

4.3

Bygningsakustik

4.3 Bygningsakustik

Indhold

4.3.0	Indledning	435
4.3.1	Begreber	436
4.3.2	Lydisolering	438
4.3.3	Lette vægges tilslutning mod tunge konstruktioner.....	440
4.3.4	Gipspladers lydisolerende egenskaber.....	444

Indledning

Dette afsnit omhandler bygningers lydisolering og henvender sig til de projekterende og udførende, som ønsker en kortfattet introduktion i den „grundlæggende“ teori vedrørende bygningsakustik.

Ved at kombinere gipsplader og komplementerende produkter i vægge, lofter og etageadskillelser, kan næsten alle ønskede niveauer af lydisolation opfyldes.

Gipspladebeklædte konstruktioner er også særdeles velegnede til at lydreovere gamle bygninger, således at de lever op til gældende krav. Lydreovering kan for eksempel foretages ved etablering af:

- Forsatsvægge
- Nedhængte lofter
- Svømmende gulve

I kapitel 2 findes en række Funktionsnøgler, der bl.a. viser den forventede lydisolation for vægge, etagedæk mv., men samlingerne mellem de enkelte bygningsdele er afgørende for, om man kan opnå de ønskede lydtekniske egenskaber og det er derfor vigtigt, at den projekterende foretager en undersøgelse af disse forhold.

I kapitel 3 under de enkelte „Systemafsnit“ findes ydeevner med hensyn til sammenbygning med andre bygningsdele.

Lovkrav

I BR 2010 og i SBI-anvisning 230 findes en række krav gældende for det danske byggeri. Som supplement findes der en række andre anvisninger og vejledninger, f.eks. SBI-Anvisning 218 som omhandler lydforhold i undervisnings- og daginstitutionsbyggeri og DS 490 som omhandler lydforhold i boliger eller andre lignende typer bygninger der benyttes til overnatning. Byggeherrer vil i mange tilfælde stille højere krav, for eksempel i forbindelse med lydstudier, biografer etc.

Der pågår i disse år omskrivning af en række af de gamle SBI-anvisninger vedr. bygnings- og rumakustik, Dette arbejde forventes at være færdiggjort år 2012.

Der findes meget teori og lærestof om emnet, som er meget vidtrækkende, men det anbefales, at man rådfører sig med en professionel akustiker i de mere komplicerede byggeprojekter.

Begreber

Bygningsakustik

Bygningsakustik er den del af lydlæren, der omhandler lydens udbredelse i og gennem en bygnings vægge og etageadskillelser.

Luftlyd

Luftlyd er lyd, der udstråler fra en lydkilde (for eksempel højttalerlyd eller tale) og transmitteres som lyd-bølger gennem luften. Bygningslyd eller strukturlyd er lydbølger, der i form af vibrationer transmitteres gennem faste legemer. Vibrationerne opstår ved direkte mekanisk påvirkning af det faste legeme.

Trinlyd

Trinlyd er betegnelse for den specielle bygningslyd, der stammer fra gangtrafik i bygninger.

Lydisolering

Lydisolering er betegnelse for foranstaltninger, hvis formål er at begrænse lydtransmissionen fra ét rum til et andet.

Lydisolation

Lydisolation er et udtryk for en bygningsdels reduktion af luft- eller trinlyd fra ét rum til et andet. God lydisolation i en bygning er ensbetydende med lille lydtransmission fra rum til rum. Lydisolationen måles i dB.

Luftlydisolering

Luftlydisolering er betegnelsen for foranstaltninger, der skal sikre, at transmissionen af luftlyd fra ét rum til et andet reduceres efter nærmere fastsatte værdier.

Reduktionstal, R og R'

Reduktionstallet er et mål for en bygningsdels luftlydisolierende egenskaber, for eksempel en skillevæg mellem to rum. En høj værdi betyder, at der er en god luftlydisolation mellem de to rum. Reduktionstallet måles pr. 1/3 oktav i frekvensområdet mellem 100 Hz og 3150 Hz.

- Hvis målingen er foretaget i et laboratorium (optimale forhold), betegnes resultatet R. Målemetoden er beskrevet i DS/ISO 140 del 3.
- Hvis målingen er foretaget som feltmåling i en bygning (praktiske forhold), betegnes resultatet R'. Målemetoden er beskrevet i DS/ISO 140 del 4.

Vægtet reduktionstal, R_w og R'_w

Ud fra den målte reduktionstalskurve (laboratoriemåling eller feltmåling) kan det vægtede reduktionstal R_w eller R'_w beregnes efter den metode, som er beskrevet i DS 2186 del 1. Herved beskrives konstruktionens lydisolation ved én værdi.

Vægtet reduktionstal, $R'_w + C_{50-3150}$

Specielt udtryk for luftlydisolationen ved lave frekvenser. Denne spektrale korrektion anvendes som en beskyttelse mod lavfrekvent støj.

Trinlydisolering

Trinlydisolering er betegnelsen for foranstaltninger, der skal sikre, at transmissionen af trinlyd, som opstår ved personfærdsel på en etageadskillelse, reduceres til nærmere fastsatte værdier i bygningens øvrige lokaler.

Trinlydniveau L_n og L'_n

Trinlydniveau er et mål for trinlydisolationen mellem to rum. Trinlydniveauet måles ved at opstille en standardiseret bankemaskine i senderummet og derefter måle støjen i modtagerummet. Et lavt trinlydniveau betyder, at der er en god lydisolation mellem de to rum. Målingerne foretages pr. 1/3 oktav i frekvensområdet 100 Hz – 3150 Hz.

- Hvis trinlydmålingen foretages i et laboratorium, betegnes resultatet L_n . Målemetoden er beskrevet i DS/ISO 140 del 6.
- Hvis trinlydmålingen foretages i en bygning, feltmåling, betegnes resultatet L'_n . Målemetoden er beskrevet i DS/ISO del 7.

Vægtet trinlydniveau, $L_{n,w}$ og $L'_{n,w}$

Ud fra den målte trinlydniveaueurve (laboratoriemåling eller feltmåling) kan det vægtede trinlydniveau $L_{n,w}$ eller $L'_{n,w}$ beregnes efter den metode, som er beskrevet i DS 2186 del 2. Herved beskrives konstruktionens trinlydniveau ved ét tal.

Vægtet trinlydniveau, $L'_{n,w} + C_{l,50-2500}$

Specielt udtryk for trinlydniveauet ved lave frekvenser. Denne spektrale korrektion anvendes som en beskyttelse mod lavfrekvent støj.

Begreber

Da det kan være vanskeligt at vurdere betydningen af en bygningsdels R'_w værdi, er der i tabellen beskrevet, hvorledes forskellige støjkloder „kørt“ igennem en væg

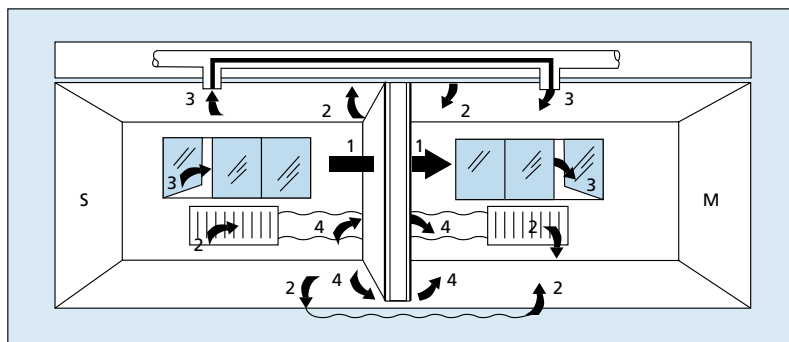
kan opfattes ved forskellige lydklasser. Opfattelse af lyd-kilden er også afhængig af modtagerummet's størrrelse og efterklangstid.

Opfattelse af støjkloder						
R'_w for bygningsdel	Kontor-maskiner	Normal samtale	Højrrøstet samtale	Råben	TV, Radio normalt lyd-niveau	Diskotek
25 dB						
30 dB	Høres	Høres				
35 dB						
40 dB	Kan høres	Kan høres	Høres	Høres		
44 dB			Kan høres		Høres	
48 dB						
52 dB				Kan høres		
55 dB					Kan høres	
60 dB	Forstyrrer ikke	Opfattes ikke	Opfattes ikke	Høres ikke	Høres ikke	Høres

Lydisolering

Luftlydens transmissionsveje

For at kunne opnå en effektiv luftlydisolation mellem to rum er det nødvendigt at kende til luftlydens mulige transmissionsveje. I figuren er rum S „senderummet” og rum M „modtagerummet”.

Luftlydens transmissionsveje

1. Direkte lydtransmission gennem skillevæg
2. Flanketransmission
3. Omvejstransmission
4. Utæthedstransmission

Direkte lydtransmission

Direkte lydtransmission gennem en skillevæg eller etageadskillelse er bestemt af bygningsdelens reduktionstal R . Luftlydisolationen mellem to rum afhænger dels af den valgte konstruktion, dels af hvor omhyggeligt monteringsarbejdet er udført.

Bygningsdelens reduktionstal R_w kan kun måles i et laboratorium, da transmissionsvejene 2, 3 og 4 ikke må indvirke på måleresultatet. Reduktionstallet bestemmes efter den i DS/ISO 140, del 3 anførte måle- og beregningsmetode.

Flanketransmission

Flanketransmission er lyd, der transmitteres via flankerende (tilstødende) bygningsdele.

I de fleste tilfælde sker flanketransmissionen via vægge, gulve og lofter, men tekniske installationer kan også forårsage flanketransmission.

Omvejstransmission

Omvejstransmission er lyd, der transmitteres via en åben luftvej for eksempel gennem åbne vinduer, et ventilationsanlæg eller et fælles loftrum.

Utæthedstransmission

Utætheder ved bygningsdelens tilslutninger eller rørgennemføringer er ofte den væsentligste årsag til dårlig lydisolering. Det rigtige materialevalg og korrekt håndværksmæssig udførelse er her af afgørende betydning.

Lydisolering

Den resulterende luftlydisolation R'_w

Selv i veludførte bygninger vil der altid være en vis flanketransmission og omvejstransmission. Dette betyder, at den resulterende luftlydisolation R'_w vil være mindre end R_w .

I Gyprocs Funktionsnøgler i kapitel 2 er anført den indbyggede bygningsdels forventede luftlydisolation, R'_w under normale forhold.

Sammensat reduktionstal

Hvis en skillevæg med et givet reduktionstal forsynes med en dør eller et vindue, vil reduktionstallet for den sammensatte konstruktion ændres.

Det sammensatte reduktionstal vil være bestemt af reduktionstallene for de indgående bygningsdele og deres indbyrdes arealforhold. Det vil normalt være den lydæssigt svageste bygningsdel, der er bestemmende for det sammensatte reduktionstal.

I nedenstående tabel er der udregnet sammensatte reduktionstal for kombinationer af vægge og andre delelementer (f.eks. døre). Det ses, at en dør med lavt reduktionstal „forringer“ væggenes R'_w , også selvom døren kun udgør 10 % af vægarealet.

Den resulterende luftlydisolation R'_w for en sammensat konstruktion

		Væggens lydisoleringsklasse i dB																	
		35			40			44			48			52			55		
Delelementets lydklasse i R'_w dB		30	35	40	30	35	40	30	35	40	30	35	40	30	35	40	30	35	40
Delelementets andel af hele væggens areal	50 %	32	35	37	33	37	40	33	37	42	33	38	42	33	38	43	33	38	43
	25 %	33	35	36	35	38	40	36	40	43	36	40	44	36	41	45	36	41	46
	10 %	34	35	35	37	39	40	39	42	43	39	43	46	40	44	48	40	45	49

Tabellen kan også benyttes for kombinationer af vægge og vinduer

Trinlydens transmissionsveje

For at opnå en effektiv trinlydisolation er det vigtigt at kende til trinlydens transmissionsveje. Lyd, der bevæger sig ad andre transmissionsveje f.eks. via utætheder eller gennem ventilationskanaler, har normalt ingen betydning for trinlydisolering.

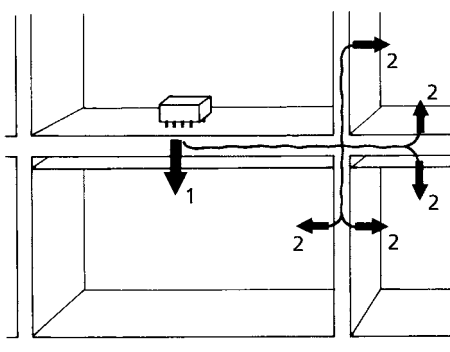
Direkte transmission

Den direkte transmission afhænger af etageadskillelsens opbygning samt af:

- Gulvbelægning, eventuelt svømmende gulv eller lignende.
- Eventuelt nedhængt loft.

Flanketransmission

Flanketransmission afhænger af gulvbelægning og etageadskillelse. I de fleste tilfælde har et nedhængt loft næsten ingen indflydelse på flanketransmissionen.

Trinlydens transmissionsveje

1. Direkte transmission
2. Flanketransmission

Lette vægges tilslutninger mod tunge konstruktioner

De i afsnit 3.1.1 angivne mindstetykkelser på tilsluttende betondæk og betonvægge er fremkommet ved bygningsakustiske beregninger på baggrund af indholdet i referancerne 1 - 4. Beregningerne er baseret på teorien om statistisk energianalyse og resultaterne er afstemt med udførte feltmålinger. Informationerne adskiller sig fra dem som tidligere har været oplyst i Gyproc håndbøgerne - disse var typisk baseret på erfaringsværdier fra kontorbyggerier udført med store sammenhængende dækarealer understøttet af søjler (eller bjælker og -søjler).

Mindstetykkelser på massive betondæk er fremkommet under den forudsætning at den resulterende lydreduktion gennem betondæk (gulv- og loftdæk tilsammen) er 5 dB højere end lydkravet til den adskillende væg.

Mindstetykkelser på massive betonvægge er fremkommet under den forudsætning at lydreduktionen gennem betonvæggen er 10 dB højere end lydkravet til den adskillende væg.

Referencer, tilslutninger til tunge konstruktioner:

1. S Ljunggren: „Sound Insulation of Buildings with Large Slabs”. *Acustica*, 1986 (60), s. 135 - 143.
2. S Ljunggren: „Airborne Sound Insulation of Thin Walls”. *Journal of the Acoustical Society of America*, 1991 (89), s. 2324 – 2337.
3. S Ljunggren og B Ottosson: „Sound Insulation in Buildings of Concrete. Comparisons of Calculated and Measured Values”. *ACTA ACUSTICA* 1995 (3), s. 59 - 65.
4. S Ljunggren: „A New Quiet House in Stockholm”. *ACTA ACUSTICA* 1995 (3) s. 283 - 286.

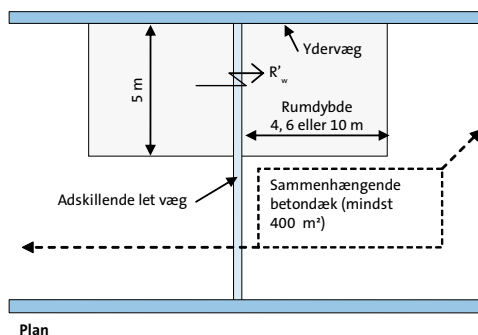
Lette vægges tilslutning mod tunge konstruktioner

Rumgeometriens betydning for lydreduktionen

Lydreduktionen for typedetalje 3.1.1-207 er angivet under flg. forudsætninger:

Den adskillende væg er 2,5 m høj og 5 m lang. Væggen adskiller 2 lige store rum - enten med et gulvareal:

- A = 20 m² (rumdybde 4 m),
- B = 30 m² (rumdybde 6 m) eller
- C = 50 m² (rumdybde 10 m).



Af nedenstående tabel ses at en øget andel af gulvarealet øger kravet til betonpladens tykkelse - det betyder altså at et øget rumvolumen forringer lydreduktionen. Såfremt kravet til betonpladens mindstetykkelse ikke kan opfyldes kan løsningen være at vælge en adskillende væg med en højere lydreduktion eller at

forbedre de gennemgående betondæk med et lydisolierende nedhængt loft og/eller et lydisolierende overgulv. Værdier i tabellen gælder for et min. 400 m² betondæk understøttet af søjler (eller bjælker og søjler) samt for et svømmende betondæk udlagt på varmeisolering (terrændæk).

Rumgeometriens betydning for lydreduktionen

Lydklasse		Eksempel A	Eksempel B	Eksempel C
		Gulvareal 20 m ²	Gulvareal 30 m ²	Gulvareal 50 m ²
R' _w	R' _w + C	Betontykkelse mm	Betontykkelse mm	Betontykkelse mm
40 dB	-	100	100	100
44 dB	-	100	110	120
48 dB	-	120	140	150
52 dB	-	160	180	200
-	53 dB	170	210	230
55 dB	-	180	210	240

Bemærk

Bygningens ydervæg skal udformes således at flanketransmission forhindres.

Ved tung ydervæg skal der etableres en gennemgående lydfuge. Ved let ydervæg udføres tilslutning iht. Gyproc anvisninger.

Generelt gælder flg. retningslinier ved rumgeometriens betydning for lydreduktionen:

- Ved større væghøjder på adskillende væg øges lydreduktionen (ved 5 m ca. 1 dB).
- Ved større væglængder på adskillende væg reduceres lydreduktionen (ved 10 m ca. 1 dB)

- Ved større rumdybder på adskilte rum (øget rumlængde på tværs af den adskillende væg) reduceres lydreduktionen
- Ved forskellige rumdybder i 2 adskilte rum, øges lydreduktionen. Hvis rumdybderne f.eks. er 8 og 4 m anvendes middelumdybden $(4+8)/2 = 6$ m og betontykkelse vælges på den sikre side iht. tabelens eksempel B.

Lette vægges tilslutning mod tunge konstruktioner

Det bærende systems betydning for lydreduktion

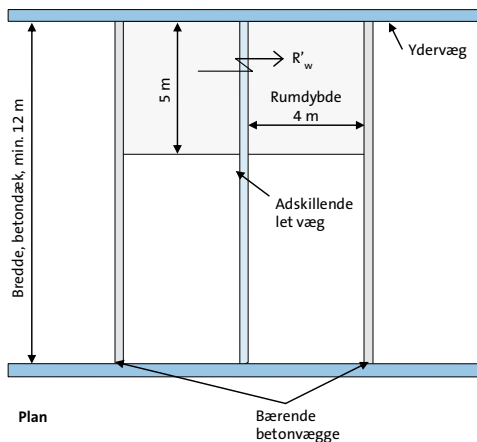
Ved større sammenhængende betondæk (mindst 400 m²) der er båret af søjler (eller bjælker og søjler), kan der opnås en bedre lydreduktion mellem 2 rum, end ved et tilsvarende betondæk båret af betonvægge.

Årsagen er at lydenergien fra „senderrummet“ „fordeles mere jævnt over hele betondækket og derved får „modtagerrummet“ en mindre andel af lydenergien

Ved byggeri med bærende betonvægge, som forhindrer lydenergiens spredning i betondækket, vil der derfor være krav om øgede betontykkelse såfremt lydkravet ønskes opfyldt.

Der kan i nogen grad kompenseres for den tunge konstruktions reducerede ydeevne ved at anvende adskillende lette vægge med højere lydreduktion end kravet eller ved at forbedre de gennemgående betondæk med et lydisolierende nedhængt loft og/eller et lydisolierende overgulv. Ved tvivltilfælde anbefales det at rådføre sig med en professionel akustiker.

Betondækkets mindstetykkelse angivet i nedenstående tabel gælder for betondæk båret af enten søjler eller betonvægge (de bærende betonvægge er placeret tværgående fra ydervæg til ydervæg, se planskitse).



Betondækkets bredde er min. 12 m. Den adskillende væg er 2,5 m høj og 5 m lang. Væggen adskiller 2 lige store rum med et gulvareal $A = 20 \text{ m}^2$ (rumdybde 4 m).

Det bærende systems lydreduktionen

Lydklasse R'_w $R'_w + C$		Betondæk ifm. bærende bjælker/søjler	Betondæk ifm. bærende betonvægge
		Min. tykkelse mm	Min. tykkelse mm
40 dB	-	100	100
44 dB	-	100	120
48 dB	-	120	160
52 dB	-	160	210
-	53 dB	170	240
55 dB	-	180	250

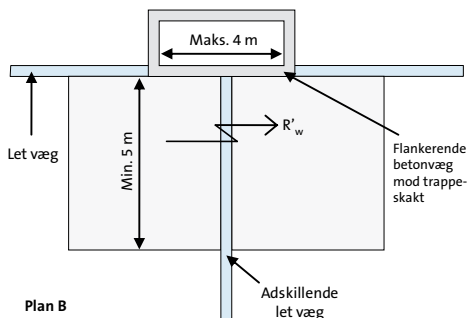
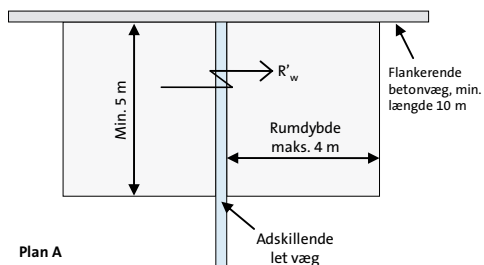
Værdierne gælder også for svømmende betondæk udlagt på varmeisolering (terrændæk)

Lette vægges tilslutning mod tunge konstruktioner

Lette vægges tilslutninger mod flankerende betonvæg

Lette vægges tilslutninger mod flankerende betonvæg

Lydreduktionen for typedetalje 3.1.1-210 er angivet under flg. forudsætninger:



Den adskillende væg er 5 m lang. Væggen adskiller 2 lige store rum med et gulvareal på 20 m² (rumdybde 4 m).

Den flankerende betonvæg er enten gennemgående med en længde på min. 10 m (Plan A) eller delvis gennemgående som trappeskaktvæg (Plan B)

Ved tilslutning mod trappeskaktvæg i beton skal rummet desuden være adskilt med lette vægge placeret i trappeskaktvæggen forlængelse.

Mindstetykkelse på flankerende betonvægge

Lydklasse		Gennemgående betonvæg min. 10 m lang (Plan A)		Delvis gennemgående betonvæg mod trappeskakt (Plan B)	
		Min. tykkelse mm		Min. tykkelse mm	
R' _w	R' _w + C				
44 dB	-	160		160	
48 dB	-	160		160	
52 dB	-	160		160	
-	53 dB	190		170	
55 dB	-	190		170	
60 dB	-	270		230	

Såfremt de angivne mindstetykkelser på betonvægge ikke kan overholdes kan en løsning være at montere en lydisolierende let forsatsvæg foran den flankerende betonvæg.

Gipspladers lydisolierende egenskaber

Materialeegenskaber

Gipsplader er specielt velegnede til lydadskillende bygningsdele. Dette beror på et optimalt forhold mellem vægt og stivhed, som gør, at pladen effektivt kan absorbere lydenergi. Den absorberede lydenergi omdannes til varme (omend i en meget lille mængde). Bygningsdele med et eller flere lag gipsplader på hver side af et stålskelet er et akustisk velfungerende system, hvor gipspladebeklædningen kombineret med mellemrum af luft (eventuelt med mineraluld) giver en effektiv lydisolations. Da gipsplader endvidere har små materialebevægelser ved varierende fugt- og temperaturforhold, er risikoen for lydlækager pga. revnedannelse også meget lille.

Koincidens- og grænsefrekvens

Når en plade påvirkes af lyd, genereres vibrationer i pladen. Ved en vis frekvens opstår en tilpasning mellem lyden i luften og vibrationerne i pladen. Ved denne såkaldte koincidensfrekvens er bølgelængden fra luftlyden lig med bølgelængden i pladen. Den laveste koincidensfrekvens, ved hvilken der indtræder koincidens, kaldes grænsefrekvensen eller kritisk frekvens, f_c . Jo lettere og stivere en plade er - eller jo tykkere pladen er - desto lavere er grænsefrekvensen.

Ved koincidensfrekvens bliver lydisolationen lav, og det er derfor vigtigt, at man undgår kombinationer af materialeegenskaber og pladetykkelser, som indebærer, at grænsefrekvensen placeres inden for det vigtige frekvensområde 100 - 3150 Hz. For pladematerialer (i normale tykkelser) indebærer det, at man bør efterstræbe grænsefrekvenser over ca. 2500 Hz.

Grænsefrekvenskonstanter og materialeegenskaber for udvalgte materialer

Materiale	E-modul ¹⁾ [N/m ²]	Rumvægt [kg/m ³]	Grænsefrekvenskonstanter [Hz x m]
Beton	30×10^9	$2,3 \times 10^3$	16,5
Gasbeton	$1,3 \times 10^9$	$0,5 \times 10^3$	35,0
Aluminium	72×10^9	$2,7 \times 10^3$	11,8
Stål	210×10^9	$7,8 \times 10^3$	12,0
Glas	60×10^9	$2,5 \times 10^3$	12,2
Stukgips	$7,5 \times 10^9$	$1,2 \times 10^3$	24,0
Gipsplade	2×10^9	$0,72 \times 10^3$	36,0
Spånplade	3×10^9	$0,65 \times 10^3$	28,0
Hård træfiberplade	4×10^9	$0,9 \times 10^3$	28,5
Plywood	6×10^9	$0,6 \times 10^3$	19,0

¹⁾ Her er angivet det mulige dynamiske E-modul. Dette kan afvige noget fra det almindelige statiske E-modul.

Grænsefrekvensen får man ved at dividere grænsefrekvenskonstanten med pladetykkelsen i mm. En 12,5 mm gipsplade har en grænsefrekvens på: $36/0,0125 = 2880$ Hz.

Skal grænsefrekvensen ligge over 2500 Hz, kan man på basis af ovenstående tabel for forskellige materialer udregne følgende maks. tykkelser:

- Stålplade tykkelse < 5 mm
- Glas tykkelse < 5 mm
- Stukgips tykkelse < 10 mm
- Gipsplade tykkelse < 15 mm
- Spånplade tykkelse < 11 mm

Skal grænsefrekvensen ligge under 100 Hz, kan man på basis af tabellen udregne følgende tykkelser for nogle udvalgte materialer:

- Beton tykkelse > 165 mm
- Gasbeton tykkelse > 350 mm
- Stukgips tykkelse > 240 mm

Gipspladers lydisolerende egenskaber

I dette afsnit redegøres der for de grundlæggende forhold ved gipspladekonstruktioners lydreduktion og mulighederne for at forbedre denne.

Reduktionstal for vægge beklædt på én side

Vægge beklædt på én side betyder her et stålskelet med et, to eller tre lag gipsplader på den ene side. Vægkonstruktioner beklædt på én side har relativt høj lydisolationssevne ved lave frekvenser og er derfor velegnede til lydisolering af ventilationskakke og eksisterende tunge vægge med lav ydeevne. Reduktionstallet for en væg beklædt på én side afhænger primært af fladevægten, det vil sige vægten pr. m² af væggen. Dog er der specielle forhold omkring grænsefrekvensen jf. forrige afsnit.

Efterfølgende diagram viser bl.a. reduktionstallet for en væg beklædt med to lag gipsplader på én side. Da vægten for et lag normal gipsplade er 9 kg/m², er væggens fladevægt ca. 20 kg/m² inkl. stålprofil.

I forhold til en væg beklædt med to lag gipsplader på én side gælder følgende:

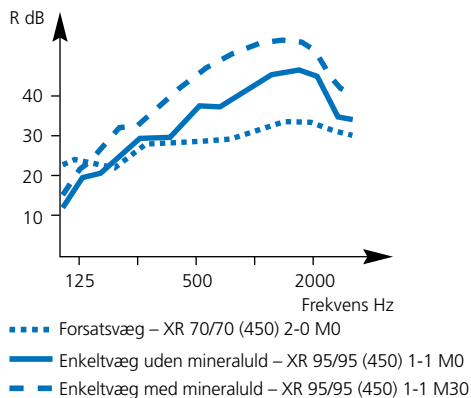
- Beklædning med kun ét lag giver ca. 5 dB lavere reduktionstal R_w
- Beklædning med tre lag giver ca. 3 dB højere reduktionstal R_w

Reduktionstal for vægge beklædt på begge sider

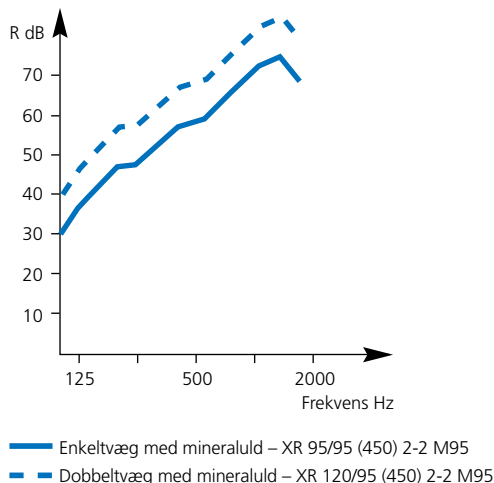
Vægge beklædt på begge sider betyder her et stålskelet med et, to eller tre lag gipsplader på begge sider. Stålskelettet kan udføres enkelt, forskudt eller dobbelt.

Reduktionstal for vægge beklædt på begge sider afhænger af:

- Beklædningens fladevægt
- Beklædningens bøjningsstivhed
- Hulrum / luftspalte mellem pladerne
- Lydabsorption i hulrummet (for eksempel mineraluld)
- Antallet af forbindelser mellem vægfladerne (lægter)
- Lægternes stivhed

Reduktionstallet for tre vægtyper med samme fladevægt ca. 20 kg/m²

Nedenstående diagram viser effekten af at anvende en væg med forskudte lægter (forbindelse mellem vægflader er brudt) i forhold til en væg hvor vægfladerne er monteret på samme lægte.

Reduktionstallet for to vægtyper med samme fladevægt ca. 40 kg/m²

Gipspladers lydisolerende egenskaber

Hulrumsresonans

I vægge med enkelt eller forskudt lægtesystem udgør pladebeklædningerne og det mellemliggende hulrum et svingningssystem, som medfører, at væggenes reduktionstal i et område omkring den såkaldte resonansfrekvens f_0 udviser et „dyk“. Her er reduktionstallet forholdsvis lavt. Dette kan der dog kompenseres for ved at anvende vægge med flere beklædningslag og bredere stålskelet. Herved undgås at resonansfrekvensen ligger i det kritiske frekvensområde 100 - 3150 Hz.

Resonansfrekvensen (f_0) er bestemt ved formlen:

$$f_0 = \sqrt{\frac{70}{M_s \times d}} \quad [\text{Hz}]$$

hvor

M_s er fladevægten for en vægside i kg/m^2 .

d er hulrumdybden i m.

Såfremt væghalvdelen er forskellige, kan M_s beregnes efter formlen:

$$M_s = \frac{2 \times M_1 \times M_2}{M_1 + M_2} \quad [\text{kg/m}^2]$$

hvor

M_1 og M_2 er de to vægsiders fladevægt i kg/m^2 .

For en væg XR 70/70 (450) 2-2 M0 er resonansfrekvensen $f_0 = 61$ Hz

Lægtesystemet

Forbindelser - fælles lægte - mellem beklædningsfladerne i en væg med to lag gips på hver side betyder forringet lydisolering. Forringelsen afhænger af:

- Forbindelsens art og stivhed
- Afstanden mellem forbindelserne (lægteafstand)

Ved at opbygge væggene med forskudte lægter i stedet for fælles lægte opnås typisk en forbedring på ca 4 dB.

Ved tættere placering af lægterne øges vægfladens stivhed. Dette betyder, at reduktionstallet forringes.

Ved dæmpning af støj fra installationer er det vigtigt at frikoble disse fra lægteskelettet. Et vandværk, der er fastgjort direkte på stålskelettet, vil f.eks. betyde en forringelse af dæmpningen på 5 - 10 dB.

Mineraluld

Hvis væggen er dimensioneret under hensyn til resonansfrekvens, kan man påregne en øgning af væggenes reduktionstal på 6 - 8 dB, hvis væggen forsynes med mineraluld. Allerede ved 30 mm opnås en betydelig effekt. Visse vægtyper kræver dog en større mængde mineraluld, for at de angivne lydklasser kan opnås.

Gipspladers lydisolerende egenskaber

Forbedring af en tung vægs luftlydisolation

En eksisterende vægs luftlydisolation kan forbedres med gipspladekonstruktioner på flere måder. Fremgangsmåden må tilpasses den eksisterende vægkonstruktion og den ønskede forbedring. Ved projekteringen må der foretages en vurdering af de øvrige transmissionsveje betydning, idet disse ofte vil være det svage led og dermed bestemmende for den totale forbedring, der kan opnås.

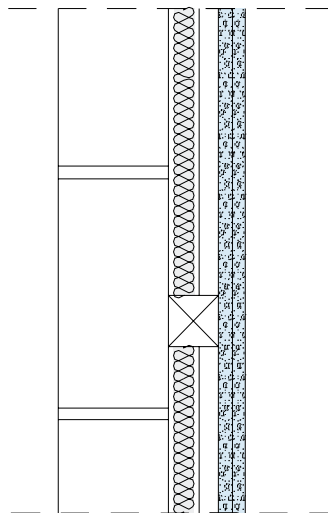
I de viste eksempler er der ikke taget hensyn til flanketransmission, dvs. at det er forudsat, at de flankerende konstruktioner er tunge og med høj lydisolations. Hvis de flankerende konstruktioner er dårlige, vil den resulterende luftlydisolation blive lavere.

I følgende eksempler er vist, hvorledes luftlydisolationen for en 110 mm teglstensvæg kan forbedres. Teglvæggen alene har en luftlydisolation R'_w på 45 - 47 dB.

Beklædningsvæg

I nedenstående figur er vist en beklædningsvæg bestående af to lag 12,5 mm gipsplader på et 50 mm lægteskelet, der er skruet direkte på væggen og med mineraluld i hulrummet. Den samlede konstruktion vil have luftlydisolation R'_w på 48 - 52 dB.

Teglstensvæg med beklædningsvæg på træskelet



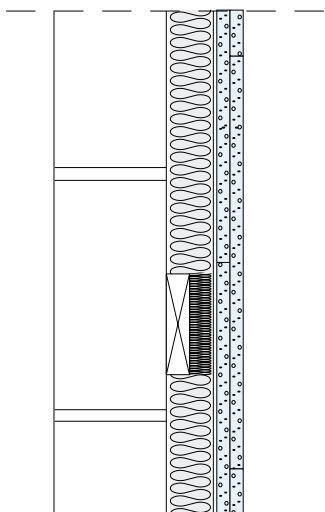
Konstruktionen har en hulrumsresonans på ca. 70 Hz.

Gipspladers lydisolerende egenskaber

Beklædningsvæg med akustikprofiler

Ved hjælp af Gyproc akustikprofiler er det muligt at opnå en "fjedrende" adskillelse mellem beklædningsvæggen og den tunge væg. I nedenstående figur er akustikprofilen monteret på en 25 x 100 mm forskalling, der er skruet direkte på teglstensvæggen og påmonteret to lag 12,5 mm gipsplader med mineraluld i hulrummet. Den samlede konstruktion vil have luftlydisolation R'_w på 52 - 54 dB.

Teglstensvæg med beklædningsvæg af akustikprofiler

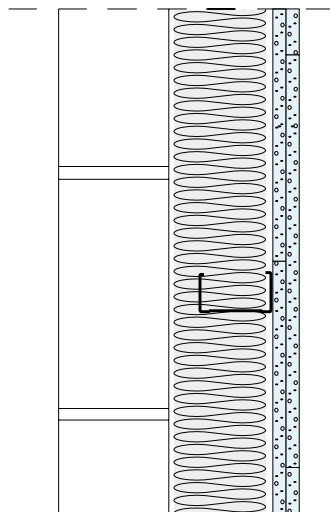


Konstruktionen har en hulrumsresonans på ca. 70 Hz. Hvis akustikprofilen monteres direkte på den tunge væg, bliver hulrummet kun ca. 25 mm, og hulrumsresonansen stiger til omkring 100 Hz.

Forsatsvæg

Nedenstående figur viser en forsatsvæg bestående af to lag gipsplader monteret på et 70 mm lægteskelet, der er friholdt 10 mm fra den eksisterende væg. Hulrummet er udfyldt med mineraluld. Den samlede konstruktion vil have luftlydisolation R'_w på 52 - 58 dB.

Teglstensvæg med forsatsvæg



Konstruktionen har en hulrumsresonans på ca. 55 Hz.

