

Akustikk i trebygninger

Veiledninger og anbefalinger



F-AKU-NO-2023

Innhold

1. Introduksjon	3
2. Akustikk i trebygninger	5
Lyd	6
Akustikk i bygninger	8
Akustikk i bygninger med bindingsverk	9
Eksempel på yteevnenivåene med trevegger	10
Parametre til beregning av 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 Montasjeverktøy for ABAI	20
4. Akustiske løsninger	23
Ulike akustiske løsninger	24
Montering uten et SIT-isoleringsbånd	26
Montering av et SIT-isoleringsbånd	
Montering av et SIT-isoleringsbånd under veggen	27
Montering av et SIT-isoleringsbånd under veggen og beslaget	28
Montering av et SIT-isoleringsbånd under veggen med et ABAI-vinkelbeslag	29
5. Eksempler fra reelle bruksområder	31
Prosjekt i Frankrike, Gaité Montparnasse	32
Prosjekt i Belgia	34
Prosjekt i England	34
Prosjekt i Frankrike	35
Prosjekt i Frankrike	35
6. Referansedokumenter	36
7. Ordliste	37

Introduksjon



I dagens byggebransje har akustisk komfort stadig rykket fremover til å nå en av topplassene i listen over kvalitetskriterier. Forskjellige lydkilder er store irritasjonsmomenter som kan spre seg gjennom bygninger og sno seg fram til jobb- og fritidsområder. Spesifikke konstruksjonstiltak og -mål må defineres mens prosjektet er fortsatt på tegnebrettet for å hindre at lyd sprer seg senere. Tømmer byr på mange fordeler når det gjelder å planlegge og konstruere bygninger, selv om det krever en mer dypgående akustisk studie enn bygninger av betong.

For å bestemme en bygnings akustiske ytelse så presist som mulig må egenskapene defineres for hvert byggeelement. Det er årsaken til at Simpson Strong-Tie har valgt å lage denne veilederen og presentere det høyt ytende utvalget av akustiske beslag og festemidler for bygg. Hver løsning har en illustrasjon og er støttet av et omfattende sett med forsøksresultater fra laboratorier.

Vårt mål med denne veilederen er å gi tydelig innsikt i løsningene som tilbyr overlegen ytelse for å redusere lydoverføring i elementbygg.





Akustikk i trebygninger

Lyd	6
Akustikk i bygninger.	8
Akustikk i bygninger med bindingsverk.	9
Eksempel på yteevnenivåene med trevegger	10
Parametre til beregning av lydforplantning	12

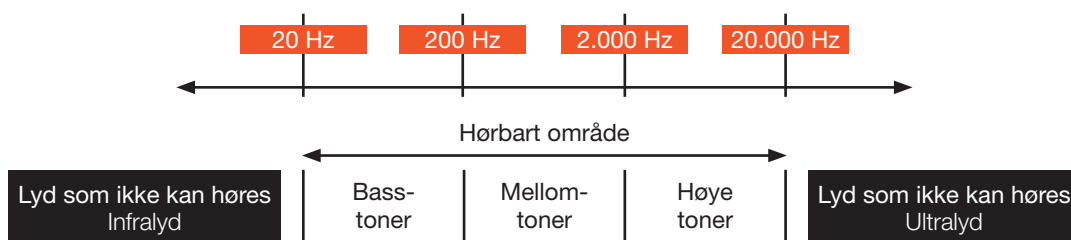
Akustikk i trebygninger

Lyd

Lyd er en bølge som forplanter seg gjennom et overførende medium ved å få molekylene til å vibrere. Disse vibrasjonene skaper trykk på trommehinna, som vi så oppfatter som lyd. Det fins flere karakteristikk-ker for å definere lyd. I denne veilederen fokuserer vi på to spesifikke karakteristikker, nemlig frekvens (uttrykk i hertz – Hz) og amplitude og intensitet (målt i desibel – dB).

Hørbar frekvensskala

Frekvensen til en lyd refererer til antall svingninger per sekund og avgjør om lyden har høy eller mørk lyd. Det menneskelige øret er bare i stand til å oppfatte lyd i frekvensbåndet mellom 20 Hz og 20 000 Hz.



Definisjon av lydampplitude

Amplitude er det som utgjør forskjellen mellom en stille lyd (hvissing) og en høy lyd (et jettfly som letter). Det fins to forskjellige typer lydnivå:

- L_w : lydintensitetsnivået er styrken som trengs for å generere lydbølger
- L_p : lydtrykknivået samsvarer med den lyden vi kan høre

Lydnivåene kan defineres med følgende formel:

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

Husk at en dobling av trykket øker amplituden med 6 dB, mens en dobling av intensiteten til lydkilden bare øker amplituden med 3 dB.

For å forstå hvorfor det skjer må vi gå videre fra den forrige formelen:

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

Se for deg lydtrykknivå L_{p1} for lydtrykk P_e og lydintensitetsnivå L_{w1} for lydintensitet 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 dobles får vi:

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

Hvis vi nå dobler intensiteten til lydkilden får vi:

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

Intensitetsnivå
= faktisk lyd som blir
generert



Trykknivå
= oppfattet lyd
(påvirket av omgivelsene)

Forklaring:

P_e : faktisk lydtrykk [Pa]

P_0 : referanselydtrykk
($2,10^{-5}$ Pa)

W_e : faktisk intensitet [W]

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

S_e : målt overflateareal [m^2]

S_0 : referanseoverflateareal
(1 m^2)

Akustikk i trebygninger

Decibelskala

Lydintensitet uttrykkes i desibel med en skala fra 0 dB(A), som er den absolutte terskelverdien for menneskets hørsel, til omtrent 120 dB(A), som er den øvre grensen for lyder vi kan regne med å høre i omgivelsene våre.

- **Referanseterskelverdi: 0 dB(A)**

Dette tallet samsvarer med det minimale trykknivået som trengs for at ørene våre skal kunne høre lyd. På disse lave nivåene, kan vi høre lyder fra kroppen vår (ledd, hjerteslag, blodstrøm osv.), som kan være ganske foruroligende.

- **Nivåer der de ikke-hørbare effektene til støy gjør seg merkbare: 40-50 dB(A)**

Når vi utsettes for nivåer over 40 dB(A) om natten og over 50-55 dB(A) om dagen, anser Verdens helseorganisasjon (WHO) det som området for hvor negative helseeffekter fra støy oppstår. Disse inkluderer søvnforstyrrelse, ubehag, større risiko for hjerte- og karsykdommer, konsentrasjonsvansker og reduserte kognitive evner.

- **Risikogrense for hørsel: 80 dB(A)**

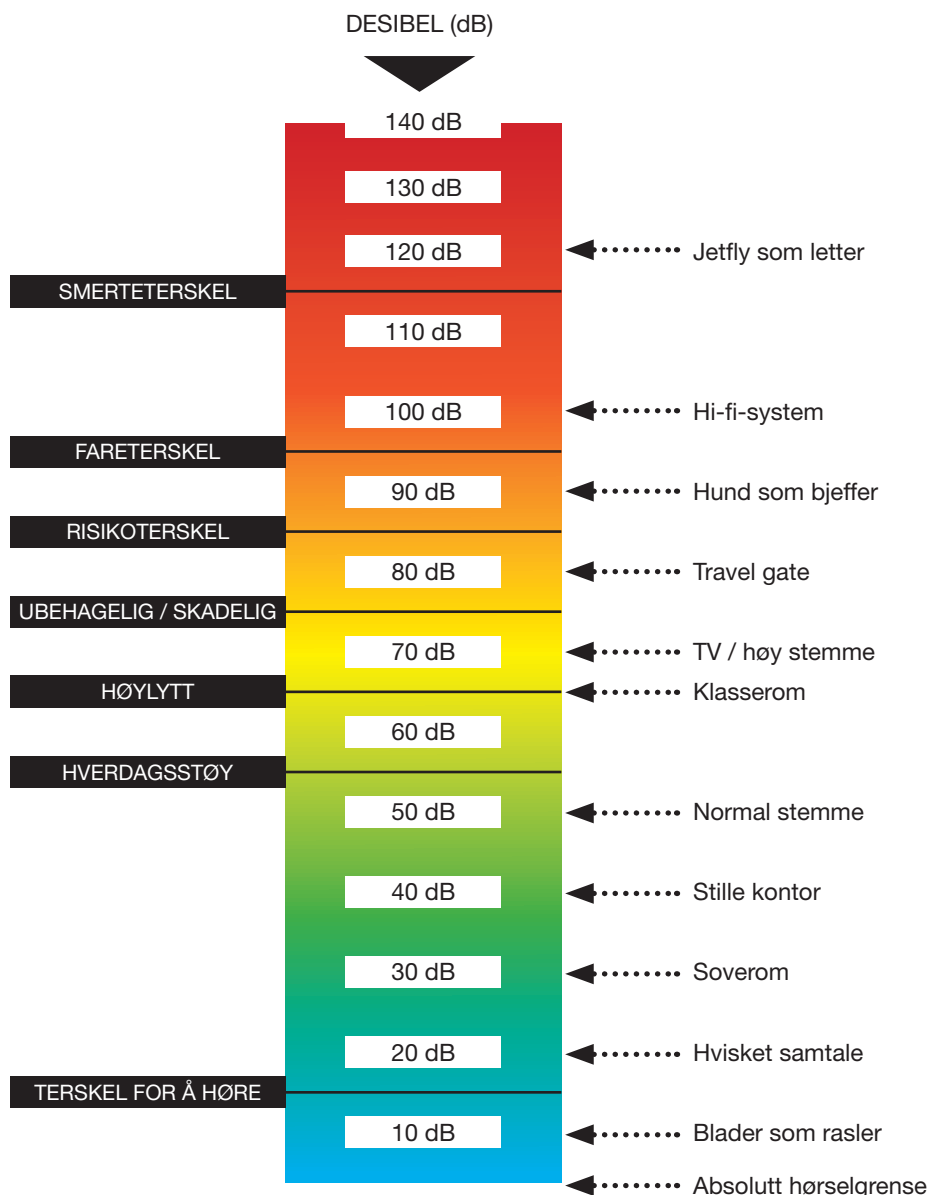
Dette er en viktig verdi, fordi den brukes i reguleringer for «håndtering av støy på arbeidsplassen». Hvis arbeidere må utsettes for denne grenseverdien må arbeidsgiveren gi informasjon om potensialet for hørselskader, tilby hørselstester (valgfritt), og utstyre ansatte med egnet hørselvern. Ved 80 dB(A) og over utgjør hvor lenge man utsettes for lydkilden en vesentlig risikofaktor.

I henhold til reguleringer for «håndtering av støy på arbeidsplassen», må hørselvern brukes hvis ansatte utsettes for et nivå på 85 dB(A) i en åtte-timers periode.

- **Smerteterskel: 120 dB(A)**

120 dB(A) er terskelverdien for hvor smerte begynner å føles. Du får vondt i ørene. Dette er en advarsel, om dog en sen en!

Fareterskelen for hørsel og terskelen for å føle smerte ligger omlag 40 dB(A) fra hverandre.

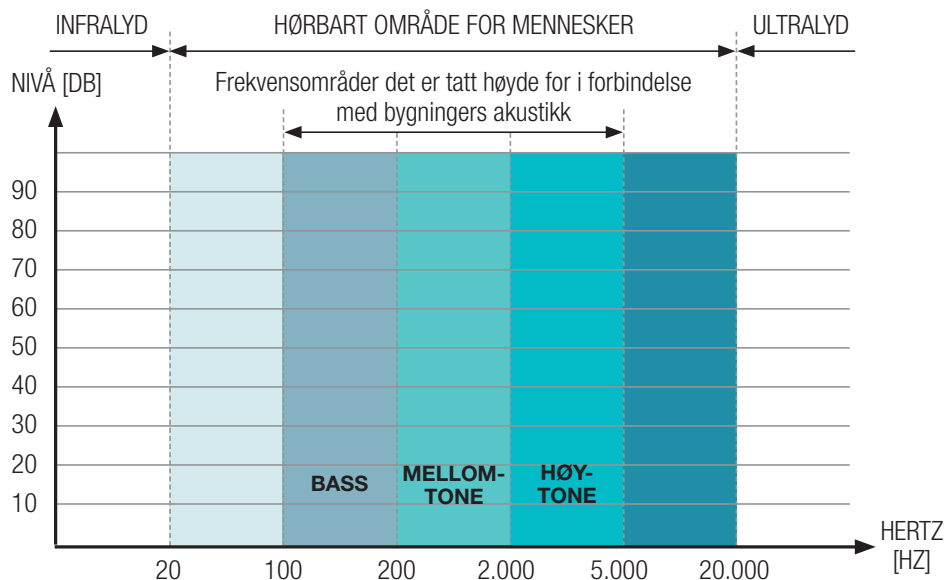


Akustikk i trebygninger

Akustikk i trebygninger

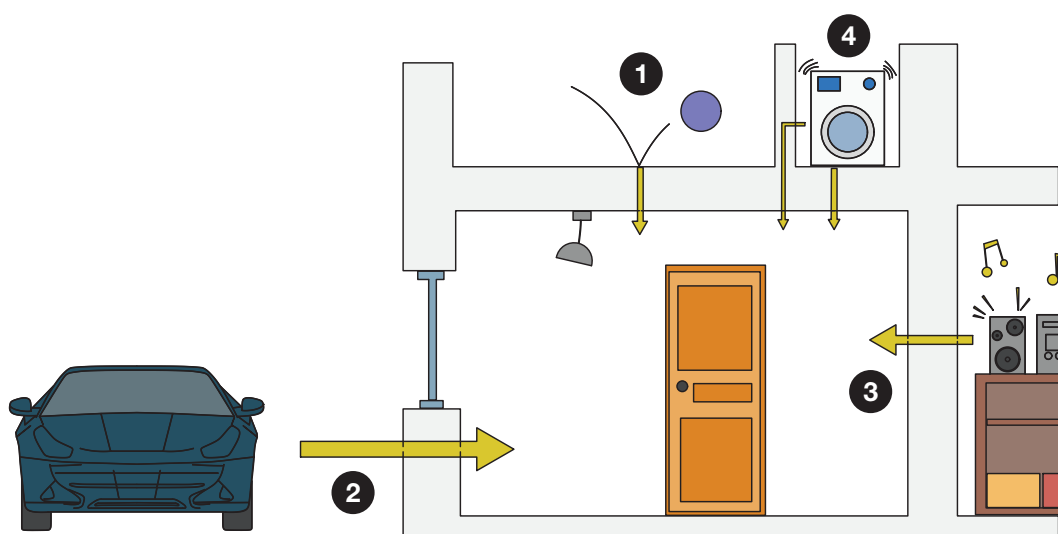
Støy i bygninger har en veldig direkte innflytelse på hverdagshelse og livskvalitet. Standarder og reguleringer har blitt implementert for å garantere den best mulige akustiske komforten for beboere og brukere av bygninger.

Personer oppfatter lave frekvenser på en annen måte enn andre frekvenser. De kan ikke høres med lav amplitude, men når de blir hørbare, øker følelsen av amplituden deres raskere enn for andre frekvenser. Det fins en løsning for dette problemet som involverer å skille konstruksjonselementene for å hindre lavfrekvente bølger i å spre seg.



Forskjellige støykilder

Regelverket skiller mellom forskjellige lydkilder, slik som trinnlyd (gange, fallende gjenstander, slamrende dører osv.), utendørs luftlyd (fly og trafikkstøy), innendørs luftlyd (TV, tale osv.) og støy fra tekniske installasjoner, som er en kombinasjon av intern luftlyd og trinnlyd.



- 1 Trinnlyd:**
Trinnlyd skapes direkte av en gjenstand som støter sammen med et skilleelement, som får det til å vibrere. Det er også kjent som strukturelyd.
- 2 Ekstern luftlyd:**
Når ekstern luftlyd kommer i kontakt med element, får den fasaden til å "vibrere".
- 3 Intern luftlyd:**
Når intern luftlyd kommer i kontakt med en elementvegg sprer den seg gjennom alle tilstøtende elementer.
- 4 Støy fra tekniske installasjoner:**
Støy fra tekniske installasjoner kan overføres både som luft- og som trinnlyd (vibrasjoner fra vaskemaskiner, heiser osv.).

Akustikk i trebygninger

Akustikk i bygg med bindingsverk

En løsning for god akustisk isolasjon som ofte brukes i bygningsindustrien er å øke massen til skilleelementene. Jo tyngre elementet er, desto vanskeligere er det å få det til å vibrere. Dette er også kjent som masseloven.

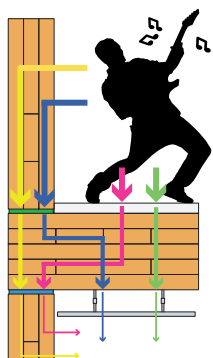
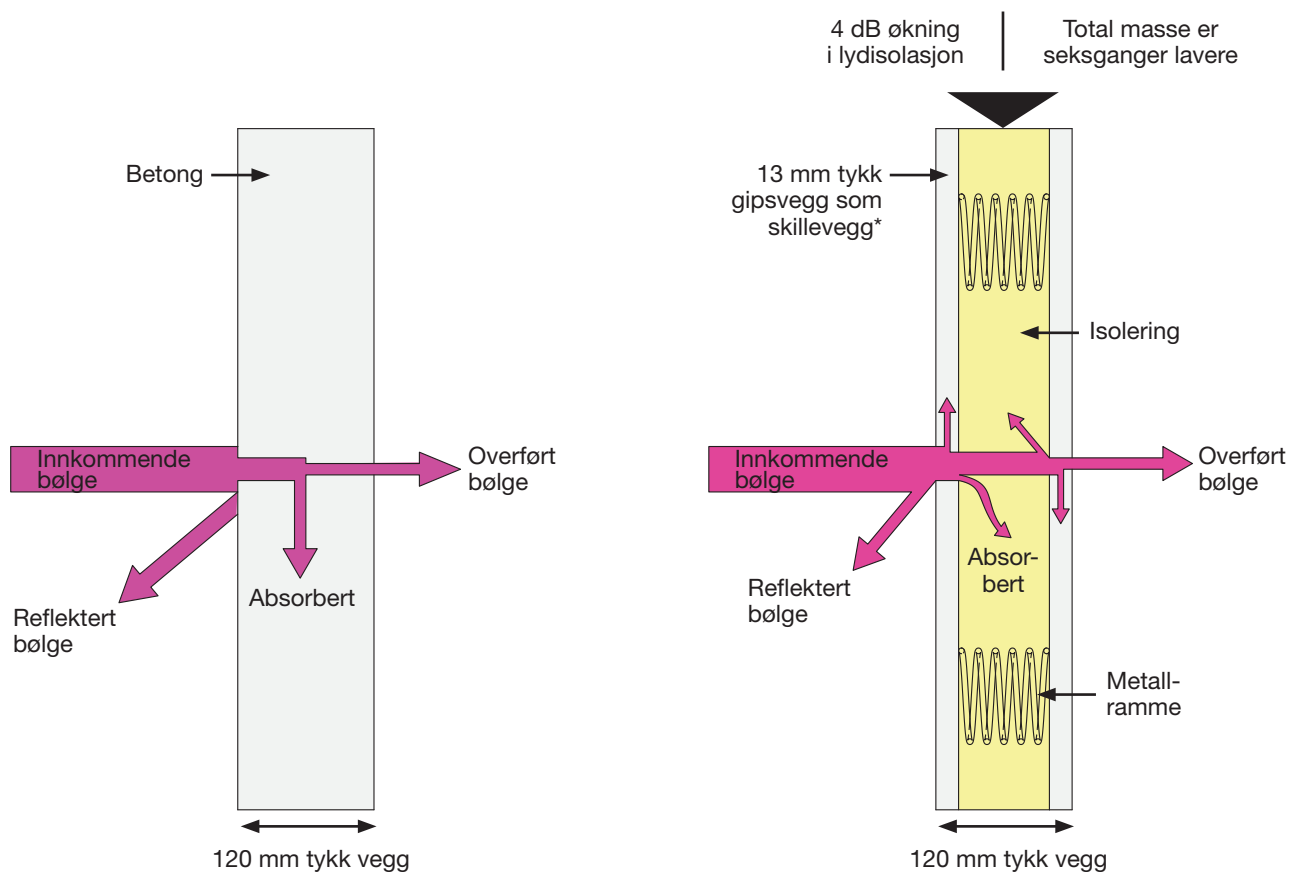
Men det å øke massen til skilleelementer er lettere sagt enn gjort. Det forklarer hvorfor fjær-masse-systemet kan brukes, som omfatter separere to elementer med et materiale som fungerer som en fjær, som luft eller isolasjon.

Å øke tykkelsen til isolasjonen mellom skilleelementene påvirker bare byggets ytelse i forhold til temperatur, men ikke lyd. I motsetning til en vanlig misforståelse forbedrer en økning av den termiske isolasjon ikke også lydisolasjonen.

En siste løsning er å skille de forskjellige elementene (usammenhengende konstruksjon). Hvis ett element vibrerer, men ikke det neste, blir lyd ikke overført og derfor forblir den der den er.

Masselov: fjær-masse-system

For et gitt materiale er lydisoleringsytelsen bedre jo høyere tettheten er!



Når den innkommende bølgen kommer i kontakt med et materiale blir deler av bølgen reflektert og absorbert mens resten av bølgen overføres inn i det tilstøtende rommet.

Når det gjelder akustikken til en bygning, er prinsippet enkelt, dvs. at en økning av massen øker ytelsen. En fordel med bygg med bindingsverk er den lette strukturen (~550 kg/m³ for kryss-laminert tømmer (CLT) sammenlignet med ~2200 kg/m³ for betong) som er en svakhet i akustisk ytelse i følge masseloven. I dette tilfellet trengs en kombinasjon av forskjellige metoder for å oppnå ønskede ytelsesnivåer (isolering, ekstra masse og sammenhengende konstruksjon).

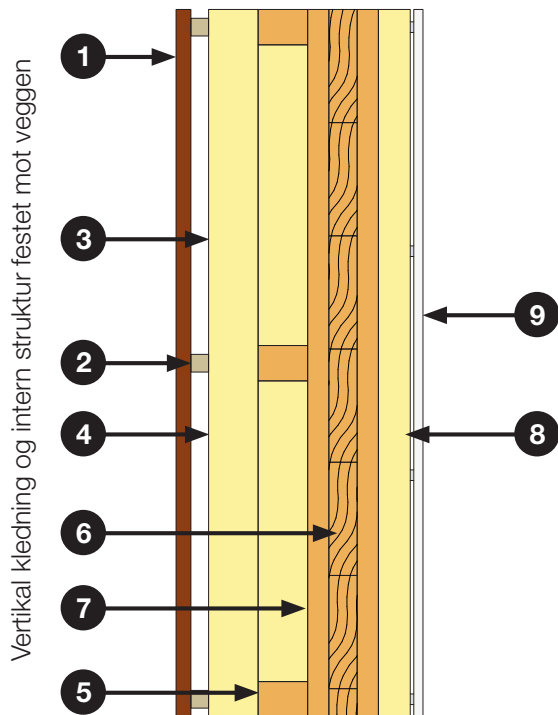
Simpson Strong-Tie tilbyr flere løsninger for sammenhengende konstruksjon, spesielt for isolerte skilleelementer og lufttette veggssammenkoblinger.

Akustikk i trebygninger

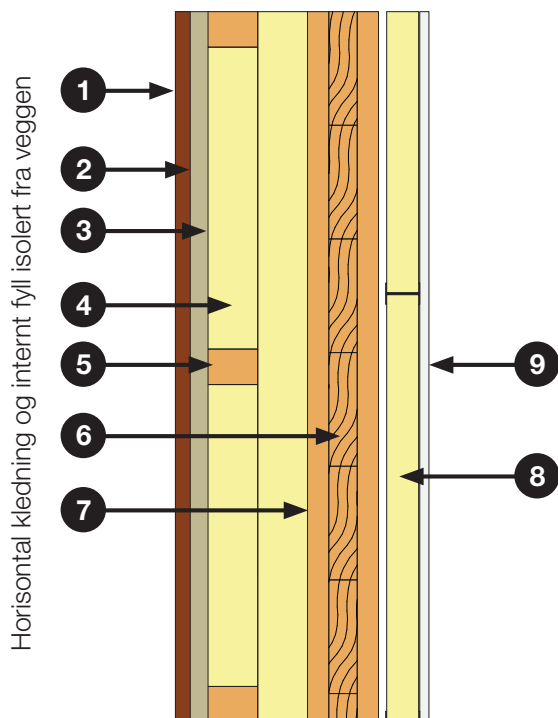
Eksempel på ytelsesnivåer med trevegger

ACOUBOIS-studien, som ble finansiert av CODIFAB, gir opplysninger om yteevnen for isolerte veggbekledninger basert på forskjellige parametere. Eksemplet under beregner lydreduksjonsindeksen for ekstern lyd $R_w + C_{tr}$.

Frontvegg laget av krysslaminerte tømmerpaneler (CLT – cross-laminated timber): $[R_w + C_{tr}]_{base} = 39 \text{ dB}$



- 1 21 mm utvendig kledning (not og fjær)
- 2 Utlekking som lager et hulrom på minst 25 mm
- 3 Pustende membran
- 4 Dobbelt lag stiv eller halvstiv mineralullisolasjon (maks. 70 mm) lagt mellom lekterne.
- 5 70x50 mm² reisverk.
- 6 CLT-panel minst 93/94 mm tykk (avhengig av teknisk godkjenning)
- 7 Dampsperre ved behov
- 8 Metallsinner med mellomstøtter som inneholder 45 mm mineralull- eller biobasert isolasjon, eller
 - vannrette eller loddrette utlekkinger som inneholder 45 mm mineralull- eller biobasert isolasjon: $\Delta[R_w + C_{tr}] = -5 \text{ dB}$
 - 48 mm metallektre atskilt fra trerammen, som inneholder 45 mm mineralull- eller biobasert isolasjon: $\Delta[R_w + C_{tr}] = +1 \text{ dB}$
- 9 Innvendig kledning med ett lag gipsplate eller
 - 1x13 mm akustisk gipsplate: $\Delta[R_w + C_{tr}] = +4 \text{ dB}$
 - 1x18 mm gipsplate: $\Delta[R_w + C_{tr}] = +4 \text{ dB}$



Tre rettelser kan kombineres. Summen når toppen ved $\Delta[R_w + C_{tr}] = +8 \text{ dB}$
 Hele ACOUBOIS-studien er tilgjengelig på CODIFAB sitt nettsted (<https://www.codifab.fr>).

Dette eksemplet viser de fordelaktige effektene til:

- En atskilt struktur; separere lekterne kan øke ytelsen med 1 dB.
- Økt masse; bruk av 13 mm akustiske gipsplater (som er tyngre) kan øke ytelsen med opptil 4 dB.

Noen design kan oppnå enda bedre forbedring av ytelsen.



Akustikk i trebygninger

Parametere for beregning av lydspredning

Internt lydreduksjonstall og trinnlydnivå

Det å gjennomføre en studie angående bygningers akustiske ytelse kan gi en bedre forståelse av hvordan lyd kan spre seg i de forskjellige rommene i bygningen.

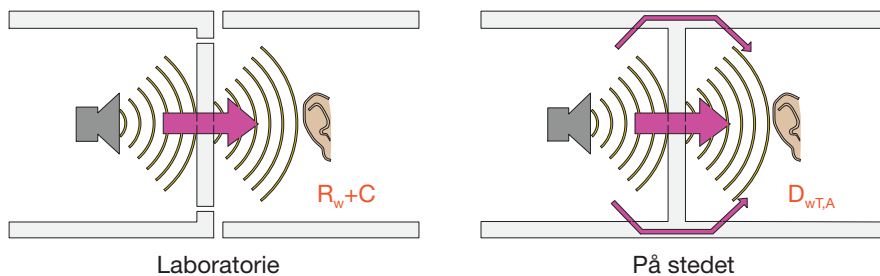
Det er definert mange parametere for hvordan man kvantifiserer akustikk lyd evne. Flere parametere brukes til å evaluere den akustiske ytelsen til skillevegger, som lydreduksjonstallet $R_w(C;C_{tr})$, mens andre evaluerer det vektete trykknivå av standardisert impulsstøy $L_{n,w}$.

Enkelte bygningsspesifikke parametere evaluerer akustisk ytelse på stedet, nemlig den vektete standardiserte nivåforskjell $D_{nT,w}(C;C_{tr})$ og veid normalisert trinnlydnivå $L'_{nT,w}$.

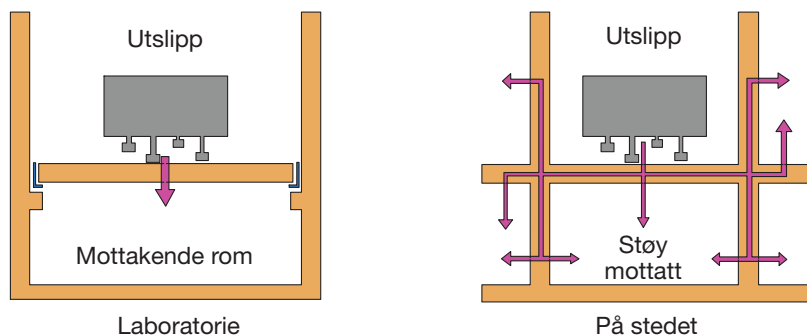
Verdiene for R_w og $L_{n,w}$ brukes i laborietester der det globale nivået $L_{n,w}$ beregnes i henhold til EN ISO 717-2 fra spektrum L_n , og lydtrykket i dB i rommet som mottar lyden, måles i laboriet i henhold til EN ISO 10140-1 og 3.

Disse laborietestverdiene avviker fra feltmålingene fordi modellene som brukes for laborietestmålingene ikke kan gjenskape flanketransmisjon (struktureloverført lyd), defekter og andre forskjeller i bygningens konstruksjon.

Luftbåren lyd



Impulsstøy

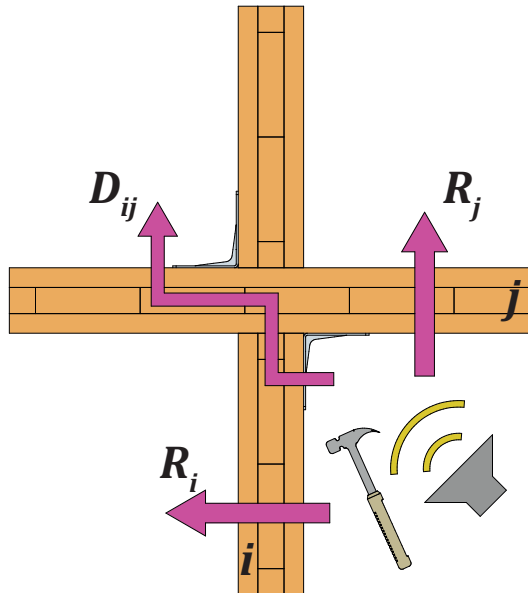


Akustikk i trebygninger

Beregne flanketransmisjon – Gerretsen-metoden (1986) – EN 12354-1

EN 12354, som ble utgitt for første gang i 2000, inneholder beregningsmodeller for å anslå luftlydisolasjonen mellom tilstøtende rom i bygninger. Standarden er basert på Gerretsenmodellen og bruker måledata som karakteriserer direkte eller indirekte flanketransmisjon fra de involverte bygningsselementene.

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



R_{ij} er flankelydreduksjonstallet i henhold til transmisjonsbanen fra i til j

R_i og R_j er lydreduksjonstallene for henholdsvis elementene i og j

D_{ij} og D_{ji} er vibrasjonsreduksjonsfaktorene for banene i til j og j til i

S_0 er referanseområdet som er lik 10 m²

S_i og S_j er overflateområdene til elementene i og j

Det som gjør denne beregningsmetoden mest interessant for oss er at den tar hensyn til banen lydbølgen beveger seg langs. I bindingsverk er Simpson Strong-Tie beslag en avgjørende del av sammenkoblingen mellom de forskjellige konstruksjonselementene, noe som betyr at de spiller en avgjørende rolle i bygningens akustiske ytelse.

EN 12354 inneholder enheter for å uttrykke vibrasjonsreduksjonstallene mellom to konstruksjonselementer i og j : K_{ij} , som du finner i kapittel 5 i denne veilederen sammen med tilhørende løsning fra Simpson Strong-Tie, samt i de følgende formler:

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

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

l_{ij} er felleslengden på sammenkoblingene mellom elementene i og j

Dette gjør det mulig for oss å beregne lydreduksjonstallet R_{ij} for hver transmisjonsbane og dermed bestemme det feltmålte lydreduksjonstallet R' :

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

R er lydreduksjonstallet til de forskjellige elementene.

Det feltmålte lydreduksjonstallet R' lar oss beregne den standardiserte nivådifferansen D_{nT} :

$$D_{nT} = R' - 10\log\left(\frac{V}{6T_0S_s}\right)$$

T_0 er referanseetterklangstiden (tilsvarer 0,5 sek.)

V er volumet til mottakende rom [m³]

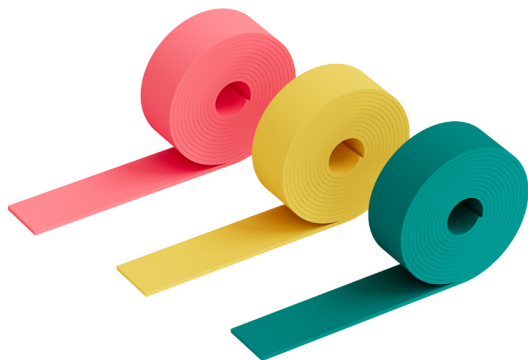
S er overflatearealet til elementet som skiller rommene [m²]



Egnede produkter

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

Egnede produkter



SIT Akustisk isoleringsbånd

SIT lyddempingsmateriale anbefales til samlinger mellom CLT elementer hvor høy lydisolering kreves. SIT monteres i samlinger mellom vegg- og gulv-/takelement og sørger for at den akustiske forbindelse mellom elementene forhindres. Type SIT velges ut fra belastningen på materialet.

SIT er fremstilt av Polyuretan med lukket cellestruktur og kan derfor benyttes i både tørre og fuktige omgivelser, uten at materialet suger fukt.

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

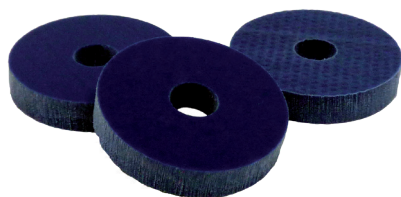
Fordeler:

- Enkel montering – plasseres direkte mellom CLT-paneler eller ved tilkoblingspunkter
- som beslag og skruer
- Absorberer vibrasjoner
- Bidrar til lufttetting og reduserer utilsiktet luftgjennomstrømning
- Anslått levetid på 50 år

Egenskaper

Referanse	Farger	Tykkelse	Statisk bæreevne [N/mm²]		Belastnings- topper [N/mm²]	Statisk E-modul [N/mm²]	Dynamisk E-modul [N/mm²]	Statisk skjærmodul [N/mm²]	Dynamisk skjærmodul [N/mm²]
			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	Grønn	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	Grønn	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-skivene kombineres med SIT-isolasjonslister for å lage et støyreducerende system i bygninger av CLT som krever overlegen lydytelse. Isolasjonsskiven plasseres mellom en metallskive og CLT når de monteres sammen med skruer, noe som hindrer vibrasjoner fra å spre seg gjennom festemidlene.

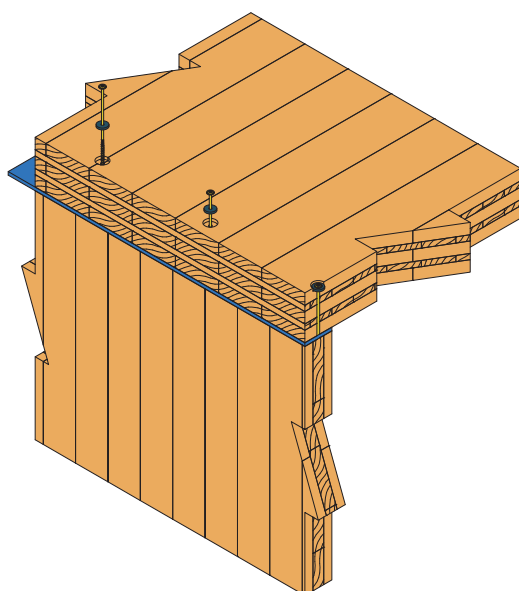
Materiale: Polyuretan med lukket cellestruktur

Fordeler:

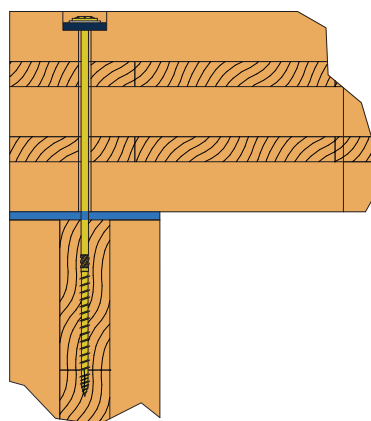
- Redusert lydoverføring mellom konstruksjonskomponenter
- Forbedret forsegling mot trekk

Egenskaper

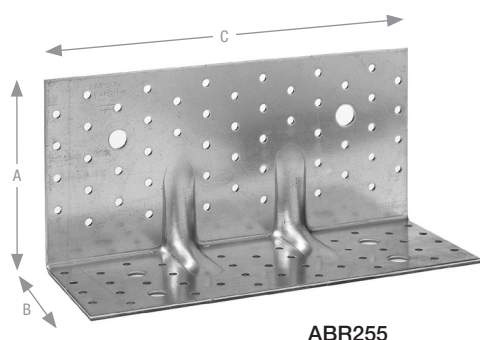
Art nr.	Skrue-diameter [mm]	Dimensjoner for isolerings skive [mm]				Forboret hull [mm]	
		Innvendig diameter	Utvendig diameter	Tykkelse	Klaring	Diameter ugjenget parti	Ytre diameter av isolerings skive
SITW-M0608	6 eller 8	8,5	34	6	0,5	8 eller 10	35
SITW-M1012	10 eller 12	12,5	49	6	0,5	12 eller 14	50



Hull må forbores i det første CLT panelet for å hindre at vibrasjonene overføres gjennom de ikke-gjengede delene av skruen.



Egnede produkter



ABR255 Forskyvningsvinkel til CLT konstruksjoner

ABR255 benyttes primært i CLT konstruksjoner, hvor det kan forekomme store horisontale forskyvningskrefter (F_2 / F_3).

Materiale: Galvanisert stål. Stålkvalitet: S250GD. Sinklagstykkelse = 20 μm . Tykkelse: 3 mm

Innfesting: Til innfesting i tre brukes CNA4,0x ℓ beslagspiker eller CSA5,0x ℓ beslagsskruer. Til innfesting i betong brukes til M12 bolter.

Fordeler:

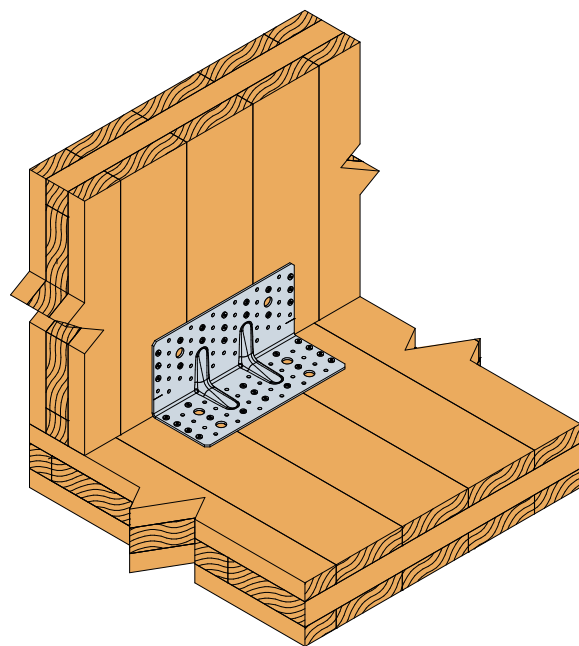
- Perfekt til bruk i bygninger av CLT
- Veldig allsidig: Kan festes til tre eller betong
- Overlegen ytelse overfor krefter i horisontal ($R_{2,k} / R_{3,k}$) og vertikal retninger ($R_{1,k}$)

Dimensjoner

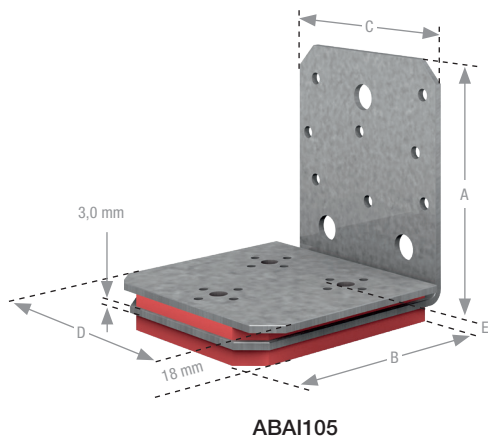
Art nr.	Dimensjoner [mm]				Hull, flik A		Hull, flik B	
	A	B	C	t	Ø5	Ø14	Ø5	Ø14
ABR255	120	100	255	3	52	2	41	4

Karakteristiske verdier – Tre/tre samling – Delvis utspikring

Art nr.	Utspikring			Karakteristisk bæreevne – Tre i kategori C24 – Ett enkelt beslag [kN]							
	Flik A Antall	Flik B Antall	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



ABAI Lydabsorberende vinkelbeslag til CLT

ABAI105 er et spesialutviklet bygningsbeslag som gir muligheten for en statisk bærende kobling mellom CLT gulv-, vegg- og tak elementer, som er lydisolert med et 12 mm lag av SIT.

Materiale: Galvanisert stål. Stålkvalitet: S250GD. Sinklagstykkelse = 20 µm. Tykkelse: 3 mm

Innfesting: Festing mot bunnplaten skal gjøres med spesielle skruer fra Simpson Strong-Tie® SDS25600 (6,35x152 mm). For å få en godkjent montering må man bruke en MOABAI monteringsmal

Fordeler:

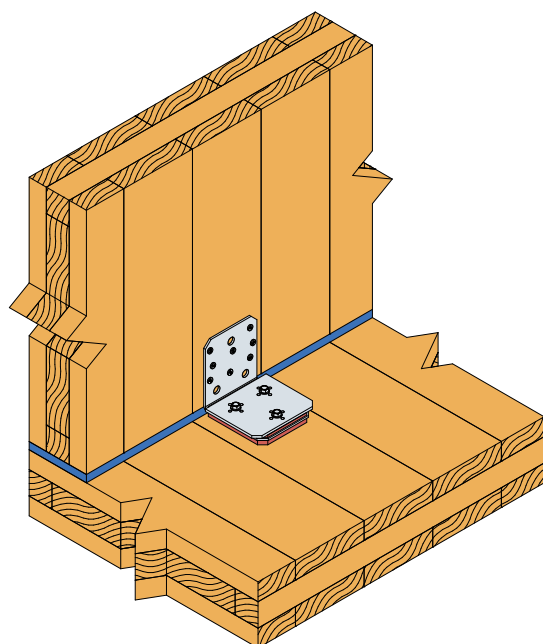
- Redusert lydoverføring mellom konstruksjonskomponenter
- Forbedret forsegling mot trekk
- Rask montering

Dimensjoner

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

Karakteristiske verdier – Tre/tre samling – Full utspikring

Art nr.	Innfesting				Karakteristisk bæreevne – Tre i kategori C24 – Ett enkelt beslag [kN]			
	Flik A		Flik B		$R_{1,k}$	$R_{2,k} = R_{3,k}$	$R_{4,k}$	$R_{5,k}$
	Antall	Type	Antall	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



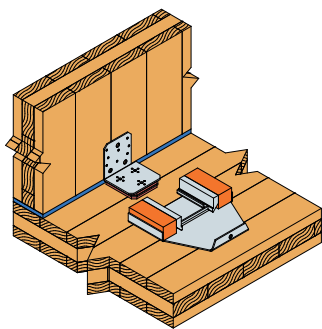
MOABAI Monteringsmal for ABAI

Denne malen brukes til å montere det lydisolerte vinkelbeslaget ABAI. Den forebygger at den lydisolerte listen blir knust når beslaget blir montert.

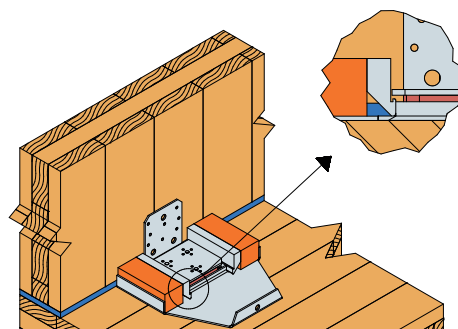
Fordeler:

- Forhindrer knusning av SIT strimlen

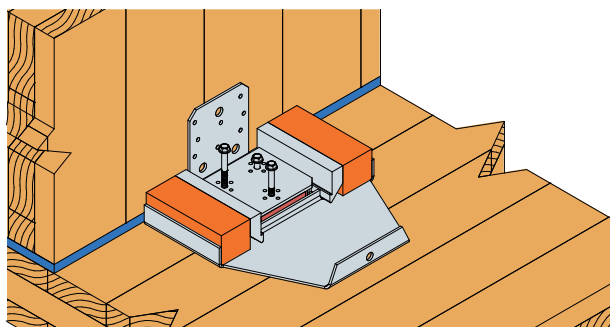
MOABAI-MONTERINGSMAL



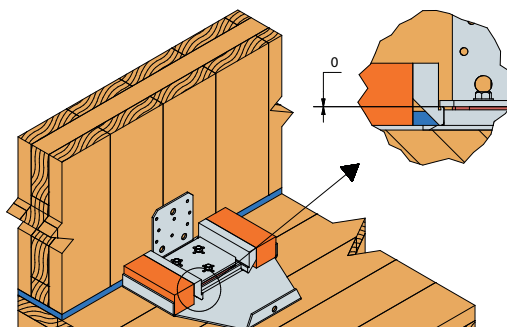
1 Plasser ABAI beslaget.



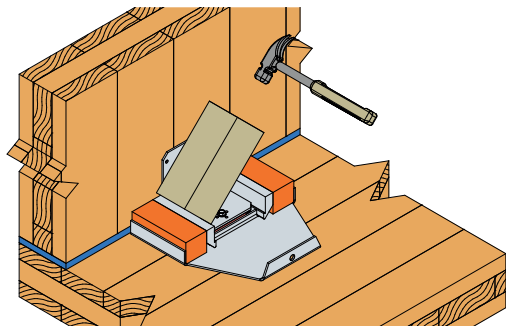
2 Legg MOABAI-malen under den øvre platen på beslaget.



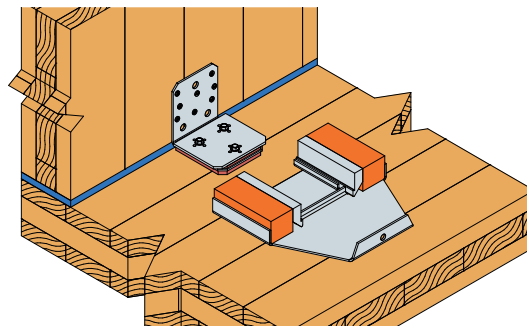
3 Skru inn spesialskrue (SDS25600) med den medfølgende bitsen...



4 ...til den øvre platen på beslaget berører kantene til avstandsblokkene.



5 Ta bort avstandsblokkene ved å banke forsiktig med en hammer mot en trekloss.



6 Trekk MOABAI-malen mot deg og spikre ABAI beslaget mot vegg med CNA 4,0x60 beslagspiker.

Solid-Drive™

**Festemidler til CLT
og Massivtre**



SIMPSON

Strong-Tie®



Akustiske løsninger

Ulike akustiske løsninger	24
Montering uten et SIT-isoleringsbånd.	26
Montering av et SIT-isoleringsbånd	
- under veggen.	27
- under veggen og beslaget.	28
- under veggen med et ABAL-vinkelbeslag	29

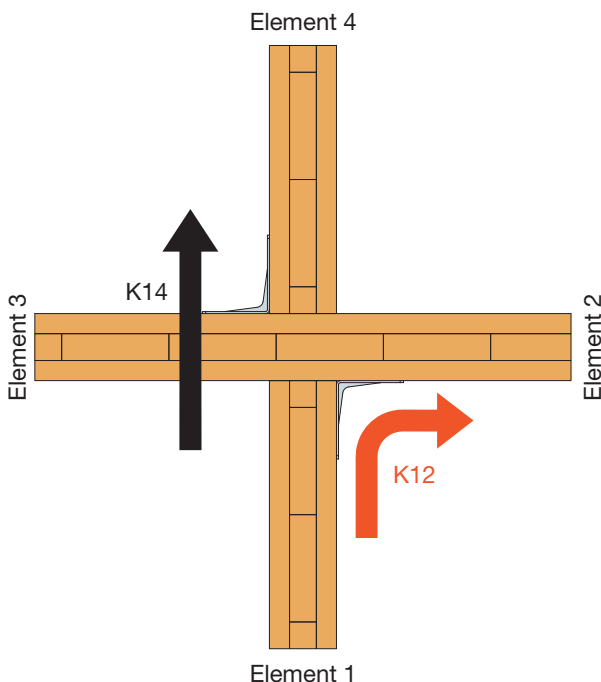
Akustiske løsninger

Ulike akustiske løsninger

Den akustiske ytelsen til produktutvalget fra Simpson Strong-Tie har blitt vurdert av BOIS HD-laboratoriet (eid av ESB-gruppen). Resultatene er tilgjengelig i rapporten BHD18705 (versjon fra 21.10.2019).

Verdiene vil vibrasjonsreduksjonstallene K_y har blitt bestemt gjennom testing i henhold til EN ISO 10848-1:2017 og EN ISO 10848-4:2017, som spesifiserer henholdsvis beregningsmetodene for vibrasjonsreduksjonstallene og testmetodene.

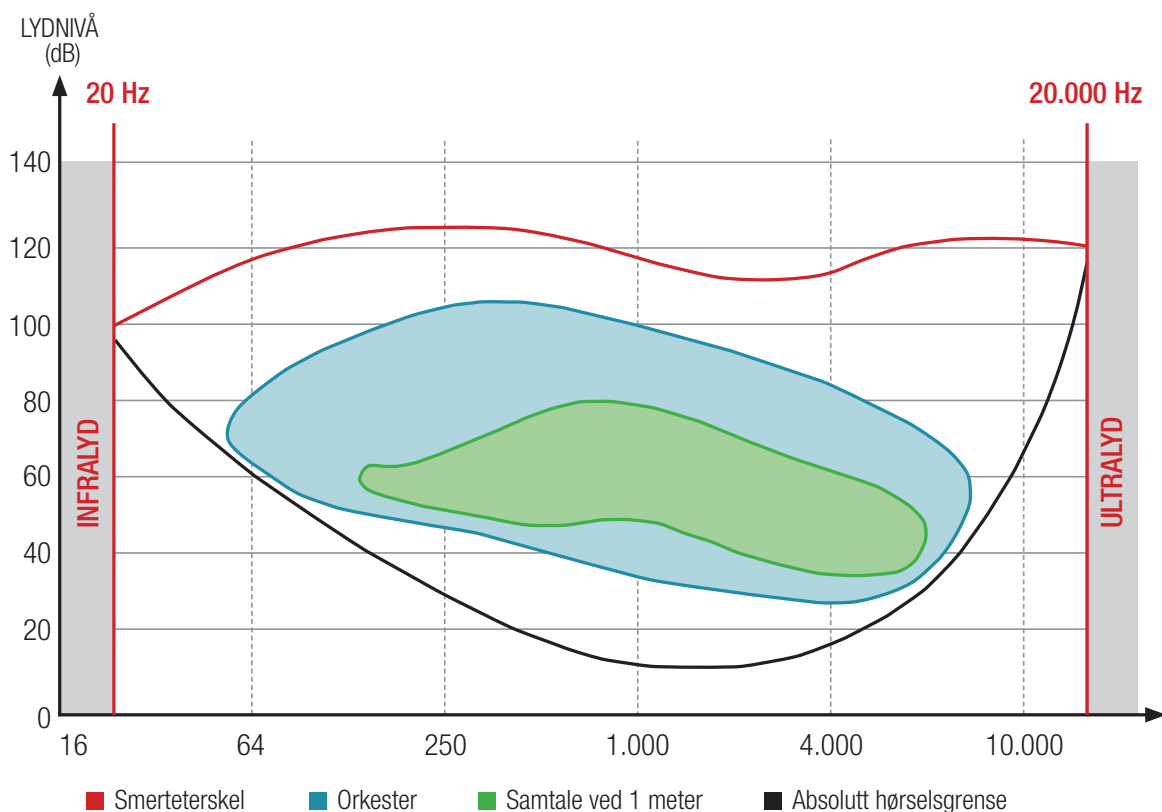
Konfigurasjonen til dette eksemplet viser en X-formet sammenkobling med skillegulv, og nakne gulv og vegger. To vibrasjonstransmisjonsbaner er identifisert i følgende diagram: fra element 1 til element 2, som representerer sammenkoblingen mellom nedre vegg og gulvet, og fra element 1 til element 4, som viser transmisjonsbanen mellom to vegger gjennom gulvet.

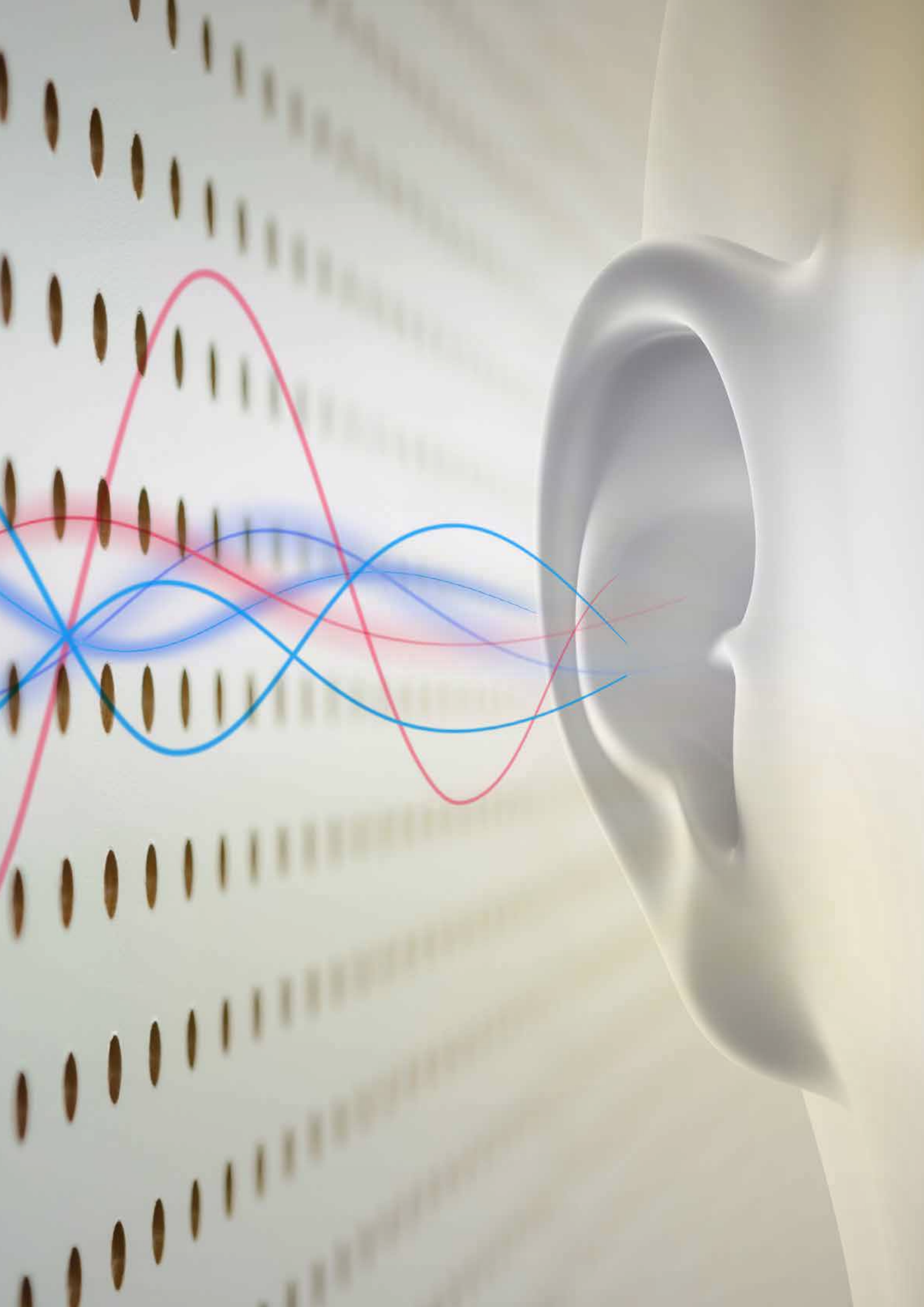


For å sikre at resultatene i denne veilederen er lette å forstå, skal vi ta en nærmere titt på konseptet lydoppfatning med tilhørende høreopplevelse.

Øke lydnivået med:	Multiplisere lyden med:	Har følgende innflytelse på hva vi hører
3 dB	2	Liten forandring
5 dB	3	Betydelig forandring
10 dB	10	Som om lyden er dobbelt så høy
20 dB	100	Som om lyden er fire ganger så høy
50 dB	100.000	Som om lyden er tretti ganger så høy

Husk at følsomheten til det menneskelige øret for forskjellige frekvenser også er avhengig av amplituden og frekvensen.





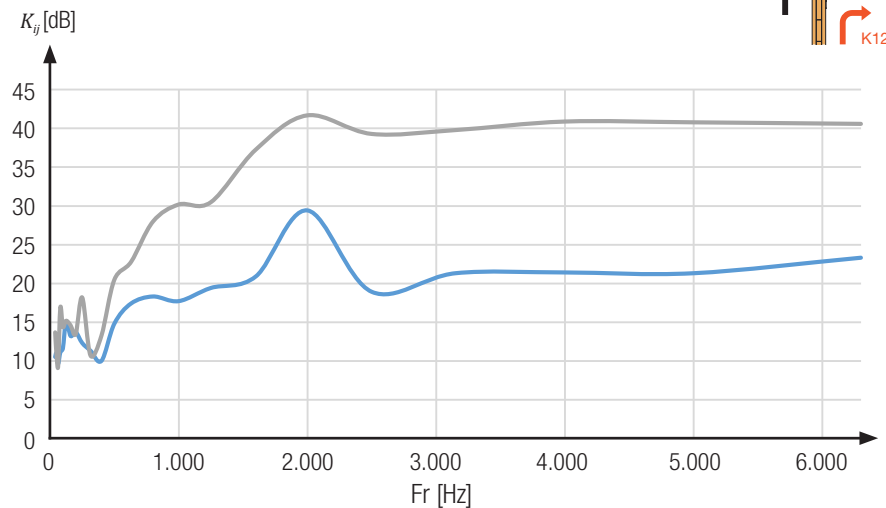
Akustiske løsninger

Montering uten et SIT-isoleringsbånd

Montering av et ABR255-beslag uten et isoleringsbånd

KL-treveggen og gulvet er i direkte kontakt. Et forsterket vinkelbeslag ABR255 brukes til å koble sammen de to KL-treplatene. Denne konfigurasjonen bruker ingen akustiske løsninger.

Vibrasjonsreduksjonstall



Resultatene fra ABR255-løsningen alene brukes som grunnlinje for å vurdere den akustiske ytelsen til alternative løsninger som presenteres på de følgende sidene. Vi kommer til å introdusere tre mengder for å beregne tilhørende ytelsesforbedring for bassfrekvenser (BF), mellomfrekvenser (MF) og høye frekvenser (HF):

- $K_{ij,BF}$ aritmetisk gjennomsnitt av K_{ij} -verdiene for $Fr < 200$ Hz
- $K_{ij,MF}$ aritmetisk gjennomsnitt av K_{ij} -verdiene for $200 \text{ Hz} < Fr < 1.250$ Hz
- $K_{ij,HF}$ aritmetisk gjennomsnitt av K_{ij} -verdiene for $Fr > 1.250$ Hz

Bassfrekvenser

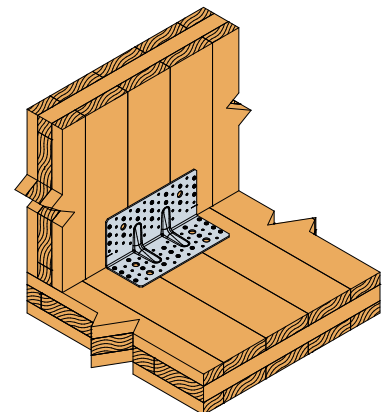
Fr [Hz]	K12 [dB]	K14 [dB]
40	10,5	13,7
50	11,0	10,9
63	9,6	9,3
80	11,1	16,9
100	11,6	14,4
125	15,1	15,2
160	13,2	14,6

Mellomtonefrekvenser

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

Høye 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



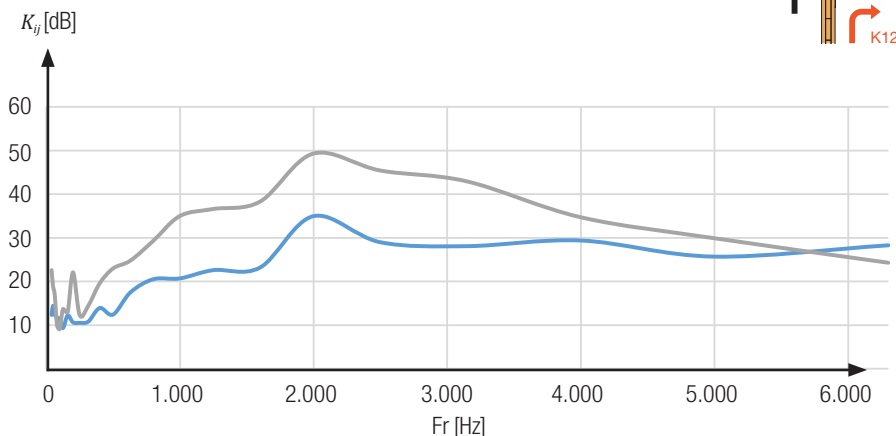
Akustiske løsninger

Montering av et SIT-isoleringsbånd under vegg

Montering av et ABR255-beslag med et isoleringsbånd mellom vegg og gulvet

SIT-isoleringsbåndet er laget av polyuretan med lukket cellestruktur. Den er i stand til å filtrere frekvenser ned til 15 Hz. Hvilken list som trengs er avhengig av lasten som skal bæres.

Vibrasjonsreduksjonstall



■ K12: Nedre vegg – gulv

■ K14: Nedre vegg – gulv – øvre vegg

Beregnete gevinster sammenlignet med et ABR255-beslag uten et isoleringsbånd

	K12 [dB]	Gevinst12 [dB]	K14 [dB]	Gevinst14 [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

Når det gjelder lydoverføring mellom vegg og gulv blir den største gevinsten, sammenlignet med et beslag uten isolasjonslist, oppnådd i det høye frekvensbåndet. Når det gjelder lydoverføring mellom etasjer, er endringen i den hørte opplevelsen nesten ikke hørbar i mellomfrekvensbåndet, og ikke hørbar i de lave og høye frekvensbåndene.

Dette er den mest vanlige løsningen på byggeplasser. Lydisolasjonslister er tilgjengelige i lengder på to meter, og bredden kan skjæres til på forespørsel for å passe i CLT-veggen.

Bassfrekvenser

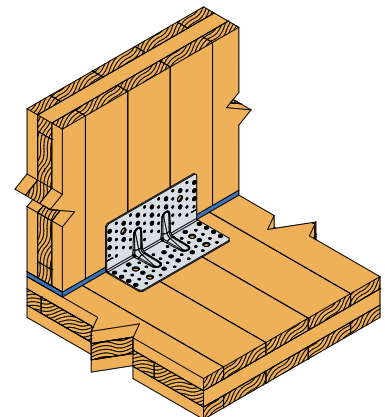
Fr [Hz]	K12 [dB]	K14 [dB]
40	12,3	22,6
50	14,4	19,0
63	12,4	17,0
80	11,8	10,0
100	11,3	9,1
125	9,3	13,7
160	12,2	13,0

Mellomtonefrekvenser

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

Høye 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



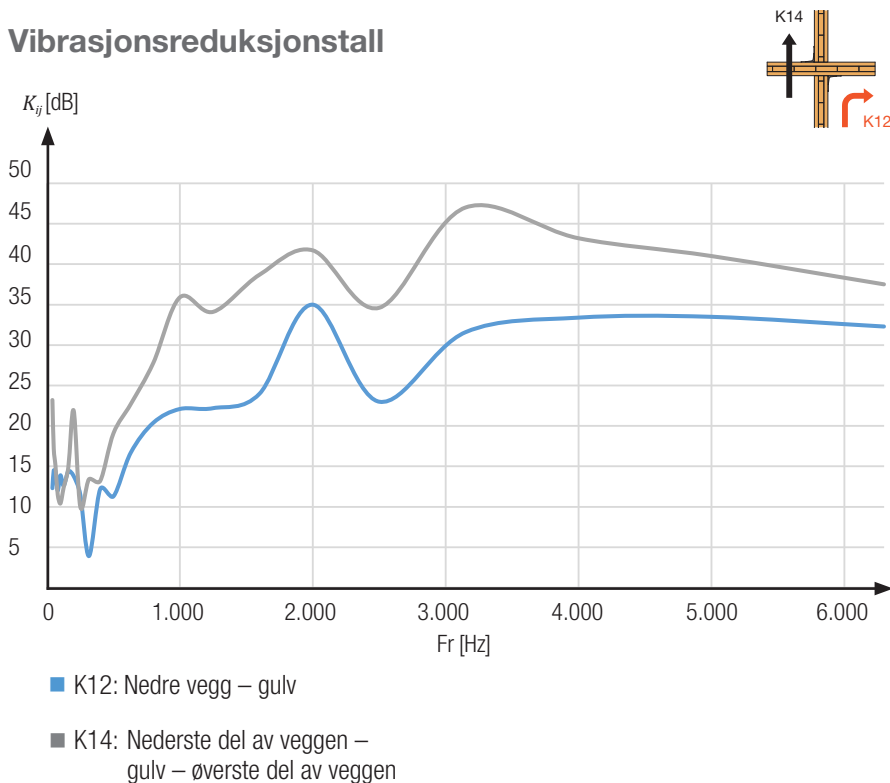
Akustiske løsninger

Montering av et SIT-isoleringsbånd under vegg og beslaget

Montering av et ABR255-beslag med et isoleringsbånd under beslaget og mellom vegg og gulvet

I tillegg til å skille CLT-veggen fra gulvet, blir en 6 mm tykk SIT1500-isolasjonslist lagt inn for å skille beslaget fra CLT gulvet. Denne konfigurasjonen dekkes av Europeisk teknisk bedømmelse ETA-06/0106 (spikermønster 4, CNA 4,0x60 spiker).

Vibrasjonsreduksjonstall



Bassfrekvenser

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

Mellomtonefrekvenser

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

Høye 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

Beregnete gevinster sammenlignet med et ABR255-beslag uten et isoleringsbånd

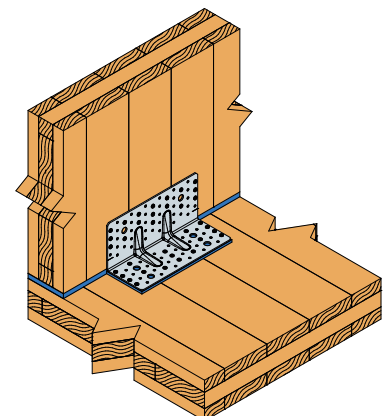
	K12 [dB]	Gevinst12 [dB]	K14 [dB]	Gevinst14 [dB]
BF	13,5	1,7	15,0	1,4
MF	14,0	-0,5	20,5	0,8
HF	29,4	7,4	39,8	0,9

Når det gjelder lydoverføring mellom vegg og gulv blir store gevinster oppnådd i det høye frekvensbåndet. For overføring mellom etasjer fins ingen tydelig endring i den hørte opplevelsen sammenlignet med et beslag uten isolasjonslist.

Merk: å legge til en isolasjonslist under beslaget påvirker ikke de lastbærende egenskapene.

Å legge en isolasjonslist under beslaget påvirker ikke stivheten i retning R1.

Stivheten i retning R2 er 15% mindre når en isolasjonslist legges under beslaget.



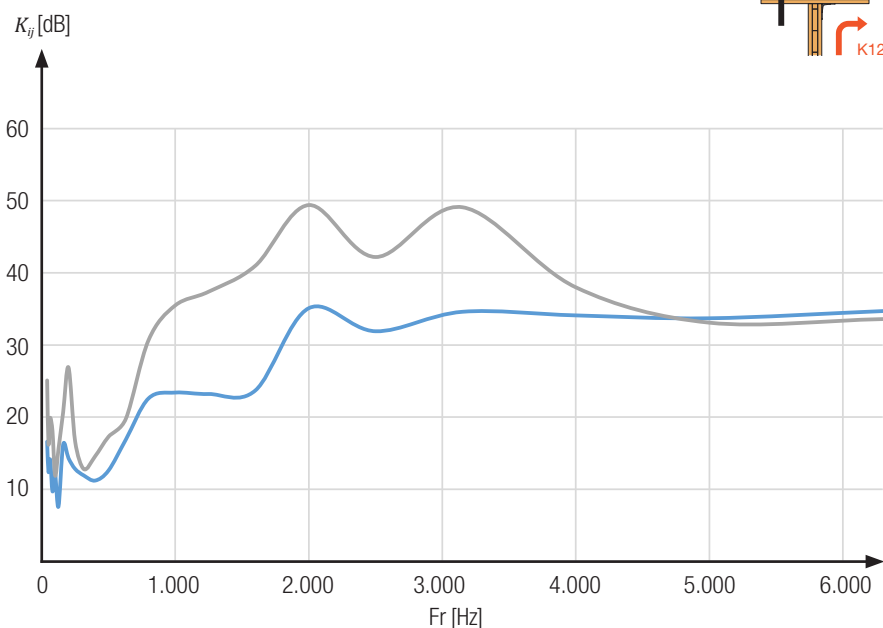
Akustiske løsninger

Montering av et SIT-isoleringsbånd under vegg med et ABAI-vinkelbeslag

Montering av et ABAI105-beslag med et isoleringsbånd mellom vegg og gulv

ABAI105 er en akustisk vinkelbeslag som ble utviklet av Simpson Strong-Tie. Dette beslaget er utstyrt med to anti-vibrasjonslag med formål om å begrense overføringen av vibrasjoner gjennom beslaget og festemidlet.

Vibrasjonsreduksjonstall



■ K12: Nedre vegg – gulv

■ K14: Nederste del av vegg – gulv – øverste del av vegg

Beregnete gevinster sammenlignet med et ABR255-beslag uten et isoleringsbånd

	K12 [dB]	Gevinst12 [dB]	K14 [dB]	Gevinst14 [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

Når det gjelder lydoverføring mellom vegg og gulv blir veldig store gevinster oppnådd i det høye frekvensbåndet. Når det gjelder overføring mellom etasjer, er det en betydelig økning i hørt opplevelse fra det lave frekvensbåndet sammenlignet med en ABR255-beslag uten isolasjonslist.

Bassfrekvenser

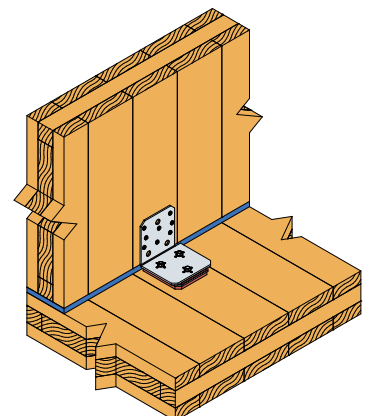
Fr [Hz]	K12 [dB]	K14 [dB]
40	16,6	25,1
50	12,4	16,3
63	14,1	19,9
80	9,7	18,1
100	12,0	11,9
125	7,6	15,6
160	16,2	20,7

Mellomtonefrekvenser

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

Høye 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





Eksempler fra reelle bruksområder

Prosjekt i Frankrike, Gaité Montparnasse	32
Prosjekt i Belgia	34
Prosjekt i England	34
Prosjekt i Frankrike	35
Prosjekt i Frankrike	35
Referansedokumenter	36
Ordliste	37

Eksempler fra reelle bruksområder

Kundeeksempel: Gaité Montparnasse

Gaité Montparnasse er en åtteetasjes bygning bestående av en struktur av CLT på en betongkjerne som blir utviklet som del av modernisering av Montparnasse-området i Paris. Bare et steinkast fra jernbanestasjonen med samme navn kommer denne bygningen til å inneholde boliger og en barnehage i et bygningskompleks som også inkluderer et kjøpesenter, kontorer og et hotell. Med et så stort byggeprosjekt er lydisolering en stor utfordring, som må bli tatt hensyn til under designprosessen. Det er nettopp derfor en omfattende akustisk undersøkelse ble gjennomført sammen med Kraiburg. Simpson Strong-Tie leverte vinkelbeslagene, platene, festemidlene og lydisolasjonslistene for prosjektet, under byggeledelse av Eiffage, implementert av Cuiller Frères og designet av rådgivningsfirmaet Oregon.

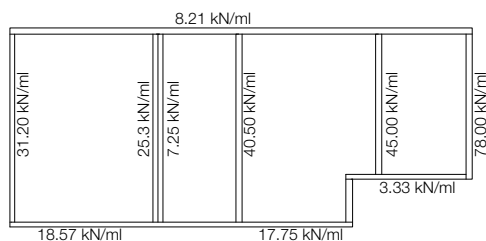
Mål: 15 Hz filter

Designprinsipp

Listene ble designet ved bruk av permanent last (G) og arbeidslast (Q), og følgende lastkombinasjon: $G+0,3Q$.

Den resulterende lineære lasten ble programmert inn i programvaren fra Kraiburg.

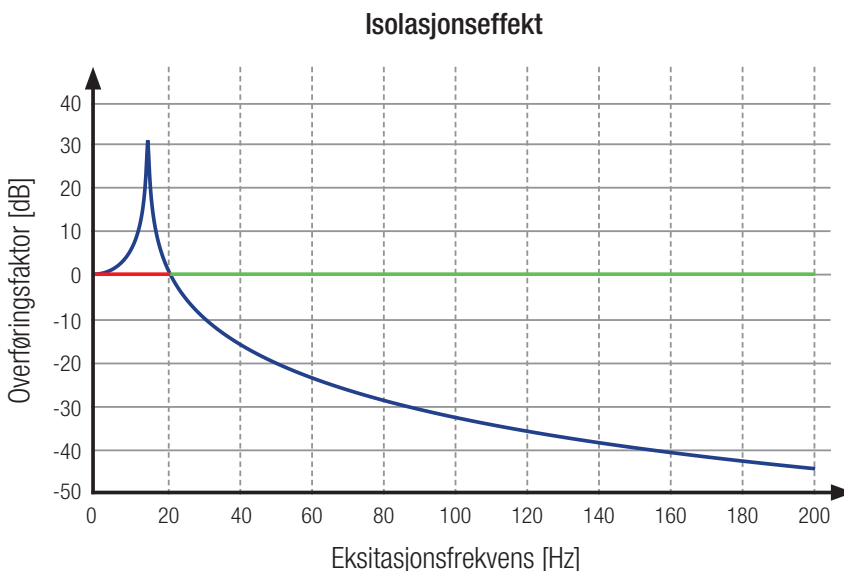
Diagrammet under er et utsnitt av bygningen (sett ovenfra) med tilsvarende laster.



Eksemplet er basert på veggen med en last på 17,75 kN/m. Når lasten er lagt inn angir programmet en SIT350/60/12,5 isolasjonslist. Det betyr en 60 mm bred list med en tykkelse på 12,5 mm.

De beregnede ytelsesnivåene er som følger:

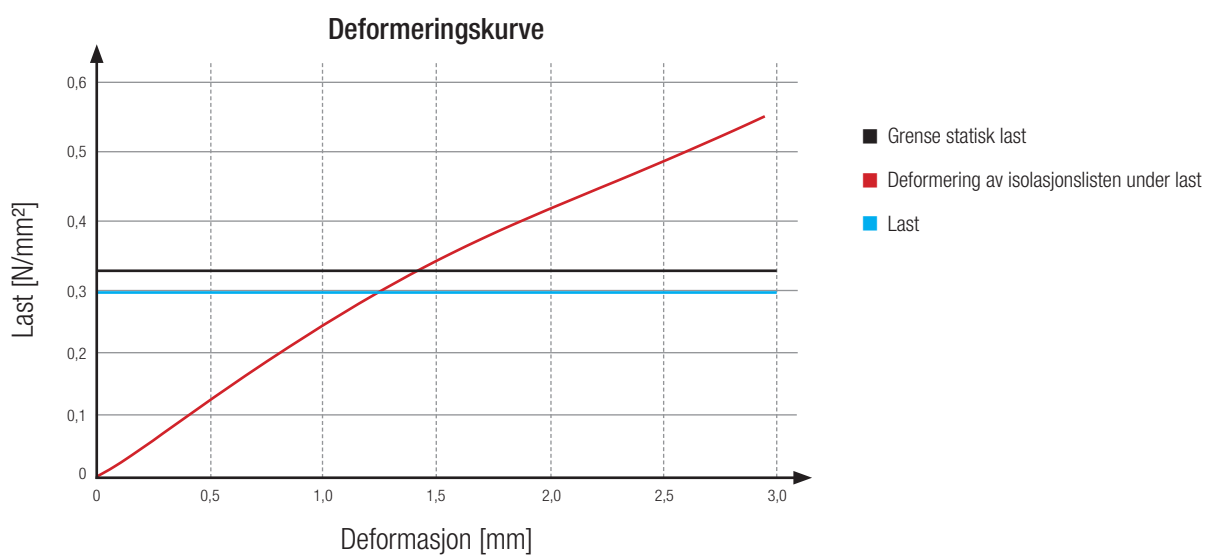
- Arbeidsstressforhold 89,5%
- Sammentrykking 1,24 mm
- Filterfrekvens 15 Hz



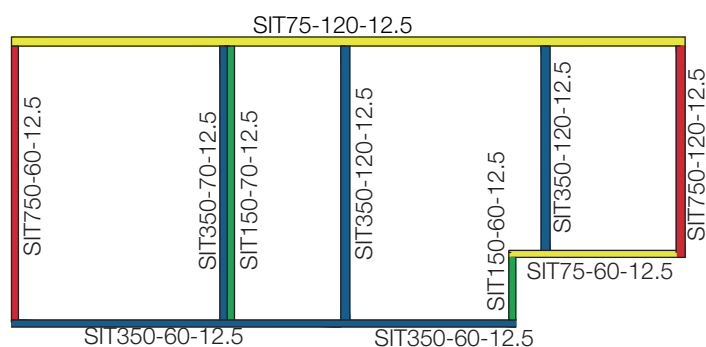
Frekvens	Isolasjonseffekt
4 Hz	0,6 dB/-8%
5 Hz	1,0 dB/-12%
6,3 Hz	1,7 dB/-21%
8 Hz	2,9 dB/-40%
10 Hz	5,1 dB/-80%
12,5 Hz	10,3 dB/-226%
15 Hz	30,5 dB/-3235%
16 Hz	17,0 dB/-607%
20 Hz	2,2 dB/-29%
25 Hz	-5,0 dB/44%
31,5 Hz	-10,6 dB/71%
40 Hz	-15,7 dB/84%
50 Hz	-20,1 dB/90%
63 Hz	-24,4 dB/94%
80 Hz	-28,7 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%

Eksempler fra reelle bruksområder

Sammentrykking er en viktig faktor i tillegg til filterfrekvensen må det iverksettes tiltak for å sikre at det ikke oppstår lastforårsaket avvikende bevegelse mellom de forskjellige veggene. Dersom det blir nødvendig må typen isolasjonslist tilpasses på stedet for å redusere deformeringen under last.



Beregningen brukes deretter på resten av bygningen for å lage monteringsdiagrammene, som vist under:



Eksempler fra reelle bruksområder

Bygging av et leilighetsbygg for utleie i Belgia



100% CLT-konstruksjon

Simpson Strong-Tie
produkter og leverer:

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



Løsninger for laminert tre

Bygging av en leilighetsbygg for utleie i Storbritannia



Blandet konstruksjon: tre og CLT

Simpson Strong-Tie
produkter og leverer:

- SIT-isoleringsbånd



Eksempler fra reelle bruksområder

Bygging av studentboliger i Frankrike



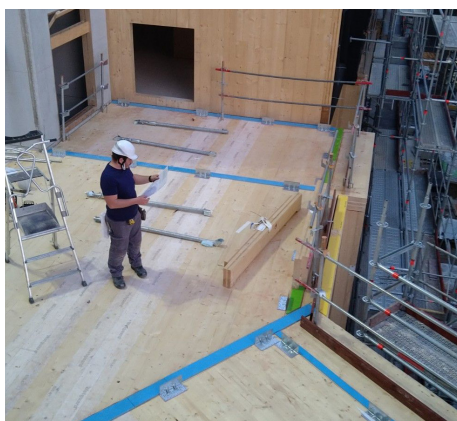
Blandet konstruksjon: tre og CLT

Simpson Strong-Tie
produkter og leverer:

- Konstruksjonsskruer og -beslag
- Forankringer til trepaneler
- SIT-isoleringsbånd
- Hullplater

© Denis Aubineau

Bygging av et bygg med blandet bruk i Frankrike



Blandet konstruksjon: Betongkjerne + CLT gulv og vegger

Simpson Strong-Tie
produkter og leverer:

- Konstruksjonsskruer og -beslag
- SIT-isoleringsbånd
- Hullplater

© Cuiller Frères

Referansedokumenter

Simpson Strong-Tie bruker gjeldende standarder for støtte og veiledning når vi utvikler alle produktene våre. Referansedokumentene for denne veilederen er ført opp under.

Standarder

EN ISO 717-2:2013: Akustikk – Vurdering av lydisolasjon i bygninger og av bygningsdeler – Del 2: Trinnlydisolering.

EN ISO 10140-1:2016: Acoustics – Laboratory measurement of sound insulation of building elements – Part 1: Application rules for specific products.

EN ISO 10140-3:2013: Acoustics – Laboratory measurement of sound insulation of building elements – Part 3: Measurement of impact sound insulation.

EN 12354-1: 2017: Lydforhold i bygninger – Beregning av akustisk ytelse i bygninger basert på bygningsdelers ytelse – Del 1: Luftlydisolasjon mellom rom.

EN ISO 10848-1:2017: Akustikk – Laboratorie- og feltmåling av flanketransmisjon av luftlyd, trinnlyd og lyd fra tekniske installasjoner mellom tilstøtende rom – Del 1: Rammedokument.

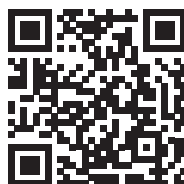
EN ISO 10848-4:2017: Akustikk – Laboratorie- og feltmåling av flanketransmisjon av luftlyd, trinnlyd og lyd fra tekniske installasjoner mellom tilstøtende rom – Del 4: Anvendelse på sammenkoblinger med minst én bygningsdel type A.

Ytterligere studier

Acoubois-rapport (<https://www.codifab.fr/actions-collectives/bois/acouboisperformance-acoustique-des-constructions-ossature-bois-1310>): Fransk studie som sammenligner forskjellige treveggdesign (bindingsverkbygg og KL-trebygninger), konkret angående deres ytelsesnivåer og innflytelsen av endringer i disse nivåene.



<https://www.dataholz.eu/en.htm>: nettsted (engelsk og tysk) som viser de akustiske ytelsesnivåene (også brann og andre parametere) for forskjellige veggdesign.



Deckenkonstruktionen für den mehrgeschossigen Holzbau: dokument utgitt av Institut für Holzbau und Holztechnologie i Østerrike (instituttet for trebygg og treindustri), som spesifiserer kombinasjoner av loddrette og vannrette skillelementer og deres tilhørende ytelsesnivåer: <https://www.irbnet.de/daten/rswb/15049000686.pdf>



Ordliste

Amplitude: beskriver utstrekningen til variasjonen i en gitt mengde. Innen akustikk refererer amplitude til variasjonen i trykket fra lydbølgen.

Desibel: en enhet definert som 10 ganger logaritmen i grunntall 10 av forholdet mellom to krefter [dB] Usammenhengende konstruksjon: en teknikk som innebærer å isolere eller skille to elementer for å hindre overføring av vibrasjoner mellom disse elementene.

Filterfrekvens: den kritiske frekvensen der vibrasjoner er forsterket mest. I en bygning må denne frekvensen ligge utenfor den hørbare frekvensskalaen.

Flanketransmisjon: lyd som overføres gjennom elementer som støter til elementet som skiller to rom (vegger, tak eller gulv).

Frekvens: antall oscillasjoner for en gjentakende hendelse per tidsenhet, uttrykt i hertz [Hz].

Gevinst: brukes til å kvantifisere fordelene til et system over et annet.

Hendelsesbølge: en lydbølge som kommer i kontakt med skilleelementet.

Klang: etterklangtiden for lyden i et rom etter at lydkilden er stoppet.

Lyd: er en bølge som forplanter seg gjennom et overførende medium ved å få molekylerne til å vibrere.

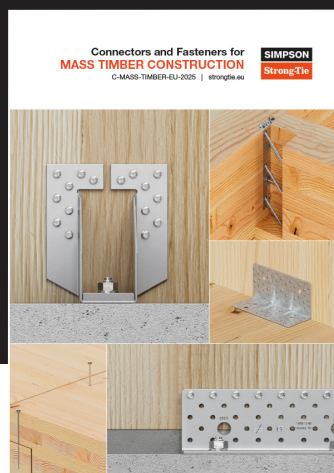
Lydreduksjonstall: beskriver omfanget av hvor mye en fysisk mengde reduseres når den går gjennom et materiale. I akustikken refererer det til mengden lyd som stoppes av et materiale eller produkt.

Støy: konseptet for hva som utgjør støy er subjektivt og utgjør måten vi oppfatter lydene rundt oss. Støy påvirker ikke hvor skarpt vi hører, men livskvaliteten (tretthet, stress, osv.).

Trykk: kraften utøvd av en væske per arealenheter, uttrykt i pascal [Pa].

Vibrasjonsreduksjonstall: evnen til en sammenkobling til å dempe vibrasjoner som går gjennom den.

Se katalogene til alle våre løsninger på:



strongtie.no



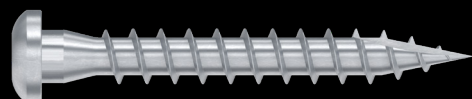
Solid-Drive™



Høyytelses- konstrukssjonsskruer.



For skrå og vinklet
montering av våre Solid-
Drive-skruer, anbefaler
vi å bruke GSCREW
installasjonsguide.



Når det kommer til konstruksjonsskruer, er Solid-Drive det eneste merket du trenger å kjenne til. Våre skruer og spiker er av profesjonell kvalitet og er designet med presisjon for økt styrke, allsidighet og pålitelighet. Med innovativ design sikrer du rask og enkel montering, og hele Simpson Strong-Tie® Solid-Drive-serien bidrar til å sikre lave kostnader samtidig som de oppfyller de høyeste kravene til kapasitet. Vårt brede utvalg av festemidler er tilgjengelig i en rekke dimensjoner for alle bruksområder.

SIMPSON
Strong-Tie®

Se mer på strongtie.no