



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R35:1989

Flerskiktskonstruktioners ljudisolering

Sven-Olof Benjegård

R
Olt

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	
Plac	Ser

Byggforskningsrådet

R35:1989

FLERSKIKTSKONSTRUKTIONERS LJUDISOLERING

Sven-Olof Benjegård

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 820019-9
från Statens råd för byggnadsforskning till Ingemanssons
Ingenjörbyrå AB, Göteborg.

REFERAT

I en rapport av A Brekke, ref 4, redovisas bland annat beräkningsformler för resonansfrekvenser hos en treskiktskonstruktion. I två stycken resonanser erhålles och Brekkes bedömning är att endast den lägre av de två resonansfrekvenserna har någon större betydelse för en treskiktskonstruktions ljudisolering.

Av resultaten såväl i detta BFR-projekt som de i BFR-rapporten R 18:83 redovisade framgår emellertid att man ofta inte kan bortse från resonansfrekvens nummer två.

I föreliggande rapport illustreras

- ljudisoleringens påverkan av de två resonansfrekvenserna
- hur yttre skiktets böjstyvhet och koppling till inre konstruktionselement påverkar ljudisoleringen
- hur ljudisoleringen mot trafik och flygbuller påverkas av ljudisoleringsskurvans frekvenskaraktistik.

Sådana mätresultat har också erhållits som kan tjäna som dimensioneringsregler av skikt och skiktplaceringar så att negativa effekter av resonansfrekvenser och olämplig böjstyvhet kan minimeras.

I Byggeforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R35:1989

ISBN 91-540-5032-4

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Svenskt Tryck Stockholm 1989

INNEHÅLL

1	INLEDNING	5
2	SAMMANFATTNING	7
3	LITTERATURINVENTERING	8
4	LJUDISOLERINGSPÅVERKANDE PARAMETRAR	10
4.1	Enkelväggen	10
4.2	Dubbelväggen	11
4.3	Sandwichväggar	13
4.4	Flerskiktsskonstruktioner	13
5	TESTADE KONSTRUKTIONER	16
5.1	Lätt konstruktion	16
5.2	Tung konstruktion	17
5.3	Mätresultat	26
6	KOMMENTARER TILL MÄTRESULTATEN	27
7	BEDÖMNING AV VÄGGARS LJUDISOLERING MOT TRAFIKBULLER	55
8	SLUTSATSER	57

FÖRORD

Föreliggande arbete har utförts vid Ingemanssons Ingenjörbyrå AB med stöd från Byggforskningsrådet.

Samtliga mätningar, som redovisas i rapporten, har utförts vid Lunds Tekniska Högskola, avdelningen för Byggnadsakustik.

Leif Cederfelt - tidigare medarbetare på Ingemanssons, numera Akustikgruppen i Lund - har i arbetets inledning tillsammans med Robert Månsson vid avdelningen för Byggnadsakustik vid LTH svarat för mätprogrammets genomförande.

Göran Ahlgren har ritat och Margareta Björklund har omvandlat manus till färdig rapport.

Till ovanstående personer vill jag framföra ett varmt tack liksom till Uno Ingård vid MIT, USA och Hans Jonasson vid SP i Borås, vilka har låtit mig ta del av sina beräkningsmodeller för flerskiktsskonstruktioner.

Göteborg i juni 1988

Sven - Olof Benjegård

Sven-Olof Benjegård

1 INLEDNING

I rapport R18 1983 - BFR-projekt nr 780156 - Tilläggs-isolering av tak och ytterväggar mot flyg- och trafikbuller - föreslogs att en fortsatt undersökning av flerskiktsskonstruktioners ljudisolering borde ske. För att få så idealiserade förhållanden som möjligt borde mätningarna ske i laboratorium i stället för i fält som de inom ovan nämnda BFR-projekt.

Målet har varit att sådana mätningar tillsammans med teorier skulle ge underlag att konstruera en beräkningsmetod för flerskiktsskonstruktioners ljudisolering.

En genomgång av akustisk litteratur har inte visat några tillförlitliga beräkningsmetoder för annat än enkel- och dubbelkonstruktioner.

Inom projektet har Uno Ingård vid MIT i USA deltagit. Ingård har under projektets inledning utvecklat en beräkningsmetod för flerskiktsskonstruktioner. God överensstämmelse mellan mätresultat och Ingårds beräkningsmetod erhålles i delar av reduktionstalskurvorna medan olikheterna är stora i andra delar. Ingårds beräkningsmetod är således för närvarande ej helt användbar varför den ej redovisas i denna rapport.

En jämförelse mellan mätresultat och beräknad ljudisolering har också gjorts med en av Hans Jonasson vid Statens Provningsanstalt i Borås utvecklad beräkningsmodell. Jonassons metod täcker en mängd kombinationer av olika skikt och förbindningar och ger i många fall en god överensstämmelse med uppmätt ljudisolering. Avvikelse mellan beräknad och uppmätt ljudisolering för vissa skiktkombinationer tyder dock på att metoden ännu ej är helt färdig.

Såväl Ingårds som Jonassons beräkningsmodeller innebär en väsentlig förbättring av kunskapsläget. Detta projekt har därvidlag tillfört en del material vad gäller betydelsen av olika delskikts infästning och placering relativt övriga skikt i den totala konstruktionen.

Flerskiktskonstruktioner är vanligt förekommande i fasadväggar speciellt hos tilläggsisolerade väggar eller väggar som getts ny fasadbeklädnad. De senaste årens ökade byggnadsverksamhet inom ROT-sektorn innebär ofta att befintlig ljudisolering skall förbättras. De nya konstruktionerna blir då oftast av typen flerskiktskonstruktioner och det är viktigt att dessa dimensioneras på sådant sätt att ljudisoleringen höjs på avsett sätt.

En beräkningsmetod för flerskiktskonstruktioners reduktionstal är därför angelägen och påbörjade teoretiska arbeten bör färdigställas och presenteras.

Vid entalsvärdering av väggars ljudisolering är I_a (eller R_w) tillämpligt när det gäller lägenhetsskiljande väggar. (Senare års ökning av bullerstörningar under 100 Hz gör dock att kravkurvan borde modifieras vid låga frekvenser och utvidgas i de närmaste tersbanden under 100 Hz). Fasadväggar exponeras av ett annorlunda frekvensspektrum än vad det som anses vara normalt för "bostadsbuller". I_a -värdering av fasadväggars ljudisolering kan därför ge en vilseledande beskrivning av ljudisoleringen.

I denna rapport redovisas resultat av ljudisoleringsmätningar på ett antal konstruktioner. Två olika enkelväggar har valts som grundkonstruktioner, varefter tillkommande delskikt monterats på alternativa sätt. Ljudisoleringen har uppmätts för varje nytt alternativ.

2 SAMMANFATTNING

I en rapport av A. Brekke, ref. 4, redovisas bland annat beräkningsformler för resonansfrekvenser hos en treskiktsskonstruktion. Två stycken resonanser erhålles och Brekkes bedömning är att endast den lägre av de två resonansfrekvenserna har någon större betydelse för en treskiktsskonstruktions ljudisolering.

Av resultaten såväl i detta BFR-projekt som de i R18:83 redovisade framgår emellertid att man ofta inte kan bortse från resonansfrekvens nummer två.

I föreliggande rapport illustreras

1. ljudisoleringens påverkan av de två resonansfrekvenserna
2. hur yttre skiktets böjstyvhets och koppling till inre konstruktionselement påverkar ljudisoleringen
3. hur ljudisoleringen mot trafik och flygbuller påverkas av ljudisoleringens frekvenskaraktistik.

Sådana mätresultat har också erhållits som kan tjäna som dimensioneringsregler av skikt och skiktplaceringar så att negativa effekter av resonansfrekvenser och olämplig böjstyvhets hos skikten kan minimeras.

En i projektets inledning gjord litteraturinventering om väggars ljudisolering visar att i huvudsak har endast enkel- och dubbelväggskonstruktioner behandlats. Eftersom en flerskiktskonstruktion är sammansatt av enkelkonstruktioner och dubbelväggen är den enklaste varianten av flerskiktskonstruktioner finns det naturligtvis mycket av de teorier som redovisats för enkel- och dubbelväggar som är användbara även vid studier av flerskiktskonstruktionens ljudisolering.

Då detta projekt avser flerskiktskonstruktioner redovisas endast tre referenser avseende enkel- och dubbelväggar.

1. Brekke, Arild, 1979, Elab rapport STF 44 A79060, Lydtransmission gjennom enkelt- og dobbelvegger.
2. Bodlund, Kaj, 1980, Statens råd för byggnadsforskning, Rapport 60/1980, Luftljudisolering. En sammanställning av tillämplig teori.
3. Ingemansson, Stig, 1969, Statens institut för byggnadsforskning Rapport 45/69. Inverkan av förbindningar på dubbelväggars reduktionstal. Modellundersökningar.

Referenserna beskriver relativt väl kunskapsläget beträffande de två väggtyperna och innehåller dessutom referensförteckningar.

Antalet referenser som behandlar flerskiktskonstruktioners ljudisolering är få. Endast ett fåtal artiklar publicerade efter 1980 har hittats och dessa berör främst sandwichkonstruktioner. Då sandwichkonstruktioner är en variant av flerskiktskonstruktioner medtas även några referenser med denna inriktning.

En i projektets slutskede (juni 1988) gjord sökning i olika databaser har ej gett något resultat vad avser generella teorier eller undersökningar av flerskikt-konstruktioner.

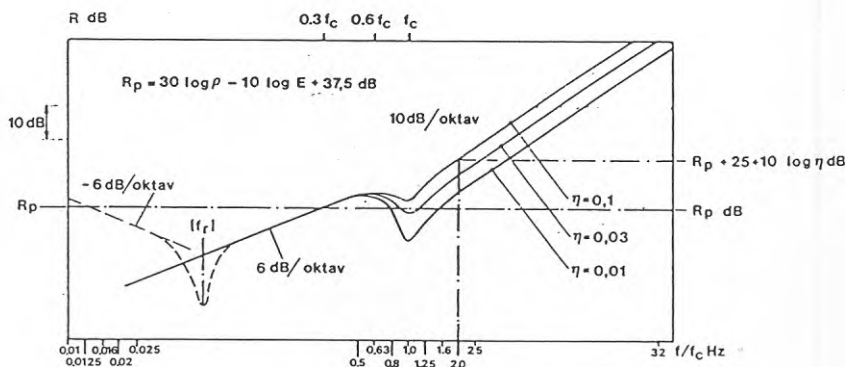
4. Brekke, Arild, 1980, Elab rapport STF 44 A 80021, Beregningsmetoder for reduksjonstal till enkelt-dobbelt- og trippelkonstruksjoner.
5. Guyader, J.L, Lesueur, C, 1978, Journal of Sound and Vibration 58, 51-68. Acoustic transmission through orthotropic multilayered plates, part I: Plate vibration modes.
6. Guyader, J.L, Lesueur, C, 1978, Journal of Sound and Vibration 58, 69-86. Acoustic transmission through orthotropic multilayered plates, part II: Transmission loss.
7. Guyader, J.L, Lesueur, C, 1970, Journal of Sound and Vibration 70; 319-332. Transmission of reverberant sound through orthotropic, viscoelastic multilayered plates.
8. Sharp, B.H.S, 1969, Journal of Sound and Vibration 9, 383-392. The transmission loss of multilayer structures.

4 LJUDISOLERINGSPÅVERKANDE PARAMETRAR

4.1 Enkelväggen

Enkelväggens reduktionstal kan relativt väl bestämmas om man känner väggens dimensioner och fysikaliska egenskaper som volymvikt ρ , styvhet (elasticitetsmodul E), förlustfaktor η .

Reduktionstalskurvans principiella utseende visas i figur nedan



Figur 1. Enkelväggens reduktionstal

Vanligen ligger f_r (enkelväggens resonansfrekvens) långt under 100 Hz, f_c (koincidensfrekvensen den frekvens då våglängden i luft och böjvåglängden hos konstruktionen är lika) ligger normalt inom området 100-3150 Hz.

Ex. 18 cm betong,	$f_c \approx 90$ Hz
13 cm gips,	$f_c \approx 2500$ Hz
7 cm lättbetong,	$f_c \approx 400$ Hz

f_r , f_c och reduktionstalskurvans absolutvärde och lutning inom olika frekvensintervall går lätt att bestämma.

4.2 Dubbelväggen

Dubbelväggen utgörs i praktiken av två skikt som har förbindningar mellan sig.

Ljudisoleringen bestäms

av de ingående skiktens fysikaliska egenskaper

av avståndet mellan skikten

av typ av förbindningar (punktvisa eller linjeförbindningar och tätheten mellan förbindningarna)

av egenskaper hos det material som finns mellan skikten (t.ex luft, mineralull)

Den ideala dubbelväggen saknar förbindningar mellan skikten och ljudisoleringen stiger kraftigt över dubbelväggens resonansfrekvens. Resonansfrekvensen bestäms av skiktens ytvikt och avstånd. Vid lika skikt på båda sidor blir resonansfrekvensen f_0 .

$$f_0 = \frac{85}{\sqrt{md}}$$

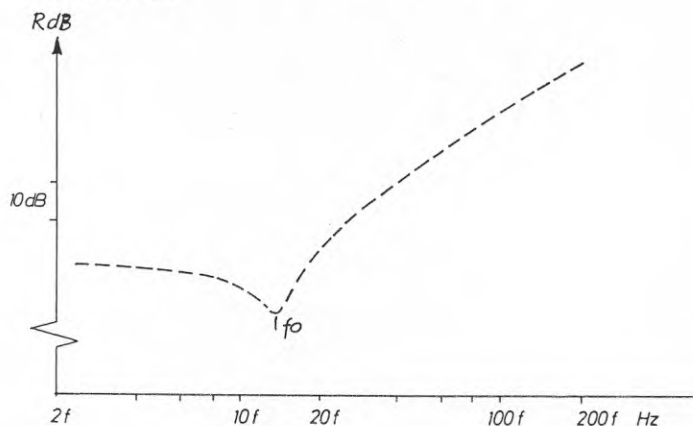
där m är skiktens ytvikt i kg/m^2

och d är avstånd mellan skikten i m

För $m = 10 \text{ kg/m}^2$ och $d = 10 \text{ cm}$

blir $f_0 = 85 \text{ Hz}$

Reduktionstalet för den ideala dubbelväggen illustreras av figur nedan



Figur 2. Ideala dubbelväggens reduktionstal

För att få god ljudisolering inom området 100-3150 Hz bör f_0 hållas lågt.

Ett antal högre resonanser beroende på stående vågor i luftspalten erhålles också men deras negativa inverkan kan normalt elimineras genom att fylla luftspalten mellan skikten med absorptionsmaterial.

Då förbindningar finns mellan skikten (t.ex ett regelverk) försämras ljudisoleringen i och med att ljudöverföring mellan skikten även kommer att ske via förbindningarna. Typ av förbindning och placering av dem avgör hur stor överföringen blir. Förbindningarna kan öka konstruktionens totalvikt och därmed fås förhöjning av ljudisoleringen vid låga frekvenser.

Beroende på typ av förbindningar och placering kommer dubbelkonstruktionen i praktiken att i olika frekvensområden fungera som dubbelvägg och i andra som en enkelvägg.

Teorier för dubbelväggens ljudisolering är väl kända och kan man tillräckligt väl beskriva förbindningarna och de fysikaliska egenskaperna hos de i väggen ingående elementen kan ljudisoleringen beräknas. Beräkningsmetod för dubbelväggens ljudisolering redovisas bl a av Bodlund, ref. 2.

4.3 Sandwichväggar

Den enklaste sandwichkonstruktionen karakteriseras av att den är sammansatt av två tunna styva ytskikt med ett mellanliggande lätt kärnmaterial. Konstruktionen har delvis enkelväggsegenskaper då väggelements båda sidor svänger likformigt och delvis den ideala dubbelväggens egenskaper, massa-fjäder-massa-system, dvs en resonans som bestäms av ytskiktets massa och mellanliggande skikts "fjädrande" egenskaper. Sandwichelement kan också vara uppbyggt av flera delskikt där ibland ett eller flera skikt väljs med hög förlustfaktor.

4.4 Flerskiktsskonstruktioner

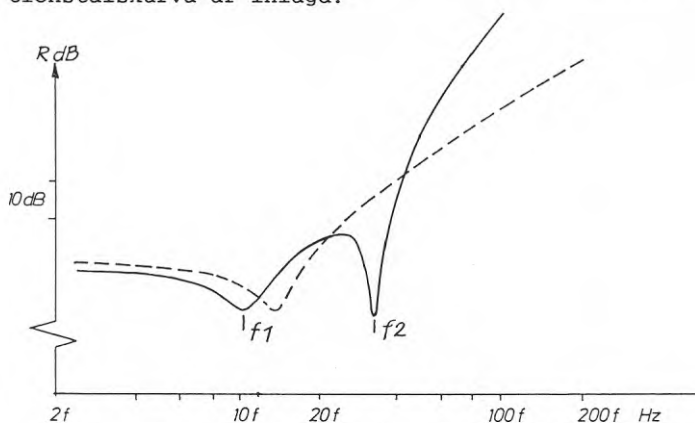
För konstruktioner med fler än två ytskikt blir reduktionstalet än svårare att bestämma.

Treskiktsskonstruktionen fungerar teoretiskt som ett massa-fjäder-massa-fjäder-massa-system och har två resonansfrekvenser.

Resonansfrekvenserna bestäms av ytvikten hos de ingående skikten och luftspalternas bredd. För det symmetriska fallet med tre lika skikt med ytvikt $m \text{ kg/m}^2$ och två lika luftspalter med bredden d blir de två resonansfrekvenserna $f_1 = 85/\sqrt{md}$; $f_2 = \sqrt{3} \cdot f_1$.

Den generella formeln för en treskiktsskonstruktion redovisas i ref. 4.

För en ideal treskiktsvägg utan förbindningar fås en reduktionstalskurva med principiellt utseende enligt figur nedan. Även dubbelväggens idealiserade reduktionstalskurva är inlagd.



Figur 3. Ideala dubbel- och trippelväggars reduktionskurvor

Med hänsyn till att ökningen i isolering som funktion av frekvensen i detta fall är större än för dubbelväggen är också känsligheten för förbindningar större än för dubbelväggen.

Liksom en dubbelväggs ljudisolering beror av de ingående skikten beror treskiktskonstruktionens isolering av tre skikt och i vilken ordning de ingår i konstruktionen.

Treskiktskonstruktionens reduktionstal är således beroende av

två resonansfrekvenser (en funktion av delskiktens ytvikt och spaltstorlek)

förbindningar, typ

de enskilda skiktens fysikaliska egenskaper och deras placering i konstruktionen.

Att göra en teoretisk modell för annat än den ideala flerskiktsskonstruktionen är svårt eftersom skikt- och förbindningars egenskaper är frekvensberoende och svårdefinierbara.

Som nämnts i inledningen har Uno Ingård deltagit i detta projekt med uppgiften att ta fram en beräkningsmodell för flerskiktsskonstruktioner. Modellen har testats på olika mätobjekt och överensstämmelsen mellan mätningar och beräkningar är goda för vissa typer av konstruktioner, t.ex 3-glasfönster. I andra fall är överensstämmelsen sämre varför metoden bör förbättras innan den publiceras.

Hans Jonasson vid Statens Provningsanstalt i Borås har en annan typ av beräkningsmodell för flerskiktsskonstruktioner. Den är till stor del en empirisk modell där resultat från laboriemätningar på ett stort antal konstruktioner utgjort underlag. Denna modell behöver dock utvecklas ytterligare för att ge tillfredsställande resultat.

För att kunna studera de isoleringspåverkande parametrarna har två serier mätningar utförts där en lätt och en tung enkelkonstruktion utgjort utgångsläge. De två väggarna har successivt byggts på och vid varje förändring har ljudisoleringen bestämts.

I det följande beskrivs först de provade konstruktionerna varefter uppmätta reduktionstal redovisas.

5 TESTADE KONSTRUKTIONER

Samtliga konstruktioner har mätts vid Lunds Tekniska Högskola, Avdelning för Byggnadsakustik.

5.1 Lätt konstruktion

Som grundkonstruktion har valts 25 mm spontad träpanel på ena sidan klädd med 5 mm hård masonit. Konstruktionen har monterats i laboratoriets provöppning mot en ram av 2"x 4" träreglar.

Grundkonstruktionen har sedan byggts på och påbyggnaderna har succesivt modifierats. Vissa kombinationer är orealistiska i verkligheten, men har tagits med för att testa inverkan av alternativa skiktplaceringar.

De testade alternativen uppräknas här nedan och hänvisning sker till figurer, vilka i sprängskisser visar konstruktionernas utseende. Siffran inom parentes anger antal skikt i konstruktionen.

Konstruktion	Figur
3 Masonit + råspont + 2"x 4" regelverk + stående regel 2"x 4" + liggande regel 2"x 2" (1)	4
4 3 + mineralull (1)	5
5 4 + 9 mm gips (dubbelvägg) (2)	6
5a Som 5, tätad (2)	6
6c 5a + 9 mm gips, vältätad (2)	7
6d Som 6c men 2"x 2" regel på distans från stående 2"x 4" regel. Mellanlägg av gummikabel (2)	7
7a 5a + profilerad Al-plåt, tätt skruvad ytvikt 2 kg/m ² (3)	8
7b 5a + profilerad Al-plåt, glest skruvad (3)	8
8 Som 4 + profilerad Al-plåt (2)	9
9 Som 7b med min.ull i fickorna mellan gips och plåt (3)	10
10 " + vibrationsisolering (3)	10
11 Som 7b + vibrationsisolering spik.plåt - gips-skiva (3)	10

12 Som 8 + 1" regel + gips (3)	11
13 5a + 1" regel + 9 mm gips (3)	12
14 Som 13 + profilerad Al-plåt (3)	13
15 " men slät Al-plåt (ytvikt 2,7 kg/m ²) (3)	12
16 Som 15 med ändrad mätriktning (3)	12
19 Som 4 + slät Al-plåt (2)	6
20 Som 19 + 1" regel + gips (3)	12
22 Som 4 + 12 mm asfaboard + 1" regel + 1 gips (3)	12

5.2 Tung konstruktion

Som tung konstruktion har valts vägg bestående av 19 cm Lecablock som har slammats på sin ena sida och putsats på sin andra sida. Volymvikt ca 700 kg/m³. Tätningsmassa har använts för att tätta mellan provvägg och provöppning.

Nedan visas en sammanställning av provade objekt

Konstruktion	Figur
B2 Putsad och slammad Leca-vägg (1)	14
B3 B2 + 2"x 4" regelverk monterad 10 mm från Leca-väggens putsade sida. 95 mm mineralull regelverket. 13 mm gips som ytskikt (2)	15
B4 B2 + 1" regelverk + profilerad Al-plåt (3)	16
B5 B3 + 1" regelverk + slät Al-plåt (3)	17
B6 B3 + 1" regelverk + 13 mm gips (3)	18
B7 B6 + 1" regelverk + 13 mm gips (4)	19
B9 B6 + 1" regelverk + slät Al-plåt (4)	20
B10 B9 + 1" regelverk på Lecaväggens andra sida + 13 mm gips (5)	21
B11 B7 + 1" regelverk på Lecaväggens andra sida + 13 mm gips (4)	22
B12 B3 + 1" regelverk på Lecaväggens andra sida + 13 mm gips (3)	23

B13 B2 + 2" regelverk på Lecaväggens slammade sida + 13 mm gips (2)	24
B14 B13 + 2" regelverk på Lecaväggens putsade sida + profilerad Al-plåt (3)	25
B15 B2 + 2" regelverk + profilerad Al-plåt (2)	26

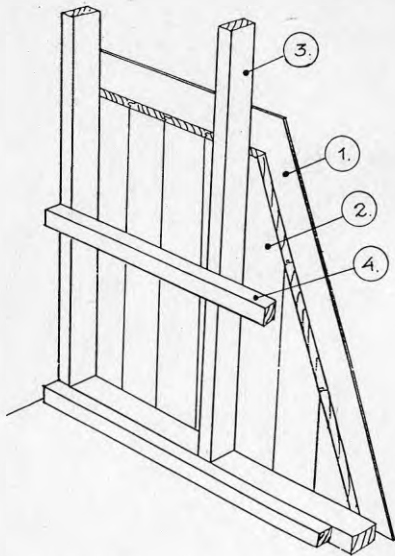


FIG. 4 KONSTR. 3

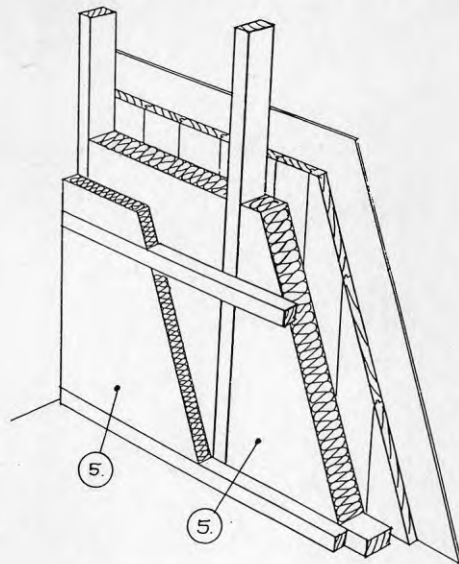


FIG. 5 KONSTR. 4

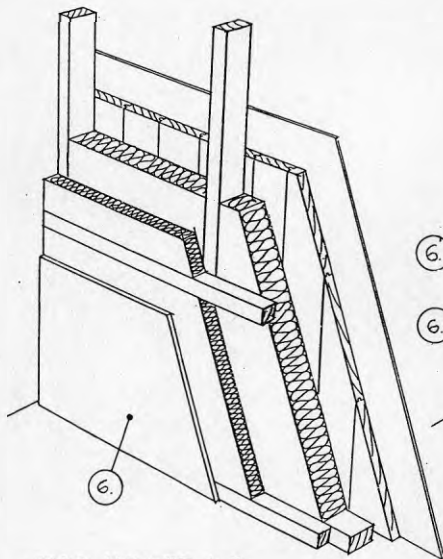


FIG. 6 KONSTR. 5, 5a

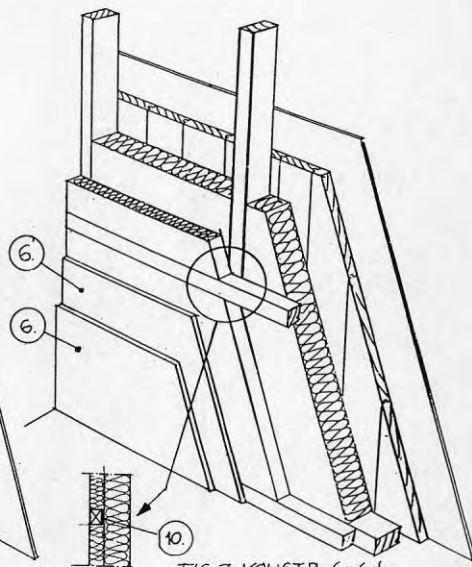


FIG. 7. KONSTR. 6c, 6d

- | | | | |
|---|--------------------------------------|----|--|
| 1 | 5 mm masonit | 9 | 12 mm asfaboard |
| 2 | 1" spontad träpanel | 10 | mjukt mellanlägg mellan reglar |
| 3 | 2" x 4" regel | 11 | mjukt mellanlägg mellan spikhuvud och plåt |
| 4 | 2" x 2" regel | 12 | 190 mm Lecablock med puts på hitre och slanning på bortsidan |
| 5 | mineralull (typ Gullfiber 3024) | 13 | 1" x 1" regelverk |
| 6 | 9 mm gips | 14 | 13 mm gips |
| 7 | 1 mm slät aluminiumplåt | | |
| 8 | profilerad aluminiumplåt (fasadplåt) | | |

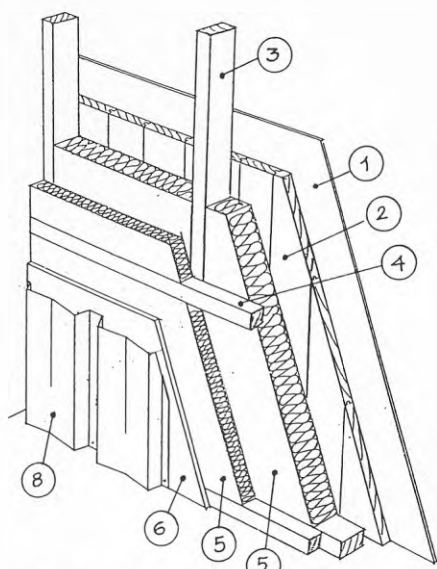


FIG. 8. KONSTR. 7a, 7b.

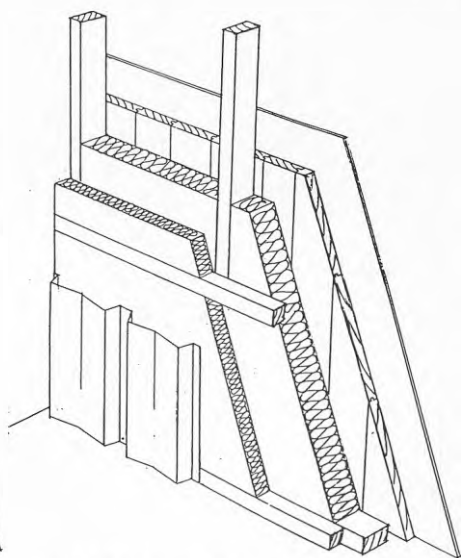


FIG. 9. KONSTR. 8

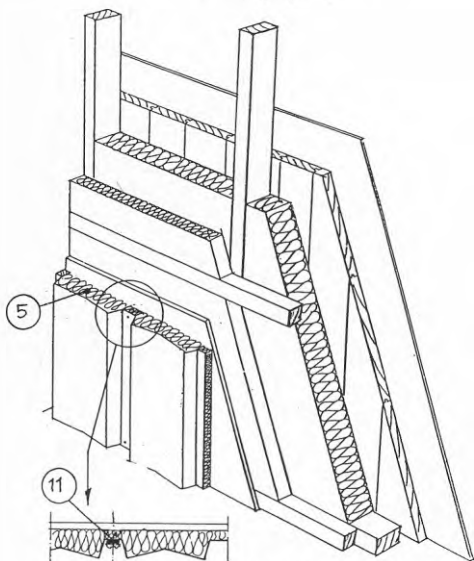


FIG. 10. KONSTR. 9, 10, 11.

- 1 5 mm masonit
- 2 1" spontad träpanel
- 3 2" x 4" regel
- 4 2" x 2" regel
- 5 mineralull (typ Gullfiber 3024)
- 6 9 mm gips
- 7 1 mm slät aluminiumplåt
- 8 profilerad aluminiumplåt (fasadplåt)

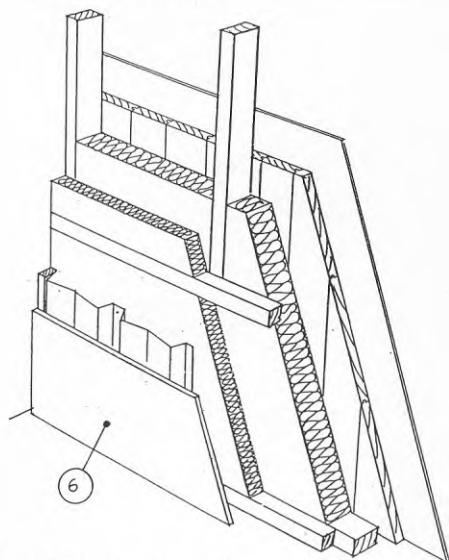


FIG. 11. KONSTR. 12

- 9 12 mm asfaboard
- 10 mjukt mellanlägg mellan reglar
- 11 mjukt mellanlägg mellan spikhuvud och plåt
- 12 190 mm Lecablock med puts på hitre och slanning på bortsidan
- 13 1" x 1" regelverk
- 14 13 mm gips

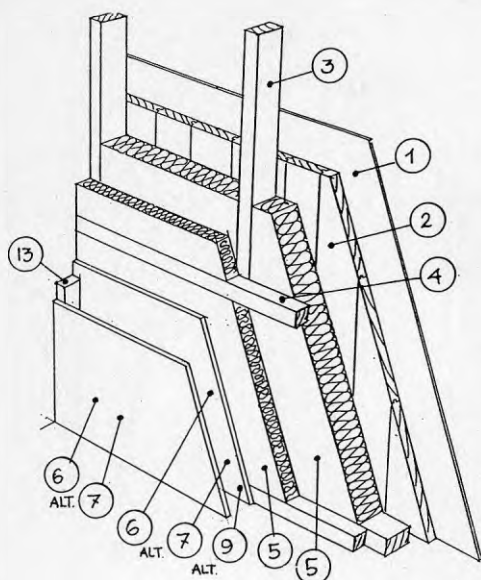


FIG. 12. KONSTR. 13, 15, 16, 20, 22.

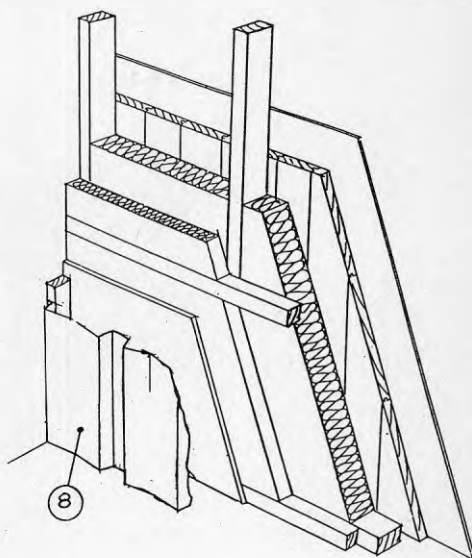


FIG. 13. KONSTR. 14

- | | | | |
|---|--------------------------------------|----|---|
| 1 | 5 mm masonit | 9 | 12 mm asfaboard |
| 2 | 1" spontad träpanel | 10 | mjukt mellanlägg mellan reglar |
| 3 | 2" x 4" regel | 11 | mjukt mellanlägg mellan spikhuvud och plåt |
| 4 | 2" x 2" regel | 12 | 190 mm Lecablock med puts på hitre och slamning på bortre sidan |
| 5 | mineralull (typ Gullfiber 3024) | 13 | 1" x 1" regelverk |
| 6 | 9 mm gips | 14 | 13 mm gips |
| 7 | 1 mm slät aluminiumplåt | | |
| 8 | profilerad aluminiumplåt (fasadplåt) | | |

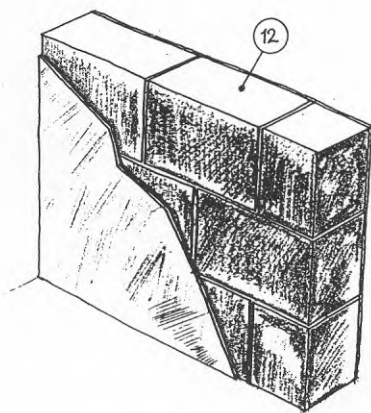


FIG. 14 KONSTR. B2

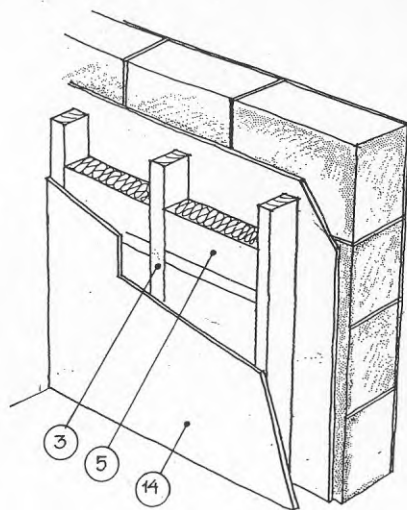


FIG. 15 KONSTR. B3

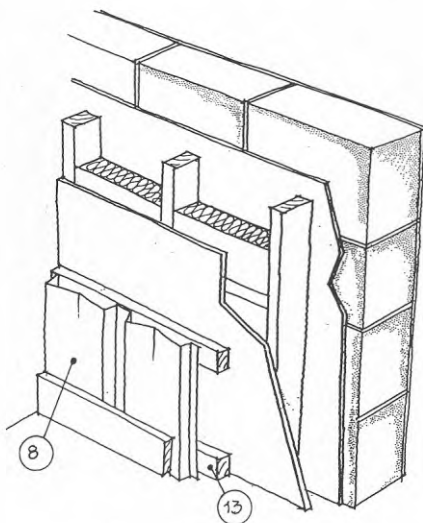


FIG. 16 KONSTR. B4

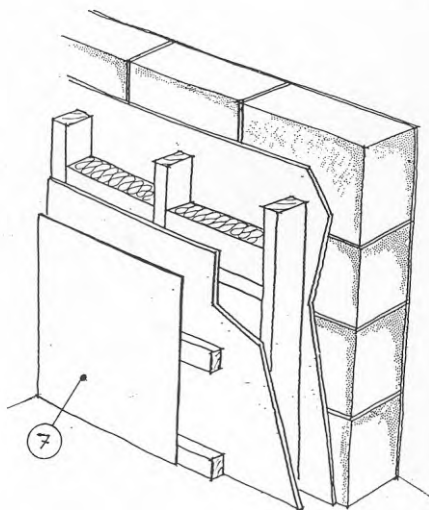


FIG. 17. KONSTR. B5

- | | | | |
|---|--------------------------------------|----|---|
| 1 | 5 mm masonit | 9 | 12 mm asfaboard |
| 2 | 1" spontad träpanel | 10 | mjukt mellanlägg mellan regler |
| 3 | 2" x 4" regel | 11 | mjukt mellanlägg mellan spikhuvud och plåt |
| 4 | 2" x 2" regel | 12 | 190 mm Lecablock med puts på hitre och slamning på bortre sidan |
| 5 | mineralull (typ Gullfiber 3024) | 13 | 1" x 1" regelverk |
| 6 | 9 mm gips | 14 | 13 mm gips |
| 7 | 1 mm slät aluminiumplåt | | |
| 8 | profilerad aluminiumplåt (fasadplåt) | | |

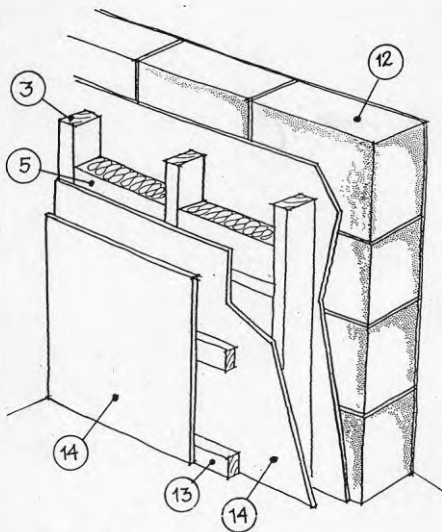


FIG. 18. KONSTR. B6

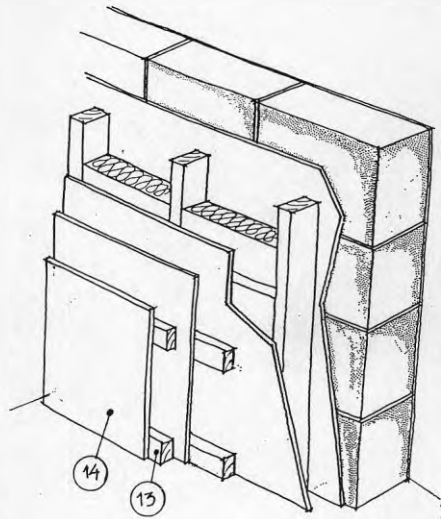


FIG 19 KONSTR. B7

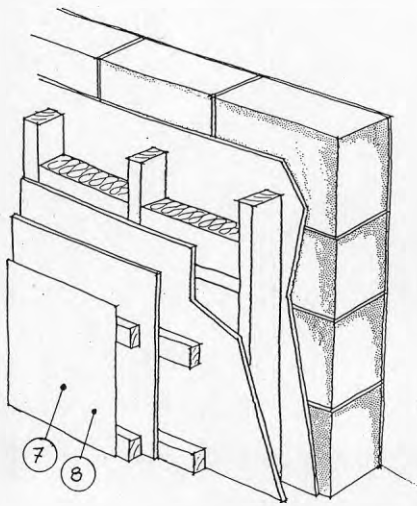


FIG. 20 KONSTR. B9

- 1 5 mm masonit
- 2 1" spontad träpanel
- 3 2" x 4" regel
- 4 2" x 2" regel
- 5 mineralull (typ Gullfiber 3024)
- 6 9 mm gips
- 7 1 mm slät aluminiumplåt
- 8 profilerad aluminiumplåt (fasadplåt)

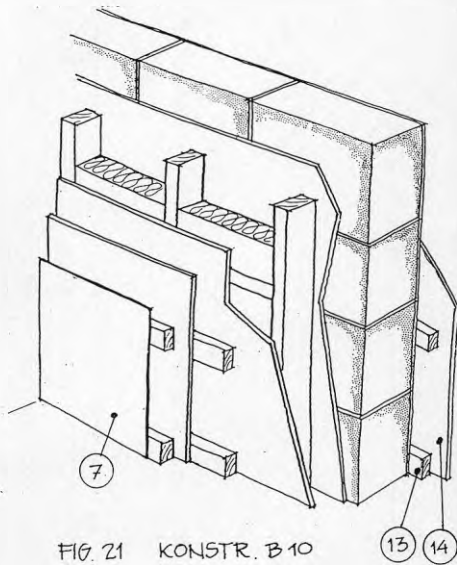


FIG. 21 KONSTR. B10

- 9 12 mm asfaboard
- 10 mjukt mellanlägg mellan reglar
- 11 mjukt mellanlägg mellan spikhuvud och plåt
- 12 190 mm Lecablock med puts på hitre och slamning på bortre sidan
- 13 1" x 1" regelverk
- 14 13 mm gips

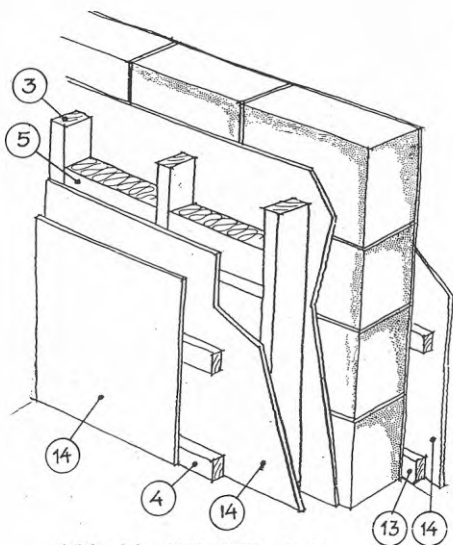


FIG. 22 KONSTR. B11

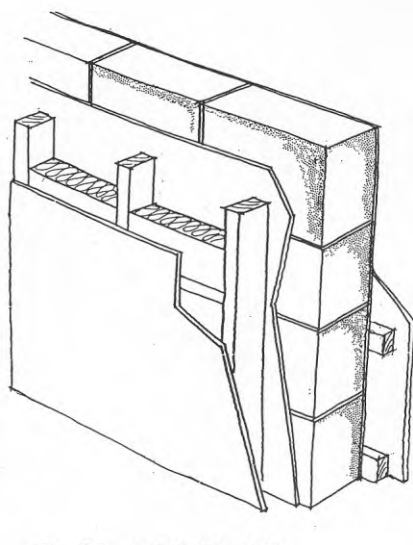


FIG. 23 KONSTR. B14.

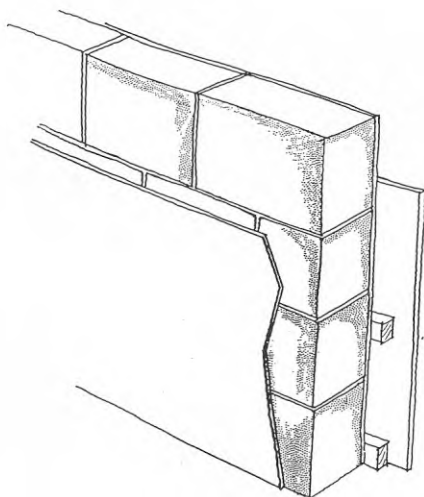


FIG. 24 KONSTR. B13

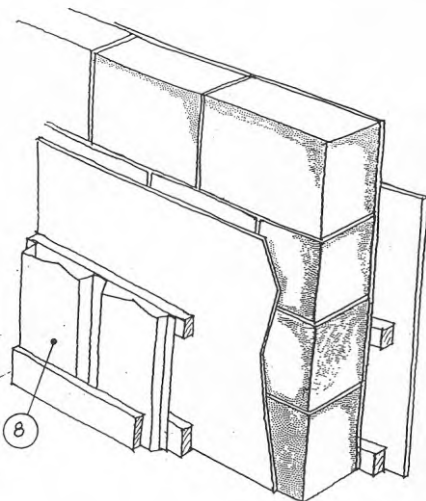


FIG. 25 KONSTR. B14

- | | | | |
|---|--------------------------------------|----|---|
| 1 | 5 mm masonit | 9 | 12 mm asfaboard |
| 2 | 1" spontad träpanel | 10 | mjukt mellanlägg mellan regler |
| 3 | 2" x 4" regel | 11 | mjukt mellanlägg mellan spikhuvud och plåt |
| 4 | 2" x 2" regel | 12 | 190 mm Lecablock med puts på hitre och slanning på bortre sidan |
| 5 | mineralull (typ Gullfiber 3024) | 13 | 1" x 1" regelverk |
| 6 | 9 mm gips | 14 | 13 mm gips |
| 7 | 1 mm slät aluminiumplåt | | |
| 8 | profilerad aluminiumplåt (fasadplåt) | | |

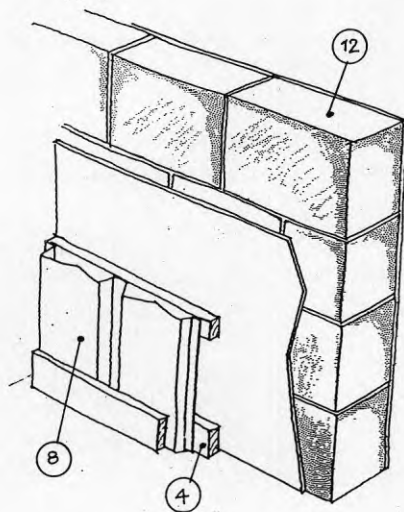


FIG. 26. KONSTR. B15

- | | | | |
|---|--------------------------------------|----|---|
| 1 | 5 mm masonit | 9 | 12 mm asfboard |
| 2 | 1" spontad träpanel | 10 | mjukt mellanlägg mellan reglar |
| 3 | 2" x 4" regel | 11 | mjukt mellanlägg mellan spikhuvud och plåt |
| 4 | 2" x 2" regel | 12 | 190 mm Lecablock med puts på hitre och slamning på bortre sidan |
| 5 | mineralull (typ Gullfiber 3024) | 13 | 1" x 1" regelverk |
| 6 | 9 mm gips | 14 | 13 mm gips |
| 7 | 1 mm slät aluminiumplåt | | |
| 8 | profilerad aluminiumplåt (fasadplåt) | | |

5.3 Mätresultat

Mätområdet för reduktionstalsmätningarna har valts till 50-5000 Hz. Detta beror på att reduktionstalet i frekvensområdet 50-100 Hz ofta har stor betydelse då trafik utgör bullerkälla.

En utvidgning av mätområdet gör det också lättare att se effekter av modifieringar av de olika mätobjekten.

För att lättare kunna göra jämförelser mellan olika konstruktioner eller varianter av konstruktioner redovisas i de flesta fall flera reduktionstalskurvor på samma blad.

Om man vill söka upp reduktionstalskurvan för enskild konstruktion kan man utläsa nedan på vilket kurvblad redovisningen finns.

Konstruktion	Figurblad	Konstruktion	Figurblad
3	28	B2	42
4	28	B3	42
5	40	B4	50
5a	40	B5	48
6c	41	B6	49
6d	41	B7	43
7a	30	B9	44
7b	30	B10	47
8	29	B11	52
9	31	B12	52
10	31	B13	51
11	31	B14	51
12	32	B15	46
13	32		
14	33		
15	27		
16	27		
19	29		
20	32		
22	32		

6 KOMMENTARER TILL MÄTRESULTATEN

Samtliga mätta konstruktioner uppvisar en topp i ljudisoleringskurvan vid 63 Hz. Denna höjning torde kunna hänföras till egenheter hos mättrummen. Detta gör det dock något svårt att utläsa läget för låga resonansfrekvenser.

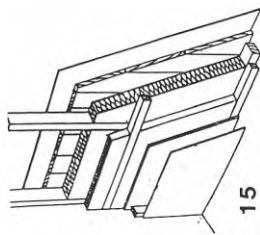
En konstruktion har mätts i båda mätriktningarna (kurvblad 37).

Olika reduktionstal i nedre halvan av frekvensområdet har erhållits vid alternativa mätriktningar.

Relativa jämförelser mellan olika konstruktioner eller modifieringar av konstruktioner bör dock bli riktiga oberoende av vad som sägs ovan.

På varje kurvblad kommenteras de redovisade mätresultaten.

FREKVENNS (Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	Rm	Ia															
(1) —○—	15	20	32	21	23	29	32	34	36	33	37	39	43	47	51	56	61	67	69	73	76	77	46	45
(2) —□—	16	20	28	24	31	38	38	39	36	39	41	45	48	52	57	62	67	71	74	78	77	48	47	

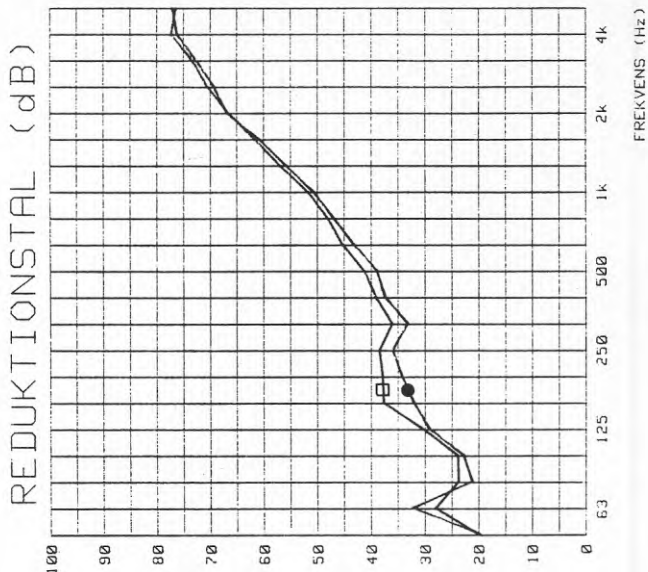


Objekt 15 = trippelvägg med slät Al-plåt som tredje skikt

Objekt 15 och 16 är lika men objekt 16 har mätts i motsatt mätning.

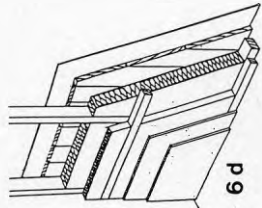
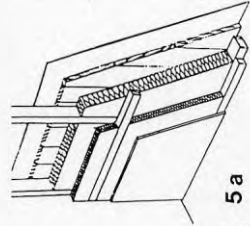
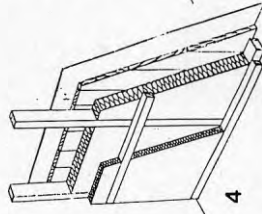
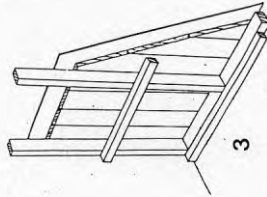
Kommentarer

Mätningarna tycks ha betydelse inom frekvensområdet 160-630 Hz. Detta beror på mättrummen, men enligt uppgift från avdelningen för Akustik i Lund uppträder inte denna skillnad för alla typer av konstruktioner. Observera också det höga värdet hos R vid 63 Hz. Denna typ återkommer i samtliga mätningar och torde vara mättrumsberoende.

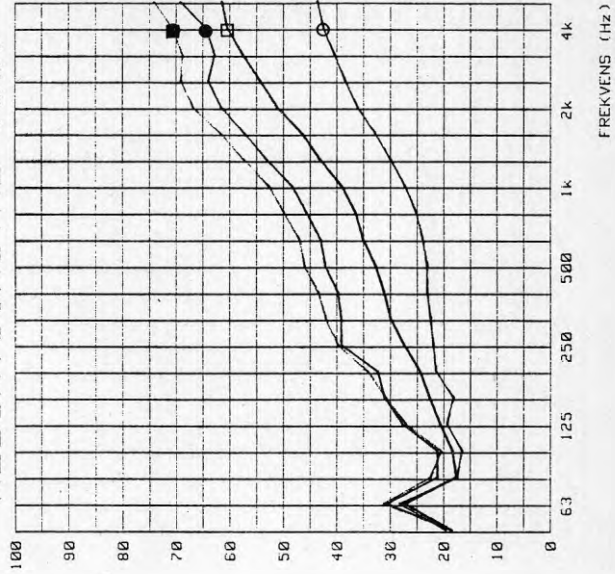


Figur 28

FREKVENNS (Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	R _m I a															
(1) —○—	20	17	16	19	18	21	22	23	23	24	25	27	30	33	36	38	40	42	43	28	26		
(2) —□—	19	27	18	18	21	23	24	27	30	31	33	35	36	38	43	47	51	54	58	60	61	37	36
(3) —●—	18	31	21	21	28	31	32	39	39	40	42	43	46	48	53	57	62	64	63	64	69	44	45
(4) —■—	18	31	22	20	27	31	34	40	42	43	46	47	50	53	57	62	67	69	69	71	74	47	47



REDUKTIONSTAL (dB)



Objekt 3 = Masonit + råspont + korslagt regelverk

4 = 3 + mineralull

5a = 4 + 9 mm gips, vältätad (dubbelvägg)

6d = 5a + 9 mm gips, vältätad (dubbelvägg)

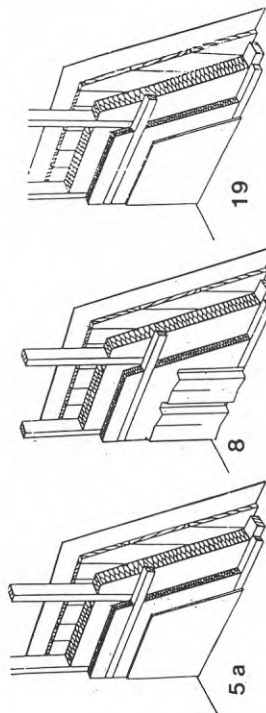
Kommentarer

Man ser att enbart komplettering med mineralull mot en enkelvägg höjer ljudisoleringen. R_m höjs i detta fall från 26 till 36 dB.

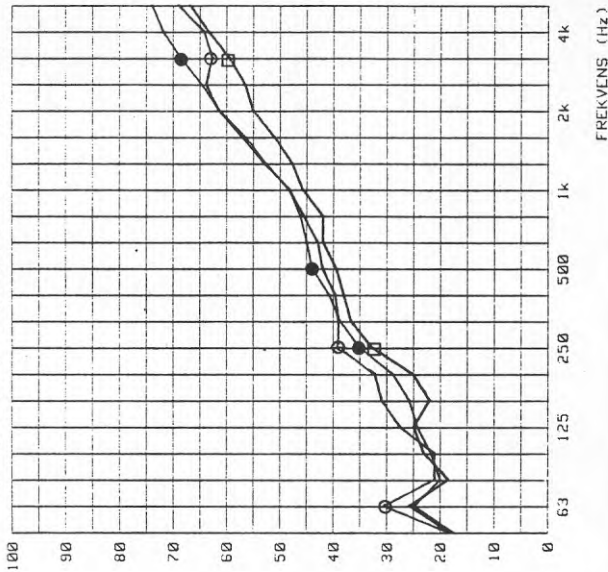
Komplettering med ett andra skikt, så att dubbelvägg erhålles, höjer R_m ytterligare 10 dB.

Det är något förvånande att ytterligare komplettering med en gipsskiva mot andra skiktet ej gett någon höjning av R under 250 Hz.

FREKVENNS (Hz)		63	125	250	500	1k	2k	4k	Rm	Ia														
(1) —○—	5A	18	31	21	21	28	31	32	39	39	40	42	43	46	48	53	57	62	64	63	64	69	44	45
(2) —□—	8	18	26	19	23	25	22	25	33	37	38	40	42	42	46	48	51	55	57	60	64	67	48	42
(3) —●—	19	18	25	20	22	24	26	29	35	39	41	44	45	46	48	53	57	61	65	69	72	74	44	45



REDUKTIONSTAL (dB)



Objekt 5a = masonit + råspont + korslagt regelverk + mineralull + 9 mm gips vältätad (dubbelvägg)
 8 = 5a, men 9 mm gips utbytt mot profilerad Al-plåt (dubbelvägg)
 19 = 5a, men 9 mm gips utbytt mot slät Al-plåt (dubbelvägg)

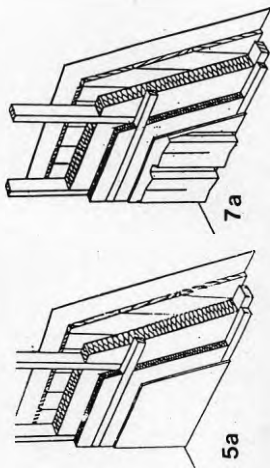
Kommentarer

Ytvikterna för de tre alternativa skikten är
 9 mm gips 7 kg/m²
 1 mm slät Al-plåt 2,7 kg/m²
 profilerad Al-plåt 2 kg/m²

Skillnaderna i reduktionstal förklaras i viss mån av detta. Den främsta skillnaden ligger dock i den profilerade Al-plåtens två koincidencesfrekvenser.

Figur 30

FREKVENNS (Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	Rm	Ia																
(1) —○—	10	31	21	28	31	32	39	39	40	42	43	46	48	53	57	62	64	63	64	69	44	45			
(2) —□—	20	34	26	24	25	27	36	38	38	36	38	37	37	42	47	52	56	59	61	64	68	41	42		
(3) —●—	19	33	26	24	25	28	35	38	37	35	37	35	37	38	39	43	48	53	57	59	61	65	69	41	42



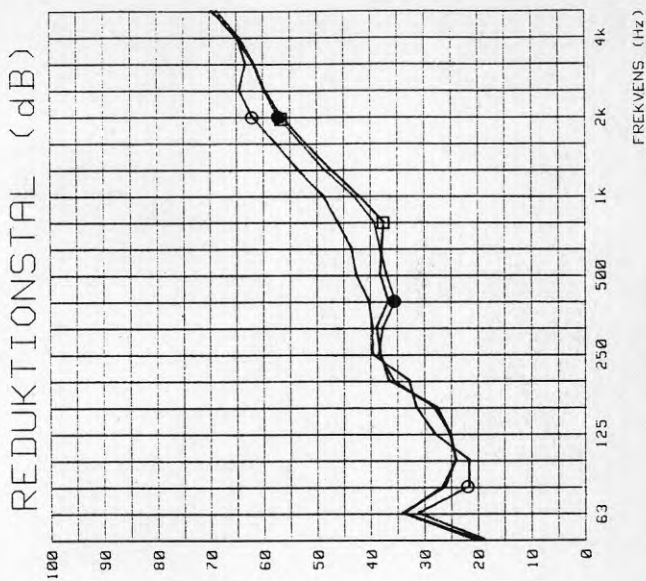
Objekt 5a = masonit + råspont + korslagt regelverk + mineralull + 9 mm gips, vältätad (dubbelvägg)

7a = 5a + profilerad Al-plåt, tätt skruvad (trippelvägg)

7b = 5a + profilerad Al-plåt, glest skruvad (trippelvägg)

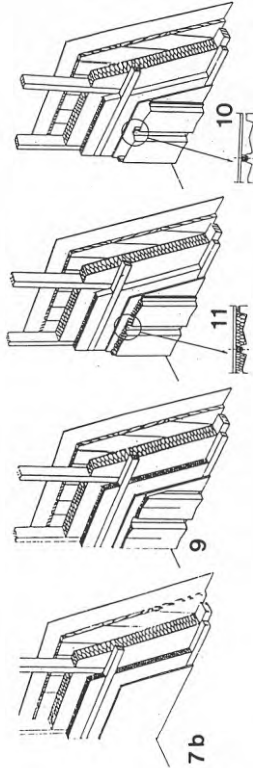
Kommentarer

Observera den stora sänkningen av R när vi kompletterar dubbelväggen så att en trippelkonstruktion erhålles. Såväl den andra resonansfrekvensen, ca 400 Hz och koincidensfrekvensen ca 300 Hz ger upphov till försämringar. Konstruktionen är inom vissa frekvensområden sämre än dubbelväggen med profilerad Al-plåt som andra skikt (konstruktion 8). Tätheten mellan skruvarna har marginell effekt.



Figur 31

FREKVENNS (Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	R _m	I _a															
(1) —○—	19	33	26	24	25	28	35	37	38	39	43	48	53	57	59	61	65	69	41	42				
(2) —□—	9	19	33	25	23	26	27	35	37	38	41	45	45	50	53	57	61	62	64	66	69	44	46	
(3) —●—	11	19	33	21	21	28	31	33	37	35	36	41	43	44	49	54	58	62	65	67	73	75	44	44
(4) —■—	10	19	32	21	24	30	31	33	38	39	43	47	48	48	51	56	59	63	65	68	72	75	46	47



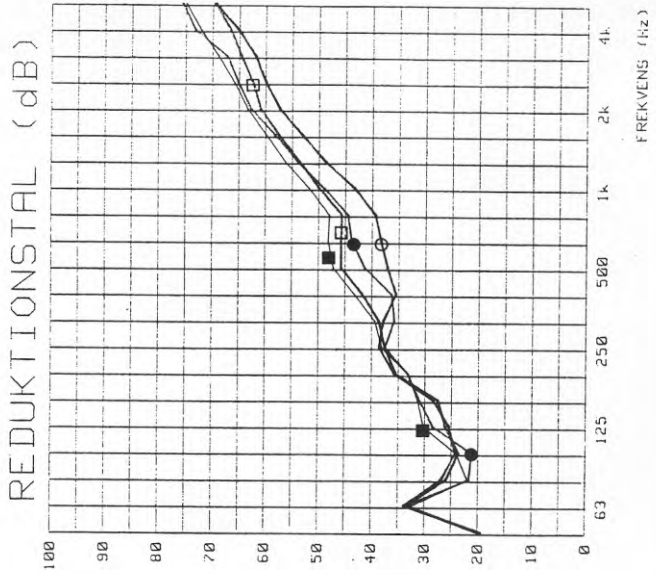
Objekt 7b = masonit + råspont + korslagt regelverk + mineralull + 9 mm gips, vältätd + profilerad Al-plåt (trippelvägg)

9 = 7b + ull i fickorna + vibrationsisolering av plåtfästning

10 = 7b + vibrationsisolering av plåtfästning

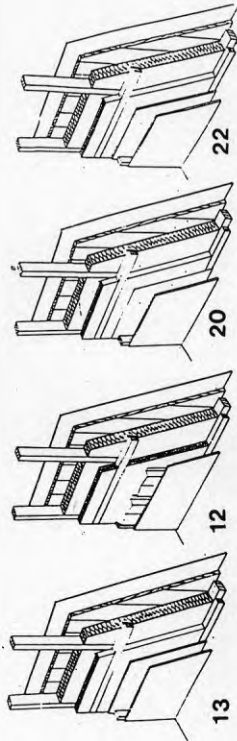
Kommentarer

De negativa effekterna med den profilerade Al-plåten som tredje skikt har helt eliminerats genom att ordna en sådan infästning av plåten att överföring från regelverket reduceras samt genom att mineralullen dels dämpar resonansen och även fungerar som dämpning av plåtvibrationerna. Reduktionstalet har blivit bättre än för grundkonstruktionen 5a.



Figur 32

FREKVENNS (Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	R _m	I _a															
(1) —○—	13	21	34	24	30	33	33	39	40	43	45	49	52	57	63	68	70	69	72	75	47	47		
(2) —□—	12	20	31	22	22	29	29	31	40	42	42	43	46	49	52	57	61	67	69	71	73	76	47	47
(3) —●—	20	15	26	19	25	31	30	32	39	40	43	45	47	47	49	52	56	62	67	70	72	75	46	47
(4) —■—	22	20	31	21	23	32	32	33	40	42	44	46	48	51	54	59	63	69	71	72	74	77	49	49

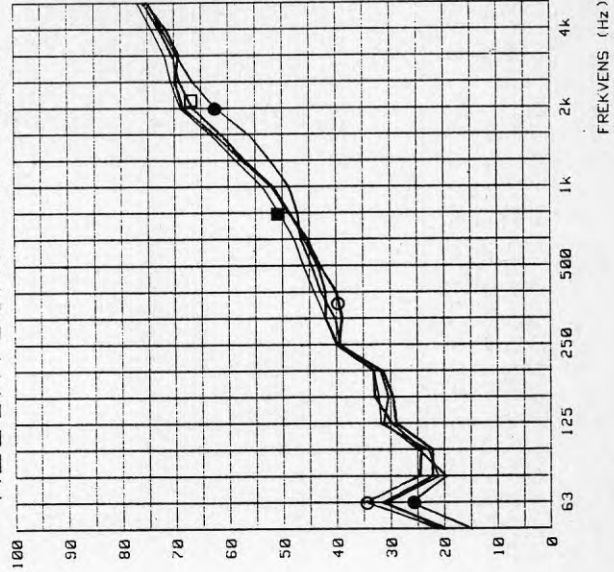


- Objekt 13 = masonit + råspont + korslagt regelverk + mineralull + 9 mm gips, vältätad + 1" regel + 9 mm gips (trippelvägg)
- 12 = 13 mm gipsskivan mitt i konstruktionen utbytt mot profilerad Al-plåt (trippelvägg)
- 20 = 13 mm gipsskivan mitt i konstruktionen utbytt mot slät Al-plåt (trippelvägg)
- 22 = 13 mm gipsskivan mitt i konstruktionen utbytt mot 12 mm asfaboard (trippelvägg)

Kommentarer

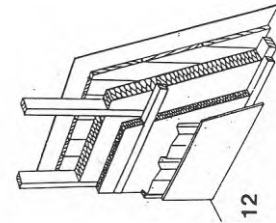
Kurvorna visar att det är mindre farligt om det lätta skiktet utgör mittskikt i stället för ytterskikt. Det framgår också att med mittskikt av typ asfaboard fås inga negativa effekter utan man får i stort sett dubbelvägsegenskaper hos konstruktionen.

REDUKTIONSTAL (dB)

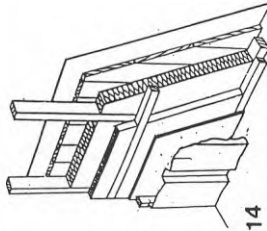


Figur 33

FREKVENNS (Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	R _m	I _a															
(1) —○—	19	33	21	22	29	30	32	35	34	35	38	41	43	47	51	55	61	63	66	70	74	42	43	
(2) —□—	12	20	31	22	22	29	29	31	40	42	42	43	46	49	52	57	61	67	69	71	73	76	47	47



12



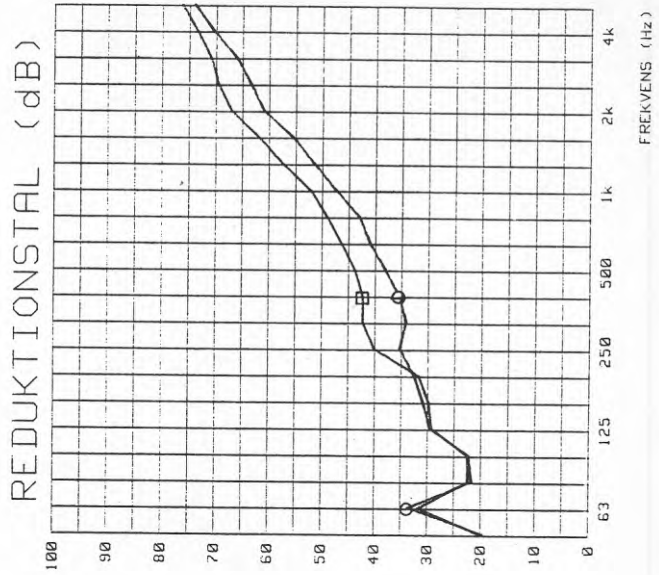
14

Objekt 12 = masonit + råspont + korslagt regelverk + mineralull + profilerad Al-plåt + 1" regel + 9 mm gips

14 = som 12 men plåt och gips har bytt plats

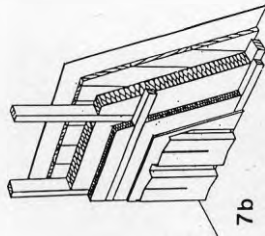
Kommentarer

Luftspalten i objekt 14 ökar jämfört med objekt 7b och därmed sänks de båda resonansfrekvenserna och reduktionstalet närmar sig vid högre frekvenser konstruktion 12. En viss försämring erhålles kring 250 Hz.

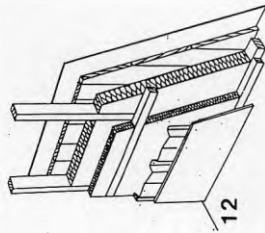


Figur 34

FREKVENNS (Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	Rm	Ia															
(1) —○—	78	19	33	26	24	25	28	35	37	38	39	43	48	53	57	59	61	65	69	41	42			
(2) —□—	12	20	31	22	22	29	29	31	40	42	42	43	46	49	52	57	61	67	69	71	73	76	47	47



7b



12

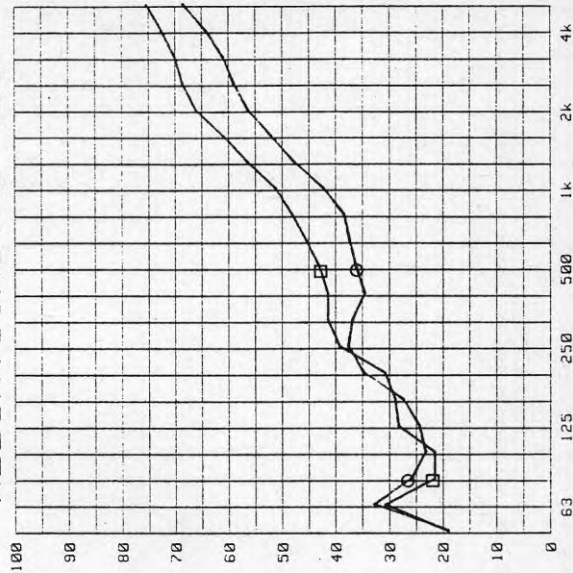
Objekt 7b = masonit + råspont + korslagt regelverk + mineralull + 9 mm gips + profilerad Al-plåt

12 = masonit + råspont + korslagt regelverk + mineralull + profilerad Al-plåt + 1" regel + 9 mm gips

Kommentarer

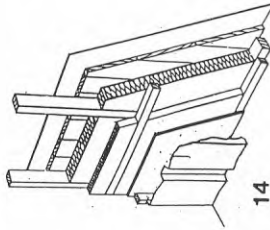
Byte av plåts mellan 2:a och 3:e skikt (9 mm gips resp profilerad Al-plåt) har stor betydelse. Med frånvaro av Al-plåten kan ytterligare höjning av reduktions-talet förväntas kring 2:a resonansfrekvensen ≈400 Hz.

REDUKTIONSTAL (dB)

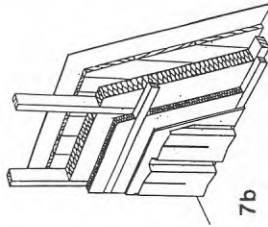


FREKVENNS (Hz)

FREKVENNS (Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	Rm	Ia															
(1) —○—	78	19	33	26	24	25	28	35	37	35	37	35	37	39	43	48	53	57	59	61	65	69	41	42
(2) —□—	14	19	33	21	22	29	30	32	35	34	35	38	41	43	47	51	55	61	63	66	70	74	42	43



14



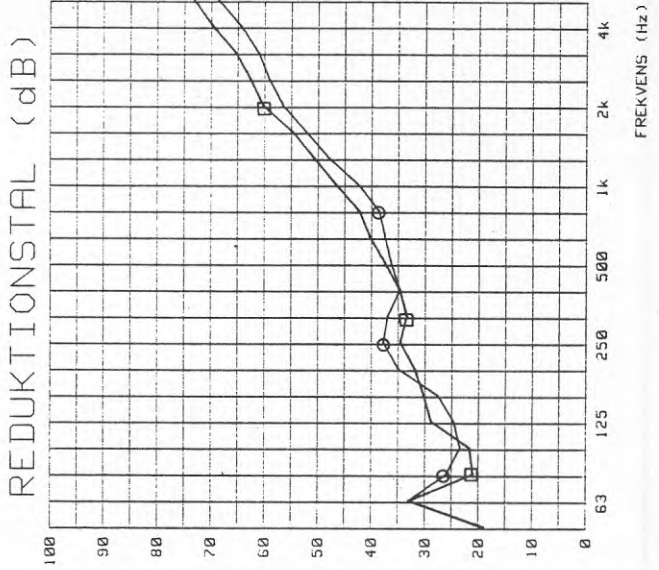
7b

Objekt 7b = masonit + råspont + korslagt regelverk + mineralull + 9 mm gips + profilerad Al-plåt (trippelvägg)

14 = som 7b men 1" regel mellan gips och profilerad Al-plåt (trippelvägg)

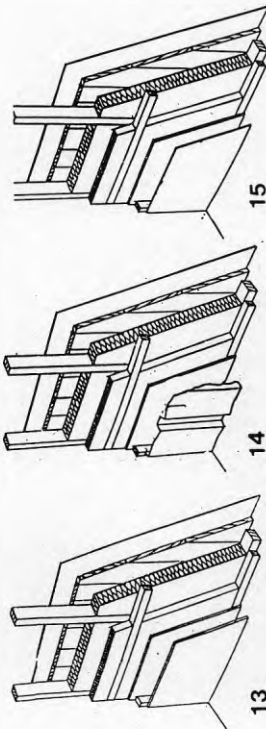
Kommentarer

Den större luftspalten i objekt 14 sänker resonansfrekvens nr 2 och reduktionstalsökningen börjar vid lägre frekvens.



FREKVENNS (Hz)

FREKVENNS (Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	Rm	Ia															
(1) —○—	13	21	34	24	30	33	33	39	40	43	45	49	52	57	63	68	70	69	72	75	47	47		
(2) —□—	14	19	33	21	22	29	30	32	35	34	35	38	41	43	47	51	55	61	63	66	70	74	42	43
(3) —●—	15	20	32	21	23	29	32	34	36	33	37	39	43	47	51	56	61	67	69	73	76	77	46	45



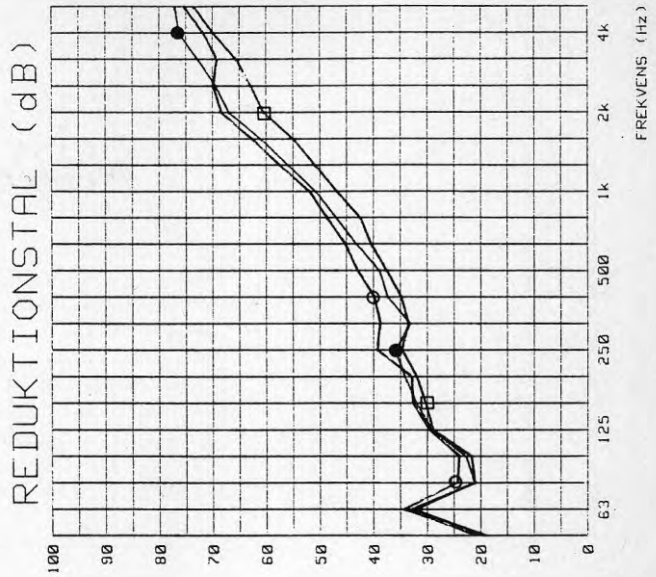
- Objekt 13 = masonit + råspont + korslagt regelverk + mineralull + 9 mm gips, vältätad + 1" regel + 9 mm gips (trippelvägg)
- 14 = 13 mm 9 mm gips utbytt mot profilerad Al-plåt (trippelvägg)
- 15 = 13 mm 9 mm gips utbytt mot siät Al-plåt (trippelvägg)

Kommentarer

Resonansfrekvens nr 2 syns tydligt för kurva 14 (≈ 315 Hz).

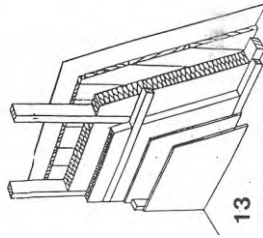
Kombination med profilerad Al-plåt ger jämfört med gips som tredje skikt försämring över större delen av frekvensområdet.

2:a resonansfrekvensen i konstruktion 13 borde vara mer framträdande i R-talskurvan.



Figur 37

FREKVENNS (Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	Rm	Ia															
(1) —○—	13	21	34	24	30	33	39	39	40	43	45	49	52	57	63	68	70	69	72	75	47	47		
(2) —□—	22	20	31	21	23	32	32	33	40	42	44	46	48	51	54	59	63	69	71	72	74	77	43	49



13

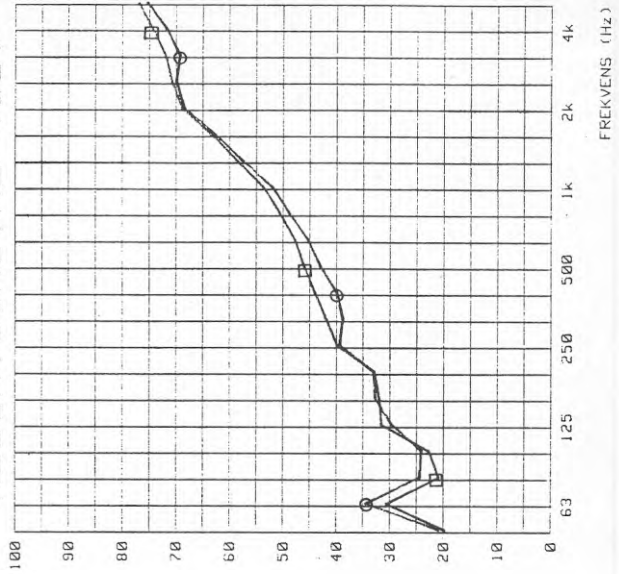
Objekt 13 = masonit + råspont + korslagt regelverk + mineralull + 9 mm gips + 1" regel + 9 mm gips (trippelvägg)

22 = som 13 men mittskiktets gipsskiva utbytt mot 12 mm asfaboard (trippelvägg)

Kommentarer

En förbättring sker med asfaboard i mittskiktet jämfört med 9 mm gips.

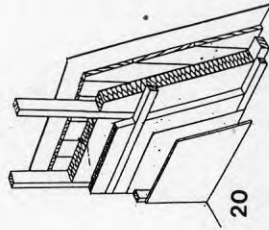
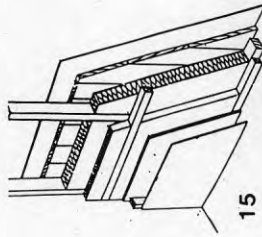
REDUKTIONSTAL (dB)



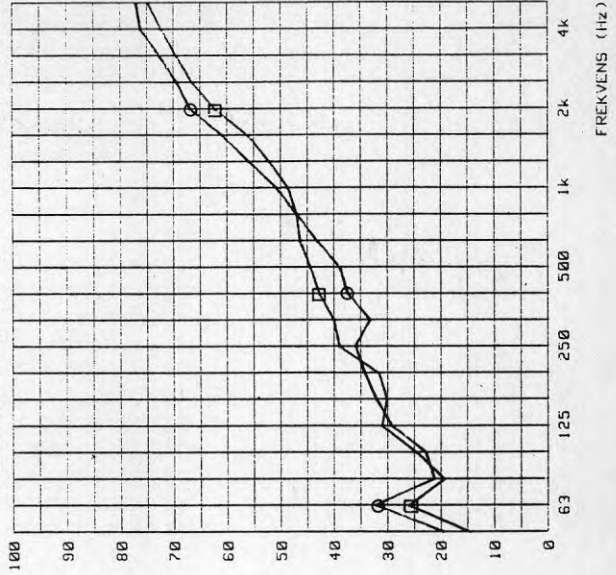
FREKVENNS (Hz)

Figur 38

FREKVENNS (Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	R _m	I _a															
(1) —○—	15	20	32	21	23	29	32	34	36	33	37	39	43	47	51	56	61	67	69	73	76	77	46	45
(2) —□—	20	15	26	19	25	31	30	32	39	40	43	45	47	47	49	52	56	62	67	70	72	75	46	47



REDUKTIONSTAL (dB)



Objekt 15 = masonit + råspont + korslagt regelverk + mineralull + 9 mm gips + 1" regel + slät Al-plåt (trippelvägg)
 20 = som 15 men gips och Al-plåt har bytt plats (trippelvägg)

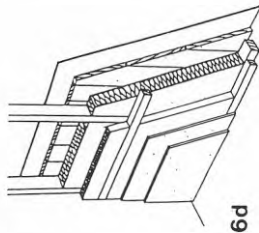
Kommentarer

Man ser dippar i reduktionstalskurvorna vid de båda övre resonansfrekvenserna vid ca 200 Hz resp. 320 Hz.

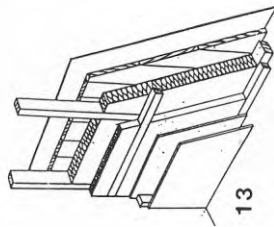
R_m lika för båda konstruktionerna men I_a-värdet högre med Al-plåten som mittskikt.

Figur 39

FREKVENNS (Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	Rm	I a
(1) —○—	6D	18 31 22	20 27 31 34	42 43 46	47 50 53	57 62 67 69	69 71 74	47	47
(2) —□—	13	21 34 24	24 30 33 33	39 40 43	45 49 52	57 63 68 70	69 72 75	47	47



6d



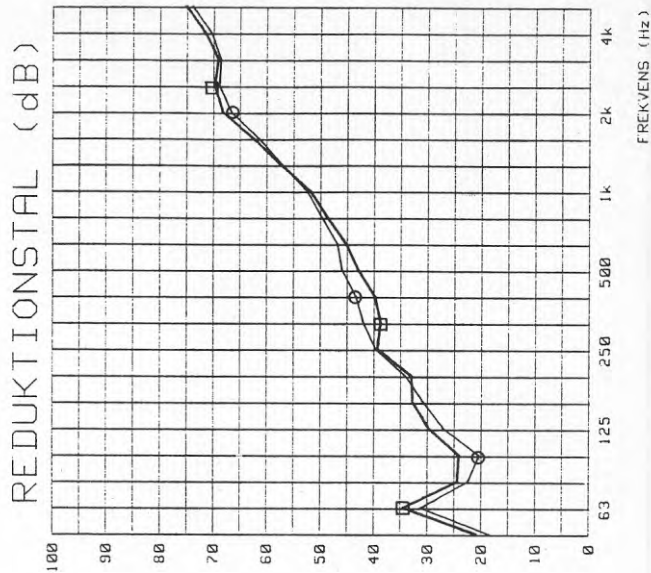
13

Objekt 6d = masonit + råspont + korslagt regelverk
(distans mellan vertikalt och horison-
tellt regelverk så att endast kontakt
erhålls via spikar) + mineralull + 2 x 9
mm gips (dubbelvägg)

13 = masonit + råspont + korslagt regelverk +
mineralull + 9 mm gips + 1" regel + 9 mm
gips (trippelvägg)

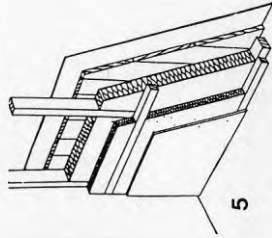
Kommentarer

Trippelväggen sämre i frekvensområdet kring 320 Hz,
2:a resonans



Figur 40

FREKVENNS (Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	Rm	Ia															
(1) —○—	5	21	29	20	15	29	33	38	37	40	41	43	45	47	49	51	53	54	56	59	40	42		
(2) —□—	5A	18	31	21	21	28	31	32	39	39	40	42	43	46	48	53	57	62	64	63	64	69	44	45



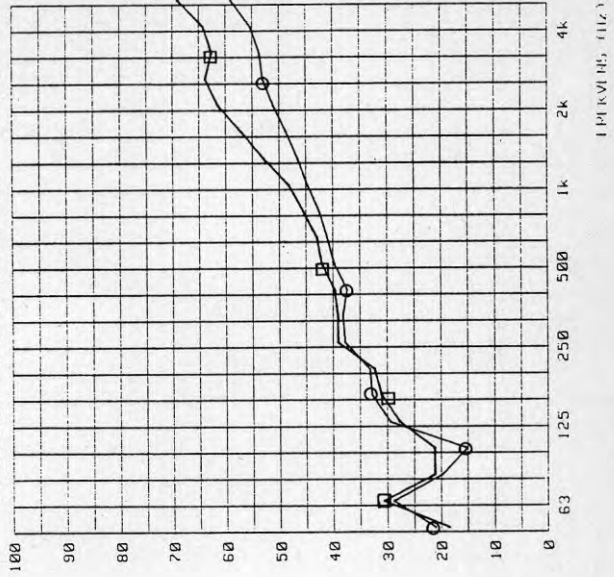
Objekt 5 = masonit + råspont + korslagt regelverk + mineralull + 9 mm gips (normalt utförande)

5a = 5 men tätad med tätningssmassa

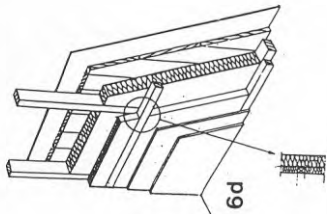
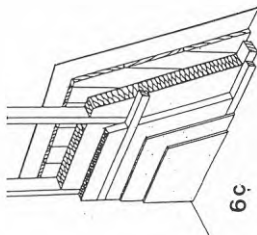
Kommentarer

Även en väl utförd vägg har springor som sätter ned isoleringen över ett stort frekvensområde.

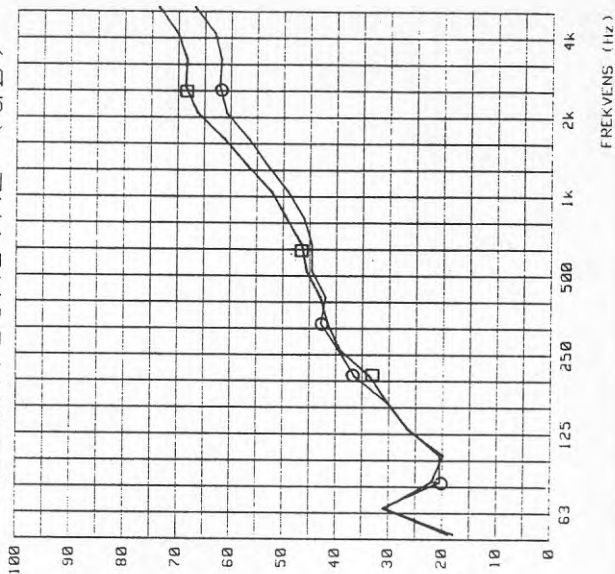
REDUKTIONSTAL (dB)



FREKVENNS (Hz)		63	125	250	500	1k	2k	4k	Rm	I a														
(1) —○—	6c	19	21	21	27	31	37	40	43	42	45	45	47	45										
(2) —□—	6d	18	31	22	20	27	31	34	40	42	43	46	47	50	53	57	62	67	69	69	71	74	47	47



REDUKTIONSTAL (dB)



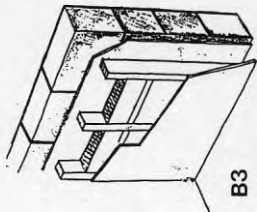
Objekt 6c = masonit + råspont + regelverk + mineralull + 2x9 mm gips, vältätad
 6d = som 6c men distans mellan vertikala och horisontella regler så att endast kontakt erhålles via spikar

Kommentarer

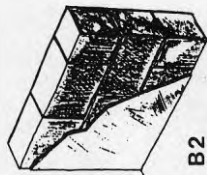
Minskad anläggningsyta mellan regelsystemen ökar knutpunktsförluster och R-talet höjs.

Figur 42

FREKVENNS (Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	R _m	I _a														
(1) —○—	B2 33	41	32	31	34	35	38	37	40	42	44	47	48	51	53	55	57	58	60	61	58	46	49
(2) —□—	B3 34	44	37	40	44	50	51	54	55	58	62	65	66	70	70	72	72	72	72	75	76	61	64



B3

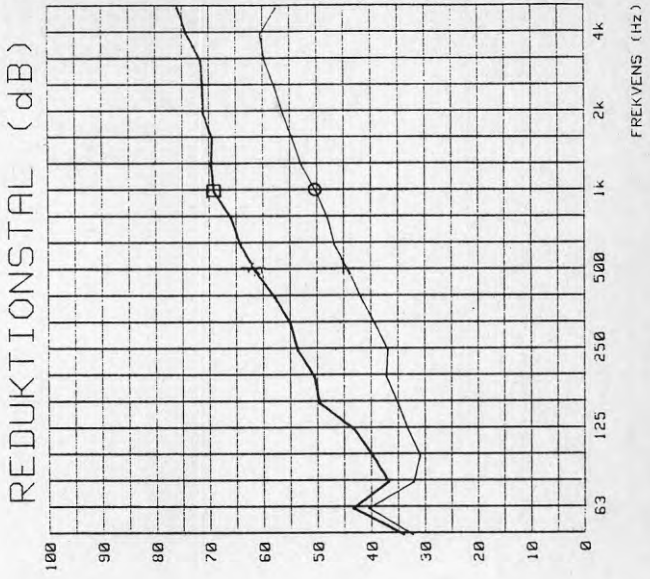


B2

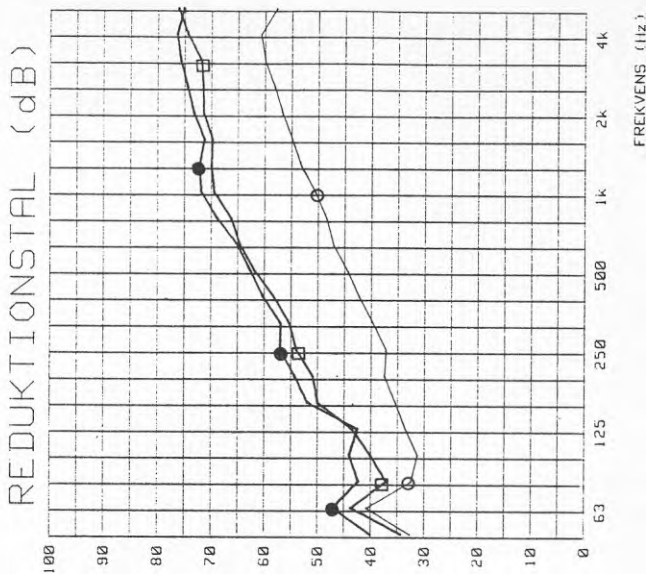
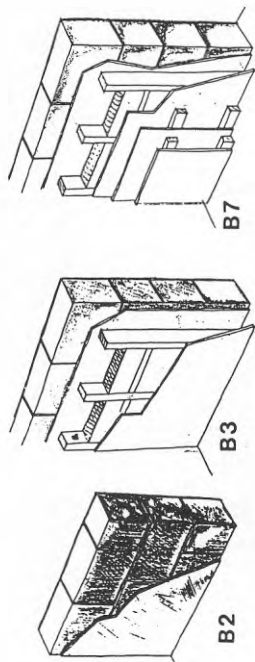
Objekt B2 Vagg, murad av 190 mm Lecablock, putsad respektive slammad på sina båda sidor (enkelvägg)

B3 B2 + 2"x 4" regelverk, monterat på 10 mm avstånd från väggens putsade sida. 13 mm gips som ytskikt. 95 mm mineralull i luftspalten (dubbelvägg)

Kommentarer
B3 har ca 15-20 dB högre ljudisolering än B2 i frekvensområdet 160-5000 Hz.



FREKVENNS (Hz)		63	125	250	500	1k	2k	4k	R _m	I _a															
(1) —○—	B2	33	41	32	31	34	35	38	37	40	42	44	47	48	51	53	55	57	58	60	61	58	46	49	
(2) —□—	B3	34	44	37	40	44	50	51	54	55	58	62	65	66	70	70	72	72	72	72	72	75	76	61	64
(3) —●—	B7	40	47	42	44	43	52	54	57	57	60	63	65	69	72	72	71	73	75	76	77	75	63	66	



Objekt B2 Vegg murad av 190 mm Lecablock, putsad respektive slammad

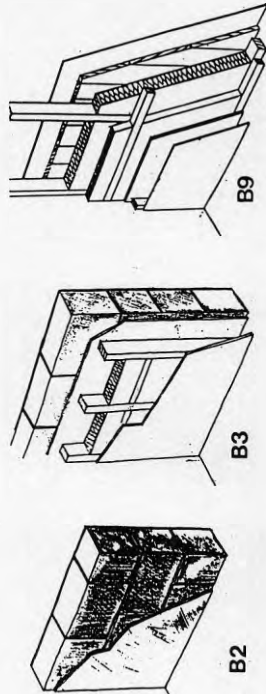
B3 B2 + 2"x 4" regelverk, monterat på 10 mm avstånd från väggens putsade sida. 13 mm gips som ytskikt. 95 mm mineralull i luftspalten (dubbelvägg).

B7 B3 + 1" regelverk + 13 mm gips + 1" regelverk + 13 mm gips (4-skiktvägg).

Kommentarer
Isoleringen i hela frekvensområdet höjs något vid påbyggnad med tredje och fjärde skikt.

Figur 44

FREKVENNS (Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	R _m	I _a
(1) —○—	B2	33 41 32 31 34 35 38 37	40	42 44	47 48 51	53 55 57	58 60 61	58	46 49
(2) —□—	B3	34 44 37 40 44 50 51 54	55 58 62	65 66 70	70 70 72	72 72 75	76	61 64	
(3) —●—	B9	41 47 41 44 43 52 52 54 53	57 59 64	68 72 73	71 72	75 77 78	78	62 64	



Objekt B2 Vegg murad av 190 mm Lecablock, putsad respektive slammad

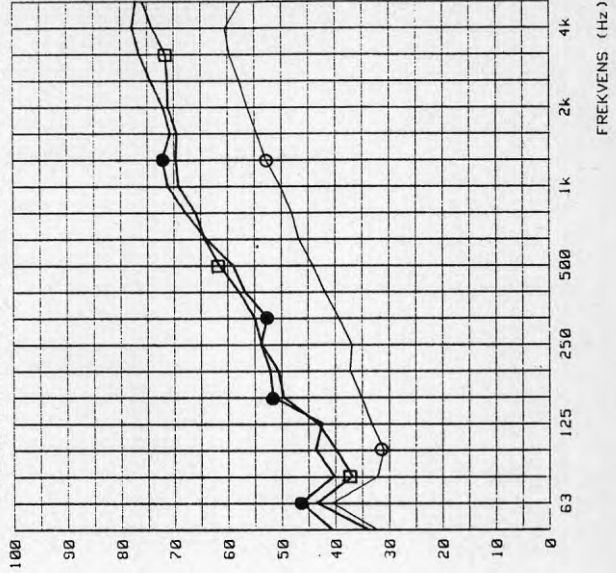
B3 B2 + 2"x 4" regelverk, monterat på 10 mm avstånd från putsad sida

B9 B3 + 1" regelverk + 13 mm gips + 1" regelverk + slät Al-plåt (4-skiktskonstruktion) 4-skiktsvägg.

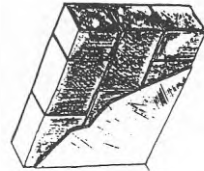
Kommentarer

Trots att B9 innehåller två skikt fler än B3-konstruktionen erhålles ingen förbättring.

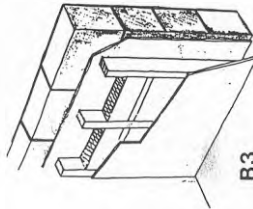
REDUKTIONSTAL (dB)



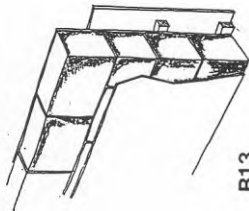
FREKVENNS (Hz)		63	125	250	500	1k	2k	4k	R _m	L _a															
(1) —○—	B2	33	41	32	31	34	35	36	37	40	42	44	47	48	51	53	55	57	58	60	61	58	46	49	
(2) —□—	B3	34	44	37	40	44	50	51	54	55	58	62	65	66	70	70	70	72	72	72	72	75	76	61	64
(3) —●—	B13	27	37	31	29	30	36	38	44	49	52	58	63	66	69	72	72	74	73	73	77	77	78	56	54



B2

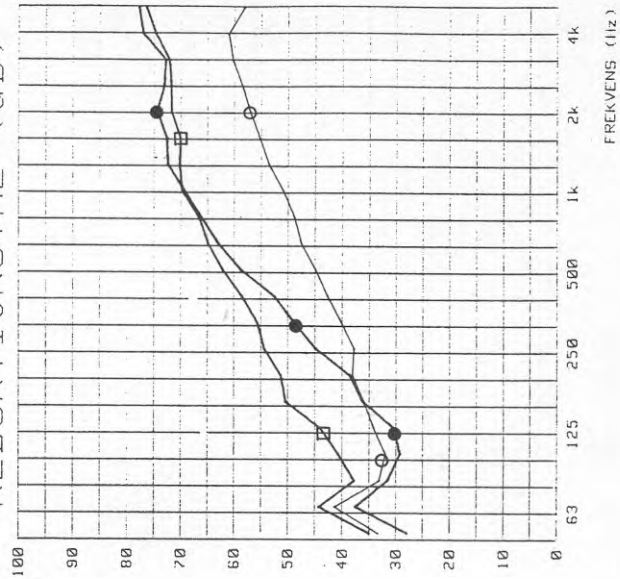


B3



B13

REDUKTIONSTAL (dB)



Objekt B2 Vagg murad av 190 mm Lecablock, putsad resp slammad

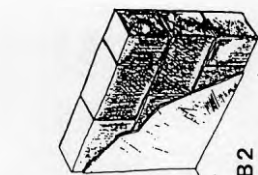
B3 B2 + 2"x 4" regelverk, monterat på 10 mm avstand från väggens putsade sida. 13 mm gips som ytskikt. 95 mm mineralull i luftspalten (dubbelvägg).

B13 Vagg murad av 190 mm Lecablock, putsad respektive slammad på sina båda sidor. 2"x2" regelverk på den slammade sidan + 13 mm gips. Obs ingen mineralull i spalten (dubbelvägg)

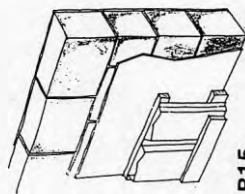
Kommentarer

Mineralullen gör stor nytta i den lägre delen av frekvensområdet. Dubbelväggen utan absorber i luftspalten är kring resonansfrekvensen sämre än Lecaväggen.

FREKVENNS (Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	Rm	La															
(1) —○—	B2	33	41	32	31	34	35	38	37	40	42	44	47	48	51	53	55	57	58	60	61	58	46	49
(2) —□—	B15	32	40	33	30	33	36	34	34	34	38	45	49	50	50	53	54	57	59	61	60	60	45	46



B2

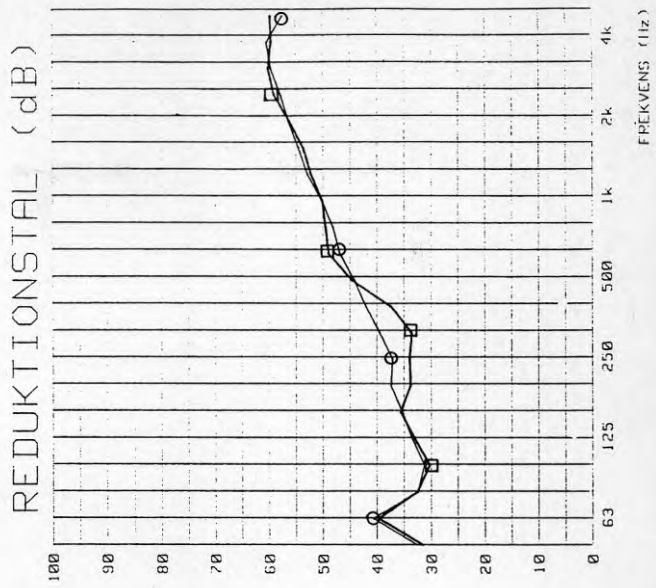


B15

Objekt B2 Vegg murad av 190 mm Lecablock, putsad respektive slammad på sina båda sidor (enkelvägg).

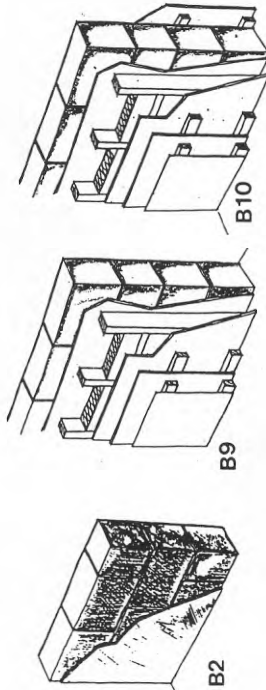
B15 B2 + 2"x 4" regelverk + profilerad Al-plåt (dubbelvägg).

Kommentarer Tillägget med Al-plåt ger försämring kring plåtens ena koincidensfrekvens.



Figur 47

FREKVENNS (Hz)		63		125		250		500		1k		2k		4k		R _m	I _c							
(1) —○—	B2	33	41	32	31	34	35	38	37	40	42	44	47	48	51	53	55	57	58	60	61	58	46	49
(2) —□—	B9	41	47	41	44	43	52	52	54	53	57	59	64	68	72	73	71	72	75	77	78	78	62	64
(3) —●—	B10	35	41	37	39	42	54	56	56	58	63	65	70	77	81	84	82	83	82	90	76	68	67	65



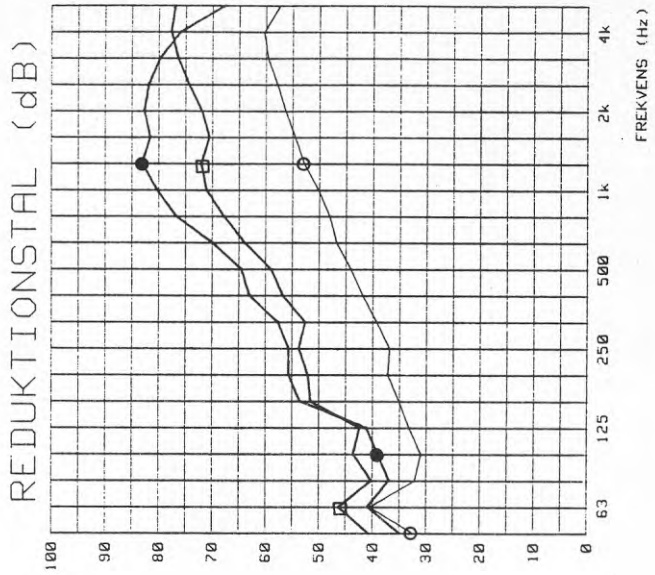
Objekt B2 Vegg murad av 190 mm Lecablock, putsad resp slammad på sina båda sidor (enkelvägg).

B9 B2 + 2"x 4" regelverk monterat på 10 mm avstånd från väggens putsade sida. 13 mm gips som ytskikt, 95 mm mineralull i luftspalten + 1" regelverk + 13 mm gips + 1" regelverk + siät Al-plåt (4-skiktetsvägg).

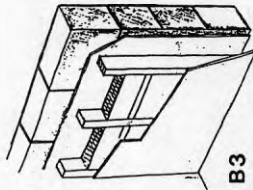
B10 B9 + 2" regelverk på Lecaväggens andra sida + 13 mm gips (5-skiktetsvägg).

Kommentarer

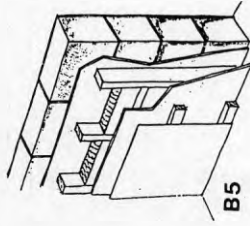
B10 konstruktionen ger klar förbättring över större delen av frekvensområdet. Försämring vid höga och låga frekvenser är svårklarad.



FREKVENNS (Hz)		63	125	250	500	1k	2k	4k	Rm	Ia													
(1) —●—	B5	35	43	42	49	50	53	52	56	58	63	67	71	71	73	75	77	78	77	61	63		
(2) —*—	B3	34	44	37	40	44	50	51	54	55	58	62	65	66	70	70	72	72	72	75	76	61	64



B3



B5

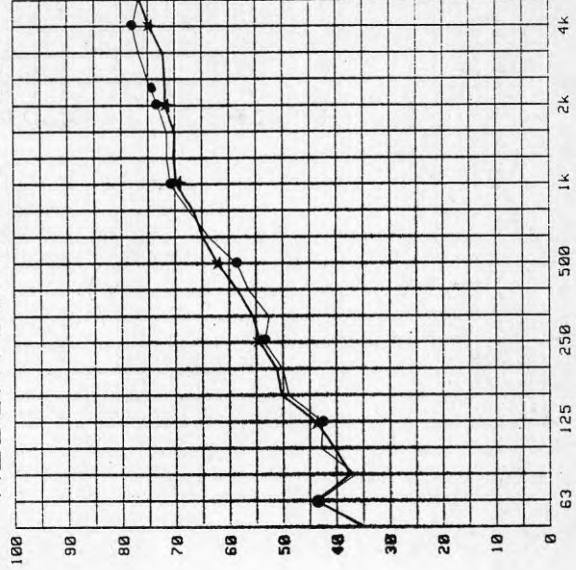
Objekt B3

Vägg, murad av 190 mm Lecablock, putsad resp slammad på sina båda sidor + 2"x 4" regelverk, monterat på 10 mm avstånd från väggens putsade sida. 13 mm gips som yt-skikt. 95 mm mineralull i spalten (dubbelvägg).

B5

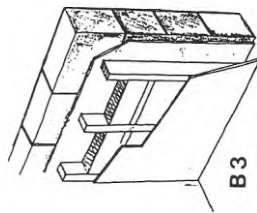
B3 + 1" regelverk + slät Al-plåt (trippelevägg).

REDUKTIONSTAL (dB)

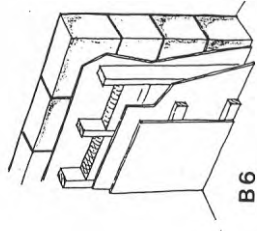


FREKVENNS (Hz)

FREKVENNS (Hz)		63	125	250	500	1k	2k	4k	R _m	I _a														
(1) —○—	B6	40	45	38	43	43	50	51	56	60	61	66	69	71	72	71	73	73	74	76	75	62	65	
(2) —□—	B3	34	44	37	40	44	50	51	54	55	58	62	65	66	70	70	70	72	72	72	75	76	61	64



B3



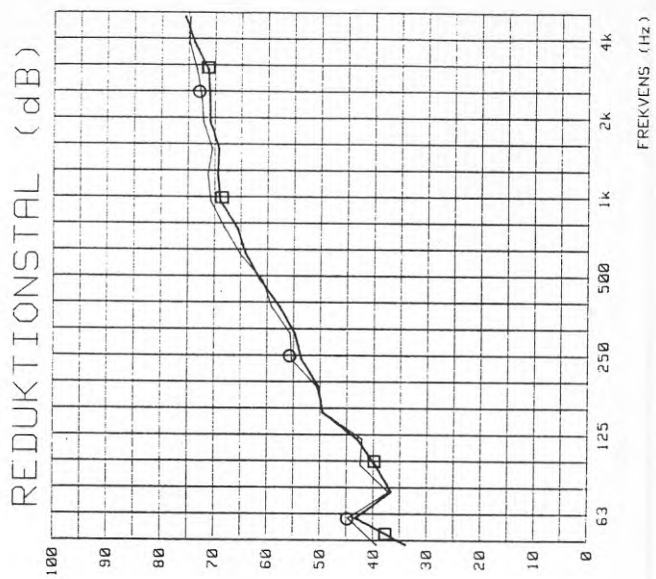
B6

Objekt B3 B2 + 2"x 4" regelverk, monterat på 10 mm avstånd från väggens putsade sida. 13 mm gips som ytskikt. 95 mm mineralull i luftspalten (dubbelvägg).

B6 B3 + 1" regelverk + 13 mm gips (trippelvägg).

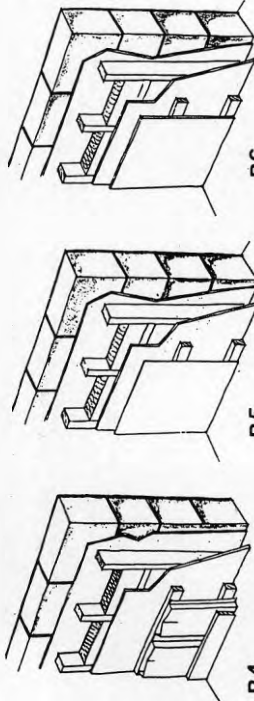
Kommentarer

Resonansfrekvenser erhålles beräkningsmässigt vid 45 och 175 Hz. Den andra resonansen syns praktiskt taget inte på R-talskurvan.

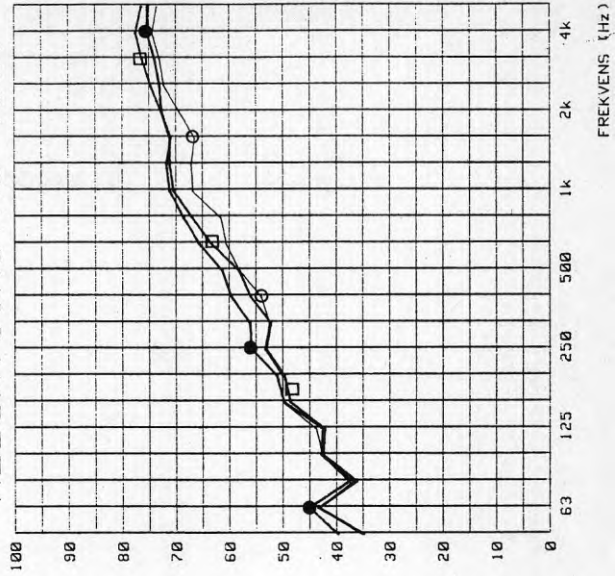


Figur 50

FREKVENNS (Hz)		63	125	250	500	1k	2k	4k	Rm	Ia														
(1) —○—	B4	35	44	37	43	44	50	50	54	53	54	58	61	62	67	67	70	72	73	75	74	59	62	
(2) —□—	B5	35	43	36	43	42	49	50	53	52	56	58	63	67	71	71	73	75	77	78	77	61	63	
(3) —●—	B6	40	45	38	43	43	50	51	56	56	60	61	66	69	71	72	71	73	73	74	76	75	62	65



REDUKTIONSTAL (dB)



Objekt B4 Vegg murad av 190 mm Lecablock putsad respektive slammad på sina båda sidor. 2"x 4" regelverk monterat på 10 mm avstånd från väggens putsade sida. 13 mm gips som ytskikt. 95 mm mineralull i luftspalten + 1" regelverk + profilerad Al-plåt (trippelvägg).

B5 B4 men profilerad Al-plåt utbytt mot slät Al-plåt (trippelvägg).

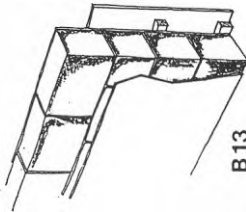
B6 B4 men profilerad Al-plåt utbytt mot 13 mm gips (trippelvägg)

Kommentarer

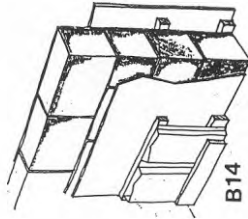
Andra resonanser för konstruktion B5 och B6 syns och effekt av såväl resonans som koincidens framgår av R-talskurvan.

Figur 51

FREKVENNS (Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	R _m (a)
(1) —○—	B13 27 37 31 29 30	36 38 44	49 52 58	63 66	69 72 72	74 73 73	77 78	56 54
(2) —□—	B14 27 37 31 26 30	34 38 41	44 49 56	63 67	69 72 71	73 72 71	75 78	55 51



B13



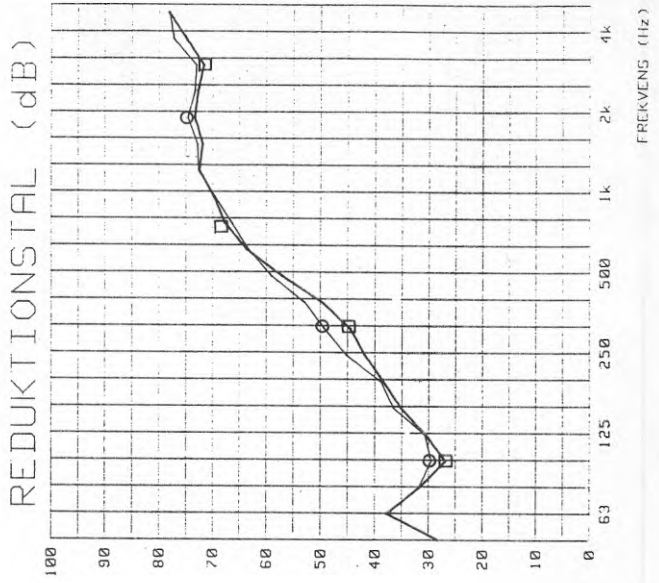
B14

Objekt B13 Vegg murad av 190 mm Lecablock, putsad respektive slammad på sina båda sidor + 2"x 1" regelverk på slammade sidan + 13 mm gips (dubbelvägg).

B14 B13 + 2"x 4" regelverk på väggens putsade sida + profilerad Al-plåt.

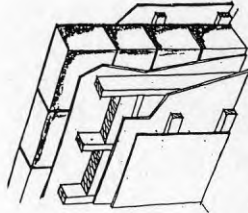
Kommentarer

Al-plåten ger försämring i medelfrekvensområdet.

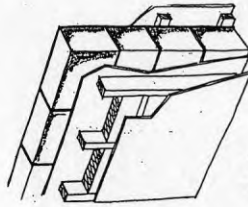


Figur 52

FREKVENNS (Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	P_m	L_a															
(2) ○	B12	27	37	31	35	41	52	57	60	65	67	71	76	80	82	80	79	81	81	66	62			
(2) □	B11	33	40	35	39	42	53	55	58	62	66	68	72	76	80	83	82	83	81	80	80	80	67	66



B11.



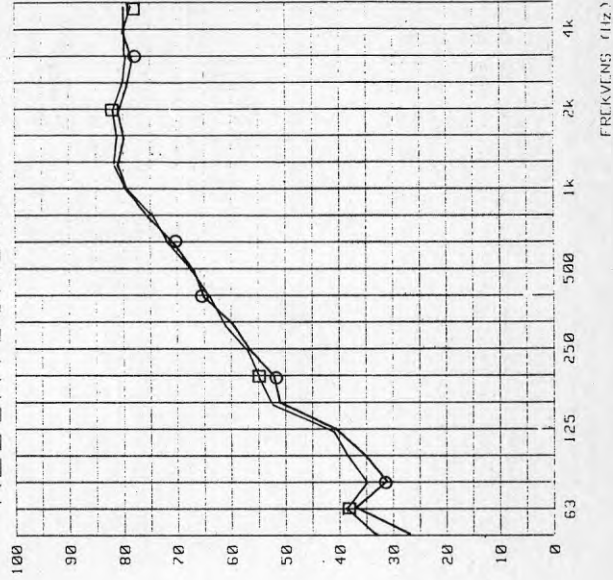
B 12

Objekt B12 vägg, murad av 190 mm Lecablock, putsad respektive slammad på sina båda sidor + 2"x 4" regelverk 10 mm från väggens putsade sida. 95 mm mineralull i spalten. 13 mm gips som ytskikt + 1" regelverk på Lecaväggens slammade sida + 13 mm gips (trippelkonstruktion).

B11 B12 + 1" regelverk mot gipsskivan på Lecaväggens putsade sida + 13 mm gips (4-skiktskonstruktion).

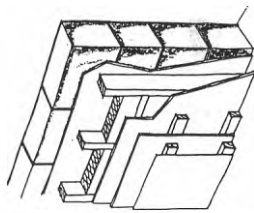
Kommentarer
B11-konstruktionen något bättre framförallt vid låga frekvenser.

REDUKTIONSTAL (dB)



Figur 53

FREKVENNS (Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	Rm	Ia			
(1) —○—	B7 40	47 42	44 43	52 54	57 57	60 63	65 69	72 72	71 73	75 76	77 75	63 66
(3) —□—	B9 41	47 41	44 43	52 52	54 53	57 57	64 68	72 73	71 72	75 77	78 78	62 64



B7

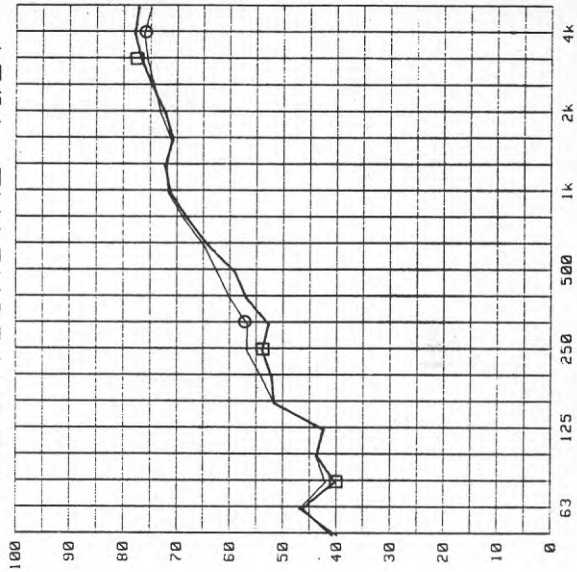
Objekt B7 Vegg, murad av 120 mm Lecablock, putsad resp. slammad på sina båda sidor + 2"x 4" regelverk monterat på 10 mm avstånd från väggens putsade sida. 13 mm gips som yttskikt, 95 mm mineralull i luftspalten + 1" regelverk + 13 mm gips + 1" regelverk + 13 mm gips (4-skiktsvägg).

B9 B7 men yttre skiktet gips utbytt mot slät Al-plåt (4-skiktsvägg)

Kommentarer

Det är troligen resonanser som gör att sämre resultat erhålles med Al-plåten jämfört med gips som yttre skikt.

REDUKTIONSTAL (dB)



FREKVENNS (Hz)

7 BEDÖMNING AV VÄGGARS LJUDISOLERING MOT TRAFIK- BULLER

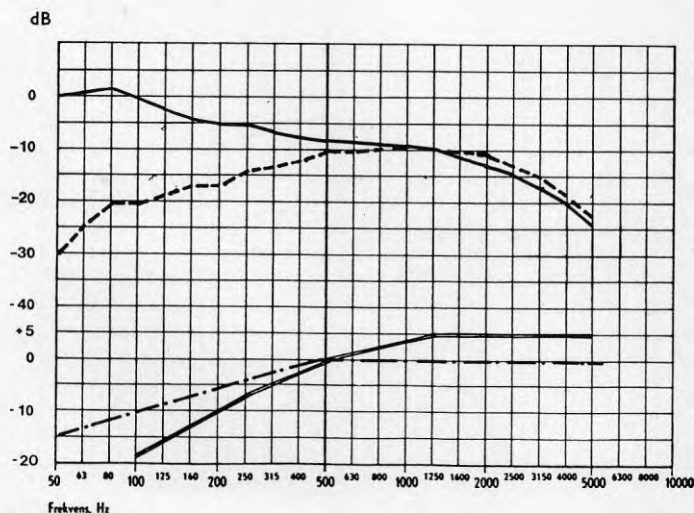
Det samhällsbuller som belastar bostadsbebyggelsen är främst trafik- och flygbuller.

Ekvivalenta ljudnivåer över 70 dBA och maximala ljudnivåer över 85-90 dBA är inte ovanliga i gator med stora trafikmängder. Bostäder som exponeras av så höga ekvivalenta flygbullernivåer är få medan däremot momentana ljudnivåer om 85-90 dBA är vanliga såväl från flyg- som tågtrafik.

Den övervägande delen bostäder som utsätts för hög bullerbelastning exponeras av trafikbuller. Bullerdämpande åtgärder bör därför utföras så att de ger god dämpning av trafikbullerspektra.

I figur nedan visas ett representativt stadstrafikbullerspektra och vilken ljudisoleringskurva som ger optimal isolering över hela frekvensområdet. Även I_a -kurvan är inlagd.

- Trafikbullerspektra, innerstadsmiljö
- Trafikbullerspektra, innerstadsmiljö, A-vägt
- · - · - · - Optimal ljudisoleringskurva mot trafikbuller
- =====
A I_a -kurvan



Figur 54

Ljudisoleringskurvans utseende visar att det är viktigt med god ljudisolering vid låga frekvenser. Om man betraktar I_a -kurvans värdeskillnad mellan 100 och 3150 Hz är denna skillnad 23 dB medan motsvarande "optimala skillnad" vid trafikbullerbelastning borde vara ca 13 dB. Vid normalt torrt väglag är man ej i behov av så mycket bättre ljudisolering vid höga frekvenser men trafik på våt vägbana höjer avsevärt högfrekvensandelen i bullret och någon dal i reduktionstalskurvan i de högre frekvenserna är ej godtagbar.

Med denna värdering av de redovisade ljudisoleringskurvorna ser man att ofta finns det goda marginaler i ljudisoleringen vid höga frekvenser medan däremot mellan och lågfrekvensområdet utgör de svaga delarna.

Påbyggnad av ytterligare skikt på en befintlig konstruktion ger vid olämpligt materialval eller olämpliga monteringsavstånd ofta en försämring i isolering jämfört med den hos den ursprungliga konstruktionen.

Eftersom vid höga krav på den totala fasaden ljudisoleringskravet på ΔL_A hos yttervägg kan behöva uppgå till ≥ 50 dBA är det nödvändigt att tilläggsisolerande åtgärder utförs så att de verkligen ger avsedd effekt.

8 SLUTSATSER

Mätningarna visar att förbindningar mellan skikten gör att man ej erhåller den kraftiga ökningen i reduktions-tal som funktion av frekvensen som teorierna visar. I stort sett blir reduktionstalskurvans utseende lika för två- och treskiktskonstruktioner.

Ett lätt ytterskikt i en treskiktskonstruktion och med koincidensfrekvens inom frekvensområdet 200-1000 Hz ger ofta upphov till en lägre ljudisolering mot trafikbuller än vad enbart den ursprungliga tvåskiktskonstruktionen uppvisar.

Ett lätt skikt gör mindre "skada" om det ligger inne i konstruktionerna.

För god ljudisolering mot trafikbuller bör ljudisoleringskraven ej ha några "dippar" i det mellanfrekventa området.

Avståndet mellan skikten skall därför vara stort eller litet så att resonansfrekvenserna blir $< \text{ca } 50 \text{ Hz}$ eller $> \text{ca } 1000 \text{ Hz}$.

Om lätta ytskikt med olämplig koincidensfrekvens och med luftspalter så breda att resonansfrekvenserna kommer inom "känsligt" område kan komensation för ned-sättning av ljudisolering ske genom att införa ljudabsorberande material och/eller minska ljudöverföringen från mellanliggande delar av konstruktionen genom vibrationsisolerande infästning av ytterskikt.

Generellt torde gälla att i praktiken har en dubbelvägg bättre isolering än flerskiktskonstruktionen om dubbelväggen och flerskiktskonstruktionen har samma ytskikt. För att flerskiktskonstruktionen skall få god ljudisolering erfordras att ljudöverföringar via förbindningar kan elimineras och att resonansfrekvenser dämpas. Skikt med hög förlustfaktor har positiv effekt.

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 820019-9
från Statens råd för byggnadsforskning till Ingemanssons
Ingenjörbyrå AB, Göteborg.**

R35: 1989

ISBN 91-540-5032-4

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6709035

**Abonnemangsgrupp:
Z. Konstruktioner och material**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst
171 88 Solna**

Cirka pris: 40 kr exkl moms