommer att resultera i nya byggsystem inom rimlig tid. Det finns också flera olika utländska system, i synnerhet från Baltikum och då Estland och Litauen i första hand. Därtill tillverkas många hus helt eller delvis i trä i Frankrike, UK, Schweiz, Österrike och Tyskland. Det stora landet för flerbostadshus i trä utanför Europa är emellertid USA man även Canada. Mer information kommer på sikt att tillhandahållas på www.acuwood.com.

Byggsystem med platta element

När det gäller platta element finns både massivträelement och balkelement.

Det mest välkända byggsystemet med massivträ i Sverige är Martinsons byggsystem. Mer information om detta finns att hämta på www.martinsons.se

Fristad Bygg bygger i Sverige, med utgångspunkt från byggsystem från KLH i Österrike. www.fristadbygg.se

För balkelement finns som tidigare nämnts CBBT / Derome / Tyréns system. Information kan tillhandahållas av CBBT (www.cbbt.se) och Derome.

Masonite Beams öppna system MFB XL och MFB light, se www.mfbmiks.se.

Moelven Töreboda har också utvecklat ett byggsystem (Trä8) som provats i ett kommersiellt projekt utanför Göteborg. Kontakt www.moelven.com .

Byggsystem med volymelement

Volymelement är vanligare och på ett sätt väsentligt säkrare och lättare att förutse eftersom systemen har bestämda mått, vilket gör att de inte kan varieras. Det är dock inte detsamma som att de alltid är bättre. Spännvidder och knutpunkter är bestämda på förhand. De mest vanliga tillverkarna av volymelement är:

Lindbäcks bygg, www.lindbacks.se

Moelven byggmodul, www.moelven.com

Plusshus AB, www.plusshus.se

BoKlok / SKANSKA, www.boklok.com

REGLER, KRAV OCH STANDARDISERING

Nya regler gäller i Sverige från och med 2013-07-01 genom BBR 20. De nya kraven ser annorlunda ut men innebär i princip samma krav som tidigare. Formuleringen ser dock lite annorlunda ut. Principen för hur krav formuleras redovisas i en artikel till Bygg&Teknik i april 2013.

Ljudklasser

För den som vill bygga bättre än minimikraven kan ljudklass B eller ljudklass A enligt SS 25267 tillämpas vid bostadsproduktion och för andra byggnader gäller SS 25268. Det är emellertid inte självklart att ljudklass B eller ljudklass A ger fullgott skydd för alla konstruktioner. För felaktigt konstruerade lätta konstruktioner kan man klara en hög ljudklass utan att det upplevs som bra. Nedanstående tabeller kan användas för att få en ”känsla” för vad som krävs och vad som kan förväntas i form av störfrihet. Översta tabellen som avser luftljudsisolering nedan, innehåller inte anpassningstermer som vi använder i Sverige, men den ger ändå en fingervisning för vad som kan förväntas vid olika ljudisolering. För tunga konstruktioner finns heller inget angivande av maximalt värde för anpassningstermen $C_{1,50-2500}$, men det beror på att den inte påverkar upplevelsen i dessa fall.

Subjektiv uppfattning av ljud vid olika ljudisoleringar.

R'_{w}/D_{nTw}	Sort	Normalt tal, kontorsmaskiner i lugn miljö	Normalt tal, kontorsmaskiner	Högröstat samtal	Skrik	Högtalarljud, måttlig nivå	Diskodunk
35							
40							
44							
48	Röd – hörs						
52	vit – hörs inte						
60	Grå – kan höras men stör inte under normala omständigheter						

Subjektiv upplevelse för olika stegljudsnivåer för lätta konstruktioner med god stegljudsdämpning vid låga frekvenser ($C_{1,50-2500}$ högst 4 dB).

$L'_{n,w}$ $L_{nT,w}$	Lugn gångtrafik med mjuka skor	Lugn gångtrafik med klackskor	Snabb gång/spring med mjuka skor	Snabb gång/spring med klackskor	Barnlek/hopp "normal"	Barnlek/hopp "avancerad"	Gymnastik kraftiga dunsar etc.
64							
60							
56							
52							
48	röd – hörs						
44	vit – hörs inte men kan förnimmas						
40	grå – kan höras, men stör inte under normala omständigheter						

Subjektiv upplevelse för olika stegljudsnivåer för tunga konstruktioner.

$L'_{n,w}$ $L'_{nT,w}$	Lugn gångtrafik med mjuka skor	Lugn gångtrafik med klackskor	Snabb gång/spring med mjuka skor	Snabb gång/spring med klackskor	Barnlek/hopp "normal"	Barnlek/hopp "avancerad"	Gymnastik kraftiga dunsar etc.
64							
60							
56							
52							
48	röd – hörs						
44	vit – hörs inte men kan förnimmas						
40	grå – kan höras, men stör inte under normala omständigheter						

Olika ljud upplevs således olika beroende på stomkonstruktion, men det finns nu rimligt bra underlag för att veta vad som krävs för att uppfylla likvärdiga subjektiva kriterier för alla konstruktioner. Två oberoende undersökningar har genomförts sedan 2009, AkuLite och AcuWood, och dessa pekar båda på att det krävs att frekvenser ner till 20 Hz beaktas.

Projektet AkuLite har tagit fram ett nytt värderingsmått för lätta konstruktioner som kan tillämpas generellt. Det baseras på undersökningar i laboratorium och i verkliga flerbostadshus och tar hänsyn till frekvenser ända ner till 20 Hz, vilket visat sig nödvändigt för att få en fullgod konstruktion. Det formuleras i dagsläget såsom

- $L'_{n,w} + C_{1,20-2500,AkuLite}$

Subjektiv upplevelse för olika stegljudsnivåer för lätta konstruktioner med mycket god stegljudsdämpning vid låga frekvenser ($C_{1,20-2500,AkuLite} \leq 4$ dB).

$L'_{n,w}$ $L'_{nT,w}$	Lugn gångtrafik med mjuka skor	Lugn gångtrafik med klackskor	Snabb gång / spring med mjuka skor	Snabb gång / spring med klackskor	Barnlek / hopp "normal"	Barnlek / hopp "avancerad"	Gymnastik, kraftiga dunsar etc.
64							
60							
56							
52							
48	Röd – hörs						
44	Vit – hörs inte men kan förnimmas						
40	Grå – kan höras, men stör inte under normala omständigheter						

Anm. Denna tabell är preliminär och uppdateras när mer data ner till 20 Hz finns att tillgå.

Med denna värdering bör man kunna uppnå i princip samma förväntade ljudisolering som för betong. Det är naturligtvis inte alldeles enkelt att göra en konstruktion väldigt "lätt" och samtidigt uppfylla höga stegljudskrav.

Vad gäller ljudklasser kommer det att ske en hel del framdeles. Dels kommer det Europeiska forskarnätverket COST TU 0901 att ta fram ett enhetligt förslag på värderingsmått för hela Europa som skall underlätta export och handel på sikt. Mer om detta nätverk finns att läsa under (www.cost.eu/domains_actions/tud/Actions/TU0901). Detta arbete slutförs i december 2013.

Dels kommer den svenska standarden SS 25267 att omarbetas så att den harmonierar med nya BBR och även den reviderade handboken från Boverket som beräknas finnas färdig i samband med ny BBR, i juli 2013.

Byggregler

Regelverk varierar stort inom Norden och Europa även om det inte alltid ser ut att vara några skillnader. Var försiktig om du tänker dig att bygga i andra länder (också inom Norden) även om reglerna ser ut att vara jämförbara. Det döljer sig en rad olika nationella anpassningar i regelverket som inte omedelbart syns i siffervärden eller begrepp. En kort redogörelse av kraven och sådana anpassningar inom Norden finns i två artiklar från 2010 skrivna till en konferens som kallas BNAM 2010.

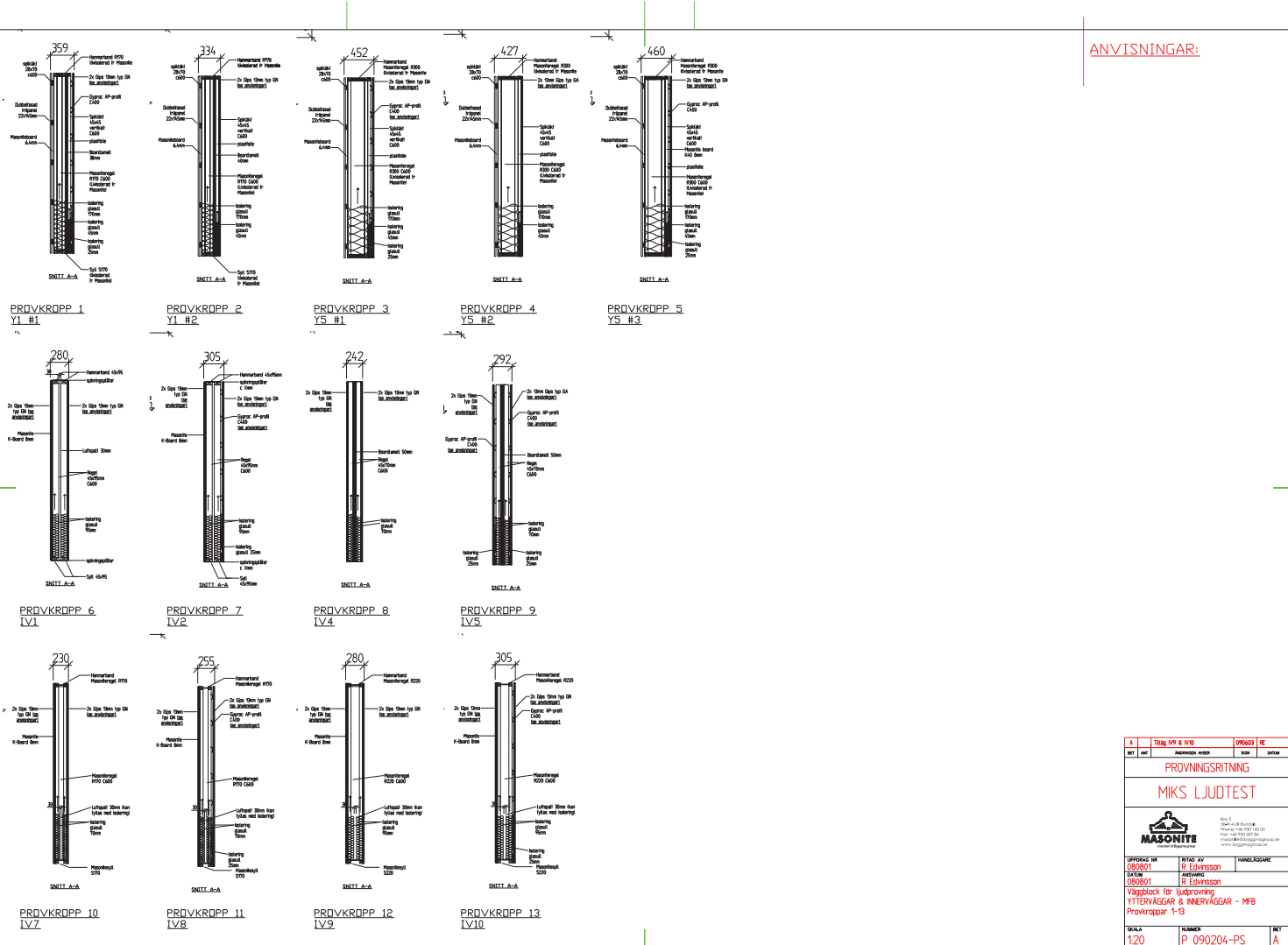
FLERBOSTADSHUS – LJUDSKYDDSDOKUMENTATION

I samband med projektering av flerbostadshus med lätta konstruktioner är det lämpligt att upprätta en tydlig ljudskyddsdokumentation som ger instruktioner genom hela byggprocessen. Exempel på vad en sådan kan innehålla finns i Boverkets handbok om Bullerskydd.

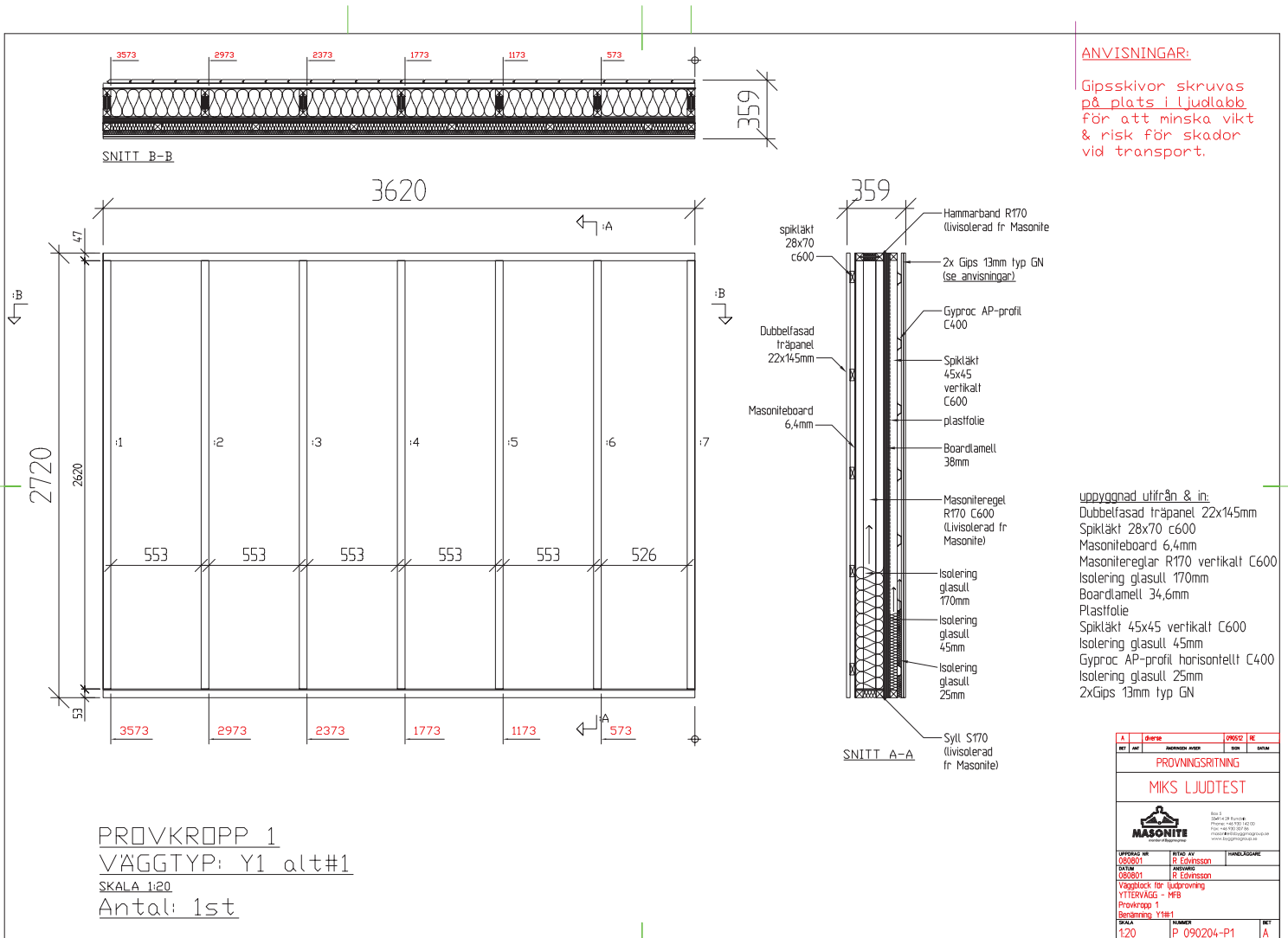
REFERENSER

Se AkuLite – referenslista, Bilaga D

ANVISNINGAR:



A	Trä, Y1 & Y2	090204	RE
PROVNINGSRITNING			
MIKS LJDTEST			
			
UPPGIFTS NR 080801	PROV AV R Edvénsson	INVESTERING	
CAD: MIKS 080801 Ytterväggar för ljudprovning Ytterväggar & inriktningar - MF8 Provkroppar 1-13			
SKALA 1:20	NUMMER P 090204-PS		BET A

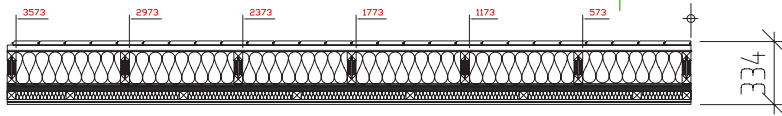


ANVISNINGAR:

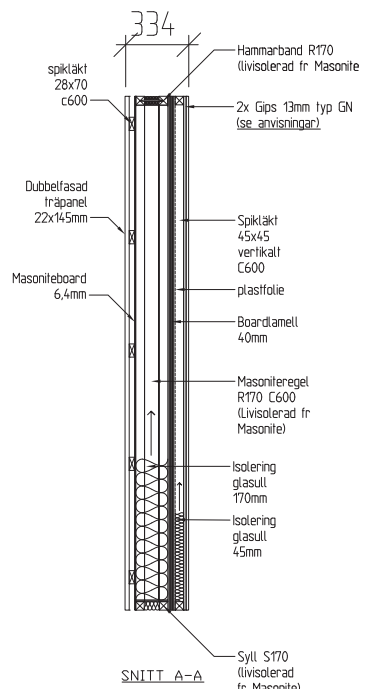
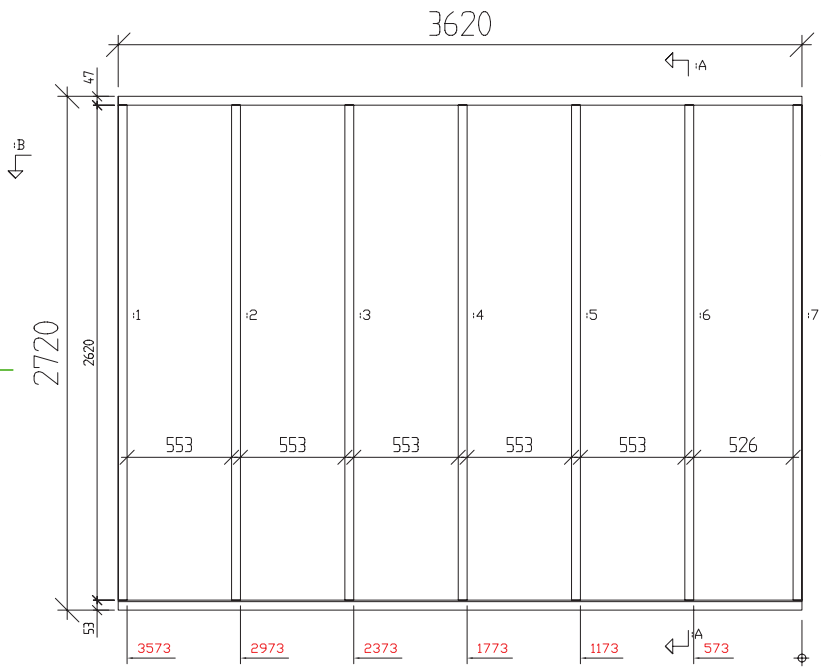
Gipsskivor skruvas på plats i ljudlabb för att minska vikt & risk för skador vid transport.

uppbyggnad utifrån & in.
 Dubbelfasad träpanel 22x145mm
 Spikläkt 28x70 c600
 Masoniteboard 6,4mm
 Masonitereglar R170 vertikalt C600
 Isoleringsglasull 170mm
 Boardamell 34,6mm
 Plastfolie
 Spikläkt 45x45 vertikalt C600
 Isoleringsglasull 45mm
 Gyproc AP-profil horisontellt C400
 Isoleringsglasull 25mm
 2xGips 13mm typ GN

Å	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö
080801	080801	080801	080801	080801	080801
PROVNINGSRITNING					
MIKS LJUDTEST					
					
UPPGIFTS NR 080801	PROJEKTANT R. Edvinsson	INOMRÅDE Väggblock för ljudprovning		INOMRÅDE Yttervägg - VEG	
Yttervägg - VEG Provkropp 1 Bestämning Y1alt1					
SKALA 1:20	TRÄKKOD P 090204-P1	SÄTT A			



SNITT B-B



SNITT A-A

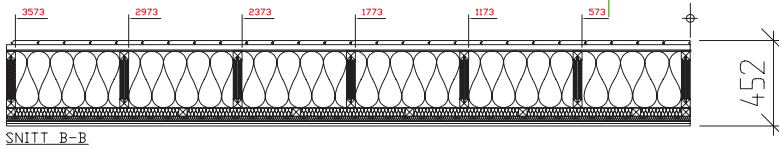
ANVISNINGAR:

Gipsskivor skruvas på plats i ljudlabb för att minska vikt & risk för skador vid transport.

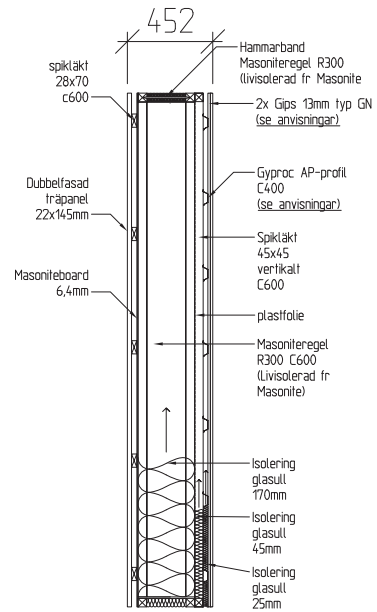
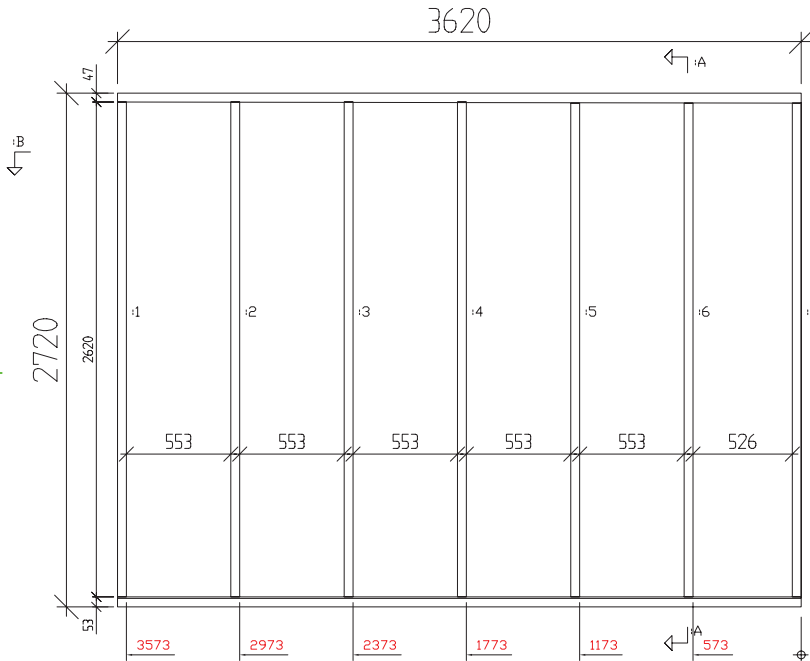
uppbyggd utifrån & in:
 Dubbelfasad träpanel 22x145mm
 Spiklakt 28x70 c600
 Masoniteboard 6,4mm
 Masoniteregler R170 vertikalt C600
 Isolering glasull 170mm
 Boardlamell 34,6mm
 Plastfolie
 Spiklakt 45x45 vertikalt C600
 Isolering glasull 45mm
 2xGips 13mm typ GN

PROVKROPP 2
 VÄGGTYP: Y1 alt#2
 SKALA 1:20
 Antal: 1st

A	Översikt	0902	RE
bet	art	innehålls nr	bet
Provingsritning			
MIKS LJUDTEST			
UPPGÅS NR	PROJ. AV	INVESTERING	
080801	R. Edvénsson	080801	
Vägghöck för ljudprovning YTTERVÄGG - VEG LIGHT Provkropp 2 Bestämning Y1alt2			
SKALA	NUMMER	BET	
1:20	P 090204-P2	A	



SNITT B-B



SNITT A-A

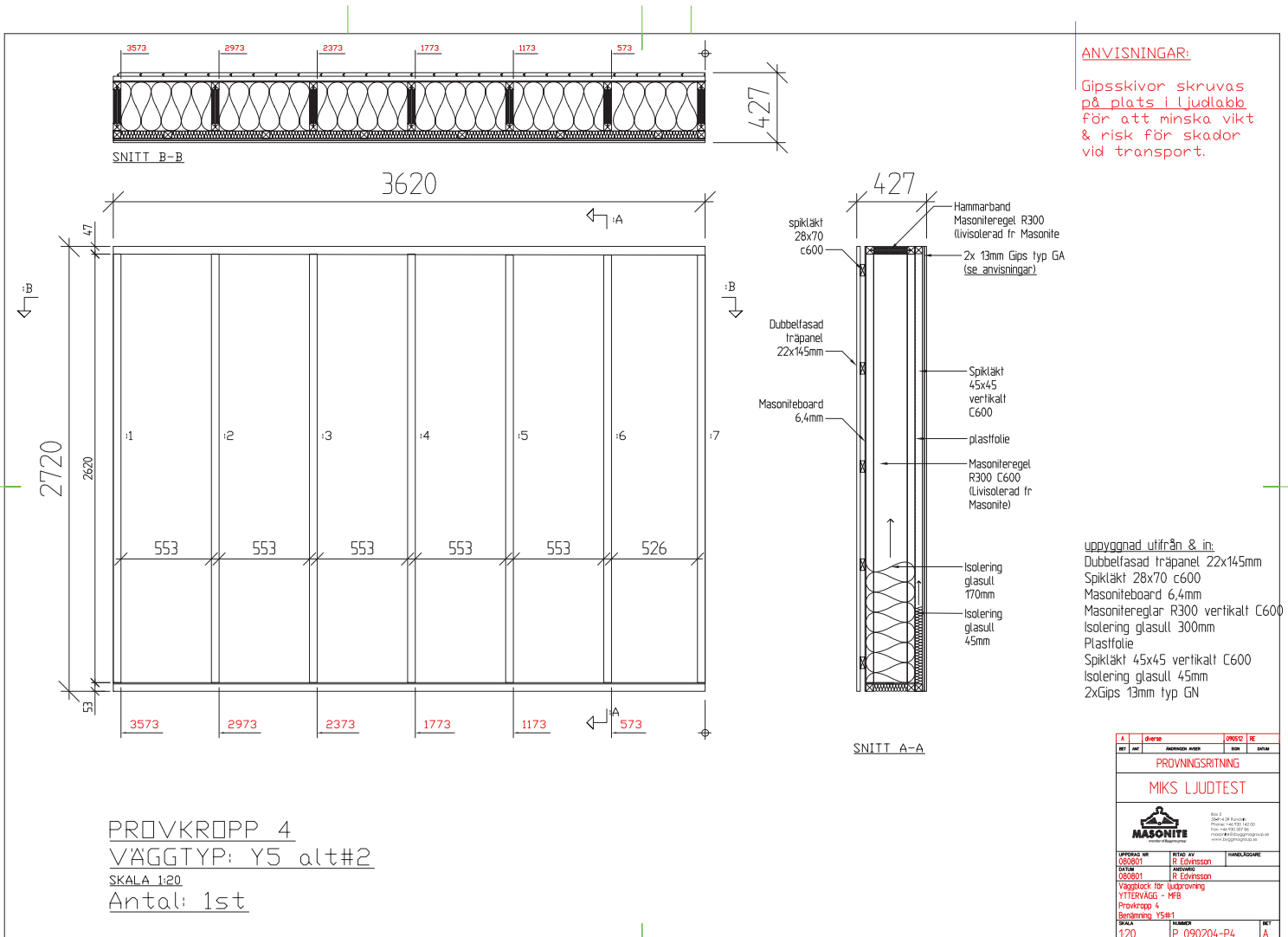
ANVISNINGAR:

Gipsskivor skruvas på plats i ljudlabb för att minska vikt & risk för skador vid transport.

uppbyggnad utifrån & in:
 Dubbelfasad träpanel 22x145mm
 Spiklakt 28x70 c600
 Masoniteboard 6,4mm
 Masonitereglar R300 vertikalt C600
 Isoleringsglasull 300mm
 Plastfolie
 Spiklakt 45x45 vertikalt C600
 Isoleringsglasull 45mm
 Gyproc AP-profil C400
 Isoleringsglasull 25mm
 2x Gips 13mm typ GN

PROVKROPP 3
 VÄGGTYP: Y5 alt#1
 SKALA 1:20
 Antal: 1st

A	Översikt	0902	RE
REF	ANVÄNDNING	OBJ	DATUM
Prövningsritning			
MIKS LJUDTEST			
			
UPPGIFTS NR 080801	PROJEKT R Edvansson	INVESTERING R Edvansson	
Vägghöck för ljudprovning YTTERVÄGG - WEB PROVKROPP 3 Beställning: Y5-Alt1			
SKALA 1:20	TRÄKKOD P 090204-P3	BLANK	REF A



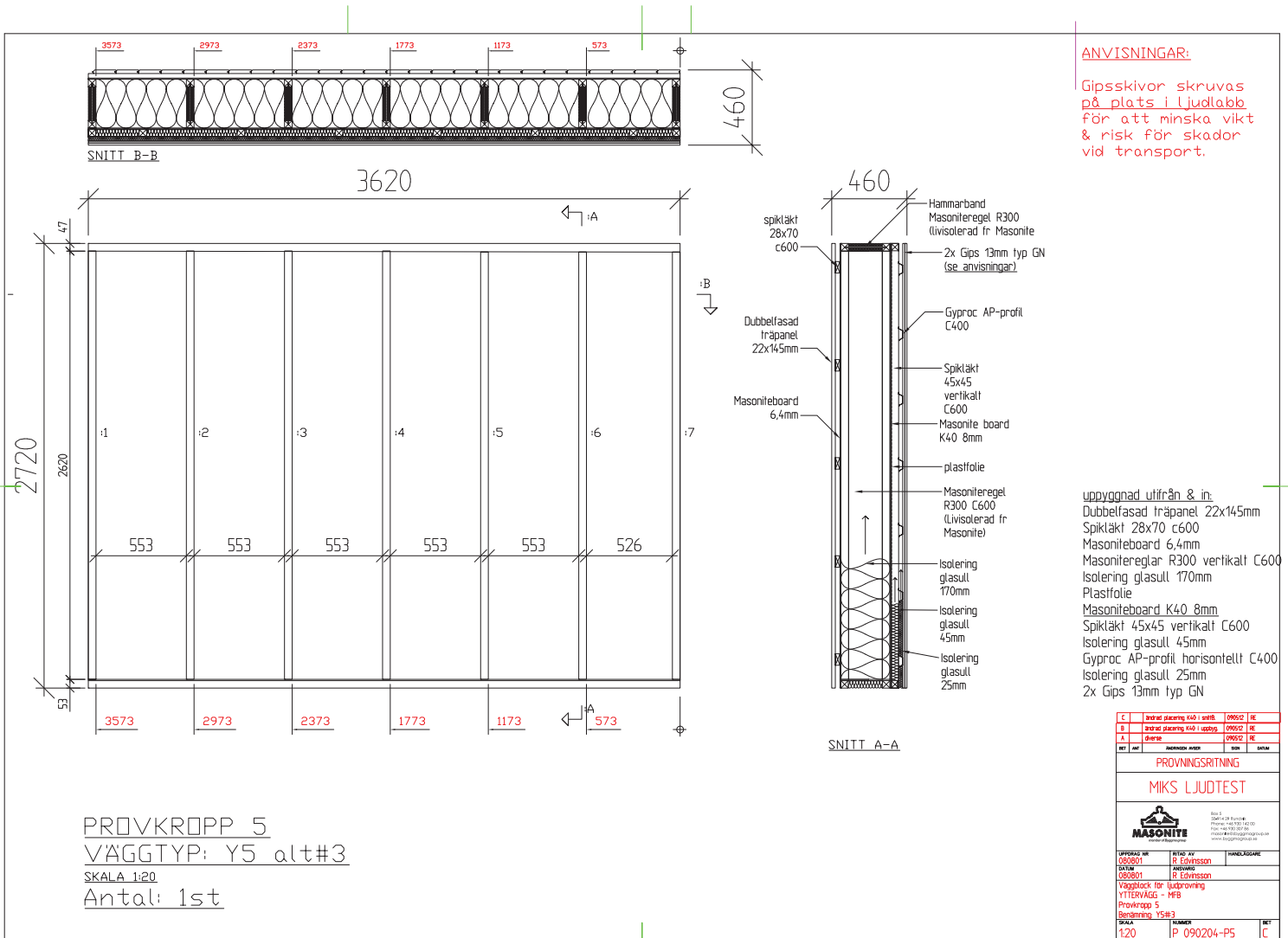
ANVISNINGAR:

Gipsskivor skruvas på plats i ljudlabb för att minska vikt & risk för skador vid transport.

uppbyggnad utifrån & in:
 Dubbelfasad träpanel 22x145mm
 Spikläkt 28x70 c600
 Masoniteboard 6,4mm
 Masonitereglar R300 vertikalt C600
 Isolering glasull 300mm
 Plastfolie
 Spikläkt 45x45 vertikalt C600
 Isolering glasull 45mm
 2xGips 13mm typ GN

PROVKROPP 4
 VÄGGTYP: Y5 alt#2
 SKALA 1:20
 Antal: 1st

A	Översikt	0902	RE
REF	REF	INSTRUKTION	REF
PROVNINGSRITNING			
MIKS LJUDTEST			
			
UPPGIFTS NR 080801	PROJEKTANT R Edvinsson	INVESTERING	
ÖSKILJE 080801 Vägghäcke för ljudprovning YTTRE/ÄGG - WEB Provkropp 4 Beställning: Y5-1st			
SKALA 1:20	TRÄKKOD P 090204-P4	REF	A



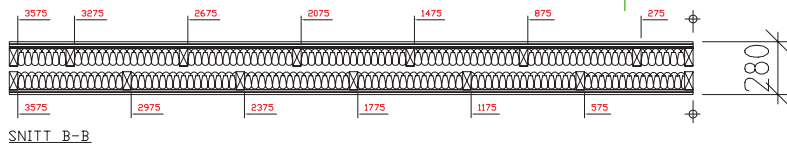
ANVISNINGAR:

Gipsskivor skruvas på plats i ljudlabb för att minska vikt & risk för skador vid transport.

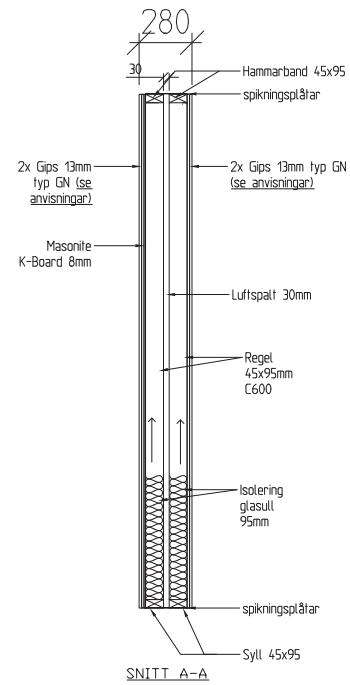
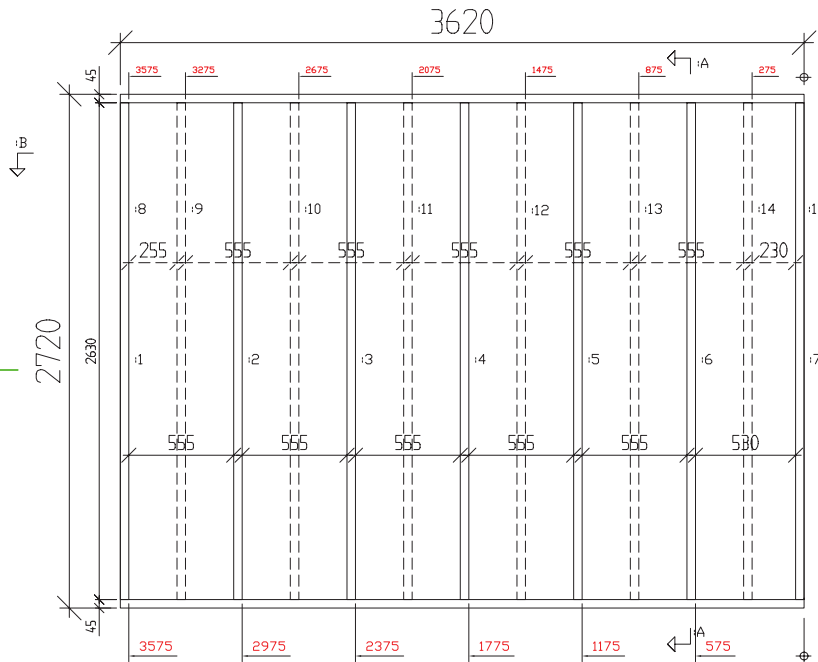
uppbyggnad utifrån & in:
 Dubbelfasad tråpanel 22x145mm
 Spikläkt 28x70 c600
 Masoniteboard 6,4mm
 Masonireglar R300 vertikalt C600
 Isolering glasull 170mm
 Plastfolie
 Masoniteboard K40 8mm
 Spikläkt 45x45 vertikalt C600
 Isolering glasull 45mm
 Gyproc AP-profil horisontellt C400
 Isolering glasull 25mm
 2x Gips 13mm typ GN

PROVKROPP 5
 VÄGGTYP: Y5 alt#3
 SKALA 1:20
 Antal: 1st

C	ändrad skarning 650 i snitt	0902	RE
B	ändrad skarning 450 i uppbyggnad	0902	RE
A	skarning	0902	RE
REV	ÄNDRA	REVIS	DATE
PROVNINGSRITNING			
MIKS LJUDTEST			
UPPGIFTS NR	PROJ. NR	INVESTERINGSFÖRETAG	
080801	R. Edvrisson		
DATE	REVISOR		
080801	R. Edvrisson		
Väggblock för utprovning			
YTTERKÄG - VEG			
Provkropp 5			
Bordning: Y5 alt#3			
SKALA	TRÄKKOD	REV	
1:20	P 090204-P5	C	



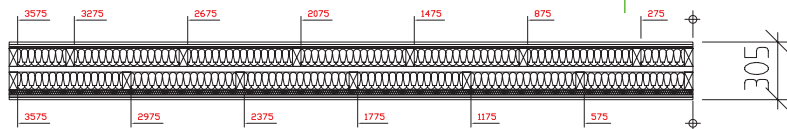
ANVISNINGAR:



uppbyggnad vänster till höger:
 2x Gips 13mm typ GN
 Masoniteboard K40 8mm
 Reglar vertikalt 45x95mm c600
 Isolering glasull 95mm
 30mm luftspalt
 Reglar vertikalt 45x95mm c600
 Isolering glasull 95mm
 2x Gips 13mm typ GN

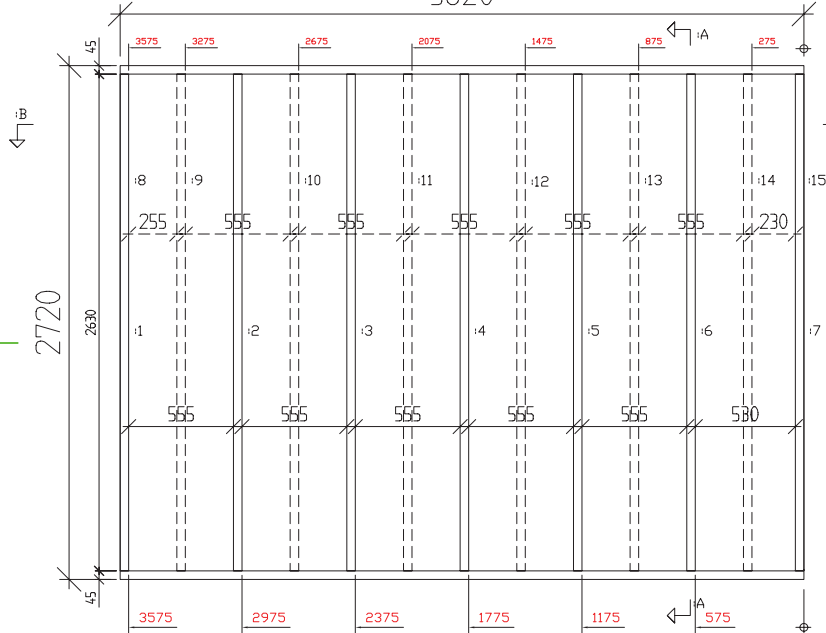
PROVKROPP 6
 VÄGGTYP: IV1
 SKALA 1:20
 Antal: 1st

B	regl 45x95 ut för 45/70	090203	RE
A	gips	090202	RE
BET	ART	INNEBUDEN AVSER	SOB
PROVNINGSRITNING			
MIKS LJUDTEST			
			
UPPDRAG NR	PROJ. NR	INVESTERING	
080801	R Edvansson		
DATE	REVISOR		
080801	R Edvansson		
Väggblock för ljudprovning			
LÅGENETSOLJANKE VÄGG - MFB			
Provkrupp 6			
Bordning IV1			
SKALA	NUMER	BET	
1:20	P 090204-P6	B	



SNITT B-B

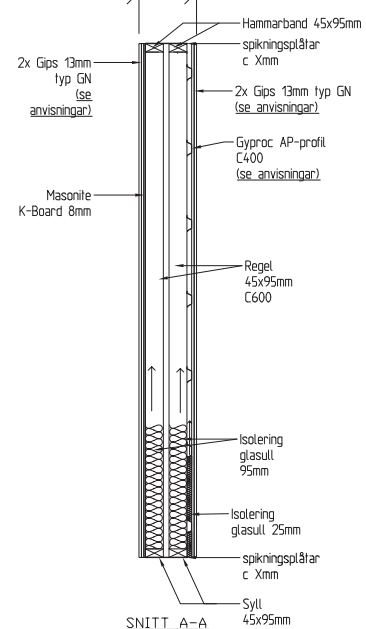
3620



2720

305

305



SNITT A-A

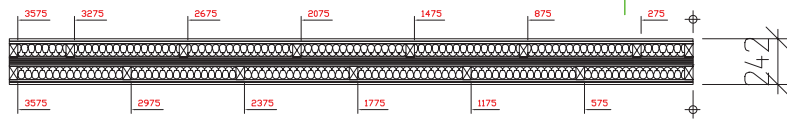
ANVISNINGAR:

Gipsskivor på sidan med ap-profil skruvas på plats i ljudlabb för att minska vikt & risk för skador vid transport.

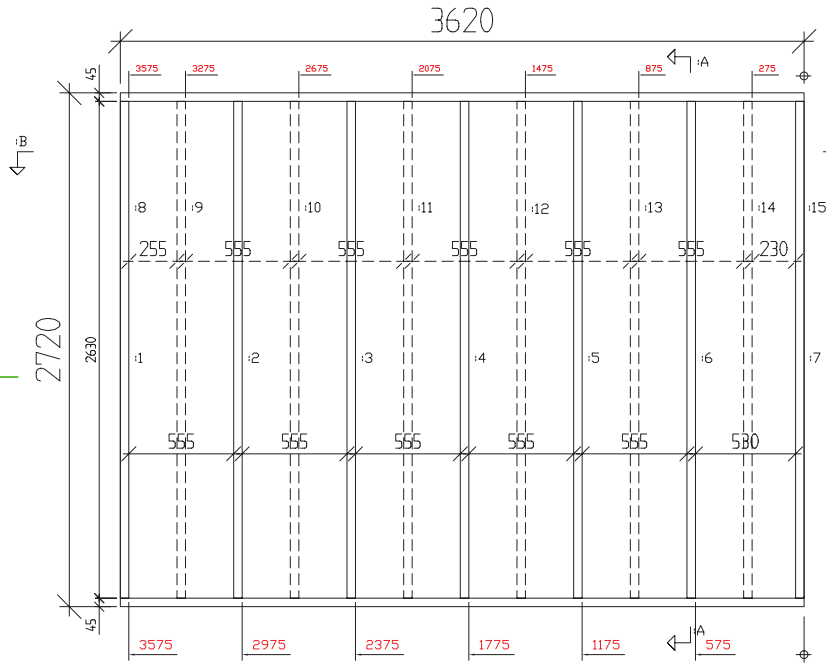
uppbyggd vänster till höger:
 2x Gips 13mm typ GN
 Masoniteboard K40 8mm
 Reglar vertikalt 45x95mm c600
 Isolering glasull 95mm
 30mm lufispalt
 Reglar vertikalt 45x95mm c600
 Isolering glasull 95mm
 Gyproc AP-profil horisontellt c400
 Isolering glasull 25mm
 2x Gips 13mm typ GN

PROVKROPP 7
 VÄGGTYP: IV2
 SKALA 1:20
 Antal: 1st

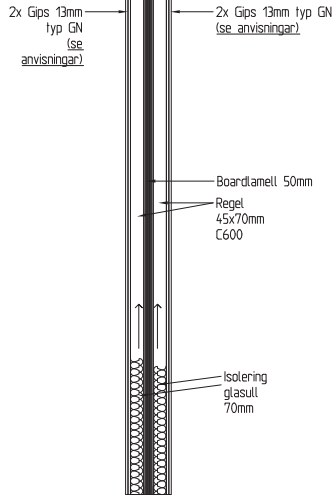
B	regl 45x95 ut för 45/70	09020	RE
A	gips	0902	RE
BET	ART	INNEHÅLLSNUMR	BYTT DATUM
PROVNINGSRITNING			
MIKS LJUDTEST			
			
UPPGIFTS NR	PROJ. NR	INNEHÅLLSNUMR	
080801	R Edvinsson	09020	
DATUM	ANSÖKARE	BYTT	
080801	R Edvinsson	0902	
Väggblock för ljudprovning			
LÅGNETTSKALLANDE VÄGG - MFB			
Provskropp 7			
Bordning IV2			
SKALA	NUMR	BET	
1:20	P 090204-P7	B	



SNITT B-B



242



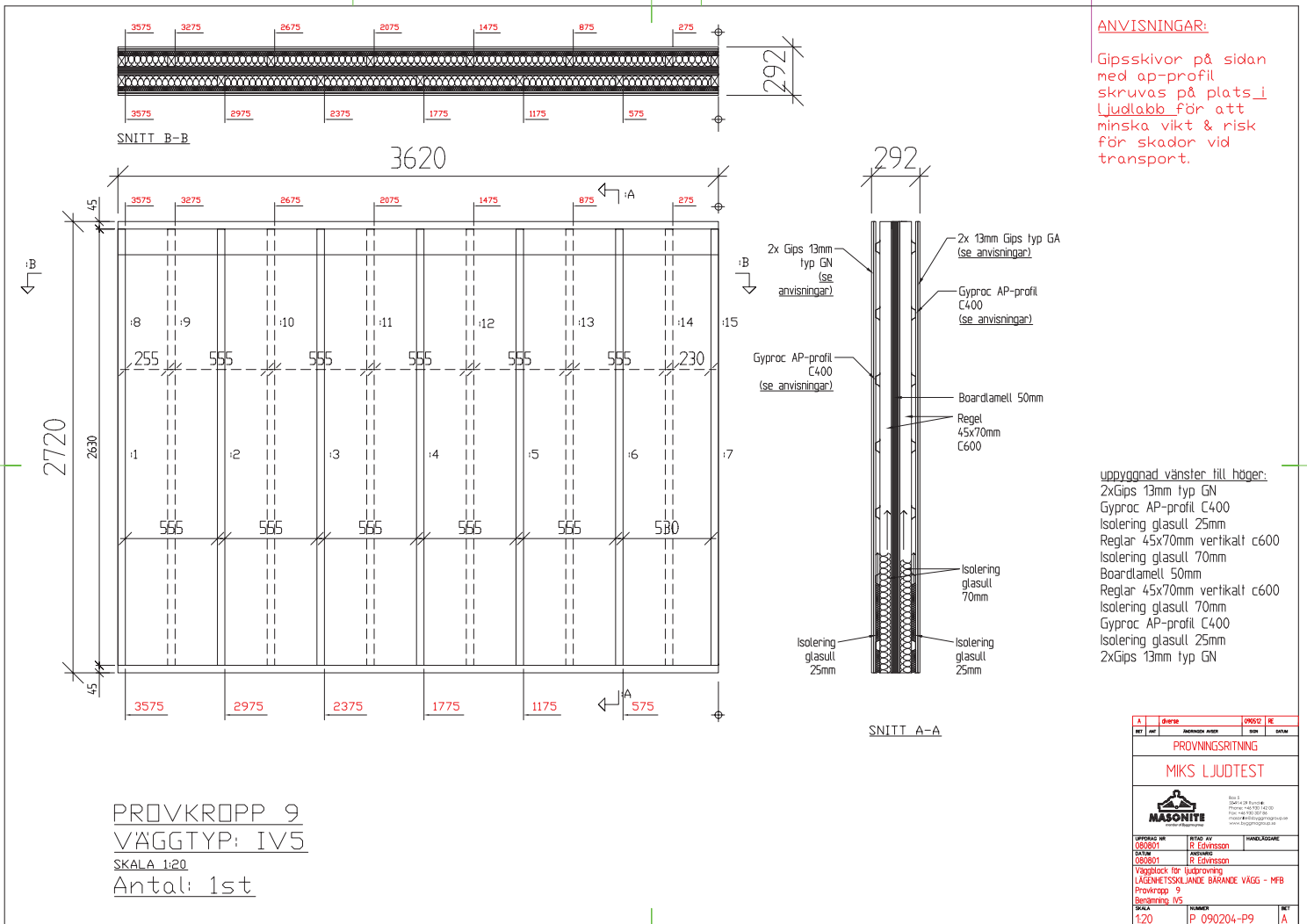
SNITT A-A

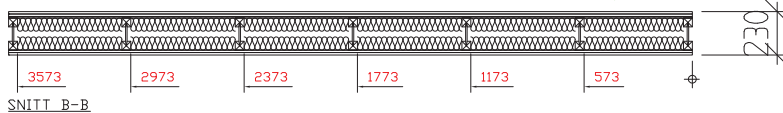
ANVISNINGAR:
Alla skivor monteras i elementfabrik.

uppbyggnad vänster till höger:
2xGips 13mm typ GN
Reglar 45x70mm vertikalt c600
Isolering glasull 70mm
Boardlamell 50mm
Reglar 45x70mm vertikalt c600
Isolering glasull 70mm
2xGips 13mm typ GN

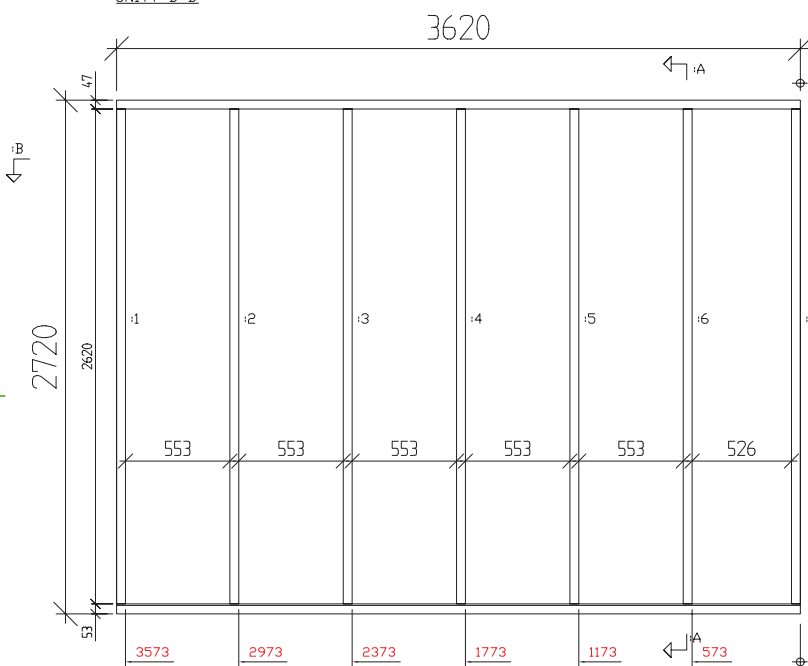
PROVKROPP 8
VÄGGTYP: IV4
SKALA 1:20
Antal: 1st

A	Övers	0902	RE
BET	ART	INNEHÅLLSÄTT	ÖVR
PROVNINGSRITNING			
MIKS LJUDTEST			
			
UPPGÄVS NR 080801	PROJEKTANT R Edvinsson	INVESTERING	
ÖSKILJA Vägblock för utprovning LÅGENETSÖLJANDE VÄGG - MFB Provkropp 8 Beskrivning IV4			
SKALA 1:20	NUMMER P 090204-P8	BET A	





SNITT B-B

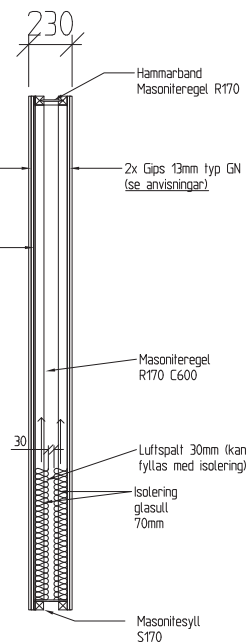


2720

3620

3573 2973 2373 1773 1173 573

PROVKROPP 10
 VÄGGTYP: IV7
 SKALA 1:20
 Antal: 1st



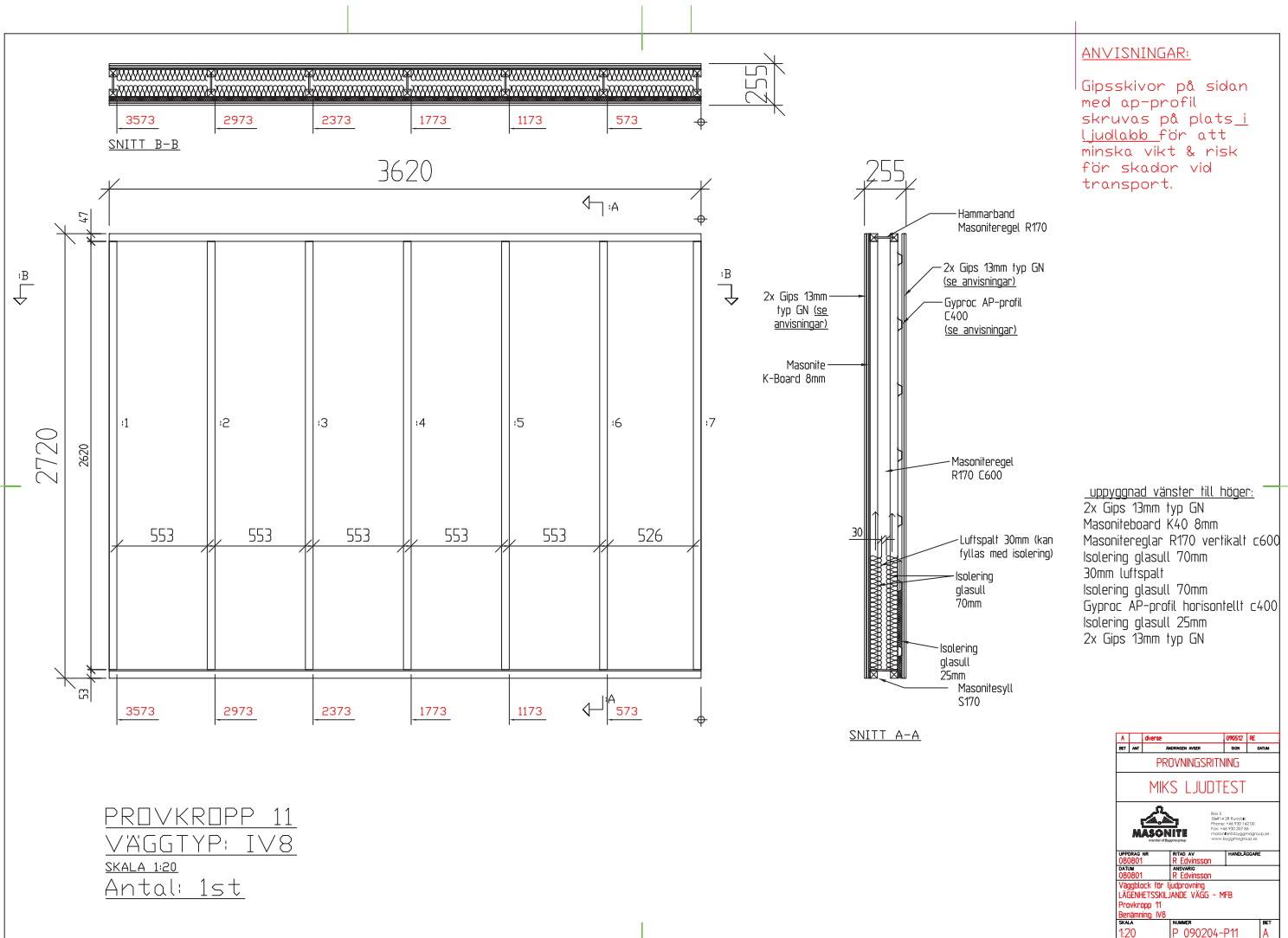
SNITT A-A

ANVISNINGAR:

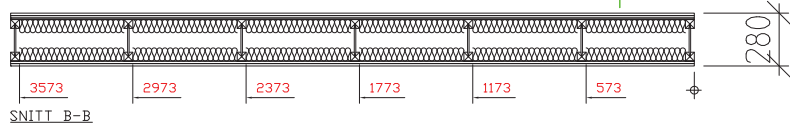
Alla skivor monteras i Elementfabrik.

uppbyggd vänster till höger:
 2x Gips 13mm typ GN
 Masoniteboard K40 8mm
 Masoniteregler R170 vertikalt c600
 Isolering glasull 70mm
 30mm luftspalt
 Isolering glasull 70mm
 2x Gips 13mm typ GN

A	Översikt	0902	RE
BET	ART	INNEHÅLLSNUMMER	BYGG
PROVNINGSRITNING			
MIKS LJUDTEST			
			
UPPGÄV NR 080801	PROJEKTANT R. Edvinsson	INNEHÅLLSNUMMER	
ÖSKA 080801	BYGGVÄRDE R. Edvinsson		
Väggblock för ljudprovning			
LJUDNETTSKLÄNDE VÄGG - MFB			
Provskropp 10			
Byggnadstyp IV7			
SKALA 1:20	NUMMER P 090204-P10	BET A	

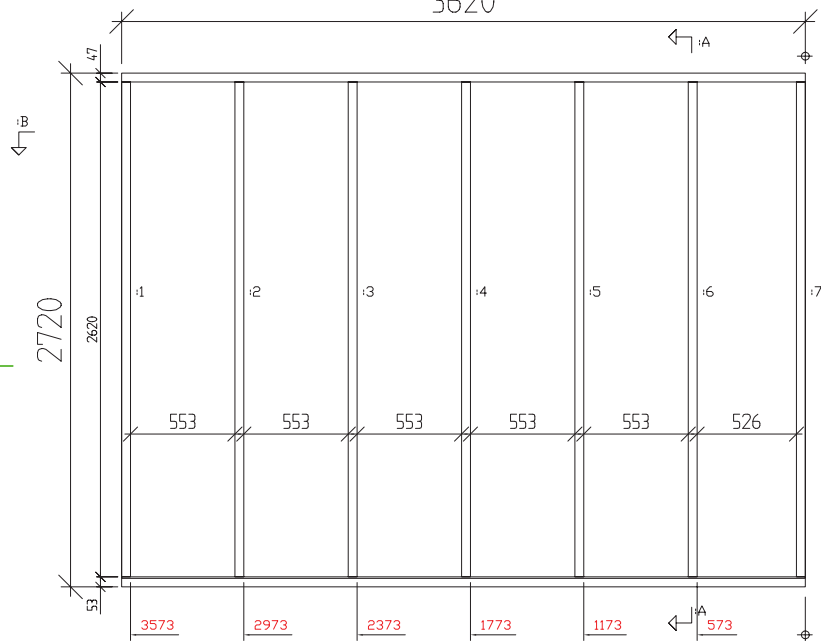


PROVKROPP 11
VÄGGTYP: IV8
SKALA 1:20
Antal: 1st



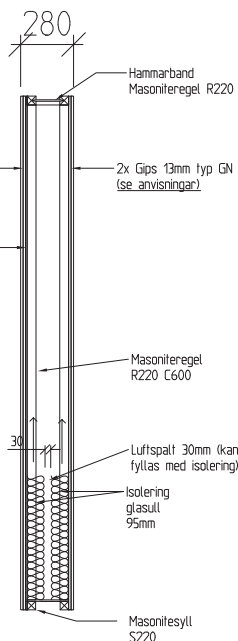
SNITT B-B

3620



2720

3573 2973 2373 1773 1173 573



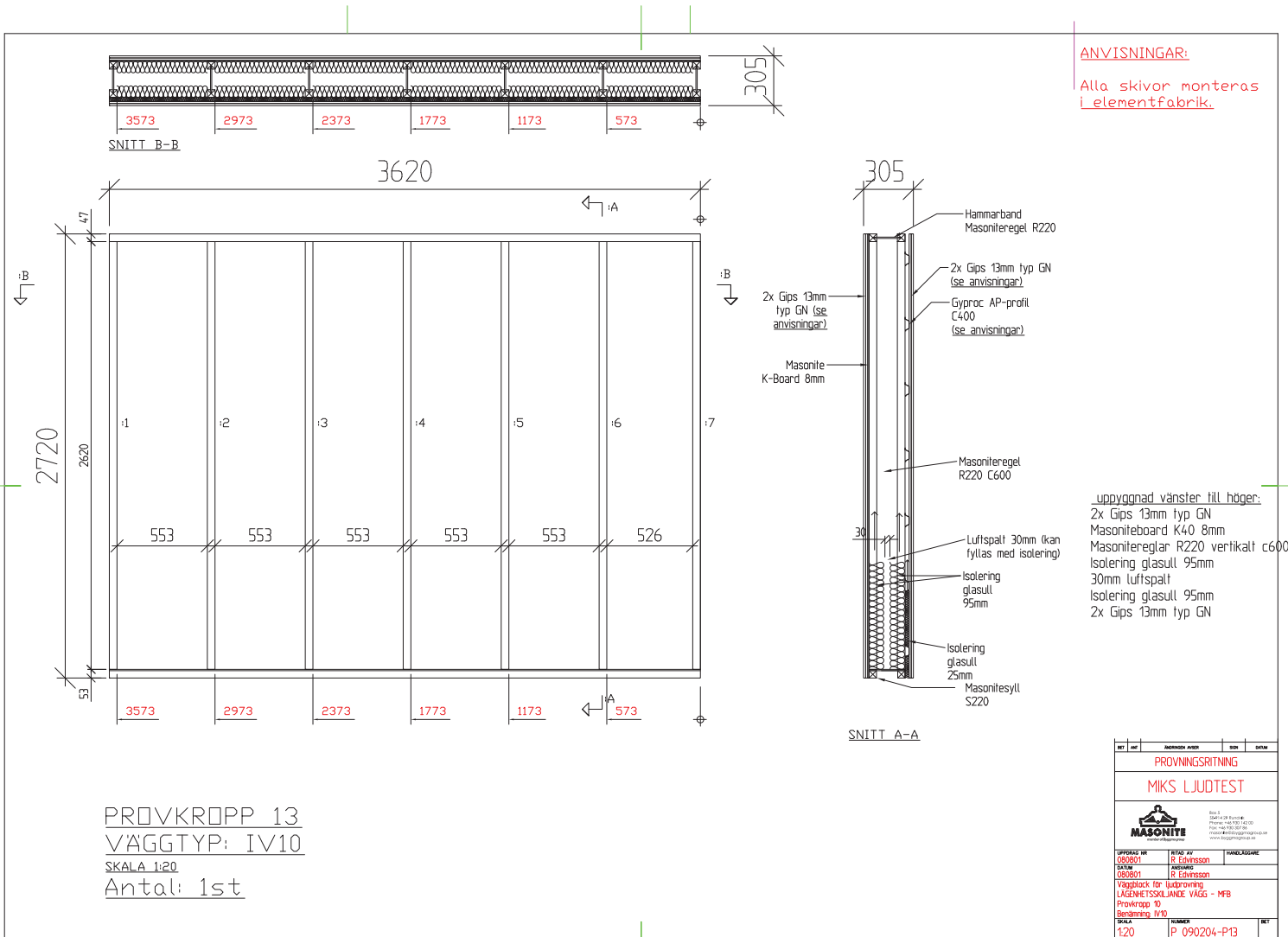
SNITT A-A

ANVISNINGAR:
Alla skivor monteras i Elementfabrik.

uppbyggd vänster till höger:
2x Gips 13mm typ GN
Masoniteboard K40 8mm
Masonitereglar R220 vertikalt c600
Isolering glasull 95mm
30mm luftspalt
Isolering glasull 95mm
2x Gips 13mm typ GN

PROVKROPP 12
VÄGGTYP: IV9
SKALA 1:20
Antal: 1st

REF	ART	BESKRIVNING	ENH	DATUM
PROVNINGSRITNING				
MIKS LJUDTEST				
				
UPPDRAG NR	PROJ. AV	INVESTERARE	INVESTERINGEN	
080801	R. Edvinsson	R. Edvinsson		
VÄGGBLOCK för ljudprovning LÅGNETTSKLÄNDE VÄGG - MFB Provkropp 10 Beskrivning IV9				
SKALA	NUMMER	REF		
1:20	P 090204-P12			



PROVKROPP 13
 VÄGGTYP: IV10
 SKALA 1:20
 Antal: 1st

ANVISNINGAR:
 Alla skivor monteras
 i Elementfabrik.

uppbyggd vänster till höger:
 2x Gips 13mm typ GN
 Masoniteboard K40 8mm
 Masoniteregel R220 vertikalt c600
 Isolering glasull 95mm
 30mm luftspalt
 Isolering glasull 95mm
 2x Gips 13mm typ GN

REF	ART	BESKRIVNING	ENH	ANTAL	REVISION
PROVNINGSRITNING					
MIKS LJUDTEST					
					
UPPGÄV NR	080801	PROJEKT	R. Edrissson	INVESTERING	
DATE	080801	PROJEKT	R. Edrissson	BYGGNING	
Väggblock för ljudprovning					
LÅGNETSKLÄNDE VÄGG - MFB					
Provskropp 10					
Breddning IV10					
SKALA	1:20	NUMMER	P 090204-P13	SET	



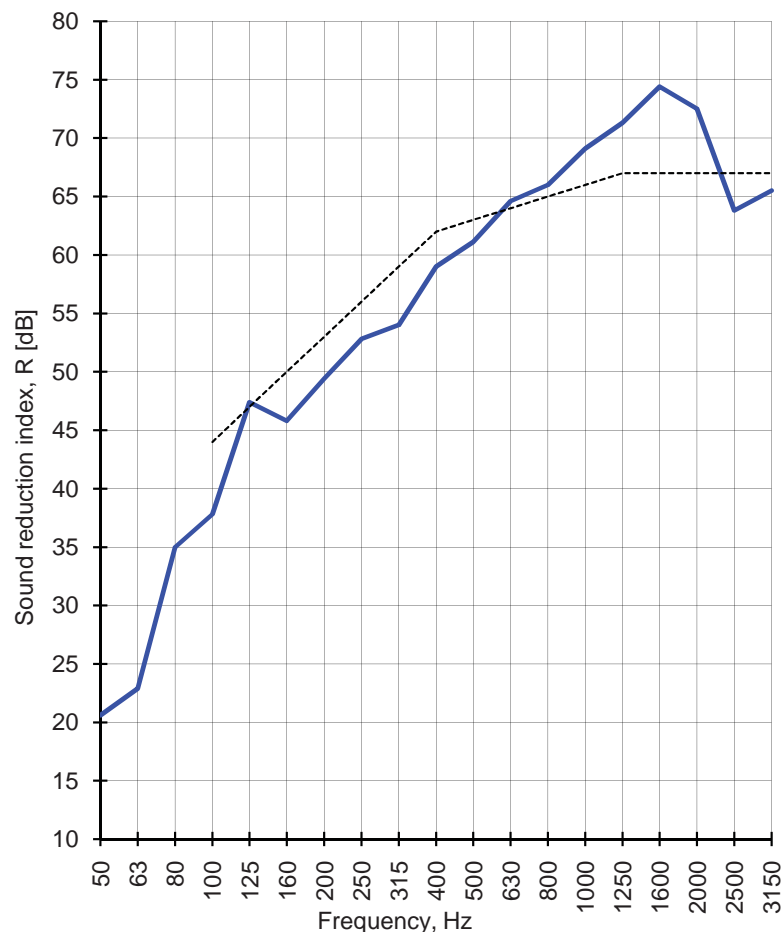
Laboratory measurements of sound insulation of building elements according to ISO 140-3

Manufacturer:	Masonite Beams AB	Curve sheet:	A01
Client:	Masonite Beams AB	Air humidity	%
Object:	MFB denotion, IV8	Air temperature	°C
Meas. Date	6/16/2009	Sending room volume:	m3
Place:	Skultorp	Receiving room volume	200 m3
Meas. Operator	Klas Hagberg	Separating area	9.8 m2

Construction: wall no, IV8: 2x gypsum 13mm type GN, masonite board K40 8 mm and beam R170
vert c600, iso glass wool 70mm, 30mm airspace, glass wool 70mm, Gyproc AP
hor c400, iso glass wool 25mm, 2x gypsum 13mm type GN

Comment: Compare to drawing, no isolation in space between acoustic profiles

f (Hz)	R (dB)
50	20.6
63	22.9
80	35.0
100	37.8
125	47.4
160	45.8
200	49.4
250	52.8
315	54.0
400	59.0
500	61.1
630	64.6
800	66.0
1000	69.1
1250	71.3
1600	74.4
2000	72.5
2500	63.8
3150	65.5



Evaluation according to SS-EN ISO 717/1

$R_w = 63$ dB $(C_{50-3150}; C_{tr,50-3150}) = (-8; -21)$
 $R_w + C_{50-3150} = 55$ dB

Testreport: 545089

lab.: ÅF-Ingemansson

Date: 9/13/2009

Sign.: KHG



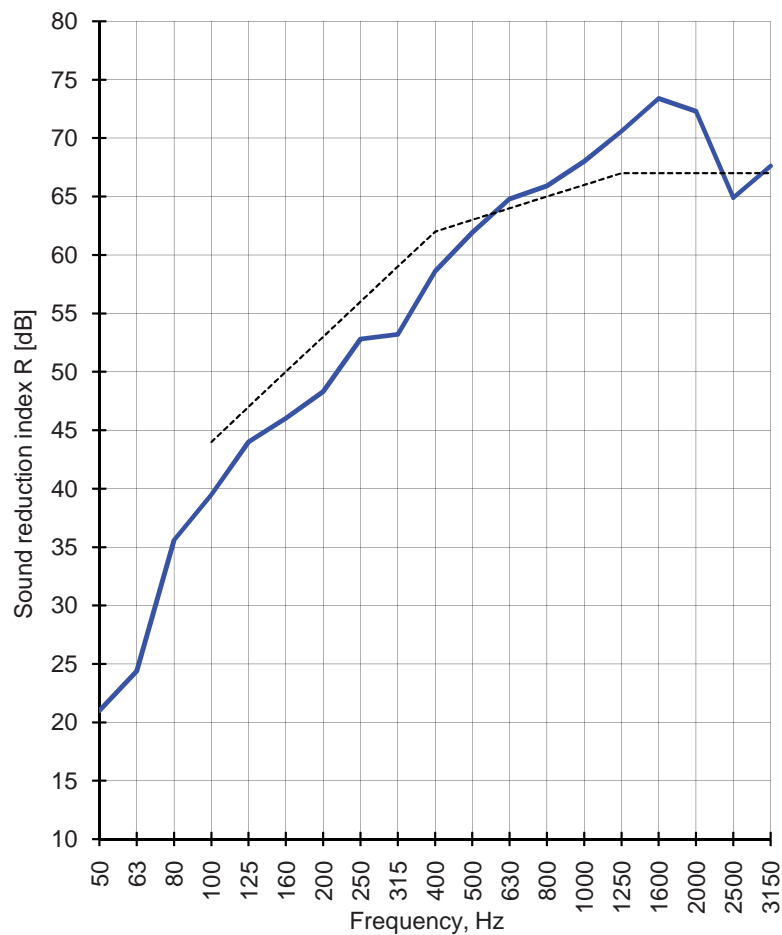
Laboratory measurements of sound insulation of building elements according to ISO 140-3

Manufacturer: Masonite Beams AB
Client: Masonite Beams AB
Object: MFB denotation, IV8 particle
Meas. Date: 6/16/2009
Place: Skultorp
Meas. Operator: Klas Hagberg

Curve sheet: A02
Air humidity: 0 %
Air temperature: 0 °C
Sending room volume: 0 m3
Receiving room volume: 200 m3
Separating area: 9.8 m2

Construction: wall no, IV8 particle: 2x gypsum 13mm type GN, masonite board K40 8 mm and beam R170 vert c600, iso glass wool 70mm, 30mm airspace, glass wool 70mm, Gyproc AP hor c400, iso glass wool 25mm, particle board 12 mm, gypsum 13mm type GN
Comment: Compare to drawing, no isolation in space between acoustic profiles

f (Hz)	R (dB)
50	21.0
63	24.4
80	35.6
100	39.5
125	44.0
160	46.0
200	48.3
250	52.8
315	53.2
400	58.6
500	61.9
630	64.8
800	65.9
1000	68.0
1250	70.6
1600	73.4
2000	72.3
2500	64.9
3150	67.6



Evaluation according to SS-EN ISO 717/1

$R_w = 63$ dB $(C_{50-3150}; C_{tr,50-3150}) = (-7; -20)$
 $R_w + C_{50-3150} = 56$ dB

Testreport: 545089 lab.: ÅF-Ingemansson
Date: 9/13/2009 Sign.: KHG



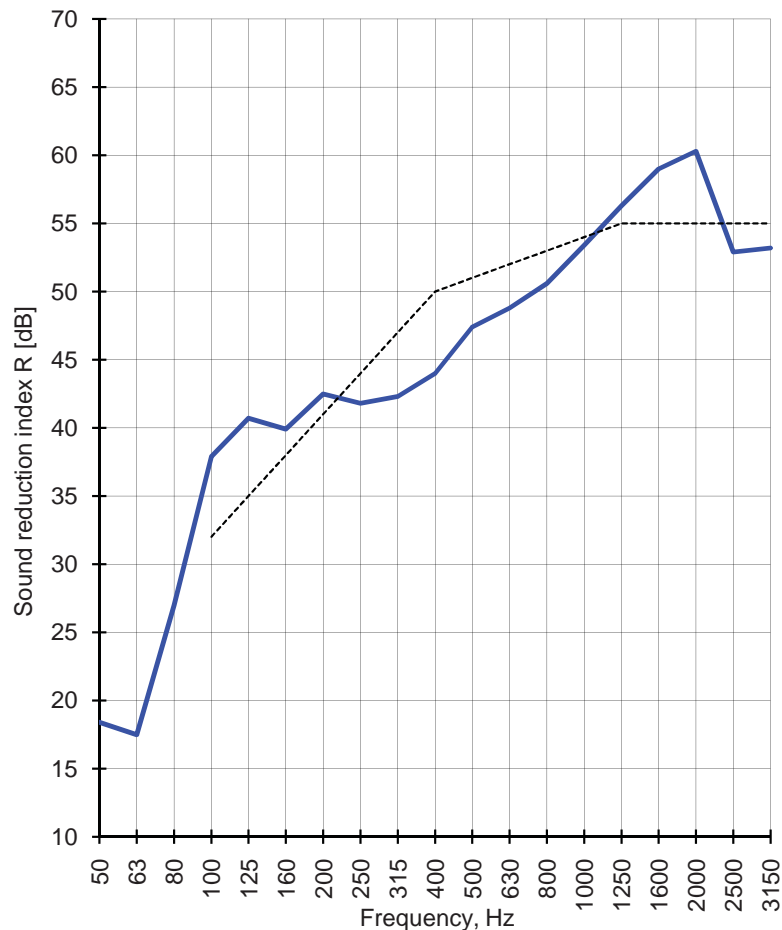
Laboratory measurements of sound insulation of building elements according to ISO 140-3

Manufacturer:	Masonite Beams AB	Curve sheet:	A03
Client:	Masonite Beams AB	Air humidity:	%
Object:	MFB denotation, IV7	Air temperature:	°C
Meas. Date:	6/16/2009	Sending room volume:	m3
Place:	Skultorp	Receiving room volume:	200 m3
Meas. Operator:	Klas Hagberg	Separating area:	9.8 m2

Construction: Wall no IV7: 2x gypsum 13mm type GN, masonite board K40 8 mm and beam R170 vert c600, iso stone wool 70mm, 30mm air space, iso stone wool 70mm, 2x gypsum 13mm type GN

Comment: Compare to drawing, stone wool instead of glass wool

f (Hz)	R (dB)
50	18.4
63	17.5
80	27.0
100	37.9
125	40.7
160	39.9
200	42.5
250	41.8
315	42.3
400	44.0
500	47.4
630	48.8
800	50.6
1000	53.4
1250	56.3
1600	59.0
2000	60.3
2500	52.9
3150	53.2



Evaluation according to SS-EN ISO 717/1

$R_w = 51$ dB $(C_{50-3150}; C_{tr,50-3150}) = (-3; -13)$
 $R_w + C_{50-3150} = 48$ dB

Testreport: 545089
Date: 9/13/2009

lab.: ÅF-Ingemansson
Sign.: KHG



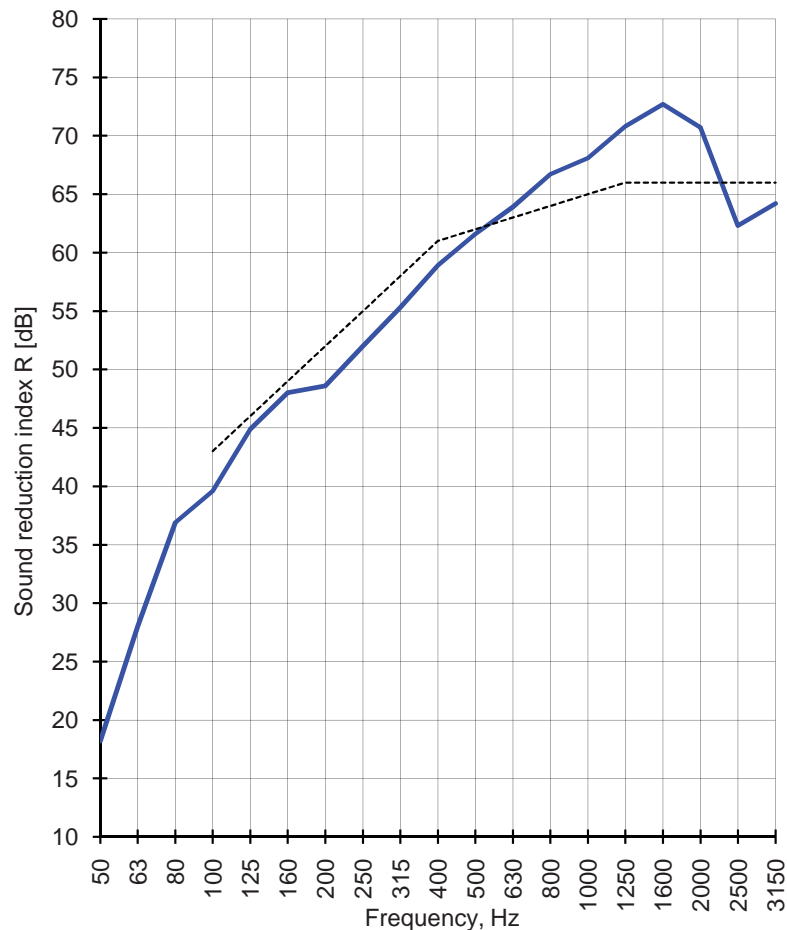
Laboratory measurements of sound insulation of building elements according to ISO 140-3

Manufacturer:	Masonite Beams AB	Curve sheet:	A04
Client:	Masonite Beams AB	Air humidity	%
Object:	MFB denotion, IV10	Air temperature	°C
Meas. Date	6/16/2009	Sending room volume:	m3
Place:	skultorp	Receiving room volume	200 m3
Meas. Operator	Klas Hagberg	Separating area	9.8 m2

Construction: Wall no IV10: 2x gypsum 13mm type GN, masonite board K40 8 mm and beam R220
vert c600, iso glass wool 95mm, 30mm air space iso glass wool 95mm, Gyproc AP
hor c400, 25 mm glass wool between AP, 2x gypsum 13mm type GN

Comment:

f (Hz)	R (dB)
50	18.2
63	28.0
80	36.9
100	39.6
125	44.9
160	48.0
200	48.6
250	52.0
315	55.3
400	58.9
500	61.6
630	63.9
800	66.7
1000	68.1
1250	70.8
1600	72.7
2000	70.7
2500	62.3
3150	64.2



Evaluation according to SS-EN ISO 717/1

$R_w = 62 \text{ dB}$ ($C_{50-3150}; C_{tr,50-3150}$) = (-7;-20)
 $R_w + C_{50-3150} = 55 \text{ dB}$

Testreport: 545089 lab.: ÅF-Ingemansson
Date: 9/13/2009 Sign.: KHG



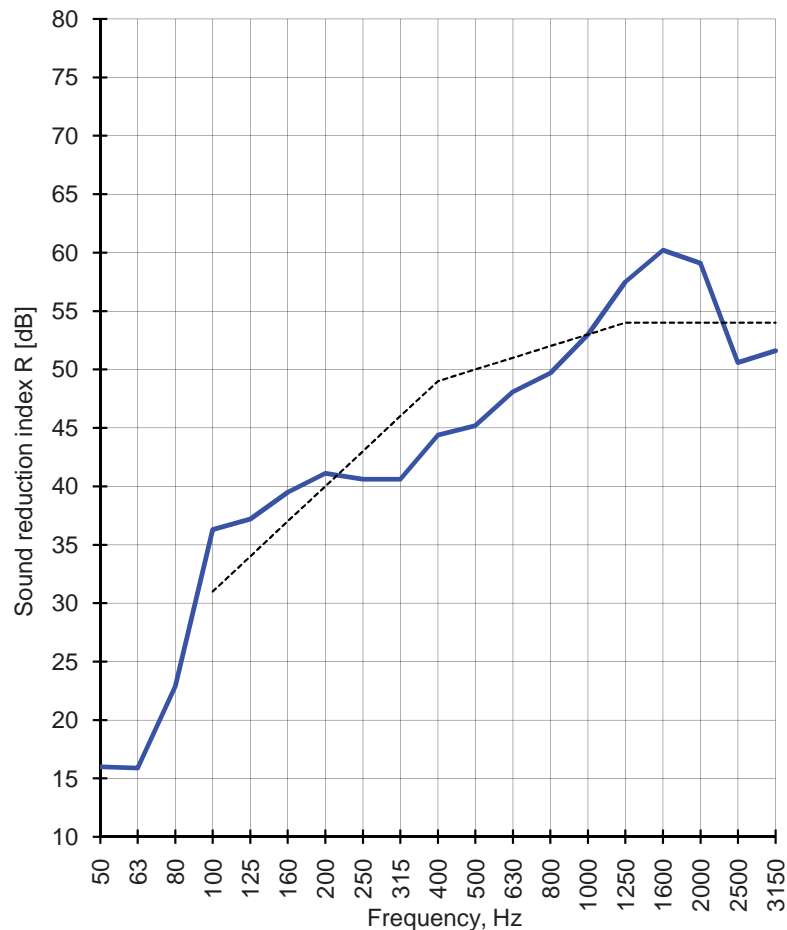
Laboratory measurements of sound insulation of building elements according to ISO 140-3

Manufacturer:	Masonite Beams AB	Curve sheet:	A05
Client:	Masonite Beams AB	Air humidity	%
Object:	MFB denotation, IV9	Air temperature	°C
Meas. Date	6/16/2009	Sending room volume:	m ³
Place:	Skultorp	Receiving room volume	200 m ³
Meas. Operator	Klas Hagberg	Separating area	9.8 m ²

Construction: Wall no IV9: 2x gypsum 13mm type GN, masonite board K40 8 mm and beam R220
vert c600, iso glass wool 95mm, 30mm air space iso glass wool 95mm,
2x gypsum 13mm type GN,

Comment:

f (Hz)	R (dB)
50	16.0
63	15.9
80	22.9
100	36.3
125	37.2
160	39.5
200	41.1
250	40.6
315	40.6
400	44.4
500	45.2
630	48.1
800	49.7
1000	53.0
1250	57.5
1600	60.2
2000	59.1
2500	50.6
3150	51.6



Evaluation according to SS-EN ISO 717/1

$R_w = 50$ dB $(C_{50-3150}; C_{tr,50-3150}) = (-4; -14)$
 $R_w + C_{50-3150} = 46$ dB

Testreport: 545089 lab.: ÅF-Ingemansson
Date: 9/13/2009 Sign.: KHG



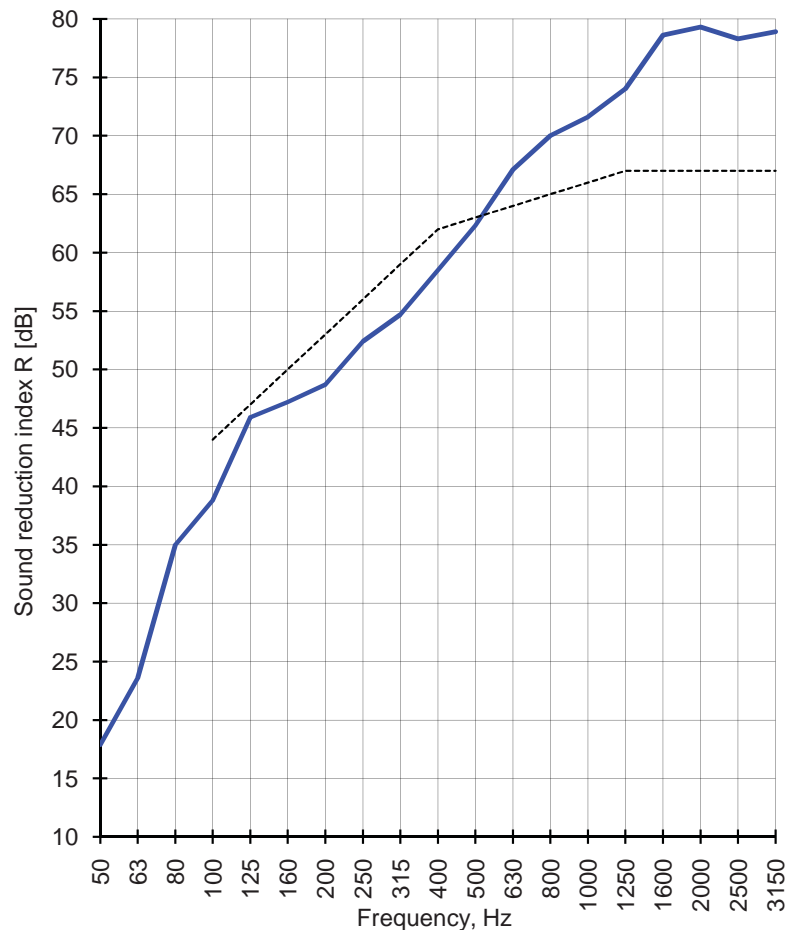
Laboratory measurements of sound insulation of building elements according to ISO 140-3

Manufacturer:	Masonite Beams AB	Curve sheet:	A06
Client:	Masonite Beams AB	Air humidity	%
Object:	MFB denotation, IV5	Air temperature	°C
Meas. Date	6/16/2009	Sending room volume:	m ³
Place:	Skultorp	Receiving room volume	200 m ³
Meas. Operator	Klas Hagberg	Separating area	9.8 m ²

Construction: Wall no IV5: 2x gypsum 13mm type GN, Gyproc AP c400, iso glass wool 25mm, studs 45x70mm vert c600, iso glass wool 70mm, board lamella 50mm, studs 45x70mm vert c600 iso glass wooll 70 mm, Gyproc AP c400, iso glass wool 25mm, 2x gypsum 13mm type GN

Comment:

f (Hz)	R (dB)
50	17.9
63	23.6
80	35.0
100	38.8
125	45.9
160	47.2
200	48.7
250	52.4
315	54.7
400	58.5
500	62.3
630	67.1
800	70.0
1000	71.6
1250	74.0
1600	78.6
2000	79.3
2500	78.3
3150	78.9



Evaluation according to SS-EN ISO 717/1

$R_w \geq 63$ dB $(C_{50-3150}; C_{tr,50-3150}) = (-9; -22)$
 $R_w + C_{50-3150} \geq 54$ dB

Testreport: 545089 lab.: ÅF-Ingemansson
Date: 9/13/2009 Sign.: KHG



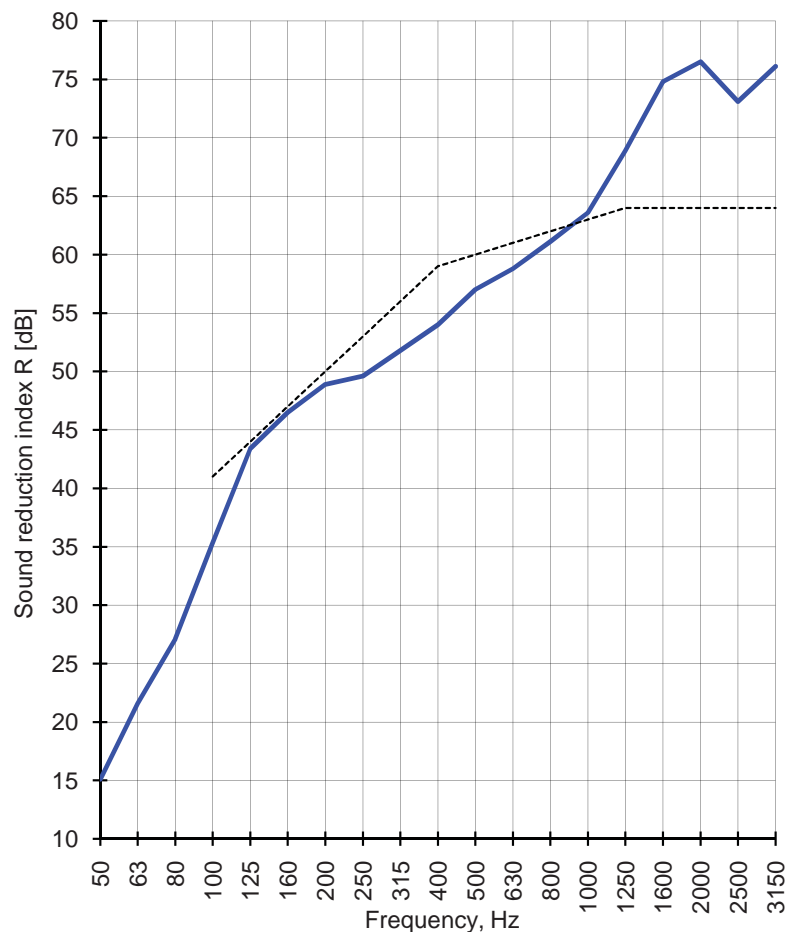
Laboratory measurements of sound insulation of building elements according to ISO 140-3

Manufacturer:	Masonite Beams AB	Curve sheet:	A07
Client:	Masonite Beams AB	Air humidity	%
Object:	MFB denotion, IV5 (modified)	Air temperature	°C
Meas. Date	6/16/2009	Sending room volume:	m3
Place:	Skultorp	Receiving room volume	200 m3
Meas. Operator	Klas Hagberg	Separating area	9.8 m2

Construction: Wall no IV5 (modified): 2x gypsum 13mm type GN, studs 45x70mm vert c600, iso glass wool 70mm, board lamella 50mm, studs 45x70mm vert c600, iso glass wooll 70 mm, Gyproc AP c400, iso glass wool 25mm, 2x gypsum 13mm type GN

Comment: Wall no IV5, however with acoustic profile only on one side

f (Hz)	R (dB)
50	15.1
63	21.6
80	27.1
100	35.3
125	43.4
160	46.5
200	48.9
250	49.6
315	51.8
400	54.0
500	57.0
630	58.8
800	61.1
1000	63.6
1250	68.9
1600	74.8
2000	76.5
2500	73.1
3150	76.1



Evaluation according to SS-EN ISO 717/1

$R_w \geq 60$ dB $(C_{50-3150}; C_{tr,50-3150}) = (-9; -22)$
 $R_w + C_{50-3150} \geq 51$ dB

Testreport: 545089 lab.: ÅF-Ingemansson
Date: 9/13/2009 Sign.: KHG



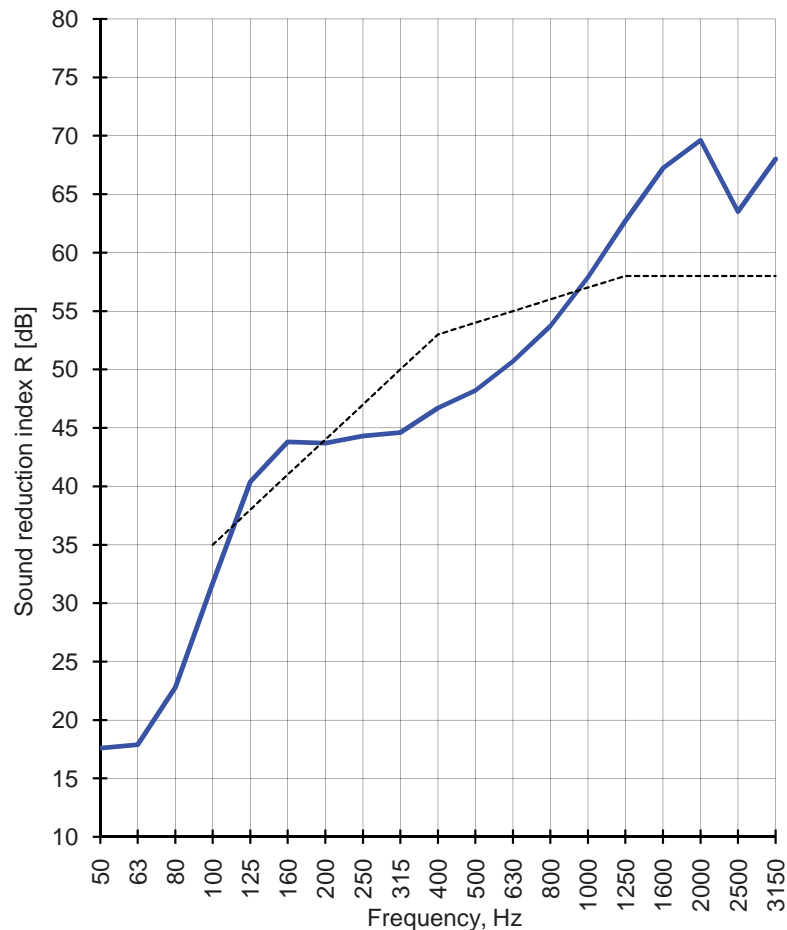
Laboratory measurements of sound insulation of building elements according to ISO 140-3

Manufacturer:	Masonite Beams AB	Curve sheet:	A08
Client:	Masonite Beams AB	Air humidity	%
Object:	MFB denotation, IV4	Air temperature	°C
Meas. Date	6/16/2009	Sending room volume:	m3
Place:	Skultorp	Receiving room volume	200 m3
Meas. Operator	Klas Hagberg	Separating area	9.8 m2

Construction: Wall no IV4: 2x gypsum 13mm type GN, studs 45x70mm vert c600, iso glas wool 70mm, board lamella 50mm, studs 45x70mm vert c600, iso glass wool 70 mm, 2x gypsum 13mm type GN

Comment:

f (Hz)	R (dB)
50	17.6
63	17.9
80	22.8
100	31.7
125	40.4
160	43.8
200	43.7
250	44.3
315	44.6
400	46.7
500	48.2
630	50.7
800	53.7
1000	57.9
1250	62.7
1600	67.2
2000	69.6
2500	63.5
3150	68.0



Evaluation according to SS-EN ISO 717/1

$R_w = 54$ dB $(C_{50-3150}; C_{tr,50-3150}) = (-5; -17)$
 $R_w + C_{50-3150} = 49$ dB

Testreport: 545089 lab.: ÅF-Ingemansson
Date: 9/13/2009 Sign.: KHG



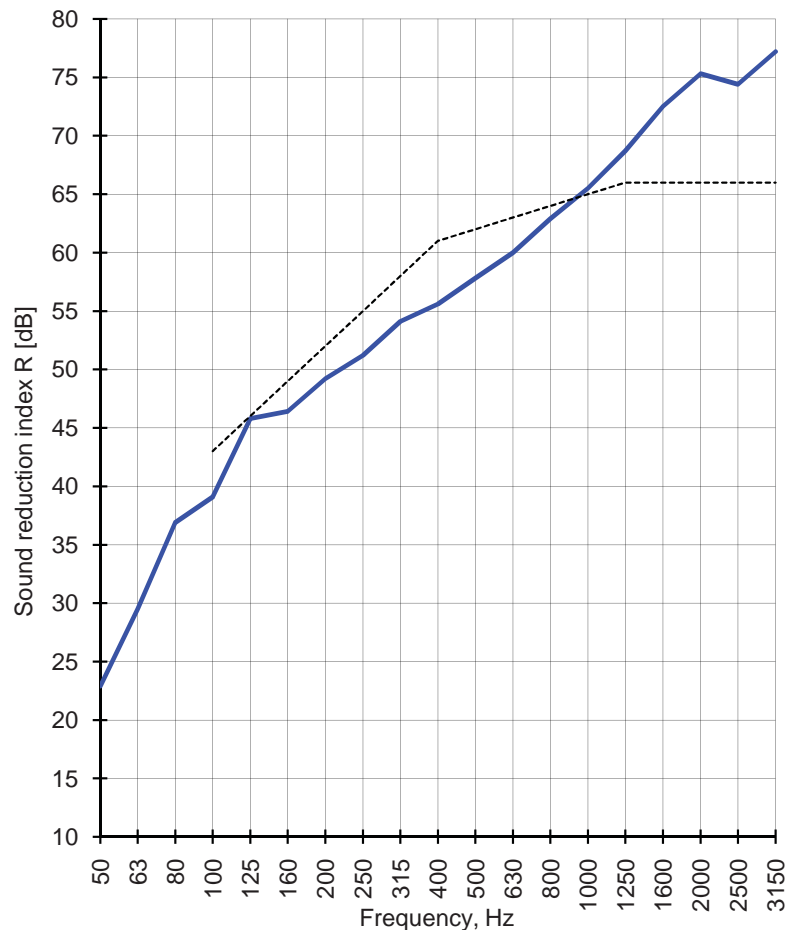
Laboratory measurements of sound insulation of building elements according to ISO 140-3

Manufacturer:	Masonite Beams AB	Curve sheet:	A09
Client:	Masonite Beams AB	Air humidity	%
Object:	MFB denotion, IV2	Air temperature	°C
Meas. Date	6/16/2009	Sending room volume:	m3
Place:	Skultorp	Receiving room volume	200 m3
Meas. Operator	Klas Hagberg	Separating area	9.8 m2

Construction: Wall no IV2 2x gypsum 13mm type GN, masonite board K40 8mm, studs vert 45x95 c600, iso glass wool 95 mm, 30 mm air space, studs vert 45x95mm c600, iso glas wool 95 mm, Gyproc AP hor c400, iso glass wool 25 mm, 2x gypsum 13mm type GN

Comment:

f (Hz)	R (dB)
50	22.9
63	29.5
80	36.9
100	39.1
125	45.8
160	46.4
200	49.2
250	51.2
315	54.1
400	55.6
500	57.8
630	60.0
800	62.9
1000	65.5
1250	68.7
1600	72.5
2000	75.3
2500	74.4
3150	77.2



Evaluation according to SS-EN ISO 717/1

$R_w \geq$	62 dB	$(C_{50-3150}; C_{tr,50-3150}) = (-5; -16)$
$R_w + C_{50-3150} \geq$	57 dB	

Testreport:	545089	lab.: ÅF-Ingemansson
Date:	9/13/2009	Sign.: KHG



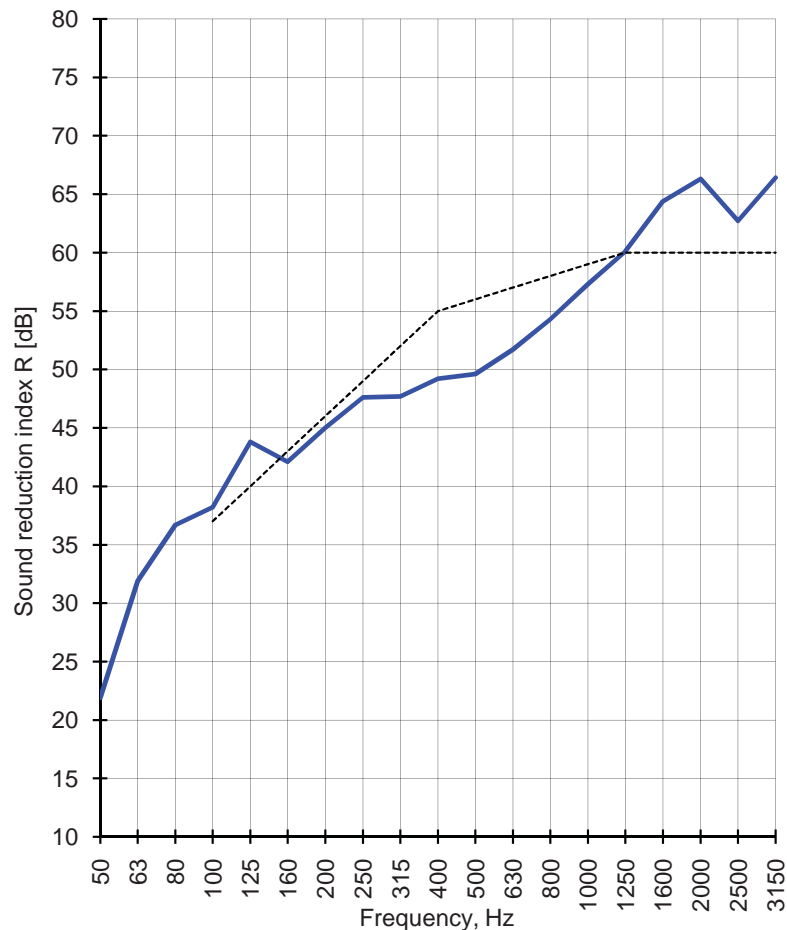
Laboratory measurements of sound insulation of building elements according to ISO 140-3

Manufacturer:	Masonite Beams AB	Curve sheet:	A10
Client:	Masonite Beams AB	Air humidity	%
Object:	MFB denotation, IV1	Air temperature	°C
Meas. Date	6/16/2009	Sending room volume:	m3
Place:	Skultorp	Receiving room volume	200 m3
Meas. Operator	Klas Hagberg	Separating area	9.8 m2

Construction: Wall no IV1: 2x gypsum 13mm type GN, masonite board K40 8mm, studs vert 45x95 c 600, iso glass wool 95 mm, 30 mm air space, studs vert 45x95mm c600, iso glass wool 95 mm, 2x gypsum 13mm type GN

Comment:

f (Hz)	R (dB)
50	21.9
63	31.9
80	36.7
100	38.2
125	43.8
160	42.1
200	45.0
250	47.6
315	47.7
400	49.2
500	49.6
630	51.7
800	54.3
1000	57.3
1250	60.1
1600	64.4
2000	66.3
2500	62.7
3150	66.4



Evaluation according to SS-EN ISO 717/1

$R_w \geq 56$ dB $(C_{50-3150}; C_{tr,50-3150}) = (-2; -11)$
 $R_w + C_{50-3150} \geq 54$ dB

Testreport: 545089 lab.: ÅF-Ingemansson
Date: 9/13/2009 Sign.: KHG



Laboratory measurements of sound insulation of building elements according to ISO 140-3

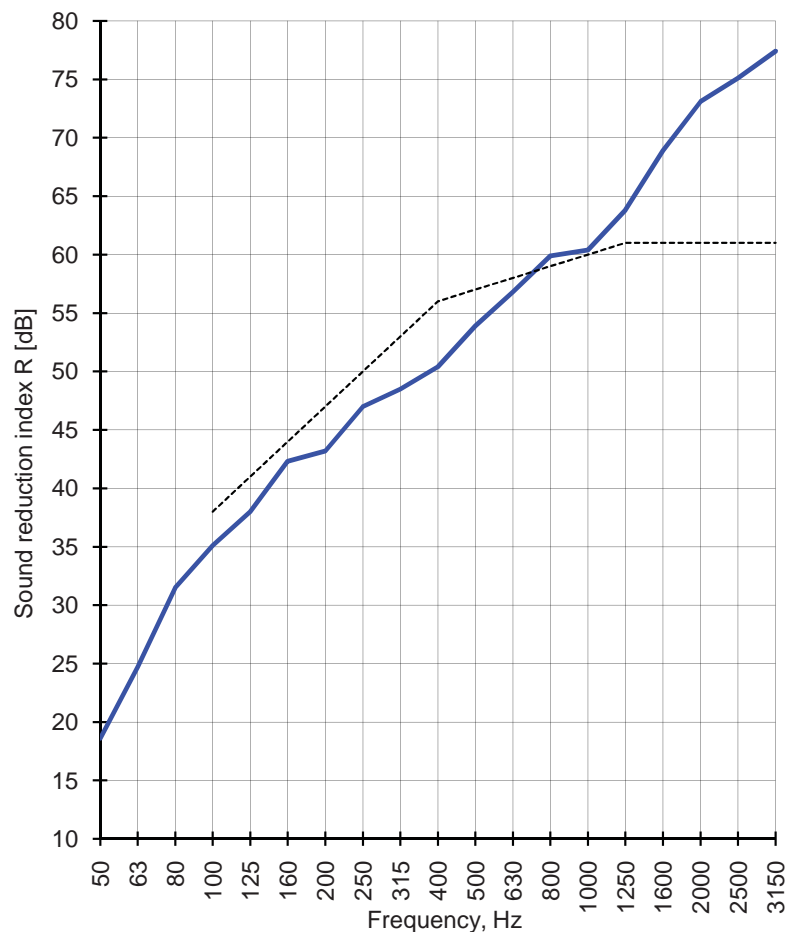
Manufacturer: Masonite Beams AB
Client: Masonite Beams AB
Object: MFB denotation, Y1
Meas. Date: 6/16/2009
Place: Skultorp
Meas. Operator: Klas Hagberg

Curve sheet: A11
Air humidity: %
Air temperature: °C
Sending room volume: m3
Receiving room volume: 200 m3
Separating area: 9.8 m2

Construction: Wall no Y1: Wooden panel 22x145mm, board 28x70 c600, masonite board 6,4 mm masonite beams R170 vert c600, iso glass wool 170mm, board lamella 36 mm, plastic folio, studs 45x45 vert c600, iso glass wool 45mm, Gyproc AP hor c400, iso glass wool 25mm, 2x gypsum 13mm type GN

Comment:

f (Hz)	R (dB)
50	18.6
63	24.7
80	31.5
100	35.1
125	38.0
160	42.3
200	43.2
250	47.0
315	48.5
400	50.4
500	53.9
630	56.8
800	59.9
1000	60.4
1250	63.8
1600	68.9
2000	73.1
2500	75.1
3150	77.4



Evaluation according to SS-EN ISO 717/1

$R_w \geq 57$ dB $(C_{50-3150}; C_{tr,50-3150}) = (-4; -16)$
 $R_w + C_{50-3150} \geq 53$ dB

Testreport: 545089 lab.: ÅF-Ingemansson
Date: 9/13/2009 Sign.: KHG



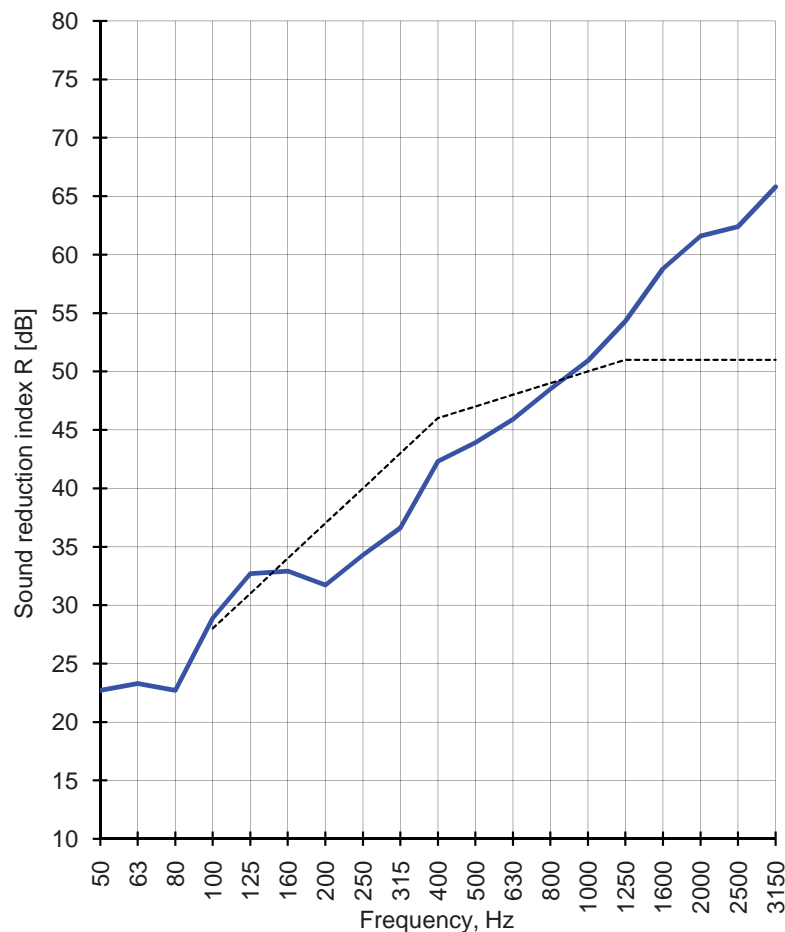
Laboratory measurements of sound insulation of building elements according to ISO 140-3

Manufacturer:	Masonite Beams AB	Curve sheet:	A12
Client:	Masonite Beams AB	Air humidity	%
Object:	MFB denotation, Y1_2	Air temperature	°C
Meas. Date	6/16/2009	Sending room volume:	m3
Place:	Skultorp	Receiving room volume	200 m3
Meas. Operator	Klas Hagberg	Separating area	9.8 m2

Construction: wall no Y1_2: Wooden panel 22x145mm, board 28x70 c600, masonite board 6,4 mm masonite beams R170 vert c600, iso glass wool 170mm, board lamella 40 mm, plastic folio studs 45x45 vert c600, iso glass wool 45mm, 2x gypsum 13mm type GN

Comment:

f (Hz)	R (dB)
50	22.7
63	23.3
80	22.7
100	28.9
125	32.7
160	32.9
200	31.7
250	34.3
315	36.6
400	42.3
500	43.9
630	45.9
800	48.5
1000	50.9
1250	54.3
1600	58.8
2000	61.6
2500	62.4
3150	65.8



Evaluation according to SS-EN ISO 717/1

$R_w \geq 47$ dB $(C_{50-3150}; C_{tr,50-3150}) = (-2; -9)$
 $R_w + C_{50-3150} \geq 45$ dB

Testreport: 545089 lab.: ÅF-Ingemansson
Date: 9/13/2009 Sign.: KHG



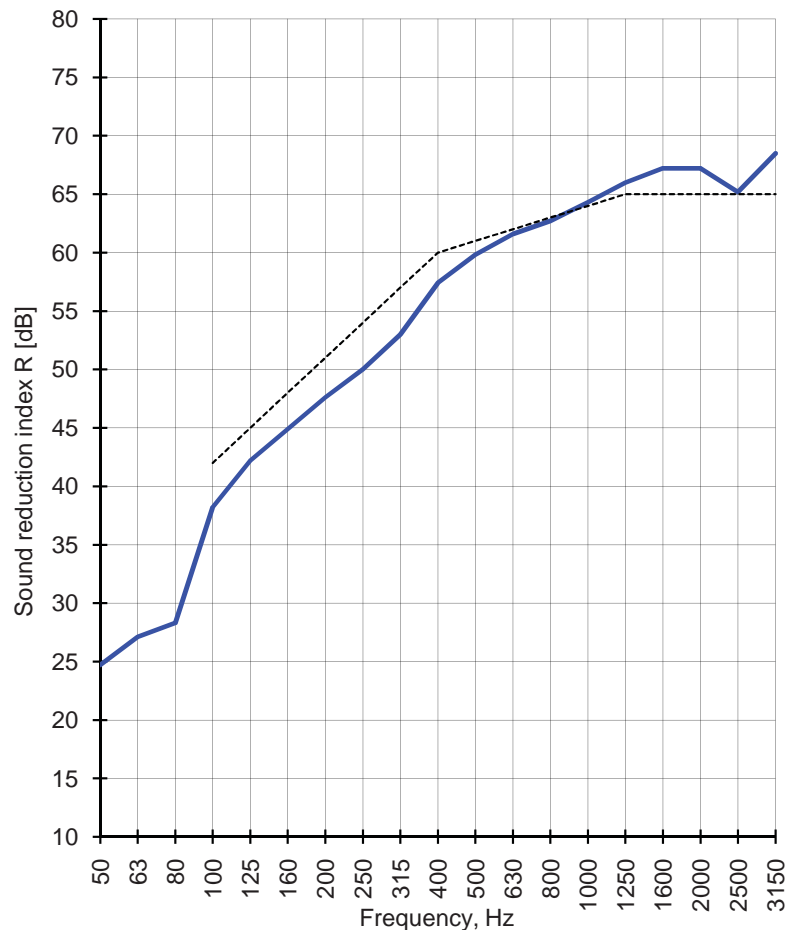
Laboratory measurements of sound insulation of building elements according to ISO 140-3

Manufacturer:	Masonite Beams AB	Curve sheet:	A13
Client:	Masonite Beams AB	Air humidity	%
Object:	MFB denotation, Y5_1	Air temperature	°C
Meas. Date	8/3/2009	Sending room volume:	m3
Place:	Skultorp	Receiving room volume	200 m3
Meas. Operator	Klas Hagberg	Separating area	9.8 m2

Construction: Wall no Y5_1: Wooden panel 22x145mm, board 28x70 c600, masonite board 6,4 mm masonite beams R300 vert c600, iso glass wool 300mm, plastic folio, studs 45x45 vert c600, iso glass wool 45mm, Gyproc AP hor c400, iso glass wool 25 mm 2x gypsum 13mm type GN

Comment:

f (Hz)	R (dB)
50	24.7
63	27.1
80	28.3
100	38.2
125	42.2
160	44.9
200	47.6
250	50.0
315	53.0
400	57.4
500	59.8
630	61.6
800	62.7
1000	64.3
1250	66.0
1600	67.2
2000	67.2
2500	65.2
3150	68.5



Evaluation according to SS-EN ISO 717/1

$R_w \geq$	61 dB	$(C_{50-3150}; C_{tr,50-3150}) = (-5; -17)$
$R_w + C_{50-3150} \geq$	56 dB	

Testreport:	545089	lab.: ÅF-Ingemansson
Date:	9/13/2009	Sign.: KHG



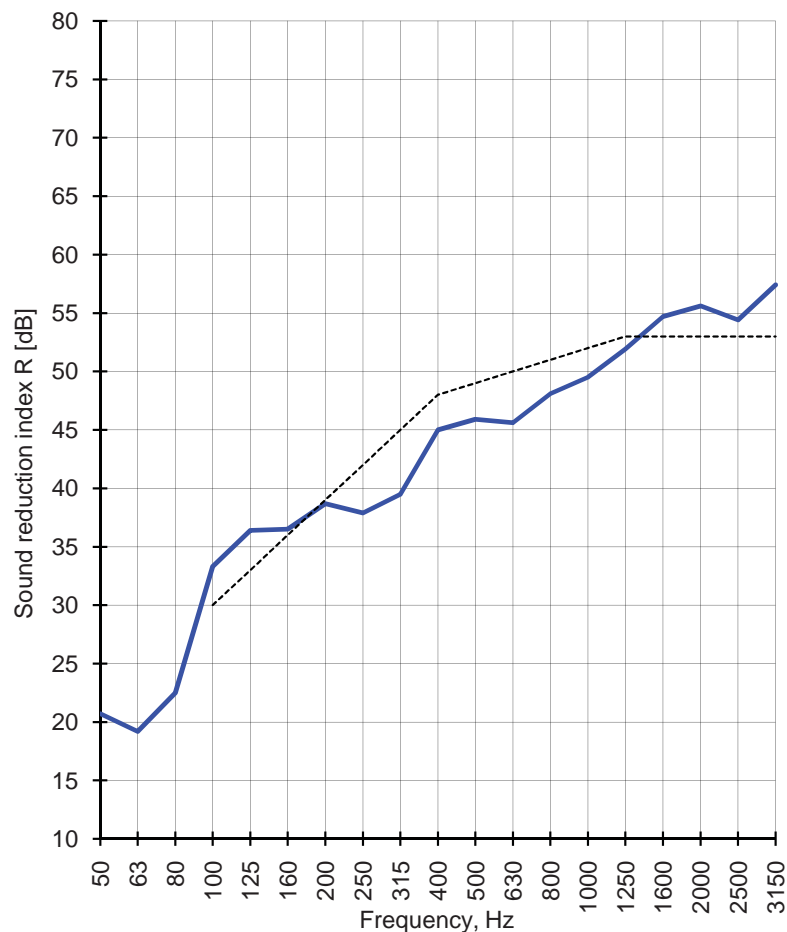
Laboratory measurements of sound insulation of building elements according to ISO 140-3

Manufacturer:	Masonite Beams AB	Curve sheet:	A14
Client:	Masonite Beams AB	Air humidity	%
Object:	MFB denotation, Y5_2	Air temperature	°C
Meas. Date	8/3/2009	Sending room volume:	m ³
Place:	Skultorp	Receiving room volume	200 m ³
Meas. Operator	Klas Hagberg	Separating area	9.8 m ²

Construction: Wall no Y5_2: Wooden panel 22x145mm, board 28x70 c600, masonite board 6,4 mm masonite beams R300 vert c600, iso glass wool 300mm, plastic folio, studs 45x45 vert c600, iso glass wool 45mm, 2x gypsum 13mm type GN

Comment:

f (Hz)	R (dB)
50	20.7
63	19.2
80	22.5
100	33.3
125	36.4
160	36.5
200	38.7
250	37.9
315	39.5
400	45.0
500	45.9
630	45.6
800	48.1
1000	49.5
1250	51.9
1600	54.7
2000	55.6
2500	54.4
3150	57.4



Evaluation according to SS-EN ISO 717/1

$R_w \geq 49$ dB $(C_{50-3150}; C_{tr,50-3150}) = (-3; -11)$
 $R_w + C_{50-3150} \geq 46$ dB

Testreport: 545089 lab.: ÅF-Ingemansson
Date: 9/13/2009 Sign.: KHG



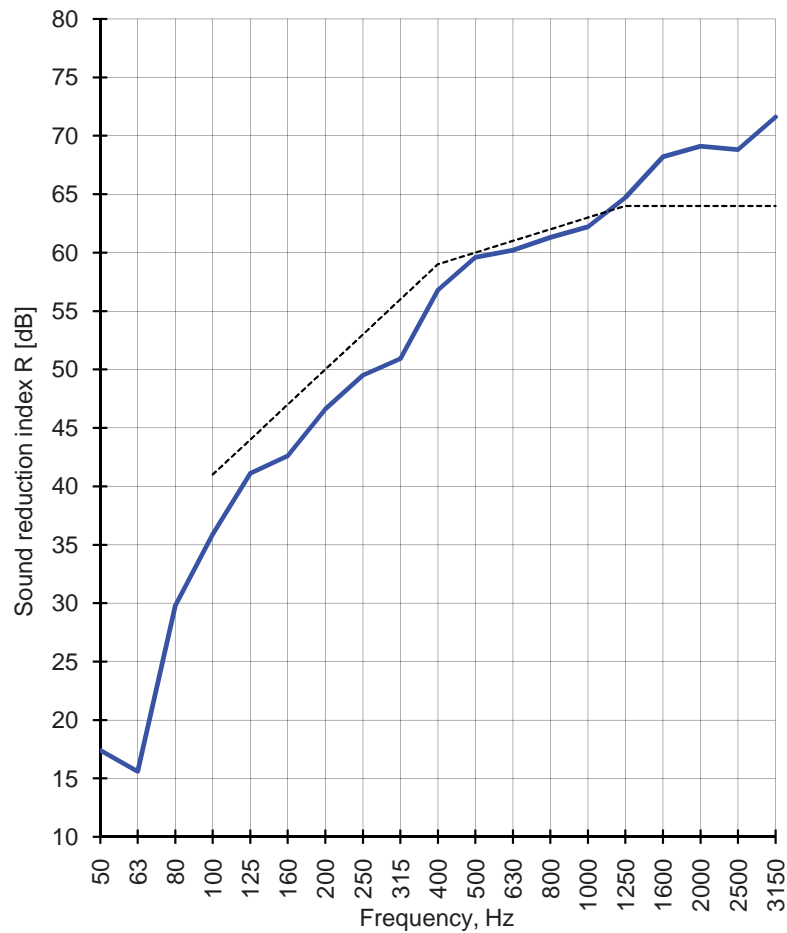
Laboratory measurements of sound insulation of building elements according to ISO 140-3

Manufacturer:	Masonite Beams AB	Curve sheet:	A15
Client:	Masonite Beams AB	Air humidity	%
Object:	MFB denotation, Y5_3	Air temperature	°C
Meas. Date	8/3/2009	Sending room volume:	m3
Place:	Skultorp	Receiving room volume	200 m3
Meas. Operator	Klas Hagberg	Separating area	9.8 m2

Construction: Wall no Y5_3: Wooden panel 22x145mm, board 28x70 c600, masonite board 6,4 mm masonite beams R300 vert c600, iso glass wool 300mm, masonite board 8 mm plastic folio, studs 45x45 vert c600, iso glass wool 45mm, Gyproc AP hor c400, iso glass wool 25mm, 2x gypsum 13mm type GN

Comment:

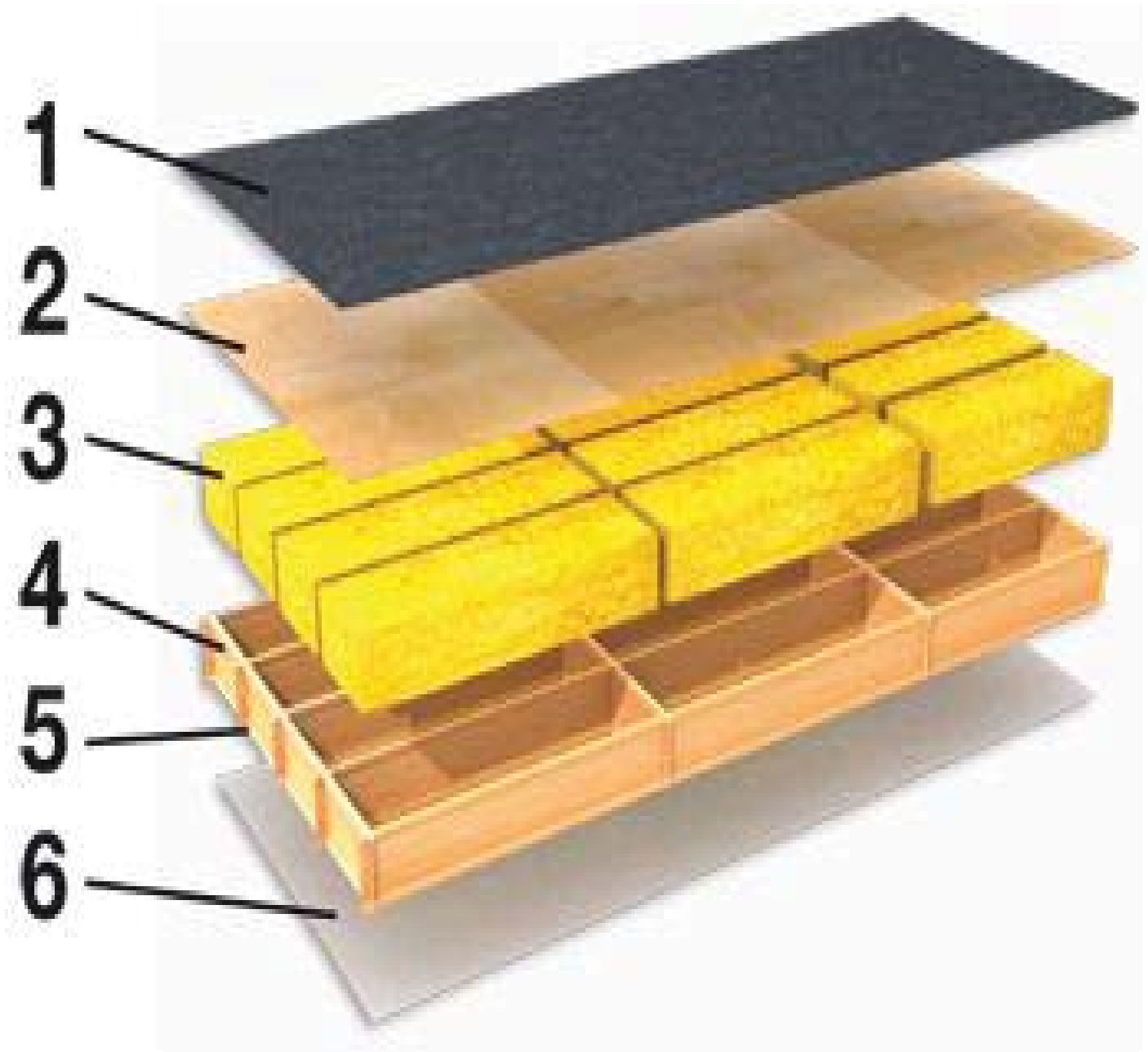
f (Hz)	R (dB)
50	17.4
63	15.6
80	29.8
100	35.9
125	41.1
160	42.6
200	46.6
250	49.5
315	50.9
400	56.8
500	59.6
630	60.2
800	61.3
1000	62.2
1250	64.7
1600	68.2
2000	69.1
2500	68.8
3150	71.6



Evaluation according to SS-EN ISO 717/1

$R_w \geq 60$ dB $(C_{50-3150}; C_{tr,50-3150}) = (-10; -23)$
 $R_w + C_{50-3150} \geq 50$ dB

Testreport: 545089 lab.: ÅF-Ingemansson
Date: 9/13/2009 Sign.: KHG



UNITED
BY OUR
DIFFERENCE



RAPPORT 10154886.10

Värdering av flanktransmission för Europeiskt
Tekniskt Godkännande

2013-03-20

RAPPORT 10154886.10

Värdering av flanktransmission för Europeiskt Tekniskt Godkännande

Kund

Lättelelement AB
Höglandsvägen 9
SE-891 50 Örnsköldsvik

Konsult

WSP Environmental
Box 13033
402 51 Göteborg
Besök: Ullevigatan 19
Tel: +46 10 722 50 00
Fax: +46 31 727 25 01
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
www.wspgroup.se

Kontaktpersoner

Klas Hagberg
Hannes Furuholm

\\se.wspgroup.com\Projects-GBG\13700\Masonite Lättelelement AB\10154886_Utveckling byggsystem5_Beräkningar\Flanktransmission\10154886.10_Lättelelement_ETa_flank_Slutlig_g_2013-03-20.docx

Innehåll


Förutsättningar	4
Detalj $R'_w + C_{50-3150} \geq 64$ dB	5
Detalj $R'_w \geq 60$ dB	6
Detalj $R'_w \geq 56$ dB	7
Detalj $R'_w \geq 52$ dB (alt 1)	8
Detalj $R'_w \geq 52$ dB (alt 2)	9
Detalj $R'_w \geq 48$ dB	10
Detalj $R'_w \geq 44$ dB	11
Detalj $R'_w \geq 35$ dB	12

Förutsättningar

Denna rapport innehåller en värdering av flanktransmission via lättelements takelement mellan två rum med ”normal storlek” för olika typfall.

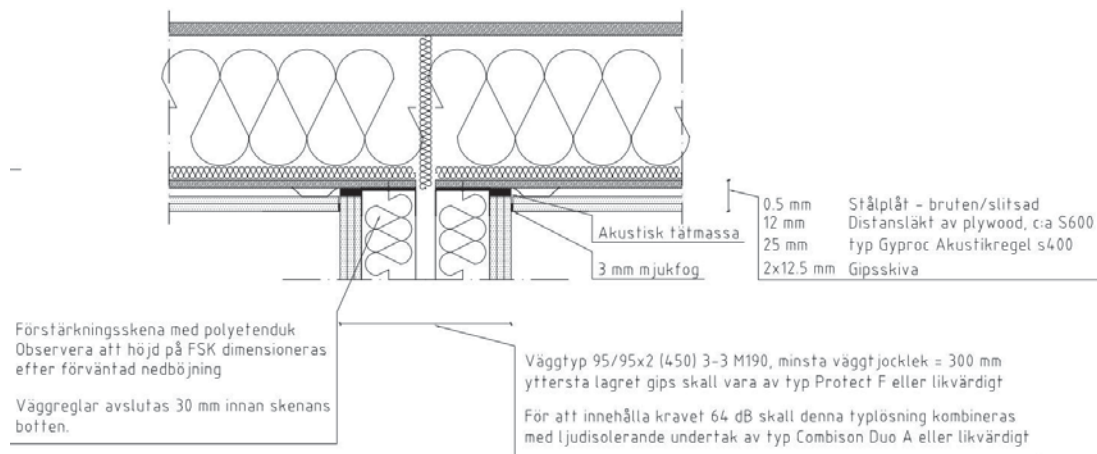
Anslutningarnas beräknade ljudisolering baseras på mätningar utförda i verkliga byggnader med Lättelelement-bjälklag. Anpassning för de olika ljudkraven har sedan baserats på jämförelseberäkningar i ljudisoleringsprogrammet Insul (ver. 6.4.4), redovisade konstruktioner i Bastian-databasen samt kontroll mot detaljer i Gyproc Handbok 8.

Rapporten kommer att uppdateras och kompletteras efterhand som nya mätningar genomförs.

Uppdragsnummer 10154886.10		
Uppdragsbenämning Utveckling Byggssystem	Dokumentnamn Flanktransission_ETA	
Datum 2013-03-20	Revideringsdatum	Status
Upprättad av Hannes Furuholm	Granskad av Klas Hagberg	Godkänd av

Detalj $R'_w + C_{50-3150} \geq 64$ dB


Med lösning enligt nedan erhålls det förväntade värdet på slutlig konstruktion. Detta förutsatt att även väggkonstruktionen i sig uppfyller motsvarande ljudkrav.



Uppdragsnummer
10154886.10

5 (12)

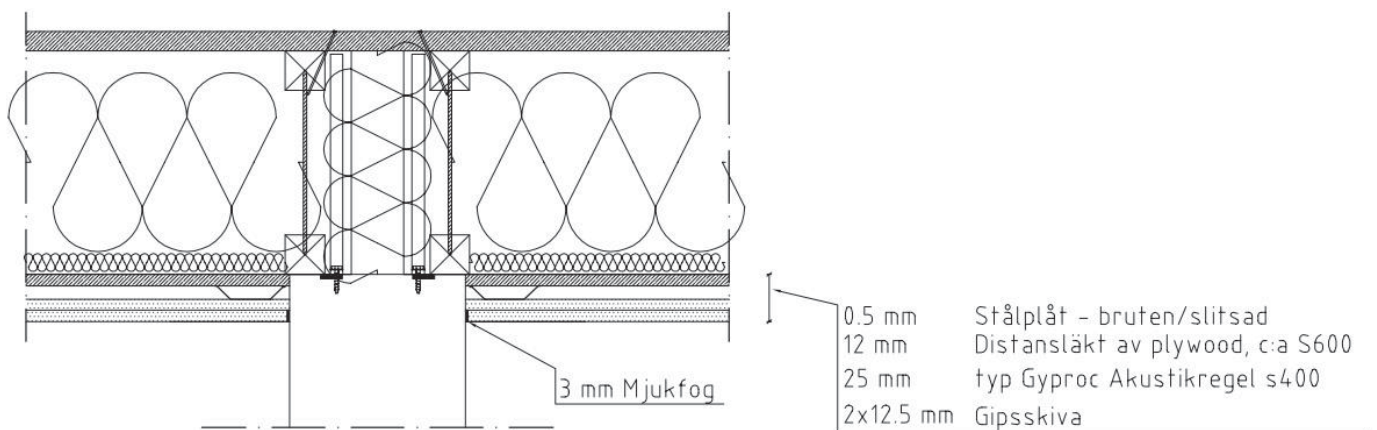


Uppdragsnummer 10154886		
Uppdragsbenämning Utveckling Byggssystem	Dokumentnamn Flanktransission_ETA	
Datum 2013-03-15	Revideringsdatum	Status
Upprättad av Hannes Furuholm	Granskad av Klas Hagberg	Godkänd av

Detalj $R'_w \geq 60$ dB

Klarar även ljudklass A för bostäder i Sverige enligt SS 25267:2004 - d.v.s. $R'_w + C_{50-3150} \geq 61$ dB.

Med lösning enligt nedan erhålls det förväntade värdet på slutlig konstruktion. Detta förutsatt att även väggkonstruktionen i sig uppfyller motsvarande ljudkrav.

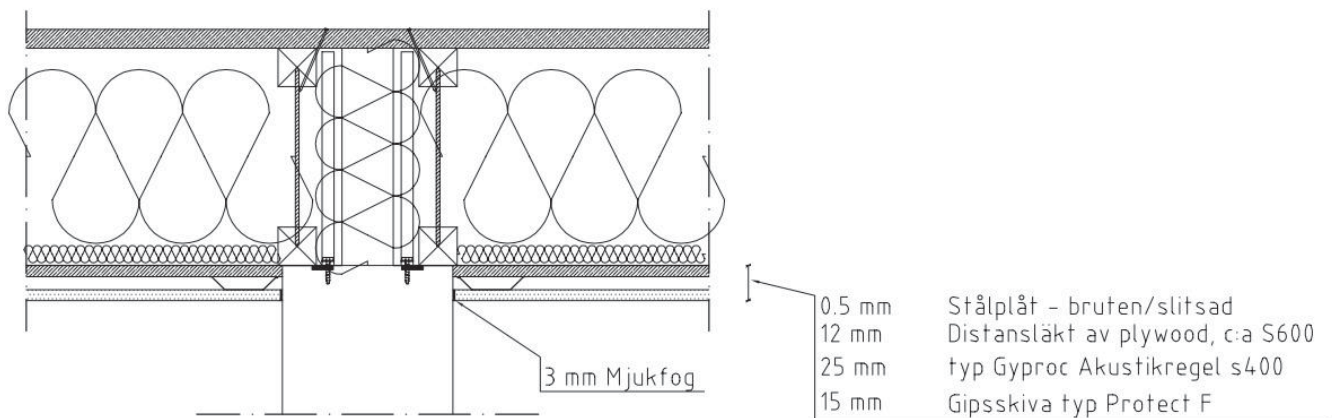


Uppdragsnummer 10154886.10		
Uppdragsbenämning Utveckling Byggssystem	Dokumentnamn Flanktransission_ETA	
Datum 2013-03-20	Revideringsdatum	Status
Upprättad av Hannes Furuholm	Granskad av Klas Hagberg	Godkänd av

Detalj $R'_w \geq 56$ dB

Klarar även ljudklass B för bostäder i Sverige enligt SS 25267:2004 - d.v.s. $R'_w + C_{50-3150} \geq 57$ dB.

Med lösning enligt nedan erhålls det förväntade värdet på slutlig konstruktion. Detta förutsatt att även väggkonstruktionen i sig uppfyller motsvarande ljudkrav.



Uppdragsnummer
10154886.10

7 (12)

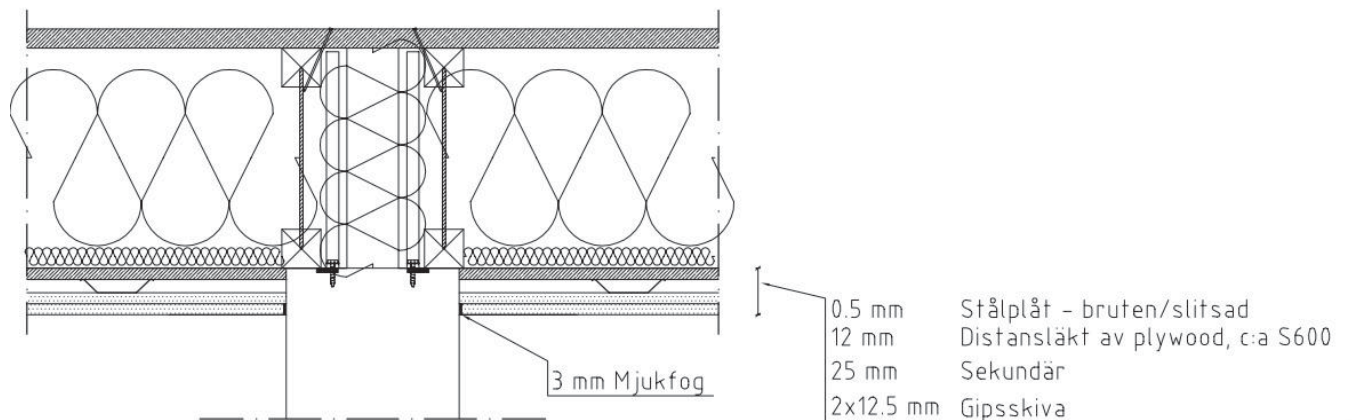



Uppdragsnummer 10154886.10		
Uppdragsbenämning Utveckling Byggssystem	Dokumentnamn Flanktransission_ETA	
Datum 2013-03-20	Revideringsdatum	Status
Upprättad av Hannes Furuholm	Granskad av Klas Hagberg	Godkänd av

Detalj $R'_w \geq 52$ dB (alt 1)

Klarar även ljudklass C för bostäder enligt SS 25267:2004 - d.v.s. $R'_w + C_{50-3150} \geq 53$ dB.

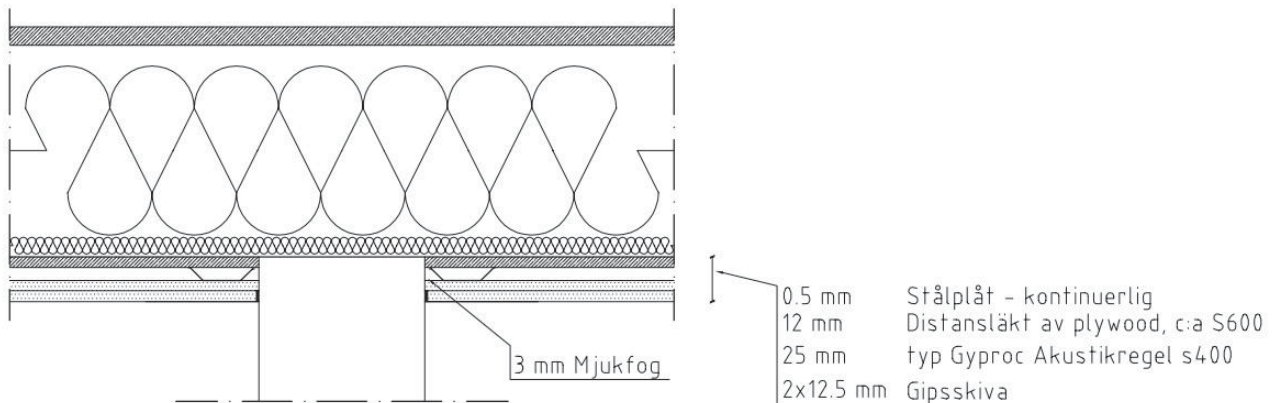
Med lösning enligt nedan erhålls det förväntade värdet på slutlig konstruktion. Detta förutsatt att även väggkonstruktionen i sig uppfyller motsvarande ljudkrav.



Uppdragsnummer 10154886.10		
Uppdragsbenämning Utveckling Byggssystem	Dokumentnamn Flanktransission_ETA	
Datum 2013-03-20	Revideringsdatum	Status
Upprättad av Hannes Furuholm	Granskad av Klas Hagberg	Godkänd av

Detalj $R'_w \geq 52$ dB (alt 2)

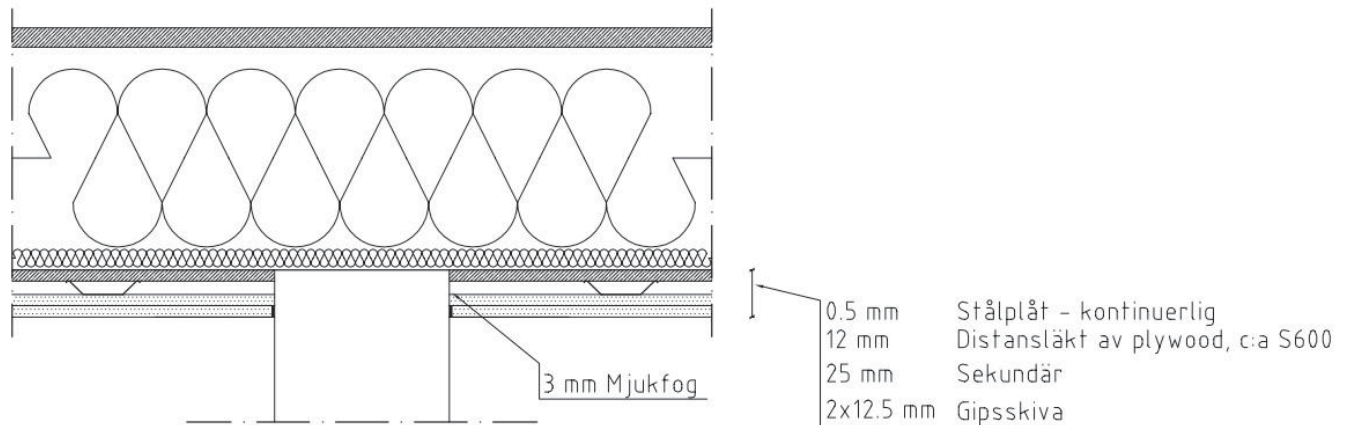
Med lösning enligt nedan erhålls det förväntade värdet på slutlig konstruktion. Detta förutsatt att även väggkonstruktionen i sig uppfyller motsvarande ljudkrav.



Uppdragsnummer 10154886.10		
Uppdragsbenämning Utveckling Byggssystem	Dokumentnamn Flanktransission_ETA	
Datum 2013-03-20	Revideringsdatum	Status
Upprättad av Hannes Furuholm	Granskad av Klas Hagberg	Godkänd av

Detalj $R'_w \geq 48$ dB

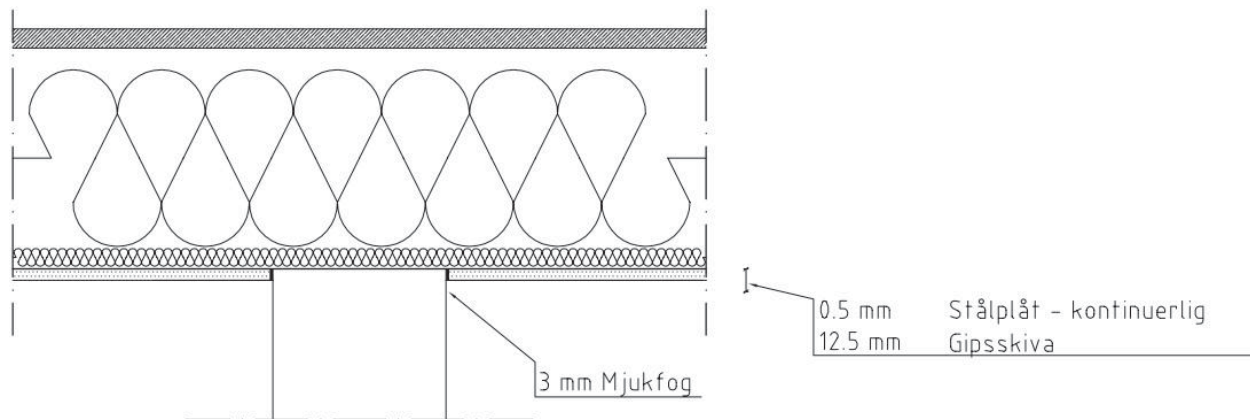
Med lösning enligt nedan erhålls det förväntade värdet på slutlig konstruktion. Detta förutsatt att även väggkonstruktionen i sig uppfyller motsvarande ljudkrav.



Uppdragsnummer 10154886.10		
Uppdragsbenämning Utveckling Byggssystem	Dokumentnamn Flanktransission_ETA	
Datum 2013-03-20	Revideringsdatum	Status
Upprättad av Hannes Furuholm	Granskad av Klas Hagberg	Godkänd av

Detalj $R'_w \geq 44$ dB

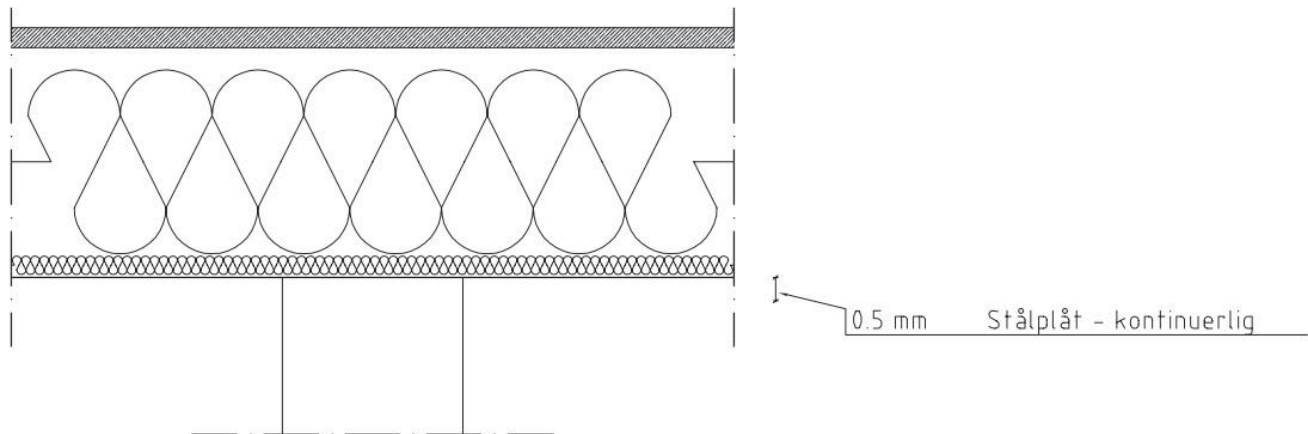
Med lösning enligt nedan erhålls det förväntade värdet på slutlig konstruktion. Detta förutsatt att även väggkonstruktionen i sig uppfyller motsvarande ljudkrav.



Uppdragsnummer 10154886.10		
Uppdragsbenämning Utveckling Byggssystem	Dokumentnamn Flanktransission_ETA	
Datum 2013-03-20	Revideringsdatum	Status
Upprättad av Hannes Furuholm	Granskad av Klas Hagberg	Godkänd av

Detalj $R'_w \geq 35$ dB

Med lösning enligt nedan erhålls det förväntade värdet på slutlig konstruktion. Detta förutsatt att även väggkonstruktionen i sig uppfyller motsvarande ljudkrav.



För anslutning av lättvägg mot bjälklaget skall skena med 4 mm polyetenduk användas.



Checklista vid platsbyggd lätt konstruktion (version 1):

Projektering (tidigt skede):

1. Krav formulerade och genomtänkta
2. Bjälklagets tjocklek minst 500 mm
3. Väggtjocklekar beaktade i planlösning
4. Bottenplatta kapad i lägenhetsskiljande läge
5. Plats för installationer på styvt underlag
6. Byggnadshöjd beaktad (bygglov)

Projektering:

1. Bjälklagstyp CLT eller balk / lättbalk
 - a. CLT
 - i. Balkhöjd min 300 mm (samverkan+kort spännvidd)
 - b. Lättbalk
 - i. Balkhöjd min 350 mm
 - ii. Vid kort spännvidd 300 mm ev.
2. Bjälklagets avvibrering beaktad
 - a. I undertaket
 - b. I övergolvet
3. Knutpunkter dimensionerade och redovisade tydligt
 - a. Behov av stomljudsisolering utrett och redovisat
4. Detaljer kring bottenplatta redovisade
5. Installationer placerade på "säkert" ställe (inte på bjälklag)

Byggskede

1. Kontroll att inga mekaniska kontakter finns
 - a. I övergolv om avvibrerat
 - b. I undertak om avvibrerat
2. Kontrollmätning + visuell kontroll före målning
3. Kontroll av badrum eller annan yta med flytspackel
 - a. Kontrollera avstängningar så flytspackel inte kortsluter
4. Installationer i väggar et.c. kortsluter inte på något ställe

Överlämnande

1. Godkänd konstruktion m.h.t. aktuell ljudklass

AkuLite kunskapsspridning 2010 – Maj 2013

UTFÖRANDE PARTER: Chalmers, LNU, LTH, LTU, SP Akustik, SP Trä				
<i>Kunskapsspridning, på vilket sätt, var</i>	<i>Titel, beskrivning</i>	<i>Författare presentatör</i>	<i>Utförd/planerad När?</i>	<i>Inlagd på AkuLites websida?</i>
Arbetsrapporter (utan officiellt söknummer) 11				
Statusrapport	WP 6 – Översikt över resultat i gjorda studier	LG Sjöqvist	31/12-11	
Arbetsrapport 12 TCN	Ljudmätningar, Kårhuset, Trillan 1, Skellefteå	F Ljunggren	Jan 2010	
Arbetsrapport 13 TCN	Ljud och vibrationsmätningar, Brunnby Park, Upplands Väsby	F Ljunggren	Maj 2010	
Arbetsrapport 14 TCN	Ljud och vibrationsmätningar, Martinsons bjälklag	F Ljunggren	okt 2010	
Arbetsrapport 15 TCN	Limtester, lab o fält, dämplim för golvs kivor	F Ljunggren	dec 2010	
Arbetsrapport AkuLite 1 , (även publicerad under Akulite rapport 8)	Mätrapport –Utvidgat mät- och analysförfarande enligt AkuLite mätmodellen. Brunnby Park, Upplands Väsby- Volymkonstruktion	F Ljunggren	Juni 2011	ja
Arbetsrapport AkuLite 2 , (även publicerad under Akulite rapport 8)	Mätrapport –Utvidgat mät- och analysförfarande enligt AkuLite mätmodellen. Kv Hörntorget, Östervåla, Limträkonstruktion	F Ljunggren	Mars 2011	ja
Arbetsrapport AkuLite 3 (även publicerad under Akulite rapport 8)	Mätrapport –Utvidgat mät- och analysförfarande enligt AkuLite mätmodellen. Kv Glasäppet, Varberg, Derome-konstruktion. Balk- platta system	F Ljunggren	Maj 2012	ja
Arbetsrapport 16 TCN	Martinson - Sammanställning ljudmätningar	F Ljunggren	Okt 2012	
Arbetsrapport 17 TCN	Ljud- och vibrationsmätningar, Kv. Brynet, Örebro, Martinsons	F Ljunggren	okt 2012	
Arbetsrapport 18 TCN	Långtidstest av elastiska limmer (3) 2013-01	F Ljunggren	Jan 2013	
AkuLite rapporter med nummer i institutionsserier (sökbara) 12				
AkuLite Rapport 1; SP Rapport 2011:10	Ljudisolering i trähus – en handbok för konstruktörer (även under rubriken Handbok)	Sten Ljunggren	Mars 2011	-
AkuLite Report 2; SP Report 2011:58	Acoustical Performance of Apartment Buildings – Resident’s Survey and Field Measurements	C. Simmons, K. Hagberg, E. Backman	Sept 2011	Ja
AkuLite Report 3; SP Report 2012:28	Uncertainties of room average sound pressure levels measured in the field according to the draft standard ISO 16283-1	C. Simmons	Maj 2012	Ja
AkuLite Report 4; SP Report 2012:29	Physical and psycho-vibratory testing of wooden floors	D Bard, K Jarnerö, J N	Maj 2102	Ja

		Montero, L-G Sjökvist, A Trollé		
AkuLite Report 5 SP Report 2013:??	Fältnätningar och enkätundersökningar av vibrationer i flerbilshus	K Jarnerö m fl	2013	
AkuLite Report 6 LTH Report 2013:17	Vibrationer – Fältnätningar och enkätundersökningar i flerbilshus, 2013	K.Jarnerö mfl	2013	
AkuLite Report 7 Chalmers Report S13:01	Resultat från lyssningsförsök i laboratoriemiljö	P Thorsson m fl	2013	
AkuLite Report 8 SP Report 2013:10 LTU 2013	Data från byggakustiska fältnätningar och enkätundersökningar i flerbilshus	F Ljunggren E Backman	Mars 2013	Ja
AkuLite Report 9 LTU Report 2013 SP Report 2013:??	Input till standardiseringen för ISO 16717 och nätverket COST TU 0901	C. Simmons	2013	
AkuLite Report 10 SP Rapport 2013:??	Undvik fel och fallor vid konstruktion av lätta konstruktioner	K Hagberg m fl	2013	
AkuLite Report 11 SP Rapport 2013:27	Finite element modellering of a Timber Volume Element based building with elastic layer isolators	D Bard J Negreira	2013	
AkuLite Report 12 SP Rapport 2013	AkuLite Slutrapport	K Hagberg m fl	2913	
Populärvetenskaplig publikation				
8				
Bygg & teknik nr 3 2010	AkuLite – Nytt stort forskningsprojekt skall stärka svensk lättbyggnadsindustri	K Hagberg	Mars 2010	Ja
Husbyggaren nr 7 2010	Kunskap om Akustik behövs för lätta Byggsystem	K Hagberg	Nov 2010	Ja
Bygg & teknik nr 3 2011	AkuLite – Status efter nästan halva projektet	K Hagberg+ WP Ledare	Mars 2011	Ja
Bygg&Teknik nr 2 2012	Info om AkuLite till Nordbygg	K. Hagberg	Publ mars 2012	
Bygg&Teknik nr 3 2012	Ny kunskapsportal för akustik i lätta konstruktioner	K. Hagberg L. Nordén	April 2012	
Bygg&Teknik nr 3 2012	COST – nätverken och standardiseringen ger resultat	K. Hagberg, C. Simmons	April 2012	
Bygg&Teknik nr 3 2013	AkuLite avslutas – vad händer nu?	K. Hagberg	April 2013	
Bygg&Teknik nr 3 2013	Boende i moderna trähus störs av vibrationer	Jarnerö, K., Simmons, C., Bard, D., Negreira Montero, J.,	April 2013	
Produktutveckling i nära samverkan med företag				
8				
Lindbäcks	LTU	A Ågren F Ljunggren		
Martinsons				
Plusshus				
Masonite Beam Masonite lättbyggnad Derome	ÅF/ WSP	K Hagberg		
Moelven	Akustikverkstan	P Thorsson		
Derome				

Handbok				
1				
AkuLite Rapport 1; SP Rapport 2011:10	Ljudisolering i trähus – en handbok för konstruktörer.	Sten Ljunggren	Mars 2011	
Seminarier, workshop				
11				
SP Bygg - dagar	Föredrag Borås	K Hagberg	Sept 2010	Ja
SVIB vibrationsdag	Föredrag, Linköping	F Ljunggren	nov 2010	
Arbetsgrupp m Lindbäcks, Martinsons o Tyréns	4 projektmöten med redovisning, idéutveckling och feedback	F Ljunggren A Ågren	2010	
AkuLite Ljuddag	Arrangerad av Ljudmiljöcentrum, Lund	K. Larsson	Mars 2010	
SPs forskardagar	AkuLite” Akustik och vibrationer i lätta byggnader,	K. Larsson	21/9 2010	
SPs Byggråd	AkuLite” Akustik och vibrationer i lätta byggnader,	K. Larsson, K. Hagberg	26/1 2010	
SP:s Byggdagar	Föredrag Borås	K Hagberg	Okt 2011	
Skogsind. Internationell Workshop	Workshop med presentationer och medverkan från AkuLite (SP Report 2011-72)	K Hagberg, J. Åhlén, D. Bard m.fl.	Okt 2011	ja
Vinnova konferens Industriellt träbyggande	”Akustisk Forskning för hållbar utveckling”	K. Hagberg	Okt 2011	ja
Seminarium för inst Samhällsbyggnad LTU	Sound insulation in timber based houses – A critical factor for success	A. Ågren	Jan 2012	
Svenska akustiska sällskapet, Årsmöte med ljuddag	Byggnadsakustiska fältmätningar och enkätundersökningar inom AkuLite	F Ljunggren	Febr 2013	
Konferensbidrag				
33				
COMPdyn 2011, Korfu, Greece	Experimental Investigation about the Influence of the Use of Glue in Joints in Light-Weight Structures	J. Negreira Montero, A. Sjöström, D. Bard	May 20 11	
EAA EUROREGIO, 2010, Ljubljana, Slovenia	Experimental Structural Acoustic investigation of a light weight floor structure.	A. Sjöström, D. Bard , K. Persson, G. Sandberg	Sept 2010	
ICA 2010, Sydney	Uncertainties in standard impact sound measurement and evaluation procedure applied to light weight structures	K Hagberg P Thorsson	Aug 2010	Ja
ISSA 2010	Sound insulation descriptors in Europe - Special rules complicate harmonization within light weight industry	K Hagberg D Bard	Sept 2010	Ja
BNAM 2010, Trondheim	Impact sound insulation descriptors in the Nordic building regulations – Overview special rules and benefits of changing descriptors	K Hagberg/ BRasmussen	Maj 2010	Ja
Internoise 2010,	AkuLite – A research project to strengthen light weight structures	K Hagberg K Larsson DBard	Juni 2010	Ja

11th World Conference on Timber Engineering	In situ testing of timber floor vibration properties, In <i>Proceedings of the</i>	KJ, (AB) and AO	June 2010	
ICSV 2010, Kairo	Sound insulation in a six-storey timber building equipped with elastic layers	F Ljunggren	juli 2010	Ja
ICA 2010, Sydney	The growth of vibro-acoustical properties of volume based timber buildings during the construction phase	R Ökvist, F Ljunggren A Ågren		Ja
ICSV 2010	A Swedish acoustical research project concerning light weight structures: AkuLite	K Larsson, D. Bard, K. Hagberg	18-22 juli 2010	nej
BNAM 2010, Trondheim,	Acoustic highlights in Nordic light weight building tradition - focus on ongoing development in Sweden	A Ågren	Maj 2010	Ja
Forum Acusticum 2011, Aalborg	Subjective response to vibrations in timber floors	LG, KJ o AO	Juni 2011	
Forum Acusticum 2011, Aalborg	Subjective evaluation of footstep noise on lightweight structures – Design of a laboratory experiment	P Thorsson	Juni 2011	
Forum Acusticum 2011, Aalborg	Long-term Effects of Elastic Glue in Lightweight Timber Constructions	F Ljunggren	Juni 2011	Ja
Forum Acusticum 2011, Aalborg	Variations in sound insulation in cross laminated timber housing construction	R Ökvist A Ågren F Ljunggren	Juni 2011	Ja
Forum Acusticum 2011,	Time-domain model of a tapping machine	N.Amiryarah madi, W. Kropp, D Bard, K.Larsson	31 / 3 - 2011	
InterNoise 2011	Acoustically robust light weight constructions require controlled building process	K. Hagberg, M Rofail, D. Bard	4-7 sept 2011	ja
Forum Acusticum 2011, Aalborg	Comparison between the behavior of set-up and wall/floor structure element joints	J. Negreira Montero, A. Sjöström, D. Bard	Juni 2011	
ICSV 18	Reflection and transmission properties of wooden wall/Floor building element	J. Negreira Montero, D. Bard	10-14 July 2011	Ja
InterNoise 2012, New York	How to match building acoustic measurements with subjective judgments	F. Ljunggren A. Ågren	Aug 2012	Ja
InterNoise 2012, New York	Flanking transmission in lightweight timber houses with elastic flanking isolators	A.Ågren F. Ljunggren, K.Jarnerö Å.Bolmsvik	Aug 2012	Ja
InterNoise 2012, New York	Investigation of the vibration transmission through a lightweight junction with elastic layer using FEM	JN.Montero, A.Sjöström, D.Bard	Aug 2012	Ja
EuroNoise 2012, Prag	Effect of flexible supports on vibration performance of floors	K.Jarnerö Å.Bolmsvik A.Brandt, A.Olsson	Juni 2012	
EuroNoise 2012, Prag	FE modeling of a lightweight structure with different junctions	Å.Bolmsvik A.Linderholt K.Jarnerö	Juni 2012	
EuroNoise 2012, Prag	Acoustics in European Technical Approvals (ETA) for lightweight structures	K. Hagberg, D. Bard	Juni 2012	Ja
BNAM 2012, Odense	AkuLite, AcuWood and Silent Spaces – Summary of results	K. Hagberg, D. Bard	Juni 2012	Ja
BNAM 2012, Odense	AcuWood.com – a knowledge transfer portal	K. Hagberg,	Juni	

		L. Nordén	2012	
InterNoise 2012, New York	Design principles of small multistory wooden houses	K. Hagberg, D. Bard	August 2012	Ja
InterNoise 2013, Innsbruck	Findings from the AkuLite project: Correlation between measured vibro-acoustic parameters and subjective perception in lightweight buildings	F.Ljunggren C. Simmons K Hagberg	Sept 2013	
InterNoise 2013, Innsbruck	In situ measured flanking transmission in light weight timber houses with elastic flanking isolators	A. Ågren F.Ljunggren	Sept 2013	
InterNoise 2013, Innsbruck	Findings from the AkuLite project: New single numbers for impact sound 20-5000 Hz based on field measurements and occupant's surveys	C. Simmons, F Ljunggren K Hagberg	Sept 2013	
InterNoise 2013, Innsbruck, Abstract	Psycho-Evaluation of Timber Floors: Merging data from two laboratories	D. Bard A. Trollé, J. Negreira L-GSjökvist, K. Jamerö.	Sept 2013	
InterNoise 2013, Innsbruck	AkuLite and AcuWood finish what happens now?	K. Hagberg	Sept 2013	
Andra internationella presentationer				
4				
Swiss Acoustic Society day : Switzerland	Isolation acoustique des planchers en bois en Suède,	D. Bard	Maj 2010	
EU COST FP0702 Timber houses and sound insulation	Acoustic highlights in Nordic light weight building tradition - focus on ongoing development in Sweden	A Ågren	Maj 2010	
EU COST FP0702	Föredrag AkuLite / AcuWood	K. Hagberg	Nov 2011	ja
Webinar lecture for TsingHua University, Kina	Acoustic highlights in Nordic light weight building tradition - focus on ongoing development in Sweden	A Ågren	Okt 2011	
Vetenskapliga artiklar				
18				
Building Acoustics journal	« Attenuation on a sandwich floor» - -Accepted for publication	<u>D. Bard</u> , A. Sjöström		
Building Acoustics	Sound insulation descriptors in Europe - Special rules complicate harmonization within light weight industry	K Hagberg D Bard		Ja
<i>Planerad?</i>	<i>Subjective response to vibrations in timber floors</i>	<i>LG, KJ o AO</i>	<i>31/12-11</i>	
Applied Acoustics vol 72 (2011)	Potential solutions to improved sound performance of volume based lightweight multi-storey timber buildings	F Ljunggren A Ågren	Mars 2011	Ja
Building Acoustics, Vol 17, No 2, 2010	Variations in sound insulation nominally identical prefabricated lightweight timber constructions	R Ökvist, F Ljunggren A Ågren	Nov 2010	Ja
Acta Acoustica 2011 -	An improved prediction model for the impact sound level of lightweight floors: introducing decoupled floor-ceiling and beam-plate moment	MS Mosharrof J Brunskog, F Ljunggren A Ågren	2011	Ja
Acta Acoustica 2012 – To be resubmitted	Theoretical parametric study of impact sound in decoupled lightweight floors	MS Mosharrof J Brunskog, F Ljunggren	Planned Mars 2013	Ja

		A Ågren		
Applied Acoustics 2012 -	On the uncertainty of building acoustic measurements -Case study of a cross laminated timber construction	R. Öqvist F.Ljunggren A. Ågren	Juli 2012	Ja
Building Acoustics 2013 - Accepted	Elastic layers to reduce sound transmission in lightweight buildings	F.Ljunggren A. Ågren	Dec 2012	Ja
Noise Control Engineering Journal 2012	Uncertainties of room average sound pressure levels measured in the field according to the draft standard ISO 16283-1 : Experiences from a few case studies	C Simmons	2012	
Acta Acoustica 2013 To be Submitted	Psycho-Vibratory Evaluation of Timber Floors - Part I: Existing Criteria, Measurement Protocol and Analysis of Objective Data	J. Negreira, K. Jarnerö, A. Trollé, D. Bard L-G.Sjökvist	Mars 2013	
Acta Acoustica 2013 To be Submitted	Psycho-Vibratory Evaluation of Timber Floors - Part II: Towards the determination of an indicator of vibration acceptability / annoyance	A. Trollé, L-G. Sjökvist, K. Jarnerö, J. Negreira, D. Bard	April 2013	
To be submitted	Field measurements and vibration survey in residential buildings with timber framework	Jarnerö, K., Bard, D., Simmons, C., Negreira Montero, J.,		
To be submitted	Assessment of mobility as a tool to predict vibration annoyance	Jarnerö, K., Olsson, A., Sjökvist, L-G., Bard, D., Negreira Montero, J.,		
Applied Acoustics (prel.) 2013 To be Submitted	Single number sound insulation ratings require low frequency extension?	F Ljunggren C Simmons K Hagberg		
Acta Acustica 2013 To be Submitted	Low-frequency floor vibrations induced by footsteps	Amiryarahm adi, N, Kropp, W. Larsson, K.	May 2013	Nej
Acta Acustica 2013 To be submitted	Application of LMS algorithm to measure low frequency transient forces	Amiryarahm adi, N, Kropp, W. Larsson, K.	June 2013	Nej
To be submitted	Subjective perception of footstep sounds	P Thorsson		
Examensarbeten och avhandlingar				
10				
Masters Thesis, LTU	The Significance of Low Frequency Sounds for Perceived Sound Insulation in Lightweight Constructions	Niklas Jakobsson,	2010	ja
Master Thesis, Chalmers	Impact Noise uncertainties	E Backman, H Lundgren	2010	Ja
Licentiate thesis, LTU	Variations in sound insulation in lightweight timber constructions	R Öqvist	2010	
Licentiate thesis, LTU	Study and modelling of lightweight floor structure regarding its acoustic properties	M S Mosharrof	2010	
Master thesis, LTH	Vibration Analyses of a Wooden Floor-Wall	J Ejestam	2011	

	Structure- Experimental and Finite Element Studies	O Flodén		
Master Thesis, LNU	Stegljud i två moderna universitetsbyggnader med trästomme: en utvärdering av enkätundersökningar och mätningar	Maja Bengtsson	2011	
Master Thesis, Chalmers	The influence on boundary conditions on sound insulation	C Janco	2012	
PhD Thesis, LNU	Structural – acoustic vibrations in wooden assemblies	Å Bolmsvik	Mars 2013	
Licentiate thesis Planned Sept 2013	Tentative title: Measurement of low-frequency transient forces for building acoustics in light-weight structures	N Amiryarahn adi	2013	
Licentiate thesis Planned Sept 2013		Juan Negreira		
Nyhetsbrev 7				
AkuLite Nyhetsbrev, nummer 1, 2010	Ljud, vibrationer och människors upplevelser	K Hagberg, B Östman	Maj 2010	Ja
AkuLite Nyhetsbrev nr 2, 2011	Ljud och vibrationer i lätta byggnader	B. Östman, K. Hagberg	Sept 2011	Ja
AkuLite Newsletter no 1, 2011 (English)	Sound, Vibration and Springiness in lightweight buildings	B. Östman, K. Hagberg	Okt 2011	ja
AkuLite Nyhetsbrev nr 3, 2012	Ljud och vibrationer i lätta byggnader	B. Östman, K. Hagberg	Juni 2012	Ja
AkuLite Nyhetsbrev nr 4, 2013	AkuLite avslutas – vad händer sen?	B. Östman, K. Hagberg	Mars 2013	Ja
AkuLite Nyhetsbrev nr 5, 2013	Resultat från projektet AkuLite - Ljud, vibrationer och människors upplevelser	B. Östman, K. Hagberg	Sept 2013	
AkuLite Newsletter no 2, 2013 (English)	AkuLite project finalized - Sound, Vibration and Springiness in lightweight buildings	B. Östman, K. Hagberg	Sept 2013	

Tre exempel på akustiklösningar i träbyggande

Rapporten beskriver tre exempel på akustiklösningar för att undvika ”onödiga” misstag med avseende på ljudisolering i lätta konstruktioner. Lösningarna är framtagna på basis av nuvarande regelverk i Sverige. För framtida regelverk och för att säkert kunna dimensionera för en subjektivt upplevd god standard vid låga frekvenser fordras mer nytänkande och innovation.

Arbetet har finansierats av SBUF inom det nationella projektet AkuLite, Akustik och vibrationer i lätta byggnader.

SBUF ®



Stockholm • Borås • Skellefteå • Växjö
Tel: +46 10 516 50 00 • www.sp.se