



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

R36 :1991

Ljudklassning av mobila väggar

Hans G Jonasson

Byggforskningsrådet

R36:1991

LJUDKLASSNING AV MOBILA VÄGGAR

Hans G Jonasson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 880329-9 från Statens råd för byggnadsforskning till Statens provningsanstalt, Borås.

REFERAT

Projektet visar att mobila väggsystem i Sverige sällan uppnår de ljudisoleringsvärden i den färdiga byggnaden som man kunde förvänta sig efter laboratiemätta värden. Flanktransmission via väggar, golv och tak samt överhörning via ventilationssystem och olika typer av springläckage bidrar till att drastiskt reducera ljudisoleringen. Försämringar på upp till 10 dB och däröver är inte ovanliga. Detta innebär att man betalar dyra pengar för att få någonting som man ytterst sällan uppnår.

Anledningen till dessa problem är bl a att beställaren ofta är okunnig om vad som krävs för en god ljudisolering, att leverantören ofta är okunnig om vad som krävs för en god ljudisolering utanför mobilväggens monteringsatts, att marknaden inte skiljer på ljudisolering i laboratorium och i fält, att monteringsanvisningar bara beaktar själva mobilväggen samt att ansvaret för det färdiga resultatet ligger på flera händer.

För att råda bot på förhållandena ovan rekommenderas följande åtgärder:

Informationen och kunskapen på marknaden förbättras genom att införa ett klassningssystem som klart visar skillnaden mellan laboratorie- och fältmätta mätvärden. För bättre väggar innebär förslaget att ljudisoleringen i fält är 6 dB lägre än vad som är fallet i laboratoriet. Detta är en mindre skillnad än vad man i dag ofta har varför klassningssystemet kompletteras med nödvändiga anvisningar för att detta goda resultat ska uppnås i praktiken.

Det rekommenderas även att leverantörer av mobilväggar med hög ljudisolering tar på sig ett totalansvar, dvs de skall inte bara montera själva mobilväggen utan även övriga anslutningsdetaljer såsom över- och sidoblock samt kontrollera att det färdiga resultatet inte saboteras av för hög flanktransmission.

I Bygghörsningsrådets 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.

R36:1991

ISBN 91-540-5348-X

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

gotab 93969, Stockholm 1991

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING	5
1. INLEDNING	7
1.1 Bakgrund	7
1.2 Problemställning	7
1.3 Målsättning	8
1.4 Genomförande	8
2. VILKA AKUSTISKA KRAV SKA STÄLLAS?	9
2.1 Allmänt	9
2.2 Krav	10
3. KLASSNING I OLIKA LÄNDER	12
3.1 Sverige och övriga nordiska länder	12
3.2 Förbundsrepubliken Tyskland	12
3.3 USA	14
3.4 EG	14
4. NÅGRA FÄLTUNDERSÖKNINGAR	16
4.1 Inledning	16
4.2 Resultatsammanfattning	17
4.3 Sammanfattande kommentarer	20
5. HUR SKA MAN HANTERA MOBILVÄGGSPROBLEMET?	22
5.1 Hur gör man idag?	22
5.2 Hur bör man göra i morgon?	22
6. FÖRSLAG TILL KLASSNINGSMETOD	25
6.1 Överväganden	25
6.2 Förslag till klassning	26
7. SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER	27
8. TILLKÄNNAGIVANDE	28
9. LITTERATUR	29
ANNEX A Fullständiga mätresultat	31
ANNEX B Den använda intensitetsmätmetoden	43

SAMMANFATTNING

Erfarenhet och föreliggande projekt visar att mobila väggsystem i Sverige sällan uppnår de ljudisoleringsvärden i den färdiga byggnaden som man kunde förvänta sig efter laboratoriemätta värden. Flanktransmission via väggar, golv och tak samt överhörning via ventilationssystem och olika typer av springläckage bidrar till att drastiskt reducera ljudisoleringen. Försämringar på upp till 10 dB och däröver är inte ovanliga. Detta innebär att man betalar dyra pengar för att få någonting som man ytterst sällan uppnår.

Anledningen till dessa problem är bl a:

- Beställaren är ofta okunnig om vad som krävs för en god ljudisolering;
- leverantören är ofta okunnig om vad som krävs för en god ljudisolering utanför mobilväggens monteringsats;
- marknaden skiljer inte på ljudisolering i laboratorium och i fält;
- monteringsanvisningar beaktar bara själva mobilväggen;
- ansvaret för det färdiga resultatet ligger på flera händer.

För att råda bot på förhållandena ovan rekommenderas följande åtgärder:

Informationen och kunskapen på marknaden förbättras genom att införa ett klassningssystem som klart visar skillnaden mellan laboratorie- och fältmätta mätvärden. För bättre väggar innebär förslaget att ljudisoleringen i fält är 6 dB lägre än vad som är fallet i laboratoriet. Detta är en mindre skillnad än vad man i dag ofta har varför klassningssystemet kompletteras med nödvändiga anvisningar för att detta goda resultat ska uppnås i praktiken.

Det rekommenderas även att leverantörer av mobilväggar med hög ljudisolering tar på sig ett totalansvar, dvs de skall inte bara montera själva mobilväggen utan även övriga anslutningsdetaljer såsom över- och sidoblock samt kontrollera att det färdiga resultatet inte saboteras av för hög flanktransmission.

1. INLEDNING

1.1 Bakgrund

De mobila väggssystem som finns tillgängliga på marknaden kan indelas i tre huvudkategorier:

- Blockväggar (lösa block med valfria parkeringsalternativ)
- Vikväggar
- Dubbla vikväggar

I Sverige uppskattas ca 75% av marknaden utgöras av vikväggar medan blockväggar står för de resterande 25%. Sett i ett europeiskt perspektiv har vikväggarna en unikt stark ställning i Sverige. Vikväggar tillverkas i regel i Sverige medan blockväggar ofta importeras, vanligtvis från Tyskland. Exporten till länder utanför Norden är begränsad och domineras av ett företag som i huvudsak säljer till Storbritannien. Den totala försäljningen av mobilväggar i Sverige uppskattas till ca 60 Mkr per år. Konkurrensen på den svenska marknaden är hård och man kan befara en viss överkapacitet. Antalet tillverkande eller säljande företag är ca 10 st.

När man ska välja ett mobilväggssystem har man att ta ställning till vad man behöver med avseende på följande egenskaper:

- Ljudisoleringen
- Mobiliteten. Hur ofta ska väggen flyttas och hur snabbt ska det gå?
- Utseendet, finishen och ytornas beständighet
- Hållbarheten

Priset är dessutom en viktig faktor och i några speciella fall kan även krav på väggens brandisolering ställas.

Av de uppräknade egenskaperna är ljudisoleringen en av de viktigaste och det är ofta denna som blir avgörande för vilken vägg som väljes. Många gånger låter man ljudisoleringen vara alltför styrande och glömmer bort en så viktig egenskap som mobiliteten. Som exempel kan nämnas att den tyska marknaden domineras av blockväggar som har sämre mobilitet än vikväggarna men ofta en högre ljudisolering.

1.2 Problemställning

Idag använder tillverkarna laboriemätta värden vid redovisning av väggarnas ljudisoleringsegenskaper och man påför sällan några marginaler i sina broschyrer. Risken är därför stor att byggarna förleds tro att detta värde också kan uppnås i praktiken. Så är tyvärr alltför sällan fallet. Flanktransmission via väggar, golv och tak samt överhörning via ventilationssystem och olika typer av springläckage bidrar till att drastiskt reducera ljudisoleringen. Försämringar på upp till 10 dB och däröver är inte ovanliga. Detta innebär att man betalar dyra pengar för att få någonting som

man ytterst sällan uppnår. Behovet av säkerhetsmarginaler och anvisningar är stort. För att säkerställa rättvis konkurrens måste någon typ av klassningssystem standardiseras.

Ett klassningssystem har också den fördelen att man motverkar tendensen till att konkurrera med enstaka dB i ljudisolering. Enstaka dB påverkar den subjektiva upplevelsen obetydligt samtidigt som osäkerheten vid överföring av laboratorievärden till fältförhållanden i regel är betydande.

På den svenska marknaden förekommer väggsystem med isoleringsvärden på upp till $R_w = 55$ dB. En vägg med ett så pass högt reduktionstal ställer naturligtvis mycket större krav på randvillkoren i rummet och på monteringen än om ljudisoleringen bara är 30 dB. Denna problemställning måste förklaras för alla inblandade parter. Hur skall omgivande väggar och genomgående installationer utformas för att man ska kunna leva upp till höga målsättningar? Är det överhuvudtaget realistiskt att sikta högt?

1.3 Målsättning

Projektets målsättning har varit att i samråd med branschen ta fram ett lämpligt klassningssystem med avseende på ljudisolering för mobila väggsystem. Klassningssystemet skulle baseras på laboratoriemätta värden och rimliga säkerhetsmarginaler. En målsättning har också varit att få fram ett Europaanpassat system och förklara de isoleringsbehov som behövs i olika sammanhang samt fästa uppmärksamheten på de praktiska problem som uppstår vid olika tillämpningar.

1.4 Genomförande

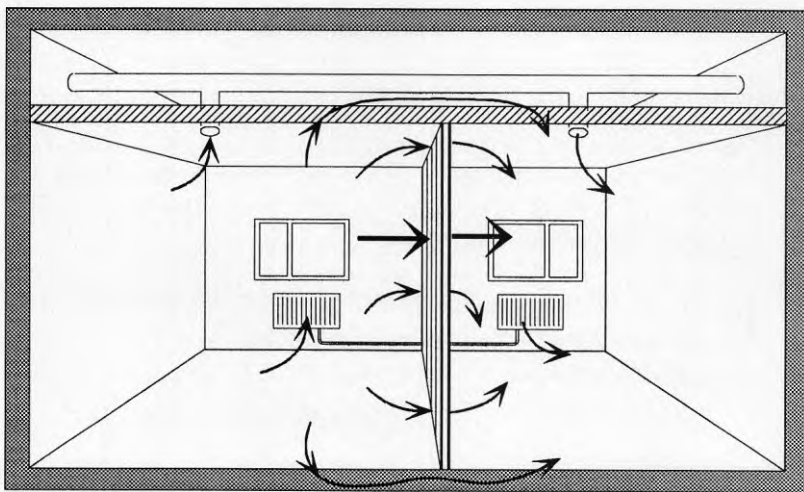
Mobilväggsbranschen har varit med vid projektformuleringen och vid diskussion av erhållna resultat. Rapporten och de olika förslagen fick sin slutliga form efter ett diskussionsmöte i Borås med sammanlagt 12 representanter från 8 olika företag. Mötet resulterade bland annat i ett annorlunda klassningsförslag än vad som ursprungligen avsågs.

2. VILKA AKUSTISKA KRAV SKA STÄLLAS?

2.1 Allmänt

När det gäller formulering av ljudisoleringskrav arbetade man tidigare med index för luftljudsisolering I_a i den färdiga byggnaden samt beträffande laboratorieprovningar med motsvarande mätetal $I_{a,lab}$. Dessa begrepp har numera ersatts av vägt reduktionstal i byggnad, R'_w , resp vägt reduktionstal i laboratorium, R_w , enligt standarden SS-ISO 717/1. Normalt är begreppen identiska bortsett från att olika avrundningsregler någon gång kunde ge upphov till en skillnad på 1 dB. Det finns dock ett viktigt undantag. I de fall maximalavvikelsen till referenskurvan vid en enstaka frekvens är större än 8,0 dB blir R_w större än I_a .

I Boverkets nybyggnadsregler BFS 1988:18, [4], har man dock bibehållit denna 8 dB-regel. Man använder sig av begreppet R'_w men säger samtidigt "Dock skall den största ogynnsamma avvikelsen till referenskurvan begränsas till 8,0 dB". Anledningen till att man bibehållit 8 dB-regeln på detta sätt är fruktan för lätta multipelskiktstruktioner med dålig ljudisolering vid låga frekvenser.

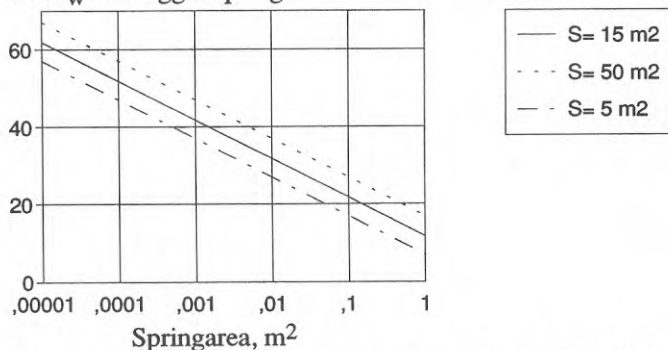


Figur 2.1. Exempel på några möjliga flanktransmissionsvägar mellan två rum.

Skillnaden mellan ljudisolering i laboratorium utan flanktransmission och ljudisolering i fält med flanktransmission illustreras av figur 2.1 (från [1]). I laboratorium finns bara den horisontella transmissionsvägen markerad med en grov pil. I fält kan ljudet också gå via väggar, golv, tak, över- och sidostycken samt via ventilations- och uppvärmningssystem eller via diverse springor i eller utanför skiljeväggen. Risken för avsevärt sämre ljudisolering i fält är därför stor. Det är dessutom så att ju bättre

mobilväggen är desto större krav måste man ställa på övriga transmissionsvägar.

dB R_w för vägg + springa



GUR 2.2 R_w som funktion av springans area i en vägg med oändligt reduktionstal

I figur 2.2 illustreras effekten av springläckage i en bra vägg med arean S m². Figuren ger det resulterande vägda reduktionstalet för vägg + springa under förutsättningen att själva väggen är oändligt bra och att springan har reduktionstalet 0 dB för alla frekvenser. Figuren visar till exempel att en 1 mm bred och 1 m lång springa i en vägg på 15 m² begränsar R_w till drygt 40 dB även om resten av väggen skulle vara oändligt bra.

2.2 Krav

Några formella krav på mobilväggars ljudisolering finns sällan. Kraven fastställs alltså av beställaren. Denne kan få en viss vägledning genom att studera BFS 1988:18 eller tidigare utgåvor av byggnormen, [5]. De krav som finns i nybyggnadsreglerna är

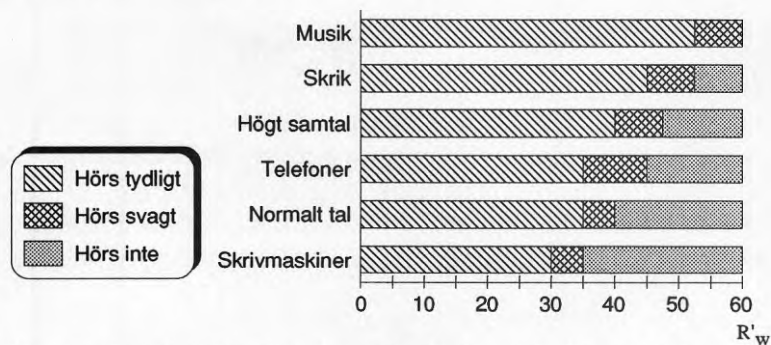
- $R'_w \geq 55$ dB för horisontell ljudisolering mellan sammanbyggda småhus,
- $R'_w \geq 52$ dB för horisontell ljudisolering mellan lägenheter,
- $R'_w \geq 44$ dB mellan arbetslokaler i kontors- och butikshus,
- $R'_w \geq 39$ dB mellan trapphus och lägenhet.

I [5] får man ännu bättre vägledning eftersom där finns krav på ljudisoleringen i skolor, något som saknas i [4]. Något förenklat gäller här:

- $R'_w \geq 40$ dB för gymnastiklokal, matsal, cafeteria och andra utrymmen med måttliga krav på ljudisolering,
- $R'_w \geq 44$ dB för bibliotek, grupprum, lärarrum och andra rum med krav på tillfredsställande ljudisolering vid tal med normal röststyrka,
- $R'_w \geq 48$ dB för klassrum, samlingsalar, rektorsrum med krav på fullgod ljudisolering vid tal med normal röststyrka,
- $R'_w \geq 52$ dB för inlärningsstudio och andra rum med krav på god ljud-

isolering vid användning av elektroakustiska hjälpmedel.

Figur 2.3 som också är hämtad från [1] ger också en viss vägledning för vilken ljudisolering som krävs i olika sammanhang.



Figur 2.3. Genomträngningsförmågan hos olika ljud som funktion av R'_w

3. KLASSNING I OLIKA LÄNDER

3.1 Sverige och övriga nordiska länder

Här saknar vi klassningssystem för mobilväggar. Vi har dock sedan länge klassningssystem för dörrar och fönster. Tyvärr har Sverige ett klassningssystem för dörrar som skiljer sig från vad man har i Danmark och Norge. Sverige använder sig av medelreduktionstal som klassningstal medan de andra tillämpar vägt reduktionstal. Det är dock inte bara mätetalen som skiljer. Översätter man medelreduktionstal till R_w , något som man kan göra med mycket hög noggrannhet för dörrar, får man dessutom andra klassgränser. De olika klassningssystemen framgår av tabellerna 3.1 och 3.2 nedan.

Tabell 3.1 Svensk ljudklassning av dörrar enligt SS 817306

Ljudklass	Minsta medelreduktionstal i laboratorium
25 dB(ca $R_w=26$ dB)	28 dB(ca $R_w=29$ dB)
30 dB(ca $R_w=32$ dB)	34 dB(ca $R_w=37$ dB)
35 dB(ca $R_w=38$ dB)	39 dB(ca $R_w=43$ dB)

Tabell 3.2 Ljudklassning av dörrar och fönster enligt norsk och dansk standard

Ljudklass	Minsta R_w i laboratorium
25 dB	≥ 27 dB
30 dB	≥ 33 dB
35 dB	≥ 38 dB
40 dB	≥ 43 dB
45 dB	≥ 48 dB
50 dB	≥ 53 dB

Inför man ett klassningssystem för mobilväggar i Sverige bör det på något sätt samordnas med klassningssystemet för dörrar. Detta i sin tur skulle må bra av en revision. Det kan inte vara rimligt att klassa ett objekt i byggnaden efter medelreduktionstal när man i andra sammanhang använder sig av R_w .

3.2 Förbundsrepubliken Tyskland

I Tyskland finns en detaljerad standard[3], VDI 3728-1987 för klassning av dörrar, portar och mobila väggar. Standarden diskuterar olika konstruktionsbegrepp, mätmetoder och faktorer som påverkar ljudisoleringen samt ger en klassindelning framgår av tabell 3.3.

Tabell 3.3 Ljudklassning av mobilväggar i Förbundsrepubliken Tyskland

Ljudklass	Krav i byggnad R'_w	Inbyggnadsvillkor. Krav på flankerande och angränsande byggdelar samt övriga randvillkor	Laboratoriekrav, R_w
5	45-49	Inbyggnadsbetingelserna måste bestämmas av en fackman. Tillverkarens föreskrifter måste beaktas. Hela väggsystemet skall monteras av ett och samma arbetslag(en ansvarig)	$R_w \geq 55$ dB
4	40-44	$R'_{wf} \geq 52$ dB. Inbyggnadsbetingelserna måste bestämmas av fackman eller också tillämpas tillverkarens anvisningar. Hela väggsystemet skall monteras av ett och samma arbetslag.	$R_w \geq 50$ dB
3	35-39	$R'_{wf} \geq 45$ dB. Horisontala och vertikala anslutningsdelar och sidoblock skall ha samma ljudisolering. Anslutningsfogar drevas och förseglas eller ges likvärdig tätning.	$R_w \geq 45$ dB
2	30-34	$R'_{wf} \geq 40$ dB. Anslutningsfogar drevas och förseglas eller ges likvärdig tätning.	$R_w \geq 40$ dB
1	25-29	$R'_{wf} \geq 35$ dB	$R_w \geq 35$ dB
0	20-24	Inga krav	$R_w \geq 27$ dB
-1	15-19	Inga krav	$R_w \geq 22$ dB
-2	≤ 14 dB	-----	$R_w \geq 17$

R'_{wf} = vägt reduktionstal för flankerande byggnadsfölar.

Ett intressant och viktigt inslag i VDI-normen är alltså att den även ställer krav på vem som ska vara ansvarig för montering och hur flankerande konstruktioner skall vara.

3.3 USA

I USA finns ASTM-metoden E 557-77(bekräftad 1986), [2]. Denna befattar sig inte direkt med mobilväggarna utan snarare med förutsättningarna för att dessa ska fungera i praktiken. Den ställer bl a följande toleranskrav på byggnaden:

Golvet skall vara i våg inom $\pm 1,6$ mm. Upphållningsstödet i taket får inte hänga ned mer än högst 3,2 mm/3,7 m. Motsvarande siffror för vertikala stöd är 6,4 mm/3,0 m.

3.4 EG

Den 1 januari 1993 ska den europeiska inre marknaden som tillåter fri rörlighet av människor, kapital varor och tjänster vara förverkligad. Inför denna datum pågår ett intensivt arbete med framtagning av europeiska(CEN) standarder. Frågan är då huruvida detta kommer att påverka en eventuell klassning av mobilväggar.

Den 21 december 1988 antog EG byggvarudirektivet 89/106/EEC. EFTAs motsvarighet, sektorsavtal för byggvaruområdet, är under utarbetande. Grundprincipen för byggvarudirektivet är att produkter som uppfyller vissa väsentliga krav och på något sätt är typgodkända och verifierade medelst egenkontroll eller 3:e partskontroll fritt skall kunna säljas och transporteras inom EG. För buller gäller följande väsentliga krav:

Byggprodukter skall vara lämpliga för användning i byggnadsverk som är projekterade och konstruerade på ett sådant sätt att buller som uppfattas av personer inom byggnaden eller av personer som uppehåller sig nära byggnaden ligger på en nivå som inte medför risk för deras hälsa och som tillåter sömn, vila och arbete under tillfredsställande förhållanden.

På basis av direktivets, med avsikt, allmänt formulerade krav är ett omfattande regelsystem under uppbyggnad. Det första steget är härvid ett tillämpningsdokument(interpretative document) som behandlar skydd mot störande ljud. Dokumentet behandlar följande av intresse i det här sammanhanget:

- Mätmetoder som karakteriserar byggprodukter skall harmoniseras
- Följande egenskaper är aktuella att mäta:
 - luft- och stegljudsisolering i olika riktningar(inkl överhörning via luftkanaler) ;
 - bullerskärmars ljudisolering, ljudabsorption och ljudspridning.
- Gör kvalitetsindex(= sammanfattningsvärden) för produkter och anläggningar enhetliga. Man bör inte använda sig av klass-

indelning (av typ svenska ljudklasser för dörrar) utan nöja sig med sammanfattningsvärden i steg om 1 dB.

Utöver de i huvudsak tvingande punkterna ovan uttrycker dokumentet en önskan om att det vore bra, men ej nödvändigt, om följande kunde harmoniseras:

- Mätetal och ev kravvärden i färdiga anläggningar och byggnader
- Beräkningsmetoder för att överföra laboriermätta resultat till praktiska fältsituationer
- Fältmätningmetoder. Beträffande dessa sägs att man skall ha minst 2 noggrannhetsklasser.

En kvalificerad gissning på vad händelserna ovan kommer att resultera i är:

- Mätmetoder för ljudisolering kommer inte att förändras
- R_w kommer att användas som sammanfattningsvärde (ev kompletterat för fasader)
- Nationellt kan man få ställa vilka krav man vill på den färdiga byggnaden
- Ett klassningssystem kommer inte att krävas av officiella organ
- En framtida standard som ger regler för överföring av laboriermätta värden till fältförhållanden kommer sannolikt att innebära att man standardiserar en rimlig differens mellan vägt reduktionsstal i laboratorium och i fält.

Vad beträffar klassning av produkter finns det många åsikter. Man kan därför inte utesluta att ett sådant system kommer att standardiseras även om det inte krävs eller rekommenderas i tillämpningsdokumentet.

4. NÅGRA FÄLTUNDERSÖKNINGAR

4.1 Inledning

Under projektets gång har SP utfört ett tiotal fältmätningar för att få en objektiv beskrivning av hur mobila väggsystem fungerar i praktiken med avseende på luftljudsisolering. Efter kontakt med olika mobilväggsleverantörer valdes objekten ut i Borås-Göteborg-regionen. Det visade sig härvid vara förbluffande svårt att få tag i lämpliga objekt. De flesta utvalda objekten hade mobilväggsinstallationer som var yngre än 2 år.

Observera! *Eftersom antalet mätobjekt är litet kan resultaten inte användas för att jämföra olika väggfabrikat eller för att utvärdera funktionen hos ett speciellt fabrikat..*

Varje studie inleddes med en traditionell ljudisoleringsmätning enligt svensk standard SS 025254 på väggen i befintligt skick. Därefter åtgärdades stegvis lättåtgärdade brister i flanktransmission och väggläckage varefter nya mätningar genomfördes. Vid varje åtföljande steg bibehölls de föregående oförändrade. I många fall avslutades mätserien med en ljudintensitetsmätning. Vid samtliga ljudisoleringsmätningar har mobilväggens area använts vid reduktionstalsberäkningarna även om den totala skiljeväggs-arean varit större. Brukarna intervjuades efter mätningarna och deras viktigaste kommentarer finns redovisade sidan om rubriken "Brukaren:" för de olika fallen.

Den vanligaste förbättringsåtgärden var att täta springor med tung tejp. I vissa fall kompletterades detta med trasseldrevning. Dessa åtgärder är ganska effektiva vid små springor. Vid mera omfattande läckage, vilket tyvärr ofta var fallet, blir förbättringen dock ganska begränsad. Den enkla tejpningsåtgärden innebar alltså inte nödvändigtvis att resp väggs fulla ljudisoleringspotential uppnåddes.

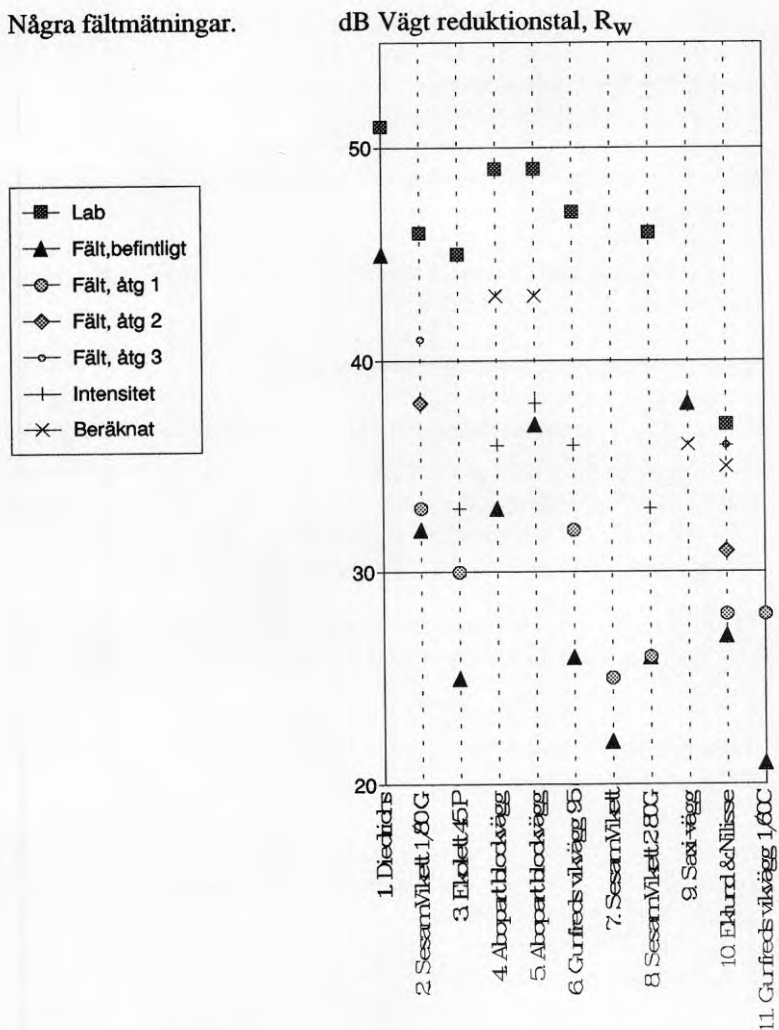
Ljudintensitetsmätningen utfördes enligt ett Nordtest metodförslag som finns återgivet i Annex B. Av tidsskäl användes dock ej längre mikrofonavstånd än 12 mm i mätproben varför redovisade värden under 80 Hz inte är pålitliga. Metoden uppskattas ge 0-1 dB högre vägt reduktionstal än den traditionella metoden. Intensitetsmetoden kan därför anses ge en god uppskattning av själva mobilväggens ljudisolering exklusive befintlig flanktransmission. I vissa fall har flanktransmissionen varit så stor att inte ens intensitetsmetoden har kunnat tillämpas inom den ram som ges av Nordtestmetoden. Inga sådana undermåliga intensitetsresultat på mobilväggarna har redovisats. Fullständiga mätresultat redovisas i Annex A.

På en del konstruktioner har dessutom teoretiska ljudisoleringsberäkningar genomförts, t ex då laboratoriemätta värden saknats eller vid misstanke om att de rapporterade laboratorievärdena avsett en något annorlunda konstruktion. Vid beräkningarna har SPs datorprogram TEORED använts. Detta ger normalt en mycket god överensstämmelse med mätta värden.

4.2 Resultatsammanfattning

I Figur 4.1 redovisas $R_W(I_a)$ -värden för de olika mätningarna. De olika mätsituationerna beskrivs kortfattat i det följande. Numreringen följer den i figuren.

Figur 4.1 Några fältmätningar.



I figuren redovisas mobilväggsfabrikatet medan rubrikerna nedan ger mätplatsen. Mera detaljerade data redovisas i Annex A.

- 1 *Sheraton i Göteborg.* Denna mätning, som har utförts av en akustikkonsult, har vi fått från väggleverantören. Den är medtagen eftersom den är det enda exempel som vi har funnit som ger en riktigt god ljudisolering. Väggen är en importerad blockvägg. Två väggar mättes med resultaten $I_a = 45$ resp 46 dB. Laboratorievärdet har erhållits från leverantören som också har monterat väggen.
- 2 *Högskolan i kvarteret Balder i Borås.* Detta exempel är från 1982. Fallet är väldokumenterat och redovisade mätningar är gjorda av SP. Förbättringsåtgärderna är följande:
- Åtgärd 1: Ett tydligt läckage mellan den fasta vägnischen och den flankerande ytterväggen tätades.
- Åtgärd 2: Ljudisoleringen hos överblocket förbättrades genom att bygga över detta med en låda på bägge sidor.
- Åtgärd 3: Samtliga vikväggsskarvar tätades på ena sidan.
- 3 *Folkets Hus i Borås.* Det här fallet var uppseendeväckande dåligt. Väggen som har arean $17,1 \text{ m}^2$ har monterats av de inblandade byggföretagen. Hålet i vilken vikväggen var monterad var 1-2 cm för brett. Vikväggen gick alltså inte att stänga riktigt. Sidan om vikväggen, i samma mellanvägg, fanns en dörr utan tröskel och utan alla tätningsslistor.
- Brukaren: Meningen har varit att kunna ha aktiviteter på bägge sidor om väggen. På grund av den dåliga ljudisoleringen har detta inte varit möjligt. Missnöjet är stort.
- Åtgärd: Tätning av sidodörren med hjälp av en ljudisolerande modul samt tätning längs väggens låsningssida.
- 4 *Hotell Plaza i Borås.* Blockväggen med arean $19,1 \text{ m}^2$ och flankerande konstruktioner uppvisade här inga uppenbara svagheter. Det fanns dock en genomgående ventilationskanal över blockväggen. Även om denna var försedd med ljuddämpare förekom sannolikt, åtminstone i vissa frekvensband, en icke försumbar flanktransmission. Intensitetsmätningen företogs med en tjock jacka instoppad i kanalen. Även efter denna åtgärd fanns det sannolikt kvar en viss flanktransmission denna väg.
- Det redovisade laboratorievärdet avser sannolikt en vägg med en annorlunda och akustiskt gynnsammare ramkonstruktion hos väggelementen. Det angivna beräknade värdet ligger förmodligen närmare sanningen.
- Brukaren: Hotellet klagar på den här väggen och menar att överhörningen mellan rummen många gånger är besvärande.

- 5 *Hotell Plaza i Borås.* Förhållandena var här identiska med dem under punkt 5 med undantag av att det inte fanns någon genomgående ventilationskanal.
- Brukaren: Hotellet hade inga kommentarer till den här väggen som ansågs fungera tillfredsställande.
- 6 *Borås postterminal.* Vikväggen som hade arean $15,7 \text{ m}^2$ uppvisade synligt läckage mot överblocket samt i dörrhörn,
- Åtgärd: Tätning av listerna uppe och nere.
- 7 *SPs stora konferenrum.* Vikväggen som hade arean $33,6 \text{ m}^2$ uppvisade synliga läckage, speciellt i hörnen och vid dörren i väggen. Ett byggföretag som brukar anlitas av SP har stått för monteringen.
- Brukaren: Vid upphandlingen ställdes kraven utifrån målsättningen att vissa sportliga aktiviteter skulle kunna föregå på ena sidan samtidigt som det var konferens på andra sidan. Detta har aldrig fungerat riktigt och brukaren har inte varit nöjd. Väggen ska nu justeras av tillverkaren.
- Åtgärd: Tejptätning av lister uppe och nere.
- 8 *SPs konferensrum hos polymerteknik.* Trots att denna vägg som hade arean $14,2 \text{ m}^2$ endast var några månader gammal uppvisade den synbara läckage uppe och nere samt mellan väggelementen. Ett byggföretag som brukar anlitas av SP har stått för monteringen.
- Brukaren: Kravet har varit $R'_w \geq 45 \text{ dB}$. Väggen är så ny att någon utvärdering inte har kunnat göras. Det dåliga mätresultatet har medfört att brukaren reklamerat väggen. Tillverkaren ska nu komma och efterjustera den.
- Åtgärd: Tejptätning av springor uppe och nere. Vid intensitetsmätningen tejptätades dessutom mellan väggelementen.
- 9 *Vårdcentral på Sjöbo i Borås.* Den här väggen som hade arean $10,7 \text{ m}^2$ hade tryckluftstätning. Sannolikt var det en icke obetydlig flanktransmission via det flankerande golvet som var genomgående och av lätt konstruktion. Subjektivt föreföll ungefär lika mycket ljud gå via golvet som via väggen. Tillverkaren har monterat väggen.
- Brukaren: Brukaren är nöjd med väggen och har dessutom inte ställt några krav på den!
- 10 *Hjälpmiddelscentralen i Borås.* Installationen här var uppenbart bristfällig. Ena sidoblocket var monterat med en ca 5 mm bred öppen luftspalt mot den flankerande väggen. Under golvmonteringsskenan kunde man enkelt

sticka igenom ett papper. Väggen har monterats av en byggnadsfirma. En flankerande väg var via två dörrar utan tröskel och tätninglistor. Denna visade sig ha liten betydelse och påverkade inte den traditionella metoden. Den var dock tilltäppt vid intensitetsmätningen.

Brukaren: Inga speciella krav har ställts. Det bestämdes bara på ett möte att man skulle installera en vikhvägg för att skilja personal- och konferensrum. Enda klagomålet är att en dörr i väggen inte går att låsa.

Åtgärd 1: Trasseldrevning och tejptätning av sidoblocksspalten.

Åtgärd 2: Tejptätning uppe och nere.

Åtgärd 3: Tejptätning mellan monteringsknan på golvet och golvet.

11 *Järnhälsan i Göteborg.* Denna vägg som hade arean $8,8 \text{ m}^2$ uppvisade synligt läckage. De flankerande väggarna var av lätt konstruktion och påverkade sannolikt resultatet i negativ riktning. En montagefirma har monterat väggen.

Brukaren: Brukaren beställde med hjälp av en broschyr och telefonkontakt och menar i efterhand att informationen från leverantören var dålig. Inga konkreta krav på väggens ljudisolering men man förväntade sig gott resultat från en 40 dB-vägg. Man är inte speciellt nöjd med väggens montering.

4.3 Sammanfattande kommentarer

Resultaten visar tydligt att färdiga installationer i fält ofta är undermåliga. Laboratorievärden underskrids i regel med minst 10 dB. Med hjälp av en tejprulle kan man ofta förbättra resultatet 5-10 dB. Även intensitetsmätningar på tejptade konstruktioner förefaller ligga långt under laboriermätta värden.

Vilka marginaler skall man då ha mellan laboratorium och fält? Tyvärr är det redovisade underlaget otillfredsställande. Många av fallen är så vansinnigt dåliga att man knappast kan använda resultaten till annat än som åskådningsexempel för hur det absolut inte får se ut. Det är ju dessutom omöjligt att kompensera bort en akustisk kortslutning i form av en otätad dörr eller för att ta ett berättat exempel en spalje sidan om väggen. Rimligt väl genomförda projekt utan uppenbara misstag förefaller ge upphov till skillnader upp till åtminstone 6 dB. Exempel på sådana projekt är 1,5 (om det beräknade värdet är det korrekta) och 9. Detta stämmer också ganska bra med några andra projekt sedan de enklaste förbättringsåtgärderna genomförts. Exempel på dessa är 2, 4 och 10. Marginalen 6 dB stämmer också med den i 3.2 redovisade VDI-normen.

Brukarkommentarerna ger en bild av en många gånger ganska inkompetent köpare. I de fall han ställer krav följer han ytterst sällan upp att dessa tillfredsställes på ett rimligt sätt. Även om resultatet är dåligt kan reklamationer eller klagomål utebli. Det tycks heller inte vara ovanligt att upphandla en vägg med hyfsad ljudisolering trots att man kanske bara är ute efter en visuell avskärmning.

Varför är det så dåligt? Det är uppenbart att felet ligger på flera händer. En mobilväggstillverkare kan uppenbarligen inte lastas för att hans vägg kortsluts av en listlös dörr, speciellt inte om denna har kommit till efteråt. Inte heller om den monteras så att det återstår 5 mm till låsläget när den är stängd eller om golvet sätter sig 10 mm. Å andra sidan är han kanske inte helt oskyldig om väggen ser ut som en stjärnhimmel när man står i ett mörkt rum och tittar mot ett upplyst rum på andra sidan den stängda väggen. Tillverkaren/säljaren har också ett visst informationsansvar när han säljer produkten. Tar han det? När allt kommer omkring tycks det vara vanligt att väggarna upphandlas av personer som inte vet vad de egentligen vill ha.

5. HUR SKA MAN HANTERA MOBILVÄGGSPROBLEMET?

5.1 Hur gör man idag?

Enligt uppgift är det idag ungefär så att mobilväggsleverantören själv monterar ca 50% av väggarna. Samtidigt är det så att denna montering ofta är partiell. Leverantören monterar väggen i någon typ av ram och lämnar sedan överblock och sidoblock till den ordinarie entreprenören. Denna metodik medför att ansvarsfördelningen blir oklar. Det måste vara svårt för köparen att hitta den ansvarige. Beror det dåliga resultatet på ett läckande överblock eller en dåligt tätande vikvägg? Har överblocket för låg ljudisolering eller är det flanktransmission via golvet?

En genomgång av ett antal broschyrer och annat informationsmaterial visar att leverantören normalt har en ganska bra skriven monteringsanvisning för mobilväggen även om toleransangivelser för god akustisk funktion normalt saknas. Anvisningar för hur över- och sidoblock ska se ut och tätas saknas dock i regel helt. Ofta saknas också anvisningar för hur eventuella golvskenor ska tätas. Normalt nämns ingenting om vilka krav som måste ställas på lokalen beträffande t ex flanktransmission från den ena rumshalvan till den andra. Någon skillnad mellan laboratorie- och fältförhållanden förefaller inte finnas i det tryckta ordets värld.

En annan märklig detalj är att brukaren ofta kräver en viss ljudisolering men sedan de facto accepterar något som är avsevärt sämre utan att klaga. Verkligheten uppvisar uppenbara och stora brister samtidigt som samtliga leverantörer försäkrar att reklamationerna är få. Detta är desto märkligare då det inte förefaller göras någon skillnad på laboratorie- och fältvärden. Man köper en 45 dB vägg och får kanske en 30 dB vägg eller i allra bästa fall en 40 dB vägg.

5.2 Hur bör man göra i morgon?

En förutsättning för att man skall kunna få en mobil vägg med god ljudisolering är uppenbarligen att man iakttar en mängd olika försiktighetsåtgärder. I tabell 5.1 ges några anvisningar som bör underlätta att målet uppnås. Någon klar ansvarsuppdelning mellan köpare, byggare och leverantör har inte gjorts. Vid SPs diskussion med tillverkare/säljare visade det sig nämligen vara svårt att få enighet. Vissa menade att den svenska byggprocessen gjorde det omöjligt att lägga hela ansvaret på en part medan andra menade att det nog var enda möjligheten. Ett gott resultat förutsätter förmodligen att flera instanser hjälps åt. En kompetent montör bör t ex reagera om förarbetet omöjliggör ett gott resultat. En seriös leverantör bör se till att kunden förstår vad som krävs för ett gott resultat.

En annan viktig detalj är att man på något sätt bör standardisera skillnaden mellan laboratorie- och fältvärden. Teoretiskt förefaller detta orättvist eftersom man kan tänka sig att skillnaden är olika för olika konstruktioner.

Att inte standardisera lämnar dock dörren öppen för godtycke. Sannolikheten är stor att ingen leverantör vågar redovisa lämplig marginal eftersom han misstänker att konkurrenterna använder lägre marginaler för att uppnå konkurrensfördelar. Den naturligaste lösningen är då att genom standardisering få alla att göra på samma sätt. Eftersom flanktransmissionen ofta spelar stor roll måste den också komma med på något sätt. Ett förslag till standard redovisas i avsnitt 6.

TABELL 5.1 Anvisningar för gott resultat med mobilväggar

Åtgärd	Kommentarer
1. Formulera kraven på ljud-isolering under beaktande av praktiska omständigheter och mobilitet.	Ställ inte större krav än vad den befintliga flanktransmissionen tillåter och observera att hög ljud-isolering ofta ger sämre mobilitet.
2. Se till att flanktransmissionen inte är oacceptabelt hög. De vanligaste transmissionsvägarna är --- lätta genomgående golv --- lätta genomgående väggar --- genomgående undertak --- öppna undertaksutrymmen --- ventilationskanaler --- övriga genomföringar	Grundregeln är att genomgående lätta konstruktioner ska vara brutna där mobilväggen placeras. Undertaksutrymmen ovanför mobilväggen måste ofta vara förbyggda. Genomgående ventilationskanaler bör helst undvikas eller åtminstone vara försedda med ljuddämpare (Ofta ej tillräckligt vid höga krav). Undantag kan göras om kraven är låga, t ex $R'_w < 35$ dB.
3. Se till att eventuella över- och sidoblock har tillräcklig ljud-isolering samt att de monteras utan läckage.	Ljudisoleringen bör vara likvärdig med mobilväggens. Detta innebär att den areara massan ska vara densamma.
4. Se till att dimensions-toleranserna på vikväggs-öppningen uppfyller leverantörens krav och att golv- och takskenor monteras utan läckage.	ASTM kräver att golvet är plant inom $\pm 1,6$ mm, att upphängningsstödet hänger ner högst 3,2 mm/3,7 m samt att vertikala stöd högst ger sig 6,4 mm/3,0 m. En golvskena måste ha speciell tätning på undersidan.
5. Se till att kompetent personal monterar väggen. Sabotera inte resultatet efteråt genom vårdslösa ombyggnader som ökar flanktransmissionen.	I kompetensen ingår att personalen har läst monterings-anvisningarna samt att den är införstådd med de speciella problem som uppstår då man vill ha god ljudisolering.
6. Gör en okulär kontroll av väggen. Kontrollera att man inte kan föra ett papper under golvlisen.	Ett bra sätt är att stänga väggen, tända ljuset i ena rummet samt att titta på väggen från det andra mörklagda rummet. Ser väggen ut som en stjärnhimmel bör den reklameras.
7. Vill man vara säker på resultatet finns bara ett sätt. Låt utföra en ljudisoleringsmätning.	

6 FÖRSLAG TILL KLASSNINGSMETOD

6.1 Överväganden

Såsom framgick av fältundersökningen är det stora problemet en kombination av inkompetens och bristfällig information samt oklar ansvarsfördelning. Det är därför önskvärt att producera ett dokument med sådan information att en inkompetent köpare får en god vägledning till vägval och ansvarsfördelning mellan inblandade parter samtidigt som leverantören/säljaren tvingas att ge en bättre information och helst ta ett helhetsansvar.

För att underlätta för en köpare att välja en vägg med lämplig ljudisolering vore det lämpligt med någon typ av klassindelning i steg om t ex 5 dB på samma sätt som vi sedan länge har gjort på dörrar. Ett sådant system har också den fördelen att en tillverkare kan koncentrera sig på ett fåtal produkttyper. Eftersom både tillverkare/säljare på den svenska marknaden och EGs tillämpningsdokument till byggproduktdirektivet har förklarat sig föredra ett steglöst klasssystem läggs här dock fram ett sådant förslag.

Ett viktigt inslag i klassningssystemet är att fastslå en schablondifferens mellan vägt reduktionstal i laboratorium och i fält för mobila väggssystem. Den i föreliggande projekt rapporterade undersökningen har inte tillräcklig omfattning för att med något som liknar statistisk säkerhet bestämma denna skillnad. Undersökningen antydde snarast att förhållandena i fält är så dåliga att all klassning är meningslös. Vi tvingas dock vara optimister och utgå ifrån att vi med en bra standard och allmän skärpning inom branschen kan förbättra situationen så att det blir meningsfullt.

Vilket värde skall vi välja? I Tyskland har man valt 6-10 dB för mobilväggar med hög ljudisolering och 3-7 för väggar med låg isolering. I Sverige har vi 3 dB för dörrar med låg ljudisolering och 4 för dörrar med hög isolering. Eftersom mobilväggar, som också kan innehålla dörrar, rimligtvis borde vara sämre än dörrar p g a det större antalet väggelement förefaller den tyska standarden ganska rimlig. 6 dB stämmer också bra med de rimligt väl genomförda objekten vid SPs fältundersökning. Detta innebär alltså att vi med ett steglöst klassningssystem väljer marginalen 6 dB för $R_w \geq 35$ dB och 3 dB därunder. Vid en senare samordning med EG innebär detta sannolikt fördelar.

Denna klassning måste liksom i den tyska VDI-metoden kombineras med krav på utföranden och flanktransmission. Formuleringarna måste dock vara sådana att de passar in i svensk byggnadspraxis. Förslaget bör vara formulerat oprecist. Avsikten är att det ska ge vägledning och inte binda upp för mycket. Traditioner och olika åsikter om vilken ljudisolering som krävs och hur byggproceduren ska hanteras medför att det inte finns någon annan möjlighet i ett första förslag. Förhoppningsvis kan det senare revideras och göras något tydligare.

Resulterande ljudisolering	Krav i byggnad R'_w	Krav i lab R_w	Förutsättningar för att kravet i byggnad ska uppnås med rimlig säkerhet.
God ljudisolering för högt samtal	52	58	Akustisk expertis måste vara inkopplad under hela processen. Hela väggen monteras av specialutbildad personal.
	51	57	
	50	56	
	49	55	
	48	54	
Måttlig ljudisolering för högt samtal	47	53	Akustisk expertis med under projekteringen. Hela väggen monteras av specialutbildade.
	46	52	
	45	51	
	44	50	
God ljudisolering för normalt tal	43	49	Generella akustik-anvisningar måste följas. Montering av utbildad personal.
	42	48	
	41	47	
	40	46	
Måttlig ljudisolering för normalt tal	39	45	Generella akustik-anvisningar måste följas. Montering av utbildad personal.
	38	44	
	37	43	
	36	42	
	35	41	
Måttlig ljudisolering då man inte har speciella krav.	34	40	Fogar drevas och förseglas eller ges likvärdig tätning. Montering enligt anvisning.
	33	39	
	32	38	
	31	37	
	30	36	
Ganska dålig ljudisolering	29	35	Montering enligt anvisning.
	28	34	
	27	33	
	26	32	
	25	31	
Dålig ljudisolering	24	27	Montering enligt anvisning.
	23	26	
	22	25	
	21	24	
	20	23	

7 SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER

Mobilväggar uppnår i regel inte den ljudisolering som köparen förväntar sig och som laboratoriemätningar ger sken av. Detta beror på en rad faktorer av vilka de viktigaste är (ursäktade generaliseringarna!):

- Beställaren är ofta okunnig om vad som krävs för en god ljudisolering;
- leverantören är ofta okunnig om vad som krävs för en god ljudisolering utanför mobilväggens monteringsfatt;
- marknaden skiljer inte på ljudisolering i laboratorium och i fält;
- monteringsanvisningar beaktar bara själva mobilväggen;
- ansvaret för det färdiga resultatet ligger på flera händer.

För att råda bot på förhållandena ovan rekommenderas följande åtgärder:

- Förslag 1 Informationen och kunskapen på marknaden förbättras genom att i form av en standard eller på annat sätt sprida åtgärdsinformationen i tabell 5.1 och klassningsförslaget i 6.2. Alternativen till en standard är ett kombinerat informationsblad/ produktöversikt från SP och ett informationsblad från BFR.
- Förslag 2 Leverantörerna av mobilväggar tar på sig ett totalansvar, ensamma eller tillsammans med akustikkonsulter, dvs de granskar flanktransmissionen och monterar mobilväggen samt övriga anslutningsdetaljer såsom över- och sidoblock. Denna punkt kan vara svår att leva upp till för enklare typer av väggar men den borde vara självklar för väggar med hög ljudisolering.

8. TILLKÄNNAGIVANDE

Planerna för projektet gjordes upp av Kaj Bodlund som tyvärr inte fick möjlighet att själv genomföra projektet eftersom han själv övergick till annan verksamhet.

Projektet har genomförts vid laboratoriet för akustik vid SPs anläggning i Borås.

Geir Andresen har planerat och tillsammans med Tobias Bergsten genomfört fältmätningarna.

Många leverantörer av mobila väggar har hjälpt till på olika sätt. Brukarna av deras väggar har generöst givit tillträde till lokalerna för mätningarna. Många har bidragit med värdefulla synpunkter.

Alla ovan tackas varmt liksom BFR som finansierat projektet.

9 LITTERATUR

- [1] Kaj Bodlund 1988
Välja rätt mobil vägg
Byggvarunytt 2/1988
- [2] ASTM E557-77(Reapproved 1986)
Standard Practice for Architectural Application and Installation of
Operable Partitions.
- [3] VDI 3728-1987
Schalldämmung beweglicher Raumabschlüsse
Türen, Tore und Mobilwände
- [4] Boverkets nybyggnadsregler, BFS 1988:18
- [5] Svensk Byggnorm 1980, PFS 1980:1

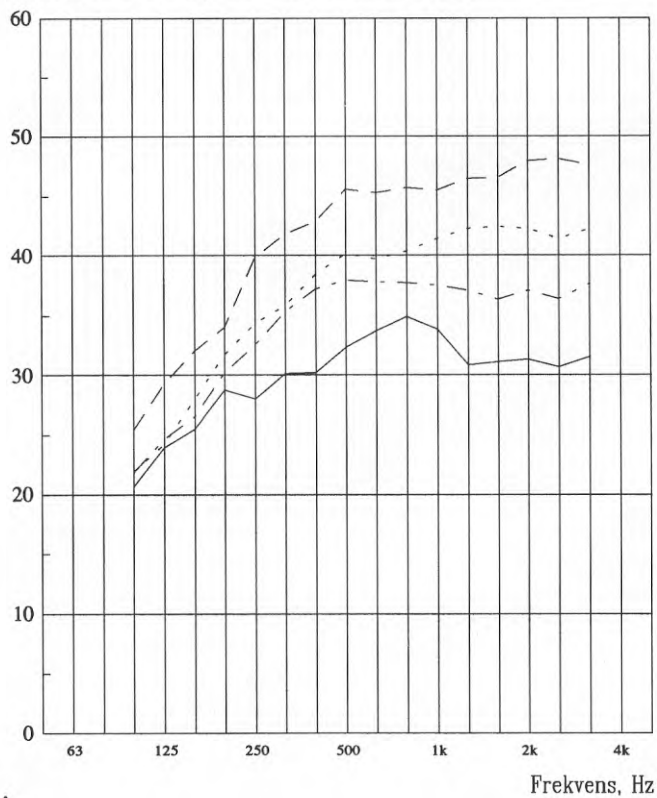
ANNEX A**Fullständiga mätresultat**

MÄTOBJEKT 2

Plats: Kvarteret Balder i Borås. Tidpunkt: 1982.
 Rum: Mellan rum C 512 och C 510.
 Vägg: Vikvägg av typ Sesam Vikett 1/80G med arean 19,0 m².
 Volym: Mottagarområdet: 231 m³.

- Traditionell mätning i befintligt skick, $R'_w = 32$ dB.
- . . . Traditionell mätning efter det att överblocket byggts över på varje sida, $R'_w = 38$ dB
- Traditionell mätning efter tejping över alla skarvar, $R'_w = 41$ dB.
- — — Laboratiemätning, $R_w = 46$ dB

dB Reduktionstal resp intensitetsindikator (Lp-LI)

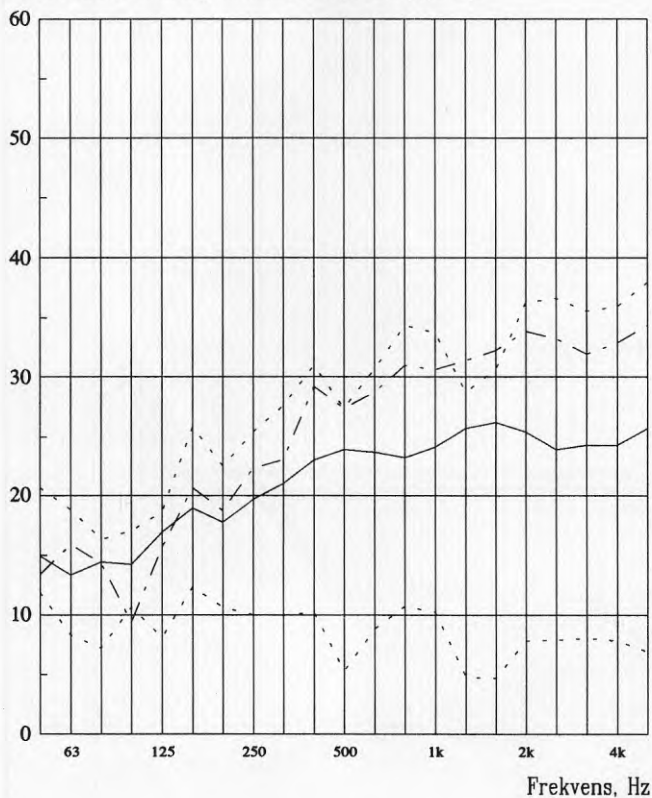


MÄTOBJEKT 3

Plats: Folkets Hus i Borås.
 Rum: Mellan salarna Ceres och Apollo.
 Väg: Vikvägg av typ Trysil Eckolett 45 P med arean 17,1 m².
 Volym: Mottagarrummet: 162 m³.
 Anm: Genomgående dörr utan tätninglistor sidan om vikväggen.
 Vikväggsöppningen var för stor så väggen gick inte att stänga riktigt.
 Läckage också vid överblock. Hade väggen fungerat kunde flanktransmission via väggar och golv sannolikt ha påverkat resultatet.

- Traditionell mätning i befintligt skick, $R'_w = 25$ dB.
- . — . Traditionell mätning efter följande förbättringsåtgärder:
 Angränsande genomgående dörr utan tätninglistor provisoriskt tätad, vikväggen tätad längs ena sidan där den inte gick att stänga ordentligt, $R'_w = 30$ dB
- Intensitetsmätning efter tätningen ovan samt intensitetsindikatorn $R_{Iw} = 33$ dB.

dB Reduktionstal resp intensitetsindikator (Lp-LI)

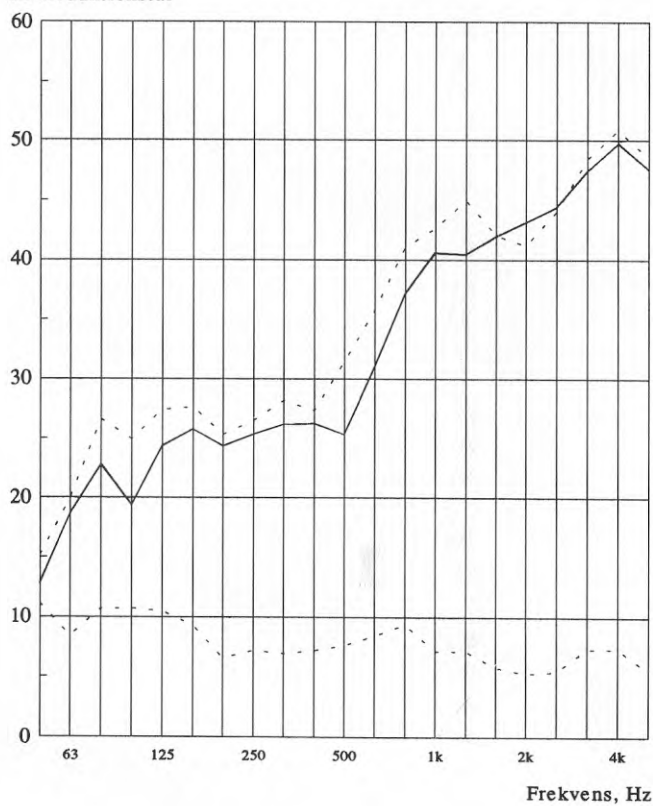


MÄTOBJEKT 4

Plats: Hotell Plaza i Borås.
 Rum: Mellan salarna van Gogh och Miró
 Vägg: Abopart blockvägg med arean 19,1 m².
 Volym: Mottagarummet: 129 m³.
 Anm: Undertaksutrymmet avskärmat med gipsvägg. Dock fanns det en genomgående ventilationskanal försedd med ljuddämpare.

- Traditionell mätning i befintligt skick, $R'_w = 35$ dB.
 Intensitetsmätning efter tätningen med jacka i ventilationskanalen samt intensitetsindikatorn, $R_{Iw} = 37$ dB.

dB Reduktionstal

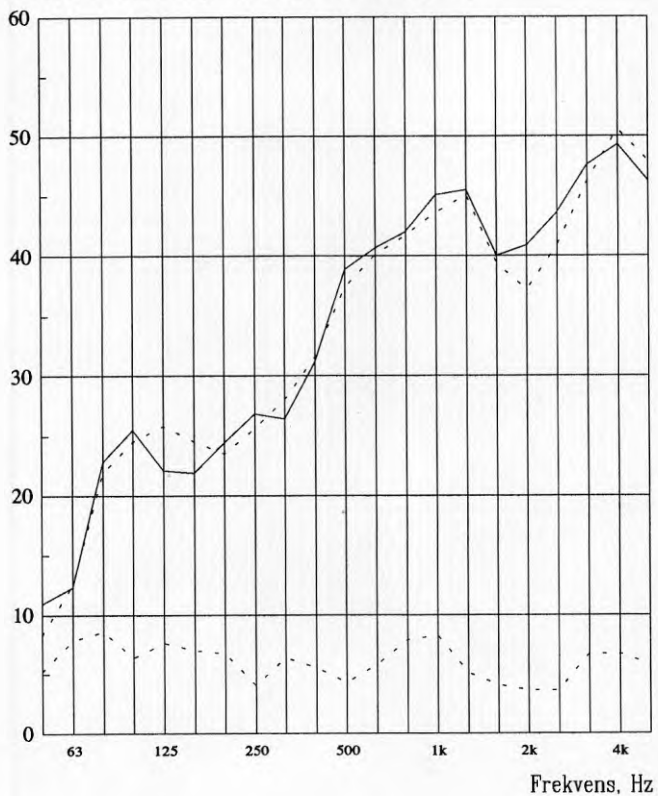


MÄTOBJEKT 5

Plats: Hotell Plaza i Borås.
 Rum: Mellan salarna Miró och da Vinci.
 Vägg: Abopart blockvägg med arean 19,1 m².
 Volym: Mottagarområdet: 179 m³.
 Anm: Undertaksutrymmet avskärmat med gipsvägg.

———— Traditionell mätning i befintligt skick, $R'_w = 38$ dB.
 Intensitetsmätning samt intensitetsindikatorn, $R_{IW} = 38$ dB.

dB Reduktionstal resp intensitetsindikator (Lp-LI)



MÄTOBJEKT 6

Plats: Borås Postterminal.

Rum: Konferensrum

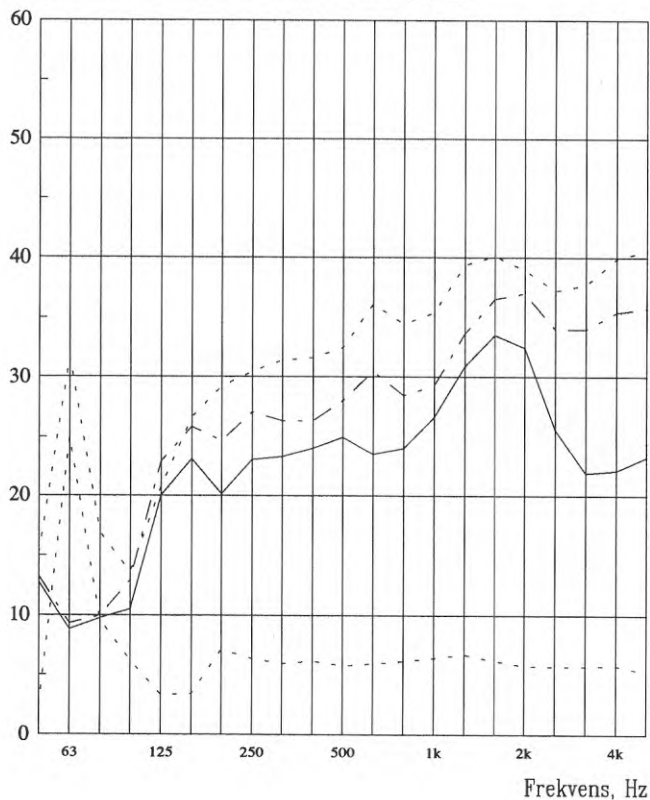
Vägg: Vikvägg av typ Gunfred Vikvägg 95 med arean $15,7 \text{ m}^2$.

Volym: Mottagarummet: $86,1 \text{ m}^3$.

Anm: Synligt läckage, speciellt vid dörren. Sannolik flanktransmission via väggarna.

- Traditionell mätning i befintligt skick, $R'_w = 27 \text{ dB}$.
 — . — . Traditionell mätning med tejptätade lister, $R'_w = 32 \text{ dB}$
 Intensitetsmätning efter tätningen ovan samt intensitetsindikatorn $R_{Iw} = 36 \text{ dB}$.

dB Reduktionstal resp intensitetsindikator (Lp-LI)

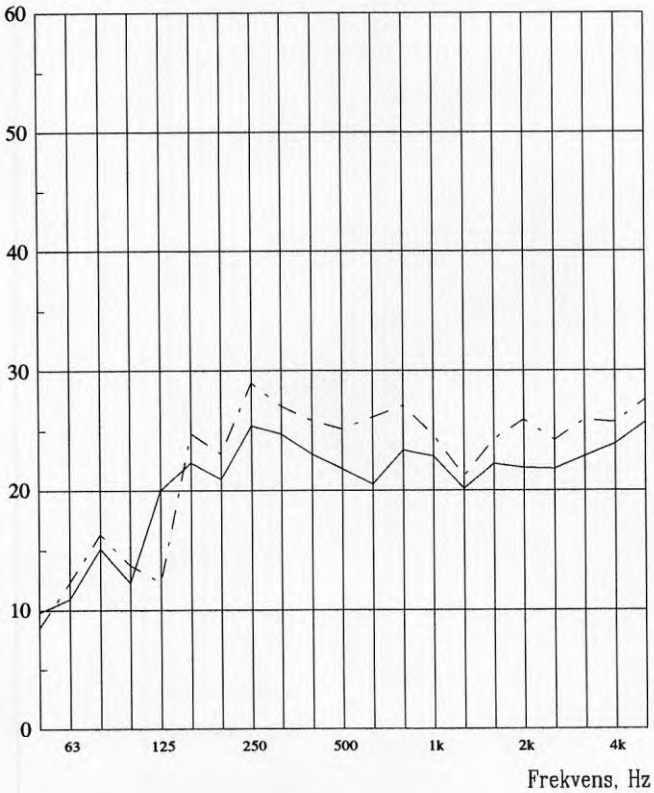


MÄTOBJEKT 7

Plats: Statens provningsanstalt i Borås.
 Rum: Stora konferensrummet.
 Vägg: Sesam Vikett vikvägg med arean 33,6 m².
 Volym: Mottagarummet: 559 m³.
 Anm: Stort läckage i dörrelementet samt vid överblocket.

- Traditionell mätning i befintligt skick, $R'_w = 22$ dB.
 - . - . Traditionell mätning med tejptätade lister, $R'_w = 25$ dB

dB Reduktionstal resp intensitetsindikator (Lp-LI)

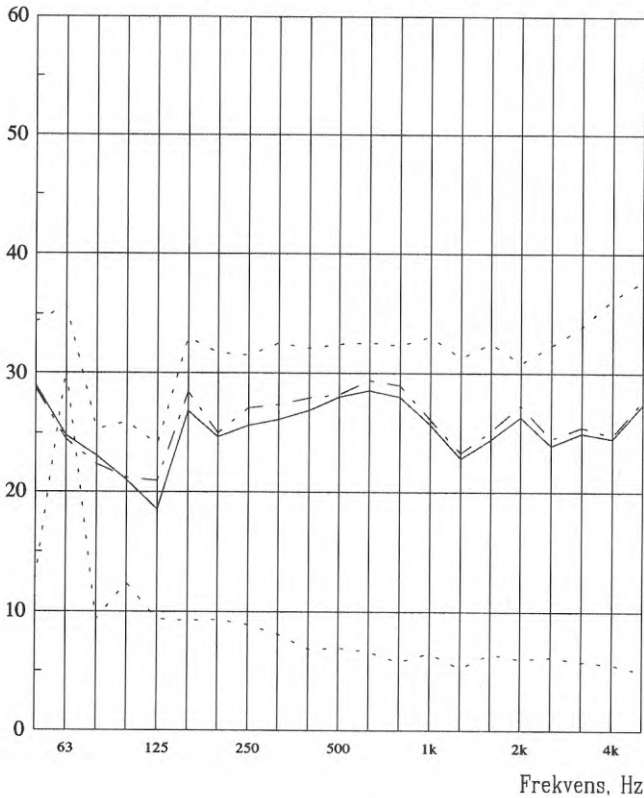


MÄTOBJEKT 8

Plats: Statens provningsanstalt i Borås.
 Rum: Konferensrummet på polymerteknik.
 Vägg: Vikvägg av typ Sesam Vikett med arean 14,2 m².
 Volym: Mottagarområdet: 80 m³.
 Anm: Synbart läckage på många ställen i väggen.

- Traditionell mätning i befintligt skick, $R'_w = 26$ dB.
 — . — . Traditionell mätning efter tejptätning uppe och nere, $R'_w = 27$ dB
 Intensitetsmätning efter tätningen ovan samt tejptätning av skarvarna mellan väggelementen samt intensitetsindikatorn, $R_{Iw} = 33$ dB.

dB Reduktionstal resp intensitetsindikator (Lp-LI)



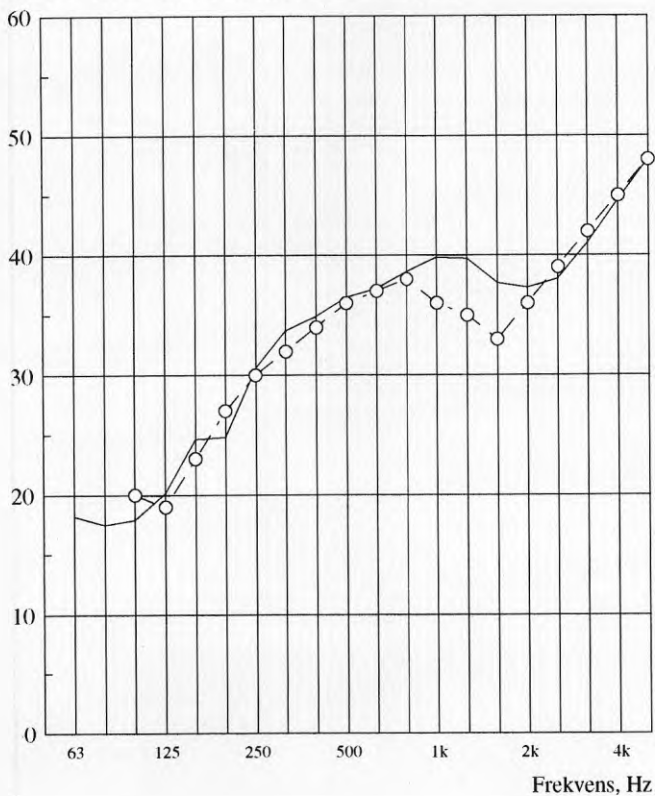
MÄTOBJEKT 9

Plats: Landstingets vårscentral på Sjöbo i Borås.
 Rum: Mellan kök och konferensdel.
 Vägg: Vikvägg av typ Saxi-vägg med arean 10,7 m².
 Volym: Mottagarummet: 81,2 m³.
 Anm: Vägg hade ingen dörr.

—— Traditionell mätning i befintligt skick, $R'_w = 38$ dB.

— o — TEORED-beräkning, $R_w = 36$ dB

dB Reduktionstal resp intensitetsindikator (Lp-LI)

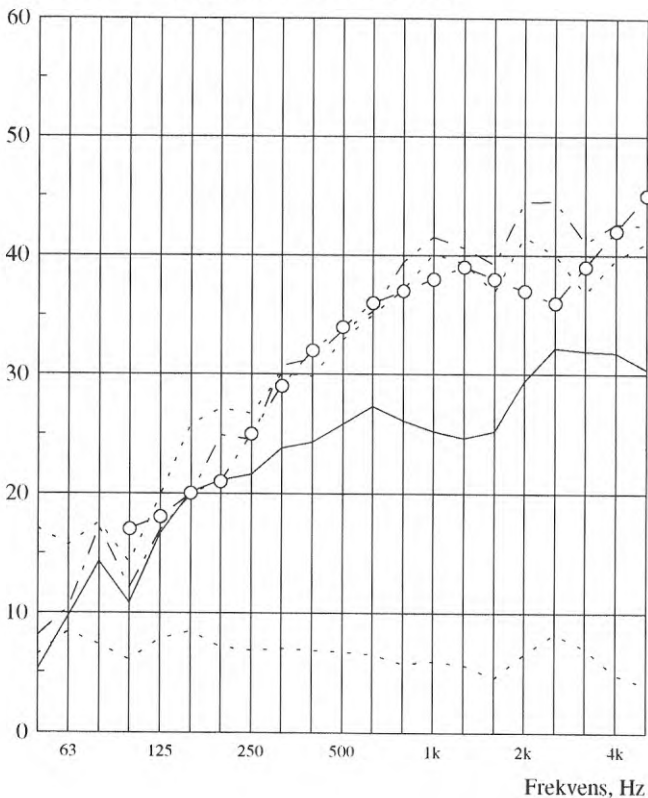


MÄTOBJEKT 10

Plats: Landstingets Hjälpmedelscentral i Borås.
 Rum: Eklund & Nilisse 2-flyglig 60-vägg med arean 10,0 m².
 Vagg: Mottagarrummet: m³.
 Anm: Ena sidoblocket var monterat med en ca 0,5 mm öppen luftspalt.
 Flanktransmissionsväg via två dörrar utan tätning i sidoväggarna.

- Traditionell mätning i befintligt skick, $R'_w = 27$ dB.
 - . - . Traditionell mätning efter tätning runt hela väggen, $R'_w = 36$ dB
 Intensitetsmätning efter tätningen ovan samt intensitetsindikator $R_{Iw} = 36$ dB.
 — o — TEORED-beräkning, $R_w = 35$ dB

dB Reduktionstal resp intensitetsindikator (Lp-LI)

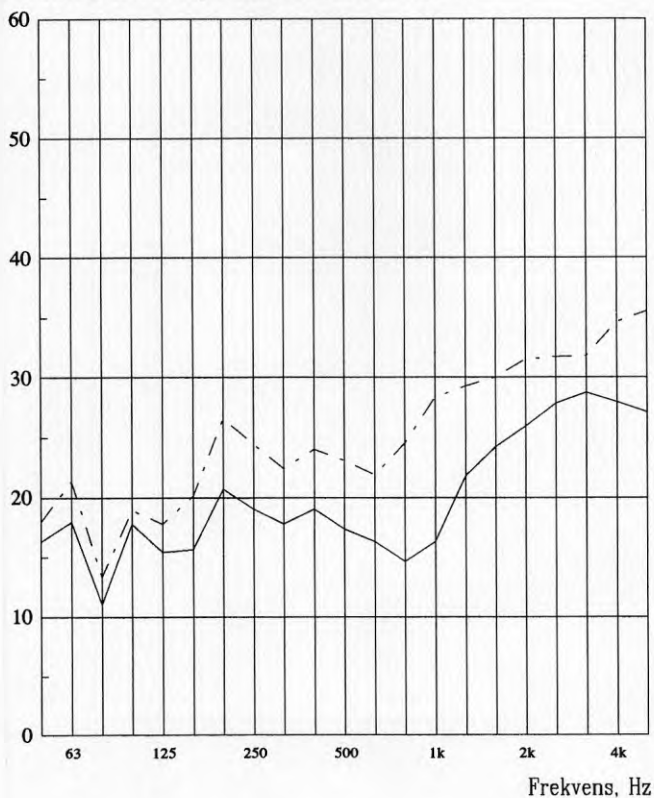


MÄTOBJEKT 11

Plats: Järnhälsan i Göteborg.
 Rum: Vikvägg av typ Gunfred 1/60C med arean 8,8 m².
 Väg: Mottagarområdet: 55,9 m³.
 Anm: Tydligt läckage via lister. Sannolikt flanktransmission via sidoväggar.

—— Traditionell mätning i befintligt skick, $R'_w = 21$ dB.
 — . — . Traditionell mätning efter tejptätning av lister, $R'_w = 28$ dB

dB Reduktionstal resp intensitetsindikator (Lp-LI)



ANNEX B

Den använda intensitetsmetoden

(Denna metod är preliminär och kan komma att ändras i den nära framtiden)

Measurement with sound intensity technique

0 INTRODUCTION

This annex is primarily aiming at being used whenever the flanking transmission prevents accurate measurements according to traditional methods.

1 SCOPE

This annex specifies a sound intensity method to determine the sound reduction index, as defined by ISO 140/3, of a building element.

2 FIELD OF APPLICATION

2.1 General

This method is primarily intended to be used when the traditional ISO 140/4 method fails because of high flanking transmission or because of high background levels in the receiving room.

2.2 Precision

Assuming the flanking transmission is negligible the weighted sound reduction index will normally be 0-1 dB higher than what would have been obtained using the traditional methods.

3 REFERENCES

ISO 3741, Acoustics - Determination of sound power levels - Precision method in a reverberation room.

ISO 140, Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements - Part 4 - Field measurements of airborne sound insulation between rooms.

4 TERMINOLOGY

4.1 sound intensity, I :

Time averaged rate of flow of sound energy per unit area oriented normal to the local particle velocity. This is a vectorial quantity which is equal to

$$I = 1/T \int p(t) \cdot u(t) dt \quad \text{W/m}^2 \quad (\text{B.1})$$

where

$p(t)$ is the instantaneous sound pressure at a point, in pascals;

$u(t)$ is the instantaneous particle velocity at the same point, in m/s;

T is the averaging time, in seconds;

4.2 normal sound intensity, I_n :

Sound intensity component in the direction normal to the measurement surface.

4.3 normal sound intensity level, L_{In} :

Ten times the common logarithm of the ratio of the unsigned value of the normal sound intensity to the reference intensity I_0 as given by:

$$L_{In} = 10 \lg(I_n/I_0) \text{ dB} \quad (\text{B.2})$$

where

$$I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$$

4.4 pressure-intensity indicator or field indicator, F :

The difference between time and surface averaged sound pressure level and sound intensity level on the measurement surface given by:

$$F = L_p - L_I \text{ dB} \quad (\text{B.3})$$

4.5 residual pressure-intensity indicator, F_0 :

The difference between indicated sound pressure level and sound intensity level when the probe is placed in a sound field in such an orientation that the particle velocity in the direction of the probe measurement axis is zero (e.g. in an acoustic coupler or transverse to the direction of propagation of a plane sound wave).

4.8 intensity sound reduction index, R_I :

Assuming that the sound fields are not perfectly diffuse and that the average sound pressure level in a room must include corrections for a higher energy density close to the boundaries as given in ISO 3741 this index is evaluated from

$$R_I = L_{p1} - 6 - L_{In} + 10 \lg(1 + S_{b2} \lambda/V/8) - 10 \lg(S_m/S) \quad (\text{B.4})$$

where

L_{p1} is the average sound pressure level in the source room;

L_{In} is the average sound intensity level over the measurement surface in the receiver room;

S_{b2} is the area of all the boundary surfaces in the receiving room;
 λ is the wavelength of the midband frequency;
 V_2 is the volume of the receiving room;
 S_m is the area of the measurement surface;
 S is the area of the test specimen.

Note. The room correction $10 \lg(1 + S_b \lambda/V/8)$ must be used in order to simulate the same result as the traditional method.

5 INSTRUMENTATION

5.1 General

The intensity measuring instrumentation shall be able to measure intensity levels re 10^{-12} W/m^2 in decibels in one-third octave bands. The intensity shall be measured in real time.

The residual pressure-intensity indicator F_0 of microphone probe and analyzer shall be higher than $F+10 \text{ dB}$.

The equipment for sound pressure level measurements shall meet the requirements of ISO 140/4. In addition the microphone in the source room must give a flat frequency response in a diffuse sound field. A 13 mm pressure microphone will normally be satisfactory.

5.2 Calibration

In a p-p-probe both microphones shall be sound pressure level calibrated before and after each measurement series using a class 2 acoustical calibrator in accordance with IEC Publication 942. It is also recommended to make a corresponding intensity calibration providing such a calibrator is available and the probe build up allows it.

p-u-probes should be calibrated according to the manufacturer's instructions.

6 TEST PROCEDURE

6.1 General

The average sound pressure level in the source room and the average sound intensity level on a measurement surface enclosing the test wall in the receiving room are measured. Providing the field indicator is satisfactory the intensity sound reduction index can then be calculated. See ISO 140/4 for loudspeaker arrangement and source room measurements.

6.2 Measurements on the measurement surface on the receiving side

6.2.1 Measurement surface

The acoustical measurements on the receiving side shall take place on a measurement surface totally enclosing the test opening.

If the test specimen is mounted in a niche the measurement surface is normally the flat surface of the niche opening. If the test specimen is not mounted in a niche or if the depth of the niche is less than 0,1 m a boxshaped measurement surface has to be used.

Measurement distances shorter than 0,1 m should be avoided because of the complicated near field of the vibrating element. In the near field the intensity tends to change sign very often. The sound field is also normally more uniform in the niche opening than inside the niche.

6.2.2 Scanning procedure

The probe shall always be held normal to the measurement surface while scanning and it shall be directed to measure the positive intensity outwards from the building element under test.

The measurement surface shall be divided into one or more subareas. The scanning time of each subarea shall be proportional to the size of the area. The scanning shall be made with a steady speed between 0,1 and 0,3 m/s. The measurements may be interrupted when going from one subarea to another. Other stops shall be avoided.

Each subarea shall be scanned using parallel lines turning at each edge as shown in Fig. B1. The scanning line density depends on how irregular the sound radiation is. A large amount of irregularities such as leakages requires a higher line density. Normally the line density is chosen to be equal to the measurement distance.

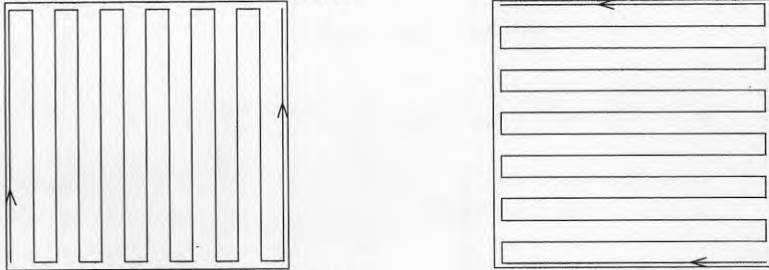


Figure B1. Scanning patterns for the two scans.

If the measurement surface is box shaped as shown in Figure B2 particular care should be given to the areas close to the intersection between the box

surface and the partition wall in which the test specimen is mounted. The measurement surface must be "closed" properly, that is it is essential to scan as close as possible to the partition wall.

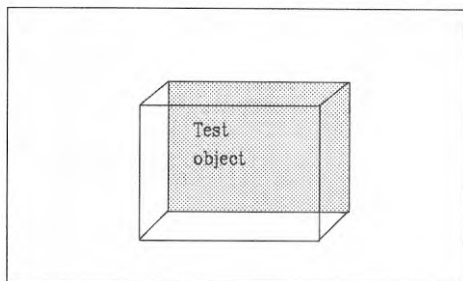


Figure B2. Box shaped scan surface.

6.2.3 Sound intensity, one scan area

During the scan the time and space integrated sound intensity level L_{In} is measured. If possible the time and space integrated sound pressure level L_p is measured simultaneously. Then the field indicator is calculated from

$$F = L_p - L_{In} \quad (B.5)$$

If the measured intensity is negative or if F is not satisfactory, that is if $F > 10$ dB for a sound reflecting test specimen or if $F > 6$ dB for a test specimen with a sound absorbing surface in the receiver room, the measurement environment must be improved. First try to increase the measurement distance 5-10 cm. If this fails add sound absorbing material to the receiver room. As a rule of thumb $F < 10$ dB requires

$$S/A < 1,25 \quad (B.6)$$

where

S is the area of the measurement surface;

A is the sound absorption area of the receiver room.

The more flanking transmission the more A must be increased compared to the value given by eq. (B.6).

Once the measurement environment is satisfactory two complete scans are carried out and the results are compared. The scanning path shall be turned 90 degrees between the two scans. If the difference between the two measurements is less than 1,0 dB for any one frequency band the measurement result is given by the arithmetic average of the two measurements. If the difference is larger than 1,0 dB the measurements are not valid and new scans must be carried out until the requirement is fulfilled. If the requirement cannot be fulfilled scanning pattern,

measurement surface or measurement environment must be changed and the measurements repeated until the requirement is fulfilled.

If two loudspeaker positions are used each pair of scans shall comply with the requirements above. The result is given by the arithmetic mean of all scans carried out.

6.2.4 Sound intensity, several sub scan areas

If several sub scan areas are used, the total sound intensity L_{In} must be evaluated from

$$L_{In} = 10 \lg(S \sum_i 10^{L_i/10}) - 10 \lg(S) \quad (B.7)$$

where i indicates the sub area i .

7 EXPRESSION OF RESULTS

In addition to information required in ISO 140/4 the intensity sound reduction index and pressure-intensity indicator of the test specimen as a function of frequency shall be given.



R36 : 1991

ISBN 91-540-5348-X

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6811036

Abonnemangsgrupp:
T. Fastighetsförvaltning
Z. Konstruktioner och material

Distribution:
Svensk Byggtjänst
171 88 Solna

Cirkapris: 48 kr exkl moms