

SBI-publ.

SBI-SÆRTRYK
194

UDK 69.022.5:534.8

Byggeindustrien nr. 16, 1969

Jørgen Kristensen:
Lette indvendige skillevægge

STATENS
BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

I kommission hos Teknisk Forlag
København 1969



Lette indvendige skillevægge

Civilingeniør Jørgen Kristensen, SBI

SÆRTRYK AF BYGGEINDUSTRIEN NR. 16 · 1969

Lette indvendige skillevægge

Civilingeniør Jørgen Kristensen
Byggeriets akustiske Målestation
Statens Byggeforskningsinstitut

Lydtransmissionen til omliggende rum bestemmes ikke alene af lydtransmission gennem vægge og etageadskillelser, men også af lydtransmission gennem tilslutninger til loft, gulv og vægge. Det er derfor nødvendigt for at opnå de bedste resultater, at tilslutningerne udføres tætte. I denne artikel gøres rede for en række problemer vedrørende tilslutning af indtil ca. 10 cm tykke enkeltvægge til omgivende bygningsdele. Nogle af de omtalte tilslutninger anvendes ikke blot i boliger, men også i kontorhus- og institutionsbyggeri.

I bygningsreglementet stilles ingen krav til indervægges lydisolationsniveau for boligen. Dette er ikke ensbetydende med, at man anser problemet for at være uden større interesse, men måske mere er udtryk for, at man føler sig noget usikker over for, dels hvilke krav man skal stille og dermed forbundne økonomiske følger, dels hvorledes man eventuelt skulle formulere disse krav.

For en beboer er det uden betydning, om der i boligen anvendes indervægge med meget stor lydisoleringsevne, hvis lyden i praksis transmitteres uden om vægge eller gennem døre i vægge. Strænge krav alene til vægges lydisoleringsevne vil ikke være tilstrækkeligt til at forbedre lydisolationsniveauet. I mange tilfælde vil de blot føre til en fordyrelse af byggeriet, uden samtidig at sikre en tilsvarende lyd-mæssig kvalitetsforøgelse. Der bør derfor altid være overensstemmelse mellem vægges, døres og tilslutningsdetaljer – dvs. fugers lydisoleringsevne.

Mange projekterende arkitekter og ingeniører ved, at lydisoleringen mellem to rum bestemmes dels af den adskillende væg, dels af de omgivende bygningsdele. De færreste er imidlertid klar over, at ikke-bærende indervægge i etageboliger i nogle tilfælde kan indvirke på lydisolationsniveauet mellem de enkelte boliger.

Ved planlægning af en bolig stilles den projekterende blandt andet over for spørgsmålet, hvor stor lydisolationsniveauet skal være mellem rum i boligen, og hvorledes et eventuelt krav kan

Middelrumisolationsniveau	Opfattelse af støj fra et naborum under betingelse af et meget lavt baggrundsstøjniveau.
30 dB	Tale med svag styrke kan høres og forstås.
35 dB	Tale med normal styrke kan høres og forstås.
40 dB	Tale med normal styrke kan lige høres, men ikke forstås.
45 dB	Kraftig tale er næppe til at forstå. Støj fra en mekanisk skrivemaskine er derimod let at høre.
50 dB	Tale og skrivemaskinstøj kan ikke høres.

Fig. 1. Subjektiv vurdering af middelrumisolationsniveau. Lydstyrken af musik i et naborum er i dette tilfælde uegnet til subjektiv bedømmelse af lydisolationsniveauet, blandt andet fordi lydstyrken veksler mere i musik end i tale.

Vægkonstruktion	Middelreduktionstal	Middelreduktionstal	
	vægflade uden dør	9 m ² vægflade med 1,5 m ² tætsluttende dørflade dørblad m. indlæg massivt dørblad	
	dB	dB	dB
5-10 cm spartlet letbeton	34-37	23	27
7,5 cm lægtevæg med 9 mm gipsplader på lægtesystem af 2 1/4" x 2 1/4" med c-c 60 cm, indlæg ca. 5 cm mineraluld	max 37	23	27
5-8 cm beton	42-47	23	28
11 cm tegl + puds	45	23	28
Dørens middelreduktionstal		15	20

Fig. 2. Lydisoleringsevnen for nogle typiske ikke-bærende indervægge med og uden dør. Lydisoleringsevnen for en væg med dør er med de angivne middelreduktionstal for døre næsten uafhængig af væggens isoleringsevne, når denne ikke er mindre end 30 dB.

opfyldes. I figur 1 gives en subjektiv vurdering af luftlydisolation. Det er i praksis nødvendigt at fastsætte kravet alene ud fra fysisk og økonomisk formåen. Det må i øjeblikket anses for urealistisk at kræve en lydisolationsniveau, som er mere end ca. 40 dB mellem naborum. Den første betingelse for, at et sådant krav opfyldes, er, at der overalt anvendes akustisk gode tilslutningsløsninger.

Lydisolationen mellem naborum in-

den for boligen er i de fleste tilfælde ikke blot mindre end 40 dB, men også mindre end man skulle vente efter de adskillende vægges akustiske kvalitet. I nye enfamiliehuse er lydisolationsniveauet betydeligt dårligere end i ældre enfamiliehuse, som er bygget efter traditionel skik med pudsede teglvægge og pudsede lofter. Også mellem rum i etageboliger er lydisolationsniveauet i de fleste tilfælde bedre end i nyere enfamiliehuse.

Ikke-bærende indervægges lydisoleringsevne

Vægges lydisoleringsevne karakteriseres i reglen ved deres lydreduktions-tal, hvorved forstås lydisolationen for en prøvevæg målt i et laboratorium. Lydreduktionstallene måles ved 16 frekvenser, der er fastlagt i en international standard. Middelværdien af de målte lydreduktionstal kaldes for væggenes middelreduktionstal; i de fleste tilfælde afkortes dette til reduktionstallet. Desto større reduktionstal en given væg har, desto bedre er væggenes lydisoleringsevne. Reduktionstallet kendes for en lang række vægtyper, som anvendes til ikke-bærende indervægge, og det varierer fra ca. 30 dB til ca. 45 dB. I figur 2 er angivet middelreduktionstal for nogle hyppigt anvendte vægtyper.

Indsættes glaspartier eller døre i en væg, vil væggenes reduktionstal i reglen formindskes. Desto større reduktionstal en væg har, desto mere formindskes det ved indsætning af en dør. En almindelig dørs reduktionstal er 15–20 dB. I figur 2 er også angivet, hvilken indflydelse døre har på de angivne vægges reduktionstal ved et givet forhold mellem dør- og vægareal. Det fremgår af figuren, at lydisoleringsevnen for vægge sammensat af arealer med forskellig lydisoleringsevne i hovedsagen bestemmes af arealet med den mindste lydisoleringsevne.

Anbringes skabssystemer helt eller delvis foran en væg, vil væggenes reduktionstal forøges. I nogle tilfælde vil skabssystemer derfor, når de udnyttes rigtigt, kunne betyde en tillægsisolering til en given vægs maksimale lydisolering. Det afhænger imidlertid af den anvendte væg, hvor stor tillægsisoleringen kan blive. Skabssystemer alene har i almindelighed for ringe lydisoleringsevne til at kunne anvendes som rumadskillende elementer.

Lydtransmission mellem to rum

Lydisolationen mellem to rum adskilt med en fælles væg bestemmes dels af den adskillende væg, dels af de omgivende bygningsdele. Figur 3 viser forskellige transmissionsveje mellem to naborum. Lydtransmissionen ad vejen 1 er et udtryk for væggenes reduktionstal. Når transmissionen ad vejene 2–6 er nul, opnås den maksimale lydisolering, dvs. at væggenes re-

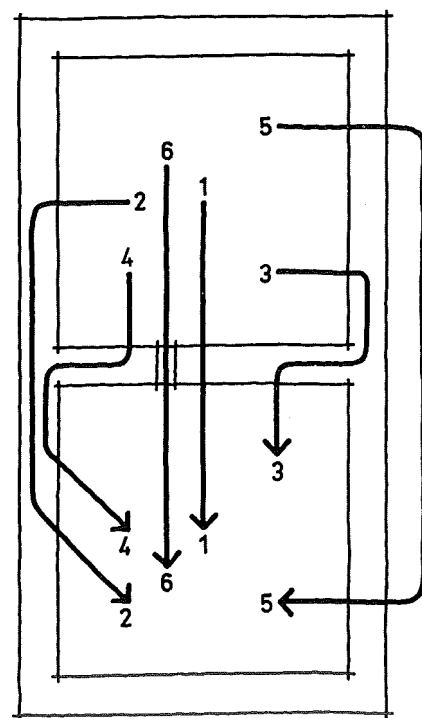


Fig. 3. Forskellige veje for lydtransmission fra et rum til et naborum.
1, direkte gennem den adskillende flade.
2, gennem en flankerende flade.
3 og 4, gennem den adskillende og en flankerende flade.
5, via et fælles flankerende rum (naborum, loftsrum).
6, gennem dele af den adskillende flade, hvor lydisoleringen er nedsat, f. eks. utætte samlinger.

duktionstal er et udtryk for den maksimalt opnåelige lydisolering. I praksis opnår man imidlertid kun i sjældne tilfælde den maksimale lydisolering, fordi en del af lyden transmitteres ad vejene 2–6.

Lydtransmissionen ad vejene 2–4 symboliserer lydtransmissionen via flankerende bygningsdele. Vejen 5 symboliserer lydtransmission via flankerende rum, og vejen 6 lydtransmission via utætheder. Det er ikke muligt at sige, hvilke transmissionsveje der i almindelighed har den største indvirkning på den samlede lydtransmission, idet de enkelte transmissionsvejes bidrag til den samlede transmission afhænger af vægtypen, omgivende bygningsdele, opsætningsprincippet m. m.

I ethvert byggeri fremkommer revner i eller mellem bygningsdele frembragt af indre spændinger i materialer og/eller af ydre påvirkninger af bygningsdelene. I nogle tilfælde vil sådanne revner være uden betydning for lydisoleringen, i andre tilfælde kan de forringe lydisoleringen. I nogle vægge opstår hyppigere større revner end i andre, hvilket skyldes en forkert opsætning eller anvendelse af væggene. Foruden disse »tilfældige« revnedannelser forekommer i byggeri en lang række utætheder – ikke nødvendigvis synlige – i samlinger mellem bygningsdele. Desuden forekommer

der på grund af sjusket arbejdsudførelse i nogle konstruktioner skjulte anlæg til senere utætheder, f. eks. ufyldte fuger i murværk og mellem betonelementer. For at sikre den maksimalt opnåelige lydisolering med en given væg er det en nødvendig betingelse, at der ikke straks eller på et senere tidspunkt fremkommer skadelige utætheder.

Det kan ikke forventes, at de projekterende skal være eksperter i akustik, men der må på den anden side forlanges et vist minimum af viden om lydteknik, nemlig at den første betingelse for at kunne udnytte en vægs lydisoleringsevne er, at væggen er tæt og slutter tæt til omgivende bygningsdele.

For mange lette vægges vedkommende må det ligefrem betegnes som et held, hvis der ikke forekommer en eller flere utætheder ved elementsamlinger eller ved tilslutning til gulv, loft og vægge. Det er tilsyneladende vanskeligere, end man umiddelbart skulle tro, at fremstille tætte vægge, dvs. vægge, hvor lydtransmissionen gennem en fuge mellem elementer eller mellem element og omgivende bygningsdele ikke er større end gennem et tilsvarende areal af vægfladen. For at kunne opnå en tilstrækkelig formindskelse af den lyd, der transmitteres gennem en fuge, må fugens længde være meget større end

dens tykkelse. Fugens længde måles i vertikale eller horisontale normalsnit til væggen. Jo større lydisolering man ønsker, desto større fugelængde og/eller mindre fugetykkelse er nødvendig. Dvs. at jo tyndere og bedre lydisolering en væg er, desto vanskeligere vil det være at løse tætningsproblemerne i praksis. En »idiotsikker« løsning bliver i reglen kompliceret. Akustisk set vel gennemtænkte tilslutninger ses i figur 4, der viser detaljer af en tysk elementvægs tilslutninger til væg, gulv og loft.

Ikke-bærende indervægges tilslutninger til omgivende bygningsdele

Indervægges tilslutning til lofter sker i praksis enten til en konstruktion med stor tykkelse eller til en konstruktion med lille tykkelse. Tilslutningen kan derfor i princippet udføres som vist i figurerne 5 og 6. Indervægges tilslutning til etageadskillelser kan i princippet udføres som vist i figurerne 7 og 8, hvor tilslutningen henholdsvis sker til gulvbelægningens overside og til dækkonstruktionens overside. Indervægges tilslutning til flankerende vægge kan oversigtsmæssigt deles i tre grupper afhængig af de

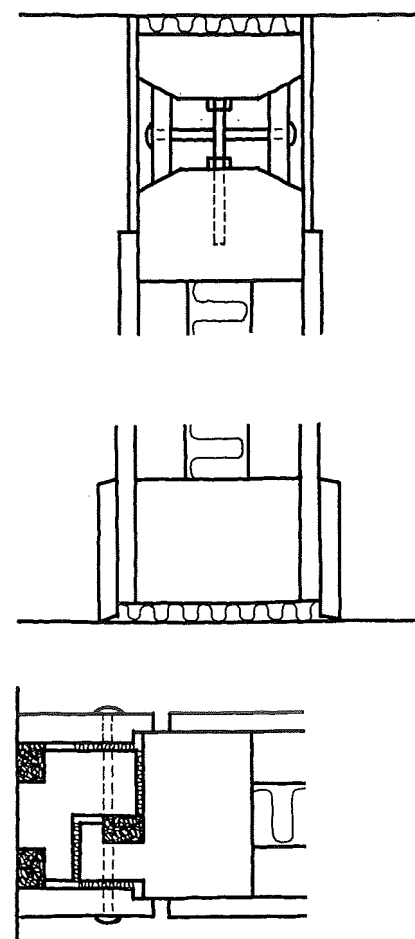


Fig. 4. Lodret og vandret snit i en let vægs tilslutninger til loft, gulv og sidevæg. Tilslutningerne er akustisk set vel gennemtænkte, men konstruktivt komplicerede.

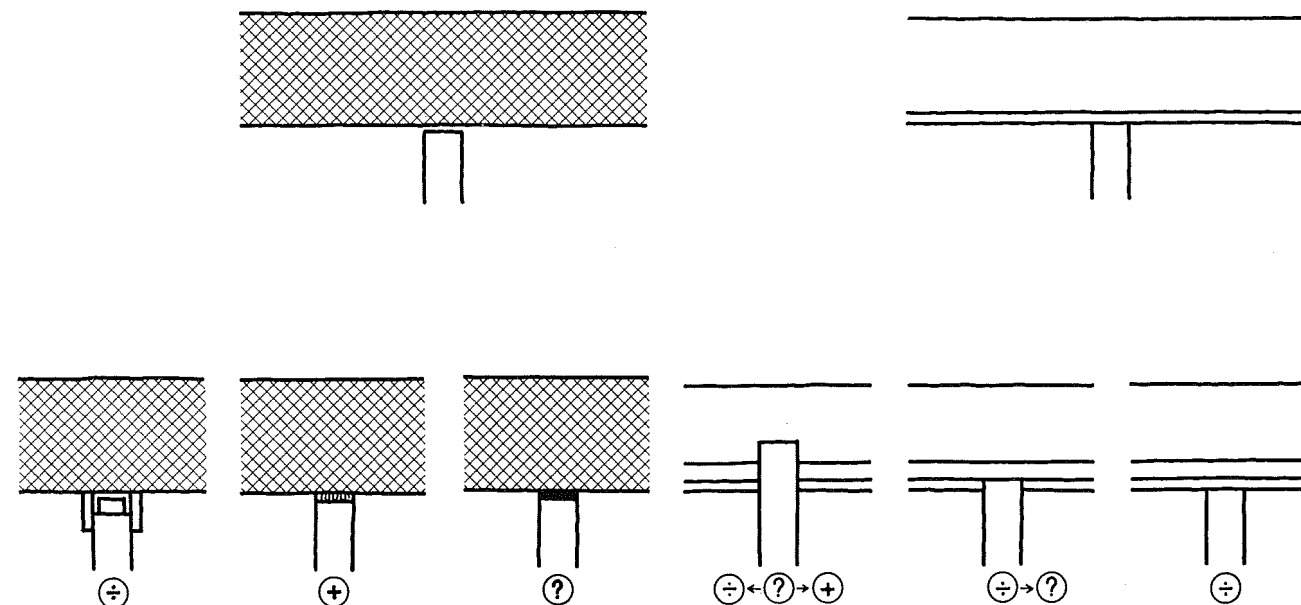


Fig. 5. Principkitse for en vægs tilslutning til undersiden af en dækkonstruktion med større tykkelse end væggen. 5 I til 5 III viser forskellige vægtyper tilslutninger.
5 I, en elementvæg.
5 II, en væg med en fuge, hvis tykkelse er betydelig mindre end dens længde målt i det viste normalsnit, fugen stoppet med et elastisk og/eller lydabsorberende materiale.
5 III, fugen udfyldt med et tætningsmateriale – mørtel, pasta eller lignende, der skaber en stiv forbindelse mellem væg og loft.

Fig. 6. Principkitse for en vægs tilslutning til en lofts-konstruktion, hvis tykkelse er mindre end væggenes. Dette kan eksempelvis være et nedforskallet loft, forskalling på undersiden af spærfor eller forskalling under et træbjælkelag. 6 I til 6 III viser forskellige former for tilslutning.
6 I, væggen ført op til eller over lofts-konstruktionens overside.
6 II, væggen ført til underside af forskalling gennem beklædning.
6 III, væg ført til underside af beklædning.

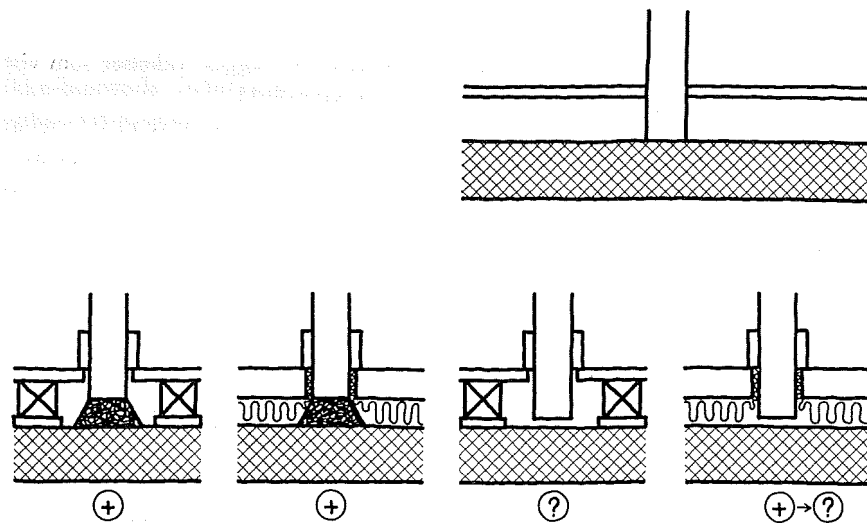


Fig. 7. Principleskitse for en vægts tilslutning til oversiden af en dækkonstruktion. 7 I til 7 IV viser nogle tilslutninger gennem tykke gulvbelægninger.
7 I, væggen understøbt, gulvbelægningen svømmende trægulv.
7 II, andet svømmende gulv (beton, asfalt eller lignende).
7 III, væg med fuger, f. eks. fremkommet ved opkiling eller eventuelt ved lunger under fodrem, gulvbelægning svømmende trægulv.
7 IV, væg med fuger og andet svømmende gulv.

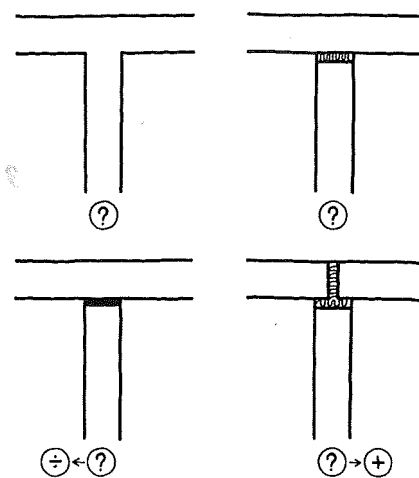


Fig. 10. Tilslutning til en flankerende væg med samme tykkelse som den tilsluttede væg.
10 I, tilslutning uden fuger - murede eller støbte vægge.
10 II, med fuger stoppet med lydabsorberende og elastisk materiale.
10 III, med fuger udfyldt med mørtel eller andet materiale, der skaber en stiv forbindelse mellem væggene.
10 IV, den flankerende væg forsynet med fuger ud for den tilsluttede væg, fugerne udfyldt med elastisk og/eller lydabsorberende materiale.

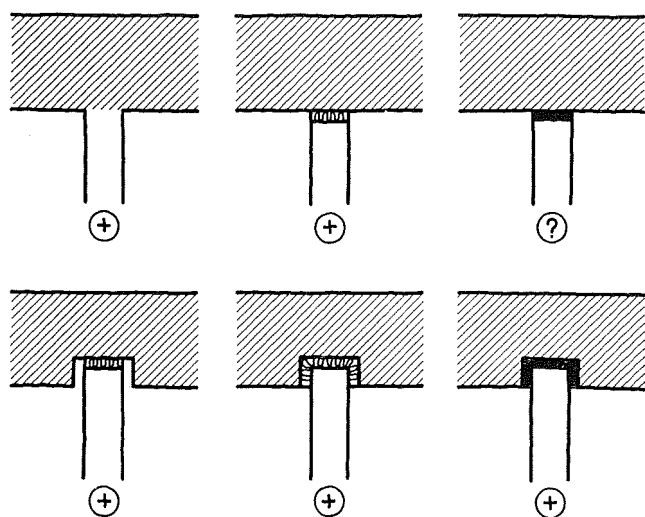


Fig. 9. Tilslutning til en flankerende væg, hvis tykkelse er væsentlig større end den tilsluttede væg.
9 I, tilslutning uden fuger - murede eller støbte vægge.
9 II, fuger stoppet med lydabsorberende, elastisk materiale.
9 III, fuger udfyldt med mørtel eller andet materiale, der skaber en stiv forbindelse mellem væggene.
9 IV, tilslutning i fals, fuger stoppet med lydabsorberende og elastisk materiale, kort fuger.
9 V, fugelængder måles i det viste normalsnit, fuger med forøget længde.
9 VI, fuger udfyldt med mørtel eller andet materiale, der skaber en stiv forbindelse mellem væggene.

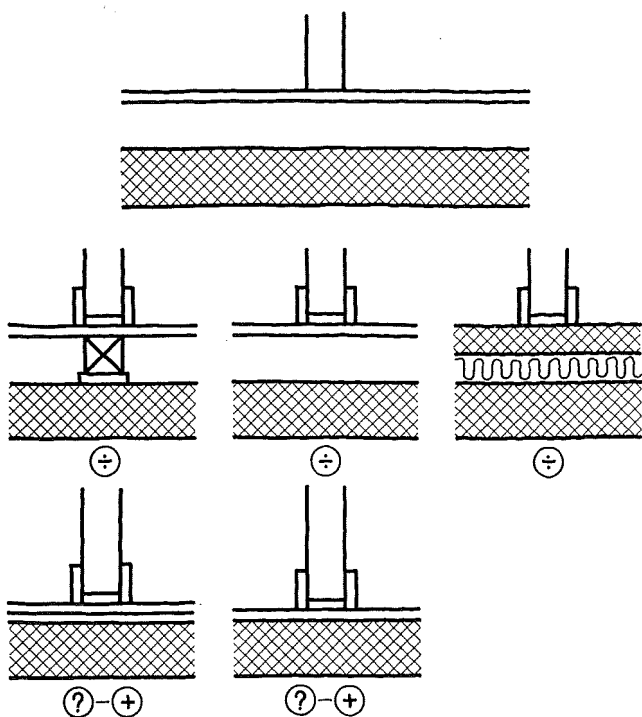


Fig. 8. Principleskitse for en vægts tilslutning til oversiden af gulvbelægningen. 8 I til 8 V viser tilslutning til forskellige udførelser af gulvbelægninger.
8 I, væg tilsluttet et svømmende trægulv langs og over en strø.
8 II, langs og mellem to strøer eller vinkelret på strøerne.
8 III, væg tilsluttet andet svømmende gulv med eller uden slidlag.
8 IV, væg tilsluttet en tynd gulvbelægning med elastisk underlag, f. eks. linoleum på korkment.
8 V, væg tilsluttet tynd gulvbelægning, f. eks. kork.

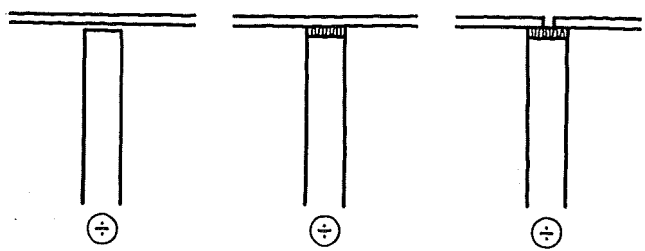


Fig. 11. Tilslutning til en tynd flankerende væg.
11 I, fugen mellem væggene uden tætningsmateriale.
11 II, fuger med elastisk og lydabsorberende materiale.
11 III, den flankerende væg yderligere forsynet med fuger ud for den tilsluttede væg.

lydtransmissionen i det væsentligste kan henføres til vægttilslutninger og omgivende bygningsdele.

I figurerne 5-11 er ved brug af betegnelserne (+), (?) og (-) givet en grov vurdering af de skitserede principløsninger. Med (+) betegnes en tilslutningsløsning, som har mulighed for at blive udført tilstrækkelig tæt og lydisolierende til, at den ikke vil virke begrænsende for den med væggen opnåelige luftlydisolation. Med (?) betegnes en tilslutningsløsning, hvis akustisk set rigtige udførelse er tvivlsom, eller hvis varige tæthed forekommer usikker. Med (-) menes en dårlig tilslutningsløsning, som ikke eller kun meget vanskeligt kan udføres således, at den ikke begrænser den med væggen maksimalt opnåelige lydlydisolation. Den i figurerne givne vurdering må selvfølgelig blive forholdsvis usikker, idet vurderingen foretages på basis af en principløsning og ikke en konkret løsning. Dette betyder blandt andet, at der med udgangspunkt i en »dårlig« principløsning i nogle tilfælde kan anvises en løsning, som i et konkret tilfælde virker tilfredsstillende.

Tilslutning til lofter

Tilslutninger til konstruktioner med stor tykkelse, hvormed f. eks. menes pladedæk, hulpladedæk, ribber i pladeribbedæk, hvis tykkelser er større end 12-15 cm, afhænger i nogen grad af den benyttede væg. I figur 5 I-III vises forskellige tilslutningsformer.

En præfabrikeret væg - 5 I - skal kunne tilpasses en vis højdevariation. Ved denne variationsmulighed kan der fremkomme en fuger, der målt i et vertikalt normalsnit vil have en stor tykkelse i forhold til længden. Løsningen 5 I må i almindelighed betegnes som dårlig, og kun, hvor fugetykkelsen kan holdes under 0,5 à 1 cm, er der chance for at opnå tilstrækkelig tæthed.

Løsningen 5 II kan være en fuger over en opkilet væg eller en loftsrem. 5 II må betegnes som en god løsning, hvis fugen er stoppet ensartet og tæt med et lydabsorberende og elastisk materiale. Det vil i praksis sige mineraluld, idet de fleste skummaterialer er uegnede til dette formål. Fuger, hvis længder målt i et normalsnit til væggen er mindre end 10 à 20 gange

fugetykkelsen, bør yderligere forsegles med mastic i mindst én side.

Løsningen 5 III er en fuger udfyldt med et materiale, som størkner og derved danner en stiv forbindelse mellem væg og dæk. 5 III kan være en god løsning, hvis fugen forbliver tæt, men i mange fugematerialer fremkommer revner enten i fugematerialet eller i overgangszonen mellem fuger og vægmateriale.

Tilslutninger til lofts konstruktioner med små tykkelser, hvormed menes forskalling med beklædning eller lignende, vises i figurerne 6 I-III.

I 6 I er væggen mindst ført til overside af forskalling. Denne løsnings lydteknisk set næppe betale sig at anvende vægge, hvis lydisoleringsevne er større end 20-25 dB. Består beklædningen af perforerede plader, er det nødvendigt at etablere en adskillelse over det nedforskallede loft, selv om de anvendte vægge kun har en lydisoleringsevne på 20-25 dB.

Væggen ført til overside af forskalling: Løsningen kan være både god og dårlig. Hvis der anvendes en tæt beklædning - gipsplader eller lignende - som afsluttes tæt mod væggen som vist i figur 12, vil løsningen være god. Hvis beklædningen ikke kan anses for at være tæt - beklædning af lister eller anden beklædning med mange samlinger - vil det være nødvendigt at opsætte en lydisolierende flade over væggen i rummet over det nedforskallede loft. Med en lydisolierende flade menes i dette tilfælde en adskillelse med en lydisoleringsevne svarende til ét eller to lag gipsplader. Hvis adskillelsen i loftsrummet er tæt, og der desuden findes lydabsorberende materiale - mineraluld, kan løsningen være god.

I 6 II er væggen ført til underside

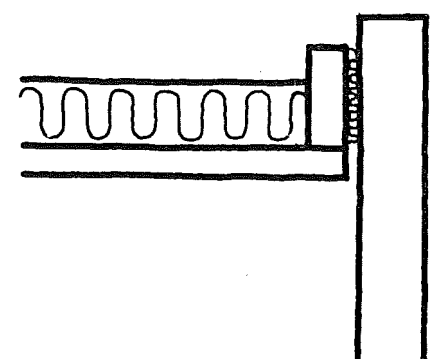


Fig. 12. Tilslutning mellem væg og lofts konstruktion. Fugen mellem trimpel, subsidiært sekundært spær, og væggen skal have mindst mulig tykkelse og være udfyldt med et lydabsorberende og elastisk materiale, f. eks. mineraluld.

af forskalling. Denne løsning er ikke god og må i almindelighed frarådes. Hvis man i nødsfald vil anvende den viste løsning, så skal der mellem forskallingerne på de to sider af væggen være en fuger med mindst 1 cm's tykkelse. Hvis loftsbeklædningen ikke kan anses for at være tæt, er det nødvendigt at anbringe en adskillende, lydisolierende flade i hulrummet over væggen.

I 6 III er væggen ført til underside af loftsbeklædning. Denne løsning er dårlig og må altid frarådes. Løsningen kan kun anvendes, hvor der ikke stilles særlige krav til lydisoleringen, og det kan lydteknisk set næppe betale sig at anvende vægge, hvis lydisoleringsevne er større end 20-25 dB. Består beklædningen af perforerede plader, er det nødvendigt at etablere en adskillelse over det nedforskallede loft, selv om de anvendte vægge kun har en lydisoleringsevne på 20-25 dB.

Tilslutning til gulve

En indervægs tilslutning til en etageadskillelse udføres for langt den største dels vedkommende med en lydteknisk set stiv forbindelse mellem væg og dækkonstruktion. Figurerne 7 I-IV viser tilslutninger til etageadskillelser med tykke gulvbelægninger, hvorved menes gulvbelægninger med tykkelser større end 3-4 cm.

7 I og II viser vægge med understøbning i forbindelse med svømmede gulve, hvorved forstås gulvbelægninger med tilstrækkelig bøjningsstive gulvflader, som hviler på elastiske underlag, således at der ikke fremkommer nogen direkte kontaktpunkter mellem gulvfladen og den bærende konstruktion. Begge løsninger må betegnes som gode; det er dog en forudsætning, at gulvfladerne ikke berører væggene eller eventuelle installationsdele.

7 III og IV viser vægge uden understøbning i forbindelse med svømmende gulve. Fugerne mellem væggenes underkant og dækkens oversider kan f. eks. skyldes opkiling af væggene og/eller eventuelle lunger i dækkens overside. 7 III vil i de fleste tilfælde være god nok, så længe gulvet slutter tæt til væggen, men der fremkommer ofte større utætheder med tiden. Hvis fugetykkelsen overstiger ca. 1 cm, bør der altid foreta-

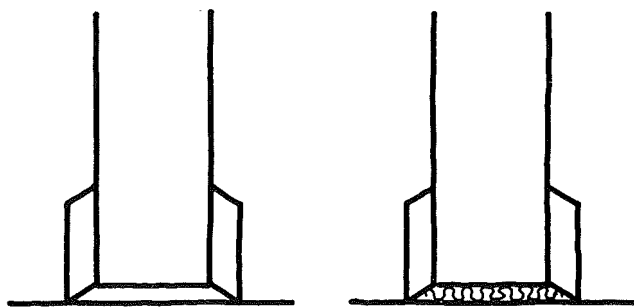


Fig. 13. Skitsen viser en vægs tilslutning til gulv. Fugen under væggen kan f. eks. skyldes opkilling af væggen og/eller lunger i gulvet under væggen. 13 I, fugen uden nogen tætning. 13 II, fugen med tætning - eventuelt stoppet med lydabsorberende materiale.

Fig. 15. Luftlydtransmission mellem rum uden fælles adskillende bygningsdel. Transmissionen sker dels gennem det flankerende rum - tagrum, korridor, krybekælder eller lignende - dels gennem den flankerende bygningsdel - nedhængt loft, svømmende gulv, korridorvæg etc.

ges en tætning. Med en tætning langs fugens ene side vil løsningen i de fleste tilfælde være god. 7 IV vil i de fleste tilfælde være god, fordi det porøse underlagsmateriale i reglen også vil være lydabsorberende.

Indervæggens tilslutninger til gulvbelægnings oversider vises i figurerne 8 I-V. Forskellen mellem de viste figurer udgøres ikke af selve tilslutningen, men af gulvbelægningen. Det er nødvendigt at behandle hver gulvbelægning som en ny tilslutning, fordi gulvbelægningernes akustiske virkning er forskellig. Tilslutningen kan udføres med eller uden tætning af fugen mellem væggen underkant og gulvbelægningens overside, som det vises i figur 13 I-II. Det er nødvendigt at udføre fugerne som vist i 13 II for at kunne opnå et rimeligt resultat. 8 I og II viser trægulve på strøer. Begge disse løsninger er dårlige, 8 I er dog en grad bedre end 8 II. Udføres 8 I som vist i figur 14, vil resultatet kunne blive ganske tilfredsstillende i parcelhusbyggeri. I etagebyggeri kan løsningen virke uheldig på grund af lydtransmissionen til andre boliger.

8 III viser et svømmende gulv - beton eller asfalt - som kan være forsynet med et slidlag af vinyl, linoleum, kork eller lignende. Løsningen er ikke god på grund af transmission af trinlyd gennem den svømmende plade til naborummene.

8 IV og V viser tynde gulvbelægninger, hvormed menes gulvbelægninger med mindre tykkelser end 1 til 2 cm. I 8 IV udgøres gulvbelægningen af to lag, et øvre slidlag med ringe egenstivhed og et elastisk underlag.

Gulvbelægninger af denne type kan være vinylfilt, linoleum på korkment og lignende. I 8 V udgøres gulvbelægningen af et slidlag med en relativ elastisk overflade, f. eks. korkfliser, tæppebelægninger eller lignende. 8 IV og V kan begge betegnes som gode, når de udføres med ensartet, tæt stoppede fuger, der afsluttes med en forsegling med mastic. Løsningerne 8 IV og V er ikke meget forskellige, enten væggen føres gennem gulvbelægningen eller afsluttes som vist.

Tilslutning til vægge

I 9 I-VI vises tilslutninger til flankerende vægge med stor tykkelse, dvs. 1,5 til 2 gange den tilsluttede væggs tykkelse. I 10 I-IV vises tilslutninger til flankerende vægge med tykkelser svarende til den tilsluttede væggs tykkelse. I 11 I-III vises vægges tilslutning til flankerende vægge med ringe tykkelse i forhold til den tilsluttede væg.

Løsningerne 9 I-V må med undtagelse af 9 III betegnes som gode. Hvor fuger stoppes, skal stopningen være tæt og ensartet, desuden bør fuger forsegles med elastiske materialer, der bevarer tætheden. En fuges længde målt i et normalsnit til væggen skal være mindst 10-20 gange fugetykkelsen. 9 III kan være god, men forudsætningen er, at fugen forbliver tæt. I 9 VI er risikoen for en gennemgående revne væsentlig mindre end i 9 III. Lydtransmissionen gennem de flankerende vægge med stor tykkelse kan betragtes som forsvindende i forhold til transmissionen gennem de adskillende vægge.

Af løsningerne 10 I til IV må 10

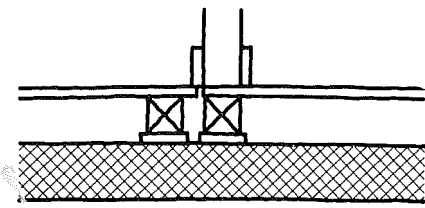
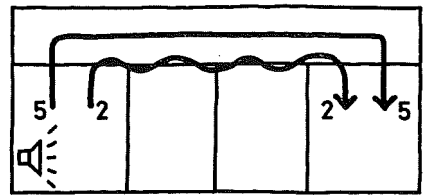


Fig. 14. Skitsen viser en vægs tilslutning til et svømmende trægulv. For at hindre lydtransmission gennem gulvfladen må denne ikke være gennemgående.



I-III betegnes som tvivlsomme på grund af muligheden for flanketransmission, der vel nok i værste fald vil betyde, at luftlydisolationen kan være 5-6 dB mindre end den med væggen maksimalt opnåelige luftlydisolation. 10 III kan være lige så god som 10 I og II, men forudsætningen er, at fugen forbliver tæt. I 10 IV er transmissionen gennem den flankerende væg nærmest elimineret. Hvis fugerne er stoppet ensartet og tæt med lydabsorberende materiale samt forsegllet med mastic eller lignende, kan løsningen muligvis blive tilfredsstillende.

11 I-III viser tilslutninger til tynde flankerende vægge. Disse løsninger vil altid være dårlige. 11 III vil dog være bedre end 11 I og II.

Lydtransmissionen mellem to naborum er imidlertid ikke et spørgsmål om transmission enten via tilslutning til loft eller via gulv eller via væg, men om transmission både via tilslutning til gulv, loft og vægge. Betingelsen for at opnå det bedste resultat er, at man i alle tilfælde vælger de gode tilslutningsløsninger. Det nytter ikke at vælge en akustisk god tilslutning til loftet og en dårlig tilslutning til gulvet eller omvendt. Alle de valgte løsninger skal være gode.

Transmission af luftlyd mellem rum uden en fælles adskillende væg

Lydtransmissionen mellem to rum, hvorimellem der ligger et eller flere rum, sker gennem flankerende vægge og/eller via flankerende rum. Figur 15 viser en skitse af transmissionsvejene. Det afhænger af de anvendte materialer, konstruktioner, planløsning og til-

slutninger til loft, gulv samt vægge, om nogen transmissionsvej vil begrænse den maksimalt opnåelige lydisolation i et konkret tilfælde. Tilsluttes indervæggene til massive dæk- og vægkonstruktioner som vist i figurerne 5, 7 og 9, vil den største del af den transmitterede lydenergi følge den i figur 3 viste transmissionsvej 5, hvilket i praksis vil sige lydtransmissionen gennem døre og et fælles naborum.

Tilsluttes indervæggene til tynde gennemgående lofter, vægge eller gulve som vist i figurerne 6 III, 8 I-III og 10 I-III vil en stor del af den transmitterede lydenergi - i mange tilfælde den største del - følge den i figur 3 viste transmissionsvej 2, hvilket vil sige lydtransmission gennem én eller eventuelt flere tynde flankerende bygningsdele.

I bygninger, hvor lydisoleringen i hovedsagen bestemmes af den gennem omliggende rum transmitterede lyd, er det meget væsentligt at anvende tæt-sluttende døre i karme med bundstykke eller eventuelt anden akustisk set tilsvarende tætning. Som det fremgår af figur 1, bør døre ikke anbringes, hvor de ikke er strengt nødvendige.

Ved placering af eventuelle birum, hvori der ikke frembringes støj, kan lydisolationen mellem boligens enkelte rum forbedres. Se herom i »Støj i boliger« 2. reviderede udgave 1969.

Transmission af trinlyd til omliggende rum

Ved trinlyd forstås almindeligvis det lydtryk niveau, som frembringes i et rum af en standardiseret bankemaskine anbragt i et rum i en overliggende etage. Bygningsreglementet kan imidlertid fortolkes derhen, at trinlydniveauet også omfatter lydtryk niveau frembragt af bankemaskinen i alle omliggende rum. Med denne udvidelse af definitionen på trinlydniveau er det muligt at vurdere transmissionen af trinlyd fra senderummet til omliggende rum i samme og overliggende etage ved en sammenligning mellem målte trinlydniveauer og bygningsreglementets krav.

Isoleringen mod trinlyd bestemmes hovedsagelig af gulvbelægningen. I figur 16 I-IV illustreres trinlydens transmission til omliggende rum. Den i figurerne antydede forskel i trans-

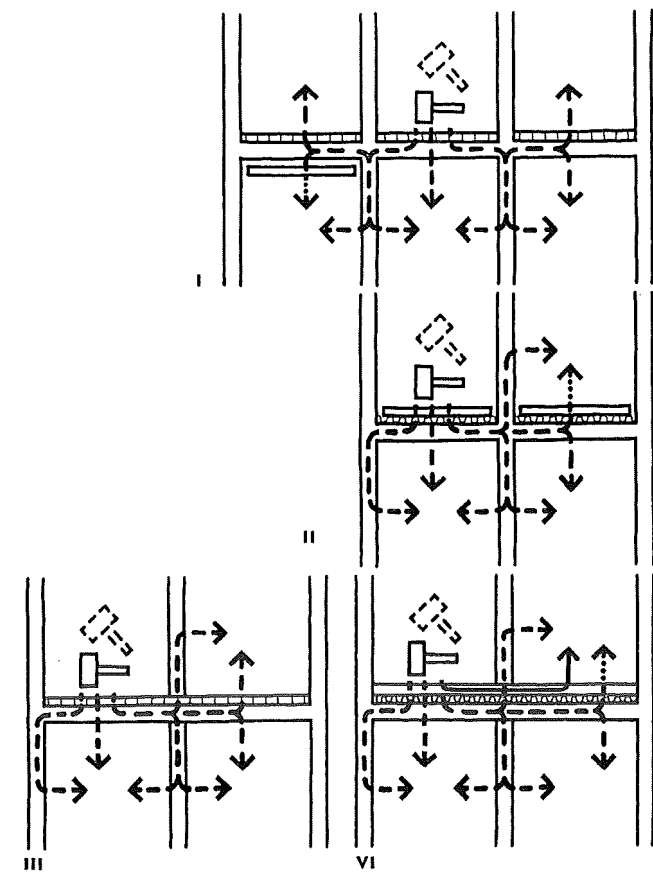


Fig. 16. Transmission af trinlyd - bygningslyd - til tilstødende rum. Fuldt optrukne pile betegner ringe eller ingen lyddæmpning, punkterede pile, nogen lyddæmpning og prikkede pile stor lyddæmpning. 16 I, tynd gulvbelægning. Det ene tilgrænsende, underliggende rum har en nedforskallet lofts konstruktion. 16 II, tyk gulvbelægning - svømmende gulv. 16 III, gulvbelægningen er gennemgående under den rumadskillende indervæg, tynd gulvbelægning. 16 IV, gulvbelægningen - svømmende gulv - er gennemgående under den rumadskillende indervæg.

mission ad forskellige veje skal opfattes som en kvalitativ angivelse af lydtransmissionen. Der kan ikke ud fra figuren sluttes noget om størrelserne af enkelte transmissionsbidrag, idet disse afhænger af de anvendte gulvbelægnings og nedhængte lofters trinlyddæmpende egenskaber. Det bør bemærkes, at en tynd gulvbelægning, som er klæbet til den bærende konstruktion, i praksis ikke formindsker lydudstrålingen fra etageadskillelsens overside, selv om belægningen i øvrigt har gode trinlyddæmpende egenskaber.

I figur 16 I kan gulvbelægningen være vinylfilt, linoleum på korkment eller korkfliser. Det nedforskallede - tætte - loft virker dæmpende over for lydtransmission, et loft af perforerede plader kan ikke påregnes at give nogen væsentlig lyddæmpning. Nedforskallede lofter er ikke velegnede til løsning af trinlydproblemer, idet lofter kun virker dæmpende for trans-

mission via én flade fra råhuset, medens en trinlyddæmpende gulvbelægning virker dæmpende for lydudbredelse til råhuset. Svømmende gulve virker herud over dæmpende for transmission fra én flade i råhuset. I figur 16 II og 16 IV kan gulvbelægningen være svømmende træ-, beton- eller asfaltgulve, i figur 16 III linoleum på korkment, korkfliser eller lignende.

I bygninger, hvor der anvendes de i figurerne 7 I-IV viste løsninger, vil det i reglen ikke være vanskeligt at opnå en tilstrækkelig god isolering mod trinlydens transmission til naborum i egen bolig. Det gælder derimod ikke, når der anvendes de i figurerne 8 I-III viste løsninger. I disse tilfælde vil lydtransmissionen gennem gulvet hyppigt være til alvorlig gene. I figur 17 illustreres, hvorledes en bankemaskine på et gennemgående gulv vil frembringe stort set samme lydtryk niveau i de omgivende rum. En formindsket transmission af trinlyd kan

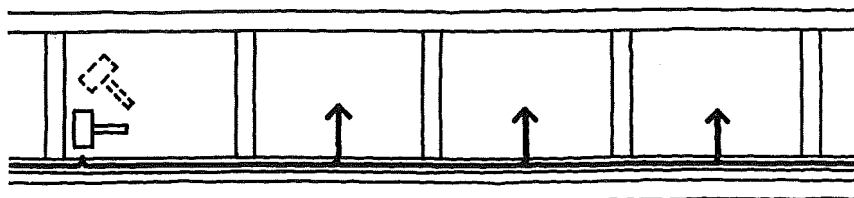
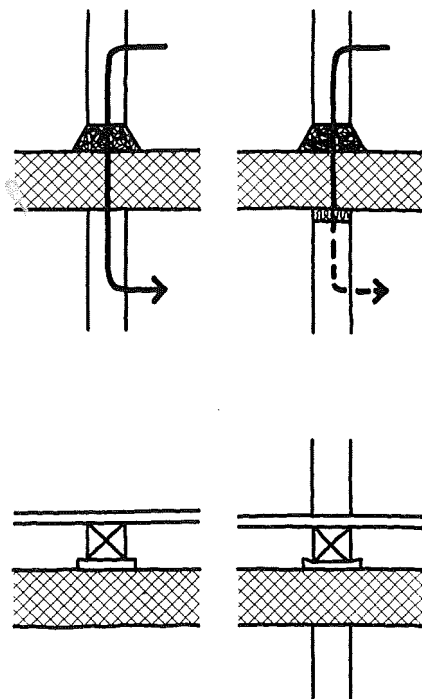


Fig. 17. Trinlydstransmission mellem rum med et fælles gennemgående svømmende gulv, f. eks. et trægulv på stroer på brikker af blød træfiberplade.

Fig. 18. Lydtransmission kan ske via indervægge til underliggende boliger.
18 I, væggene i fast forbindelse med etageadskillelsen.
18 II, indlæg af et elastisk og lydabsorberende materiale kan formindske lydtransmissionen.

Fig. 19. Ikke bærende indervægge kan ved opstilling på et svømmende gulv, f. eks. et trægulv på stroer indirekte nedsætte gulvbelægningens isoleringsevne mod trinlyd ved sammentrykning af de bløde brikker.
19 I, usammentrykket brik.
19 II, sammentrykket brik.



opnås ved at overskære gulvbelægningen under væggene som vist i figur 14.

Det er en almindelig antagelse, at ethvert problem med hensyn til isolering mod trinlyd kan løses ved at udlægge tæpper over gulvbelægningen. Denne antagelse er imidlertid ikke holdbar, når der er tale om transmission af trinlyd i vandret retning gennem svømmende gulve.

Forskellen mellem lydtrykkniveauerne i naborummene henholdsvis uden og med tæppefilt på gulvet i senderummet vil være større under betingelser svarende til 16 II end svarende til 16 IV, medens forskellen mellem lydtrykkniveauerne i det underliggende rum under de nævnte betingelser vil være ens. Formindskelsen af trinlydniveauet som opnås i et rum ved brug af et tæppe i senderummet, aftager med rummets afstand fra senderummet. Under de i figur 17 viste betingelser vil der i rummet længst fra senderummet i praksis kun være en ringe forskel mellem trinlydniveauet henholdsvis uden og med tæppe på gulvet i senderummet.

Lydtransmission til bolig i anden etage

Ved den hidtidige betragtning har der kun været tale om lydtransmission fra et rum til et andet adskilt af en eller flere ikke-bærende indervægge. Man kan imidlertid ikke behandle

indervægges lydisolering uden at undersøge, om væggene indvirker på transmission af luftlyd fra etage til etage.

Det viser sig i praksis, at lydtransmission gennem indervægge i en etage via dækkonstruktion til indervægge i en anden etage i højere grad sker gennem visse vægtyper end gennem andre. Det er tynde, massive vægge, f. eks. 5-10 cm tykke vægge af beton, letbeton, tegl, gips og lignende. I nyere byggeri har de nævnte transmissionsegenskaber specielt adresse til vægge af letbeton, som i vid udstrækning anvendes til indervægge i etagebyggeri. Transmissionsvejen er vist i figur 18 I. Erfaringer fra udlandet – især Sverige – viser, at store vægarealer af letbeton i mange tilfælde har været årsag til en alt for stor lydtransmission fra bolig til bolig. I adskillige tilfælde har man af denne grund ikke kunnet opfylde de i det svenske bygningsreglement stillede krav om lydisoleringen. Det anføres i nogle svenske undersøgelser, at arealet af letbetonvægge i et rum ikke bør overstige 10 m². Det skulle imidlertid være muligt at bringe den fra et rum til et andet via en let, flankerende væg transmitterende lydenergi ned på et acceptabelt niveau i forhold til bygningsreglementets krav til rumisolation mellem etageboliger ved at indskyde et elastisk mellemlag, f. eks. mellem væg og loft som vist i figur 18 II.

Der foreligger så godt som ingen

danske erfaringer med hensyn til disse vægtypers indvirkning på luftlydisolationen. Da brugen af disse vægtyper har en væsentlig udbredelse i industrialiseret byggeri, må det anses for påkrævet at fremskaffe et erfaringsmateriale, der viser, om det er nødvendigt at indlægge elastiske mellemlag og i bekræftende fald finde ud af, hvorledes en sådan elastisk fuge bør udføres, for at der kan opnås en acceptabel dæmpning af lydtransmissionen.

Alle lette vægge kan under specielle forhold frembyde risiko for en nedsættelse af både luft- og trinlydisolationen i forhold til, hvad der sædvanligvis opnås med en given etageadskillelse. Opstillede lette vægge på et svømmende gulv, er der risiko for en nedsættelse både af det tillæg til luftlydisolationen og af den trinlyddæmpning, der almindeligvis opnås med et svømmende gulv. Denne uheldige virkning kan blive særlig mærkbar, når der anvendes et let gulv, f. eks. trægulv på stroer på bløde brikker. Ved opsætning af væggene – se figur 19 I og 19 II klemmes de bløde brikker sammen, hvorved disses lydæmpende virkning mere eller mindre forsvinder. I etageboliger, hvor gulvet lægges sammenhængende over hele boligarealet, må man forvente, at det kan blive vanskeligt at overholde de i bygningsreglementet stillede krav om rumisolation imellem og trinlydniveau i boliger.

Sammenfattende bemærkninger

En given vægs lydisoleringsevne kan i praksis kun udnyttes med akustisk gunstige tilslutninger til loft, gulv og vægge samt en fejlfri og tæt udførelse af væggen. Det er yderligere en forudsætning, at lydtransmissionen ikke sker gennem dørforbindelse til et fælles tilgrænsende rum, f. eks. entréer.

I enfamiliehuse anvendes ofte mere eller mindre sammenhængende gulvflader over hele boligen. Består gulvbelægningen af trægulv på stroer, er det vanskeligt at opnå en god lydisolering mellem boligens enkelte rum.

I etagebyggeri er anvendelsen af såkaldte åbne planer i sin vorden. Man ønsker at have vægge med stor fleksibilitet med hensyn til placering, og

væggene skal samtidig være let flytbare helst uden assistance af håndværkere. Disse ønsker er ikke realiserbare med i dag kendte vægtyper, hvis man samtidig ønsker en luftlydisolation af størrelsesordenen 35-40 dB.

Sammenhængende svømmende gulvflader over flere rum i en etagebolig kan føre til formindskelse af gulvbelægningens trinlyddæmpning og etageadskillelsens luftlydisolation.

Den akustiske løsning af problemet – åben plan i etagebyggeri – forudsætter foruden en egnet skillevej også en egnet gulvbelægning. Dette kan være en gulvbelægning, hvor slidfladen udgøres af et elastisk og trinlyddæmpende lag, f. eks. kork eller tæppebelægning. Det kan også være en gulvbelægning, hvor slidfladen er

tynd og kun har ringe bøjningsstivhed samt hviler på et elastisk, trinlyddæmpende underlag, f. eks. linoleum på korkment eller vinyl på filt. Imidlertid kræver anvendelse af disse gulvbelægninger dæktykkelse på 18 cm massiv beton eller derover.

Der savnes i almindelighed måleresultater til belysning af de forhold, der bestemmer ikke-bærende indervægges lydisolering. Kun gennem en stadig indsamling af erfaringer fra praksis er det muligt at skabe et grundlag for en kvantitativ vurdering. I løbet af de kommende år vil Byggeriets Akustiske Målestation dels gennem rekvirerede opgaver, dels gennem egne forskningsopgaver arbejde på at fremskaffe det fornødne erfaringsmateriale.

Summary

The article deals with sound insulation of light, single-leaf partitions. The transmission of sound from one room to another is discussed – mentioning that transmission occurs through building components which separate the rooms, through surrounding building components and/or through cracks or other parts of the partition offering a resistance to the transmission of sound which is smaller than the mean resistance of the entire partition. Cracks in partitions may influence the sound insulation considerably, it is consequently essential to apply structures and materials which will remain tight. The joining of a partition to the surrounding building components is essential to the sound insulation obtained. Mention is made in the article of various ways in which

this problem of joints between ceilings, floors, and walls may be solved, and the value of the solutions is considered from an acoustic point of view. An acoustically high value means that it is reasonably certain that a joint may be established in such a way that it provides the same sound insulation as the partition. Airborne sound transmission between two rooms which do not adjoin occurs chiefly through third rooms, in some cases, however, through light, flank-ing building components. Impact sound transmission horizontally may be very high in dwellings in which a continuous floating floor is used throughout the whole floor area of the dwelling. The use of thin flooring materials does not result in any other problems than those normally en-

countered in connection with impact sound transmission. When light partitions are erected on floating floors – particularly on wooden floating floors – it may result in a reduction of the insulation against impact sound transmission provided by the floor. Some light partitions may also influence the insulation against airborne sound provided by a floor by transmitting sound from one storey to the next through the partition structure (bending waves). High flexibility with regard to the position of partitions enabling the partitions to be moved about without professional assistance is a demand which it is impossible to fulfil with the partition types known to-day if the structure is to provide insulation against airborne sound of a magnitude of 35-40 dB.