

Akustik i træbygninger

Vejledninger og anbefalinger



F-AKU-DK-2023

Indhold

1. Introduktion	3
2. Akustik i træbygninger	5
Lyd	6
Akustik i bygninger	8
Akustik i bygninger med træskelet	9
Eksempel på ydeevneniveauerne med trævægge	10
Parametre til beregning af lydforplantning	12
3. Egnede produkter	15
SIT Akustisk isoleringsbånd	16
SITW Akustisk isoleringsskive	17
ABR255 Vinkelbeslag til CLT elementer	18
ABAI Lydabsorberende vinkelbeslag til CLT	19
MOABAI Montageskabelon for ABAI	20
4. Akustiske løsninger	23
De forskellige akustiske løsninger	24
Installation uden et SIT-isoleringsbånd	26
Montering af et SIT-isoleringsbånd under væggen	27
Montering af et SIT-isoleringsbånd under væggen og beslaget	28
Montering af et SIT-isoleringsbånd under væggen med et ABAI-vinkelbeslag	29
5. Anvendelser i det virkelige liv	31
Case: Gaité Montparnasse	32
Opførelse af en beboelsesejendom i Belgien	34
Opførelse af en beboelsesejendom i Storbritannien	34
Opførelse af et universitetskollegium i Frankrig	35
Opførelse af en ejendom i Frankrig	35
6. Referencedokumenter	36
7. Ordliste	37

Introduktion



På nutidens marked for byggeri er akustik støt og roligt blevet et af de vigtigste kriterier, hvad angår kvalitet. Forskellige støjkloder er til stor gene og kan forplante sig til en hel bygning og ind i arbejds- og afslapningsområder. Mens et projekt stadig er på tegnebrættet, skal der defineres bestemte foranstaltninger og mål for et byggeri for at forhindre at støj forplanter sig i det efterfølgende design. Træ har et væld af fordele, hvad angår design og opførelse af bygninger, selvom det kræver en mere dybdegående undersøgelse af akustik end ved betonbyggeri.

For at fastlægge en bygnings akustiske ydeevne så nøjagtigt som muligt skal karakteristikaene ved hvert byggelement defineres. Derfor har Simpson Strong-Tie besluttet at udarbejde denne vejledning og præsentere sit højtydende sortiment af akustiske beslag og fastgørelser til bygninger med træskelet. Der er en illustration for hver løsning, som suppleres af et omfattende sæt laboratorietestresultater.

Vores mål med denne vejledning er at give et tydeligere indblik i de løsninger, der sikrer uovertruffen ydeevne i forbindelse med reducere af lydtransmission i en trækonstruktion.





Akustik i træbygninger

Lyd	6
Akustik i bygninger.	8
Akustik i bygninger med træskelet	9
Eksempel på ydeevneniveauerne med trævægge	10
Parametre til beregning af lydforplantning	12

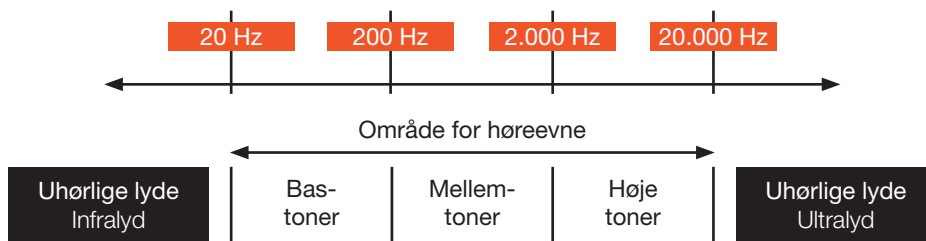
Akustik i træbygninger

Lyd

Lyd er en bølge, der forplanter sig via et transmissionsmedie ved at få molekylerne til at vibrere. Disse vibrationer skaber tryk på vores trommehinder, hvilket vi opfatter som lyd. Der er adskillige karakteristika i forbindelse med definition af lyd. I denne vejledning fokuserer vi på to bestemte karakteristika, nemlig frekvens (angivet i hertz – Hz) og amplitude eller intensitet (målt i decibel – dB).

Skala for hørbar frekvens

En lyds frekvens refererer til antallet af svingninger pr. sekund og bestemmer, om lyden er lav eller høj. Et menneskes øre kan kun registrere lyde inden for et frekvensbånd mellem 20 Hz og 20.000 Hz.



Definition af lydampplitude

Amplitude er det, der adskiller en sagte lyd (hvisken) fra en høj lyd (et jettfly, der letter). Der er to forskellige typer lydniveauer:

- L_w : Niveauet af lydeffekt er den effekt, der kræves for at generere lydbølger
- L_p : Niveauet af lydtryk svarer til den lyd, vi kan høre

Lydniveauerne kan defineres ved hjælp af følgende formel:

$$L_p = 20 * \log\left(\frac{P_e}{P_0}\right) \quad \left| \quad L_w = 10 * \log\left(\frac{W_e}{W_0}\right) = L_p + 10 * \log\left(\frac{S}{S_0}\right)$$

Bemærk, at fordobling af trykket øger amplituden med 6 dB, hvorimod fordobling af lydeffekten kun øger amplituden med 3 dB.

For at forstå, hvorfor dette sker, udvider vi forrige formel:

Hvis: $P_e = P_0$ så: $L_p = 20 * \log\left(\frac{P_0}{P_0}\right) = 20 \log(1) = 0 \text{ dB}$

Tag f.eks. lydtryksniveau L_{p1} for lydtryk P_e og lydeffektniveau L_{w1} for lydeffekt W_e .

$$L_{p1} = 20 * \log\left(\frac{P_e}{P_0}\right) \quad \left| \quad L_{w1} = 10 * \log\left(\frac{W_e}{W_0}\right)$$

Hvis lydtrykket fordobles, får vi:

$$L_p = 20 * \log\left(\frac{2 * P_e}{P_0}\right) = 20 * \log\left(\frac{P_e}{P_0}\right) + 20 * \log(2) = L_{p1} + 6 \text{ dB}$$

Men hvis vi fordobler effekten af lydkilden, får vi:

$$L_w = 10 * \log\left(\frac{2 * W_e}{W_0}\right) = 10 * \log\left(\frac{W_e}{W_0}\right) + 10 * \log(2) = L_{w1} + 3 \text{ dB}$$

Effektniveau
= den reelle udsendte lyd



Trykniveau
= opfattet lyd
(påvirkes af det ydre miljø)

Forklaring:

P_e : faktisk lydtryk [Pa]

P_0 : lydtryk til reference
($2,10^{-5}$ Pa)

W_e : faktisk effekt [W]

W_0 = 1pW = 10^{-12} W

S_e : målt overfladeområde [m^2]

S_0 : overfladeområde til
reference (1 m^2)

Akustik i træbygninger

Decibelskala

Lydintensitet angives i decibel ved hjælp af en skala fra 0 dB(A), som er den absolutte tærskel for et menneskes høreevne, til ca. 120 dB(A), som er den øvre grænse for de lyde, vi sandsynligvis vil høre i vores miljø.

- **Tærskel til reference: 0 dB(A)**

Denne figur svarer til det mindste trykniveau, der kræves for, at vores ører kan høre en lyd. Ved disse lave niveauer kan vi høre lyde fra vores krop (led, hjerteslag, blodstrøm osv.), hvilket kan være ret foruroligende.

- **Niveauer, hvor uhørlige effekter af lyd forekommer: 40-50 dB(A)**

Når vi udsættes for niveauer, der er højere end 40 dB(A) om aftenen og højere end 50-55 dB(A) om dagen, mener WHO (Verdenssundhedsorganisationen), at der kan forekomme skadelig indvirkning på sundheden fra støj, bl.a. søvnforstyrrelser, ubehag, større risici for hjerte-kar-problemer, koncentrationsbesvær og nedsat kognitiv ydeevne.

- **Risikotærskel for hørelse: 80 dB(A)**

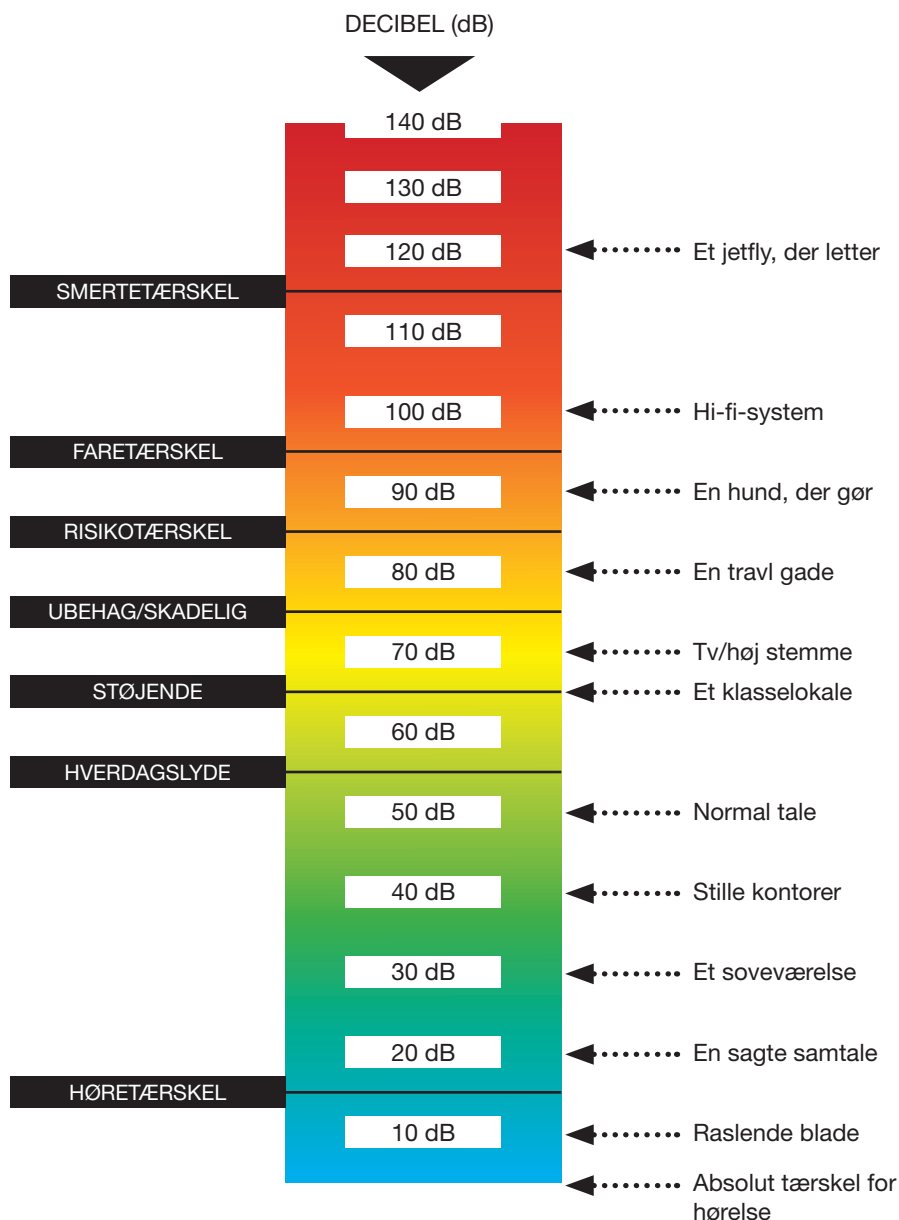
Dette er en vigtig værdi, fordi den bruges i bestemmelser for "støjregulering på arbejdspladsen". Hvis arbejdstagerne udsættes for denne tærskel, skal arbejdsgiveren oplyse om potentielle høreskaderisici, tilbyde høretest (valgfri) og udstyre medarbejderne med passende høreværn. Ved 80 dB(A) og derover er varigheden af udsættelse for lydkilden en markant faktor.

I henhold til bestemmelserne for "støjregulering på arbejdspladsen" skal der bæres høreværn, når medarbejderne udsættes for et niveau på 85 dB(A) i en periode på 8 timer.

- **Smertetærskel: 120 dB(A)**

Tærsklen på 120 dB(A) er det punkt, hvor man kan begynde at mærke smerte. Vores ører gør ondt. Dette er en advarsel, omend den kommer lidt sent!

Fare-tærsklen for hørelse og tærsklen for at registrere smerte er adskilt af omkring 40 dB(A).

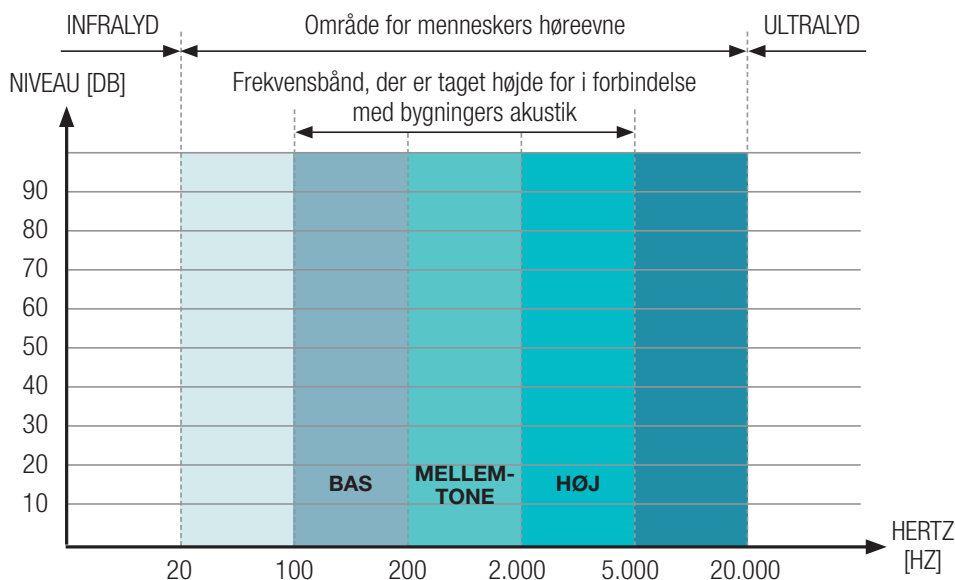


Akustik i træbygninger

Akustik i bygninger

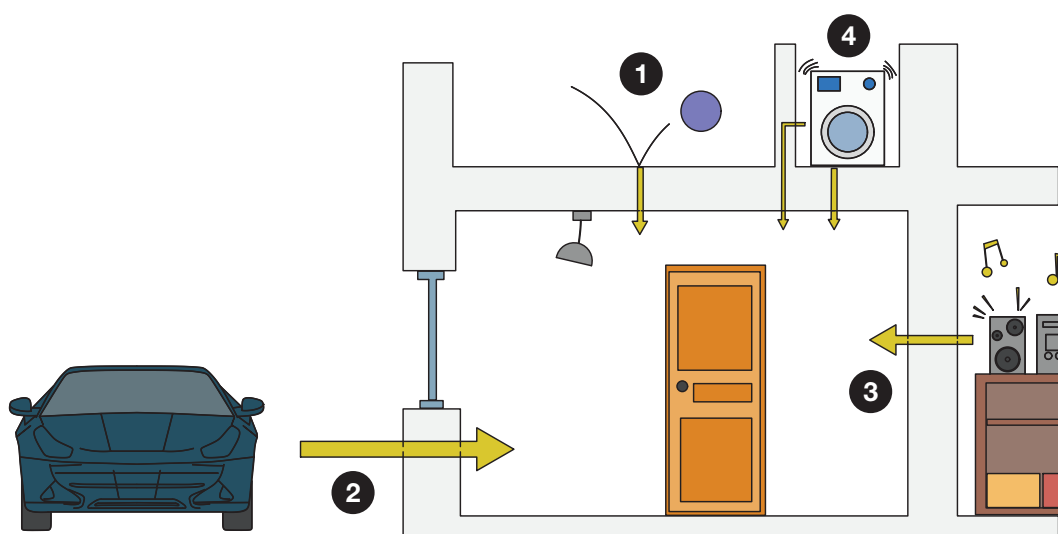
Støj i bygninger har en direkte effekt på helbredet og livskvaliteten i dagligdagen. Der er implementeret standarder og bestemmelser for at garantere det bedste akustiske komfortniveau for en bygnings beboere og brugere.

Mennesker opfatter lavfrekvenser anderledes end andre frekvenser. De kan ikke høres ved lave amplituder, men når de bliver hørbare, stiger fornemmelsen af deres amplitude hurtigere end andre frekvenser. Der findes en løsning til at overvinde dette problem, som omfatter at adskille bygningselementerne for at forhindre lavfrekvente bølger i at forplante sig.



Forskellige lydkilder

I bestemmelserne skelnes der mellem forskellige støjklender, f.eks. impulsstøj (fodtrin, faldende genstande, døre, der smækkes, osv.), ekstern luftbåren støj (fly- og vejtrafik), intern luftbåren støj (tv, tale osv.) og støj fra serviceudstyr, som er en kombination af intern luftbåren støj og impulsstøj.



Akustik i træbygninger

Akustik i bygninger med træskelet

Den løsning, der ofte anvendes i byggebranchen for at sikre, at der er et godt niveau af akustisk isolering i en bygning, medfører, at massen af skilleelementerne øges. Jo tungere element, desto sværere er det at få det pågældende element til at vibrere. Dette kaldes normalt masseloven.

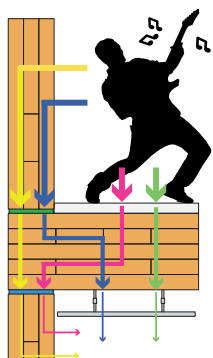
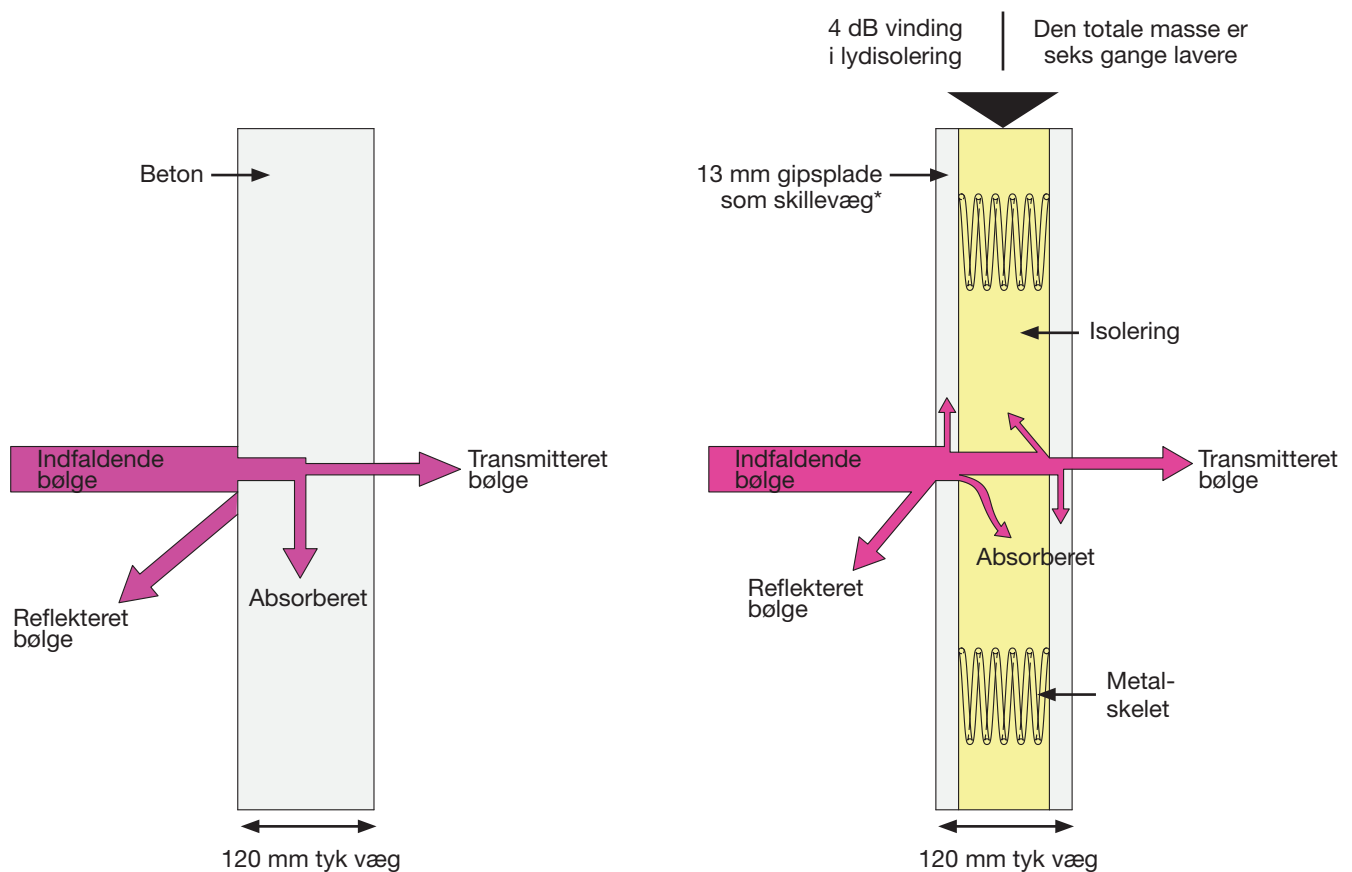
Men det er nogle gange nemmere sagt end gjort at øge massen af et skilleelement. Det forklarer, hvorfor fjedermasse-systemet kan bruges. Dette system består i at adskille to elementer med et materiale, der fungerer som en fjeder, f.eks. luft eller isolering.

Øgning af tykkelsen af isoleringen mellem skilleelementerne påvirker kun bygningens termiske ydeevne og ikke lyden. I modsætning til en populær misopfattelse vil øgning af den termiske isolering ikke forbedre den akustiske isolering.

Den sidste løsning er at adskille de forskellige elementer (diskontinuerlig konstruktion). Hvis ét element vibrerer, men det næste ikke gør, vil lyden ikke blive transmitteret, men forbliver, hvor den er.

Reglen om masse: fjedermassesystem

For et givet materiale gælder, at jo højere densitet, desto bedre ydeevne af lydisoleringen!



Når den indfaldende bølge kommer i kontakt med et materiale, bliver en del af bølgen reflekteret og absorberet, mens resten af bølgen transmitteres til det tilstødende rum.

Hvad angår en bygnings akustik, er princippet ligetil, dvs. når massen øges, forbedres ydeevnen. En af fordelene ved en bygning med træskelet er dens lette konstruktion (~550 kg/m³ for CLT sammenlignet med ~2.200 kg/m³ for beton), hvilket er en svaghed i forhold til dens akustiske ydeevne i henhold til masseloven. I dette tilfælde kræves der en kombination af forskellige metoder for at opnå de ønskede ydeevneniveauer (isolering, ekstra masse og diskontinuerlig konstruktion).

Simpson Strong-Tie tilbyder en række løsninger til diskontinuerlig konstruktion, især til isolerede skilleelementer og lufttætte vægsamlinger.

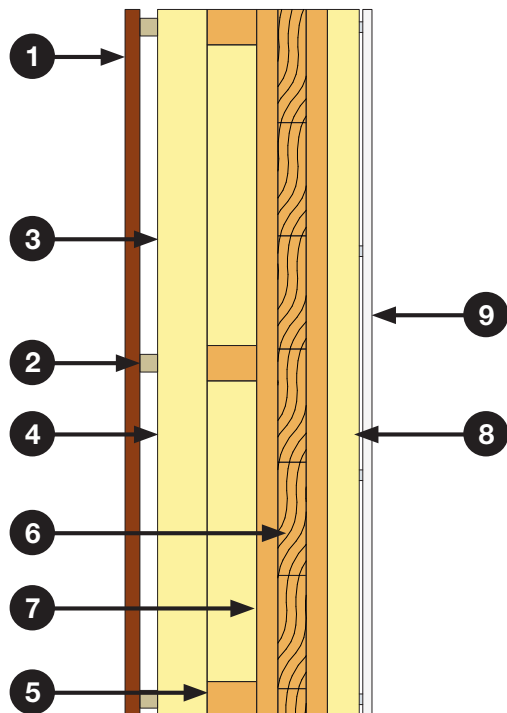
Akustik i træbygninger

Eksempel på ydeevneniveauerne med trævægge

ACOUBOIS-undersøgelsen, som blev finansieret af CODIFAB, giver oplysninger om ydeevnen af isolerede vægbelægninger baseret på forskellige parametre. I følgende eksempel beregnes lydreduktionstallet for ekstern støj $R_w + C_{tr}$.

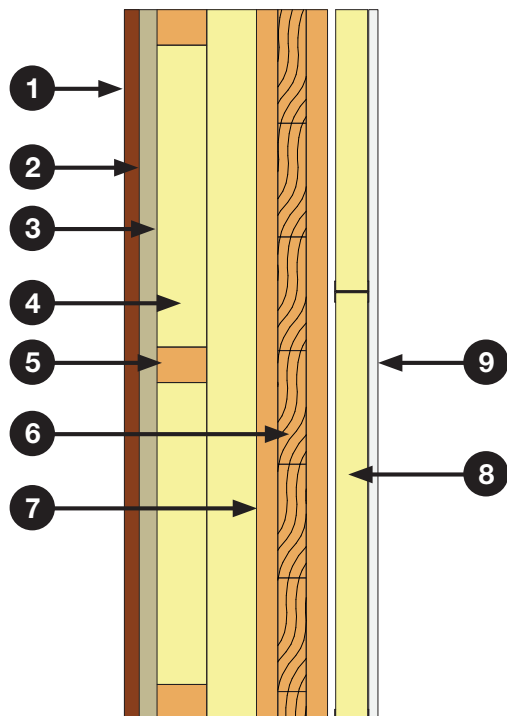
Forreste væg lavet af krydslamineret træpaneler (CLT – cross-laminated timber): $[R_w + C_{tr}]_{base} = 39 \text{ dB}$

Lodret beklædning og intern konstruktion fastgjort til væggen



- 1 21 mm træbeklædning (flig og fals)
- 2 Trælister skaber et hul på mindst 25 mm
- 3 Udluftningsmembran
- 4 Dobbelt lag af isolering med stift eller halvstift mineraluld (maks. 70 mm) placeret mellem træstolper
- 5 70x50 mm² træstolper
- 6 CLT-panel med en tykkelse på mindst 93/94 mm (afhængigt af teknisk godkendelse)
- 7 Dampspærre, om nødvendigt
- 8 Metalskinner med mellemliggende støtter og indbygget 45 mm mineraluld eller biobaseret isolering, eller
 - vandrette eller lodrette trælister med indbygget 45 mm mineraluld eller biobaseret isolering: $\Delta[R_w + C_{tr}] = -5 \text{ dB}$
 - 48 mm metalstolper adskilt fra træskelettet med indbygget 45 mm mineraluld eller biobaseret isolering: $\Delta[R_w + C_{tr}] = +1 \text{ dB}$
- 9 Vægbelægning med en gipsplade i ét lag eller
 - 1x13 mm akustisk gipsplade: $\Delta[R_w + C_{tr}] = +4 \text{ dB}$
 - 1x18 mm gipsplade: $\Delta[R_w + C_{tr}] = +4 \text{ dB}$

Vandret beklædning og intern belægning isoleret fra væggen



Tre korrektioner kan kombineres. Summen har et loft på $\Delta[R_w + C_{tr}] = +8 \text{ dB}$

Den fulde ACOUBOIS-undersøgelse er tilgængelig på CODIFAB-webstedet (<https://www.codifab.fr>).

Dette eksempel viser de positive virkninger ved:

- En diskontinuerlig konstruktion; adskillelse af stolperne kan forbedre ydeevnen med 1 dB,
- Hvis der tilføjes ekstra masse ved hjælp af 13 mm akustiske gipsplader (som er tungere), kan ydeevnen forbedres med op til 4 dB.

I nogle design kan der tilmed opnås endnu større forbedringer af ydeevnen.



Akustik i træbygninger

Parametre til beregning af lydforplantning

Intern lydreduktionstal og niveau af impulsstøj

Hvis man undersøger en bygnings akustiske ydeevne, kan man få en bedre forståelse af, hvordan lyd kan sprede sig mellem bygningens forskellige rum.

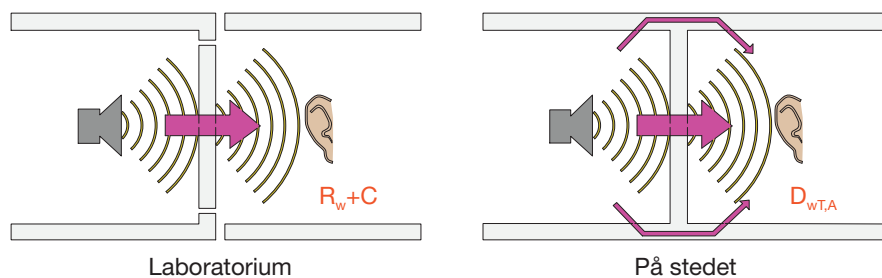
Der er blevet defineret adskillige parametre for, hvordan man kvantificerer akustisk ydeevne. Nogle parametre bruges til at vurdere den akustiske ydeevne af skillevægge, f.eks. lydreduktionstallet $R_w(C;C_{tr})$, mens andre evaluerer det vægtede trykniveau af standardiseret impulsstøj $L_{n,w}$.

Nogle bygningsspecifikke parametre vurderer den akustiske ydeevne på stedet, nemlig den vægtede standardiserede niveauforskel $D_{nT,w}(C,C_{tr})$ og det vægtede trykniveau af standardiseret impulsstøj $L'_{nT,w}$.

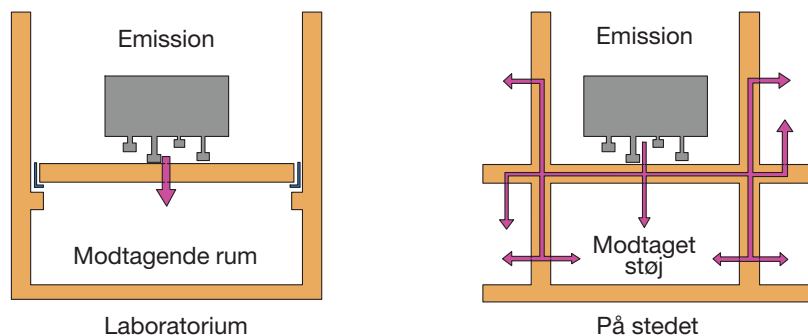
Værdierne R_w og $L_{n,w}$ bruges i laborietest, hvor det globale niveau $L_{n,w}$ beregnes i henhold til EN ISO 717-2 fra spektrum L_n . Lydtrykniveauet i dB i det modtagende rum måles i laboriet i henhold til EN ISO 10140-1 og 3.

Disse laborietestværdier er forskellige fra målingerne i felten, da den model, der anvendes til laborietestmålingerne, ikke kan replikere flanketransmissionen, defekter og andre forskelle i bygningens konstruktion.

Luftbåren støj



Impulsstøj

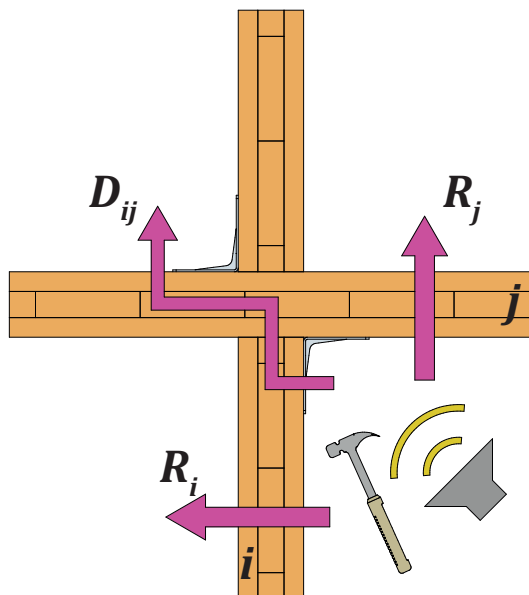


Akustik i træbygninger

Beregning af flanketransmission – Gerretsen-metode (1986) – EN 12354-1

EN 12354 blev publiceret første gang i 2000 og indeholder beregningsmodeller til at estimere isolering af luftbåren støj mellem tilstødende rum i bygninger. Standarden er baseret på Gerretsen-modellen og bruger målte data, der karakteriserer direkte eller indirekte flanketransmission ved de deltagende bygningslementer.

$$R_{ij} = \frac{R_i}{2} + \frac{R_j}{2} + \frac{D_{ij} + D_{ji}}{2} + 10 * \log\left(\frac{S_0}{\sqrt{S_i * S_j}}\right)$$



R_{ij} er lydreduktionstallet ved flanken i henhold til transmissionsbanen fra i til j

R_i og R_j er lydreduktionstallene for hhv. element i og element j

D_{ij} og D_{ji} er vibrationsreduktionsfaktorerne for banerne i til j og j til i

S_0 er referenceområdet, som er lig med 10 m²

S_i og S_j er overfladeområderne for elementerne i og j

Dét, der interesserer os ved denne beregningsmetode, er, at den tager højde for den bane, som lydbølgen følger. I en bygning med træskelet er samlestykker fra Simpson Strong-Tie en integreret del af samlingerne mellem de forskellige bygningsdele, hvilket betyder, at de spiller en vigtig rolle i forbindelse med bygningens akustiske ydeevne.

EN 12354 indeholder mængder for, hvordan vibrationsreduktionstallene skal angives mellem de to bygningsdele i og j : K_{ij} , som kan ses i kapitel 5 i denne vejledning sammen med de tilhørende løsninger fra Simpson Strong-Tie samt i følgende ligninger:

$$D_{v,ij,n} = K_{ij} = \frac{D_{ij} + D_{ji}}{2} + 10 * \log\left(\frac{l_{ij} * l_0}{\sqrt{S_i * S_j}}\right)$$

$$R_{ij} = \frac{R_i}{2} + \frac{R_j}{2} + K_{ij} + 10 * \log\left(\frac{S_0}{l_{ij} * l_0}\right)$$

l_{ij} er den almindelige længde af samlingen mellem elementerne i og j

Dette giver os mulighed for at beregne lydreduktionstallet R_{ij} for hver transmissionsbane og dermed fastlægge det tilsyneladende lydreduktionstal R' :

$$R' = -10 \log\left(10^{-\frac{R}{10}} + \sum_{ij} 10^{-\frac{R_{ij}}{10}}\right)$$

R er lydreduktionstallet for de forskellige elementer.

Med det tilsyneladende lydreduktionstal R' kan vi beregne den standardiserede niveauforskel D_{nT} :

$$D_{nT} = R' - 10 \log\left(\frac{V}{6T_0 S_s}\right)$$

T_0 er efterklangstiden til reference (lig med 0,5 sek.)

V er det modtagende rums rumfang [m³]

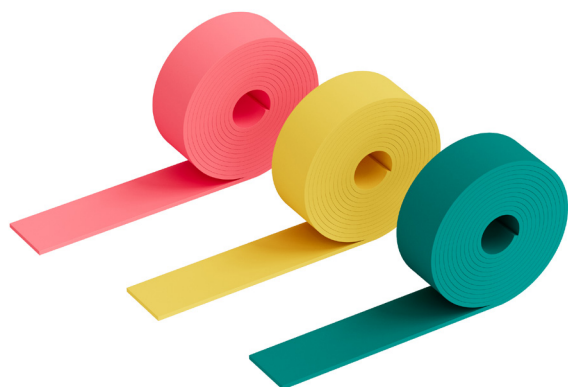
S er overfladeområdet af det element, der adskiller de to rum [m²]



Egnede produkter

SIT Akustisk isoleringsbånd	16
SITW Akustisk isoleringsskive	17
ABR255 Vinkelbeslag til CLT elementer	18
ABAI Lydabsorberende vinkelbeslag til CLT	19
MOABAI Montageskabelon for ABAI	20

Egnede produkter



SIT Akustisk isoleringsbånd

SIT lyddæmpningsmateriale anbefales til samlinger mellem CLT elementer hvor høj lydisolering kræves. SIT monteres i samlinger mellem væg- og gulv-/loftelement hvorved den akustiske transmittans mellem elementerne forhindres. Typen af SIT vælges ud fra belastningen på materialet.

SIT er fremstillet af Polyuretan med lukket cellestruktur og kan derfor anvendes i både tørre og fugtige omgivelser, uden at materialet suger fugt.

Materiale: Polyurethan med en lukket cellestruktur. Tykkelse: 6,25 og 12,5 mm

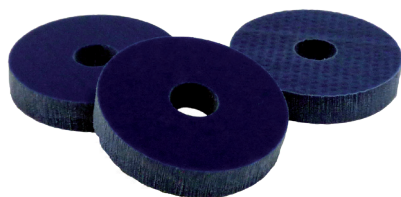
Fordele

- Let at montere – placeres direkte mellem CLT-paneler eller ved forbindelsespunkter såsom beslag og skruer
- Absorberer vibrationer
- Medvirker til lufttætning og reducerer utilsigtet luftgennemstrømning
- Estimeret levetid på 50 år

Egenskaber

References	Farver	Tykkelse	Statisk bæreevne [N/mm ²]		Belastningsspidser [N/mm ²]	Statisk E-modul [N/mm ²]	Dynamisk E-modul [N/mm ²]	Statisk forskydningsmodul [N/mm ²]	Dynamisk forskydningsmodul [N/mm ²]
			Min.	Max.					
SIT75/X/6	Rød	6.25	0.05	0.075	2	0.75	0.85	0.12	0.17
SIT150/X/6	Gul	6.25	0.1	0.15	3	1.13	1.32	0.19	0.26
SIT350/X/6	Grøn	6.25	0.23	0.35	4.2	3.01	3.42	0.38	0.55
SIT750/X/6	Blå	6.25	0.5	0.75	6	6.69	7.54	0.69	1.02
SIT1500/X/6	Lila	6.25	1	1.5	6.8	11.99	14.94	0.99	1.48
SIT75/X/12.5	Rød	12.5	0.05	0.075	2	0.75	0.85	0.12	0.17
SIT150/X/12.5	Gul	12.5	0.1	0.15	3	1.13	1.32	0.19	0.26
SIT350/X/12.5	Grøn	12.5	0.23	0.35	4.2	3.01	3.42	0.38	0.55
SIT750/X/12.5	Blå	12.5	0.5	0.75	6	6.69	7.54	0.69	1.02
SIT1500/X/12.5	Lila	12.5	1	1.5	6.8	11.99	14.94	0.99	1.48

Egnede produkter



SITW Akustisk isoleringsskive

SITW isoleringsskiver kombineret med SIT lyddæmpningsstrimler giver ekstra gode akustiske forhold i CLT bygninger. SITW benyttes bl.a. som mellemlæg mellem konstruktionsskruer med underlagsskive og CLT-elementerne direkte hvor disse samles med skruer. Dette forhindrer at lyden spredes via skruen.

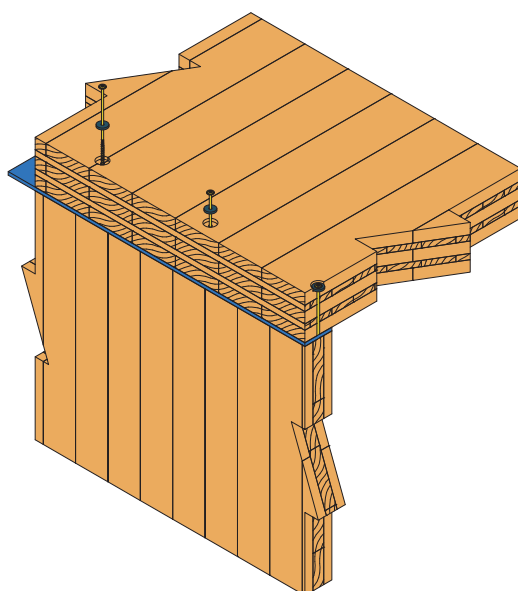
Materiale: Polyurethan med en lukket cellestruktur

Fordele

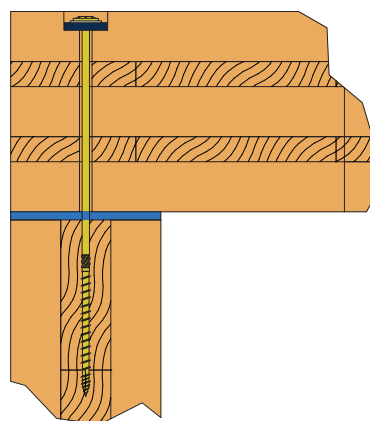
- Reduceret lydoverførsel mellem bygningskomponenter
- Forbedret tætning

Egenskaber

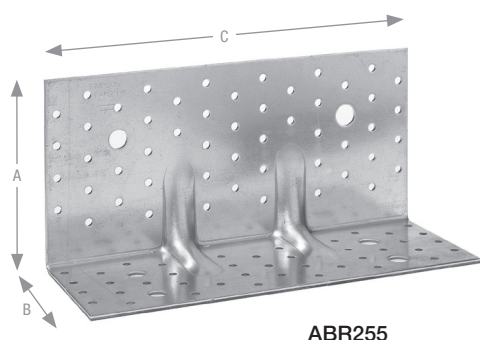
Art nr.	Diameter af skrue [mm]	Dimensioner for spændeskive [mm]				Styrehuller [mm]	
		Indvendig diameter	Ydre diameter	Tykkelse	Tolerance	Diameter – del af skrue uden skaft	Ydre diameter af spændeskive
SITW-M0608	6 eller 8	8,5	34	6	0,5	8 eller 10	35
SITW-M1012	10 eller 12	12,5	49	6	0,5	12 eller 14	30



Der skal bores styrehuller i det første CLT-panel for at undgå at overføre vibrationer via den del af skruen uden skaft.



Egnede produkter



ABR255 Vinkelbeslag til CLT elementer

ABR255 anvendes primært i CLT konstruktioner, hvor der kan forekomme store horisontale forskydningskræfter (F_2 / F_3).

Materiale: Varmforzinket stål. Stålkvalitet: S250GD. Zinklagtykkelse = 20 µm. Tykkelse: 3 mm

Fastgørelse: Til fastgørelse på træ anvendes CNA4,0xℓ beslagsøm eller CSA5,0xℓ beslagskruer. Til fastgørelse på beton anvendes to M12 bolte.

Fordele

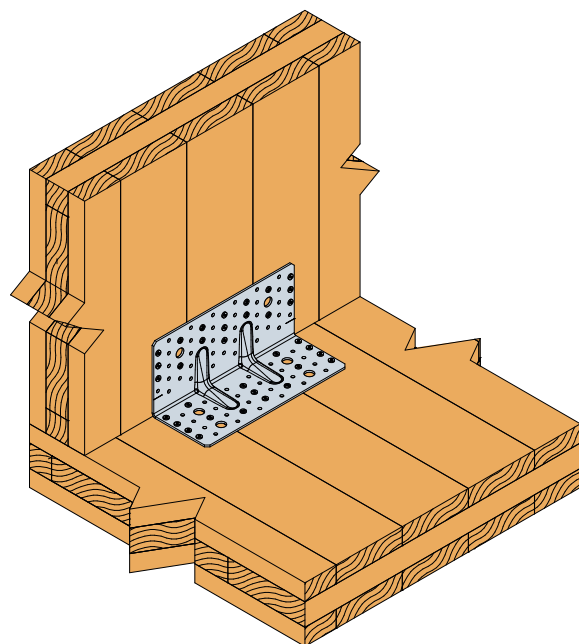
- Ideel til anvendelse i CLT-bygninger
- Yderst alsidig: kan fastgøres til træ- og betonunderlag
- Fremragende ydeevne til kræfter i vandrette ($R_{2,k}/R_{3,k}$) og lodrette retninger ($R_{1,k}$)

Dimensioner

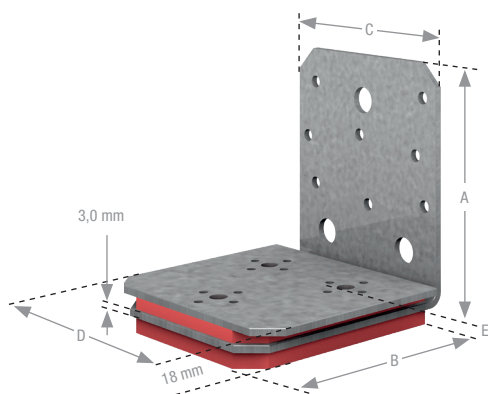
Art nr.	Dimensioner [mm]				Huller, flig A		Huller, flig B	
	A	B	C	t	Ø5	Ø14	Ø5	Ø14
ABR255	120	100	255	3	52	2	41	4

Karakteristiske værdier – Træ/træ samling – Delvis udsømning

Art nr.	Fastgørelser			Karakteristiske værdier – Træ i kategori C24 – Et enkelt beslag [kN]							
	Flig A Antal	Flig B Antal	Type	$R_{1,k}$		$R_{2,k} = R_{3,k}$		$R_{4,k}$		$R_{5,k}$	
				4,0x50	4,0x60	4,0x50	4,0x60	4,0x50	4,0x60	4,0x50	4,0x60
ABR255	24	21	CNA	min. (15,6/k _{mod} ^{0,4} ; 26,2/k _{mod})	min. (18,1/k _{mod} ^{0,4} ; 26,2/k _{mod})	28,6	31,4	15,9	18,3	10,8/k _{mod} ^{0,3}	min. (12,7/k _{mod} ^{0,3} ; 12,8/k _{mod})



Egnede produkter



ABAI105

ABAI Lydabsorberende vinkelbeslag til CLT

ABAI105 er et nyudviklet bygningsbeslag som giver mulighed for en statisk bærende forbindelse mellem CLT gulv-, væg- & loftselementer, som er lydisoleret med et 12 mm lag af SIT.

Materiale: Varmforzinket stål. Stålkvalitet: S250GD. Zinklagtykkelse = 20 µm. Tykkelse: 3 mm

Fastgørelse: Fastgørelse til bundpladen sker med Simpson Strong-Tie®'s specielle skruer SDS25600 (6,35x152 mm). For at opnå en godkendt montage skal der bruges en MOABAI montageskabelon.

Fordele

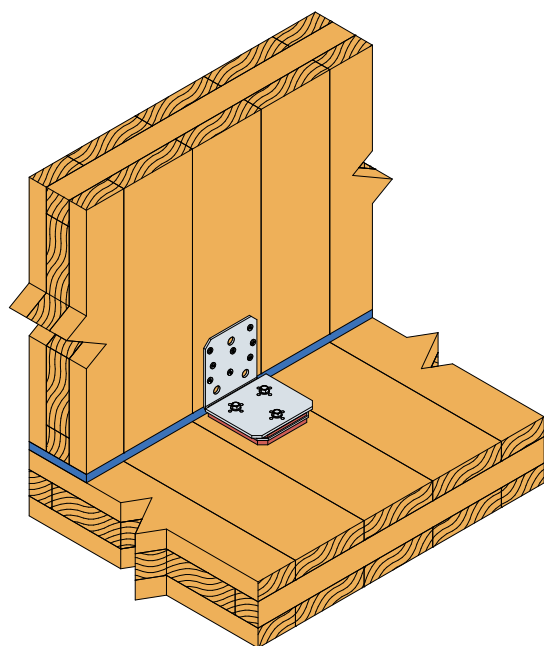
- Reduceret lydoverførsel mellem bygningskomponenter
- Forbedret tætning
- Hurtig montering

Dimensioner

Art nr.	Dimensioner [mm]						Huller, flig A		Huller, flig B
	A	B	C	D	E	t	Ø5	Ø11	Ø7
ABAI105	113	103	90	106	18	3	8	3	3

Karakteristiske værdier – Træ/træ samling – Fuld udsømning

Art nr.	Fastgørelser				Karakteristiske værdier – Træ i kategori C24 – Et enkelt beslag [kN]			
	Flig A		Flig B		$R_{1,k}$	$R_{2,k} = R_{3,k}$	$R_{4,k}$	$R_{5,k}$
	Antal	Type	Antal	Type				
ABAI105	8	CNA4.0x60	3	SDS25600	7,9/k _{mod}	5,9/k _{mod}	7,3/k _{mod}	5,4/k _{mod}



Egnede produkter



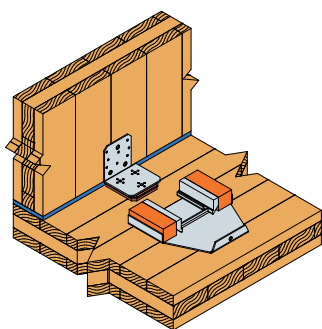
MOABAI Montageskabelon for ABAI

Montageskabelonen sikrer korrekt montage af ABAI vinkelbeslag og forhindrer over kompression af SIT strimlen under vinkelbeslaget.

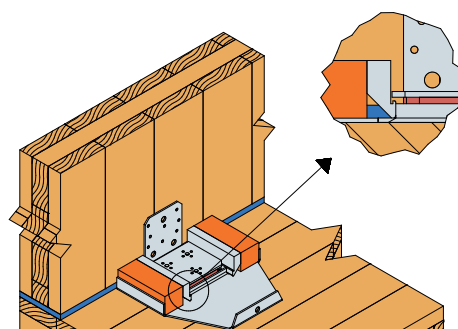
Fordele

- Forhindrer knusning af SIT strimlen

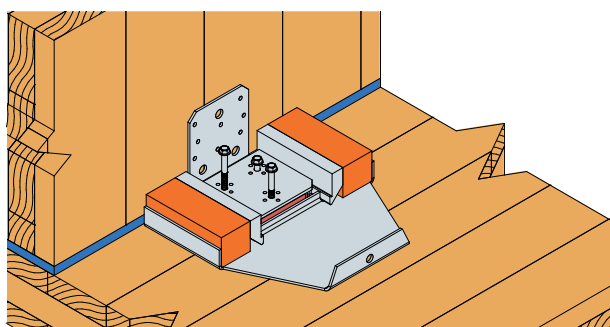
MOABAI-MONTERINGSSKABELON



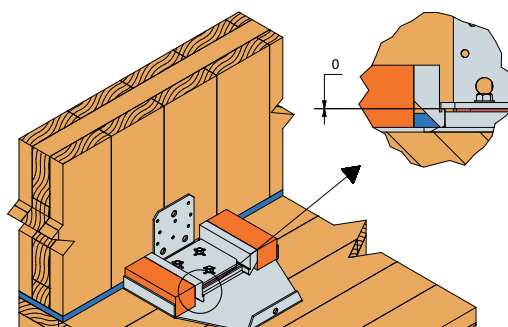
- 1** Placer ABAI-beslaget.



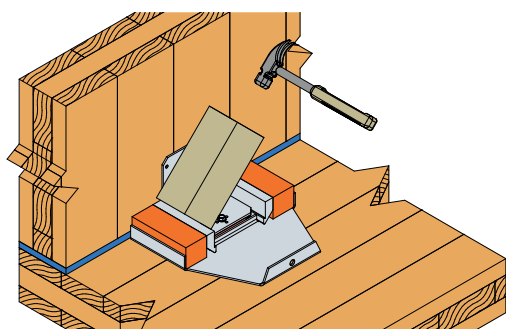
- 2** Placer MOABAI-skabelonen under den øverste plade af beslaget.



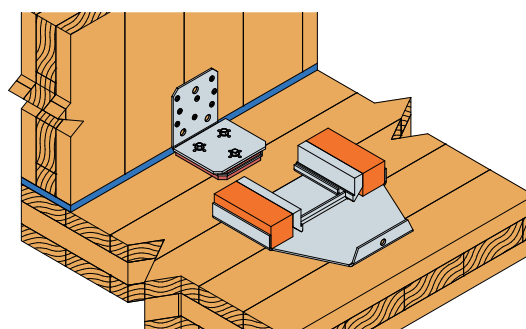
- 3** Skru specialskrue i (SDS25600) ved hjælp af den bit, der medfølger...



- 4** ...indtil den øverste plade af beslaget rører ved kanterne af afstandstykkerne.



- 5** Fjern afstandstykkerne ved at banke blidt med en hammer mod et træstykke.



- 6** Træk MOABAI-skabelonen mod dig, og søm ABAI-beslaget fast til væggen ved hjælp af CNA4,0x60 beslagsøm.

The image shows a close-up of several wood fasteners arranged on a light-colored wooden surface. In the upper half, three dark grey or black fasteners are shown. They have a hexagonal head with a star-shaped drive pattern and a long, threaded shank. In the lower half, two brass-colored fasteners are shown, also with hexagonal heads and threaded shanks. The background consists of stacked wooden planks, highlighting the application of these fasteners in timber construction.

Solid-DriveTM

**Fasteners for CLT
and Mass Timber**

SIMPSON
Strong-Tie[®]



Akustiske løsninger

De forskellige akustiske løsninger	24
Installation uden et SIT-isoleringsbånd	26
Montering af et SIT-isoleringsbånd	
- under væggen	27
- og beslaget	28
- med et ABAL-vinkelbeslag	29

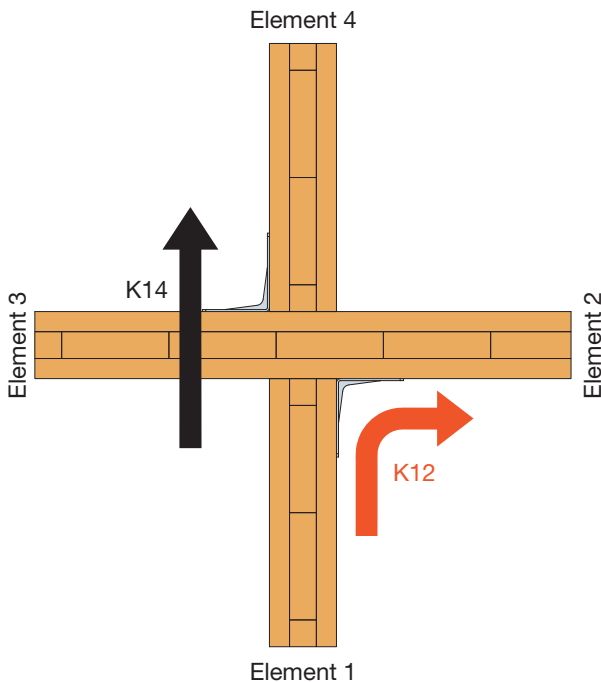
Akustiske løsninger

De forskellige akustiske løsninger

Den akustiske ydeevne af produktudvalget fra Simpson Strong-Tie er blevet vurderet af BOIS HD-laboratoriet (ejet af ESB Group). Resultaterne er tilgængelige i rapporten BHD18705 (version fra 21/10/2019).

Værdierne for vibrationsreduktionstallene K_{ij} er fastlagt via test i henhold til EN ISO10848-1:2017 og EN ISO 10848-4:2017, som bestemmer beregningsmetoderne til hhv. vibrationsreduktionstallet og testmetoderne.

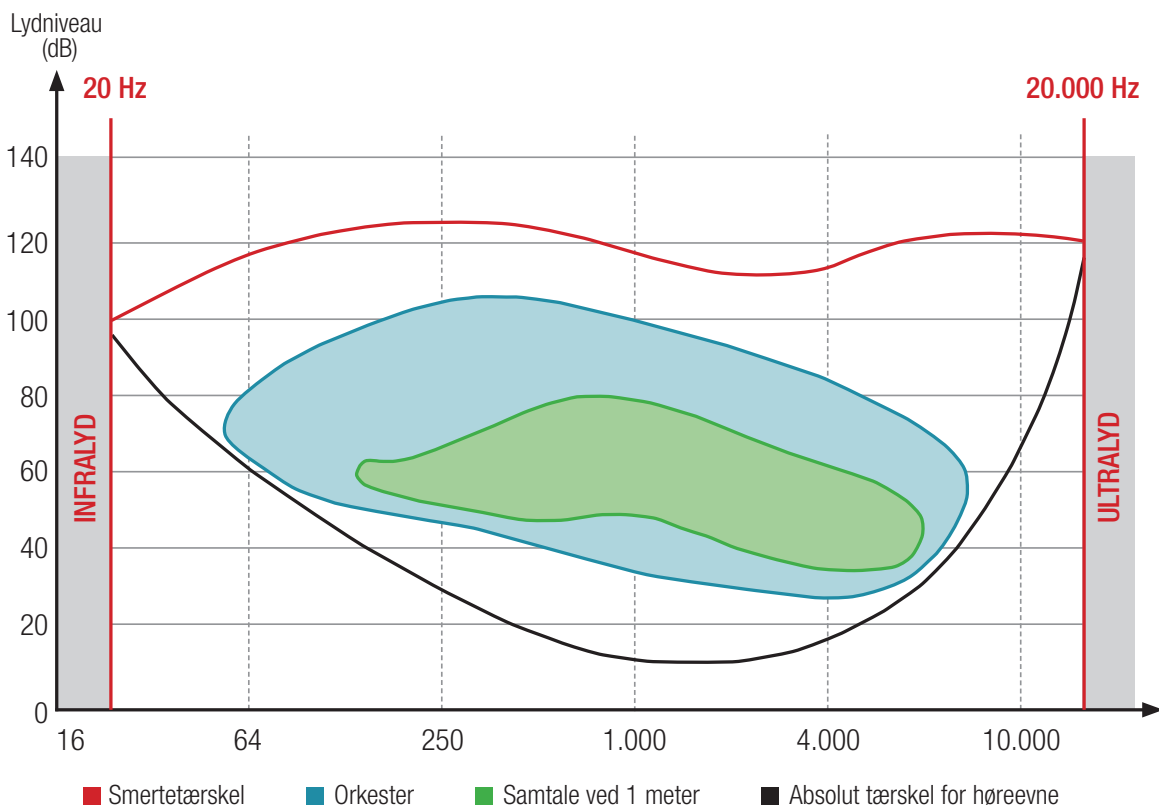
Udformningen til dette eksempel viser en X-formet samling med et skillegulv samt nøgne gulve og vægge. Der er identificeret to transmissionsbaner for vibrationer i følgende diagram: fra element 1 til element 2, som repræsenterer samlingen mellem den nedre del af væggen og gulvet, og fra element 1 til element 4, som viser transmissionsbanen mellem to vægge gennem gulvet.

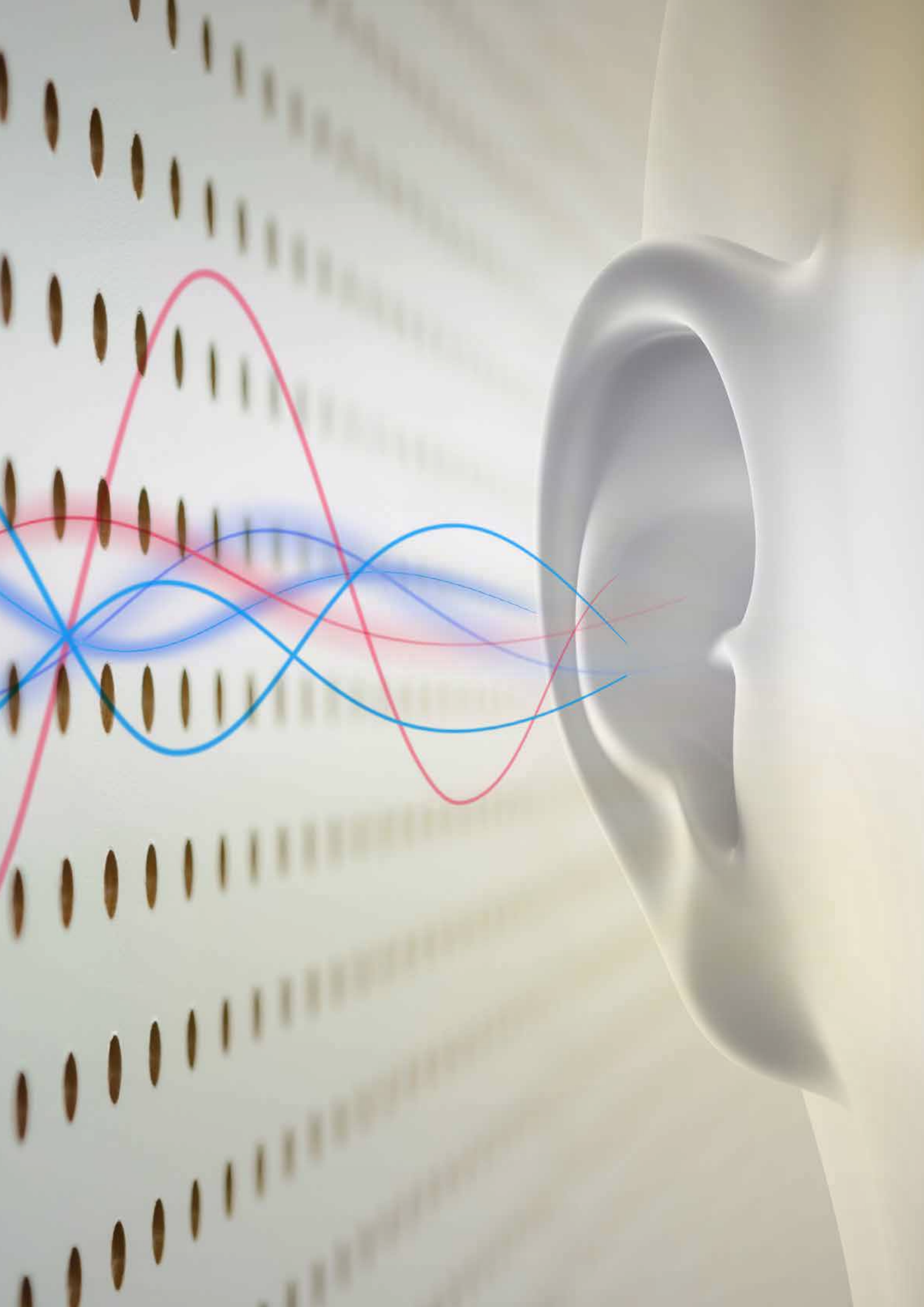


For at sikre, at resultaterne i denne vejledning er nemme at forstå, vil vi kigge nærmere på, hvordan lydniveauer opfattes samt den tilhørende høreevne.

Forøgelse af lydniveauet med:	Forstærker lyden med:	Har følgende indvirkning på, hvad vi hører
3 dB	2	Mindre ændring
5 dB	3	Markant ændring
10 dB	10	Som om lyden var dobbelt så høj
20 dB	100	Som om lyden var fire gange så høj
50 dB	100.000	Som om lyden var tredive gange så høj

Bemærk, at følsomheden af et menneskes øre over for forskellige frekvenser også afhænger af den pågældende frekvens' amplitude.





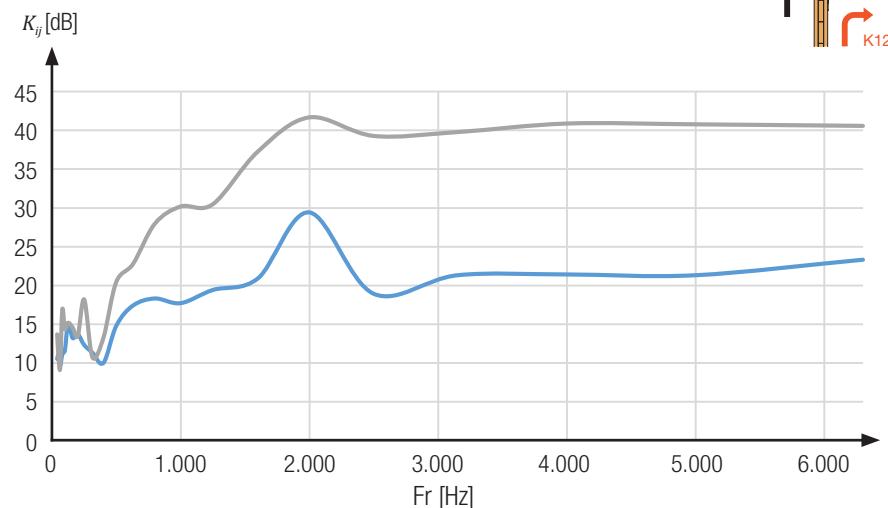
Akustiske løsninger

Installation uden et SIT-isoleringsbånd

Montering af et ABR255-beslag uden et akustikbånd

CLT-væggen og -gulvet har direkte kontakt. Et forstærket ABR255-vinkelbeslag bruges til at samle to CLT-paneler. I denne udformning bruges der ingen akustiske løsninger.

Vibrationsreduktionstal



■ K12: Nederste del af væggen – gulv

■ K14: Nederste del af væggen – gulv –
øverste del af væggen

De resultater, der skaffes til ABR255-løsningen alene, bruges som basis for den akustiske ydeevne af alternative løsninger, som findes på følgende sider. Vi introducerer tre faktorer til at beregne de tilhørende ydeevnegevinster for basfrekvenser (BF), mellemtonefrekvenser (MF) og høje frekvenser (HF):

- $K_{ij,BF}$ middeltal for værdierne K_{ij} for $Fr < 200$ Hz
- $K_{ij,MF}$ middeltal for værdierne K_{ij} for $200 \text{ Hz} < Fr < 1.250$ Hz
- $K_{ij,HF}$ middeltal for værdierne K_{ij} for $Fr > 1.250$ Hz

Basfrekvenser

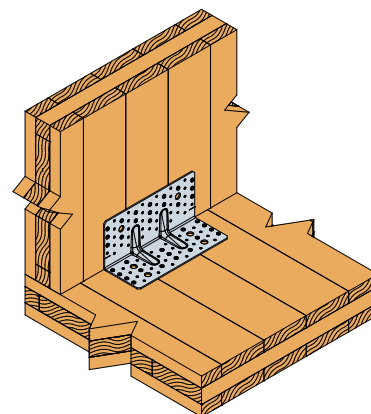
Fr [Hz]	K12 [dB]	K14 [dB]
40	10,5	13,7
50	11,0	10,9
63	9,6	9,3
80	11,1	16,9
100	11,6	14,4
125	15,1	15,2
160	13,2	14,6

Mellemtonefrekvenser

Fr [Hz]	K12 [dB]	K14 [dB]
200	13,7	13,5
250	12,3	18,2
315	11,3	10,7
400	10,0	13,3
500	14,8	20,5
630	17,4	22,8
800	18,3	28,8
1000	17,7	30,2

Høje frekvenser

Fr [Hz]	K12 [dB]	K14 [dB]
1.250	19,4	30,5
1.600	20,9	37,3
2.000	29,4	41,7
2.500	18,9	39,3
3.150	21,3	39,8
4.000	21,4	40,9
5.000	21,3	40,8
6.300	23,3	40,6



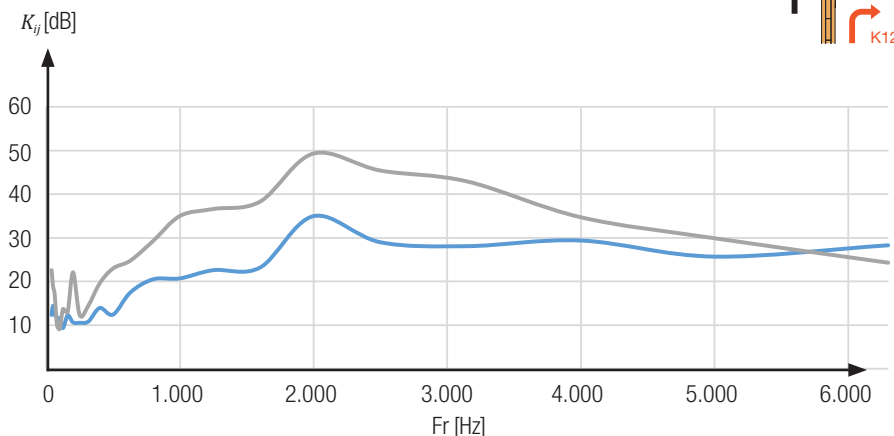
Akustiske løsninger

Montering af et SIT-isoleringsbånd under væggen

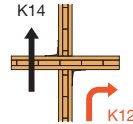
Montering af et ABR255-beslag med et akustikbånd mellem væggen og gulvet

SIT-isoleringsbåndet er lavet af polyurethan med en lukket cellestruktur. Det kan bortfiltrere frekvenser ned til 15 Hz. Typen af bånd afhænger af den belastning, der skal understøttes.

Vibrationsreduktionstal



- K12: Nederste del af væggen – gulv
- K14: Nederste del af væggen – gulv – øverste del af væggen



Basfrekvenser

Fr [Hz]	K12 [dB]	K14 [dB]
40	12,3	22,6
50	14,4	19,0
63	12,4	17,0
80	11,8	10,0
100	11,3	9,1
125	9,3	13,7
160	12,2	13,0

Mellemtonefrekvenser

Fr [Hz]	K12 [dB]	K14 [dB]
200	10,6	22,1
250	10,5	12,3
315	10,8	14,5
400	13,9	19,6
500	12,4	23,0
630	17,5	24,8
800	20,5	29,3
1000	20,7	35,0

Høje frekvenser

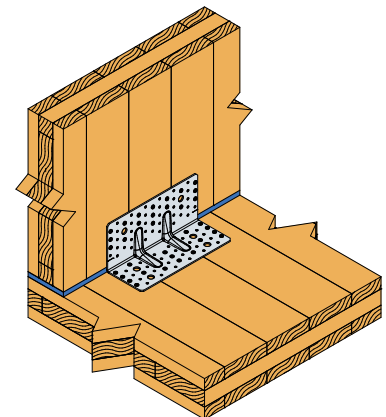
Fr [Hz]	K12 [dB]	K14 [dB]
1.250	22,6	36,6
1.600	23,2	38,3
2.000	35,0	49,3
2.500	29,0	45,4
3.150	28,1	42,9
4.000	29,4	34,7
5.000	25,7	29,9
6.300	28,3	24,3

Beregnete gevinster sammenlignet med et ABR255-beslag uden et isoleringsbånd

	K12 [dB]	Gain12 [dB]	K14 [dB]	Gain14 [dB]
BF	12,0	0,2	15,0	1,4
MF	14,7	0,2	22,6	2,9
HF	27,7	5,7	37,7	-1,2

Hvad angår lydtransmission mellem væggen og gulvet, så opnås de højeste gevinster sammenlignet med et beslag uden et isoleringsbånd ved højfrekvensbåndet. Hvad angår lydtransmission mellem niveauer, er ændringen i høreopfattelse knap hørbar ved mellemtonefrekvensbåndet og tilmed uhørlig ved lav- og højfrekvensbåndene.

Dette er den mest almindeligt anvendte løsning på byggepladser. Akustikbånd er tilgængelige i længder på 2 meter, og bredden kan skæres til efter anmodning, så de passer til CLT-væggene.



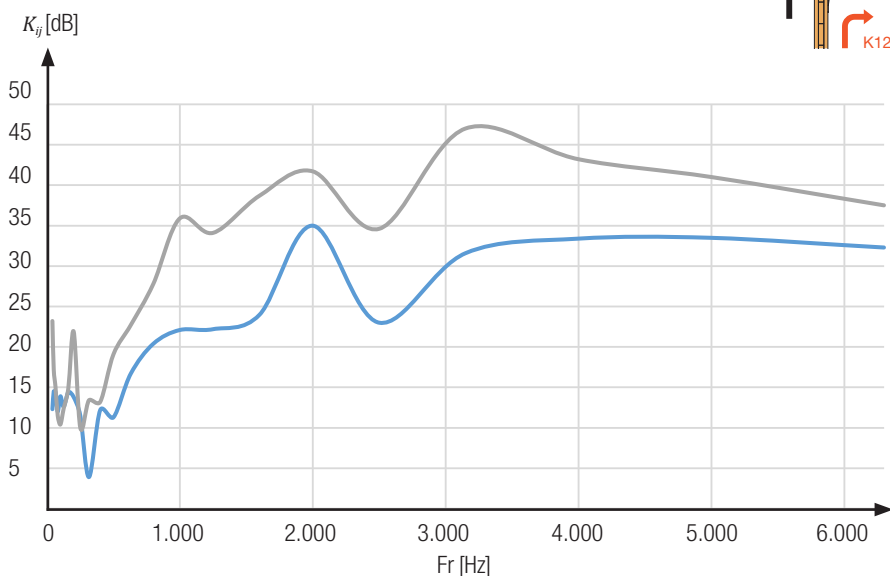
Akustiske løsninger

Montering af et SIT-isoleringsbånd under væggen og beslaget

Montering af et ABR255-beslag med et akustikbånd under beslaget og mellem væggen og gulvet

Udover at adskille CLT-væggen fra gulvet tilføjes der et 6 mm tyk SIT1500-isoleringsbånd for at adskille samlestykket fra CLT-gulvet. Denne udformning er dækket af European Technical Assessment ETA-06/0106 (sømmønster 4, CNA 4,0x60 søm).

Vibrationsreduktionstal



- K12: Nederste del af væggen – gulv
- K14: Nederste del af væggen – gulv – øverste del af væggen

Beregnete gevinster sammenlignet med et ABR255-beslag uden et isoleringsbånd

	K12 [dB]	Gain12 [dB]	K14 [dB]	Gain14 [dB]
BF	13,5	1,7	15,0	1,4
MF	14,0	-0,5	20,5	0,8
HF	29,4	7,4	39,8	0,9

Hvad angår lydtransmission mellem væggen og gulvet, så opnås de højeste gevinster ved højfrekvensbåndet. I forbindelse med transmission mellem niveauer er der ingen betydelig ændring i høreopfattelse sammenlignet med et beslag uden et isoleringsbånd.

Bemærk! Tilføjelse af et isoleringsbånd under beslaget ændrer ikke bæreevnen.

Tilføjelse af et isoleringsbånd under beslaget ændrer ikke stivheden i retning R1.

Stivheden i retning R2 er 15% mindre, når der tilføjes et isoleringsbånd under beslaget.

Basfrekvenser

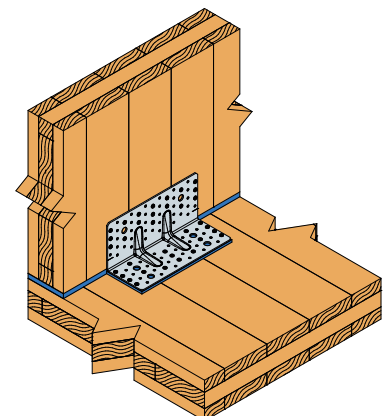
Fr [Hz]	K12 [dB]	K14 [dB]
40	12,3	23,2
50	14,5	17,2
63	14,4	15,1
80	12,0	11,5
100	13,9	10,4
125	12,6	12,4
160	14,4	14,9

Mellemtonefrekvenser

Fr [Hz]	K12 [dB]	K14 [dB]
200	13,8	21,9
250	11,5	10,0
315	3,9	13,4
400	12,2	13,2
500	11,3	19,1
630	16,7	22,7
800	20,4	27,8
1000	22,1	35,9

Høje frekvenser

Fr [Hz]	K12 [dB]	K14 [dB]
1.250	22,2	34,1
1.600	24,0	38,7
2.000	35,0	41,7
2.500	23,0	34,6
3.150	31,6	47,0
4.000	33,4	43,2
5.000	33,5	41,0
6.300	32,3	37,5



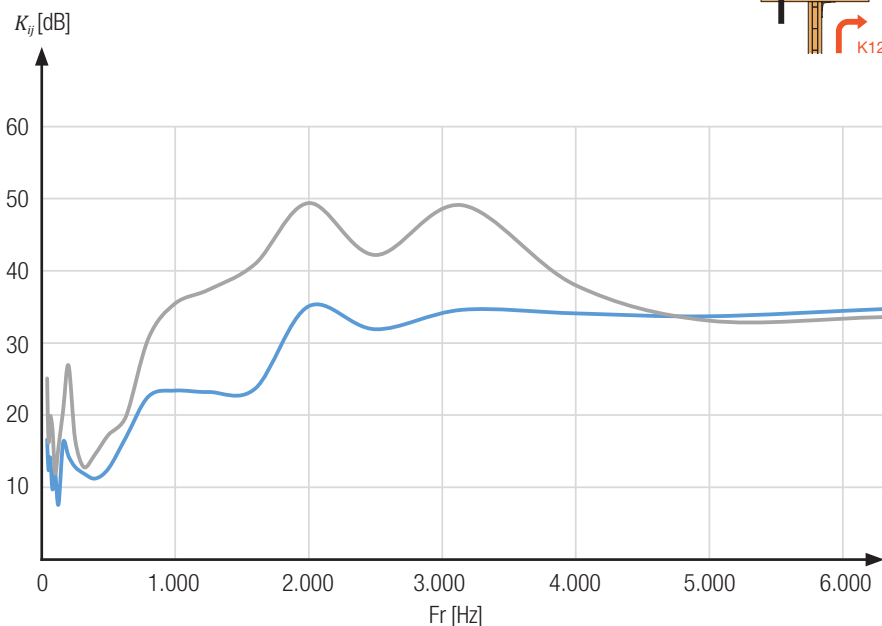
Akustiske løsninger

Montering af et SIT-isoleringsbånd under væggen med et ABAI-vinkelbeslag

Montering af et ABAI105-beslag med et akustikbånd mellem væggen og gulvet

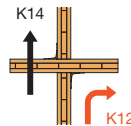
ABAI105 er et akustisk vinkelbeslag, der er udviklet af Simpson Strong-Tie. Dette beslag har to antivibrationslag for at begrænse transmissionen af vibrationer via beslaget og fastgørelserne.

Vibrationsreduktionstal



■ K12: Nederste del af væggen – gulv

■ K14: Nederste del af væggen – gulv – øverste del af væggen



Basfrekvenser

Fr [Hz]	K12 [dB]	K14 [dB]
40	16,6	25,1
50	12,4	16,3
63	14,1	19,9
80	9,7	18,1
100	12,0	11,9
125	7,6	15,6
160	16,2	20,7

Mellemtonefrekvenser

Fr [Hz]	K12 [dB]	K14 [dB]
200	14,3	26,9
250	12,8	16,6
315	11,9	12,8
400	11,2	14,6
500	12,6	17,3
630	16,9	19,8
800	22,6	30,7
1000	23,4	35,5

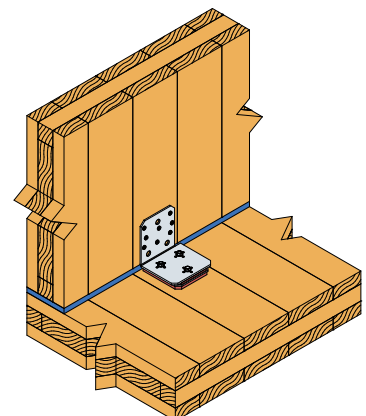
Høje frekvenser

Fr [Hz]	K12 [dB]	K14 [dB]
1.250	23,2	37,4
1.600	23,7	41,0
2.000	35,1	49,4
2.500	31,9	42,2
3.150	34,6	49,1
4.000	34,1	38,0
5.000	33,7	33,1
6.300	34,7	33,6

Beregnete gevinster sammenlignet med et ABR255-beslag uden et isoleringsbånd

	K12 [dB]	Gain12 [dB]	K14 [dB]	Gain14 [dB]
BF	12,7	0,9	18,3	4,7
MF	15,8	1,3	21,8	2,1
HF	31,4	9,4	40,5	1,6

Hvad angår lydtransmission mellem væggen og gulvet, så opnås der meget høje gevinster ved højfrekvensbåndet. Hvad angår transmission mellem niveauer, er der en markant stigning i høreopfattelsen for lavfrekvensbåndet sammenlignet med et ABR255-beslag uden et isoleringsbånd.





Anvendelser i det virkelige liv

Case: Gaité Montparnasse	32
Opførelse af en beboelsesejendom i Belgien	34
Opførelse af en beboelsesejendom i Storbritannien	34
Opførelse af et universitetskollegium i Frankrig	35
Opførelse af en ejendom i Frankrig	35
Referencedokumenter	36
Ordliste	37

Anvendelser i det virkelige liv

Case: Gaité Montparnasse

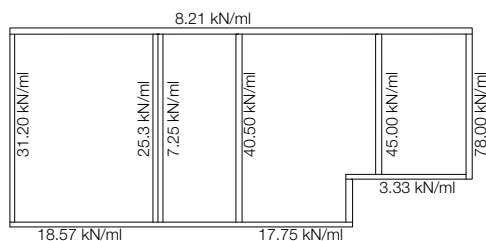
Gaité Montparnasse er en otteetagers høj bygning opført i CLT med en betonkerne, der udvikles som en del af planerne om at modernisere Montparnasse-kvarteret i Paris. Kun et stenkast fra metrostationen af samme navn ligger denne nye bygning, som vil indeholde beboelse og en børnehave i et kompleks med et shoppingcenter, kontorlokaler og et hotel. Med sådan et byggeprojekt er lydisolering en stor udfordring, der skal tages højde for under designprocessen. Derfor blev der udført en omfattende akustisk undersøgelse sideløbende med Kraiburg. Simpson Strong-Tie leverede vinkelbeslag, plader, fastgørelser og akustikbånd til dette projekt, som håndteres af Eiffage, implementeres af Cuiller Frères og designes af byggekonsulenterne Oregon.

Mål: 15 Hz filter

Designprincip

Båndene blev designet ved hjælp af de permanente belastninger (G) og driftsbelastninger (Q) samt følgende belastningskombination: $G+0.3Q$. Den resulterende lineære belastning blev programmeret i Kraiburg-softwaren.

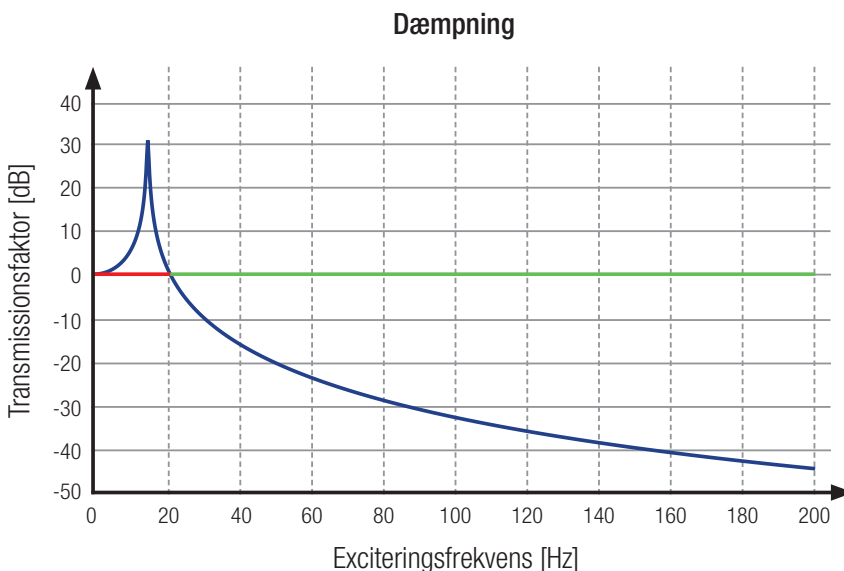
Følgende diagram er et udsnit af bygningen (set i fugleperspektiv) med de tilsvarende belastninger.



Eksemplet er baseret på væggen med en belastning på 17,75 kN/m. Når belastningen er indtastet, angiver softwaren et SIT350/60/12,5-isoleringsbånd, hvilket betyder et 60 mm bredt bånd med en tykkelse på 12,5 mm.

De beregnede ydeevneniveauer er som følger:

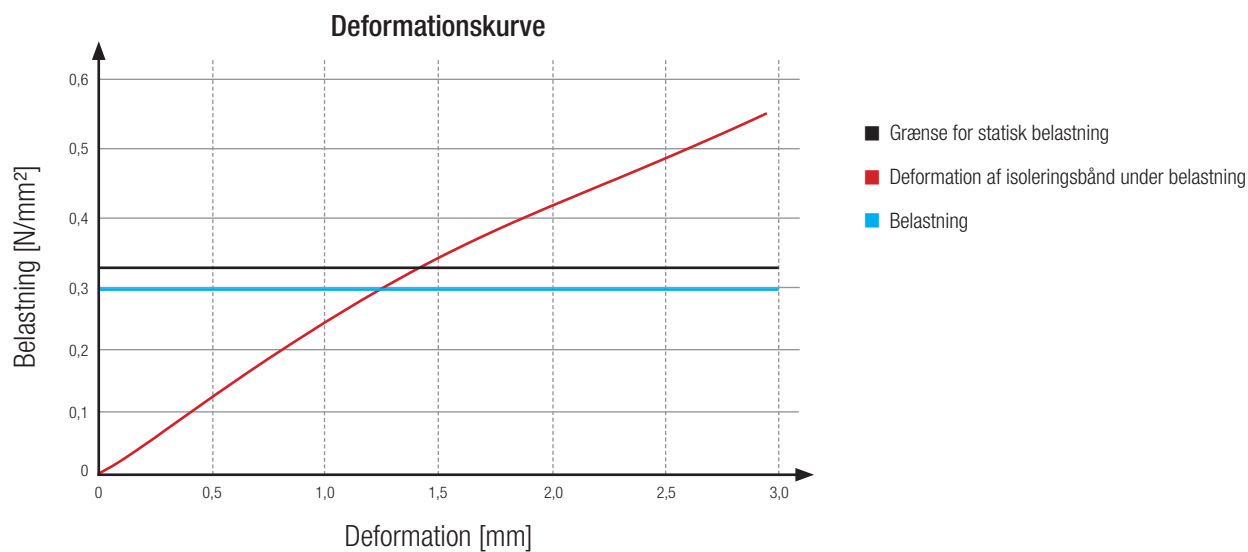
- udnyttelsesgrad på 89,5%
- Kompression 1,24 mm
- Filtreringsfrekvens 15 Hz



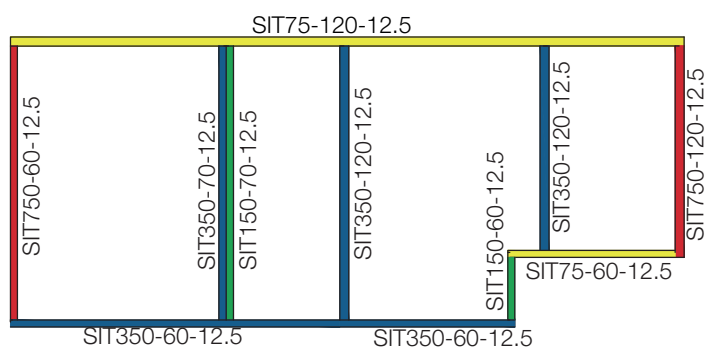
Frekvens	Dæmpning
4 Hz	0,6 dB/-8%
5 Hz	1,0 dB/-12%
6,3 Hz	1,7 dB/-21%
8 Hz	2,9 dB/-40%
10 Hz	5,1 dB/-80%
12,5 Hz	10,3 dB/-226%
15 Hz	30,5 dB/-3235%
16 Hz	17,0 dB/-607%
20 Hz	2,2 dB/-29%
25 Hz	-5,0 dB/44%
31,5 Hz	-10,6 dB/71%
40 Hz	-15,7 dB/84%
50 Hz	-20,1 dB/90%
63 Hz	-24,4 dB/94%
80 Hz	-28,7 dB/96%
100 Hz	-32,6 dB/98%
125 Hz	-36,4 dB/98%
160 Hz	-40,6 dB/99%
200 Hz	-44,3 dB/99%

Anvendelser i det virkelige liv

Komprimering er en vigtig faktor. Foruden filtreringsfrekvensen skal der iværksættes foranstaltninger for at sikre, at der ikke er nogen differentiell vandring forårsaget af belastning mellem de forskellige vægge. Om nødvendigt skal typen af isoleringsbånd måske ændres på stedet for at reducere deformation under belastning.



Beregningen bruges derefter til resten af bygningen for at skabe installationsdiagrammerne, såsom vist nedenfor:



Anvendelser i det virkelige liv

Opførelse af en beboelsesejendom i Belgien



100% CLT-konstruktion

Simpson Strong-Tie
produkter og materialer:

- ABAI105-vinkelbeslag
- CNA-beslagsøm
- SDS-skruer
- SIT-isoleringsbånd



Løsninger med lamineret træ

Opførelse af en beboelsesejendom i Storbritannien



Blandet konstruktion: træ og CLT-skelet

Simpson Strong-Tie
produkter og materialer:

- SIT-isoleringsbånd



Anvendelser i det virkelige liv

Opførelse af et universitetskollegium i Frankrig



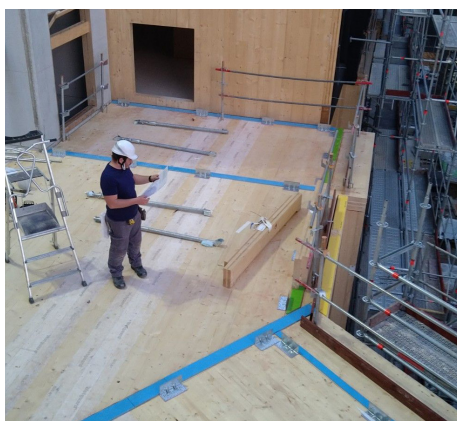
Blandet konstruktion: træ og CLT-skelet

Simpson Strong-Tie produkter og materialer:

- Bygningsskruer og -beslag
- Forankringer til træpaneler
- SIT-isoleringsbånd
- Vægudtag
- Perforerede plader

© Denis Aubineau

Opførelse af en ejendom i Frankrig



Blandet konstruktion: Betonkerne + CLT-gulve og -vægge

Simpson Strong-Tie produkter og materialer:

- Bygningsskruer og -beslag
- SIT-isoleringsbånd
- Perforerede plader

© Cuiller Frères

Referencedokumenter

Simpson Strong-Tie bruger gældende standarder til støtte og vejledning, når alle produkter udvikles. Nedenstående referencedokumenter er dem, der bruges til denne vejledning.

Standarder

EN ISO 717-2:2013: Akustik – Bedømmelse af lydisolering i bygninger og bygningselementer – Del 2: Isolering mod impulsstøj.

EN ISO 10140-1:2016: Akustik – Laboratoriemålinger af lydisolering i bygningselementer – Del 1: Anvendelsesregler for bestemte produkter.

EN ISO 10140-3:2013: Akustik – Laboratoriemålinger af lydisolering i bygningselementer – Del 3: Måling af isolering mod impulsstøj.

EN 12354-1: 2017: Bygningsakustik – Estimering af akustisk ydeevne i bygninger ud fra elementernes ydeevne – Del 1: Isolering mod luftbåren støj mellem rum.

EN ISO 10848-1:2017: Akustik – Laboratoriemålinger og målinger i felten af flanketransmission for luftbåren støj, impulsstøj og støj fra serviceudstyr i bygninger mellem tilstødende rum – Del 1: Rammedokument.

EN ISO 10848-4:2017: Akustik – Laboratoriemålinger og målinger i felten af flanketransmission for luftbåren støj, impulsstøj og støj fra serviceudstyr i bygninger mellem tilstødende rum – Del 4: Anvendelse på samlinger med mindst ét Type A-element.

Yderligere undersøgelser

Acoubois-rapport (<https://www.codifab.fr/actions-collectives/bois/acoubois-performance-acoustique-des-constructions-ossature-bois-1310>): Fransk undersøgelse, hvor forskellige design af trævægge sammenlignes (bygninger med træskelet og CLT), og hvor deres ydeevneniveauer og indvirkningen af ændringer af disse niveauer angives.

<https://www.dataholz.eu/en.htm>: Webstedet (på engelsk og tysk) viser oplysninger om de akustiske ydeevneniveauer (samt om brand og andre parametre) for forskellige vægdesign.

Deckenkonstruktionen für den mehrgeschossigen Holzbau: Et dokument, der er publiceret af Institute of Timber Engineering and Wood Technology i Østrig, som indeholder oplysninger om lodrette og vandrette skilleelementer og deres ydeevneniveauer: <https://www.irbnet.de/daten/rswb/15049000686.pdf>

Ordliste

Amplitude: Karakteriserer omfanget af variationer i en given mængde. I akustik refererer amplitude til variationerne i lydbølgens tryk.

Decibel: En enhed, der defineres som værende 10 gange logaritmen i base 10 af forholdet mellem to effekter [dB].

Diskontinuerlig konstruktion: En teknik, der omfatter isolering eller adskillelse af elementer for at forhindre transmission af vibrationer mellem disse elementer.

Filtreringsfrekvens: Den kritiske frekvens, hvor vibrationerne er stærkest. I en bygning skal denne frekvens være uden for en hørbar frekvensskala.

Flanketransmission: Lyd, der transmitteres via de elementer, som ligger lige op ad det element, der adskiller to rum (vægge, loft eller gulv).

Frekvens: Antallet af svingninger af en gentaget hændelse pr. tidsenhed angivet i hertz [Hz].

Gevinst: Bruges til at kvantificere de fordele, ét system vil have i forhold til et andet.

Indfaldende bølge: En lydbølge, der kommer i kontakt med skilleelementet.

Støjforurening: Dét, der opfattes som støjforurening, er subjektivt og er den måde, som vi opfatter lyde omkring os på. Støjforurening har ingen indvirkning på vores høresans, men på vores livskvalitet (træthed, stress osv.).

Tryk: Den kraft, der udøves af en væske pr. arealenhed, angivet i pascal [Pa].

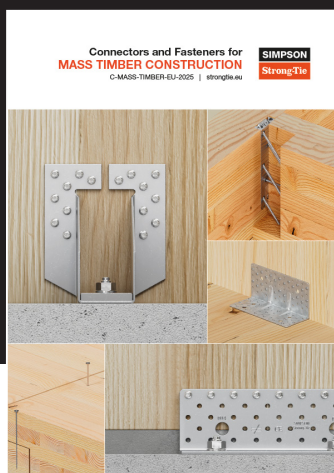
Genlyd: Lydens vedholdenhed i et rum, efter lydkilden er blevet stoppet.

Lyd: En bølge, der forplanter sig via et transmissionsmedie ved at få molekylerne til at vibrere.

Lydreduktionstal: Karakteriserer det omfang, som en fysisk mængde, reduceres, når den passerer gennem et materiale. I forbindelse med akustik refererer det til den lydmængde, der stoppes af et materiale eller et produkt.

Vibrationsreduktionsfaktor: En samlings evne til at dæmpe de vibrationer, der passerer igennem den.

Se katalogerne til alle vores løsninger på:



strongtie.dk



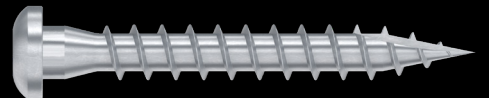
Solid-DriveTM



High-Performance Structural Wood Fasteners.



For inclined and angled installations of our Solid-Drive screws, we recommend using the GSCREW installation guide.



When it comes to structural fasteners, Solid-Drive is the only name you need to know. Our professional-grade screws and nails are precision engineered for strength, versatility and reliability. With innovative designs that make driving fast and easy, the entire Simpson Strong-Tie® Solid-Drive line helps keep installed costs low while meeting the highest demands. Our broad selection of fasteners is available in a wide variety of lengths for any application.

To learn more, go to **strongtie.eu**

SIMPSON
Strong-Tie[®]