



HÆFTE #3

LYDISOLERING

For væg- og dækelementer i letbeton

FORORD

Letbetonelementgruppen er en produktgruppe under Betonelement-Foreningen, DI Byggeri, hvor element-producenter og materialeleverandører samarbejder i fælles interesse. Formålet er at udbygge og udnytte den bedste faglige viden om elementer af letbeton og stille denne ekspertise til rådighed for såvel projekterende som udførende. Samarbejdet har gennem årene resulteret i forskellige hæfter vedr. bæreevne, stabilitet, lydisolering m.v. I dag er alle disse informationer tilgængelige på vores hjemmeside www.danskindustri.dk/brancher/di-byggeri.

MATERIALER I HELVÆGGE OG DÆK AF LETBETON

Helvægge og dæk af letbeton fremstilles af letklinker, cement og sand. Letklinker er små kugler af hårdtbrændt ler - lette og porøse med et utal af små luftfyldte celler. Letklinkerne brændes ved 1100-1200°C, og resultatet bliver et kemisk neutralt produkt med stor styrke og god varmeisoleringsevne.

KVALITETSSIKRING

Alle producenter i Letbetonelementgruppen har etableret en effektiv kvalitetsstyring af produktionen af helvægge og dæk og er tilsluttet en akkrediteret certificeringsordning.

SERVICE

Producenterne yder en udstrakt service i projekteringsfasen. Udover fyldestgørende kataloger og brochuremateriale, står producenternes byggetekniske konsulenter til rådighed med vejledning i hele byggeforløbet.

HÆFTETS ANVENDELSE

De forskellige anvisninger i hæftet er primært udarbejdet som vejledende information til arkitekter og ingeniører i forbindelse med projektering af byggeri, hvor der anvendes dækelementer og helvægge af letbeton, og hvor der stilles krav til lydisolering. Ansvar for den konkrete projektering ligger hos den projekterende. Letbetonelementgruppen og medlemsvirksomhederne påtager sig således ikke noget juridisk ansvar i forbindelse med denne anvisnings information.

UDGIVER

Hæfte 2 er udgivet af Letbetonelementgruppen under Betonelement-Foreningen, DI Byggeri.

INDHOLDSFORTEGNELSE

1.	Indledning	3
2.	Lydbestemmelser	4
3.	Hovedprincipper - projektering	8
4.	Typiske løsninger	10
5.	Virksomhederne bag	19

1. INDLEDNING

Denne anvisning beskriver, hvordan byggeri af letbeton kan projekteres, således at krav til lydisolation og støjniveau i overensstemmelse med Bygningsreglementet 2018 (som anført på side 4-7) kan forventes at være opfyldt.

I anvisningen er elementer af letbeton i et vist omfang kombineret med andre konstruktioner (forskellige former for overgulve, lette loftkonstruktioner, facader m.v.).

Byggeri af letbeton suppleret med andre konstruktionstyper, som ikke er nævnt i anvisningen, kan f.eks. projekteres med udgangspunkt i beregningsstandarden DS/EN 12354 og/eller med assistance fra bygningsakustiske specialister.

Anvisningen indeholder en kortfattet beskrivelse af standardens vigtigste principper og er udarbejdet på grundlag af beregninger efter standarden samt erfaringer fra eksisterende byggeri.

For byggeri med særlige bygherrekrav kan der f.eks. udføres beregninger efter førnævnte standard DS/EN 12354. Særlige krav kan bl.a. forekomme i boligbyggeri, som ønskes lydklassificeret efter højere lydklasse end BR-krav eller særlige krav i certificeringer som f.eks. DGNB.

I bygninger med særlig/strengere lydkrav (d.v.s. luftlydisolation R'_w væsentlig højere end 60 dB og/eller trinlydniveau $L'_{n,w}$ væsentlig lavere end 48 dB) skal detaljerne ofte udformes efter specielle retningslinjer, som ikke er beskrevet i denne anvisning.

Referencer til standarder m.v. er anført under pkt. 1.1 Referencer

DENNE ANVISNING ER UDARBEJDET I SAMARBEJDE MED:

Riis Akustik ApS
Nørreled 22
4300 Holbæk
Telefon: 3051 1735
www.riisakustik.dk

1.1 REFERENCER

Bygningsreglement 2018.

SBI-anvisning 272:2020 - Anvisning om Bygningsreglement 2018.

DS 490:2018 - Lydklassifikation af boliger.

SBI-anvisning 218:2008 - Lydforhold i undervisnings- og daginstitutionsbbygninger.

Miljøstyrelsens Vejledning nr. 5/1984. Ekstern støj fra virksomheder.

Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 9/1997. Lavfrekvent støj, infralyd og vibrationer i eksternt miljø.

DS/EN 12354-1:2017 - Bygningsakustik. Beregning af bygningers akustiske egenskaber ud fra bygningselementers egenskaber. Del 1: Luftlydisolation mellem rum.

DS/EN 12354-2:2017 - Bygningsakustik. Beregning af bygningers akustiske egenskaber ud fra bygningselementers egenskaber. Del 2: Trinlydisolation mellem rum.

DS/EN 12354-3:2017 - Bygningsakustik. Beregning af bygningers akustiske egenskaber ud fra bygningselementers egenskaber. Del 3: Luftlydisolation mod udefra kommende støj.

SBI-anvisning 196:2000 - Indeklimahåndbogen.

Hæfte 1 "Præsentation af væg- og dækelementer i letbeton", udgivet af Letbetonelementgruppen under Betonelement-Foreningen, DI Byggeri.

2. LYDBESTEMMELSER

Ud over nedenstående værdier er der for boliger, undervisningsrum, daginstitutioner, kontorer m.v. desuden opstillet vejledende grænseværdier vedr. støj fra erhverv samt forslag til grænseværdier for lavfrekvent støj (se Miljøstyrelsens Vejledning nr. 5/1984 og Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 9/1997).

2.1 BOLIGER OG ANDRE BYGNINGER TIL OVERNATNING

Grænseværdier for lydklasse C i DS 490 med tilføjelser i Bygningsreglement 2018.

Luftlydisolation R'_w	
Mellem en bolig eller fælles opholdsrum og rum med særligt støjende aktiviteter	≥ 60 dB
Mellem en bolig og rum uden for boligen ^{a)}	≥ 55 dB
Mellem fælles opholdsrum indbyrdes ⁵⁾	≥ 55 dB
Dør ²⁾ mellem bolig og fællesrum Dør ²⁾ mellem fælles opholdsrum og gange/trapperum	≥ 32 dB
Trinlydniveau $L'_{n,w}$	
I beboelsesrum og køkkener samt fælles opholdsrum – fra rum med særligt generende støj	≤ 48 dB
I beboelsesrum og køkkener – fra andre boliger og fra fællesrum ^{b)}	≤ 53 dB
I beboelsesrum og køkkener – fra fælles trapperum og gange, fra altaner eller tilsvarende samt fra toilet- og baderum i andre boliger ^{3), 4)}	≤ 58 dB
I fælles opholdsrum – fra beboelsesrum, andre fællesrum, trapperum, gange, altaner eller tilsvarende samt fra toilet- og baderum ^{3), 4)}	≤ 58 dB

a) for lette 1) konstruktioner i lejlighedsskel: Luftlydisolation, $R'_w + C50-3150 \geq 53$ dB. Supplerende vejledning: Anbefales for at forebygge gener ved lave frekvenser.

b) for lette 1) konstruktioner i lejlighedsskel: Trinlydniveau, $L'_{n,w} + C1,50-2500 \leq 53$ dB. Supplerende vejledning: Anbefales for at forebygge gener ved lave frekvenser.

1) Lette konstruktioner i lejlighedsskel, dvs. skillevægge med en vægt pr. arealenhed under 100 kg/m² og etageadskillelser med en vægt pr. arealenhed under 250 kg/m², kan give problemer med utilstrækkelig

lydisolation ved lave frekvenser, selv om kravene til lydisolation i lydklasse C er opfyldt.

2) Grænseværdien gælder for dørens areal. Den omgivende væg skal opfylde grænseværdien for 'mellem en bolig og rum uden for boligen' henholdsvis 'mellem fælles opholdsrum indbyrdes'.

3) Altaner samt gulve og dæk i toilet- og baderum og andre rum med et gulvareal mindre end 2,5 m² skal ikke opfylde krav til trinlydniveau.

4) Fælles og private tagterasser skal opfylde samme grænseværdier som altaner.

5) Hvis et fælles opholdsrum opdeles med en foldedør/mobilvæg bør lydisolationen mellem de to dele af rummet fastsættes efter den planlagte anvendelse.

2.2. UNDERVISNINGSBYGNINGER

Grænseværdier ifølge Bygningsreglement 2018.

Luftlydisolation R'_w	
Mellem undervisningsrum samt mellem undervisningsrum og fællesrum, horisontalt	≥ 48 dB
Mellem undervisningsrum samt mellem undervisningsrum og fællesrum, vertikalt	≥ 51 dB
Mellem undervisningsrum med dørforbindelse (samlet lydisolation for væg med dør, folde- og mobilvægge, glaspartier mv.)	≥ 44 dB
Mellem undervisningsrum og fællesrum med dørforbindelse (samlet lydisolation for væg med dør, folde- og mobilvægge, glaspartier mv.)	≥ 36 dB
For fleksible rumadskillelser i åbne undervisningsområder ¹⁾	≥ 20 dB
Mellem undervisningsrum til sløjd og andre undervisningsrum eller fællesrum	≥ 60 dB
Mellem undervisningsrum til sløjd og fællesrum med dørforbindelse (samlet lydisolation for væg med dør, folde- og mobilvægge, glaspartier mv.)	≥ 44 dB
Mellem undervisningsrum til sang og musik samt mellem undervisningsrum til sang og musik og andre undervisningsrum eller fællesrum	≥ 65 dB
Mellem undervisningsrum til sang og musik med dørforbindelse (samlet lydisolation for væg med dør)	≥ 55 dB
Mellem undervisningsrum til sang og musik og fællesrum med dørforbindelse (samlet lydisolation for væg med dør)	≥ 50 dB

Mellem undervisningsrum og tilgrænsende rum i erhvervsenheder eller i andre undervisnings- eller daginstitutioner	≥ 60 dB
Trinlydniveau $L'_{n,w}$	
I undervisningsrum ²⁾	≤ 58 dB
I undervisningsrum fra gulve og dæk i undervisningsrum til sløjd eller sang og musik	≤ 53 dB
I undervisningsrum fra gulve og dæk i tilgrænsende rum i erhvervsenheder eller i andre undervisnings- eller daginstitutioner	≤ 48 dB

1) Ved fleksible rumadskillelser forstås vægsystemer eller lignende rumopdelende elementer, som ikke fuldstændigt aflukker rum, men som afskærmer og adskiller dele af rum

2) Fra alle omgivende gulve, dæk og trapper.

2.3. DAGINSTITUTIONSBYGNINGER

Grænseværdier ifølge Bygningsreglement 2018

Luftlydisolation R'_w	
Mellem opholdsrum for stille og/eller støjende aktiviteter samt mellem disse rum og øvrige rum	≥ 48 dB
Mellem opholdsrum for stille og/eller støjende aktiviteter og øvrige rum med dørforbindelse (samlet lydisolation for væg med dør mv.)	≥ 40 dB
Mellem opholdsrum samt mellem opholdsrum og øvrige rum	≥ 40 dB
Mellem opholdsrum med dørforbindelse samt mellem opholdsrum og øvrige rum med dørforbindelse (samlet lydisolation for væg med dør mv.)	≥ 30 dB
Mellem opholdsrum og tilgrænsende rum i erhvervsenheder eller i andre undervisnings- eller daginstitutioner	≥ 60 dB
Trinlydniveau $L'_{n,w}$	
I opholdsrum (fra gulve i overliggende rum) og i opholdsrum for stille aktiviteter (fra alle gulve)	≤ 58 dB
I opholdsrum (fra gulve i rum på samme etage)	≤ 63 dB
I opholdsrum fra gulve og dæk i tilgrænsende rum i erhvervsenheder eller i andre undervisnings- eller daginstitutioner	≤ 48 dB

2.4. KONTORBYGGERI

Vejledende projekteringsværdier ifølge SBI-anvisning 272

Luftlydisolation ¹⁾ R'_w - vandret	
Mellem kontorer og andre rum (uden dørforbindelse)	≥ 40 dB
Mellem kontorer og andre kontorer (med dørforbindelse)	≥ 35 dB
Mellem kontorer og gangarealer (med dørforbindelse)	≥ 30 dB
Mellem møderum og andre rum (uden dørforbindelse)	≥ 48 dB
Mellem møderum og andre rum med folde- og mobilvægge	≥ 44 dB
Mellem møderum og andre rum med dørforbindelse (samlet lydisolation for væg med dør, glaspartier mv.)	≥ 40 dB
Mellem rum med krav om fortrolighed og andre rum	≥ 52 dB
Mellem toiletfaciliteter og omliggende rum uden dørforbindelse	≥ 48 dB
Mellem toiletfaciliteter og omliggende rum med dørforbindelse	≥ 35 dB
Auditorier og større møde- og videokonferencerum	Projektkrav ²⁾
Teknikrum	Projektkrav ²⁾
Mellem kontorer og møderum mod tilgrænsende rum i andre erhvervsenheder eller rum med støjende aktiviteter i samme virksomhed	≥ 35 dB ³⁾

Luftlydisolation ¹⁾ R' _w - lodret	
Mellem kontorer og møderum mod tilgrænsende rum i andre erhvervsenheder eller rum med støjende aktiviteter i samme virksomhed	≥ 55 dB ³⁾
Etagedæk mellem andre rum end nævnt ovenfor	≥ 51 dB
Trinlydniveau L' _{n,w}	
I kontorer og møderum fra gulve i gangarealer og trapper ⁴⁾	≤ 58 dB
I kontorer og møderum fra gulve og dæk i andre rum	≤ 63 dB
Auditorier og større møde- og videokonferencerum	≤ 58 dB eller projektkrav ²⁾
I kontorer og møderum fra tilgrænsende rum i andre erhvervsenheder	≤ 58 dB

1) Der kan til rum med ekstra store krav til fortrolighed være behov for en bedre lydisolation.

2) Der opstilles i det konkrete projekt lydkrav, der sikrer tilfredsstillende lydforhold for rumanvendelsen.

3) I tilfælde af særligt generende støj i egen eller andres virksomhed opstilles relevante lydkrav, der sikrer tilfredsstillende lydforhold for rumanvendelsen.

4) Fra alle omgivende gulve, dæk og trapper.

2.5. HOSPITALER, LÆGEHUSE, KLINIKKER M.V.

Forslag til projekteringsværdier ifølge SBI-anvisning 272

Luftlydisolation ¹⁾ R' _w - vandret	
Mellem sengestuer Mellem toilet/bad og tilstødende sengestuer Mellem sengestuer og andre rum (uden dørforbindelse) Mellem skyllerum og andre rum	≥ 48 dB
Mellem sengestuer og toilet/bad, der anvendes af mere end én patient	≥ 30 dB
Mellem sengestuer og andre rum (med dørforbindelse)	≥ 35 dB
Mellem undersøgelsesrum, behandlingsrum, operationsstuer mv. og andre rum ¹⁾	≥ 48 dB
Mellem møderum og andre rum (uden dørforbindelse)	≥ 48 dB
Mellem møderum og andre rum med folde- og mobilvægge	≥ 44 dB
Mellem møderum og andre rum med dørforbindelse (samlet lydisolation for væg med dør, glaspartier mv.)	≥ 40 dB
Mellem rum med krav om fortrolighed og andre rum	≥ 52 dB
Fødestuer, tekniskrum m.v.	≥ 52 dB
MR-scannerrum	Projektkrav ²⁾
Auditorier og større møde- og videokonferencerum	Projektkrav ²⁾
Mellem kontorer, møderum, sengestuer mv. mod tilgrænsende rum i andre erhvervsenheder eller rum med støjende aktiviteter i samme virksomhed	≥ 55 dB ³⁾
Luftlydisolation ¹⁾ R' _w - lodret	
Operationsstuer, fødestuer m.v.	≥ 55 dB
MR-scannerrum	Projektkrav ²⁾
Mellem kontorer, møderum, sengestuer mv. mod tilgrænsende rum i andre erhvervsenheder eller rum med støjende aktiviteter i samme virksomhed	
Etagedæk mellem andre rumtyper	≥ 51 dB

Trinlydniveau $L'_{n,w}$	
I sengestuer, undersøgelsesrum, behandlingsrum mv. fra gulve i andre rum ⁴⁾	≤ 58 dB
I sengestuer, undersøgelsesrum, behandlingsrum mv. fra gulve i baderum, toiletter, balkoner	≤ 63 dB
Auditorier og større møde- og videokonferencerum	Projektkrav ²⁾
I kontorer, møderum, sengestuer mv. fra tilgrænsende rum i andre erhvervsenheder	≤ 58 dB ³⁾

1) Der kan til rum med ekstra store krav til fortrolighed være behov for en bedre lydisolation.

2) Der opstilles i det konkrete projekt lydkrav, der sikrer tilfredsstillende lydforhold for rumanvendelsen.

3) I tilfælde af særligt generende støj i egen eller andres virksomhed opstilles relevante lydkrav, der sikrer tilfredsstillende lydforhold for rumanvendelsen.

4) Fra alle omgivende gulve, dæk og trapper.

3. HOVEDPRINCIPPER - PROJEKTERING

3.1. LUFTLYDISOLATION

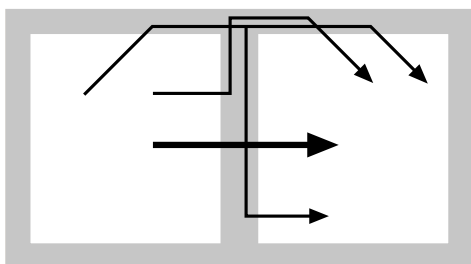
Lydtransmissionen mellem to rum sker dels direkte gennem den adskillende konstruktion, dels som flanketransmission. Hertil kommer evt. transmission gennem utætheder, ventilationskanaler, tagrum m.v.

Flanketransmissionen i elementer af letklinkerbeton afhænger først og fremmest af elementernes vægt pr. arealenhed og af samlingen med den adskillende konstruktion. I denne anvisning regnes der med stive samlinger mellem letbetonelementer.

BEREGNINGSPRINCIP

DS/EN 12354-1 beskriver, hvorledes luftlydisolationen i bygninger kan beregnes ved addition for alle lydets transmissionsveje. Det centrale i beregningerne er transmissionsvejene vist i figur 3.1 for enkeltkonstruktioner.

I den typiske situation med fire Tilstødende konstruktioner er der i alt 12 indirekte transmissionsveje. For hver enkelt transmissionsvej afhænger lydtransmissionen af fladernes konstruktion og af samlingstypen. Akustiske data for flader og samlinger – f.eks. i form af resultater fra laboratoriemålinger – benyttes derfor ved beregningerne. Desuden tages der hensyn til de geometriske forhold samt eventuelle lydisolierende afdækninger af grundkonstruktionerne (forsatsvægge, svømmende gulve m.v.).



Figur 3.1. Transmission af luftlyd gennem bygningsstrukturer (enkeltkonstruktioner)

Samme type beregninger kan gennemføres for dobbeltkonstruktioner. Her er ubestemtheden imidlertid større, og lydisolationen afhænger i højere grad af udførelsen, idet koblinger i f.eks. dobbeltvægge kan forringe lydisolationen betydeligt.

UTÆTHEDER

Vægge og dæk skal være tætte (både overflader, samlinger og gennemføringer). Lette elementer skal overfladetættes med puds, svumning, filtsning, spartling eller tilsvarende. Elementer med en middeldensitet på mindst 1500 kg/m³ skal ikke overfladetættes.

Utætheder kan f.eks. opstå ved rørgennemføringer og understopninger. Tætning udføres med mørtel eller mineraluldsstopning, eventuelt suppleret med elastisk fugemasse. Udtage for el-installationer m.v. fødes fra hver sin side. Udtage kan placeres ens på hver side af væggen, såfremt der ikke forekommer nogen form for utæthed i elementerne, herunder at effekten af en eventuel overfladetætning bibeholdes.

Udførsninger begrænses mest muligt og fyldes med en tæt mørtel efter udførelse af installationen.

Ved rørføringer skal der i øvrigt tages hensyn til, at radiatorer kan transmittre luftlyd mellem rum, såfremt de forbindes med ubrudte, korte varmerør.

Lydtransmission gennem ventilationskanaler eller udeluftventiler uden passende lyddæmpning kan forringe lydisolationen betydeligt. Risikoen er størst mellem armaturer tilsluttet samme lodrette streng og mellem udeluftventiler med en indbyrdes afstand på mindre end 2 m.

3.2. TRINLYDNIVEAU

Trinlydniveau kan beregnes efter DS/EN 12354-2 efter samme principper som nævnt i afsnit 3.1 for luftlyd, idet trinlyden dog beregnes for færre transmissionsveje. Desuden indgår trinlyddæmpningen for overgulvet, som kan være en svømmende konstruktion eller en trinlyddæmpende gulvbelægning. En svømmende konstruktion kan f.eks. udføres som et betongulv på mineraluld, et let gulv på trinlyddæmpende underlag eller et trægulv på strøer.

Et trinlyddæmpende svømmende gulv skal adskilles fra alle vægge, evt. med en blød fuge. Udførelse og materialeegenskaber for trinlydsmåtte, kantbånd og evt. blød fuge har afgørende indflydelse på trinlydsdæmpningen.

Det er som hovedregel nødvendigt at benytte trinlyddæmpende overgulve for at dæmpe trinlyden. Trinlyd fra et terrændæk uden dæmpende overgulv kan dog også dæmpes ved at etablere fuger gennem hele betonlaget mellem dæk og vægge samt fundamenter.

Trinlyd fra trappeløb, reposer, altaner og altangange skal dæmpes med en blød belægning eller ved kun at fastgøre konstruktionen elastisk i de omgivende bygningsdele, f.eks. med dorne i neoprenhylse. Interne trapper i enfamiliehuse kan dog fastgøres stift i lejlighedsskel udført som dobbeltvægge.

3.3. TRAFIKSTØJ

Støj udefra transmitteres hovedsagelig ind i bygninger gennem vinduer og udeluftventiler. Ved høje trafikstøjniveauer er det dog også nødvendigt at sikre tilstrækkelig høj lyd-isolation for væg- og tagkonstruktioner. Der kan evt. udføres beregninger efter DS/EN 12354-3 af den samlede facades eller tagkonstruktions lyd-isolation.

Sammen med den traditionelle enkelttalsværdi R'_w kan man med fordel beregne de nye spektrale tilpasningsled C og C_{tr} , som er beregnet til at karakterisere facadens eller tagkonstruktionens lyd-isolation mod forskellige former for støj. For almindelig vejtrafik kan man f.eks. med $R'_w + C_{tr}$ - samt oplysninger om de geometriske forhold og rummets efterklangstid - direkte beregne forskellen mellem støjniveauet udendørs og indendørs (se f.eks. Indeklimahåndbogen).

3.4. STØJ FRA TEKNISKE INSTALLATIONER

Støj fra vandinstallationer dæmpes primært ved udførelse af svømmende gulve i badeværelser, anvendelse af VA-godkendte armaturer i gruppe 1, begrænsning af rørføringer i vægge samt indbygning af faldstammer i lyd-isolerende installationsskakte.

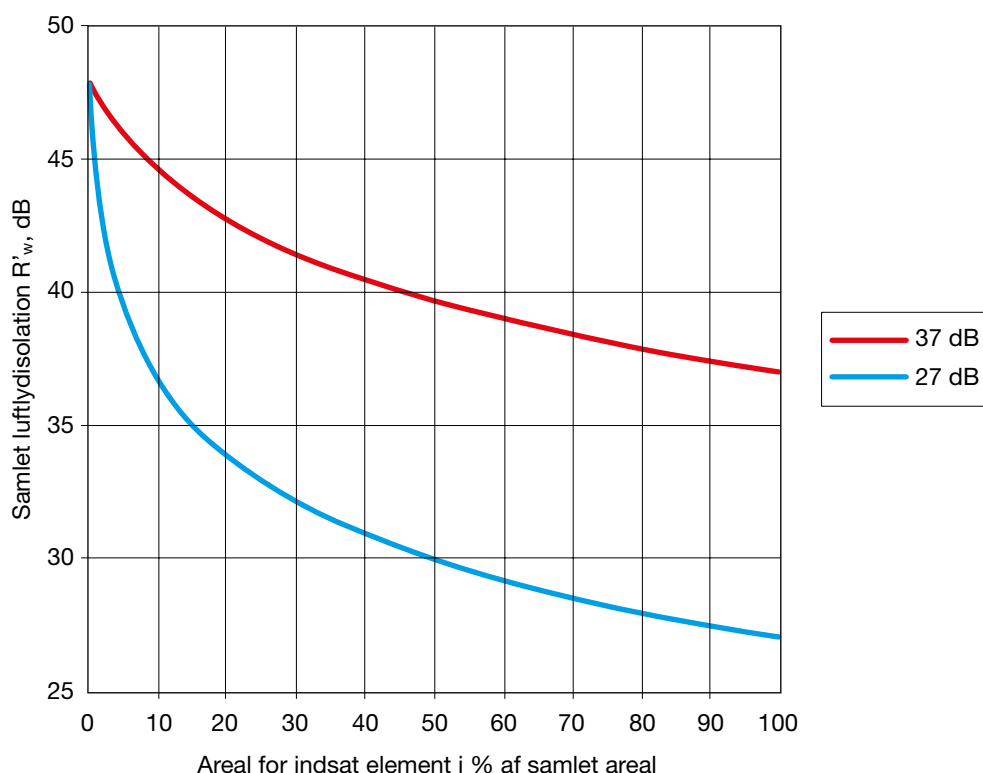
Det er endvidere vigtigt, at installationer ikke overfører strukturel lyd til bygningsdele, og der skal sikres tilstrækkelig lyd-dæmpning i skaktlåger/-døre.

Ventilatorer i tagrum skal altid opstilles svingningsdæmpet. Elevatorer bør placeres i trappetårne eller midt i trapperum for at undgå støj i boliger m.v.

3.5. SAMMENSATTE KONSTRUKTIONER

Der kan være opstillet krav til den samlede lyd-isolation for en væg med dør, folde- og mobilvægge, glaspartier mv. Den samlede lyd-isolation beregnes efter DS/EN 12354-1 ved addition af lydtransmissionen gennem alle delkomponenter. Både komponenternes lyd-isolation R'_w og andel af det samlede areal har betydning.

I figuren nedenfor findes beregningseksempler på den samlede lyd-isolation for en vægkonstruktion med lyd-isolationen $R'_w = 48$ dB med et indsat element med lyd-isolationen $R'_w = 37$ dB eller 27 dB, som svarer til døre i lydklasse 40 dB eller 30 dB.



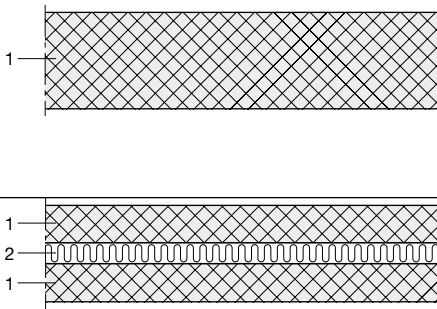
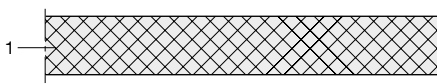
Figur 3.2

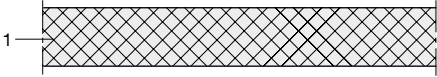
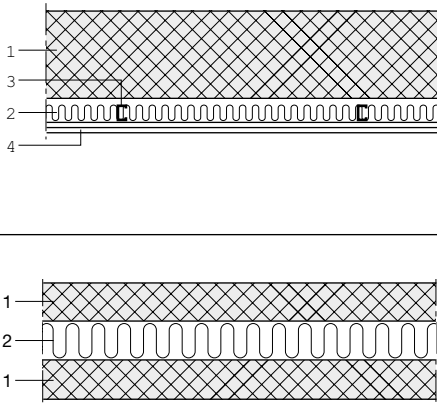
4. TYPISKE LØSNINGER - VÆGGE

Oversigterne i det følgende er opstillet i overensstemmelse med bygningsreglementet. I boligbyggeri regnes der med gulvarealer i opholdsrum på ca. 10-40 m² og rumhøjder på ca. 2,4-3,0 m.

Elementsamlingerne forudsættes stive, dvs.: Samlinger mellem vægelementer udføres som støbesamlinger med bøjler og låsejern eller som limsamlinger med mekanisk fastgørelse. Samlinger mellem væg- og dækelementer udføres som lejfuger med fuldt vederlag på væggen eller som kombination af vederlag og kantstøbning.

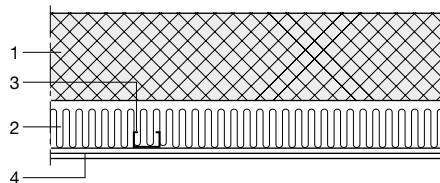
4.1 VÆGGE

BOLIGER OG LIGNEDE BYGNINGER BENYTTET TIL OVERNATNING Krav til luftlydisolation vandret: $R'_w \geq 55$ dB		220 mm enkeltvæg 1. 220 mm helvæg 2000 Kan også være 240 mm helvæg 1800 260 mm dobbeltvæg 1. 100 mm helvæg 1800 2. 50 mm formstabil, blød mineraluld Inkl. 10 mm hulrum
Tilstødende konstruktioner i rækkehuse: For en 220-240 mm enkeltvæg kan følgende konstruktioner benyttes: Tilstødende bagvæg: 100 mm helvæg 1800 Tilstødende skillevæg: 100 mm helvæg 1350 Tilstødende etageadskillelse: 180 mm lyddæk 1750 For en 260 mm dobbeltvæg skal bagvæggen som minimum være 100 mm helvæg 1800, såfremt facaden opføres med gennemgående formur. Tilstødende konstruktioner i etagehuse: Se afsnit 4.2.		
UNDERVISNINGSBYGGERI EXCL. RUM TIL SANG, MUSIK OG SLØJD DAGINSTITUTIONER, OPHOLDSRUM FOR STILLE OG/ELLER STØJENDE AKTIVITETER Krav til luftlydisolation vandret: $R'_w \geq 48$ dB		150 mm enkeltvæg 1. 150 mm helvæg 1800
Tilstødende konstruktioner: Tilstødende bagvæg: 100 mm helvæg 1800 Tilstødende skillevæg: 100 mm helvæg 1350 Tilstødende etageadskillelse: 180 mm lyddæk 1750		

DAGINSTITUTIONER, OPHOLDS- RUM FOR STILLE OG/ELLER STØJENDE AKTIVITETER MED DØRFORBINDELSE Krav til luftlydisolation vandret: $R'_w \geq 40$ dB		100 mm enkeltvæg 1. 100 mm helvæg 1350
Tilstødende konstruktioner: Tilstødende bagvæg: 100 mm helvæg 1350 Tilstødende skillevæg: 100 mm helvæg 1350 Tilstødende etageadskillelse: 180 mm lyddæk 1750		
RUM MED SÆRLIGT STØJENDE AKTIVITETER INCL. UNDERVIS- NINGSRUM TIL SLØJD Krav til luftlydisolation vandret: $R'_w \geq 60$ dB		220 mm enkeltvæg med fortsatsvæg 1. 220 mm helvæg 2000 2. 50 mm formstabil, blød mineraluld 3. Stålskelet friholdt af væg (ca. 20 mm luft) 4. 2 x 13 mm gipsplader Kan også være 240 mm helvæg 1800 310 mm dobbeltvæg 1. 100 mm helvæg 1800 2. 100 mm formstabil, blød mineraluld Inkl. 10 mm hulrum
Tilstødende konstruktioner i 1-plans byggeri: Tilstødende bagvæg: 150 mm helvæg 1800 Tilstødende skillevæg: 150 mm helvæg 1800 I facader opført som hulmur skal formuren altid afbrydes af en elastisk fuge. Tilstødende konstruktioner i etagebyggeri: Se afsnit 4.2.		

UNDERVISNINGSRUM TIL SANG OG MUSIK

Krav til luftlydisolation vandret: $R'_w \geq 65$ dB



220 mm enkeltvæg med fortsatsvæg

1. 220 mm helvæg 2000
2. 100 mm formstabil, blød mineraluld
3. Stålskelet friholdt af væg (ca. 20 mm luft mellem isolering og vægelement)
4. 2 x 13 mm gipsplader

Kan også være 240 mm helvæg 1800

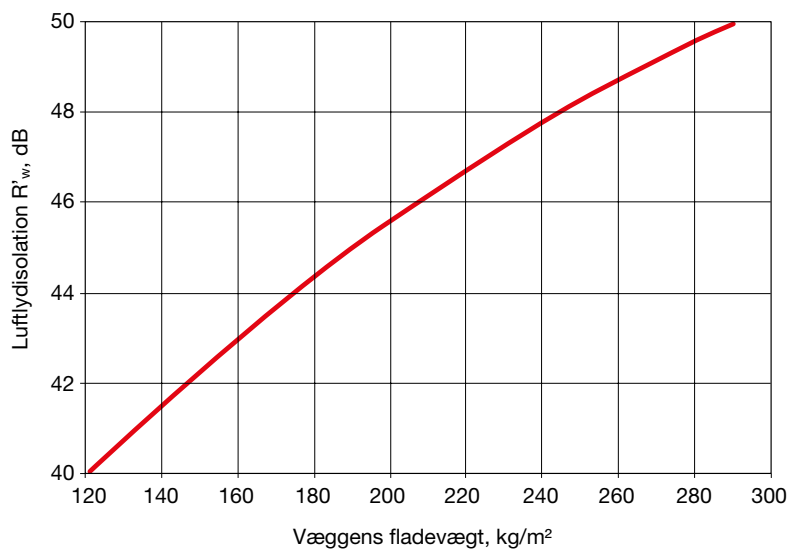
Tilstødende konstruktioner:

Tilstødende bagvæg: 150 mm helvæg 1800 med fortsatsvæg
 Tilstødende skillevæg: 150 mm helvæg 1800 med fortsatsvæg
 Tilstødende etageadskillelse: 220 mm lyddæk 2000 med svømmende trægulv eller svømmende betongulv og lydisolerende loft iht. afsnit 4.2

Loft og fortsatsvægge udføres efter "rum i rummet" princippet med specielle svingningsdæmpende loft- og væg-beslag. Detaljer kræver særlig projektering.

KONTORER, HOSPITALER, INTERNT I BOLIGER M.V.

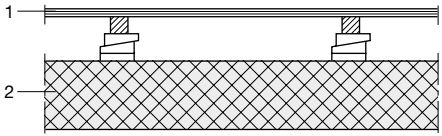
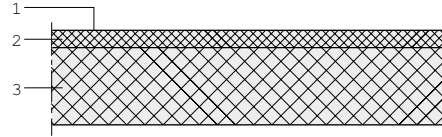
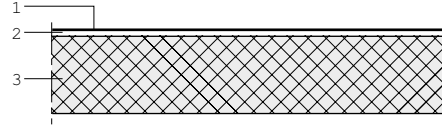
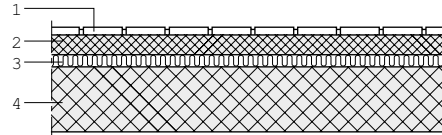
Udgangspunkt for projektering af enkeltvægge

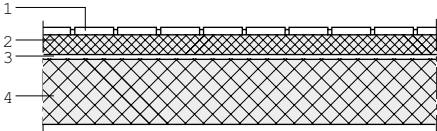
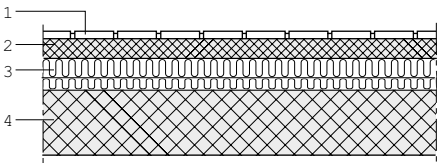


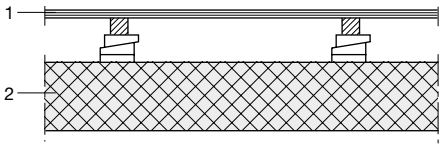
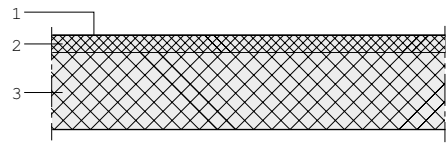
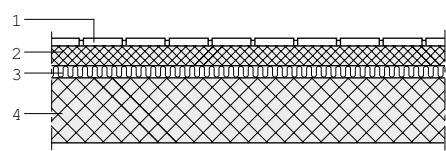
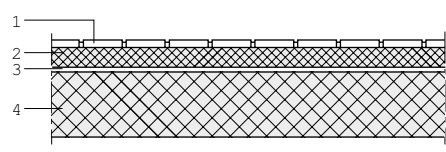
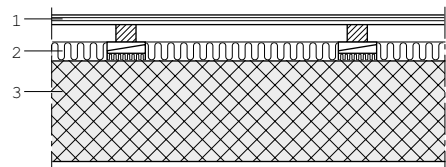
Eksempler på Tilstødende konstruktioner:

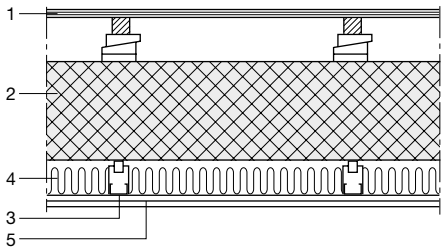
Se side 10 og 11 for krav henholdsvis $R'_w \geq 40$ dB og $R'_w \geq 48$ dB.

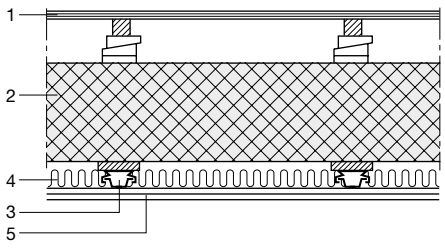
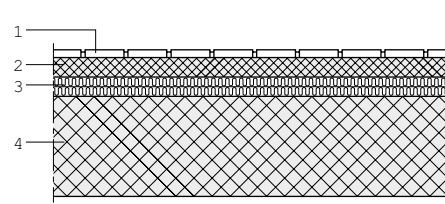
4.2 ETAGEADSKILLELSER

BOLIGER OG LIGNENDE BYGNINGER BENYTTET TIL OVERNATNING Krav til luftlydisolation lodret: $R'_{w} \geq 55$ dB Krav til trinlydniveau: $L'_{n,w} \leq 53$ dB		Med svømmende trægulv 1. Trægulv på strøer på Knudsen Kombi Max kiler eller tilsvarende 2. 220 mm lydælk 2000
		Med afretning og gulvbelægning 1. Trinlyddæmp. gulvbelægning. $\Delta L_w \geq 18$ dB 2. 40 mm betonaftretning 3. 220 mm lydælk 2000
		Med flydemørtel og gulvbelægning 1. Trinlyddæmp. gulvbelægning. $\Delta L_w \geq 20$ dB 2. 10 mm flydemørtel 3. 220 mm lydælk 2000
		Med svømmende klinkegulv Anvendelse: Entre, bryggers, køkken, fælles opholdsrum o.lign. 1. Klinker 2. 50 mm beton 3. 30 mm formstabil, blød mineraluld 4. 200 mm lydælk 2000
Tilstødende konstruktioner i etagehuse: Tilstødende lejlighedsskel: 220 mm halvæg 2000 eller 240 mm halvæg 1800 eller 260 mm dobbeltvæg af 2 x 100 mm halvæg 1800 Tilstødende bagvæg: 100 mm halvæg 1800 Tilstødende skillevæg: 100 mm halvæg 1350		
Eventuel anvendelse af polystyren i stedet for formstabil, blød mineraluld kræver særskilt vurdering af etageadskillelsens luftlydisolation og trinlydniveau, bl.a. ud fra laboratoriemålinger af trinlyddæmpningen for den svømmende gulv-konstruktion efter DS EN/ISO 140-6.		

BOLIGER OG LIGNEDE BYG- NINGER BENYTTET TIL OVER- NATNING Krav til luftlydisolation lodret: $R'_w \geq 55$ dB Krav til trinlydniveau: $L'_{n,w} \leq 58$ dB	 	Med svømmende klinkegulv Anvendelse: Badeværelser, trapperum og fælles gange 1. Klinker 2. 50 mm beton 3. 2 x 4 mm uorganisk nålefil 4. 200 mm lyddæk 2000 Med svømmende klinkegulv Anvendelse: Badeværelser, trapperum og fælles gange. 1. Klinker 2. 50 mm beton 3. Min. 30 mm formstabil, blød mineraluld 4. 180 mm lyddæk 2000 Isoleringslagets tykkelse kan øges for at give plads til installationer. Et lag på 30 mm skal dog være gennemgående.
Tilstødende konstruktioner i etagehuse: Tilstødende lejlighedsskel: 220 mm helvæg 2000 eller 240 mm helvæg 1800 eller 260 mm dobbeltvæg af 2 x 100 mm helvæg 1800 Tilstødende bagvæg: 100 mm helvæg 1800 Tilstødende skillevæg: 100 mm helvæg 1350		
Eventuel anvendelse af polystyren i stedet for trykfast mineraluld kræver særskilt vurdering af etageadskillelsens luftlydisolation og trinlydniveau, bl.a. ud fra laboratiormålinger af trinlyddæmpningen for den svømmende gulv-konstruktion efter DS EN/ISO 140-6.		

UNDERVISNINGSBYGGERI EXCL. RUM TIL SANG, MUSIK OG SLØJD DAGINSTITUTIONER, OPHOLDS- RUM FOR STILLE OG/ELLER STØJENDE AKTIVITETER Krav til luftlydisolation lodret: $R'_w \geq 51$ dB i skoler $R'_w \geq 48$ dB i daginstitutioner Krav til trinlydniveau: $L'_{n,w} \leq 58$ dB		Med svømmende trægulv 1. Trægulv på strøer på Knudsen Kombi Max kiler eller tilsvarende 2. 180 mm lyddek 1750
		Med afretning og gulvbelægning 1. Trinlyddæmp. gulvbelægning. $\Delta L_w \geq 17$ dB 2. 40 mm betonafretning 3. 180 mm lyddek 1750
		Med svømmende betongulv 1. Gulvbelægning 2. 50 mm beton 3. 30 mm formstabil, blød mineraluld 4. 180 mm lyddek 1750
		Med svømmende betongulv 1. Gulvbelægning 2. 50 mm beton 3. 2 x 4 mm uorganisk nålefilt 4. 180 mm lyddek 1750
Tilstødende konstruktioner: Tilstødende lydadskillende væg: 150 mm helvæg 1800 Tilstødende bagvæg: 100 mm helvæg 1800 Tilstødende skillevæg: 100 mm helvæg 1350		
Eventuel anvendelse af polystyren i stedet for formstabil, blød mineraluld kræver særskilt vurdering af etageadskillelsens luftlydisolation og trinlydniveau, bl.a. ud fra laboratoriemålinger af trinlyddæmpningen for den svømmende gulv-konstruktion efter DS EN/ISO 140-6.		
UNDERVISNINGSRUM TIL SLØJD Krav til luftlydisolation lodret: $R'_w \geq 60$ dB Krav til trinlydniveau: $L'_{n,w} \leq 53$ dB		Med svømmende trægulv og indlæg af mineraluld 1. Trægulv på strøer opklodset med blødt mellemag af f.eks. sylomer 2. 50 mm formstabil, blød mineraluld 3. 220 mm lyddek 2000
Tilstødende konstruktioner: Tilstødende lydadskillende væg: 220 mm helvæg 2000 eller 240 mm helvæg 1800 med forsatsvæg eller 310 mm dobbeltvæg af 2 x 100 mm helvæg 1800 Tilstødende skillevæg: Skal vurderes i det enkelte projekt		

UNDERVISNINGSRUM TIL SANG OG MUSIK Krav til luftlydisolation lodret: $R'_w \geq 65$ dB Krav til trinlydniveau: $L'_{n,w} \leq 53$ dB		Med svømmende trægulv og lydisolerende loft 1. Trægulv på strøer på Knudsen Kombi Max kiler eller tilsvarende 2. 220 mm lyddæk 2000 Elastisk ophængt underloft: 3. Vikas loftophæng eller tilsvarende 4. 100 mm formstabil, blød mineraluld (ca. 20 mm luft mellem isolering og dækelement) 5. 2 x 13 mm gipsplade
Tilstødende konstruktioner: Tilstødende lydadskillende væg: 220 mm helvæg 2000 eller 240 mm helvæg 1800 med forsatsvæg Tilstødende bagvæg: 150 mm helvæg 1800 med forsatsvæg Tilstødende skillevæg: 150 mm helvæg 1800 med forsatsvæg Loft og forsatsvægge udføres efter "rum i rummet" princippet med specielle svingningsdæmpende loft- og vægbeslag. Detaljer kræver særlig projektering.		

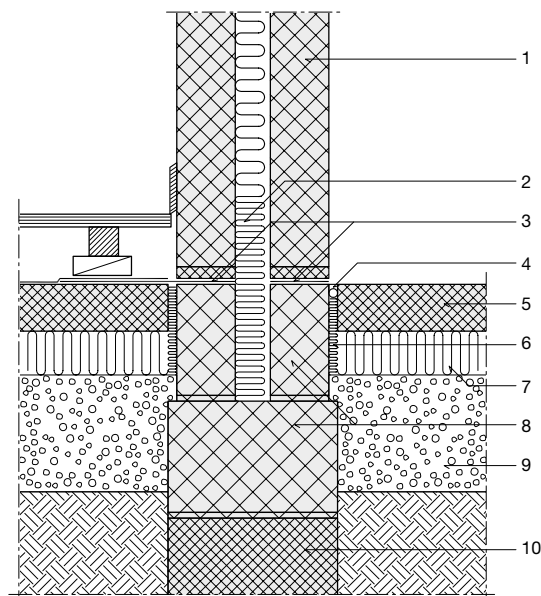
RUM MED SÆRLIGT STØJENDE AKTIVITETER Krav til luftlydisolation lodret: $R'_w \geq 60$ dB Krav til trinlydniveau: $L'_{n,w} \leq 48$ dB		Med svømmende trægulv og underloft 1. Trægulv på strøer på Knudsen Kombi Max kiler eller tilsvarende 2. 220 mm lyddæk 2000 Elastisk ophængt underloft: 3. Danogips lydbøjle 4. 50 mm formstabil, blød mineraluld (ca. 20 mm luft mellem isolering og dækelement) 5. 2 x 13 mm gipsplade
		Med svømmende klinkegulv 1. Klinker 2. 50 mm beton 3. 2 x 25 mm formstabil, blød mineraluld 4. 220 mm lyddæk 2000 Overgulvet skal udføres sådan, at der opnås en trinlyddæmpning på $\Delta L_w \geq 25$ dB.
Tilstødende konstruktioner: Tilstødende lydadskillende væg: . . 220 mm helvæg 2000 eller 240 mm helvæg 1800 med forsatsvæg eller 310 mm dobbeltvæg af 2 x 100 mm helvæg 1800 Tilstødende bagvæg: 200 mm helvæg 1800 Tilstødende skillevæg: Skal vurderes i det enkelte projekt		

4.3 TERRÆNDÆK OG FUNDAMENTER

Der benyttes samme trinlyddæmpende gulvkonstruktioner eller belægninger som anført i afsnit 4.2 for etagedæk. Trinlyd fra et terrændæk kan dog også dæmpes ved konsekvent friholdelse af dækket inkl. gulv fra omgivende bygningsdele (fundamenter, vægge m.v.). Desuden vil dobbelte boligadskillende vægge medvirke til at dæmpe trinlyden.

Fundamentet under en lydisolerende dobbeltvæg skal være adskilt i en dybde, som mindst svarer til undersiden af terrændækkets varmeisolering. Det fælles fundament er således udelukkende omgivet af tungt materiale.

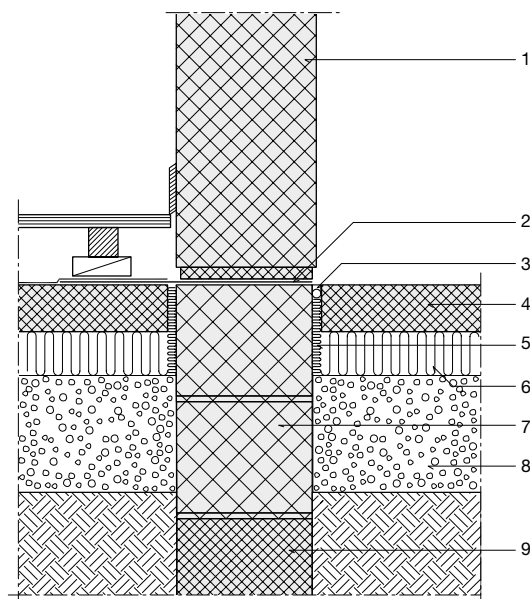
1. 100 mm boligadskillende db.væg (1800 kg/m³) + 50 mm mineraluld + 10 mm hulrum
2. Formstabil, blød mineraluld 150 mm over betonlag
3. Fugtspærre/radonsikring
4. Elastisk fuge
5. Betonplade
6. Kantisolering
7. Formstabil, blød mineraluld
8. Letklinkerblokke
9. Letklinker
10. Betonfundament



Eksempel: Dobbeltvæg ved fundament
Luftlydisolation: $R'_w \geq 55$ dB

Der benyttes samme trinlyddæmpende gulvkonstruktioner eller belægninger som anført i afsnit 4.2 for etagedæk. Trinlyd fra et terrændæk kan dog også dæmpes ved konsekvent friholdelse af dækket inkl. gulv fra omgivende bygningsdele (fundamenter, vægge m.v.).

1. 220 mm boligadskillende enkeltvæg (2000 kg/m³)
(Kan også være 240 mm helvæg 1800)
2. Fugtspærre/radonsikring
3. Elastisk fuge
4. Betonplade
5. Kantisolering
6. Formstabil, blød mineraluld
7. Letklinkerblokke
8. Letklinker
9. Betonfundament



Eksempel: Enkeltvæg ved fundament
Luftlydisolation: $R'_w \geq 55$ dB

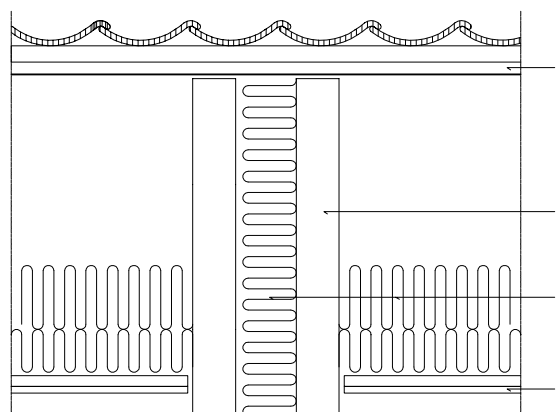
4.4 TAGRUM OVER LEJLIGHEDSSKEL, DOBBELTVÆGGE, LOFT MED LAV LYDISOLATION

Dobbeltvægge skal udføres med helt adskilte vægdele. Der må ikke være bindere, ledere, styreskinnere, bygningsaffald eller andre stive forbindelser mellem vægdelene. Hulrummet mellem vægdelene isoleres med formstabil, blød mineraluld. Der kan f.eks. benyttes batts med en luftgennemstrømningsmodstand på 7-10 kPa s/m². Man skal undgå, at stive batts sidder i spænd mellem vægdelene, og det anbefales at benytte batts, som er 10 mm tyndere end afstanden mellem vægelementerne. Såfremt begge dele af dobbeltvæggen føres op til taget, må en eventuel mørtelstopning mod tagbelægningen kun udføres ved den ene vægdel, og lægter mv. må ikke forbinde de to vægdele.

Installationer - f.eks. varme-, vand- og el-rør - må ikke føres gennem dobbeltvægge på grund af risikoen for utætheder og sammenkobling af de to vægdele.

Den nødvendige, fuldstændige adskillelse mellem dobbeltvægges to vægdele - også ved samlinger med tilstødende bygningsdele - medfører, at de statiske betingelser for stabilitet skal være opfyldt for hver enkelt bolig.

1. Tagkonstruktion
2. Letbeton- eller betonelement
3. Formstabil, blød mineraluld
4. Loft uden særlige krav til lydisolation



Eksempel: Dobbeltvæg ved tagkonstruktion (spær ikke vist)

Luftlydisolation: $R'_w \geq 55$ dB

4.5 TAGRUM OVER LEJLIGHEDSSKEL, DOBBELTVÆGGE, LYDISOLERENDE LOFT

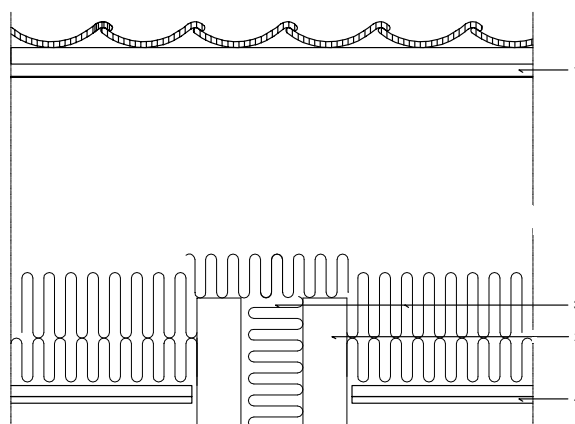
Dobbeltvægge skal udføres med helt adskilte vægdele. Der må ikke være bindere, ledere, styreskinnere, bygningsaffald eller andre stive forbindelser mellem vægdelene. Hulrummet mellem vægdelene isoleres med formstabil, blød mineraluld. Der kan f.eks. benyttes batts med en luftgennemstrømningsmodstand på 7-10 kPa s/m². Man skal undgå, at stive batts sidder i spænd mellem vægdelene, og det anbefales at benytte batts, som er 10 mm tyndere end afstanden mellem vægelementerne.

Installationer - f.eks. varme-, vand- og el-rør - må ikke føres gennem dobbeltvægge på grund af risikoen for utætheder og sammenkobling af de to vægdele.

Den nødvendige, fuldstændige adskillelse mellem dobbeltvægges to vægdele - også ved samlinger med tilstødende bygningsdele - medfører, at de statiske betingelser for stabilitet skal være opfyldt for hver enkelt bolig.

Lejlighedsskel skal altid føres mindst 150 mm op i isoleringen.

1. Tagkonstruktion
2. Letbeton- eller betonelement
3. Formstabil, blød mineraluld
4. Lydisolerende loft, f.eks. 2 lag gips med lydfuge mod vægge



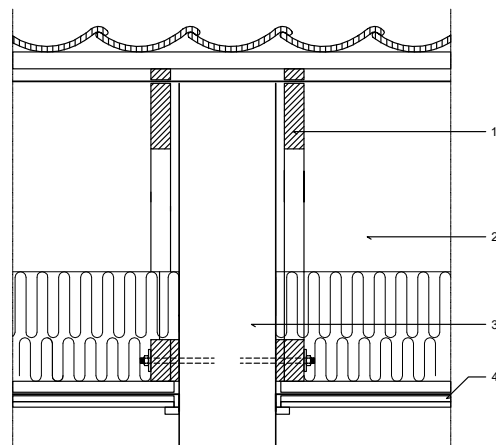
Eksempel: Dobbeltvæg ved tagkonstruktion (spær ikke vist)

Luftlydisolation: $R'_w \geq 55$ dB

4.6 TAGRUM OVER LEJLIGHEDSSKEL, ENKELT VÆG, LOFT MED LAV LYDISOLATION

Lydtransmission via tagrum forhindres mest effektivt ved at føre lejlighedsskel helt op i kippen og tætne mellem væg og tag. Væggen i tagrummet kan være en anden konstruktion end i de udnyttede etager.

1. Spær
2. Tagrum
3. Letbeton. eller betonavæg
4. Loft uden særlige krav til lydisolation



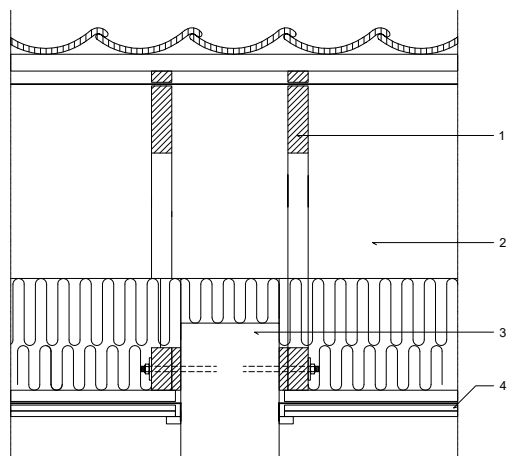
Eksempel: Lejlighedsskel ved tagrum
Luftlydisolation: $R'_W \geq 55$ dB

4.7 TAGRUM OVER LEJLIGHEDSSKEL, ENKELT VÆG, LYDISOLERENDE LOFT

I stedet for at føre lejlighedsskel op i kippen kan man udføre lofterne med en lydisolation, som i sig selv er tilstrækkelig til at forhindre lydtransmission via tagrummet. Det kan udføres med to lag gips og 200 mm formstabil mineraluld. Langs vægge fuges med elastisk fugemasse. Projektering af lofter samt af lejlighedsskel i tagrum foretages i øvrigt ud fra brandkrav og krav til varmeisolering.

Lejlighedsskel skal altid føres mindst 150 mm op i isoleringen.

1. Spær
2. Tagrum
3. Letbeton. eller betonavæg
4. Lydisolerende loft med lydfuge mod vægge som figur 4.5



Eksempel: Lejlighedsskel ved tagrum
Luftlydisolation: $R'_W \geq 55$ dB



325

355

357

FÅ RÅD OG VEJLEDNING



Mange byggeprojekter kan med fordel realiseres med elementer af letbeton. Kontakt derfor en af producenterne for råd og vejledning på et tidligt stadie i projektet, så du får den bedste løsning til dit byggeri.

SEKRETARIAT

Betonelement-Foreningen, DI Byggeri
Letbetonelementgruppen
H. C. Andersens Blvd. 18
1553 København V
Telefon: 3377 3377
betonelementforeningen@di.dk
www.danskindustri.dk/brancher/di-byggeri

ELEMENTPRODUCENTER

EXPAN
Ribevej 45
6650 Brørup
Telefon: 7637 7000
post@expan.dk
www.expan.dk

EXPAN
Purhusvej 6, Linå
8600 Silkeborg
Telefon: 7637 7000
post@expan.dk
www.expan.dk

EXPAN
Bækgårdsvej 74
4140 Borup
Telefon: 7637 7000
post@expan.dk
www.expan.dk

EXPAN
Snavevej 23
5471 Sønderød
Telefon: 7637 7000
post@expan.dk
www.expan.dk

Heidelberg Materials Precast Denmark A/S
Mads Clausensvej 58
6360 Tinglev
Telefon: 7217 1000
info@heidelbergmaterials.dk
www.precast.heidelbergmaterials.dk

Gandrup Element A/S
Teglværksvej 35
9362 Gandrup
Telefon: 9654 3800
ge@gandrupelement.dk
www.gandrupelement.dk

Leth Beton A/S
Rishøjvej 26
7755 Bedsted Thy
Telefon: 9794 5511
post@lethbeton.dk
www.lethbeton.dk

thomas praefab Østervrå A/S
Høngårdsvej 30
9750 Øster Vrå
Telefon: 9895 1300
praefa@praefa.dk
www.thomas-gruppe.dk

Niss Sørensen & Søn A/S
Drosselvej 9, Balling
7860 Spøttrup
Telefon: 9756 4222
nes@nssas.dk
www.nssas.dk

SAMARBEJDSPARTNERE

Aalborg Portland
Rørdalsvej 44, Postboks 165
9100 Aalborg
Telefon: 9816 7777
sales@aalborg-portland.dk
www.aalborg-portland.dk



Scan og besøg vores site

Letbetonelementgruppen under Betonelement-Foreningen, DI Byggeri
H.C. Andersens Blvd. 18, 1553 København V

Tlf. 3377 3377

betonelementforeningen@di.dk

www.danskindustri.dk/medlemsforeninger/foreningssites/dansk-beton/betonelement-foreningen