

Bygningsakustikk

4.1.1 Begreper

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

Lyd

Lyd, slik vi normalt oppfatter det, er varisjoner 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 så stort omfang – lydtrykket ved smertegrensen er cirka 10 millioner ganger høyere en 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 høreinntrykket. Lydnivåer angis ofte delvis som det ekvivalente (gjennomsnittlige) nivået og delvis som det maksimale nivået under måleperioden.

Oppmålt ekvivalent trafikkstøynivå skal normalt justeres til en årsmiddeldøgnsverdi for å bli jevnforbare med normer og krav.

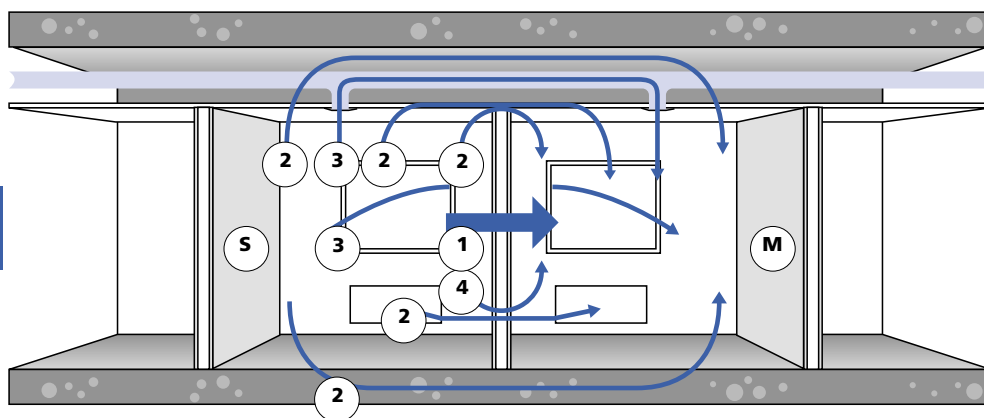
Luftlyd og luftlydisolasjon

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

A- og C-veiging

For å ta hensyn til hvordan hørselen oppfatter lyd ved ulike frekvenser finnes såkalte frekvensveiekurver. Det finnes blant annet A-, B- og C-frekvensveiekurver som utgjør enkle tilpasninger til ørets følsomhet ved 45 dB, 55 dB og 65 dB. B-kurven anvendes normalt ikke. En A-veiging 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 avveiging 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 tilsvarer av et 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). $R'_w + C_{tr}$ ble tidligere betegnet $R_{A,Tr,5}$ og angir veid lydreduksjonstall korrigert for standard trafikkstøyspekter.

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.

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

Konstruksjonslyd og -lydisolasjon

Konstruksjonslyd er lydølger som i form av vibrasjoner 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 nedenfor.

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 lydnevået som måles opp under etasjeskille montert i laboratorium, ved henholdsvis frekvens, L_n . Oppmålt i bygning kalles verdien $L'_{n,w}$. Sammenfatningsverdien, $L_{n,w}$ henholdsvis $L'_{n,w}$ veier sammen trinnlydsnevået ved ulike frekvenser mellom 100 Hz og 3150 Hz.

Språkbruken med henblikk på trinnlyd er ikke konsekvent, trinnlydsnevå og trinnlydisolasjon forveksles ofte. Et høyt trinnlydsnevå er et dårlig resultat (= lav lydisolasjon).

Omgjøringstall for spektrum

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

En annen måte å veie trinnlydsnevået 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 trinnlydsnevået 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 trinnlydsnevået 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 lydiserende himling er det ekstra viktig å ta hensyn til flanketransmisjonen da direktetransmisjonen gjennom etasjeskilleren kraftig reduseres ved hjelp av himlingen som 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. Med korrekt montasje skal lekkasjen være neglisjerbar og konstruksjonen lufttett. Lekkasje kan også oppstå ved ulike typer av installasjoner. Se også avsnitt 2.1.31 for 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 lydabsorpsjonen hos alle overflater i rommet inklusive innredning og de personer som oppholder seg i rommet. Etterklangstiden varierer med lydens frekvens (tonehøyde) ettersom lydabsorpsjonen ikke er den samme ved alle frekvenser.

Lydabsorpsjonsklassen defineres på bakgrunn av NS-EN ISO 11654 og gir sammenfatningsverdien for absorbertens 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 absorbenter som oppfyller samme absorptentklasse kan også ha ulike egenskaper. BPB Gyproc viser derfor lydabsorpsjonen ved ulike frekvenser for ulike absorptenttyper og monteringsalternativer, isteden for å bare angi absorptentklasse (se separat perm for Gyptone systemhimling). 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 høres hvor lyden kommer fra uten villedende lydreflekser. Et rommiljø der uønsket lyd effektivt dempes og ønsket lyd klart får gå fram gir den handikappede bedre forutsetninger til å fungere normalt og underletter også for personer med normal hørsel. Spesiell omsorg bør legges på romakustikken i allmenne lokaler. Det bør poengteres at høyeste absorpsjon langt fra alltid er det beste valget fra akustisk synsvinkel. En jevn og vel avstemt etterklangstid er i mange tilfeller viktigere enn kort klang. En god tale- eller musikkakustikk forutsetter normalt at den som taler eller spiller får respons fra lokalet.

4.1.1 Begreper

Demping eller isolasjon

Med lydemping menes nivåsenkende tiltak i samme rom som lydkilden.

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

Lydisolasjon derimot innebærer at energien i 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

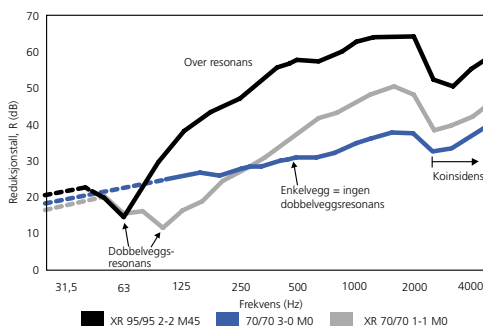
Et sentralt begrep innen all akustikk er resonans. Resonans betyr at lyden eller vibrasjonen ved visse frekvenser pga reflekser forsterker seg selv (opp til et nivå som bestemmes av systemets demping). I mange tilfeller er forsterkningen ved resonans kraftig. Derfor skal kraftige støy- eller vibrasjonskilder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

Resonanser kan utnyttes positivt for å isolere to systemer fra hverandre gjennom å legge resonansfrekvensen betydelig lavere enn kildens støyfrekvens. Eksempelvis har et system bestående av en vibrerende maskin som står på myke fjærer en resonansfrekvens som bestemmes av fjærenes stivhet og maskinens vekt. Ved vibrasjoner under resonansfrekvensen fungerer systemet som om fjærene ikke fantes (vibrasjonene føres over til gulvet), ved resonans forsterkes vibrasjonene både i gulvet og i maskinen, men ved vibrasjoner over resonansfrekvensen frikobles maskinen fra underlaget og maskinvibrasjonene isoleres fra gulvet.

På samme måte er det for en vegg med gipsplater på begge sider av stenderne. Maskinen tilsvarer gipsplatene på ene siden av veggen (lydbølger i rommet skaper vibrasjoner i platen), fjærene tilsvarer luften (og i en viss utstrekning stenderne) mellom gipsplatene og gulvet tilsvarer gipsplatene på den andre siden av veggen. Ved frekvenser under resonansfrekvensen fungerer veggen som om luftspalten (d v s "fjæren") ikke fantes og platene kommer til å svinge i fase (lydisolasjonen er relativt lav). Ved frekvenser lik resonansfrekvensen (dobbelveggresonans) svekkes lydisolasjonen, mens den for frekvenser over resonansfrekvensen gradvis for-

bedres 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

Resonansbegrepet 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 koinsidensgrensefrekvensen mellom cirka 125 Hz og 2 kHz unngås.

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 veggtykkelse, og rom som har en dimensjon på 3,4 m \pm 0,1 m eller 6,8 m \pm 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 dere.

Laboratorieverdier

Laboratorieverdier er verdier oppmålt 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. BPB 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 Support.