

Rapport

Bygningsakustiske egenskaber for bygningsdele med alternative isoleringsmaterialer

Dan Brøsted Pedersen

Udført for Energistyrelsen

AV 176/03

Sagsnr.: P8507

Side 1 af 55

November 2003

DELTA

Dansk Elektronik,
Lys & Akustik

Kongsvang Allé 33
DK-8000 Århus C
Danmark

Tlf. (+45) 86 11 49 22
Fax (+45) 86 11 43 77
email: aros@delta.dk
www.delta.dk



Forord

Denne rapport beskriver resultaterne af et projekt gennemført under Energistyrelsens udviklingsprogram for miljø- og arbejdsmiljøvenlig isolering (j. nr. 75664/00-0041). Projektets formål er at tilvejebringe bygningsakustiske data for bygningsdele med alternative isoleringsmaterialer for at understøtte anvendelsen af miljø- og arbejdsmiljøvenlig isolering, hvor der stilles krav til bygningers lydforhold.

Projektet er gennemført af DELTA Akustik & Vibration med Dan Hoffmeyer som projektleder. Desuden har Dansk Brand- og sikringsteknisk Institut medvirket ved afklaring af brandtekniske aspekter. Rapporten er udarbejdet af Dan Brøsted Pedersen, DELTA Akustik & Vibration.

Følgende firmaer har velvilligt leveret materialer og medvirket ved etablering af prøveemner:

- Miljø Isolering ApS, Brødeskovvej 40, 3400 Hillerød
- Dansk Naturisolering A/S, Maltrup Vænge 10, 4990 Sakskøbing
- Saint-Gobain Isover a/s, Østermarksvej 4, 6580 Vamdrup
- Danogips A/S, Kløvermarksvej 4, 9500 Hobro
- A/S L. Hammerich & Co., Østergaardsvej 171, 8355 Solbjerg

Montage af vægge er foretaget af Hustømrerne A/S, Katrinebjergvej 117, 8200 Århus N. Indblæsninger af løsfyldsisolering er udført af Tømremester Henning Baadsmann, Danmarksvej 1A, 8660 Skanderborg.

Indholdsfortegnelse

1	Baggrund, formål og afgrænsning	4
2	Valg af bygningsdele	5
2.1	Lydisolerende vægge	5
2.2	Lydabsorberende beklædninger	5
2.3	De undersøgte isoleringsmaterialer	6
3	Måling af lydisolations for vægge	7
3.1	Måleprogram	7
3.2	Målemetode og montage i laboratoriet	8
3.3	Udførelse af de enkelte måleobjekter	10
3.3.1	Skeletter og pladebeklædninger	10
3.3.2	Isolering i pladeform	11
3.3.3	Løsfyldsisolering	13
3.4	Måleresultater	16
3.5	Vurdering af resultater	20
3.5.1	Forventede feltværdier for prøveemnerne	20
3.5.2	Sammenligninger af resultater	20
3.5.3	Akustisk kobling via hulrumisoleringen	22
3.5.4	Strømningsmodstand	22
3.5.5	Pladebefæstigelsesernes indbyrdes afstand	22
4	Måling af lydabsorption for lydregulerende beklædninger	25
4.1	Måleprogram	25
4.2	Målemetode og montage i laboratoriet	25
4.3	Udførelse af de enkelte måleobjekter	26
4.4	Måleresultater	27
4.5	Vurdering af resultater	29
5	Konklusion	30
6	Referencer	31
Bilag A	Bedømmelser fra Dansk Brand- og sikringsteknisk Institut	32
Bilag B	Resultater af måling af luftlydisolation	36
Bilag C	Resultater af måling af absorptionskoefficient	47

1 Baggrund, formål og afgrænsning

Alternative isoleringsmaterialer vil i fremtiden kunne finde anvendelse i mange bygningsdele, hvor disse materialer vil have en akustisk funktion.

Sådanne bygningsdele er f.eks. lydisolierende vægge eller etageadskillelser, hvor isoleringsmaterialet indgår i bygningsdelene (f.eks. lette skillevægge, hvor isoleringsmaterialet bidrager væsentligt til den samlede lydisolering), og i lydregulerende væg- og loftbeklædninger. For begge anvendelser gælder, at der ikke (ud over enkelte fabrikanters egne måleresultater) foreligger almene bygningsakustiske data i form af lydisolationsværdier eller lydabsorptionsværdier for bygningsdele med alternative isoleringsmaterialer. Formålet med undersøgelseerne beskrevet i denne rapport er derfor gennem laboratoriemålinger at tilvejebringe bygningsakustiske data for udvalgte bygningsdele med alternative isoleringsmaterialer. De udvalgte bygningsdele omfatter lydisolierende lette skillevægge og lydabsorberende sammensatte/lagdelte beklædninger. De alternative isoleringsmaterialer er begrænset til celluloseuld og høruld i pladeform samt celluloseuld som løsfyld. De målte data for henholdsvis lydisolering og lydabsorption er vurderet med hensyn til anvendelsesmuligheder, bl.a. i relation til tilsvarende bygningsdele med traditionelle isoleringsmaterialer.

2 Valg af bygningsdele

2.1 Lydisolerende vægge

De undersøgte lette skillevægge (se afsnit 3.1) er taget fra den tidligere under udviklingsprogrammet udarbejdede rapport ”Bygningsdele med celluloseuld og høruld” [1] og opbygget med enkelt eller dobbelt træskelet. De brandtekniske aspekter for disse vægtyper er således afklaret i ovennævnte rapport. Væggene med enkelt skelet benyttes typisk som interne skillevægge i boliger eller som kontorskillevægge, mens opbygningen med dobbelt skelet ofte anvendes som boligadskillende væg. Ved montagen i laboratoriet er de detaljerede forskrifter i [1] vedrørende skrueafstande m.v. overholdt. Bredden af væggenes hulrum og for enkeltvæggens vedkommende også af træskelettet er fastlagt ud fra de tilgængelige nominelle plade-tykkelser for de alternative isoleringsmaterialer i pladeform.

Fire af prøveemnerne er isoleret med indblæst celluloseuld. Ifølge tabel 6.3 i DS 418 om beregning af bygningers varmetab [2] er minimumdensiteten 65 kg/m^3 for sætningsfri indblæsning af cellulosefibre i lodrette hulrum. Denne densitet forventes ligeledes at være tilstrækkelig i de fleste bygningsdele ud fra [3]. Teoretiske værdier er gengivet i tabel 2.1. Resultaterne for cyklisk varierende luftfugtighed mellem 50% og 80% er omtrentlige, fordi de afhænger af, hvorvidt isoleringsmaterialet antages at bibeholde eller miste sin reversible tøjning ved den cykliske fugtpåvirkning.

Relativ luftfugtighed	Isoleringens tykkelse 100 mm	Isoleringens tykkelse 200 mm
50%	48 kg/m^3	50 kg/m^3
80%	58 kg/m^3	60 kg/m^3
50-80% cyklus	$\sim 60 \text{ kg/m}^3$	$\sim 65 \text{ kg/m}^3$

Tabel 2.1. Beregnet nødvendig densitet for undgåelse af sætning for indblæst celluloseuld i en gipspladevæg (fra figur 1 i [3]).

På denne baggrund blev der fra begyndelsen tilstræbt en densitet på ca. 65 kg/m^3 i de undersøgte vægge. Det fremgår imidlertid af kapitel 3, at celluloseuldens densitet er lavere ved træ af indblæsningerne. Densitetens betydning for lydisoleringen drøftes nærmere i afsnit 3.5.3.

2.2 Lydabsorberende beklædninger

De undersøgte lydregulerende sammensatte/lagdelte beklædninger består af høruld eller celluloseuld i pladeform bag akustikplader af henholdsvis træbeton eller perforeret gipskartonplade (se afsnit 4.1). Beklædningerne har lille indbygningshøjde og kan f.eks. tænkes anvendt i institutioner, skoler og kontorer, hvor de forudsættes anbragt på bygningsdele, der i forvejen opfylder bygningsmæssige krav med hensyn til brand, varmeisolering og fugtmæssige forhold, f.eks. en tung beton- eller murværkskonstruktion eller en let pladebeklædt konstruktion.

I forbindelse med projektet har der været en række sonderinger omkring indeklimamæssige aspekter i forbindelse med brug af tilsætningsstoffer for imprægnering og brandhæmning af alternative isoleringsmaterialer, der anbringes bag en mere eller mindre åben akustikplade af træbeton eller perforeret gipskartonplade. Uden at det indenfor projektets rammer har været muligt at komme til en nærmere afklaring af dette forhold, er det valgt at gennemføre alle test (lyd og brand) af de lydregulerende beklædninger med isoleringsmaterialer, der ifølge leverandørerne er fremstillet uden tilsætningsstoffer for imprægnering og brandhæmning.

Før de akustiske målinger blev de sammensatte/lagdelte beklædningers brandtekniske egenskaber prøvet af Dansk Brand- og sikringsteknisk Institut. Instituttets bedømmelse af resultaterne er gengivet i bilag A. Alle fire testede kombinationer af træbetonplader og perforerede gipskartonplader med bagvedliggende celluloseuld eller høruld i pladeform bedømmes at kunne opfylde kravene til en klasse 1 beklædning, såfremt beklædningerne i enhver henseende er udført som beskrevet i de udarbejdede prøvningsrapporter [4, 5]. Det forudsættes yderligere, at akustikpladerne opfylder klassifikationskravene til et klasse A materiale, og at der bag ved celluloseulden/hørulden er en tæt konstruktion. Prøveemnerne ved de gennemførte lydabsorptionsmålinger er udført i overensstemmelse med bilag A samt beskrivelserne i de tilhørende prøvningsrapporter fra Dansk Brand- og sikringsteknisk Institut [4, 5].

2.3 De undersøgte isoleringsmaterialer

I prøveemnerne indgår danske isoleringsprodukter, som er baseret på henholdsvis høruld og celluloseuld. Hørulden er leveret i pladeform af Dansk Naturisolering A/S. Celluloseuldsprodukterne er papiruld i henholdsvis pladeform og som løsfyld, begge fra Miljø Isolering ApS. Som sammenligningsgrundlag er der udført lydisolationsmålinger for to vægopbygninger med mineraluldsisolering (glasuld fra Isover, henholdsvis 100 mm Flex og 50 mm Formstykker, begge med et praktisk varmeledningstal på 37 mW/mK).

Isoleringsmaterialernes specifikke strømningsmodstand er en væsentlig parameter for deres akustiske egenskaber. Målte værdier for hhv. løsfyldisolering af celluloseuld (papiruld) og høruldsplader fra ovennævnte leverandører er anført i tabel 2.2. Målingerne er udført af Teknologisk Institut i samme periode som lydisolationsmålingerne omtalt i kapitel 3.

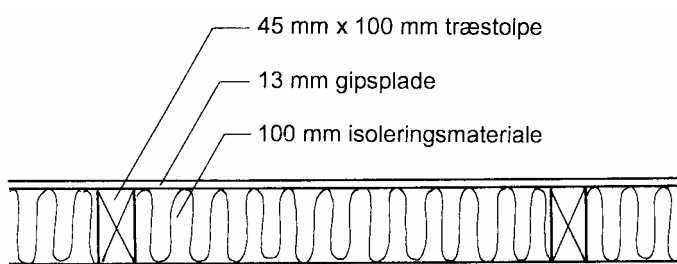
	Densitet	Specifik strømningsmodstand
Celluloseuld som løsfyld	28 kg/m ³	2,5 kNs/m ⁴
Celluloseuld som løsfyld	35 kg/m ³	5,1 kNs/m ⁴
Celluloseuld som løsfyld	42 kg/m ³	10,9 kNs/m ⁴
Celluloseuld som løsfyld	50 kg/m ³	21,9 kNs/m ⁴
Celluloseuld som løsfyld	65 kg/m ³	50,6 kNs/m ⁴
Høruld i pladeform (100 mm)	36 kg/m ³	7,0 kNs/m ⁴

Tabel 2.2. Specifik strømningsmodstand målt efter ISO 9053 [6], metode A. Fra [7]

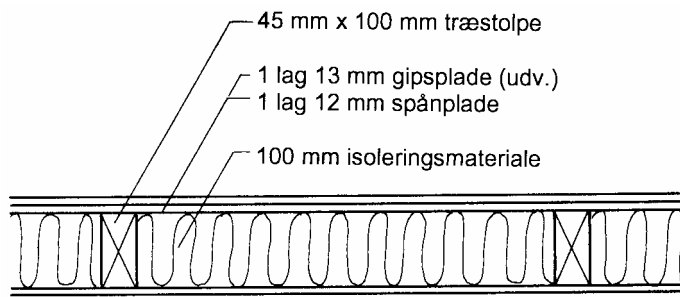
3 Måling af lydisolation for vægge

3.1 Måleprogram

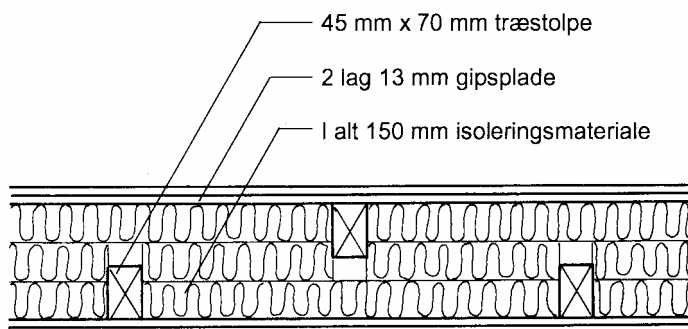
Der er målt luftlydisolation for ti vægge opbygget som vist i figur 3.1-3.3. Figureerne viser væggene med isolering i pladeform. Alle benyttede isoleringsmaterialer er beskrevet i tabel 3.1. Hulrummene er fuldstændig udfyldt med isolering, af praktiske grunde dog med små hulrum ud for stolperne midt i væg nr. C1-C2 som vist i figur 3.3. Disse hulrum har minimal betydning for lydisolationen. Den samlede vægtykkelse er 125 mm for væg nr. A1-A4, 149 mm for væg nr. B1-B2 og 200 mm for væg nr. C1-C4.



Figur 3.1. Vandret snit i væg nr. A1-A4 – ikke-bærende



Figur 3.2. Vandret snit i væg nr. B1-B2 – BD 30, bærende



Figur 3.3. Vandret snit i væg nr. C1-C4 – BD 60, ikke-bærende

Væg nr.	Materialebeskrivelse	Nominel pladetykkelse	Middeldensitet
A1	Glasuld i pladeform	100 mm	17 kg/m ³
A2	Høruld i pladeform	100 mm	30 kg/m ³
A3	Celluloseuld i pladeform	100 mm	24 kg/m ³
A4	Celluloseuld som løsfyld	-	50 kg/m ³
B1	Høruld i pladeform	100 mm	30 kg/m ³
B2	Celluloseuld som løsfyld	-	55 kg/m ³
C1	Glasuld i pladeform	50 mm	15 kg/m ³
C2	Høruld i pladeform	50 mm	42 kg/m ³
C3	Celluloseuld som løsfyld	-	66 kg/m ³
C4	Celluloseuld som løsfyld	-	50 kg/m ³

Tabel 3.1. Isoleringsmateriale i hver enkelt vægtype

Densiteterne i tabel 3.1 er beregnet efter vejning af de benyttede isoleringsmaterialer. For isolering i pladeform er beregningerne udført ud fra den nominelle pladetykkelse, mens densiteterne for løsfyldsisolering er beregnet ud fra væggenes hulrumsvolumen eksklusive træskeletter.

3.2 Målemetode og montage i laboratoriet

Målingerne er gennemført i DELTA's laboratoriefaciliteter i Århus i henhold til standarden DS/EN ISO 140-3 [8].

Prøveemnerne monteres i en prøveåbning mellem to lydhårde målerum. Senderummet har et volumen på 118 m³ og modtagerummet et volumen på 51 m³. De to rum adskilles af en dobbeltvæg af 2 x 200 mm pladsstøbt beton med 50 mm mineraluldsfyldt hulrum. Sende- og modtagerum er fuldstændig adskilt, idet modtagerummet er opstillet svømmende på 50 mm mineraluld. Desuden er der i modtagerummet etableret supplerende lydisolerende konstruktioner bestående af et ekstra svømmende betongulv med en selvbærende gipspladekonstruktion, der afdækker såvel vægge som loft.

Reduktionstalsmålingerne udføres med et bevægeligt højttalersystem og roterende mikrofoner i sende- og modtagerum.

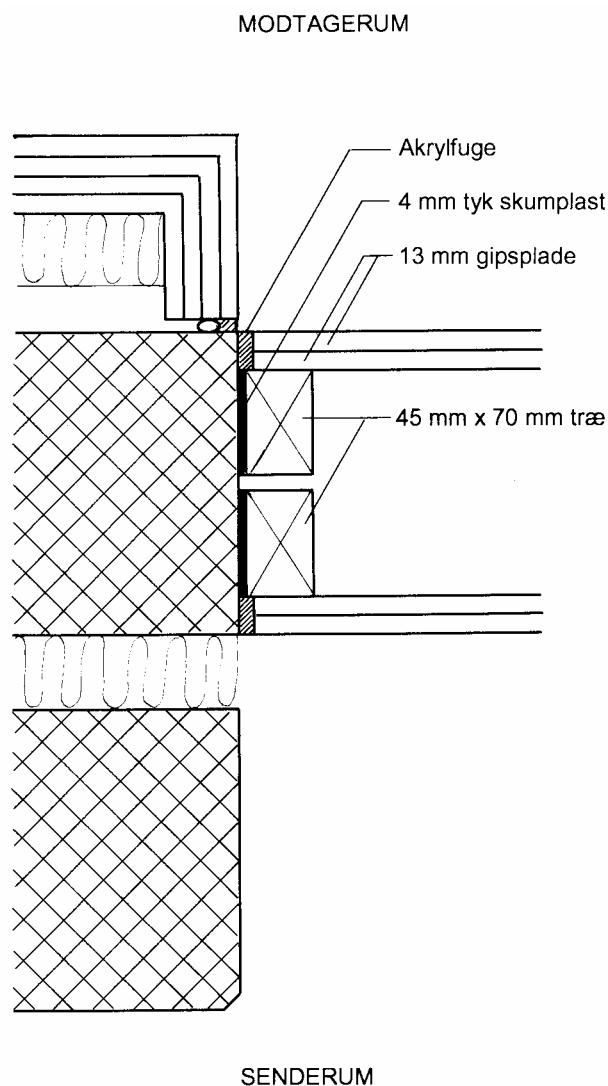
Prøveåbningens dimensioner er $b \times h \times d = 4,21 \text{ m} \times 2,60 \text{ m} \times 0,58 \text{ m}$. Figur 3.4-3.5 viser fotos af et færdigmonteret måleobjekt set fra senderummet henholdsvis før og efter tapening og spartling af samlingerne. I figur 3.6 ses montagen af et måleobjekt i prøveåbningen. Niche-dybden fra måleobjektets overflade mod senderummet er 0,29 m for væg nr. A1-A4, 0,28 m for væg nr. B1-B2 og 0,25 m for væg nr. C1-C4.



Figur 3.4. Væg nr. A1 set fra senderummet før tapening og spartling af samlinger mellem gipsplader



Figur 3.5. Væg nr. B1 set fra senderummet efter tapening og spartling af samlinger mellem gipsplader



Figur 3.6. Montage af væg nr. C1-C4 i prøveåbning. Snit i sider og top

3.3 Udførelse af de enkelte måleobjekter

3.3.1 Skeletter og pladebeklædninger

Alle prøveemner er opbygget med rammer af træ med samme dimensioner som stolperne. Rammerne er fastgjort i prøveåbningen af beton med skruer pr. ca. 500 mm. Mellem ramme-træ og beton er der lagt 4 mm tyk skumplast. Stolperne er fastgjort i top og bund og står med en indbyrdes afstand på 600 mm.

For vægge med mere end et lag pladebeklædning på hver side er det inderste lag gips- eller spånplade kun fæstnet i få punkter. Det afsluttende lag gipsplade er altid skruet til det bagved liggende træ med en skrueafstand på 200 mm langs pladekanter og 300 mm langs mellemunderstøtninger.

Samlinger mellem det yderste lag gipsplader er tapet og spartlet, og der er fuget med akrylfugemasse mellem pladebeklædning og prøveåbning fra begge sider. Disse foranstaltninger er udført mindst to dage før målingerne. I forbindelse med målingerne blev der i nødvendigt omfang tætnet med kit, således at intet måleresultat er påvirket af utætheder.

3.3.2 Isolering i pladeform

Al isolering i pladeform er tilskåret med sædvanligt overmål (ca. 5 mm).



Figur 3.7. Udskiftning af glasuld med høruld i væg med dobbelt skelet (væg nr. C1 og C2)



Figur 3.8. Placering af tre lag høruldsplade i væg nr. C2



Figur 3.9. Høruldsplader i væg nr. C2 umiddelbart før montage af to lag gipsplade fra modtagerummet

3.3.3 Løsfyldsisolering

Den benyttede løsfyldsisolering er papiruld leveret af Miljøisolering. Alle indblæsninger er udført med udstyret vist i figur 3.10-3.12.



Figur 3.10. Celluloseuld som løsfyld i emballage fra fabrikken samt indblæsningsudstyr



Figur 3.11. Boring af huller samt indføring af slange i væg nr. B2



Figur 3.12. Indblæsning i væg nr. B2

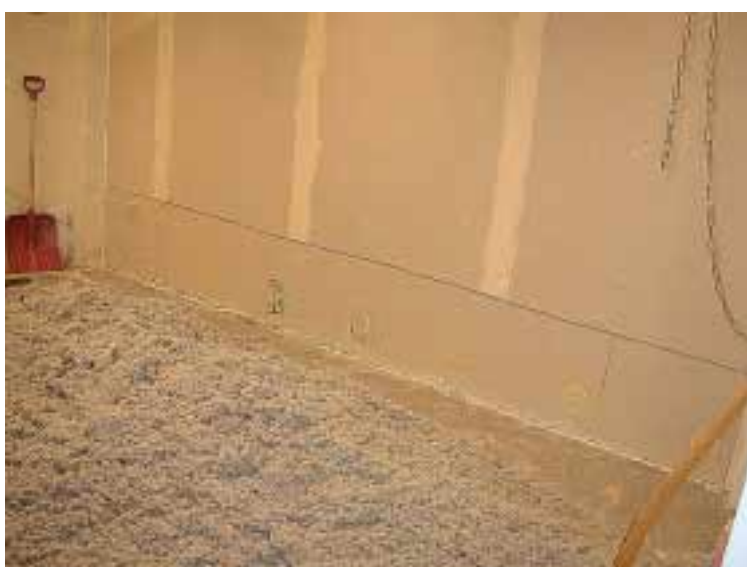
Indblæsningerne er udført fra modtagerumssiden efter montage af det første lag pladebeklædning (eventuelt med midlertidige supplerende skruer). Efter indblæsningerne er de udborede skiver isat med akrylfugemasse, og for vægge med to lag pladebeklædning er det afsluttende lag på modtagerumssiden fastskruet. Det skal bemærkes, at skiverne af brandmæssige hensyn skal befæstiges, f.eks. ind i en bagvedliggende træliste, hvorefter der spartles over samlingen. Det havde dog ingen betydning for måleobjekternes lydisolations, at de udborede skiver udelukkende blev isat med akrylfugemasse. På senderumssiden var vægopbygningen altid færdiggjort før indblæsningerne.

Indblæsningerne er foretaget gennem mindst et hul øverst mellem hver stolpe på modtagerumssiden, ofte suppleret med et eller to huller pr. stolpemellemrum placeret lavere. Der er som hovedregel ikke boret specielle udluftningshuller, idet de samme huller fungerer som både indblæsnings- og udluftningshuller. De lavere placerede huller er undladt i visse tilfælde, hvor en forholdsvis tynd slange er ført ned fra de øverste huller og hulrummet fyldt op nedefra. For væg nr. C3 er der foretaget en indledende indblæsning ovenfra som vist i figur 3.13 før den endelige montage af det første pladelag og afsluttet med indblæsning gennem cirkulære huller, efter at pladelaget er færdigmonteret foroven.



Figur 3.13. Indledende indblæsning i væg nr. C3

Ved indblæsning i væg nr. C4 er isoleringen fra væg nr. C3 genbrugt, efter at den er kradset løs og fjernet gennem en ca. 0,5 m høj åbning forneden i hele væggenes bredde i modtagerums-siden (se figur 3.14). Indblæsningen i den midterste og øverste del af væggen er derefter udført gennem huller, som er boret gennem begge gipspladelag, mens indblæsningen forneden er foretaget før genmontage af det yderste lag gipsplade.



Figur 3.14. Inderste pladelag genetableret forneden før indblæsning i væg nr. C4

Der blev fra begyndelsen tilstræbt en densitet på ca. 65 kg/m^3 for den indblæste isolering, men som det fremgår af tabel 3.1 er densiteten for de fleste vægge lavere. For væg nr. A4 er årsagen til den relativt lave densitet på 50 kg/m^3 , at gipspladerne – på grund af lufttrykket under indblæsningen – ved denne densitet begyndte at løsne sig fra mellemunderstøtningerne, hvor den benyttede skrueafstand er 300 mm. Med spånpladebeklædning eller flere lag gipsplade er dette problem mindre udtalt. Densitetens betydning for lydisoleringen behandles i øvrigt i afsnit 3.5.3.

I målerummene var der en relativ luftfugtighed på ca. 30-45% (faldende luftfugtighed fra måling af væg nr. A1 til væg nr. C4). Alt isoleringsmateriale var ligeledes tørt ved etableringen af prøveemner. For enkelte prøveemner med løsfyldsisolering blev der foretaget gentagne målinger med flere ugers interval. Disse undersøgelser viste, at lydisoleringen var stabil senest syv dage efter indblæsningerne. Resultaterne gengivet i denne rapport er derfor målt mindst syv dage efter indblæsningstidspunktet. Derimod er der ikke foretaget undersøgelser af eventuelle konsekvenser af cyklisk varierende fugtighed i isoleringsmaterialerne.

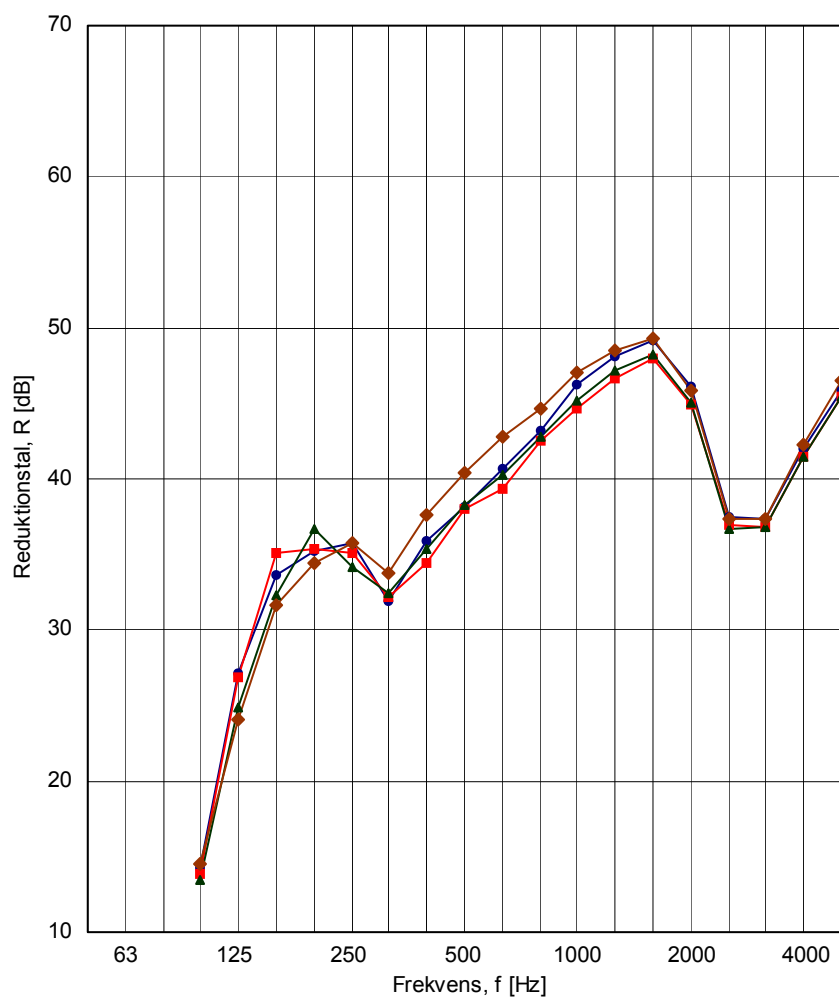
Ved de efterfølgende afmonteringer er der ikke konstateret huller i isoleringen i nogen af væggene med løsfyldsisolering.

3.4 Måleresultater

Luftlydisolation måles i laboratoriet som reduktionstal pr. $1/3$ oktav i frekvensområdet 100-5000 Hz. Reduktionstallet kan præsenteres grafisk som funktion af frekvensen. Desuden er der til hver reduktionstalskurve knyttet R_w -værdien, som beregnes i henhold til standarden DS EN/ISO 717-1 [9] ved sammenligning af den målte reduktionstalskurve med en referencekurve. Til R_w -værdien er der knyttet de spektrale korrektionsled C og C_{tr} . Summen $R_w + C$ kan betragtes som en enkelttalsværdi, som er et mål for lydisoleringen mod almindeligt forekommende støj i bygninger (tale, TV, legende børn m.m.) samt i et vist omfang støj fra f.eks. jernbane- og vejtrafik ved høj hastighed. Tilsvarende kan $R_w + C_{tr}$ betragtes som et mål for lydisoleringen mod f.eks. rytmisk musik med forholdsvis kraftig bas eller støj fra bytrafik. Det er karakteristisk, at $R_w + C_{tr}$ i højere grad end R_w afhænger af lydisoleringen ved lave frekvenser. Lydisolationen mod trafikstøj er naturligvis ikke relevant for de undersøgte skillevægge, men nævnes kun her som en del af baggrunden for de spektrale korrektionsled.

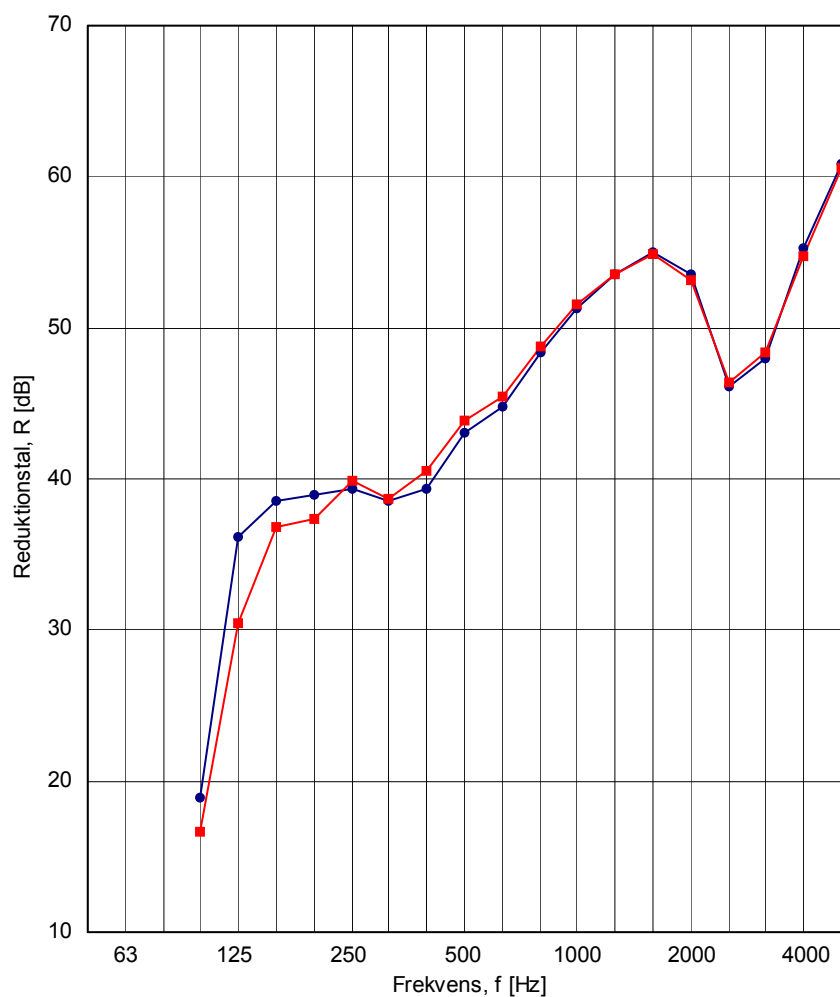
Både R_w , C og C_{tr} er defineret som hele tal i dB, men R_w , $R_w + C$ og $R_w + C_{tr}$ angives i denne rapport supplerende med én decimal (f.eks. $R_w = 46 / 46,6 \text{ dB}$) af hensyn til sammenligning af måleresultater, som ofte udviser små forskelle. Ved sammenligning af værdier i hele tal med værdier i decimaltal fremgår det, at R_w -værdien altid afrundes nedad, mens $R_w + C$ og $R_w + C_{tr}$ afrundes normalt.

Måleresultaterne i form af reduktionstalskurver og enkelttalsværdier er sammenfattet i figur 3.15-3.17. Kurveblade for hvert prøveemne alene findes i bilag B.



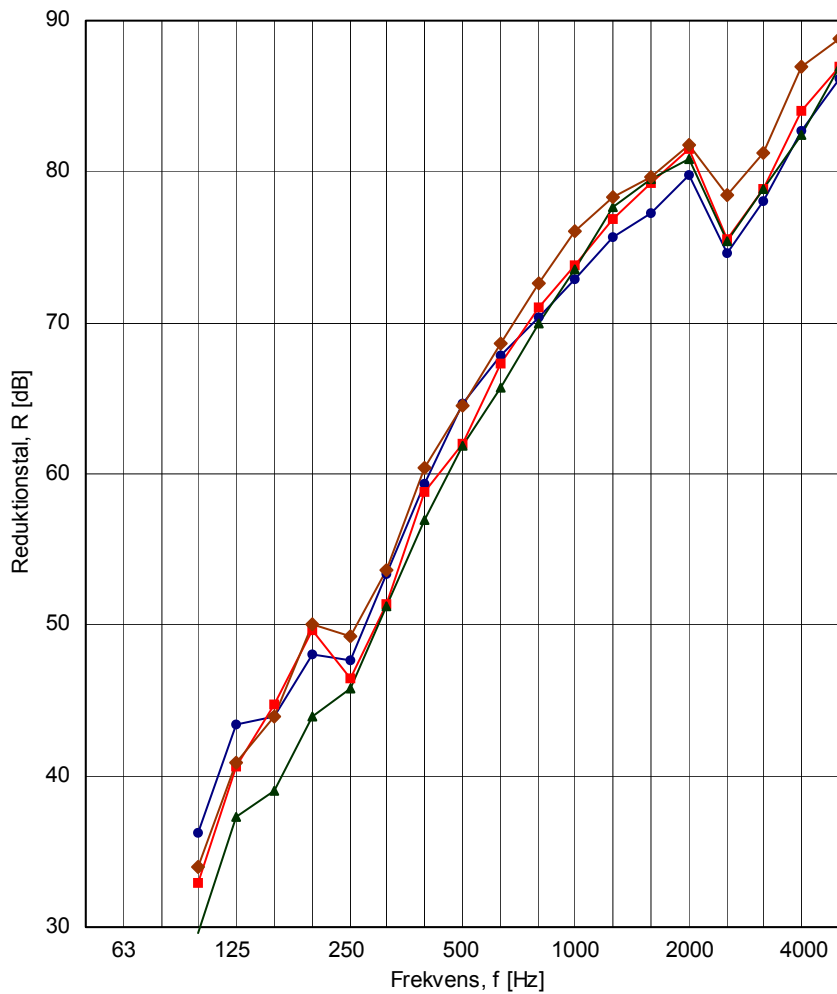
●	Glasuld i pladeform	$R_w = 40 / 40,3$ dB	$R_w + C = 38 / 38,1$ dB	$R_w + C_{tr} = 33 / 32,9$ dB
■	Høruld i pladeform	$R_w = 39 / 39,7$ dB	$R_w + C = 38 / 37,6$ dB	$R_w + C_{tr} = 33 / 32,5$ dB
▲	Celluloseuld i pladeform	$R_w = 40 / 40,0$ dB	$R_w + C = 38 / 37,5$ dB	$R_w + C_{tr} = 32 / 32,2$ dB
◆	Celluloseuld som løsfyld	$R_w = 41 / 41,3$ dB	$R_w + C = 38 / 38,4$ dB	$R_w + C_{tr} = 33 / 33,1$ dB





Figur 3.15. Reduktionstal for 125 mm enkeltvæg med et lag gipsplade på hver side (væg nr. A1-A4)



—●—	Høruld i pladeform	$R_w = 46 / 46,5$ dB	$R_w + C = 44 / 44,0$ dB	$R_w + C_{tr} = 38 / 37,9$ dB
—■—	Celluloseuld som løsfyld	$R_w = 46 / 46,6$ dB	$R_w + C = 43 / 42,9$ dB	$R_w + C_{tr} = 36 / 35,9$ dB

Figur 3.16. Reduktionstal for 149 mm enkeltvæg med et lag spånplade og et lag gipsplade på hver side (væg nr. B1-B2)



 Glasuld i pladeform	$R_w = 62 / 62,0 \text{ dB}$	$R_w + C = 60 / 59,5 \text{ dB}$	$R_w + C_{tr} = 53 / 53,3 \text{ dB}$
 Høruld i pladeform	$R_w = 60 / 60,9 \text{ dB}$	$R_w + C = 58 / 57,8 \text{ dB}$	$R_w + C_{tr} = 51 / 51,0 \text{ dB}$
 Celluloseuld som løsfyld (rumvægt 66 kg/m^3)	$R_w = 57 / 57,9 \text{ dB}$	$R_w + C = 55 / 54,7 \text{ dB}$	$R_w + C_{tr} = 48 / 47,7 \text{ dB}$
 Celluloseuld som løsfyld (rumvægt 50 kg/m^3)	$R_w = 62 / 62,0 \text{ dB}$	$R_w + C = 59 / 58,9 \text{ dB}$	$R_w + C_{tr} = 52 / 52,0 \text{ dB}$

Figur 3.17. Reduktionstal for 200 mm dobbeltvæg med to lag gipsplade på hver side (væg nr. C1-C4)

3.5 Vurdering af resultater

3.5.1 Forventede feltværdier for prøveemnerne

I forhold til R_w -værdien målt i laboratoriet er resultatet af en feltmåling for samme konstruktion – i form af det tilsyneladende vægtede reduktionstal R'_w – ofte op til 6 dB lavere. Forskellen skyldes bl.a. en mere varierende kvalitet ved udførelse i byggeriet samt lydtransmission i de flankerende bygningskonstruktioner, idet der i laboratoriet udelukkende forekommer lydtransmission direkte gennem prøveemnet. Forskellen mellem laboratorie- og feltværdi er som hovedregel størst for konstruktioner med forholdsvis høj lydisolation. For at undgå en større forringelse end ca. 6 dB i forhold til laboratorieværdien er det vigtigt, at de flankerende bygningsdele (herunder samlingerne med den adskillende konstruktion) projekteres korrekt. Under denne forudsætning vurderes de undersøgte vægge at kunne opfylde feltværdierne anført i tabel 3.2.

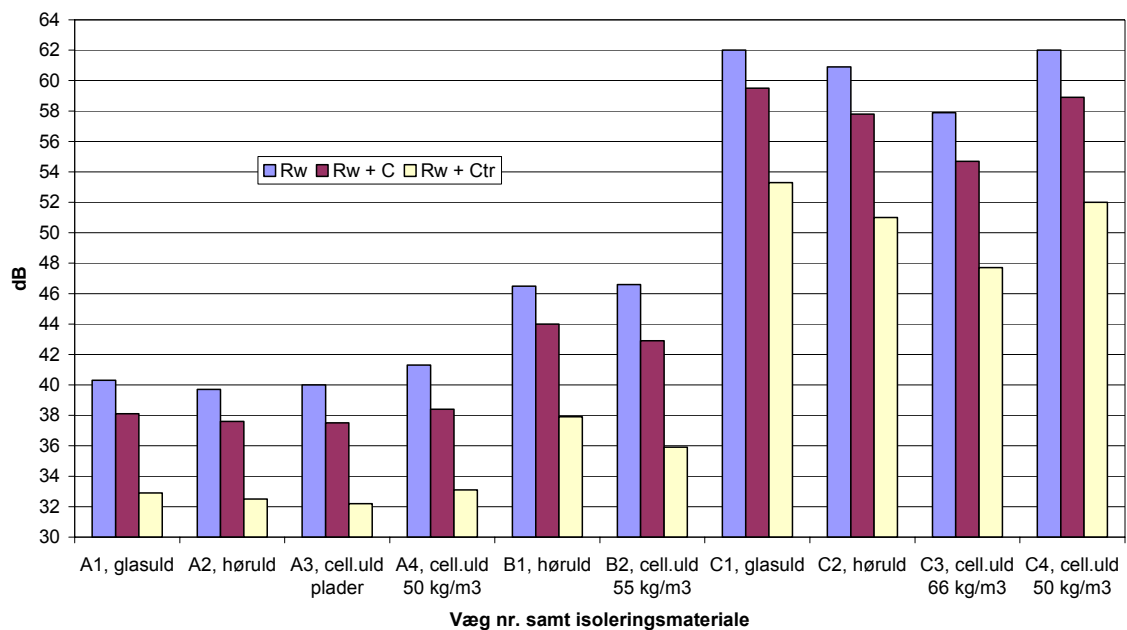
Væg nr.	Opbygning	Vægtykkelse	Isoleringsmateriale	R'_w
A1	Enkelt skelet med et lag gipsplade på hver side	125 mm	Glasuld i pladeform	35 dB
A2			Høruld i pladeform	35 dB
A3			Celluloseuld i pladeform	35 dB
A4			Celluloseuld som løsfyld, 50 kg/m ³	35 dB
B1	Enkelt skelet med et lag spånplade og et lag gipsplade på hver side	149 mm	Høruld i pladeform	40 dB
B2			Celluloseuld som løsfyld, 55 kg/m ³	40 dB
C1	Dobbelt skelet med to lag gipsplade på hver side	200 mm	Glasuld i pladeform	55 dB
C2			Høruld i pladeform	55 dB
C3			Celluloseuld som løsfyld, 66 kg/m ³	52 dB
C4			Celluloseuld som løsfyld, 50 kg/m ³	55 dB

Tabel 3.2. Værdier for luftlydisolationen R'_w , som forventes at kunne opnås i bygninger med de undersøgte vægge

Ifølge BR 95 [10] skal luftlydisolationen R'_w vandret mellem boligenheder være mindst 52 dB. Mellem sammenbyggede enfamiliehuse skal R'_w -værdien være mindst 55 dB i henhold til BR-S 98 [11].

3.5.2 Sammenligninger af resultater

Lydisolationen for de undersøgte vægge er vurderet ved sammenligninger af frekvenskurverne og enkelttalsværdierne i figur 3.15-3.17. Enkelttalsværdierne er gengivet grafisk i figur 3.18.



Figur 3.18. Diagram over enkelttalsværdierne som decimaltal for alle vægge

For enkeltvæggen med et lag gipsplade på hver side og isolering i pladeform varierer enkelttalsværdierne med mindre end 1 dB mellem de tre forskellige isoleringsmaterialer. Med celluloseuld som løsfyld er lydisolationen derimod lidt højere. Forskellen er tydeligst i mellemfrekvensområdet.

For enkeltvæggen med et lag spånplade og et lag gipsplade på hver side fås samme R_w-værdi med henholdsvis høruld i pladeform og celluloseuld som løsfyld. Ved lave frekvenser er lydisolationen imidlertid bedst med høruld i pladeform. Forskellen ved lave frekvenser betyder også, at enkelttalsstørrelserne R_w + C og R_w + C_{tr} er 1-2 dB højere med høruldsplader end med celluloseuld som løsfyld. Med høruldsplader isolerer væggen altså lidt bedre mod de fleste former for støj end med indblæst celluloseuld.

Dobbeltvæggens enkelttalsværdier varierer med op til ca. 2 dB mellem tre af de undersøgte prøveemner. For det fjerde prøveemne med indblæst celluloseuld med en densitet på 66 kg/m³ er der imidlertid målt en betydeligt lavere lydisolations. R_w-værdien for sidstnævnte isolering er således godt 4 dB lavere end med glasuld og 3 dB lavere end med høruld. For både R_w + C og R_w + C_{tr} er forskellen større, hvilket hænger sammen med, at løsfyldsisoleringen med den høje densitet primært medfører en ringere lydisolations ved lave frekvenser.

Det kan bemærkes, at der for alle prøveemner blev foretaget orienterende målinger af lydisolations i et udvidet frekvensområde ved lave frekvenser (50-80 Hz). Resultaterne kan anvendes til sammenligninger mellem vægge med samme skelet og pladebeklædning, men med forskellige isoleringsmaterialer. For dobbeltvæggen viser de orienterende resultater ved 50-80 Hz samme tendens som umiddelbart over 100 Hz, mens der for enkeltvæggene stort set ikke kan konstateres nogen forskel under 100 Hz mellem de forskellige isoleringsmaterialer. For dobbeltvæggens vedkommende betyder det, at isolationen mod dyb bas afhænger af isoleringsma-

terialet og ikke mindst af densiteten af den indblæste celluloseuld (høj densitet har medført lav lydisolering ved lave frekvenser).

3.5.3 Akustisk kobling via hulrumisoleringen

Lydisoleringen målt med høruldsplader er – vurderet relativt i forhold til glasuld og celluloseuld med lav densitet – ikke så høj i dobbeltvæggen som i de to enkeltvægsofbygninger. Årsagen hertil kan være, at nogle af høruldspladerne i dobbeltvæggen er lidt tykkere end den nominelle værdi på 50 mm og derfor er blevet klemte en smule (se evt. figur 3.9, som viser isoleringspladerne opstillet mellem stolperne inden den afsluttende montage af gipsplader). Erfaringer fra både laboratorie- og feltmålinger har tidligere vist, at lydisoleringen for skeletvægge udfyldt med visse isoleringsmaterialer i pladeform kan forringes, såfremt isoleringen klemmes ved montagen. Forringelsen er som regel mest markant ved lave frekvenser.

På samme måde kan den forholdsvis lave lydisolering for dobbeltvæggen med løsfyld med høj densitet (66 kg/m^3) skyldes, at isoleringsmaterialet til en vis grad kobler de to væghalvdele sammen. Med en reduktion af densiteten til 50 kg/m^3 er lydisoleringen forbedret betydeligt. De to måleresultater for enkeltvægge med løsfyld antyder – efter en sammenligning med de tilsvarende resultater for høruldsplader – at blot en forøgelse af densiteten fra 50 kg/m^3 til 55 kg/m^3 kan forringe lydisoleringen med ca. 2 dB.

Som nævnt i afsnit 2.1 betragtes en densitet på 65 kg/m^3 i flere sammenhænge som en mindsteværdi for sætningsfri indblæsning af f.eks. celluloseuld. En lavere densitet kan dog under visse omstændigheder være tilstrækkelig, f.eks. såfremt isoleringens tykkelse er lille, og/eller friktionen mod pladelagene er høj. Desuden er kravene til sætningsfri indblæsning mindre restriktive ved en lav, konstant fugtighed. På By og Byg er der udviklet et beregningsværktøj, der gør det muligt at beregne den minimale densitet af løsfyldsisolering for at undgå sætning ved indblæsning i lukkede hulrum [3]. Med hensyn til lydisoleringen for lette konstruktioner med celluloseuld som løsfyld er det en betydelig fordel, hvis sætningsfri indblæsning kan opnås med en densitet, som er væsentlig lavere end 65 kg/m^3 , gerne ca. 50 kg/m^3 .

Såfremt ovennævnte mulige koblinger mellem vægdelene ikke forekommer, er måleresultaterne med de alternative isoleringsmaterialer stort set som for tilsvarende konstruktioner isoleret med glasuld, måske dog lidt ringere ved lave frekvenser.

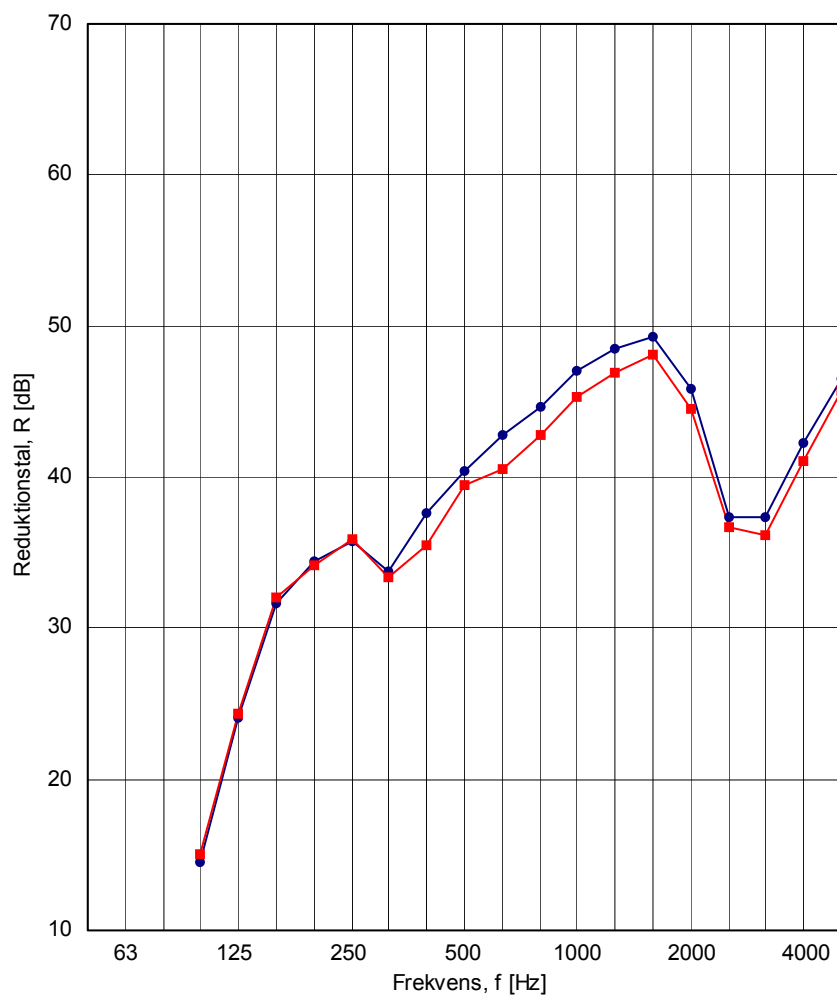
3.5.4 Strømningsmodstand

Det fremgår af tabel 2.2, at isoleringsmaterialets specifikke strømningsmodstand varierer mellem ca. $22\text{-}50 \text{ kNs/m}^4$ for de fire undersøgte prøveemner med indblæst celluloseuld. Høruldspladernes specifikke strømningsmodstand er ca. 7 kNs/m^4 . Måleresultaterne tyder på, at strømningsmodstanden ikke er en væsentlig parameter for væggenes lydisolering, såfremt den er mindst ca. 7 kNs/m^4 .

3.5.5 Pladebefæstigelsesernes indbyrdes afstand

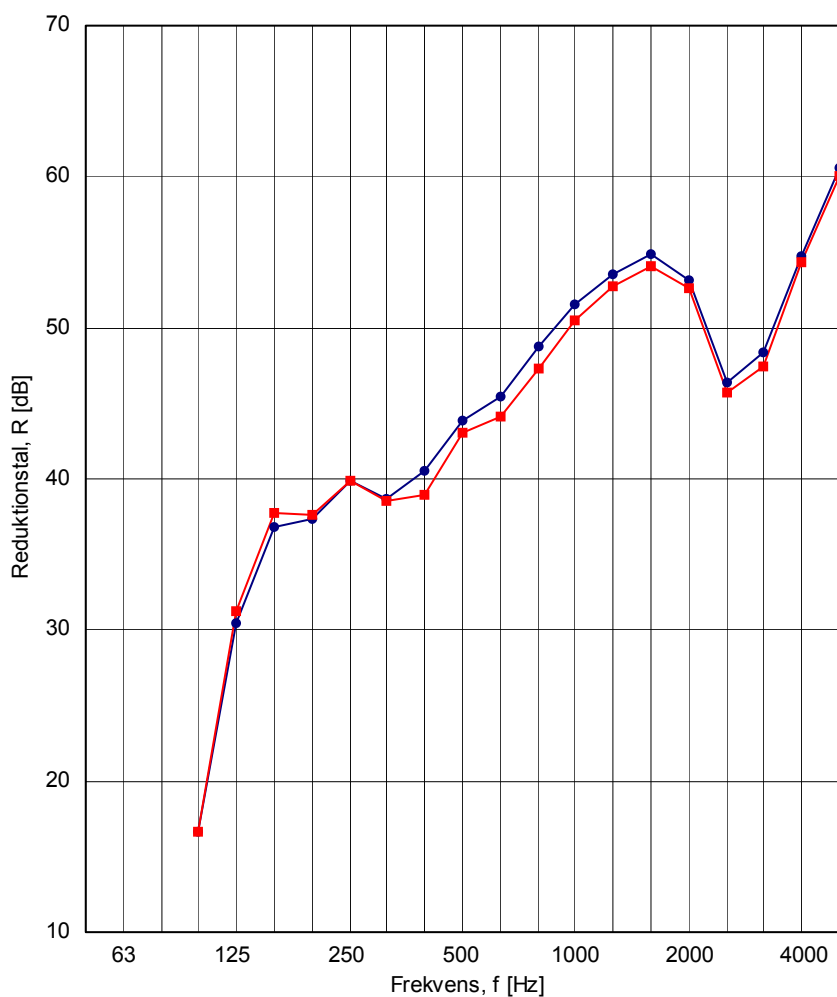
Der er foretaget enkelte målinger med et forøget antal skruer i enkeltvægge med løsfyldsisolering, idet prøveemnerne generelt var monteret med den størst tilladte skrueafstand efter [1].

Sammenligningerne i figur 3.19-3.20 viser, at R_w -værdien er forringet med op mod 1 dB ved de gennemførte fastgørelser af pladebeklædningerne i flere punkter. Forringelserne herved er dog minimale for enkelttalsværdierne $R_w + C$ og $R_w + C_{tr}$, som udtrykker lydisolationen mod forskellige former for almindeligt forekommende støj.



●	Skrueafstand 300 mm	$R_w = 41 / 41,3$ dB	$R_w + C = 38 / 38,4$ dB	$R_w + C_{tr} = 33 / 33,1$ dB
■	Skrueafstand 150 mm	$R_w = 40 / 40,5$ dB	$R_w + C = 38 / 37,9$ dB	$R_w + C_{tr} = 33 / 33,3$ dB

Figur 3.19. Betydning af skruafstand for væg nr. A4, enkeltvæg med et lag gipsplade på hver side og celluloseuld som løsfyld. Skruafstand langs mellemunderstøtninger hhv. 300 mm og 150 mm på begge sider af væggen.



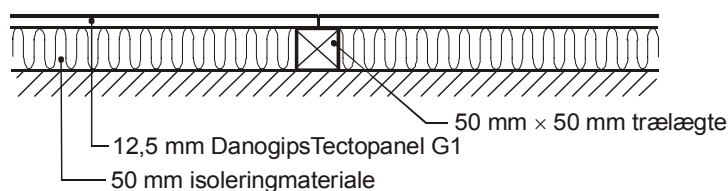
- Skruaefstand på begge sider af væggen 300 mm $R_w = 46 / 46,6 \text{ dB}$ $R_w + C = 43 / 42,9 \text{ dB}$ $R_w + C_{tr} = 36 / 35,9 \text{ dB}$
- Skruaefstand 300 mm på den ene side af væggen og 150 mm på den anden side $R_w = 45 / 45,8 \text{ dB}$ $R_w + C = 43 / 42,6 \text{ dB}$ $R_w + C_{tr} = 36 / 35,8 \text{ dB}$

Figur 3.20. Betydning af skruaefstand for væg nr. B2, enkeltvæg med et lag spånplade og et lag gipsplade på hver side og celluloseuld som løsfyld. Skruaefstand langs mellemunderstøtninger på den ene side af væggen hhv. 300 mm og 150 mm.

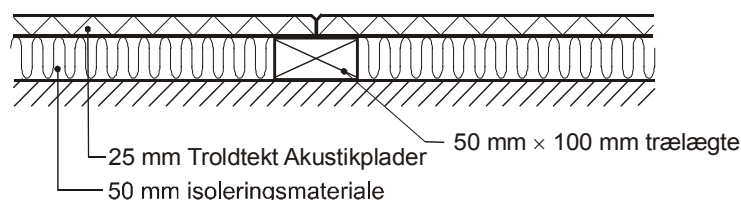
4 Måling af lydabsorption for lydregulerende beklædninger

4.1 Måleprogram

Der er målt lydabsorberende egenskaber for fire lydregulerende sammensatte/lagdelte beklædninger af perforeret gipsplade eller træbeton med bagvedliggende 50 mm høruld eller celluloseuld i pladeform (se figur 4.1-4.2).



Figur 4.1. Lodret snit i lydabsorbent med perforeret gipsplade



Figur 4.2. Lodret snit i lydabsorbent med træbetonplader

Densiteten af de alternative isoleringsmaterialer med nominal tykkelse på 50 mm er målt til 43 kg/m^3 for høruldspladerne og 28 kg/m^3 for celluloseuldspladerne. Begge typer isolering er fremstillet uden tilsætningsstoffer for imprægnering og brandhæmning.

De perforerede gipsplader er 12,5 mm x 600 mm x 600 mm Danogips Tectopanel G1 med $\varnothing 6$ mm huller med en indbyrdes centerafstand på 15 mm, forsynet med akustikdug på bagsiden.

Træbetonpladerne er 25 mm x 600 mm x 1200 mm Troldekt Akustikplader af fin træuld og med affasede kanter.

4.2 Målemetode og montage i laboratoriet

Målingerne er gennemført af DELTA i laboratoriefaciliteterne på Danmarks Tekniske Universitet i Lyngby i henhold til standarden DS/ISO 354 [12].

Prøveemnerne opbygges i et lydhårdt målerum med volumenet 210 m^3 . Prøveemnerne er placeret direkte på et betongulv, og prøvofeltets dimensioner er 3,0 m x 3,6 m.

Absorptionskoefficienten bestemmes ved måling af efterklangstiden med og uden prøveemne i rummet. Efterklangstiden er målt med højttalerpositioner i to af rummets hjørner og med seks faste mikrofonpositioner.

4.3 Udførelse af de enkelte måleobjekter

Prøveemnerne er opbygget med trælægter, som er udlagt med indbyrdes afstande svarende til prøveemnernes modulmål. Derefter er isoleringspladerne skåret til og placeret mellem lægterne, og akustikpladerne (perforeret gipsplade eller træbetonplade) er monteret på lægterne. Ved målingerne med træbetonpladerne er prøvelfeltet afdækket med en 20 mm x 75 mm træramme.

Langs prøvelfeltets kanter er samlingen mellem lægter/ramme og betongulv afdækket med tape. Figur 4.3-4.5 viser prøveemner under og efter montagen.

Modulstørrelsen er 600 mm x 600 mm for absorbenter med perforeret gipsplade og 600 mm x 1200 mm for absorbenter med træbetonplader.

For træbetonpladerne benyttes 50 mm x 100 mm trælægter under alle pladesamlinger og 50 mm x 50 mm trælægter langs randen af prøveemnet. For de perforerede gipsplader benyttes 50 mm x 50 mm lægter alle steder.



Figur 4.3. Absorbent med høruld efter delvis montering af perforerede gipsplader



Figur 4.4. Tilskæring og udlægning af celluloseuldsplader

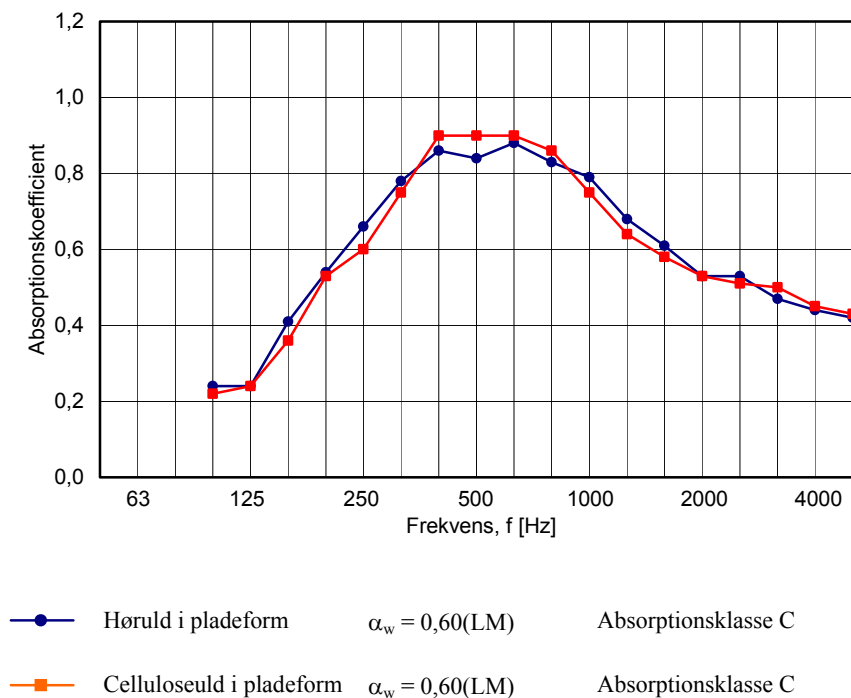


Figur 4.5. Færdiggjort absorpent med træbetonplader

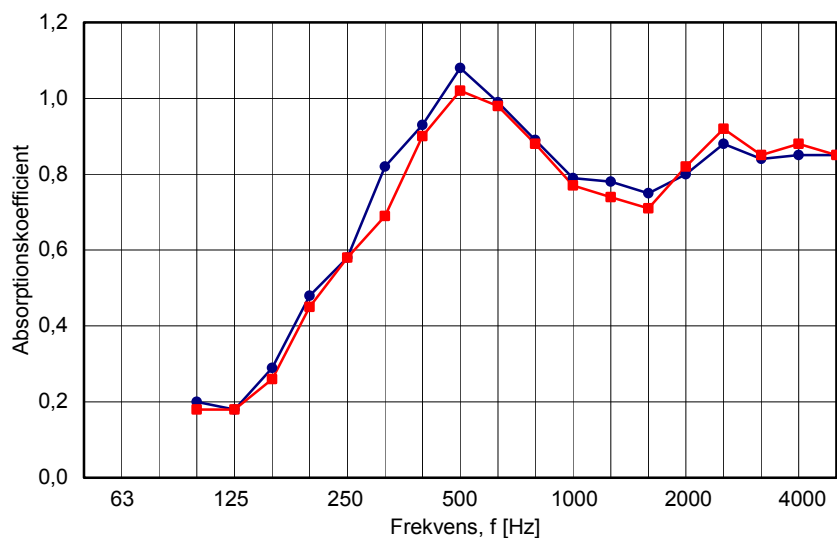
4.4 Måleresultater

Absorptionskoefficienten α_s måles pr. 1/3 oktav i frekvensområdet 100-5000 Hz. Ud fra disse resultater bestemmes den praktiske absorptionskoefficient α_p pr. oktav, den vægtede absorptionskoefficient α_w og den tilhørende absorptionsklasse i henhold til standarden DS/EN ISO 11654 [13].

Måleresultaterne i form af kurver for absorptionskoefficienten α_s pr. 1/3 oktav samt enkeltsværdierne α_w og de tilhørende absorptionsklasser er sammenfattet i figur 4.6-4.7. Kurveblade for hvert prøveemne alene findes i bilag C, både for absorptionskoefficienten α_s pr. 1/3 oktav og for den praktiske absorptionskoefficient α_p pr. oktav.



Figur 4.6. Absorptionskoefficient α_s pr. 1/3 oktav for lydregulerende beklædning af perforeret gipsplade (12,5 mm Danogips Tectopanel G1) med bagvedliggende 50 mm høruld eller celluloseuld i pladeform



- Høruld i pladeform $\alpha_w = 0,85$ Absorptionsklasse B
- Celluloseuld i pladeform $\alpha_w = 0,80$ Absorptionsklasse B

Figur 4.7. Absorptionskoefficient α_s pr. 1/3 oktav for lydregulerende beklædning af træbetonplader (25 mm Troldekt Akustikplader) med bagvedliggende 50 mm høruld eller celluloseuld i pladeform

4.5 Vurdering af resultater

Det fremgår af figur 4.6-4.7, at de målte absorptionskoefficienter er nogenlunde ens for henholdsvis høruld og celluloseuld, dog med en svag tendens til højere absorption for høruld end for celluloseuld i kombination med træbetonplader.

Kurveforløbene i figur 4.6-4.7 har stort set samme karakteristika som kendte værdier for tilsvarende akustikplader med ca. 50 mm bagvedliggende mineraluld.

Alle fire undersøgte absorberende beklædninger må karakteriseres som velegnede til akustisk regulering i f.eks. institutioner, skoler og kontorer. Ved en konkret anvendelse skal absorberentype, areal og fordeling i rummet – som altid – ske ved en samlet projektering, hvor absorptionen ved de enkelte frekvensbånd og for alle rummets overflader tages i betragtning.

5 Konklusion

Der er tilvejebragt bygningsakustiske data for henholdsvis lydisolerende lette skillevægge og lydabsorberende sammensatte/lagdelte beklædninger med alternative isoleringsmaterialer i form af henholdsvis høruld og celluloseuld i pladeform og celluloseuld som løsfyld.

De undersøgte bygningsdele er lette pladebeklædte træskeletvægge, hvis brandmæssige egenskaber er behandlet i en tidligere projektrapport [1], samt lydregulerende beklædninger med akustikplader af træbeton eller perforeret gipskartonplade med bagvedliggende isoleringsmateriale. Disse sammensatte/lagdelte beklædninger bedømmes – under nærmere specificerede forudsætninger - at kunne opfylde kravene til en klasse 1 beklædning på baggrund af de i projektet gennemførte brandprøvninger.

De målte akustiske data for bygningsdelene med alternative isoleringsmaterialer er nogenlunde de samme som for tilsvarende bygningsdele med mineraluld i tilsvarende tykkelse, idet væggene med mineraluld i nogle tilfælde dog kan give lidt højere lydisolation ved lave frekvenser.

For væggene er det dog en forudsætning, at isoleringsmaterialet ikke klemmes mellem pladebeklædningerne, og tilsvarende at den benyttede løsfyldsisolering ikke indblæses med en middeldensitet på mere end ca. 50 kg/m^3 . Dette krav kan være i modstrid med andre krav til densiteten, som skal sikre sætningsfri indblæsning.

Med projektets resultater er der skabt et videngrundlag for projektering med alternative isoleringsmaterialer, når det gælder opfyldelsen af krav, som stilles til bygningers lydforhold, f.eks. i form af myndighedskrav eller komfortkrav til lydisolation og efterklangstid. De undersøgte bygningsdele kan anvendes som f.eks. kontorskillevægge og boligadskillende vægge eller til lydregulering i institutioner, skoler og kontorer.

6 Referencer

- [1] ”Bygningsdele med celluloseuld og høruld. Eksempler”, Ejnar Danø, Søren Tofte og Jesper Ditlev, Dansk Brandteknisk Institut og Bygge- og Miljøteknik ApS, 2000.
- [2] DS 418:2002, ”Beregning af bygningers varmetab”, 6. udgave, Dansk Standard, 2002.
- [3] ”Løsfyldsisolering i vægge og på lofter. Varierende fugtpåvirkningers indflydelse på densiteten”, Torben Valdbjørn Rasmussen, By og Byg Dokumentation 030, 2002.
- [4] Prøvningsrapport vedrørende brandteknisk prøvning af træbetonplader med bagvedliggende celluloseuld eller høruld i pladeform, Sag nr. PG11146, Dansk Brand- og sikringsteknisk Institut, 2003.
- [5] Prøvningsrapport vedrørende brandteknisk prøvning af perforerede gipskartonplader med bagvedliggende celluloseuld eller høruld i pladeform, Sag nr. PG11147, Dansk Brand- og sikringsteknisk Institut, 2003.
- [6] ISO 9053:1991, ”Acoustics – Materials for acoustical applications – Determination of airflow resistance”, Dansk Standard, 1991.
- [7] Prøvningsrapport vedrørende specifik strømningsmodstand for isoleringsmaterialer, Projekt nr. 1001892-02-04-11, Teknologisk Institut, 2002.
- [8] DS/EN ISO 140-3:1995, ”Akustik. Lydisolationsmålinger i bygninger og af bygningselementer. Del 3: Måling af bygningselementers luftlydisolation i laboratorium”, Dansk Standard, 1995.
- [9] DS/EN ISO 717-1: 1997, Akustik. Vurdering af lydisolation i bygninger og af bygningsdele. Del 1: Luftlydisolation”. Dansk Standard, 1997.
- [10] Bygningsreglement 1995, Bygge- og Boligstyrelsen, 1995.
- [11] Bygningsreglement for småhuse, BR-S 98, Bolig- og Byministeriet, 1998.
- [12] DS/ISO 354:1986, ”Akustik. Målinger af lydabsorptionskoefficienter efter rummetoden”, Dansk Standard, 1986.
- [13] DS/EN ISO 11654:1997, ”Akustik. Lydabsorbenter i bygninger. Vurdering af lydabsorption”, Dansk Standard, 1997.

**Bedømmelser fra Dansk Brand- og sikringsteknisk Institut****Indhold**

12,5 mm perforerede gipskartonplader med bagvedliggende celluloseuld i pladeform eller hør-uld i pladeform	33
25 mm træbetonplader med bagvedliggende celluloseuld i pladeform eller høruld i pladeform	34



DELTA Akustik & Vibration
Bygning 356
Akademivej
2800 Kgs. Lyngby

Att.: Dan Hoffmeyer

2003-01-20

Javn.: D45931211

Sag: PG11147

ED/af

Ang.: Beklædning af 12,5 mm perforerede gipskartonplader med bagved liggende celluloseuld i pladeform eller høruld i pladeform

Hoslagt fremsendes DBI-prøvningsrapporten PG11147, dateret 2003-01-16.

Det fremgår af prøvningsrapporten, at en beklædning, der i enhver henseende er udført som beskrevet i prøvningsrapporten, giver beskyttelse i mindst 10 minutter mod antændelse/beskadigelse af de bag ved beklædningen liggende materialer (trælægter samt celluloseuldplader med densitet ca. 25 kg/m³ og høruldplader med densitet ca. 38 kg/m³).

Baseret på prøvningsresultaterne bedømmer DBI, at en beklædning, der i enhver henseende er udført som beskrevet i prøvningsrapporten, opfylder kravene til en klasse 1 beklædning med bagved liggende celluloseuld i pladeform eller med bagved liggende høruld i pladeform.

DBI har ved sin bedømmelse forudsat,

- at de perforerede gipskartonplader opfylder klassifikationskravene til et klasse A materiale (jævnfør godkendelsen MK 6.31/0426 af Danoline loftbeklædninger/Danoline Tectopanel – godkendelsesindehaver: Danogips A/S) og
- at der bag ved celluloseulden/hørulden er en tæt konstruktion (ligesom ved prøvningen).

Kopi af denne skrivelse og af ovennævnte prøvningsrapport er sendt til Danogips A/S, Kløvermarksvej, 9500 Hobro, att. Erik Ipsen.

Dansk Brand- og sikringsteknisk Institut

Ejnar Danø

Jernholmen 12
2650 Hvidovre
Tel: 36 34 90 00
Fax: 36 34 90 01
E-mail: dbi@dbi.dk
www.brandteknisk-institut.dk

Akkrediteret af DANAK til
- Prøving, reg.nr. 12
- Inspektion, reg.nr. 8019
- Produktcertificering, reg.nr. 7004
- Personcertificering, reg.nr. 3003
- Brandundersøgelse, reg.nr. 9035



DELTA Akustik & Vibration
Bygning 356
Akademivej
2800 Kgs. Lyngby

Att.: Dan Hoffmeyer

2003-01-20

Jour.: D45931211

Sag: PG11146

ED/af

Ang.: Beklædning af 25 mm træbetonplader med bagved liggende celluloseuld i pladeform eller høruld i pladeform

Hoslagt fremsendes DBI-prøvningsrapporten PG 11146, dateret 2003-01-16.

Det fremgår af prøvningsrapporten, at en beklædning, der i enhver henseende er udført som beskrevet i prøvningsrapporten (indebærer bl.a., at træbetonpladerne er stødt tæt sammen langs alle pladekanter), giver beskyttelse i mindst 10 minutter mod antændelse/bskadigelse af de bag ved beklædningen liggende materialer (trælægter samt celluloseuldplader med densitet ca. 25 kg/m³ og høruldplader med densitet ca. 38 kg/m³).

Ifølge monteringsvejledning fra A/S L. Hammerich & Co. skal der regnes med, at træbetonpladernes krympning (ved udtørring til normalt fugtindhold) er ca. 0,3%. Med en pladelængde på 1200 mm (som ved prøvningen) svarer dette til en krympning på 3,6 mm, dvs. at der imellem træbetonpladernes kortkanter fremkommer fuger med en bredde på ca. 4 mm, når træbetonpladerne i nogen tid har været i normalt indendørs klima.

Baseret på prøvningsresultaterne og ovenstående konstateringer bedømmer DBI, at en beklædning, der i enhver henseende er udført som beskrevet i prøvningsrapporten men med alle pladekanterne understøttet af trælægter med tværsnit 50 x 100 mm (ligesom for træbetonpladernes langkanter ved prøvningen), opfylder kravene til en klasse 1 beklædning med bagved liggende celluloseuld i pladeform eller med bagved liggende høruld i pladeform.

DBI har ved sin bedømmelse forudsat,

- træbetonpladerne opfylder klassifikationskravene til et klasse A materiale (jævnfør godkendelsen MK 6.31/0379 af Troidtekt træbetonplader – godkendelsesindehaver: A/S Troidhede Pladeindustri) og
- at der bag ved celluloseulden/hørulden er en tæt konstruktion (ligesom ved prøvningen).

Jernholmen 12
2650 Hvidovre
Tlf.: 36 34 90 00
Fax: 36 34 90 01
E-mail: d@dbi.dk
www.brandteknisk-institut.dk

Akrediteret af DANAK IS
- Prøveting, reg.nr. 12
- Inspektion, reg.nr. 9019
- Produktcertificering, reg.nr. 7004
- Personcertificering, reg.nr. 3005
- Brandundersøgelser, reg.nr. 9055



Kopi af denne skrivelse og af ovennævnte prøvningsrapport er sendt til A/S L. Hammerich & Co., Østergaardsvej 171, 8355 Solbjerg, att. Kurt Madsen.

Dansk Brand- og sikringsteknisk Institut



Ejnar Dana



Resultater af måling af luftlydisolation

Indhold

Væg nr. A1. Enkelt træskeletvæg med et lag gipsplade på hver side. Isoleringsmateriale: Glasuld i pladeform	37
Væg nr. A2. Enkelt træskeletvæg med et lag gipsplade på hver side. Isoleringsmateriale: Høruld i pladeform	38
Væg nr. A3. Enkelt træskeletvæg med et lag gipsplade på hver side. Isoleringsmateriale: Celluloseuld i pladeform.....	39
Væg nr. A4. Enkelt træskeletvæg med et lag gipsplade på hver side. Isoleringsmateriale: Celluloseuld som løsfyld (rumvægt 50 kg/m ³)	40
Væg nr. B1. Enkelt træskeletvæg med et lag spånplade og et lag gipsplade på hver side. Isoleringsmateriale: Høruld i pladeform	41
Væg nr. B2. Enkelt træskeletvæg med et lag spånplade og et lag gipsplade på hver side. Isoleringsmateriale: Celluloseuld som løsfyld (rumvægt 55 kg/m ³)	42
Væg nr. C1. Dobbelt træskeletvæg med to lag gipsplade på hver side. Isoleringsmateriale: Glasuld i pladeform	43
Væg nr. C2. Dobbelt træskeletvæg med to lag gipsplade på hver side. Isoleringsmateriale: Høruld i pladeform	44
Væg nr. C3. Dobbelt træskeletvæg med to lag gipsplade på hver side. Isoleringsmateriale: Celluloseuld som løsfyld (rumvægt 66 kg/m ³)	45
Væg nr. C4. Dobbelt træskeletvæg med to lag gipsplade på hver side. Isoleringsmateriale: Celluloseuld som løsfyld (rumvægt 50 kg/m ³)	46

Laboratiormåling af luftlydisolation i henhold til DS/EN ISO 140-3:1995



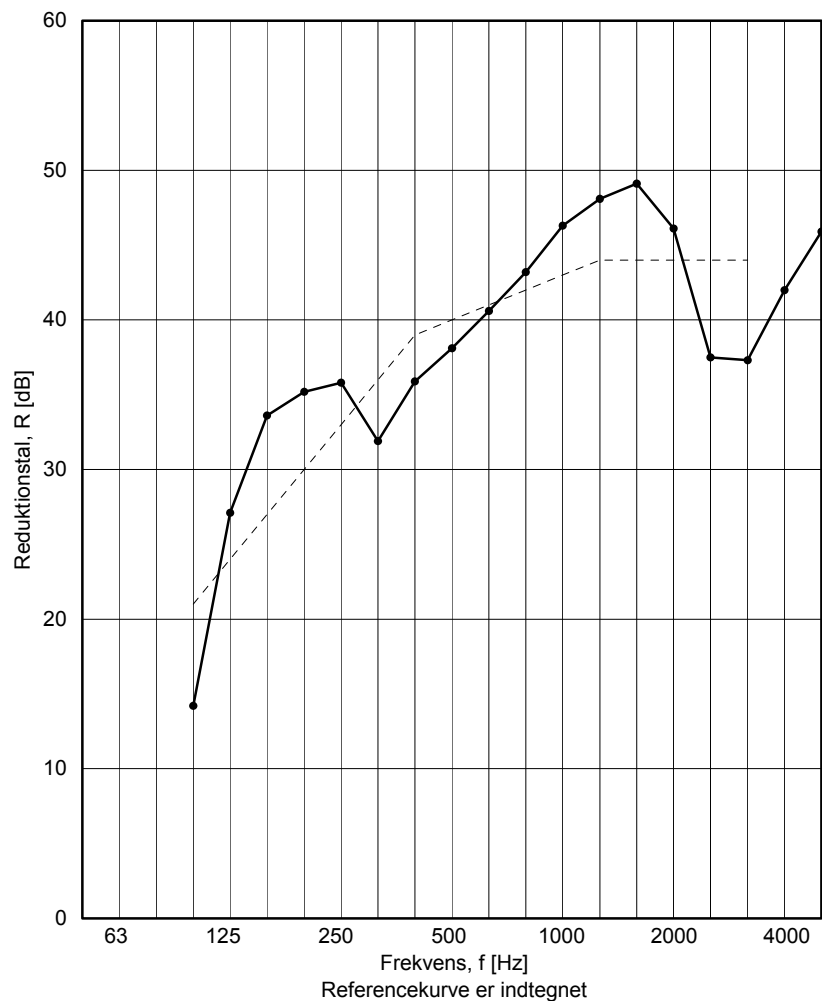
Projekt: Bygningsakustiske egenskaber for bygningsdele med alternative isoleringsmaterialer
Testår: 2002

Prøveemne: Væg nr. A1
Enkelt træskeletvæg med et lag gipsplade på hver side
Isoleringsmateriale: Glasuld i pladeform

Dimensioner af prøveåbning: 4,21 m x 2,60 m

Prøveemnes tykkelse: 125 mm
Prøveemnes fladevægt: 24,0 kg/m²
Areal af prøveåbning: 10,95 m²
Senderumsvolumen: 118 m³
Modtagerumsvolumen: 51 m³

Frekvens f [Hz]	R 1/3-oktav [dB]
100	14,2
125	27,1
160	33,6
200	35,2
250	35,8
315	31,9
400	35,9
500	38,1
630	40,6
800	43,2
1000	46,3
1250	48,1
1600	49,1
2000	46,1
2500	37,5
3150	37,3
4000	42,0
5000	45,9



Vægtet reduktionstal i henhold til DS/EN ISO 717-1:1997:

$$R_w(C; C_{tr}) = 40 (-2; -7) \text{ dB}$$

Vurdering baseret på laboratiormåleresultater opnået med en klasse 2-metode: DS/EN ISO 140-3:1995

Laboratiormåling af luftlydisolation i henhold til DS/EN ISO 140-3:1995



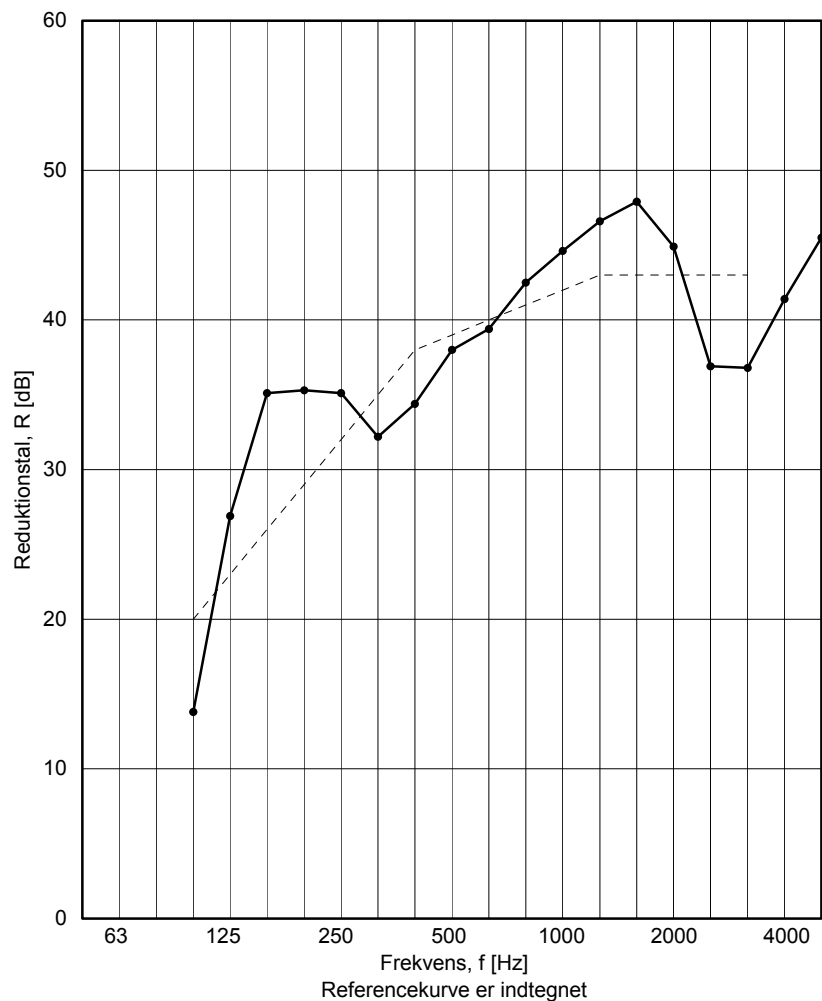
Projekt: Bygningsakustiske egenskaber for bygningsdele med alternative isoleringsmaterialer
Testår: 2002

Prøveemne: Væg nr. A2
Enkelt træskeletvæg med et lag gipsplade på hver side
Isoleringsmateriale: Høruld i pladeform

Dimensioner af prøveåbning: 4,21 m x 2,60 m

Prøveemnes tykkelse: 125 mm
Prøveemnes fladevægt: 25,2 kg/m²
Areal af prøveåbning: 10,95 m²
Senderumsvolumen: 118 m³
Modtagerumsvolumen: 51 m³

Frekvens f [Hz]	R 1/3-oktav [dB]
100	13,8
125	26,9
160	35,1
200	35,3
250	35,1
315	32,2
400	34,4
500	38,0
630	39,4
800	42,5
1000	44,6
1250	46,6
1600	47,9
2000	44,9
2500	36,9
3150	36,8
4000	41,4
5000	45,5



Vægtet reduktionstal i henhold til DS/EN ISO 717-1:1997:

$$R_w(C; C_{tr}) = 39 (-1; -6) \text{ dB}$$

Vurdering baseret på laboratiormåleresultater opnået med en klasse 2-metode: DS/EN ISO 140-3:1995

Laboratiormåling af luftlydisolation i henhold til DS/EN ISO 140-3:1995



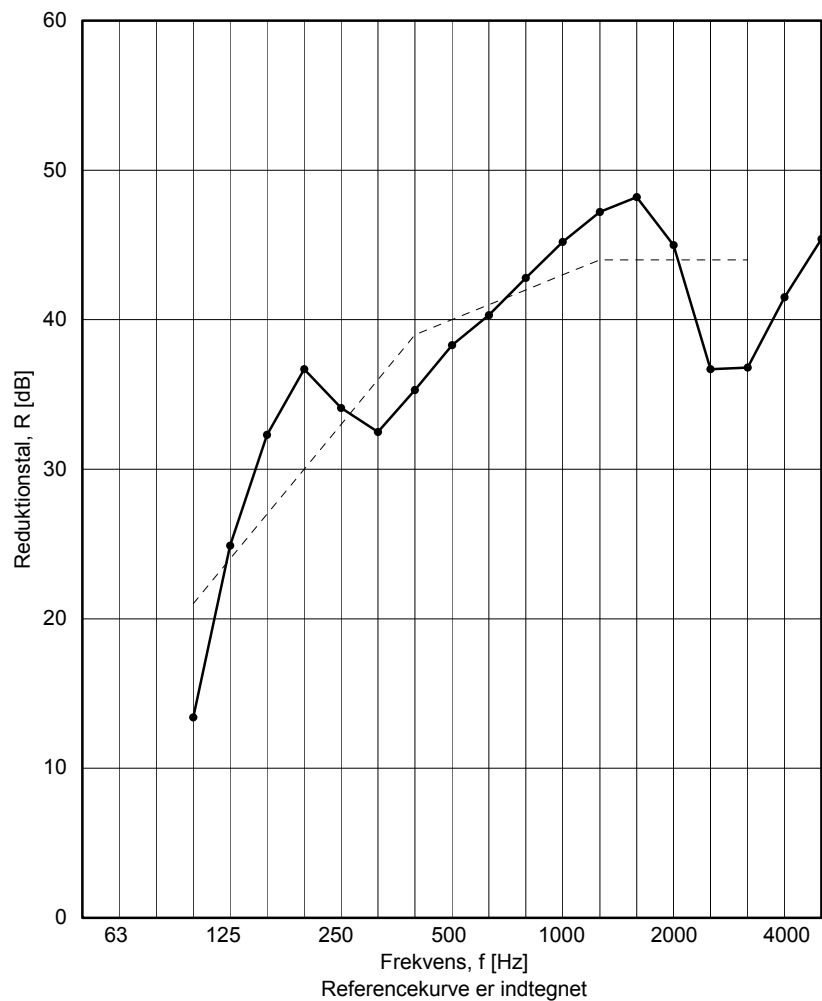
Projekt: Bygningsakustiske egenskaber for bygningsdele med alternative isoleringsmaterialer
Testår: 2002

Prøveemne: Væg nr. A3
Enkelt træskeletvæg med et lag gipsplade på hver side
Isoleringsmateriale: Celluloseuld i pladeform

Dimensioner af prøveåbning: 4,21 m x 2,60 m

Prøveemnes tykkelse: 125 mm
Prøveemnes fladevægt: 24,6 kg/m²
Areal af prøveåbning: 10,95 m²
Senderumsvolumen: 118 m³
Modtagerumsvolumen: 51 m³

Frekvens f [Hz]	R 1/3-oktav [dB]
100	13,4
125	24,9
160	32,3
200	36,7
250	34,1
315	32,5
400	35,3
500	38,3
630	40,3
800	42,8
1000	45,2
1250	47,2
1600	48,2
2000	45,0
2500	36,7
3150	36,8
4000	41,5
5000	45,4



Vægtet reduktionstal i henhold til DS/EN ISO 717-1:1997:

$$R_w(C; C_{tr}) = 40 (-2; -8) \text{ dB}$$

Vurdering baseret på laboratiormåleresultater opnået med en klasse 2-metode: DS/EN ISO 140-3:1995

Laboratiormåling af luftlydisolation i henhold til DS/EN ISO 140-3:1995



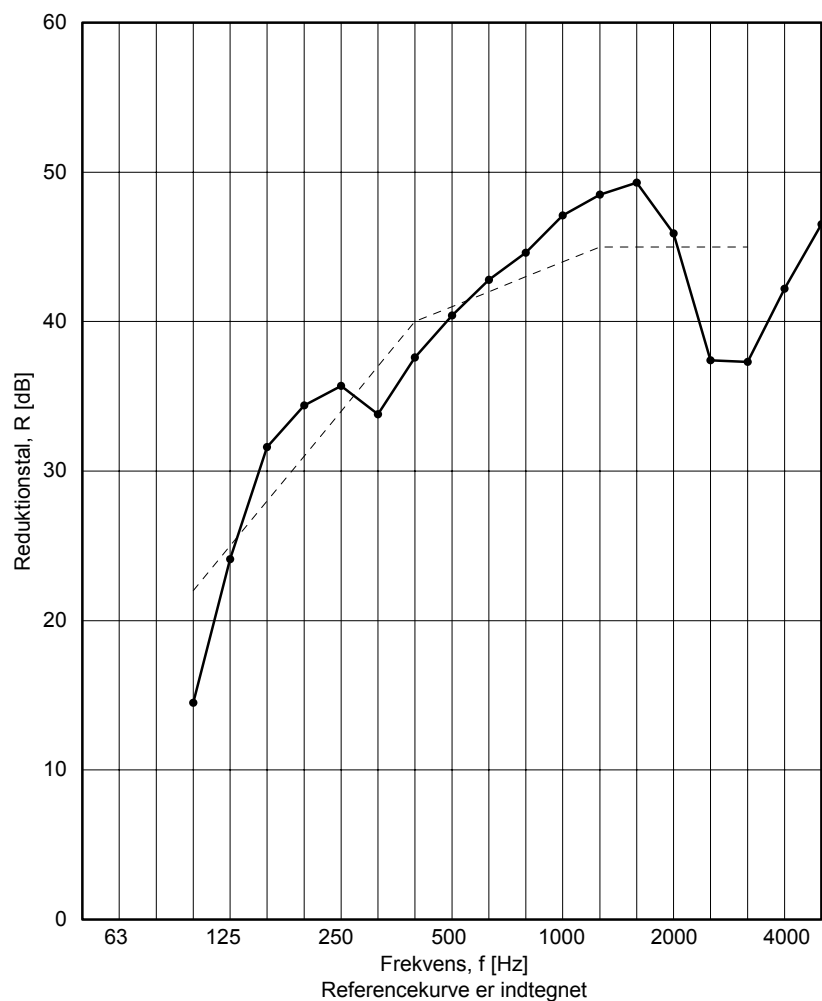
Projekt: Bygningsakustiske egenskaber for bygningsdele med alternative isoleringsmaterialer
Testår: 2002

Prøveemne: Væg nr. A4
Enkelt træskeletvæg med et lag gipsplade på hver side
Isoleringsmateriale: Celluloseuld som løsfyld (rumvægt 50 kg/m³)

Dimensioner af prøveåbning: 4,21 m x 2,60 m

Prøveemnes tykkelse: 125 mm
Prøveemnes fladevægt: 26,9 kg/m²
Areal af prøveåbning: 10,95 m²
Senderumsvolumen: 118 m³
Modtagerumsvolumen: 51 m³

Frekvens f [Hz]	R 1/3-oktav [dB]
100	14,5
125	24,1
160	31,6
200	34,4
250	35,7
315	33,8
400	37,6
500	40,4
630	42,8
800	44,6
1000	47,1
1250	48,5
1600	49,3
2000	45,9
2500	37,4
3150	37,3
4000	42,2
5000	46,5



Vægtet reduktionstal i henhold til DS/EN ISO 717-1:1997:

$$R_w(C; C_{tr}) = 41 (-3; -8) \text{ dB}$$

Vurdering baseret på laboratiormåleresultater opnået med en klasse 2-metode: DS/EN ISO 140-3:1995

Laboratiormåling af luftlydisolation i henhold til DS/EN ISO 140-3:1995



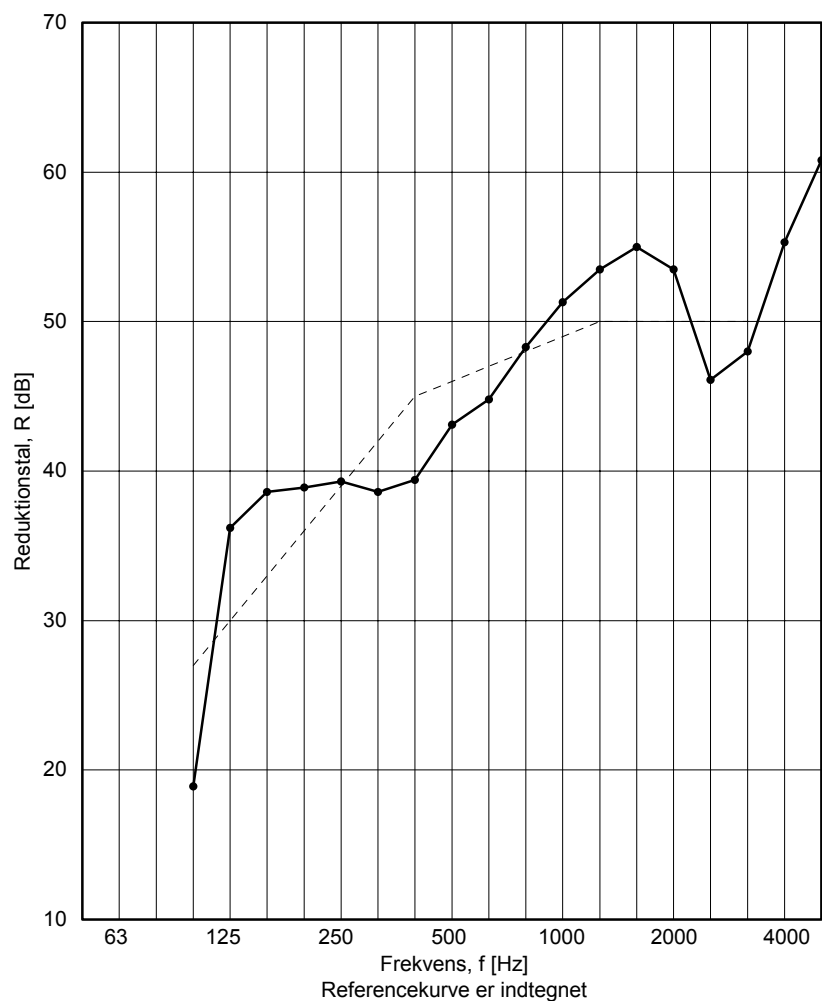
Projekt: Bygningsakustiske egenskaber for bygningsdele med alternative isoleringsmaterialer
Testår: 2002

Prøveemne: Væg nr. B1
Enkelt træskeletvæg med et lag spånplade og et lag gipsplade på hver side
Isoleringsmateriale: Høruld i pladeform

Dimensioner af prøveåbning: 4,21 m x 2,60 m

Prøveemnes tykkelse: 149 mm
Prøveemnes fladevægt: 42,1 kg/m²
Areal af prøveåbning: 10,95 m²
Senderumsvolumen: 118 m³
Modtagerumsvolumen: 51 m³

Frekvens f [Hz]	R 1/3-oktav [dB]
100	18,9
125	36,2
160	38,6
200	38,9
250	39,3
315	38,6
400	39,4
500	43,1
630	44,8
800	48,3
1000	51,3
1250	53,5
1600	55,0
2000	53,5
2500	46,1
3150	48,0
4000	55,3
5000	60,8



Vægtet reduktionstal i henhold til DS/EN ISO 717-1:1997:

$$R_w(C; C_{tr}) = 46 (-2; -8) \text{ dB}$$

Vurdering baseret på laboratiormåleresultater opnået med en klasse 2-metode: DS/EN ISO 140-3:1995

Laboratiormåling af luftlydisolation i henhold til DS/EN ISO 140-3:1995



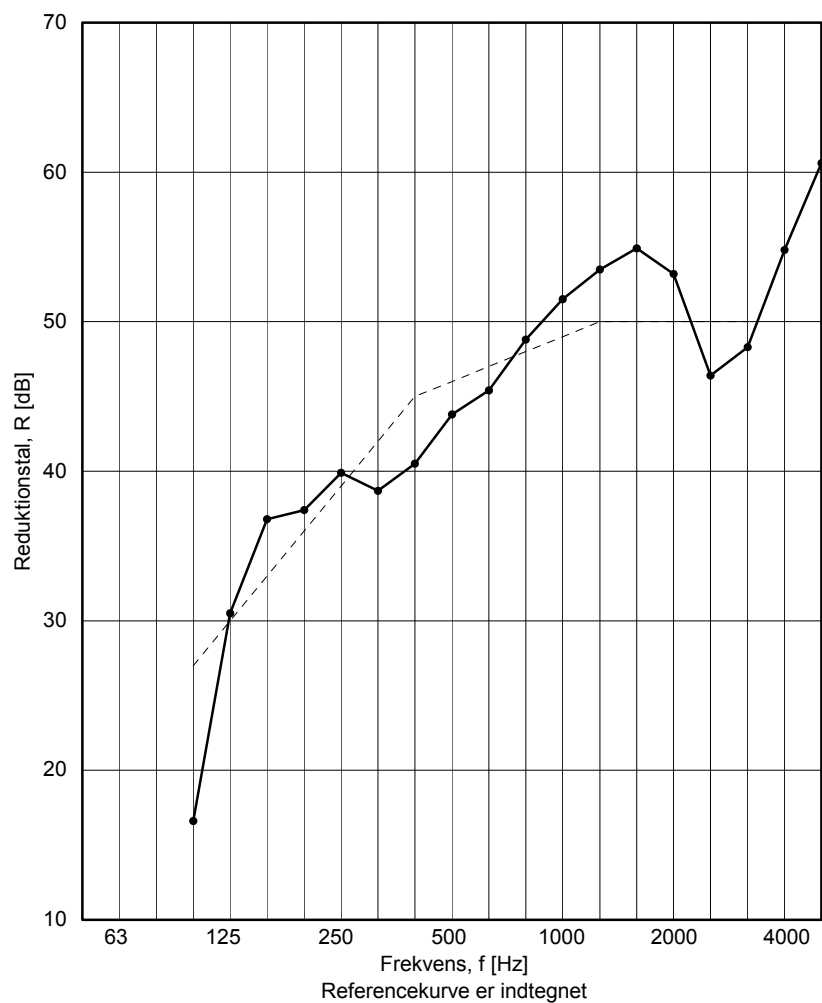
Projekt: Bygningsakustiske egenskaber for bygningsdele med alternative isoleringsmaterialer
Testår: 2002

Prøveemne: Væg nr. B2
Enkelt træskeletvæg med et lag spånplade og et lag gipsplade på hver side
Isoleringsmateriale: Celluloseuld som løsfyld (rumvægt 55 kg/m^3)

Dimensioner af prøveåbning: 4,21 m x 2,60 m

Prøveemnes tykkelse: 149 mm
Prøveemnes fladevægt: $44,2 \text{ kg/m}^2$
Areal af prøveåbning: $10,95 \text{ m}^2$
Senderumsvolumen: 118 m^3
Modtagerumsvolumen: 51 m^3

Frekvens f [Hz]	R 1/3-oktav [dB]
100	16,6
125	30,5
160	36,8
200	37,4
250	39,9
315	38,7
400	40,5
500	43,8
630	45,4
800	48,8
1000	51,5
1250	53,5
1600	54,9
2000	53,2
2500	46,4
3150	48,3
4000	54,8
5000	60,6



Vægtet reduktionstal i henhold til DS/EN ISO 717-1:1997:

$$R_w(C; C_{tr}) = 46 (-3; -10) \text{ dB}$$

Vurdering baseret på laboratiormåleresultater opnået med en klasse 2-metode: DS/EN ISO 140-3:1995

Laboratiormåling af luftlydisolation i henhold til DS/EN ISO 140-3:1995



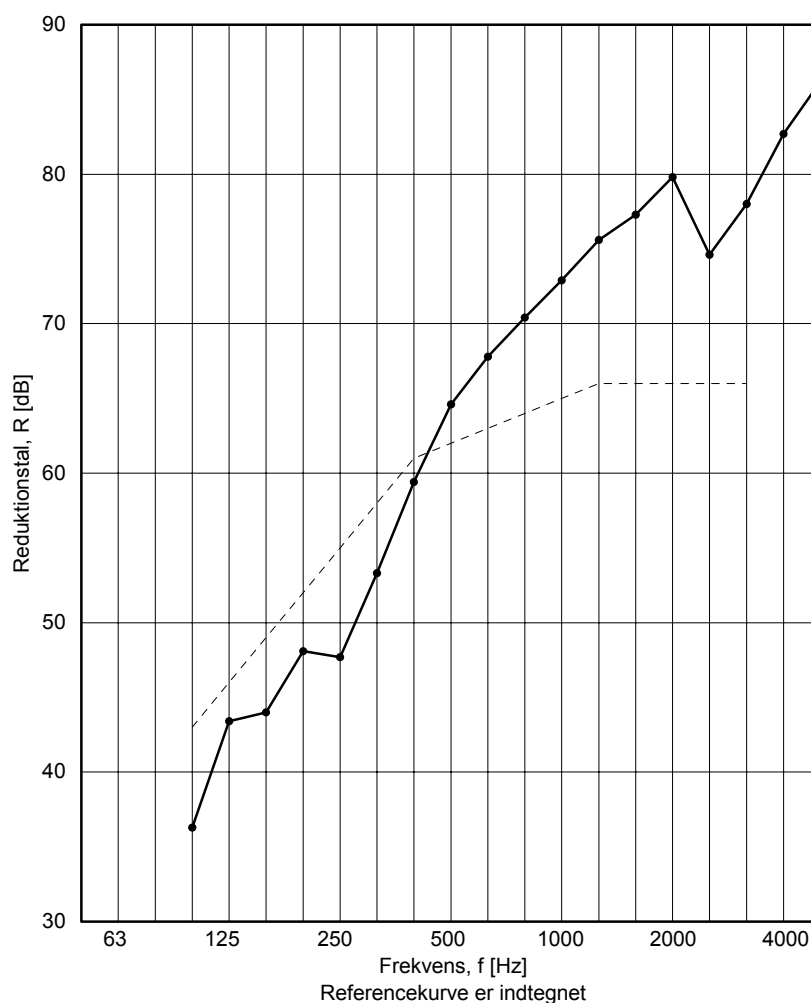
Projekt: Bygningsakustiske egenskaber for bygningsdele med alternative isoleringsmaterialer
 Testår: 2002

Prøveemne: Væg nr. C1
 Dobbeltskrænkede væg med to lag gipsplade på hver side
 Isoleringsmateriale: Glasuld i pladeform

Dimensioner af prøveåbning: 4,21 m x 2,60 m

Prøveemnes tykkelse: 200 mm
 Prøveemnes fladevægt: 44,4 kg/m²
 Areal af prøveåbning: 10,95 m²
 Senderumsvolumen: 118 m³
 Modtagerumsvolumen: 51 m³

Frekvens f [Hz]	R 1/3-oktav [dB]
100	36,3
125	43,4
160	44,0
200	48,1
250	47,7
315	53,3
400	59,4
500	64,6
630	67,8
800	70,4
1000	72,9
1250	75,6
1600	77,3
2000	79,8
2500	74,6
3150	78,0
4000	82,7
5000	86,2 *)



*) Minimumsværdi

Vægtet reduktionstal i henhold til DS/EN ISO 717-1:1997:

$$R_w(C; C_{tr}) = 62 (-2; -9) \text{ dB}$$

Vurdering baseret på laboratiormåleresultater opnået med en klasse 2-metode: DS/EN ISO 140-3:1995

Laboratiormåling af luftlydisolation i henhold til DS/EN ISO 140-3:1995

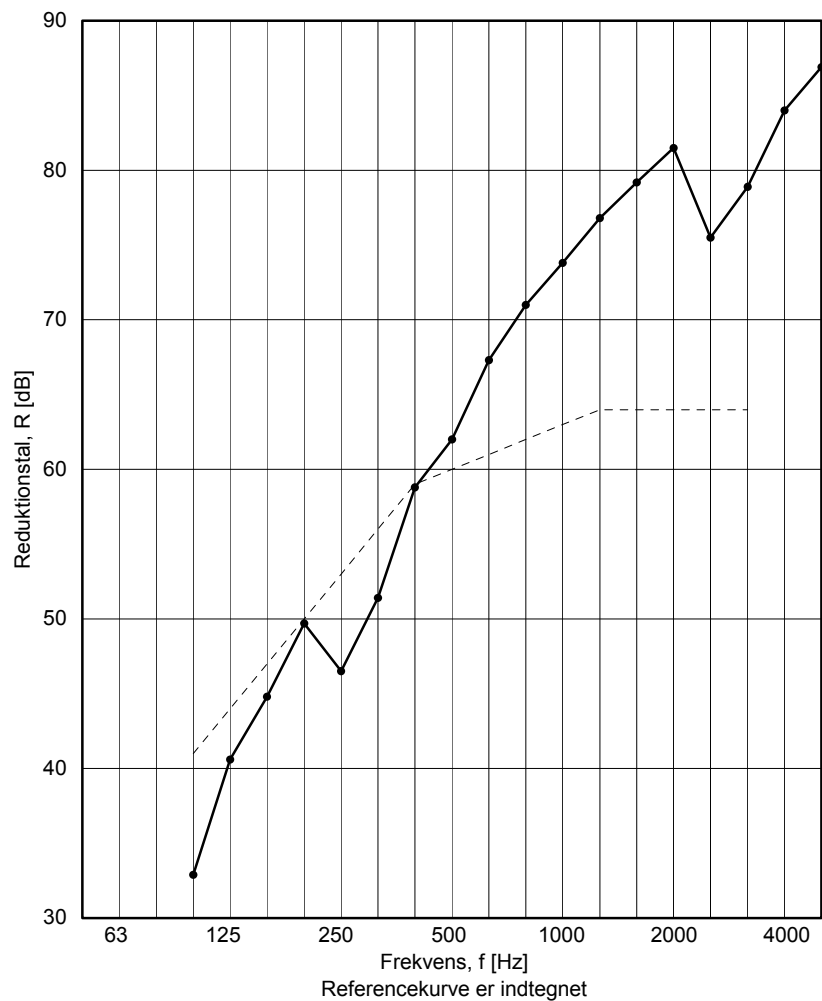
Projekt: Bygningsakustiske egenskaber for bygningsdele med alternative isoleringsmaterialer
 Testår: 2002

Prøveemne: Væg nr. C2
 Dobbelt træskeletvæg med to lag gipsplade på hver side
 Isoleringsmateriale: Høruld i pladeform

Dimensioner af prøveåbning: 4,21 m x 2,60 m

Prøveemnes tykkelse: 200 mm
 Prøveemnes fladevægt: 47,8 kg/m²
 Areal af prøveåbning: 10,95 m²
 Senderumsvolumen: 118 m³
 Modtagerumsvolumen: 51 m³

Frekvens f [Hz]	R 1/3-oktav [dB]
100	32,9
125	40,6
160	44,8
200	49,7
250	46,5
315	51,4
400	58,8
500	62,0
630	67,3
800	71,0
1000	73,8
1250	76,8
1600	79,2
2000	81,5
2500	75,5
3150	78,9
4000	84,0
5000	86,9 *)



*) Minimumsværdi

Vægtet reduktionstal i henhold til DS/EN ISO 717-1:1997:

$$R_w(C; C_{tr}) = 60 (-2; -9) \text{ dB}$$

Vurdering baseret på laboratiormåleresultater opnået med en klasse 2-metode: DS/EN ISO 140-3:1995

Laboratiormåling af luftlydisolation i henhold til DS/EN ISO 140-3:1995

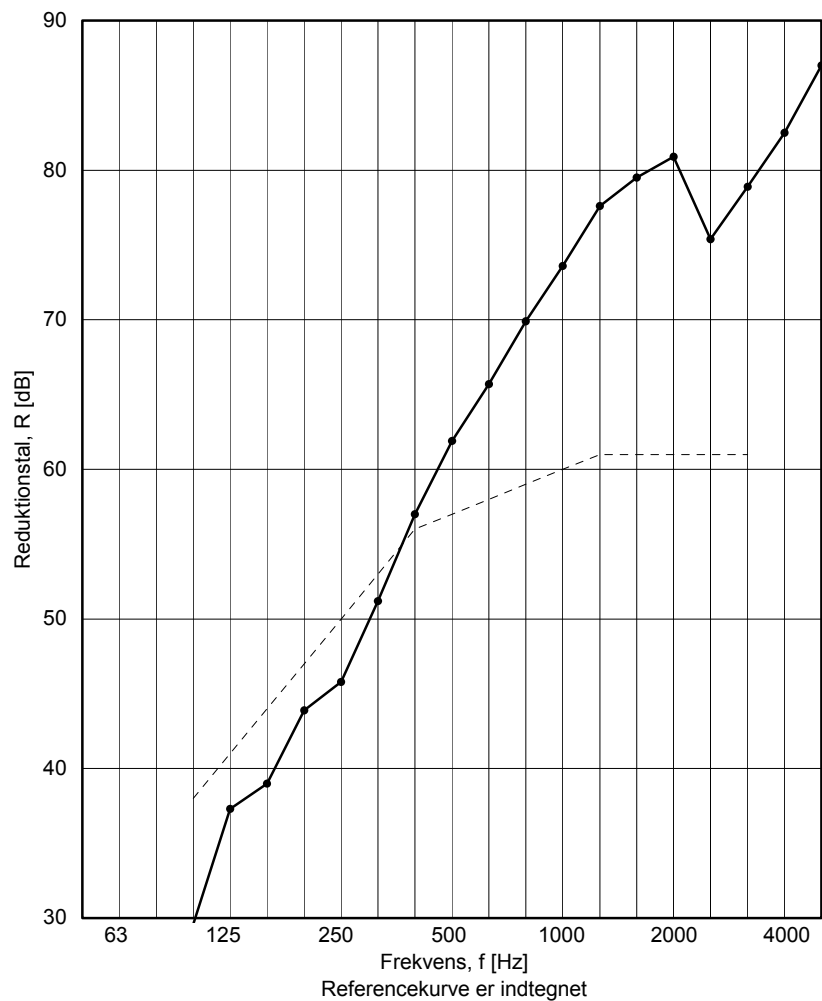
Projekt: Bygningsakustiske egenskaber for bygningsdele med alternative isoleringsmaterialer
 Testår: 2003

Prøveemne: Væg nr. C3
 Dobbelt træskeletvæg med to lag gipsplade på hver side
 Isoleringsmateriale: Celluloseuld som løsfyld (rumvægt 66 kg/m³)

Dimensioner af prøveåbning: 4,21 m x 2,60 m

Prøveemnes tykkelse: 200 mm
 Prøveemnes fladevægt: 51,2 kg/m²
 Areal af prøveåbning: 10,95 m²
 Senderumsvolumen: 118 m³
 Modtagerumsvolumen: 51 m³

Frekvens f [Hz]	R 1/3-oktav [dB]
100	29,6
125	37,3
160	39,0
200	43,9
250	45,8
315	51,2
400	57,0
500	61,9
630	65,7
800	69,9
1000	73,6
1250	77,6
1600	79,5
2000	80,9
2500	75,4
3150	78,9
4000	82,5
5000	87,0



Vægtet reduktionstal i henhold til DS/EN ISO 717-1:1997:

$$R_w(C; C_{tr}) = 57 (-2; -9) \text{ dB}$$

Vurdering baseret på laboratiormåleresultater opnået med en klasse 2-metode: DS/EN ISO 140-3:1995

Laboratiormåling af luftlydisolation i henhold til DS/EN ISO 140-3:1995

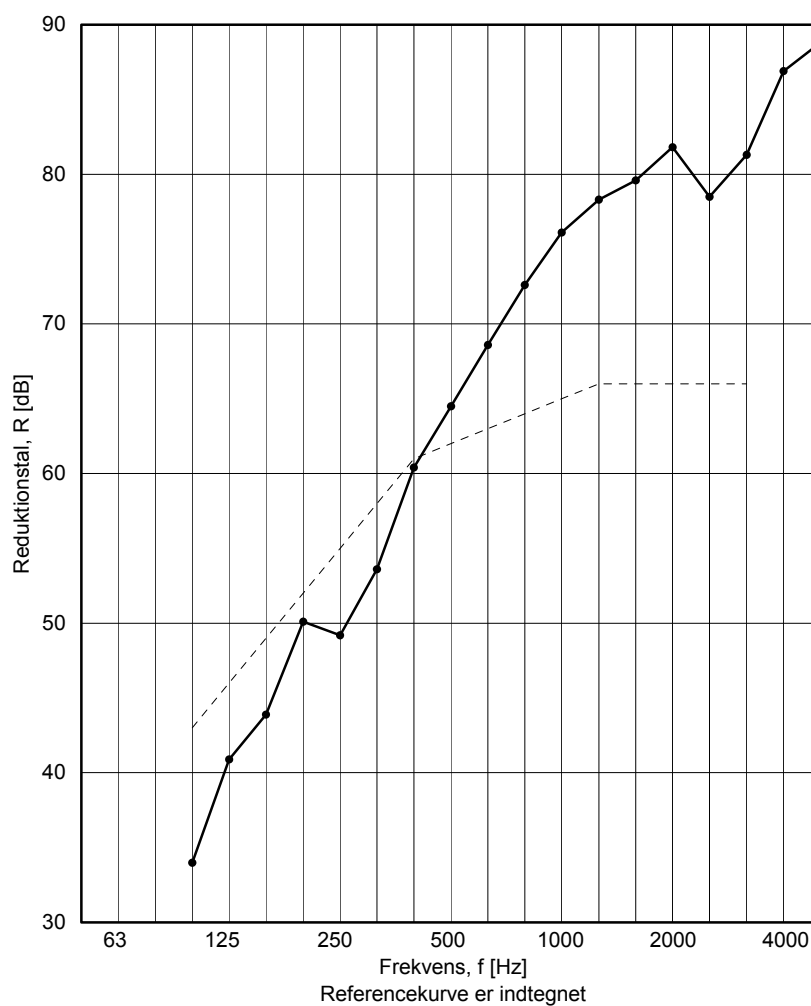
Projekt: Bygningsakustiske egenskaber for bygningsdele med alternative isoleringsmaterialer
 Testår: 2003

Prøveemne: Væg nr. C4
 Dobbelt træskeletvæg med to lag gipsplade på hver side
 Isoleringsmateriale: Celluloseuld som løsfyld (rumvægt 50 kg/m³)

Dimensioner af prøveåbning: 4,21 m x 2,60 m

Prøveemnes tykkelse: 200 mm
 Prøveemnes fladevægt: 49,0 kg/m²
 Areal af prøveåbning: 10,95 m²
 Senderumsvolumen: 118 m³
 Modtagerumsvolumen: 51 m³

Frekvens f [Hz]	R 1/3-oktav [dB]
100	34,0
125	40,9
160	43,9
200	50,1
250	49,2
315	53,6
400	60,4
500	64,5
630	68,6
800	72,6
1000	76,1
1250	78,3
1600	79,6
2000	81,8
2500	78,5
3150	81,3
4000	86,9
5000	88,8 *)



*) Minimumsværdi

Vægtet reduktionstal i henhold til DS/EN ISO 717-1:1997:

$$R_w(C; C_{tr}) = 62 (-3; -10) \text{ dB}$$

Vurdering baseret på laboratiormåleresultater opnået med en klasse 2-metode: DS/EN ISO 140-3:1995



Resultater af måling af absorptionskoefficient

Indhold

12,5 mm Danogips Tectopanel G1 (perforeret gipsplade med akustikdug, ø 6 mm huller, centerafstand 15 mm) monteret på 50 mm × 50 mm trælægter (under alle pladesamlinger). 50 mm hør-uld i pladeform mellem trælægter.....	48
12,5 mm Danogips Tectopanel G1 (perforeret gipsplade med akustikdug, ø 6 mm huller, centerafstand 15 mm) monteret på 50 mm × 50 mm trælægter (under alle pladesamlinger). 50 mm celluloseuld i pladeform mellem trælægter	50
25 mm Troldekt Akustikplader (træbetonplader med affasede kanter, fin træuld) monteret på 50 mm × 100 mm trælægter (under alle pladesamlinger). 50 mm høruld i pladeform mellem trælægter	52
25 mm Troldekt Akustikplader (træbetonplader med affasede kanter, fin træuld) monteret på 50 mm × 100 mm trælægter (under alle pladesamlinger). 50 mm celluloseuld i pladeform mellem trælægter	54

Laboratoriemåling af absorptionskoefficient i henhold til DS/ISO 354:1986

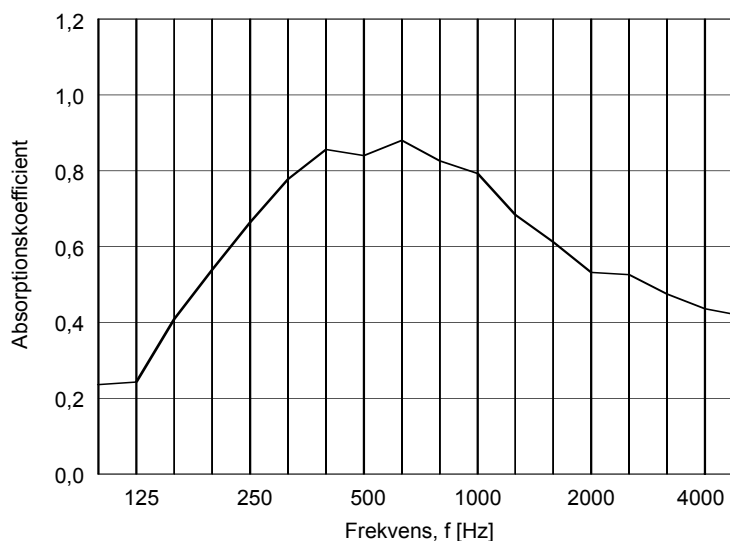
Projekt: Bygningsakustiske egenskaber for bygningsdele med alternative isoleringsmaterialer
Test år: 2003

Prøveemne: 12,5 mm Danogips Tectopanel G1 (perforeret gipsplade med akustikdug, \varnothing 6 mm huller, centerafstand 15 mm) monteret på 50 mm \times 50 mm trælægter (under alle pladesamlinger). 50 mm høruld i pladeform mellem trælægter.
Modulstørrelse: 600 mm \times 600 mm

Konstruktionshøjde: 63 mm (Type A montering)

Prøvefelt: 10,8 m²
Rumvolumen: 210 m³
Rumoverflade: 305 m²

Frekvens f [Hz]	α_s
100	0,24
125	0,24
160	0,41
200	0,54
250	0,66
315	0,78
400	0,86
500	0,84
630	0,88
800	0,83
1000	0,79
1250	0,68
1600	0,61
2000	0,53
2500	0,53
3150	0,47
4000	0,44
5000	0,42



Laboratoriemåling af absorptionskoefficient i henhold til DS/ISO 354:1986

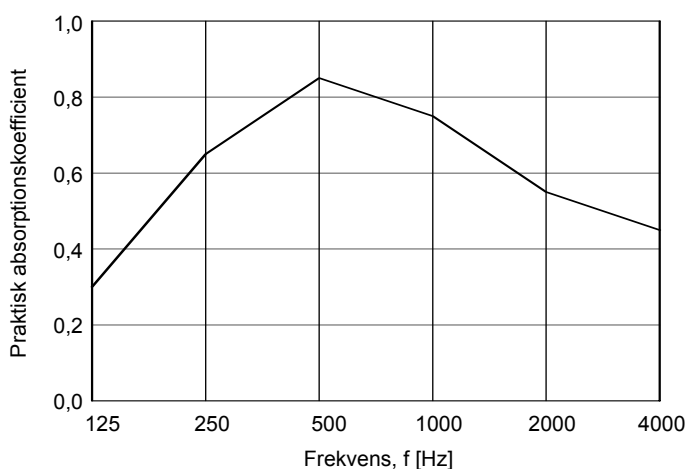
Projekt: Bygningsakustiske egenskaber for bygningsdele med alternative isoleringsmaterialer
Test år: 2003

Prøveemne: 12,5 mm Danogips Tectopanel G1 (perforeret gipsplade med akustikdug, \varnothing 6 mm huller, centerafstand 15 mm) monteret på 50 mm \times 50 mm trælægter (under alle pladesamlinger). 50 mm hørud i pladeform mellem trælægter.
Modulstørrelse: 600 mm \times 600 mm

Konstruktionshøjde: 63 mm (Type A montering)

Prøvefelt: 10,8 m²
Rumvolumen: 210 m³
Rumoverflade: 305 m²

Frekvens f [Hz]	α_p
125	0,30
250	0,65
500	0,85
1000	0,75
2000	0,55
4000	0,45



Praktisk absorptionskoefficient, vægtet absorptionskoefficient og absorptionsklasse i henhold til DS/EN ISO 11654:1997:

$\alpha_w = 0,60(LM)$ Absorptionsklasse: C

Laboratoriemåling af absorptionskoefficient i henhold til DS/ISO 354:1986

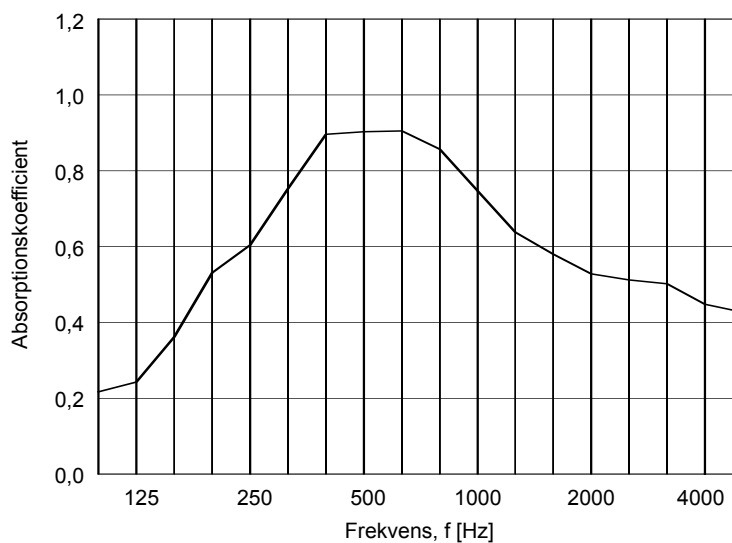
Projekt: Bygningsakustiske egenskaber for bygningsdele med alternative isoleringsmaterialer
Test år: 2003

Prøveemne: 12,5 mm Danogips Tectopanel G1 (perforeret gipsplade med akustikdug, \varnothing 6 mm huller, centerafstand 15 mm) monteret på 50 mm \times 50 mm trælægter (under alle pladesamlinger). 50 mm celluloseuld i pladeform mellem trælægter.
Modulstørrelse: 600 mm \times 600 mm

Konstruktionshøjde: 63 mm (Type A montering)

Prøvefelt: 10,8 m²
Rumvolumen: 210 m³
Rumoverflade: 305 m²

Frekvens f [Hz]	α_s
100	0,22
125	0,24
160	0,36
200	0,53
250	0,60
315	0,75
400	0,90
500	0,90
630	0,90
800	0,86
1000	0,75
1250	0,64
1600	0,58
2000	0,53
2500	0,51
3150	0,50
4000	0,45
5000	0,43



Laboratoriemåling af absorptionskoefficient i henhold til DS/ISO 354:1986

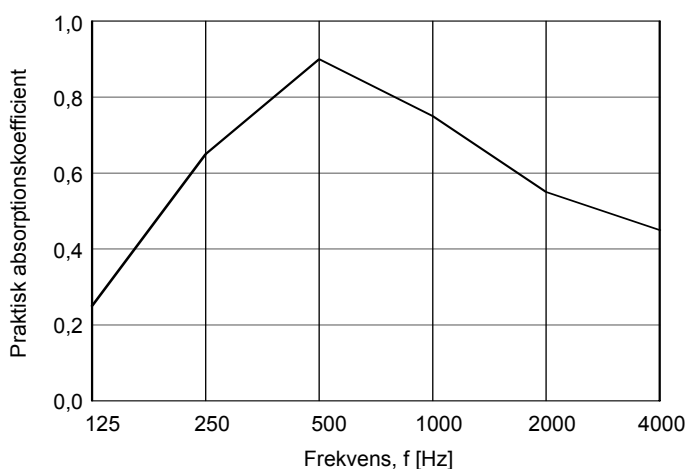
Projekt: Bygningsakustiske egenskaber for bygningsdele med alternative isoleringsmaterialer
Test år: 2003

Prøveemne: 12,5 mm Danogips Tectopanel G1 (perforeret gipsplade med akustikdug, \varnothing 6 mm huller, centerafstand 15 mm) monteret på 50 mm \times 50 mm trælægter (under alle pladesamlinger). 50 mm celluloseuld i pladeform mellem trælægter.
Modulstørrelse: 600 mm \times 600 mm

Konstruktionshøjde: 63 mm (Type A montering)

Prøvefelt: 10,8 m²
Rumvolumen: 210 m³
Rumoverflade: 305 m²

Frekvens f [Hz]	α_p
125	0,25
250	0,65
500	0,90
1000	0,75
2000	0,55
4000	0,45



Praktisk absorptionskoefficient, vægtet absorptionskoefficient og absorptionsklasse i henhold til DS/EN ISO 11654:1997:

$\alpha_w = 0,60(LM)$ Absorptionsklasse: C

Laboratoriemåling af absorptionskoefficient i henhold til DS/ISO 354:1986

Projekt: Bygningsakustiske egenskaber for bygningsdele med alternative isoleringsmaterialer
Test år: 2003

Prøveemne: 25 mm Troldekt Akustikplader (træbetonplader med affasede kanter, fin træuld) monteret på 50 mm × 100 mm trælægter (under alle pladesamlinger). 50 mm høruld i pladeform mellem trælægter.

Modulstørrelse: 600 mm × 1200 mm

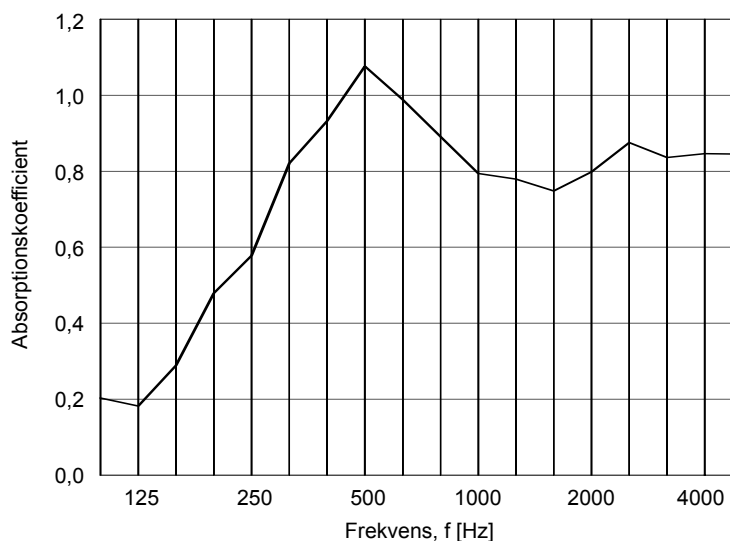
Konstruktionshøjde: 75 mm (Type A montering)

Prøvefelt: 10,8 m²

Rumvolumen: 210 m³

Rumoverflade: 305 m²

Frekvens f [Hz]	α_s
100	0,20
125	0,18
160	0,29
200	0,48
250	0,58
315	0,82
400	0,93
500	1,08
630	0,99
800	0,89
1000	0,79
1250	0,78
1600	0,75
2000	0,80
2500	0,88
3150	0,84
4000	0,85
5000	0,85



Laboratoriemåling af absorptionskoefficient i henhold til DS/ISO 354:1986

Projekt: Bygningsakustiske egenskaber for bygningsdele med alternative isoleringsmaterialer
Test år: 2003

Prøveemne: 25 mm Troldekt Akustikplader (træbetonplader med affasede kanter, fin træld) monteret på 50 mm × 100 mm trælægter (under alle pladesamlinger). 50 mm høruld i pladeform mellem trælægter.

Modulstørrelse: 600 mm × 1200 mm

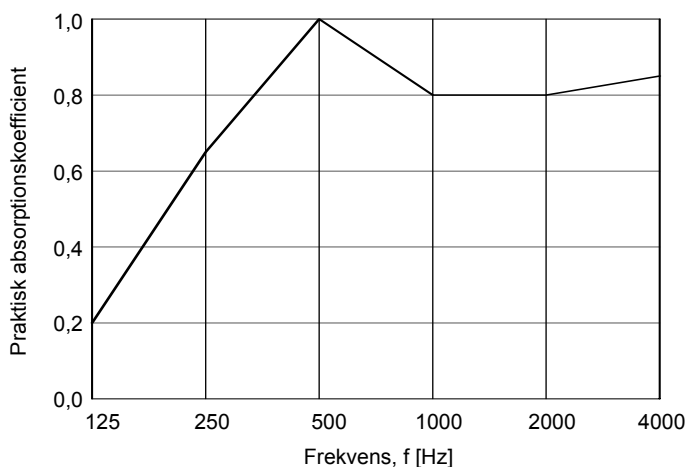
Konstruktionshøjde: 75 mm (Type A montering)

Prøvefelt: 10,8 m²

Rumvolumen: 210 m³

Rumoverflade: 305 m²

Frekvens f [Hz]	α_p
125	0,20
250	0,65
500	1,00
1000	0,80
2000	0,80
4000	0,85



Praktisk absorptionskoefficient, vægtet absorptionskoefficient og absorptionsklasse i henhold til DS/EN ISO 11654:1997:

$\alpha_w = 0,85$

Absorptionsklasse: B

Laboratoriemåling af absorptionskoefficient i henhold til DS/ISO 354:1986

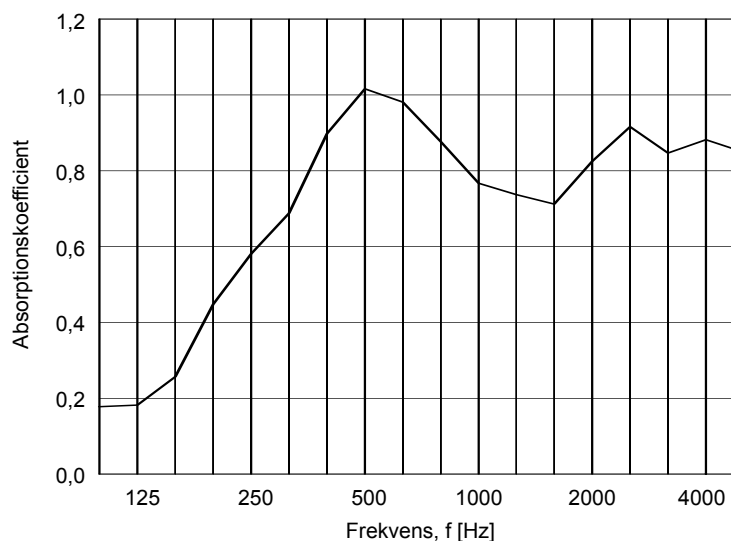
Projekt: Bygningsakustiske egenskaber for bygningsdele med alternative isoleringsmaterialer
Test år: 2003

Prøveemne: 25 mm Troldekt Akustikplader (træbetonplader med affasede kanter, fin træuld) monteret på 50 mm × 100 mm trælægter (under alle pladesamlinger). 50 mm celluloseuld i pladeform mellem trælægter.
Modulstørrelse: 600 mm × 1200 mm

Konstruktionshøjde: 75 mm (Type A montering)

Prøvefelt: 10,8 m²
Rumvolumen: 210 m³
Rumoverflade: 305 m²

Frekvens f [Hz]	α_s
100	0,18
125	0,18
160	0,26
200	0,45
250	0,58
315	0,69
400	0,90
500	1,02
630	0,98
800	0,88
1000	0,77
1250	0,74
1600	0,71
2000	0,82
2500	0,92
3150	0,85
4000	0,88
5000	0,85



Laboratoriemåling af absorptionskoefficient i henhold til DS/ISO 354:1986

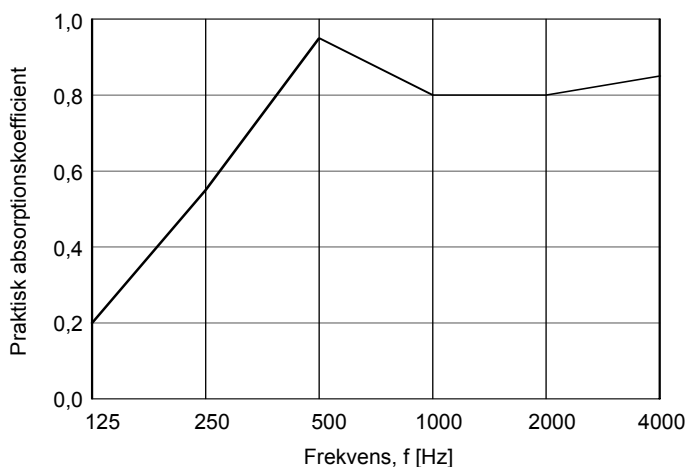
Projekt: Bygningsakustiske egenskaber for bygningsdele med alternative isoleringsmaterialer
Test år: 2003

Prøveemne: 25 mm Troldekt Akustikplader (træbetonplader med affasede kanter, fin træuld) monteret på 50 mm × 100 mm trælægter (under alle pladesamlinger). 50 mm celluloseuld i pladeførm mellem trælægter.
Modulstørrelse: 600 mm × 1200 mm

Konstruktionshøjde: 75 mm (Type A montering)

Prøvefelt: 10,8 m²
Rumvolumen: 210 m³
Rumoverflade: 305 m²

Frekvens f [Hz]	α_p
125	0,20
250	0,55
500	0,95
1000	0,80
2000	0,80
4000	0,85



Praktisk absorptionskoefficient, vægtet absorptionskoefficient og absorptionsklasse i henhold til DS/EN ISO 11654:1997:

$\alpha_w = 0,80$

Absorptionsklasse: B