

SBI-publ.

SBI-SÆRTRYK
222

UDK 699.844:643.564:534.8

Byggeindustrien nr. 1, 1972

Jørgen Kristensen :
Lydforhold i trapperum

STATENS
BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

I kommission hos Teknisk Forlag
København 1972



Lydforhold i trapperum

Civilingeniør Jørgen Kristensen, SBI

SÆRTRYK AF BYGGEINDUSTRIEN NR. 1 · 1972

α.3
28. MAR. 1972 01157P
STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

Lydforhold i trapperum

I artiklen omtales tre faktorer, luftlyd- og trinlydisolationen mellem trapperum og bolig samt efterklangstiden i trapperummet, som er afgørende for, om et trapperum lydteknisk kan fungere tilfredsstillende. Erfaringer fra målinger i praksis viser, at en eller flere af disse faktorer ofte er overset ved projektering.

Civilingeniør Jørgen Kristensen
Byggeriets Akustiske Målestation
Statens Byggeforskningsinstitut

I mange boligbebyggelser er støj fra trapperummet en væsentlig gene for beboerne. For år tilbage, da der skete en overgang fra brug af trætrapper til brug af støbte trapper, ændredes trapperummets akustiske tilstand i en ugunstig retning, efterklangstiden blev længere, og trappens isolation mod trinstøj blev mindre. Denne udvikling førte til, at klager over støj fra trapperum blev hyppigere, og blandt andet af denne grund stilles der i Bygningsreglement for købstæderne og landet fra 1966, BR-66, forskellige krav til lydforholdene i trapperummet. Ved revisionen af bygningsreglementet i 1971 må det yderligere forventes, at spørgsmålet om trinstøjen vil blive medtaget. I et trapperum er der lydteknisk set følgende problemer:

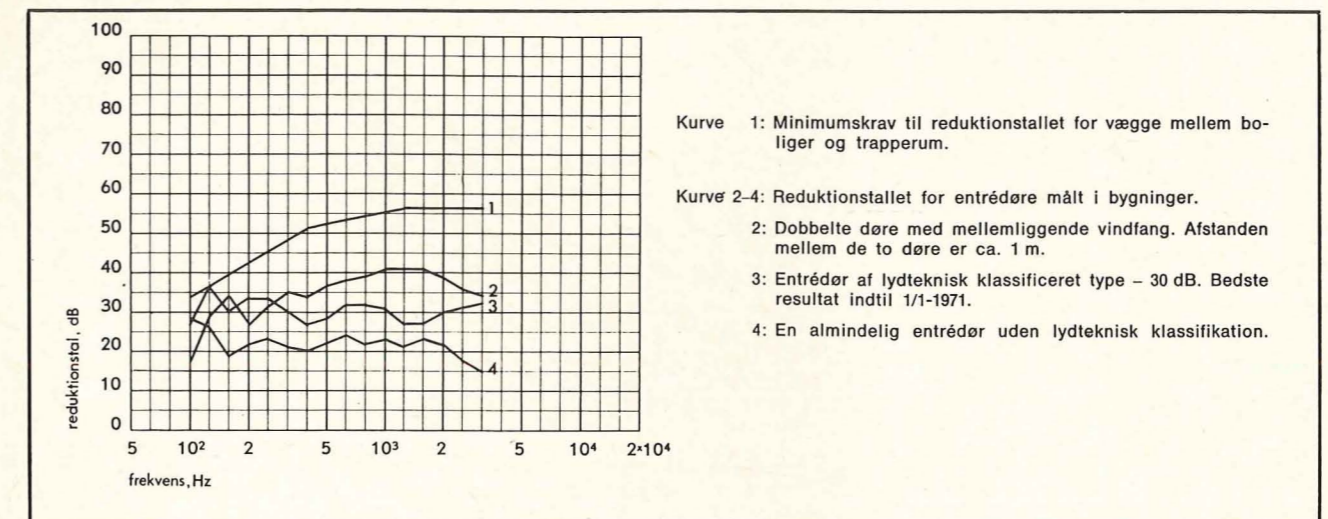
luftlydisolationen mellem trapperum og boliger, isolation mod trinlyd og lyddæmpning i trapperummet. I de år Byggeriets Akustiske Målestation har fungeret, er der i forbindelse med rekvirerede eller egne undersøgelser foretaget målinger i trapperum. Resultaterne fra disse målinger kan give en orientering om lydforholdene i trapperum, men de rejser samtidig spørgsmål vedrørende trappers oplægning, hvis besvarelse vil kræve en systematisk undersøgelse.

Luftlydisolationen mellem bolig og trapperum

Lydisolationen mellem bolig og trapperum bestemmes af trapperummets vægge og boligernes entrédøre.

I BR-66 stilles krav om, at vægge mod trapperum skal have et middelreduktionstal på mindst 50 dB, og at isolationen som funktion af frekvensen skal opfylde den i fig. 1 angivne kravkurve. Dette krav opfyldes ved brug af 15 cm betonvægge og 23 cm teglvægge. Massive vægge, med en vægt på ca. 400 kg/dm², vil i almindelighed kunne forventes at opfylde det angivne krav. Det er en forudsætning, at væggen har en tæt overflade, at eventuelle huller omkring rørindføringer er tætte og at udsparinger i væggen til el-dåser, skabe o. lign. kun findes i begrænset omfang. Arealet af udsparinger må ikke overstige 10% af vægarealet og udsparingsdybden må ikke være større end 50% af vægtykkelsen. Direkte rørforbindelser fra

Fig. 1. Reduktionstallet som funktion af frekvensen.



udsparinger til væggen modsatte side må ikke forefindes.

I almindelighed yder entrédøre dog væsentlig mindre lydisolering end vægge. I BR-66 forlanges, at entrédørens middeldækningsstørrelse målt i bygningen skal være mindst 30 dB. Erfaringer fra Sverige tyder på, at dette kan opnås, hvis reduktionstallet målt i laboratorium er 33-35 dB. Det er imidlertid en forudsætning, at indsætningsbetingelserne i bygningen er de samme som i laboratoriet. Dette vil i praksis sige, at dørhullets dimensioner er henholdsvis karmbredde og karmhøjde plus maksimalt 3 cm, at stopningen med mineraluld er udført tæt i en dybde på mindst 10 cm, at dørpladen slutter tæt i falsen, og at brevskiltet er i overensstemmelse med det ved afprøvningsbenyttede.

Erfaringer fra BAMs virksomhed viser, at entrédørens lydisolering i almindelighed er ringere end angivet i BR. Det er konstateret, at der i vid udstrækning benyttes døre, som ikke har den fornødne lydisolationssevne, at dørhullerne ofte er for store både i bredde og især i højde, at stopningen i almindelighed er yderst mangelfuld, at falstætningen hyppigt mangler eller er ufuldstændig, og at brevskiltet ofte har små skævheder, som forhindrer et tæt lukke.

Det må i praksis anses for nødvendigt at forsegle stopningens ene side med en fugemasse for at sikre en rimelig tæthed. I fig. 1 er vist nogle måleresultater for entrédøre. En lyd-

teknisk set bedre og mere sikker løsning end én dør er anvendelse af to almindelige, massive døre med et mellemliggende vindfang. Afstanden mellem de to døre skal mindst svare til den yderste dørs bredde.

I nogle boliger findes kun én dør mellem opholdsrum og trapperum. I disse tilfælde er det altafgørende for at sikre beboernes privatliv, at der anvendes den bedst mulige dør. Det må i denne specielle forbindelse fremhæves, at medens rumisoleringen mellem trapperum og opholdsrum kan være måske 10 dB højere end reduktionstallet for døren, så kan rumisoleringen mellem opholdsrum og trapperum være mindre, og i den umiddelbare nærhed af døren betydelig mindre end dørens reduktionstal.

Isolation mod trinlyd

Bygningslyd er betegnelse for lyd, der frembringes i bygningens konstruktioner ved slag eller anden påvirkning. Specielt betegnes lyden af fodtrin for trinlyd. Ved måling af trinlyd anvendes en standardiseret bankemaskine, og det af bankemaskinen i omliggende rum frembragte støjniveau betegnes trinlydniveauet.

Bygningslydens udbredelse i en bygning er desto bedre, jo mere monolitiske konstruktionerne er, hvilket er årsagen til, at betonhuse ofte får skyld for at være dårligt lydisolerede. Isolering mod bygningslyd kan i princippet ske ved at forsyne overfladen med

en blød belægning eller ved at isolere bygningsdelene fra hinanden ved hjælp af elastiske mellemlag.

Trapper kan isoleres mod trinlyd ved oplægning af hele trappen på et tilstrækkeligt blødt underlag ved udlægning af svømmende belægninger eller ved udlægning af tynde trinlyddæmpende belægninger. I praksis kan trapperreposerne oplægges på underlag af neoprengummi eller lignende. Underlagsmaterialet skal være så blødt som muligt for at give en stor statisk sammentrykning. Sammentrykningen af materialet må ikke overstige 15 %, og gummihårdheden bestemmes af understøtningsarealet. Det må imidlertid bemærkes, at gummis elastiske egenskaber også afhænger af en såkaldt formfaktor, der udgøres af forholdet mellem understøtningsarealet og det frie kantareal. Et større kantareal betyder større elasticitet. Dette kan opnås ved udstandsning af huller i underlagsmaterialet. Stive forbindelser mellem trappen og trapperummets vægge nedsætter lydisoleringen. Det er i praksis vanskeligt at undgå stive forbindelser ved trapper, der ikke er helt fritliggende. Hvor reposerne bæres af dorne må lejepladerne oplægges på »blødt« underlag, men også i dette tilfælde opstår let faste forbindelser mellem dorn og væg.

Er trapperreposerne støbt på stedet kan isolationen mod trinlyd i princippet ske ved brug af svømmende asfalt- eller betongulve, men det forudsættes, at trappeløbet kan oplægges frit

Fig. 2. Trinlydniveauet som funktion af frekvensen.

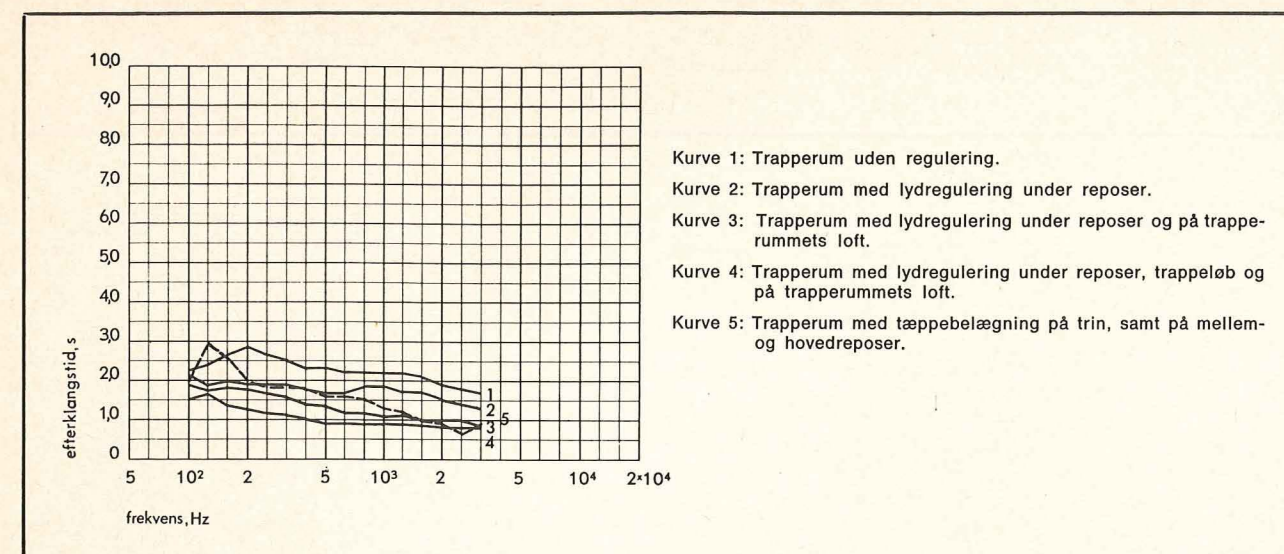
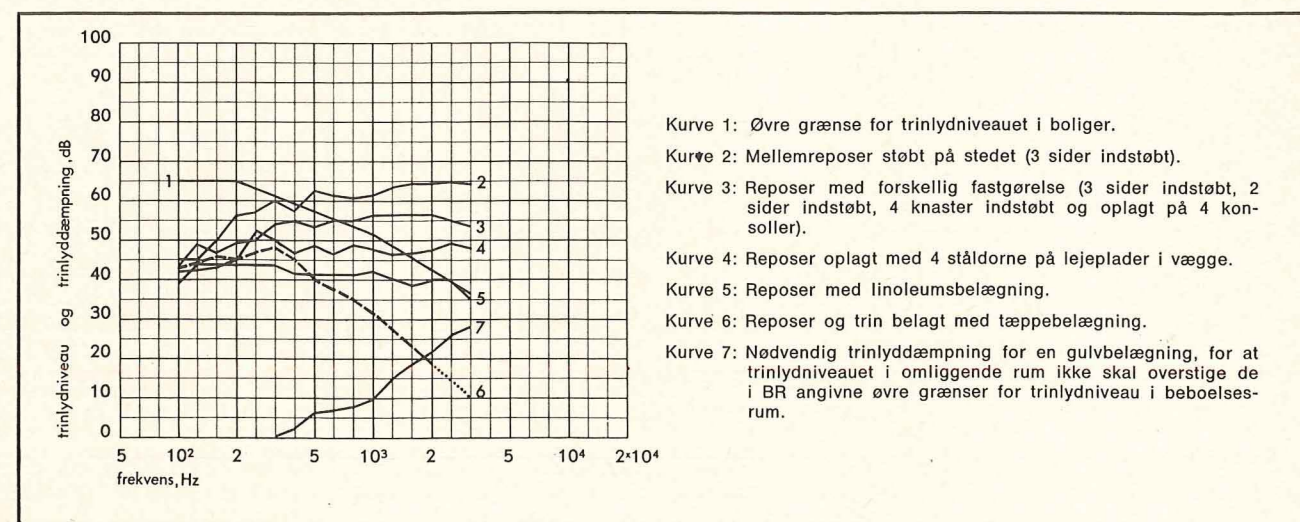


Fig. 3. Efterklangstiden som funktion af frekvensen.

på blødt underlag, eller at de enkelte trin forsynes med en svømmende gulvbelægning.

En mere anvendelig metode end anvendelse af svømmende gulve er anvendelse af tynde »elastiske« belægninger. Med brug af egnede belægninger er det muligt at opnå en god isolation mod trinlyd. Set fra et lydteknisk synspunkt er tæppebelægning velegnet.

Erfaringer fra BAMs arbejde viser, at trinlydniveauet i omliggende beboelsesrum ikke opfylder de i BR angivne krav mellem boliger. Det er konstateret, at forbedring af trinlydniveauet overvejende er nødvendigt ved højere frekvenser, og at trinlydniveauet er højest for reposer støbt på stedet. Ved indstøbte reposer synes trinlydniveauet at være højere for mellemreposer end for hovedreposer. I fig. 2 er angivet resultater fra målinger på forskellige trapper, hvoriblandt findes trapper uden mellemreposer, med to små mellemreposer og med lige store mellem- og hovedreposer. Der er ikke fundet korrelation mellem oplægningsmåden og trinlydniveauet, men det er karakteristisk, at resultaterne fra målinger på ikke indstøbte mellemreposer samt små mellemreposer i almindelighed er lavere end for hovedreposer. Kurverne 2 og 4 ligger klart uden for det spredningsområde, som udgøres af de måleresultater, der danner grundlag for kurve 3.

Kurverne 2, 4, 5 og 6 i fig. 2 er middelværdier af måleresultater i én

bygning, medens kurve 3 er middelværdi af måleresultater i ni bygninger. Kurve 7 viser den nødvendige trinlyddæmpning for en gulvbelægning, for at den kan give det for boliger krævede trinlydniveau. Ved trinlyddæmpning forstås den forbedring af trinlydniveauet som måles på et prøvedæk ved udlægning af den pågældende gulvbelægning. Den angivne trinlyddæmpning kan opnås med en lang række gulvbelægninger.

Det er imidlertid også muligt at opnå et trinlydniveau, der opfylder de i BR angivne krav uden anvendelse af trinlyddæmpende gulvbelægninger. Det kræver, at trapperne oplægges på egnede elastiske underlag, og at forbindelsen mellem trappen og den bærende konstruktion kun sker gennem de elastiske underlag. Virkningen af elastiske underlag kan nedsættes betydeligt af blot enkelte stive forbindelser mellem trappe og dele af den bærende konstruktion. Ingen af de undersøgte trapper er udført uden faste forbindelser mellem trappe og bærende konstruktion.

Lydregulering af trapperum

I BR-66 stilles krav om, at efterklangstiden i trapperum ikke må overstige 1,5 sekund i frekvensområdet over 500 Hz. Det angives i reglementet, at dette krav kan opfyldes ved opsætning af lydabsorberende materiale på underside af reposer og på trapperummets loft. Det anvendte materiale skal have en lydabsorptionskoeffi-

ent, som er mindst 0,5. Dette vil i praksis sige materialer som ca. 5 cm træbeton, 2-5 cm mineraluldsplader, perforerede gips- eller metalplader med bagved liggende absorberende materiale. Der eksisterer imidlertid også den mulighed, at det angivne krav kan opfyldes ved brug af tæppebelægninger.

Erfaringer fra målinger af efterklangstid i trapperum viser, at det er vanskeligt at opnå en ensartet lydfordeling i regulerede trapperum, at efterklangstiden i regulerede trapperum afhænger af afstanden fra lydkilden, og at efterklangstiden i trapperummets øverste etage afviger væsentligt fra efterklangstiden på de andre etager, hvis der ikke er opsat absorptionsmateriale på trapperummets loft.

Målinger af efterklangstiden kan ske med fordelte lydkilder eller en enkelt lydkilde. I praksis må det anses for mest sandsynligt, at der vil blive anvendt én lydkilde, der dog ikke bør være lyden fra et skud. Måles efterklangstiden på flere hinanden følgende etager viser det sig, at efterklangstiden stiger med voksende afstand fra lydkilden. Da lydtrykniveauet imidlertid samtidig aftager med afstanden fra lydkilden, er det rimeligt at definere efterklangstiden på etagen over eller under lydkilden som trapperummets efterklangstid set i relation til bygningsreglementets krav.

Erfaringen viser, at kravet i BR opfyldes med den angivne reguleringsforskrift. Anvendelse af absorptions-

materiale også under trappeløb gør efterklangstiden kortere, især ved lavere frekvenser, hvorved trapperummets akustiske tilstand stort set svarer til de akustiske forhold i et møbleret opholdsrum.

Efterklangstiden er målt i ét trapperum med tæppebelægning på alle reposer og trin. Resultaterne viser, at det i BR angivne krav næsten opfyldes. Det er imidlertid endnu ikke undersøgt, hvorledes de lydabsorbende egenskaber afhænger af sliddet på tæppebelægningen. Trapperum bør ikke – jævnfør den tidligere bemærkning om øverste etage i trapperum – udføres uden absorptionsmateriale i trapperummets loft. I figur 3 ses resultater fra nogle målinger af efterklangstid i trapperum. Kurverne i figuren er middelværdier fra 3–5 bygninger. Dette gælder dog ikke trapperummet med tæppebelægning.

De anførte betragtninger gælder for trapperum uden andre vinduer end eventuelle tagvinduer. I trapperum med større vinduesarealer kan de i BR angivne krav forventes opfyldt ved brug af en tæppedækning som ovenfor omtalt og ved brug af lyd-

absorberende materiale alene under reposerne.

Konklusion

Der kan ud fra de her fremlagte måleresultater drages følgende slutninger. De i BR angivne krav til efterklangstiden synes i almindelighed at kunne opfyldes ved brug af de i reglementet angivne anvisninger.

Formindskelse af trinlydniveauet fra trapper kan umiddelbart ske ved brug af tynde belægninger. Anvendelse af trapper uden belægning forudsætter en elastisk oplægning. Der savnes en almindelig anvisning på, hvorledes trapperne skal oplægges for at opfylde reglementets krav.

Lydisolationen mellem trapperum og bolig er i almindelighed ringere end foreskrevet i BR. Væsentlige årsager hertil er anvendelse af døre med utilstrækkelig lydisolation og utilstrækkelig omhu ved indsætning af døre. En forbedring af lydisolationen mellem bolig og trapperum vil altid være betinget af en tilstrækkelig god arbejdsudførelse på byggepladsen, idet selv den bedste dørs lydisolation helt afhænger af indsætningen. ■

SUMMARY

Acoustical Conditions in Stairways

The article deals with: insulation against air-borne sound and impact noise between stairway and dwelling, and the reverberating time in the stairway, three factors which all contribute towards a good acoustical climate. Results of measurements made in practice have been used for elucidating the different ways in which the provisions of the building regulations may be complied with. A reverberating time of about 1.4 seconds in a frequency range above 500 Hz may be obtained by fitting absorbing material on ceilings or by a combination of absorbing material on ceilings and carpeting of the stairs. Transmission of impact noise from stairways may be reduced sufficiently either by means of carpeting or by using a construction in which the stairs are isolated from the bearing structure. Insulation against air-borne sound between stairway and dwelling depends entirely on the door used and on the care with which the door is fitted.