



Norges
byggforsknings-
institutt
1975
særtrykk 236

Lydisolering i hoteller

Av ingeniør Sigmund Alvestad

Når mennesker lever innpå hverandre, vil det alltid være behov for å trekke seg tilbake uten å bli forstyrret av uvedkommende. I hoteller har man således funnet det nødvendig å stille samme akustiske krav som i flerfamiliehus. Dette gjelder lydisolasjonen mellom hotellrommene, etterklang i trapperom og felles gang og støynivå fra tekniske installasjoner. Lydisolasjon mellom hotellrom og felles gang er unntatt fra kravet, her har man i stedet stilt krav til selve entredøren, målt i laboratorium. Døren skal innsettes på en slik måte at lydisoleringen ikke blir vesentlig svekket. Dette kan imidlertid vanskelig konstateres ved målinger i bygninger på grunn av små rom og varierende målebetingelser.

Det vil alltid være behov for en viss lydisolering mellom hotellrom og felles gang.

Et viktig poeng som i denne sammenheng bør nevnes, er å redusere støyen ved kilden. I en godt avdempet korridor, f.eks. 0,3 sek. etterklangstid, vil lydnivået fra en og samme støykilde være 5dB lavere enn når etterklangstiden er 1,0 sek. Altså blir lydnivået som overføres videre gjennom veggen og døren også mindre.

Siden de nye byggeforskriftene kom i 1969, er et mye større utvalg av lydisolerende dører tilgjengelig. Dette er én av flere grunner til at det bør stilles andre og strengere krav til lydisolering mellom hotellrom og felles korridor, trapperom o.l.

På bakgrunn av dette har NBI, som oppdrag for Hotell- og Turistdirektoratet, utført en rekke målinger i forskjellige hoteller for å se hvor god lydisoleringen er og søke å komme frem til hvilke krav som bør stilles og hvordan kravet kan oppfylles.

Planløsning og utførelse

I de 11 hotellene hvor målingene ble utført, er rommene stort sett like. En ca. 2,0 meter lang, smal entré, et baderom med WC ved siden av og et oppholdsrom innenfor som varierer fra ca. 10 til 17 m². Rommene er som regel plassert på rekke langs én eller begge sider av en ca. 1,5–2,0 meter bred korridor.

Det ser ut til å være vanlig å utføre hovedkanalen for ventilasjonsanlegget langs taket i korridoren, med avregninger til hvert hotellrom. Kanalene skjules som regel av en nedforet platekledd himling som flukter med overkant av dørene. Denne himlingen finnes vanligvis også i hotellrommenes entré, da ventilkanalen føres langs taket helt inn til oppholdsrommet.

Den nedforete himlingen er ofte en lydabsorberende kledning som har liten eller ingen lydisolerende evne. Det kan derfor lett oppstå lydlekasje via ventilasjonskanalene, dersom ikke visse forholdsregler tas. I et nylig oppført hotell hvor det er brukt dører med middelreduksjonstall $R_m = 35$ dB, konstaterte vi at veggfeltet over døren til hotellrommene rett og slett manglet.

I syv av hotellene er det brukt bare én dør mellom korridor og oppholdsrom. Dørene er tykkere enn vanlig og er utstyrt med tetteletter. I fire tilfeller er det brukt

to dører à 40 mm tykkelse, uten tetteletter. Ikke i noen av de undersøkte hoteller er det brukt to dører mellom korridoren og entréen. Døren mellom entré og

bad/WC er en vanlig innvendig lett dør med spalte ved terskel for avlufting av baderommet. En slik dør har lydreduksjonstall $R'_m = 10$ à 15 dB.

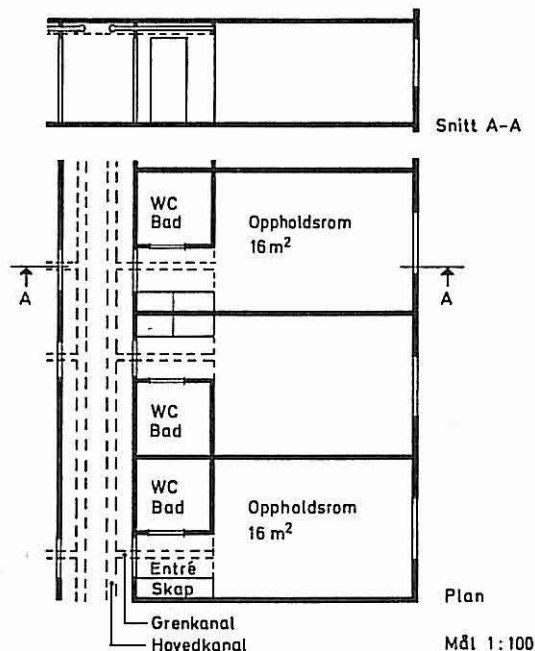


Fig. 1. Plan og snitt av normal størrelse. Her er også vist ventilkanalens plassering med avgreining til hvert av rommene.

Utførelse av målinger

Målingene er utført i overensstemmelse med Norsk Standard NS 3051. Korridor er brukt som senderrom, og entré, henholdsvis oppholdsrom som mottakerrom.

Beregning av entrédørens middelreduksjonstall R'_m på grunnlag av målinger

Når lydisolasjonen for dør i en bygning måles, kan flankeoverføringen forbi selve prøvefeltet aldri unngås fullstendig. Det lydreduksjonstall man finner, merkes derfor med apostrof: R' . I henhold til NS 3051 settes flaten S lik måleobjektets fri åpning.

Skal dørens lydisolasjon angis ved et enkelt tall, kan man bruke det aritmetiske mideltall R'_m over frekvensområdet fra 100 til 3150 Hz.

I henhold til NS 3051 blir dørens lydreduksjonstall:

$$R' = L_s - L_m - 10 \log \frac{A_m}{S}$$

hvor:

L = det midlere lydtryknivå i senderrommet

L_m = det midlere lydtryknivå i mottakerrommet

A_m = mottakerrommets samlede akustiske absorpsjon i m^2 -Sabin

S = dørens areal i m^2

V = rommets volum i m^3

T = målt etterklangstid i sekund.

A_m beregnes etter Sabines formel $A_m = 0,16 \frac{V}{T}$

Med de romtyper det her er snakk om, hvor det som regel er en lang korridor på den ene siden av entrédøren og en trang entré som ofte står i åpen forbindelse med et større oppholdsrom på andre siden, vil mottakerrommets volum vanskelig kunne beregnes. Det oppnådde resultat for R'_m blir således unøyaktig. Det er derfor vanskelig å stille spesifikke krav med hensyn til døren, basert på målinger i bygninger.

		Middelverdi for 5 korridorer	Laveste og høyeste målte verdi
Frekvensområde ved	500 Hz	0,5 sek.	0,2—1,1 sek.
Frekvensområde middel	500—4000 Hz	0,5 sek.	0,2—0,7 sek.

Tabell 2. Etterklangstid i korridorer.

Måleresultater

Målingene i tabell 1 gjelder lydisolasjonen mellom korridor — entré og mellom korridor — oppholdsrom. Etterklangstid i korridorene er også registrert, tabell 2. I I—III er brukt én dør mellom korridor og oppholdsrom, i IV to dører. Det er angitt middelverdier og i noen tilfeller også variasjonsbredden.

Hvor overføres lyden?

Vi skal se hvilke lydtransmisjonsveier som finnes og hvordan eventuelle krav kan fastsettes.

1. Skilleveggen korridor — hotellrom. Kravet gjelder i første rekke lydreduksjon mellom korridor — bad/WC hvor det er størst felles veggflate.

2. Dører og innsetting av disse. Dette gjelder først og fremst dør mellom korridor — entré, av hensyn til romisoleringen også mellom korridor — bad.

3. Kanaler for friskluftanlegg o.l., ved transmisjon gjennom kanalvegger og ventilåpninger.

4. Eventuell lekkasjer.

Vi skal se nærmere på disse punktene hver for seg.

1. Skilleveggen korridor — hotellrom

Lydisolering mellom to rom avhenger av flere faktorer. Foruten skillekonstruksjonens lydreduksjonstall er arealet av skilleflaten avgjørende, mottakerrommets volum og etterklangstid og dessuten transmisjon via flankerende konstruksjoner.

Den oppnådde isolasjonen mellom to rom kan angis ved formelen:

$$LL_{eff} = LL - 10 \log S + 10 \log V - 10 \log T - F - 10 \text{ (dB)} \quad (1)$$

hvor LL_{eff} = oppnådd effektiv luftlydisolasjon
 LL = skilleveggs luftlydtall
 S = areal av felles skillevegg mellom rommene
 V = mottakerrommets volum
 T = mottakerrommets etterklangstid
 F = flanketransmisjon mellom rommene (normal = 0 dB).

Forutsettes f.eks. at det benyttes en veggtype med luftlydtall $LL = 45$ dB, vil romisoleringen mellom korridor og bad bli $LL_{eff} = 41,5$ dB når veggflaten mot korridor er $4,3 m^2$ og rommets volum (badet) er $9,6 m^3$. Dette er normal størrelse på baderom i hotellrommene.

2. Lydisolasjon vegg med dør

Når det monteres en dør i vegg, vil lydisolasjonen først og fremst bestemmes av selve døren pluss et tillegg for selve vegg. Det forutsettes at veggens lydreduksjonstall er minst 10 dB bedre enn dørens. Uansett om veggflaten mellom korridor og entré er stor eller liten, er det bare selve entrédørens lydisolasjonstall som bestemmer den oppnådde lydisolasjon mellom korridor og entré. Lydoverføringen gjennom vegg gir ikke noe målbart bidrag i tillegg til lydoverføringen gjennom døren.

Antall målinger	Entré m^2	Opph. rom/ m^2	Oppnådd lydisol. Korridor Entré LL_{eff}	Oppnådd lydisol. Korridor Opph.-rom		Dørblad 1, tykkelse mm	Dørens(1) middel reduksjonstall		Tette-list Dr 1
				(Dør 2 åpen) LL_{eff}	(Dør 2 lukket) LL_{eff}		R_m	R'_m	
I 1	4,1	13,0	20	26		40	20		1 stk. \angle
II 5	3,0	15,0	27	35		59	27	35	1 stk. \circ
			22—32	29—40		55—60	22—32		
III 1	2,0	15,0	32	40		75	33	39	2 stk. \circ
IV 4	2,1	12,0	20	27	40,5	40			ingen
				24—31	34—45				

Tabell 1. Lydisolasjon mellom korridor, entré oppholdsrom.

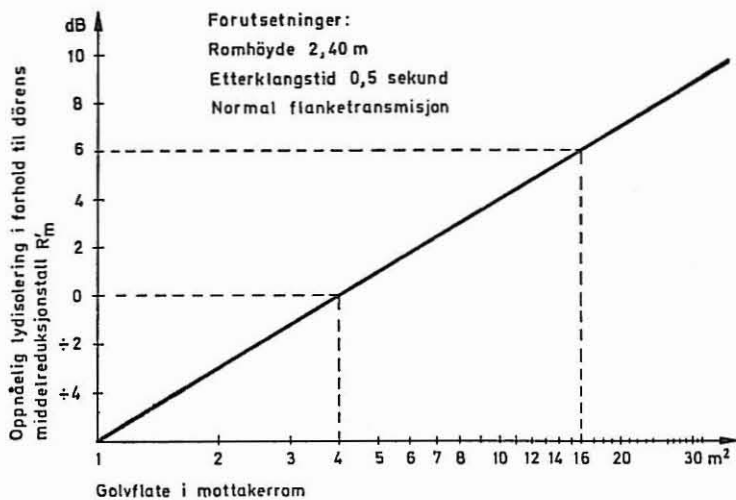


Fig. 2. Lydisoleringen i forhold til mottakerrommets størrelse. Når golvflaten er 4,0 m², vil romisoleringen bli den samme som dørens reduksjonstall R_m

Det resulterende lydreduksjonstall i dB for vegg med dør angis ved formelen:

$$R_S = R_o - 10 \lg \left[1 + \frac{S_1}{S_o} \left(\frac{R_o - R_1}{10} - 1 \right) \right] \text{ dB}$$

Hvor: R_o, R₁ og R_s er veggtypens, dørtypens, og det resulterende lydreduksjonstall.

S₁ og S_o er dørens areal, henholdsvis veggens areal inkl. døren. Tilsvarende er forholdet mellom det resulterende luftlydtall LL_s og veggtypens og dørtypens luftlydtall, LL_o og LL.

Kjenner man dørens lydreduksjonstall og mottakerrommets størrelse, kan romisoleringen for så vidt bestemmes ved hjelp av diagrammet i fig. 2.

Fig. 2 viser lydisoleringen i forhold til mottakerrommets størrelse. Når golvflaten er 4,0 m², vil romisoleringen bli den samme som dørens reduksjonstall.

Eksempel:

Hotellrom med entré 2 m², oppholdsrom 16 m², se figur 3a. Brukes én dør mellom korridor og oppholdsrom, vil romisoleringen bli ca. 7 dB i tillegg til selve dørens reduksjonstall.

Brukes to dører mellom korridor og oppholdsrom, og med entréen mellom, vil romisoleringen mellom korridor og entréen bli 3 dB mindre enn dørens reduksjonstall, og mellom entré og oppholdsrom 6 dB bedre enn denne dørens reduksjonstall. Er f.eks. i dette tilfelle entrédørens reduksjonstall R_m = 25 dB og dør til oppholdsrom R_m = 15 dB, vil romisoleringen mellom korridor og oppholdsrom, når begge dørene er lukket bli:

$$LL_{\text{eff}} = (25 - 3) + (15 + 6) = 43 \text{ dB.}$$

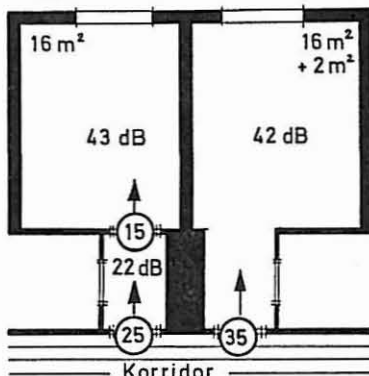


Fig. 3a. Figuren viser den lydreduksjon som kan oppnås i entré og oppholdsrom når dørene har reduksjonstall som vist inntegnet.

3. Lydoverføring via ventilasjonskanaler

Regneeksempel med disse forutsetninger (se fig. 4):

Hovedkanal spirorør
Ø 400 mm, tverrsnitt F₁ = 0,13 m²
Avgrenningskanal spirorør
Ø 200 mm, tverrsnitt F₂ = 0,03 m²

Lydtransmisjon fra korridor gjennom kanalvegg, dvs. lydnivå inne i kanalen blir:

$$L_{pH} = L_{ps} - R + K$$

$$\text{der } K = 10 \lg \left(\frac{1}{4} + \frac{S_1}{r} \right)$$

$$\text{og } r = \frac{4F_2^2 + 2F_1S}{4F_1 + S}$$

hvor S = kanalens totale begrensingsflate (m²)

r = mål på den totale absorpsjon i kanalen, (m²)

Ved beregningene antas at hovedkanalen påvirkes av et noenlunde jevnt lydnivå i 10 meter lengde. Man får da:

$$L_{pH} = L_{ps} - R + 17 \text{ dB}$$

I følge vektkurven for lydisolasjon av massive plater vil en kanal med vegger av stål 0,6 mm tykkelse ha reduksjonstall på R_m = ca. 35 dB.

$$\text{altså } L_{pH} = L_{ps} - 18 \text{ dB}$$

Lydeffektivnivået i grenkanalen blir:

$$L_{wk} = L_{pH} + 10 \lg F_2$$

$$= L_{ps} - 18 + (-15) =$$

$$L_{ps} - 33 \text{ dB}$$

$$L_{pM} = L_{wk} - R + 10 \lg \frac{4}{A_m}$$

$$= L_{ps} - 42,5 \text{ dB}$$

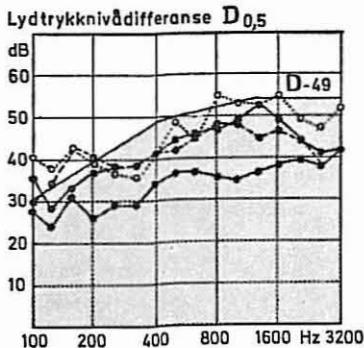


Fig. 3b. Eksempler på oppnådd effektiv lydisolasjon når det er et forrom mellom korridor og oppholdsrom. Det var brukt dører med noe forskjellige lydisolasjonstall. Isolasjonen mellom korridor og oppholdsrom varierte her mellom LL_{eff} = 34–45 dB.

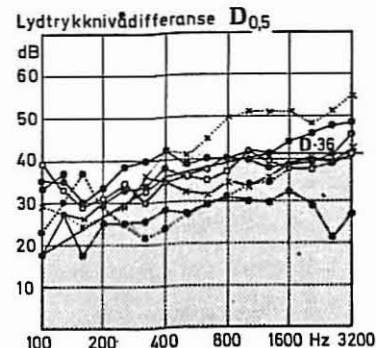


Fig. 3c. Eksempler på oppnådd effektiv lydisolasjon når det ikke er forrom mellom korridor og oppholdsrom. Resultatet er avhengig av rommets areal (volum) og etterklangstid, og av dørens lydisolasjonstall.

Isolasjonen mellom korridor og oppholdsrom varierte her mellom LL_{eff} = 26–40 dB. Referansekurven angir det resultat LL_{eff} = 36 dB man beregningsmessig skulle oppnå med en dør som reelt har lydisolasjonstall 30 dB.

I noen tilfeller er lydisolasjonen svekket betydelig ved overføring via ventilasjonskanaler, som gir en svikt særlig ved høye frekvenser.

Ved dette eksemplet kan altså lydisolasjonen mellom korridor og oppholdsrom ikke bli bedre enn ca. 42 dB.

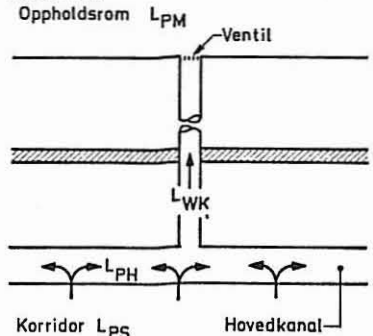


Fig. 4. Lydoverføring via ventilasjonskanaler.

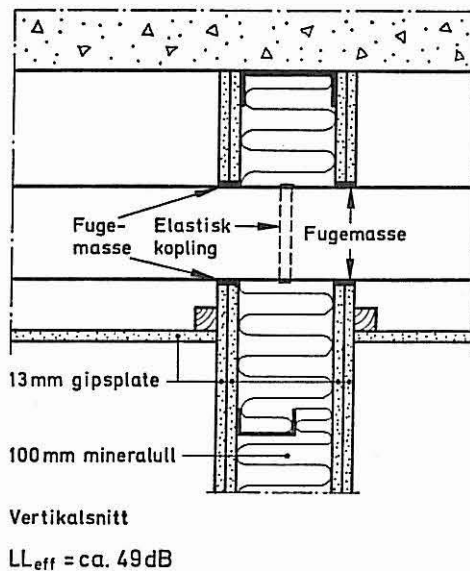


Fig. 5. Ventilasjonskanalen bør ha elastisk kopling midt inne i skilleveggen. Derved vil kontakten mellom gipsplatene reduseres.

Normalt vil avgreningskanalen ha noe mindre dimensjon slik at lydeffekten her blir noe mindre. Dessuten vil ventilen ved kanalåpningen også gi noe dB reduksjon. Dette tyder på at lydoverføringen via kanalene ikke har noen betydning for romisoleringen i det området det her er snakk om. Et annet forhold er at når en kanal føres gjennom en lett, plategledd vegg, vil selve veggens reduksjonstall bli forringet på grunn av kontakt mellom platene på hver side. Gjennomføring i vegg bør således ha en fleksibel forbindelse, se fig. 5.

4. Eventuelle lekkasjer

«Lydlekkasje» kan oppstå ved feilaktig montering og innsetting av døren, ved dårlig tilslutning mellom vegg og flankerende konstruksjoner og ved gjennomføringer i skillekonstruksjoner. Man bør ta spesielle forholdsregler for å sikre seg mot dette. Fuger, o.l. bør på minst en side forsegles med plastisk fugemasse som kan oppta visse bevegelser i fugen.

Krav til lydisolasjon

Samme krav stilles altså til romisolering innbyrdes mellom hotellrommene som mellom rom i boliger: $LL_{eff} = 49 \text{ dB}$.

Lydisoleringen mellom hotellrom og felles gang o.l. er det for så vidt ikke fastsatt krav til. Her har man i stedet stillet krav til selve døren. Ved måling i laboratorium skal den ha et middelredusjonstall på $R_m \geq 30 \text{ dB}$, eventuelt skal det være to dører som til sammen gir denne lydredusjonen. Hvorledes dørene skal være plassert i forhold til hverandre er ikke nevnt. Mener man med «hotellrom» både oppholdsrom, entré og bad, dvs. hele enheten, må dørene plasseres umiddelbart ved

siden av hverandre. Gjelder det bare oppholdsrommet, kan dørene plasseres med entréen som mellomrom. Da blir det lettere å realisere kravet i praksis. Slik kravet er satt opp, gjelder det bare døren og innsetting av denne, vegg er ikke tatt med spesielt.

Hovedkravet bør gjelde effektiv lydisolasjon mellom rommene, f.eks. mellom korridorer og oppholdsrom. De ulike krav til luftlydisolasjon illustreres på følgende måte (vanlig bakgrunnstøy i mottakerrommet er forutsatt):

$LL_{eff} = 45 \text{ dB}$: Høyrøstet tale forstås så vidt, melodier oppfattes.

$LL_{eff} = 40 \text{ dB}$: Normal tale forstås så vidt

$LL_{eff} = 35 \text{ dB}$: Normal tale forstås («ingen lydisolasjon»)

Med den planløsning som er vist i fig. 1, kan et krav på $LL_{eff} > 40 \text{ dB}$ mellom korridor — oppholdsrom oppfylles på følgende måte:

1. Delevegg mellom korridor — hotellrom må ha luftlydtall $LL > 45 \text{ dB}$.
2. Entrédørens middelredusjonstall må være $R_m \geq 35 \text{ dB}$
3. Avgreningskanal, (avtrekk fra hotellrommet) må ikke ha større tverrsnitt enn $F = 0,03 \text{ m}^2$, kanalveggene må ha minste tykkelse 0,6 mm når disse er av stål.

Det forutsettes da tette kanaler og at gjennomføringen i vegg og fuge mellom dørkarm og vegg tettes og forsegles med plastisk fugemasse. Dekklister eller dytting alene gir ikke tilstrekkelig tetting.

Dørtyper

a. Lydredusjonstallet for tradisjonelle dører med 40 mm tykke dørblad er lite, vanligvis

$R_m = 15 \text{ à } 20 \text{ dB}$. Ved bruk av egnede tettelister og et tungt dørblad kan et reduksjonstall på $R_m = \text{ca. } 30 \text{ dB}$ oppnås. På grunn av den lille tykkelsen vil imidlertid dørbladet lett bøyes, slik at det blir lekkasje ved hjørnene på låssiden. Montert i bygningen vil reduksjonstallet neppe være høyere enn $R_m = \text{ca. } 25 \text{ dB}$, etter en tids bruk enda svakere.

b. Dobbeldører med dørblad som nevnt foran: Med slike dører kan et middelredusjonstall på $R_m = \text{ca. } 40 \text{ dB}$ oppnås. Svakheten med disse er også at dørbladene vil krummes slik at det oppstår lekkasje, dessuten er dørene tungvinte i bruk.

c. Spesialdører med overfals og dobbelte tettelister, tykkelse $> 55 \text{ mm}$.

Dette er dører som lages spesielt for å gi god lydisolasjon. Dørene er som oftest prøvet ved lydlaboratorium og er da kvalitetsmerket. Lydredusjonstall for slike dører kan være opp til $R_m = \text{ca. } 40 \text{ dB}$.

Henvisninger:

G. Ø. Jørgen: Praktisk veiledning om lydisolering i bygninger Oslo 1970 (Norges byggforskningsinstitutt, Håndbok, 21).

Norges byggforskningsinstitutt, Oslo, Byggdetaljer.

- (21) 362 Lydisolering. Isolering av vegg mellom boliger.....
- (21) 363 Lydisolering. Isolering av vegg mellom undervisningsrom
- (21) 364 Lydisolering. Isolering av vegg mellom kontorer.....
- (32) 302 Lydisolende dører.