

4.1

Bygningsakustikk

4.1.1 Begreper

I dette avsnittet finnes forklaringer til de viktigste begrepene innen bygningsakustikken.

Lyd

Lyd, slik vi normalt oppfatter det, er variasjoner i lufttrykket. Støy er et uttrykk for ikke ønsket eller skadelig lyd.

Desibel

Lydtrykksnivå måles i desibel (dB) som er en logaritmisk enhet. Dette innebærer dels at enheten tilsvarer opplevelsen, dels at den gir en smidig måte å håndtere såvel små som store tall. Det siste er viktig da den menneskelige hørselen spenner over et stort omfang – lydtrykket ved smertegrensen er cirka 10 millioner ganger høyere enn lydtrykket ved høreterskelen (ved 1 kHz). Et fordoblet lydtrykk innebærer alltid 3 dB økning av lydtrykksnivået uansett hvilket nivå man utgår fra. 3 dB er den minste økning eller minskning av lyden som har praktisk betydelse. En økning eller minskning av støynivået med 10 dB tilsvarer tilnærmet en fordobling eller halvering av høreintrykket. Lydnivåer angis ofte delvis som det ekvivalente (gjennomsnittlige) nivået og delvis som det

maksimalt nivået under måleperioden. Oppmålt ekvivalent trafikkstøynivå skal normalt justeres til en årsmiddeldøgnsverdi for å bli jevnførbare med normer og krav.

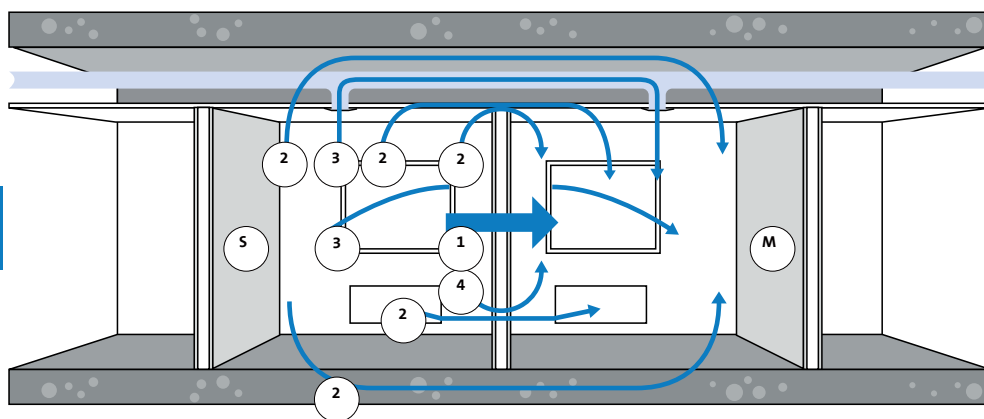
Luftlyd og luftlydisolasjon

Luftlyd er lydølger som forplanter seg i luften, eksempelvis fra en høyttaler eller en person som prater. Luftlydisolasjon er reduksjon av luftlyd fra et rom til et annet rom.

A- og C-veing

For å ta hensyn til hvordan hørselen oppfatter lyd ved ulike frekvenser finnes såkalte frekvensveiekurver. A-, B- og C-frekvensveiekurver utgjør enkle tilpasninger til ørets følsomhet ved 45 dB, 55 dB og 65 dB. B-kurven anvendes normalt ikke. En A-veing av lydtrykksnivået forkortes ofte dB(A) og innebærer en kraftig minskning av basstonenes innvirkning på den oppmålte verdien. C-veiet lydnivå dB(C) har tilnærmet ingen undertrykking av basstonene. En stor forskjell mellom C- og A-veiet lydnivå markerer at lyden har kraftig lavfrekvensinnhold. Med en kombinasjon av krav til A- og C-veiet lydnivå oppnås ofte en god avveing mellom lyd ved ulike frekvenser.

4.1



- S = Senderrom
- M = Mottakerrom
- 1 = Direkte lydtransmisjon
- 2 = Flanketransmisjon
- 3 = Overhøring
- 4 = Lekkasje

4.1.1 Begreper

Reduksjonstall

Reduksjonstall er et mål for hvor god luftlydisolasjon en gitt konstruksjon har ved en viss frekvens og betegnes R når den måles i laboratorium. Når man måler i felt, finner normalt lyden flere alternative lydveier enn bare gjennom den aktuelle skillekonstruksjonen og reduksjonstallet blir derfor mindre. Reduksjonstall målt i felt har betegnelsen R' .

En konstruksjons reduksjonstall fremkommer gjennom målinger i et antall ulike frekvenser. Reduksjonstallene anvises ofte i en kurve og i en tabell. For å forenkle håndteringen av reduksjonstallene ved ulike frekvenser er det utviklet ett-tallsverdi for luftlydisolasjon hos ulike konstruksjoner. Den mest brukte sammenfatningsverdien er R_w (henholdsvis R'_w i felt). Denne gir en vektning av lydisolasjonen for ulike frekvenser mellom 100 Hz og 3150 Hz.

Omgjøringstall for spektrum for utvidet

frekvensområde (C-korreksjoner) – C og C_{tr}

Andre måter å veie reduksjonstallene ved ulike frekvenser betegnes bl.a. $R_w + C_{50-5000}$ og $R_w + C_{tr}$. Med C-korreksjon ivaretas lydisolasjonen også ved frekvenser under 100 Hz. Korreksjonstallet kan beregnes som differensen mellom $R_w + C$ og R_w . Oppmålt i felt betegnes disse $R'_w + C_{50-5000}$ etc.

$R'_w + C_{50-5000}$ anvendes normalt ved kravsetting for boliger og musikklokaler i klassene A og B i Norge. I

Sverige og Danmark benyttes $R'_w + C_{50-3150}$ på tilsvarende måte. Definisjonen gir et krav uttrykt i $R'_w + C_{50-5000}$ som normalt tilsvarende 1 dB lavere krav uttrykt i $R'_w + C_{50-3150}$ (for eksempel $R'_w + C_{50-5000} = 43$ dB tilsvarende for $R'_w + C_{50-3150} = 42$ dB).

Opplevd lydisolasjon

I følgende tabell gis det eksempler på opplevd lydisolasjon for normale rom ved ulike lydklasser for skillekonstruksjonene. Noter at lydopplevelsen i mottakerrommet også er avhengig av rommets størrelse og etterklangstid.

Konstruksjonslyd og -lydisolasjon

Konstruksjonslyd er lydølger som i form av vibrasjoner som forplanter seg i en bygningskonstruksjon. Dette kan eksempelvis oppstå på grunn av vibrasjoner fra ventilasjonsanlegg eller når mennesker går på et gulv. Ofte menes konstruksjonslydskapt luftlyd når man sier konstruksjonslyd, dvs. at vibrasjoner i konstruksjonen stråler ut i luften. Konstruksjonslydisolasjon er isolasjon av konstruksjonslyd eller konstruksjonslydskapt luftlyd et sted mellom støykilden og mottakeren, ofte gjennom vibrasjonsisolasjon av støykilden, men i visse tilfeller gjennom påbygging av vegg/tak hos mottakeren. Flanketransmisjon er en type av konstruksjonslyd, se eget avsnitt om flanketransmisjon.

R'_w for bygningsdel	Vanlig kontor	Normal samtale	Høyrøstet samtale	Skrik	Tv, radio, stereo (middelsstyrke)	Diskotek
25 dB						
30 dB	HØRES	HØRES				
35 dB						
40 dB	KAN HØRES	KAN HØRES	HØRES			
44 dB			KAN HØRES	HØRES		
48 dB					HØRES	
52 dB				KAN HØRES		
56 dB					KAN HØRES	
60 dB	FORSTYRRER IKKE	OPPFATTES IKKE	OPPFATTES IKKE	HØRES IKKE	HØRES IKKE	HØRES

4.1.1 Begreper

Trinnlydsnivå

Den vanligste typen av konstruksjonslydforstyrrelser er trinnlyd. Det er derfor utarbeidet en standardisert metode, med et såkalt hammerapparat, for å måle hvor godt et etasjeskille isolerer mot denne type av konstruksjonslydskapt luftlyd. I prinsippet kalles det lydnivået som måles oppunder et etasjeskille montert i laboratorium, L_n . Oppmålt i bygning kalles verdien L'_n . Sammenfatningsverdien, $L_{n,w}$ henholdsvis $L'_{n,w}$ veier sammen trinnlydsnivået ved ulike frekvenser mellom 100 Hz og 3150 Hz.

Terminologien med henblikk på trinnlyd er ikke konsekvent, trinnlydsnivå og trinnlydisolasjon forveksles ofte. Et høyt trinnlydsnivå er et dårlig resultat (= lite trinnlydisolasjon).

Omgjøringstall for spektrum

(C-korreksjon) $C_{1,50-2500}$

En annen måte å veie trinnlydsnivået ved ulike frekvenser på er $L_{n,w} + C_{1,50-2500}$ henholdsvis $L'_{n,w} + C_{1,50-2500}$, som også tar hensyn til trinnlydsnivået ved frekvenser under 100 Hz. C-korreksjonen er differansen mellom disse verdiene og $L_{n,w}$ hhv. $L'_{n,w}$. For lydklasser A og B i NS 8175 skal trinnlydsnivået oppfylle verdi gitt som $L'_{n,w} + C_{1,50-2500}$ utover verdi gitt som $L'_{n,w}$ iht. lydklasse C, da $L'_{n,w}$ undervurderer støyen fra lavfrekvent trinnlyd. Krav angitt kun i $L'_{n,w} + C_{1,50-2500}$ undervurderer istedet støyen fra gange med harde sko på etasjeskillere av betong uten trinnlydisolasjon, hvilket gjør at en kombinasjon av kravene er nødvendig.

Flanketransmisjon

Når en del av lydtransmisjonen mellom to rom utgjøres av konstruksjonslyd som formidles via andre bygningsdeler eller installasjoner enn den direkte skillekonstruksjonen, så skjer dette gjennom såkalt flanketransmisjon. Flanketransmisjon kan eksempelvis oppstå via radiatorer, tak, gulv eller tilsluttende vegger. I bygninger med lette konstruksjoner og lydisolerende himling er det ekstra viktig å ta hensyn til flanketransmisjonen da direktetransmisjonen gjennom etasjeskilleren kraftig reduseres av himlingen og medfører at lydenergien søker seg andre veier. Med vel utformede knutepunkter kan flanketransmisjonen minimeres.

Overhøring

Overhøring kalles den del av den indirekte lydtransmisjonen mellom to rom, som utgjøres av luftlydstransmisjon. Eksempel på overhøring er lydtransmisjon via hulrom over himling eller via ventilasjonskanaler.

Lekkasje

Når tilslutningen mellom den direkte skillende konstruksjonen og omgivende konstruksjoner er utett, oppstår lekkasje som kan være ødeleggende for lydisolasjonen. Lekkasje kan også oppstå ved ulike typer av installasjoner. Se også avsnitt 2.1.31 og 3.11.1 angående Gyproc Acounomic og veier for lydoverføring.

Romakustikk

For romakustikk benyttes ofte begrepene etterklangstid og lydabsorpsjonsklasse.

Etterklangstid, T_{60} , er et uttrykk for hvor lenge en lyd klinger i rommet og bestemmes blant annet av rommets volum og form samt lydabsorpsjonsevnen til alle overflater i rommet inklusive innredning og de personer som oppholder seg i rommet. Etterklangstiden varierer med lydets frekvens (tonehøyde) ettersom lydabsorpsjonen ikke er den samme ved alle frekvenser.

Lydabsorpsjonsklassen defineres på bakgrunn av NS-EN ISO 11654 og gir sammenfatningsverdien for absorberens evne å absorbere lyd. Klasse A innebærer meget høy lydabsorpsjon, Klasse E innebærer en lav lydabsorpsjon. Uklassifisert innebærer en, ved visse frekvenser, reflekterende overflate. Samme lydabsorbent kan oppfylle ulike absorpsjonsklasser avhengig av avstanden til bakenforliggende overflate. Ulike absorberer som oppfyller samme absorberklasse kan også ha ulike egenskaper. Gyproc viser derfor lydabsorpsjonen ved ulike frekvenser for ulike absorber typer og monteringsalternativer, isteden for å bare angi absorberklasse (se separat bok om Gyptone Himlinger). Denne informasjonen er nødvendig for den som vil lage løsninger med godt avstemt romakustikk.

Godt romakustisk miljø bør være et selvklaart krav i alle lokaler. For personer med nedsatt hørsel er dette spesielt viktig. Synshemmede har behov av god romakustikk slik at de hører hvor lyden kommer fra uten villedende lydreflekser. Et rommiljø der uønsket lyd effektivt dempes og ønsket lyd klart kommer fram, gir den

4.1.1 Begreper

handikappede bedre forutsetninger til å fungere normalt og underletter også for personer med normal hørsel. I offentlige lokaler bør god romakustikk være ivaretatt. Det bør poengteres at høyeste absorpsjon langt fra alltid er det beste valget fra en akustisk synsvinkel. En jevn og vel avstemt etterklangstid er i mange tilfeller viktigere enn kort etterklang. En god tale- eller musikkakustikk forutsetter normalt at den som taler eller spiller får respons fra lokalet.

Demping eller isolasjon

Med lyd-demping menes nivåsenkende tiltak i samme rom som lyd-kilden.

Takabsorbenter er et eksempel på demping. Luftlyden (energien i lydbølgen) omdannes gjennom friksjon til varmeenergi i absorbenten.

Lydisolasjon derimot innebærer at energien i form av lydbølger forhindres fra å transporteres fra et rom til et annet. En vegg bestående av gipsplater og stendere er et eksempel på lydisolerende skillekonstruksjon.

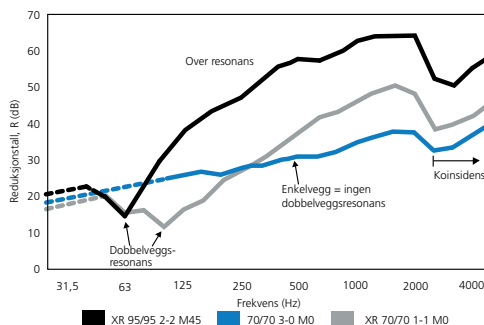
Resonans

Et sentralt begrep innen all akustikk er resonans. Resonans betyr at lyden eller vibrasjonen ved visse frekvenser pga reflekser forsterker seg selv (opp til et nivå som bestemmes av systemets demping). I mange tilfeller er forsterkningen ved resonans kraftig. Derfor skal kraftige støy- eller vibrasjonskilder ved resonansfrekvensen unngås.

Ved frekvenser lik resonansfrekvensen (dobbelveggresonans) svekkes lydisolasjonen, mens den for frekvenser over resonansfrekvensen gradvis forbedres ved økende frekvens. Vegger med gipsplater og stendere har en resonansfrekvens mellom cirka 40 Hz (70/70x2 3-3 M140) og 110 Hz (45/45 1-1 M0). Støy ligger normalt

i det område der luften i veggen fungerer som en fjær, hvilket gir veggen en forbedret lydisolasjon. Det er viktig å påse at en veggs resonansfrekvens ikke sammenfaller med kraftig lyd hos aktuelle støykilder.

Eksempel på referansekurver (vedr. koinsidens, se nedenfor).



Koinsidens

Resonansebegrepet som er beskrevet over kan kalles resonans i tid, at lydbølgen, etter å ha blitt reflektert, etter en tid er i fase med seg selv i et og samme medium. Koinsidens (fra engelsk coincide; sammenfalle, være i fase med) derimot beskriver i stedet at lydbølgen i et medium ved en viss frekvens og i en viss vinkel er i fase med lydbølgen i et annet medium. Ved 2500 Hz har lydbølgene i en 12,5 mm gipsplate samme bølgelengde som lydbølgene i luften parallelt med veggen, og da kan lydenergien i veggen med liten motstand stråle ut i luften. Ved høyere frekvenser gjelder samme sak for lydbølger i luften med ulike vinkler ut fra veggen. Vi får en svekket lydisolasjon ved frekvenser med koinsidens, og størst svekkelse fås ved den laveste frekvensen som har koinsidens, den såkalte koinsidensgrensefrekvensen. Som nevnt over skal resonanser unngås ved frekvenser der god lydisolasjon ønskes. I bygningakustisk sammenheng bør konstruksjonene utformes slik at koinsidensgrensefrekvenser mellom cirka 125 Hz og 2 kHz unngås.

4.1.1 Begreper

Like rom-problemet

Dersom rommene på begge sider av en skilleveg er identiske vil resonansfrekvensen i begge rommene sammenfalle. I normale rom er dette ikke aktuelt annet enn ved lave frekvenser ettersom det alltid finnes små forskjeller mellom tilsynelatende identiske rom. Når resonansfrekvensene i begge rommene sammenfaller så kommer disse til å "kobles" til hverandre som betyr at lyden får det enklere å passere forbi skilleveggen. Dette kan bli et problem når skilleveggenes grunnresonansfrekvens sammenfaller med rommenes resonansfrekvenser. Dette er eksempelvis tilfellet ved en dobbel skillekonstruksjon av type 70/70x2 2-3 M140 med cirka 200 mm total veggykkelse, og rom som har en dimensjon på 3,4 m ±0,1 m eller 6,8 m ±0,2 m.

Aktuelle tiltak kan være enten å øke avstanden mellom bindingsverkene (med ca. 50 mm) slik at luftfjærens stivhet minsker, eller å øke massen til 3 x 12,5 mm gipsplater på hver side.

Lydklasse

Begrepet lydklasse anvendes for å gruppere lydegenskaper. Vi finner det både som eksempelvis lydklasse B og C for boliger og skoler, og som eksempelvis lydklasse 35 dB iht. NS 3150 for dører og andre konstruksjonselementer. Tanken er at det skal bli lettere å velge rett produkt og å stille rett krav. I denne håndboken har vi valgt å sortere veggene i ulike lydisolasjonsklasser for på den måten å forenkle det for brukerne.

Laboratorieverdier

Laboratorieverdier er verdier målt under ideelle forhold. Likevel kan måleresultatene i et begrenset omfang variere mellom ulike laboratorier avhengig av testlaboratoriens egenskaper. Lydisolasjon i felt blir ofte minst 3–4 dB lavere enn lydisolasjonen i laboratorium (om flanken er optimalt utformet). I Gyproc Håndbok angis de feltverdier som kan forventes når konstruksjoner, flanker, installasjoner m.m. utføres iht. Gyprocs anvisninger. Forskjellen er ikke en sikkerhetsmargin for dårlig utførelse! For å gi underlag til akustisk dimensjonering kan laboratorieverdien i en viss utstrekning distribueres av Gyproc Teknisk Service..

4.1.2 Lydkrav

Generelt

Veiledning om tekniske krav til byggverk §13-6. *Generelle krav om lyd og vibrasjoner*, angir at bygningsmyndighetenes minstekrav til tilfredstillende lydforhold dokumenteres ved å legge til grunn grenseverdiene i lydklasse C angitt i NS8175.

Boliger

I NS 8175 er det gitt grenseverdier for lydklassene A-D der A har de strengeste grenseverdiene og D de svakeste.

For å oppfylle lydklasse C i NS 8175 skal leilighets-skillede konstruksjoner oppfylle $R'_w \geq 55$ dB hhv. $L'_{n,w} \leq 53$ dB.

For ikke å risikere at en stor del av beboerne skal bli forstyrret av støy vil Gyproc på det sterkeste anbefale, i

tråd med merknaden i NS 8175, at det for luftlyd også i lydklasse C gjøres vurderinger med omgjøringstallet for spektrum 50 – 5000 Hz.

Ved prosjektering av boliger med spesielt høy markedsprofil anbefaler Gyproc videre at det på lik linje med det estetiske også gjøres en særskilt vurdering av det lydtekniske miljøet og at lydklasse B velges. Lydklasse B innebærer klart forbedret lyd kvalitet. Leilighets-skillede konstruksjoner skal i lydklasse B oppfylle $R'_w + C_{50-5000} \geq 58$ dB hhv. $L'_{n,w} + C_{1,50-2500} \leq 48$ dB.

Øvrige bygninger

Omgjøringstall for spektrum (C-korreksjon) vektlegges ikke i samme grad for øvrige bygninger som for boliger, med unntak av spesialrom i skoler og andre bygninger for undervisning.

4.1.3 Lydegenskaper for vegger med gipsplater

Konstruksjonene som er anvist i Gyproc Håndbok oppfyller angitte lydegenskaper kun under forutsetning av at de anviste produktene monteres iht. Gyprocs anvisninger.

Eksempel på effekt av endringer fra anviste konstruksjoner angis nedenfor.

Endring av platemateriale

Stivere platemateriale gir redusert lydisolasjon da den såkalte koinvidensen forskyves nedover og påvirker en større del av frekvensområdet. Videre øker lydutstrålingen kraftig hvis ikke stenderavstanden øker forholdsvis minst like mye som stivheten (gjelder ikke vegger med dobbelt bindingsverk eller vegger med Gyproc XR- stendere). Eksempel på stivere platemateriale er: Sammenlimte gipsplater (gjelder ikke med dempelim) eller 12 mm kryssfiner montert innenfor gipsplatene.

Med kryssfiner montert innenfor ett lag gipsplater på ene siden av veggen blir svekkelsen liten, cirka 1 dB, og med kryssfiner montert innenfor ett lag gipsplater på begge sider av veggen beregnes reduksjonen å bli cirka 3 dB. Brannsikkerheten kan også påvirkes negativt.

Tyngre platemateriale gir forbedret lydisolasjon, forutsatt at stivheten ikke øker. Eksempelvis gir en 2-2-oppbygning komplett med 1 henholdsvis 2 mm stålplate på ene veggside (innbruddbeskyttelse) ca 2 henholdsvis 3 dB høyere R'_w . Gyproc Robust gir minst like god lydisolasjon som Gyproc Normal.

Liming av gipsplater

Liming av gipsplater på eksisterende konstruksjoner gir normalt ingen forbedring av luftlydisolasjonen, uansett om man limer mot en tung vegg eller en vegg med gipsplater og stendere. Unntaket er dersom det benyttes et egnet dempelim (Swedac DG-A2 eller tilsvarende) ved liming av gipsplater på vegg henholdsvis platelim Gyproc G 46 ved liming av gulvgipsplater.

Når gipsplater monteres ved liming med gipsbruk Gyproc G 66 for eksempel ved oppretting av en eksisterende ujevn overflate, bør det hellimes (ikke streng- eller punktliming) for å unngå at en tynn luftspalte dannes. En tynn luftspalte mellom flatene gir redusert lydisolasjon (ved middels høye frekvenser, eksempelvis 250-500 Hz) på grunn av den resonansen som dannes i spalten. Problemet med resonans gjelder også ved skruing mot for eksempel 25 mm lekt montert utenpå en eksisterende gipsplate eller murt vegg.

Der lydisolasjonen ikke må svekkes bør kledningen utføres som tilleggisolasjon med gipsplater på stendere iht. avsnitt 4.1.4 Veiledende råd – Tekniske rom og påbygninger. For å minske flanketransmisjonen gjennom en korridorvegg der gipsplatene inn mot rommene ikke er delt, kan en ekstra gipsplate limes med egnet dempelim mot tidligere monterte gipsplater i det ene rommet.

4.1.3 Lydegenskaper for vegger med gipsplater

Bindingsverk

Avstanden mellom veggstenderne er, på samme måte som stendernes stivhet, avgjørende for lydisolasjonen hos gipsplatekleddes vegger med enkelt bindingsverk. Ved senteravstand under 600 mm reduseres lydisolasjonen dersom ikke stenderne særskilt er konstruert for å håndtere dette. Med Gyproc XR kan en senteravstand ned til 450 mm velges uten at lydisolasjonen reduseres. Stivere stendere i vegger med enkelt bindingsverk reduserer veggens lydklasse. Dette kan tydelig sees ved å sammenligne lydklassifiseringen for Gyproc XR, Gyproc GS c 450 og Gyproc Duronomic.

Antall lag gipsplater

Ved å montere et ekstra lag gipsplater på ene siden av vegger med 1-1 henholdsvis 2-2-oppbygning oppnås en forbedring av lydisolasjonen. 1-2-oppbygning gir normalt ca 4 dB høyere R'_w -verdi enn 1-1-oppbygning, og 2-3-oppbygning gir normalt 1-2 dB høyere R'_w -verdi enn 2-2-oppbygning.

Endring av mineralullstykkelse

Mineralullen inne i en vegg med gipsplater øker lydisolasjonen indirekte gjennom å skape et dempet rom inne i veggen. Det er ikke nødvendig å gjøre en nøyaktig tilpassing av mineralullen i veggen, som er tilfellet når veggen skal være varmeisolerende. Ved plassering av 45 mm mineralull kun i den nedre delen av veggen (eksempelvis en plate, 120 cm høy, lengst ner i stenderfeltet) kan følgende forandring av R'_w -verdien påregnes: ca 3 dB lavere R'_w -verdi enn med 45 mm mineralull hele veien

opp. Full utfylling av hulrommet med mineralull (økt tykkelse) gir betydelig forbedring ved dobbelt bindingsverk.

Akustisk tetting

Akustisk tetting er det samme som å skape en lufttett konstruksjon. Ved akustisk tetting mellom vegg og tilstøtende konstruksjon kreves følgende tiltak for gitte lydklasser:

- Lydklasse R'_w og $R'_w + C_{50-5000} = 48-65$ dB; Gyproc Acounomic evt. polyetenduk Gyproc GPD med akustisk fugemasse Gyproc G 55 på begge veggside.
- Lydklasse R'_w og $R'_w + C_{50-5000} = 40-44$ dB; Gyproc Acounomic eller polyetenduk Gyproc GPD med akustisk fugemasse Gyproc G 55 på ene veggside.
- Lydklasse $R'_w = 37$ dB; 4 mm polyetenduk. Gyproc GPD
- Lydklasse $R'_w \leq 30$ dB; ingen særskilt tetting nødvendig.

Vegg med annet delement

I tabellen 4.1.3:01 vises resulterende lydklasse (feltreduksjonstall) når veggene inneholder annet delement (dør, glassparti etc). Den resulterende lydklasseverdien bestemmes dels av veggens og delementets lydklasse, og dels av delementets andel av den totale veggflaten.

Ta hensyn til at veggen nærmest døren får lavere lydisolasjon hvis for eksempel Gyproc XR-stender erstattes med en trestender eller forsterkningsstender.

Tabell 4.1.3:01

Veggens lydklasse (dB)	37			40			44			48			52			55			
Delementets lydklasse R'_w dB	30	35	40	30	35	40	30	35	40	30	35	40	30	35	40	30	35	40	
Delementets andel av hele veggens overflate	50%	33	35	39	33	37	40	33	37	42	33	38	42	33	38	43	33	38	43
	25%	34	36	38	35	38	40	36	40	43	36	40	44	36	41	45	36	41	46
	10%	35	36	37	37	39	40	39	42	43	39	43	46	40	44	48	40	45	49

4.1.4 Veiledende råd – Tekniske rom og påbygninger

Tekniske rom – uten kjølemaskin

Rundt vifterom og lignende tekniske rom kreves iblant en tung vegg for å få en tilstrekkelig lyd-isolasjon. Om utstyret likevel er valgt slik at den sammenlagte lyd-fekten fra aggregatene i 63 Hz oktavband (til vifterommet) understiger $L_{W,63\text{Hz}} = 60$ dB, hvis aggregatene bare har tilslutning av runde kanaler og hvis avstanden fra plan flate på vifteagregatet til nærmeste vegg er minst 15 cm, kan kravet til maksimalt lydnivå fra installasjoner i boliger oppfylles med lette vegger rundt vifterom. Veggen skal da utføres med dobbelt bindingsverk, tre lag gipsplater per veggside og fullt utfyllt med mineralull, f.eks. Gyproc XR 70/70x2 (450) NNN-NNN M140. Dersom ovenstående kriterier ikke er oppfylt må en akustiker vurdere vifteromet. I offentlig miljø kan mindre og ganske støysvake vifterom normalt utføres med denne typen vegg. Ved større vifterom eller i følsomt lydmiljø bør en akustiker angi riktig løsning.

Vegger rundt sjakt i boliger bør være utført med tre lag gipsplater på utsiden av bindingsverket, f.eks. Gyproc XR 70/70 (450) NNN-0 M0, for å oppnå tilstrekkelig lav-frekvent lydisolasjon. I kontormiljøer kan normalt doble lag gipsplater være tilstrekkelig rundt sjaktvegg. I visse tilfeller er det mulig å velge færre lag med plater, kontakt en akustiker for å få en vurdering. Hvis kanalene i sjakter ikke er isolert med mineralull, kan det være hensiktsmessig å komplettere bindingsverket med 70 mm mineralull (særskilt ved åpne sjakter som forbinder flere leiligheter). For valg av konstruksjoner rundt tekniske rom med store vifteagregat eller med kjølemaskiner, kontakt alltid akustiker da slike installasjoner er vanskelige kilder til såvel luftlyd som konstruksjonslyd.

Påbygging av tung konstruksjon for økt

lydisolasjon

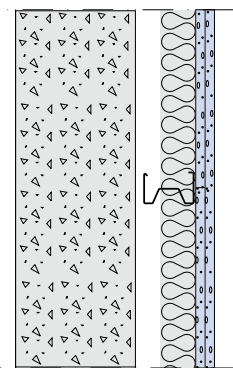
4.1

Ved påbygging av en tung vegg (massiv vegg med flatevekt ≥ 80 kg/m²) med den hensikt å forbedre lydisolasjonen, bør dette skje ved en tilleggisolasjon av minst doble lag gipsplater, minst 45 mm mineralull og et 70 mm bindingsverk som monteres med en avstand på minst 10 mm fra veggen (stenderen monteres frittstående og uten kontakt med den eksisterende veggen).

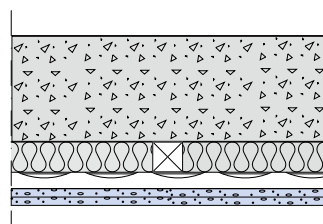
Ønsker man å forbedre lydisolasjonen for en tung etasjeskiller (massivt med flatevekt ≥ 80 kg/m²) gjennom en påbygging på undersiden bør dette skje ved at

minst doble lag Gyproc gipsplater monteres på 25 mm Gyproc AP-profil (c 400 mm), som i sin tur monteres på en minst 48 mm tykk nedforing (c 600 mm) mot taket. Mellom lektene fylles det med mineralull. I små rom kan nedforingen dimensjoneres med stålstendere som spenner fritt mellom veggene (uten kontakt med etasjeskillet over) og gipsplatene monteres direkte mot disse.

Disse påbyggingene gir normalt 10–15 dB forbedring dersom flanketransmisjonen gjennom tilsluttende konstruksjoner ikke er for stor. Tiltak for å begrense flanketransmisjonen kan bli nødvendig. Påbygging av en tung konstruksjon med gipsplater på stender, montert fast i veggen, kan ikke anbefales som en generell løsning, men kan i visse tilfeller være tilstrekkelig. En slik løsning gir cirka 5–10 dB forbedring av mellom- og høyfrekvente lydilder.



a) Forbedring av tung vegg



b) Forbedring av tung etasjeskiller

4.1.4 Veiledende råd – Tekniske rom og påbygninger

Påbygging på undersiden av gamle

etasjeskillere av tre

Gamle etasjeskillere med underside av spaltepanel og cirka 30 mm puss har dårlig lavfrekvent lydisolasjon og gjør at en større luftspalte eller flere lag gipsplater er nødvendig. En ny nedhengt himling (c 600 mm) med min. 150 mm avstand mellom ny og gammel himling, min. 50 mm mineralull og Gyproc AP-profil (c 400 mm) anbefales ved 2 lag gipsplater. Dette tiltaket gir cirka 10–15 dB økt lydisolering, som normalt er tilstrekkelig for å klare kravene til luftlydisolasjon for leilighetsskillende etasjeskille eksempelvis ved innredning av loftetasje.

Dersom undersiden av etasjeskillet over er rehabilitert med gipsplater på lekter, skal gipsplatene demonteres før tiltak som beskrevet over foretas da man ellers får en kraftig svekket lavfrekvent lydisolasjon.

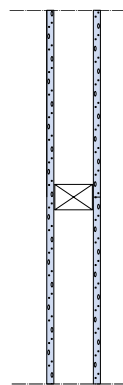
For gamle etasjeskillere med underside av trepanel kan ikke generelle råd gis. Kontakt akustikker for måling av eksisterende lydegenskaper og dimensjonering av tiltak.

Påbygging av lett vegg

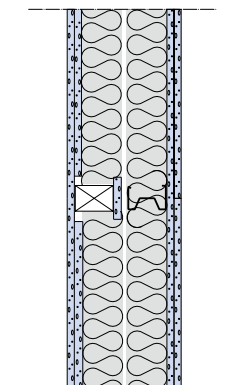
Dersom en eksisterende vegg med plater på stendere med enkelt bindingsverk er utilstrekkelig, skal man ikke påbygge den med ytterligere stendere og gipsplater. Riv i stedet den ene siden av den eksisterende veggen og bygg en ny vegg på separat bindingsverk, med 10 mm spalte til den gamle veggen. Fyll veggen med mineralull. I stedet for å rive den ene veggkaldelen kan platen perforeres tilsvarende minst 40 % jevn fordelt på overflaten. Perforeringen må inkludere alle stenderfeltene og hullene må ha diameter minst 10 cm.

Unngå å bygge vegger med plater montert i luftspalten inne i veggen da disse får resonanser i følsomme frekvensområder og reduserer veggens lydisolerings- evne.

Eksemplet nedenfor viser en vegg som etter ombygging bør klare minst $R'_w = 52$ dB dersom tilslutningene er akustisk tettet. Figur b) viser en løsning der f.eks. utskårne plater flyttes inn i eksisterende vegg og limes med egnet elastisk lim (Swedac DG-A2 eller tilsvarende). Kan man komme til fra begge sider skapes muligheten for akustisk tetting med fugemasse. Veggkaldelen som ikke rives kompletteres i såfall med ytterligere en plate som skrues til bindingsverket i stedet for å limes på innsiden (brannkravet sikres også gjennom skrumontering).



a) Eksisterende lett vegg



b) Forbedret lett vegg

4.1.5 Tilslutninger mot tunge konstruksjoner

Forutsetninger for tilslutninger mot tunge konstruksjoner anvist i Gyproc Håndbok:

Angitte verdier på tykkelser hos tilsluttende betongvegger og etasjeskillere av betong bygger på beregninger utført iht. referansene [1]-[4]. Beregningene bygger på statistisk energianalyse og er validert gjennom sammenligninger med verdier målt i felt.

Minstetykkelser for massive betongdekker er beregnet under forutsetningen av at lydreduksjonen via betongkonstruksjonen oppnår lydklassen pluss 5 dB.

Påkrevd type etasjeskiller, hulldekke med eller uten overgulv, er beregnet under forutsetningen av at lydreduksjonen via betongkonstruksjonen oppnår lydklassen pluss 5 dB ved lydkrav høyere enn $R'_w = 52$ dB. Ved lydkrav $R'_w = 48-52$ dB forutsettes det at ett av etasjeskillene har én lydklasse bedre lydisolasjon. Ved lydkrav lavere enn 48 dB forutsettes samme betongkonstruksjoner som ved krav $R'_w = 48$ dB.

Minstetykkelser for massive betongvegger er beregnet under forutsetning av at lydreduksjonen via veggen oppnår lydklassen pluss 10 dB. Vegger har 10 dB margin for ikke å innvirke på den totale lydtransmisjonen.

Referanser, tilslutninger til tunge konstruksjoner:

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

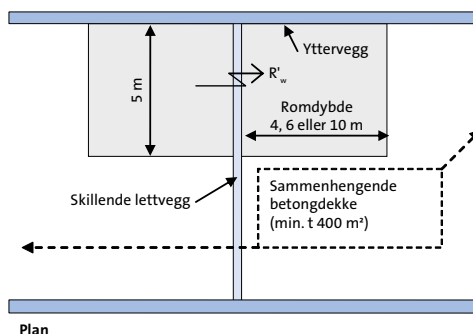
4.1.5 Tilslutninger mot tunge konstruksjoner

Tilslutning mot betongplate

Lydreduksjonen for typedetajlene 3.1.1:207 og 3.1.51:209 er angitt under følgende forutsetninger:

Den skillende vegg er 2,5 m høy og 5 m lang. Veggene skiller 2 like store rom - enten med et gulvareal:

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



Tabellen nedenfor viser at økt andel av gulvareal øker kravet til betongplattens tykkelse. Det betyr altså at et økt romvolum forringer lydreduksjonen. Dersom kravet til betongplattens minimumtykkelse ikke kan oppfylles, kan det være en løsning å velge en skillende vegg med høyere lydreduksjon eller å

forbedre gjennomgående betongdekker med en lydisolerende nedforet himling og/eller et lydisolerende overgulv. Verdien i tabellen gjelder for et min. 400 m² søylebåret betongdekke samt for flytende betongdekke utlagt på varmeisolering (terrengdekke).

Tabell for påkrevd betongtykkelse

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

Merknad

Bygningens yttervegg utformes slik at flanketransmisjon forhindres:

Ved tung yttervegg etableres gjennomgående lydfuge. Ved lett yttervegg utføres tilslutning i h.t. Gyprocs anvisninger.

Generelt gjelder følgende retningslinjer ved romgeometriens betydning for lydreduksjonen:

- Ved større vegg høyder på skillende vegg økes lydreduksjonen (ved 5 m ca. 1 dB).
- Ved større vegg lengder på skillende vegg reduseres lydreduksjonen (ved 10 m ca. 1 dB)

- Ved større romdybder på adskilte rom (økt romlengde på tvers av den skillende vegg) reduseres lydreduksjonen.
- Ved forskjellige romdybder i 2 adskilte rom, økes lydreduksjonen. Dersom romdybdene f.eks er 8 og 4 m, anvendes middelromdybden $(4+8)/2 = 6$ m og betongtykkelse velges på den sikre siden i h.t. tabellens eksempel B.

4.1.5 Tilslutninger mot tunge konstruksjoner

Det bærende systems betydning

for lydreduksjonen

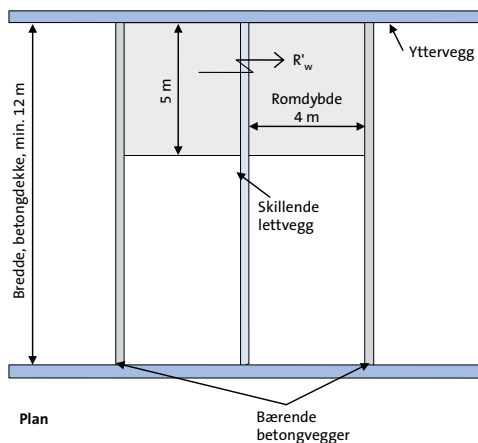
Ved større sammenhengende søylebårne betongdekker (min. 400 m²) kan det oppnås en bedre lydreduksjon mellom 2 rom enn ved et tilsvarende betongdekke båret av betongvegger.

Årsaken er at lydenergien fra senderrommet fordeles jevnt over hele betongdekket og mottakerrommet får dermed en mindre andel av lydenergien.

I bygninger med bærende betongvegger, som forhindrer lydenergiens spredning i betongdekket, vil det derfor være krav til økt betongtykkelse for å oppfylle lydkravet.

Den tunge konstruksjonens reduserte yteevne kan i noen grad kompenseres ved å bruke skillende lettvegger med høyere lydreduksjon enn kravet tilsier, eller ved å forbedre gjennomgående betongdekker med en lydisolierende nedforet himling og/eller et lydisolerende overgulv. Ved tilstilfeller er det best å rådføre seg med en akustiker.

Betongdekkets minimumstykkelse angitt i tabellen under gjelder søylebåret betongdekke eller betongvegger (bærende betongvegger er plassert tverrgående fra yttervegg til yttervegg, se planskisse). Verdiene gjelder også for flytende betongdekke utlagt på varmeisolering (terrengdekke).



Betongdekkets bredde er min. 12 m. Skillende vegg er 2,5 m høy og 5 m lang. Veggene skiller 2 like store rom med et gulvareal $A = 20 \text{ m}^2$ (romdybde 4 m).

Tabell for påkrevd betongtykkelse

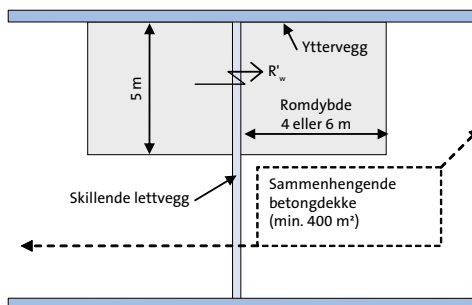
Lydklasse R'_w	$R'_w + C$	Betongdekke for bærende bjelker/søyler	Betongdekke for bærende betongvegger
		Min. tykkelse [mm]	Min. tykkelse [mm]
40 dB	-	100	100
44 dB	-	100	120
48 dB	-	120	160
52 dB	-	160	210
-	53 dB	170	240
55 dB	-	180	250

4.1.5 Tilslutninger mot tunge konstruksjoner

Tilslutning mot hulldekke av betong

Lydreduksjonen for typedetaljene 3.1.1:208 og 3.1.51:210 er angitt under følgende forutsetninger:

Lettveggen forutsettes å være 2,5 m høy og 5 m lang, og den skiller to omtrent like store rom. En økning av romlengden senker lydisoleringen noe, mens en økning av vegg høyden forbedrer lydisoleringen noe.



Plan

Forutsetninger

- Søyle-/bjelkekonstruksjon med et sammenhengende etasjeskille i betong på min. 400 m². Betongvegger bare i trappehus og eventuelt bygningens gavler.
- Standard hulldekker fra Contiga, Kynningsrud Prefab eller lignende. Vekt fuget hulldekke: HD/F 120/27 min 360 kg/m², HD/F 120/20 min 290 kg/m², HD/F 120/18,5 min 290 kg/m².
- Bygningens yttervegg utformes slik at flanketransmisjon unngås: Ved tung yttervegg gjennom lydfuge. Ved lett yttervegg utføres tilslutningen i h.t. Gyproc anvisninger.

- Legg merke til planløsning, størrelse på rom (to typer) og vegg høyde.

Nedenforstående anbefalinger for tilslutning B (hulldekke med påstøp) gjelder ved limte gulvbelegg. Flytende montert plategulv som f.eks parkett, gir jevnt over en kraftig forringelse av luftlydisoleringen. Minimum en halv lydklasse bedre tunge tilslutninger bør velges.

I lydklasse $R'_w = 40-48$ dB og med romlengde på tvers av lettvegg maks 4 m, kan HD/F 120/20 med vekt 255 kg/m² velges.

Tabell for påkrevd betongtykkelse

Krav til tilslutning med hensyn til type hulldekke og romstørrelse
A = overgulv B = påstøp

Lydklasse R'_w	$R'_w + C$	For hulldekke HD/F 120/27		For hulldekke HD/F 120/18,5 og HD/F 120/20	
		Romdybde ≤ 4 m	Romdybde ≤ 6 m	Romdybde ≤ 4 m	Romdybde ≤ 6 m
40 dB	-	A, B	A, B	A, B	A, B
44 dB	-	A, B	A, B	A, B	A, B
48 dB	-	A, B	A, B	A, B	A, B
52 dB	53 dB ¹⁾	A, B	A, B	A, B	A, B
56 dB	57 dB ¹⁾	A, B	A, B	— ²⁾	—

4.1

Merknad

¹⁾ Lydklasse 57 hhv 53 dB referer til gjennomsnittsverdien.

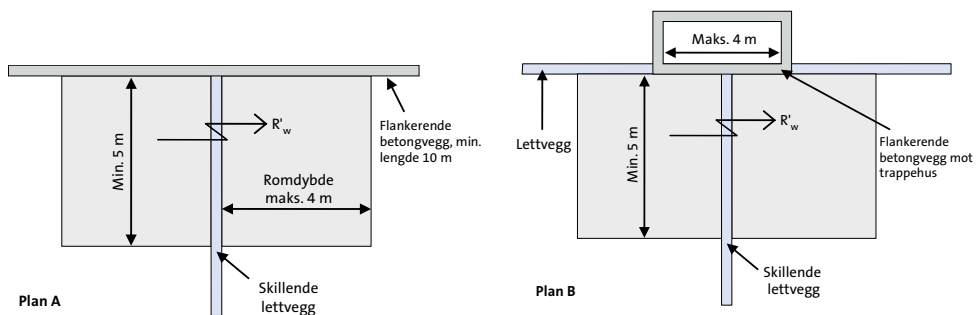
²⁾ Tilslutning A (hulldekke med overgulv) kan benyttes ved lydklasse $R'_w = 56$ dB.

I lydklasse $R'_w + C_{50-5000} = 57$ dB er marginen lav, 3 dB i stedet for 5 dB. HD/F 120/27 anbefales.

4.1.5 Tilslutninger mot tunge konstruksjoner

Tilslutning mot massiv betongvegg

Lydreduksjonen for typedetaljene 3.1.1:209 og 3.1.51:211 er angitt under følgende forutsetninger:



Skillende vegg er 5 m lang. Veggen skiller 2 like store rom med et gulvareal på 20 m² (romdybde 4 m).

Flankerende betongvegg er enten gjennomgående med en lengde på min. 10 m (Plan A) eller delvis gjennomgående som trappehusvegg (Plan B).

Ved tilslutning mot trappesjaktvegg i betong skal rommet dessuten være adskilt med lettvegger plassert i trappehusveggs forlengelse.

Minimumstykkelse på flankerende betongvegger

Lydklasse	Gjennomgående betongvegg min. 10 m lang (Plan A)		Delvis gjennomgående betongvegg mot trappehus (Plan B)
	R'_w	$R'_w + C$	Min. tykkelse [mm]
44 dB	-		160
48 dB	-		160
52 dB	-		160
-	53 dB		170
55 dB	-		170
60 dB	-		230

4.1

Dersom angitt minimumstykkelse på betongvegg ikke kan overholdes, kan det være en løsning å montere en lydisolerende forskutt lettvegg foran den flankerende betongveggen.