



Lydisolation

DØRES LYDISOLATION I

ved civilingeniør Jørgen Kristensen

RESUMÉ:

I notatet omtales de tre hovedproblemer i forbindelse med døres lydisolation, dørpladen, dørfalsen og karmfugen. Problemerne ved den praktiske udførelse af døre kan i det store og hele henføres til indsætningen. Der omtales en række resultater fra praksis og specielt, hvorledes entrédøre skal indsættes for at kunne opfylde de i bygningsreglementet angivne krav.

BYGGERIETS AKUSTISKE MÅLESTATION

August 1972

YDERLIGERE OPLYSNINGER KAN FÅS VED HENVENDELSE TIL:

Forfatteren

00593 P

INDHOLDSFORTEGNELSE

Døres lydisolation	side	3
Dørpladens lydisolation	side	3
Enkeltkonstruktioner	side	3
Dobbeltkonstruktioner	side	6
Specielle døre	side	8
Dørfalsen	side	11
Karmfuger	side	15
Klassifikation af døres lydisolation	side	16
Problemer ved døres indsætning i bygninger	side	17
Resultater fra praksis	side	18
Behandling af måleresultater	side	20
Indsætning af en entrédør	side	20

Døres lydisolations

Vægge med døre anses almindeligvis ikke for at være særlig lyd-isolerende. Det skyldes, at væggenes lydisolations bestemmes af døren, hvis lydisolations hyppigt er meget lav. I nogle tilfælde er det imidlertid nødvendigt både at have en dør og samtidig have en rimelig lydisolations. Sådanne tilfælde forekommer, hvor der i bygningsreglementet - BR - stilles krav til døres lydisolations. Der er herudover en række tilfælde, hvor der med rimelighed kunne stilles krav til døres lydisolations. I specielle tilfælde kan rummenes anvendelsesformål imidlertid nødvendiggøre helt exceptionelle krav til lydisolations. I disse tilfælde lykkes det så godt som altid at løse problemet. I dagliglivet er en vellukkende og blot nogenlunde isolerende dør en tilstand, der er ønsket i mange hjem og på mange arbejdspladser.

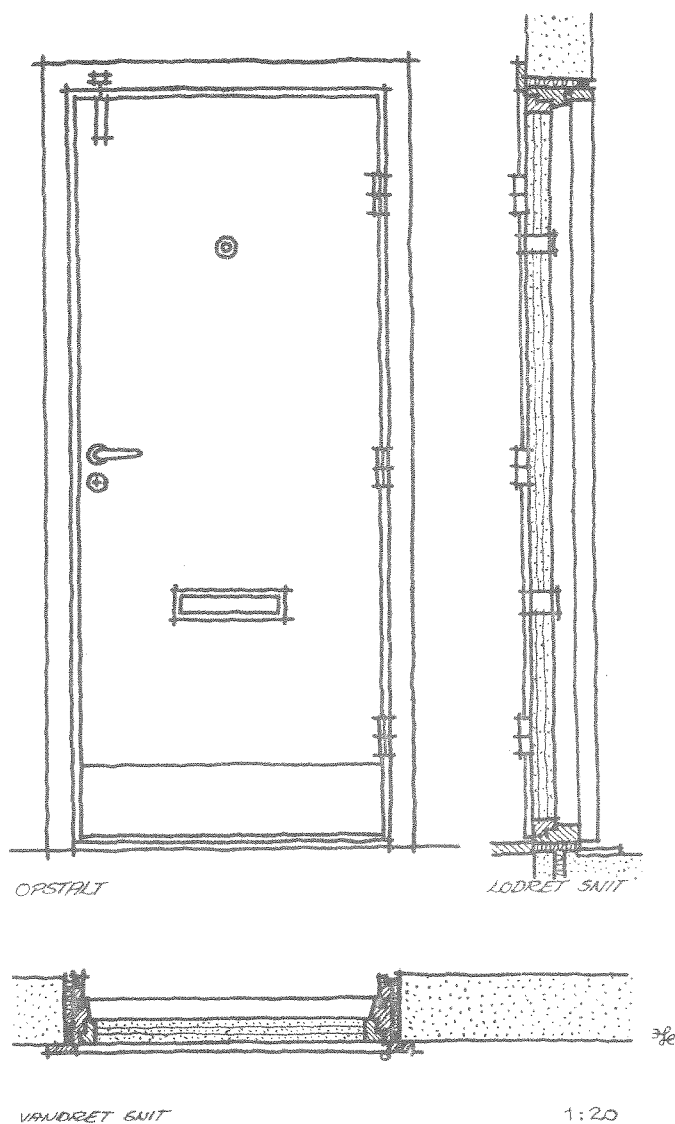
En dørs lydisolations bestemmes i det store og hele af tre faktorer, dørpladens lydisolations, falstilslutningernes udførelse samt udførelse af fugerne mellem dørkarm og væg. Virkningen af disse tre faktorer er således, at den resulterende lydisolations bestemmes af den af faktorerne, hvis kvalitet lydteknisk set er ringest i forhold til øvrige.

Dørpladens lydisolations

Konstruktionen af dørplader eller dørblade er i praksis ret forskellig, og den afhænger ofte af de anvendte materialer. Set fra et lydteknisk synspunkt har dørpladens konstruktion afgørende indvirkning på dens lydisolations. Dørpladen kan bestå af en massiv plade, to adskilte plader eller to plader med indbyrdes forbindelse bestående af mere eller mindre elastisk materiale. I figur 2 er vist en skitse af konstruktionsprincippet.

Enkeltkonstruktioner

En massiv dørplades lydisolations bestemmes i første tilnærmelse af pladens vægt pr. arealenhed. Det gælder uafhængig af materialets art. Ved at indsætte en plade i en væg, således at der ikke finder lydtransmission sted gennem tilslutninger, men kun gennem dør og væg, kan lydtransmissionen gennem døren beregnes på grundlag af måleresultater for lydisolations for den sammensatte vægflade bestående af væggen og døren.



Figur 1. Ved dør forstås lydteknisk den færdige dørkonstruktion bestående af:

Dørplade, eventuelt med rude og brevsprække.

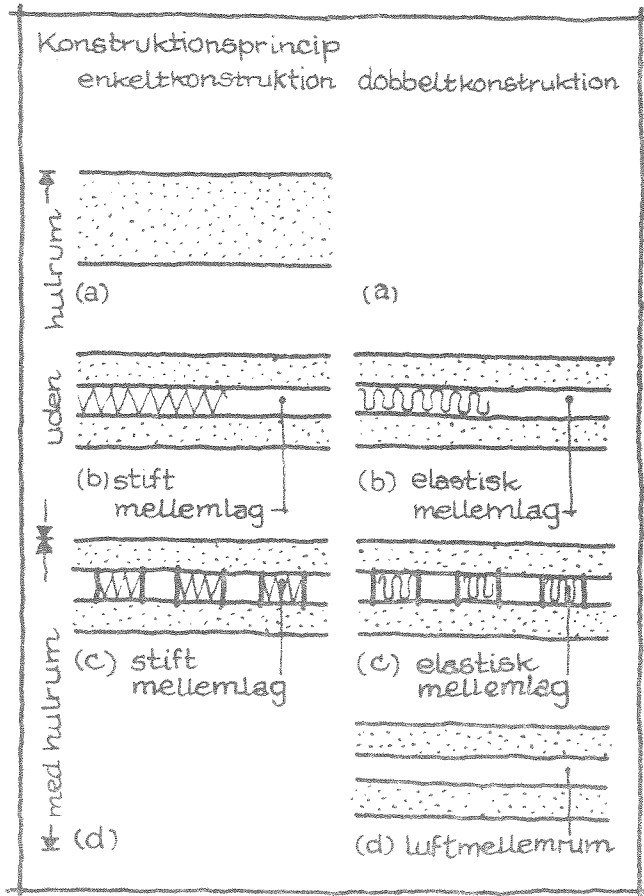
Dørkarm med befæstelser til væg eller vinduesparti.

Dørbeslag som dørhængsler, dørlås med slutblik og dørbesætning, herunder dørgræb med skilte eller rosetter samt eventuelt dørlukker, dørholder, sparkeplader, brevklap, dørkikkert, dørklokke eller ringeanlæg og andet fast udstyr.

Eventuelle anslags- og fugetætningslister mellem dørplade og dørkarm, hvor underkarmstykke ikke anvendes, tætningsskinne mellem dørplade og gulv. Eventuel særlig brandtætningsliste (brandpasta) indlagt i dørplade eller dørkarm til branddør.

Fuge med eventuelt fugemateriale mellem dørkarm og væg samt, hvor underkarmstykke anvendes, mellem karm og gulv.

Eventuel karntilsætning og eventuelle dørindfatninger eller dæklister langs dørkarm og væg samt eventuelle fejelister langs karm og gulv.



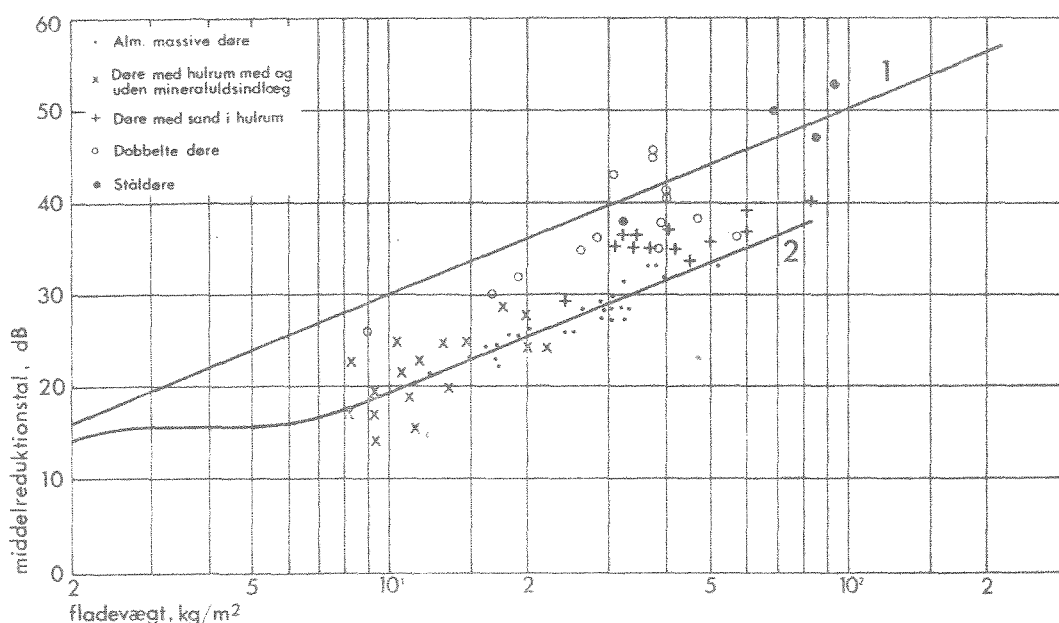
Figur 2. En dørplade kan udføres uden hulrum, (a) af ét materiale i ét lag i pladens fulde tykkelse eller (b) af flere pladelag af ens eller forskellige materialer, eventuelt veksellende hårde og bløde. En dørplade kan endvidere udføres med hulrum, (c) ved anvendelse af pladelag med hule celler eller opdeling med kanaler eller (d) som mellemrum mellem pladelag. Pladelag kan være indbyrdes fast forbundet, tæt sammenlagt eller adskilt af luftmellemlag. Hvorvidt en dørplade lydmæssigt virker som enkelt- eller som dobbeltkonstruktion afhænger af pladelagens indbyrdes forbindelse og af bløde mellemlags elasticitet.

Er væggenes reduktionstal væsentligt større end dørpladens, kan det med rimelighed antages, at lydtransmissionen alene sker gennem dørpladen. Indsættes en dørplade i en væg med en meget større lydisolations end dørpladen på en sådan måde, at alle tilslutningsproblemer mellem væg og dørplade er løst, kan dørpladen betragtes som en væg. Fra undersøgelser af vægges lydisolations vides, at lydisolations er en funktion af frekvensen og af vægten pr. arealenhed. Undersøgelser af mange dørpladers lydisolations har bekræftet, at de fleste dørplader lydteknisk set kan opfattes som enkeltkonstruktioner,

således at lydisolationen stort set afhænger af pladens vægt pr. arealenhed. I figur 3 er vist den såkaldte vægtkurve, som angiver middelreduktionstallet for enkeltkonstruktioner som funktion af vægten. I figur 4 er vist opbygningen af en række dørplader, hvis lydisolation kan antages at svare til vægtkurven. Det er uden betydning for dørpladens lydisolation, om den er fremstillet af træ, metal, plast eller en kombination af disse, blot den virker som en massiv dørplade.

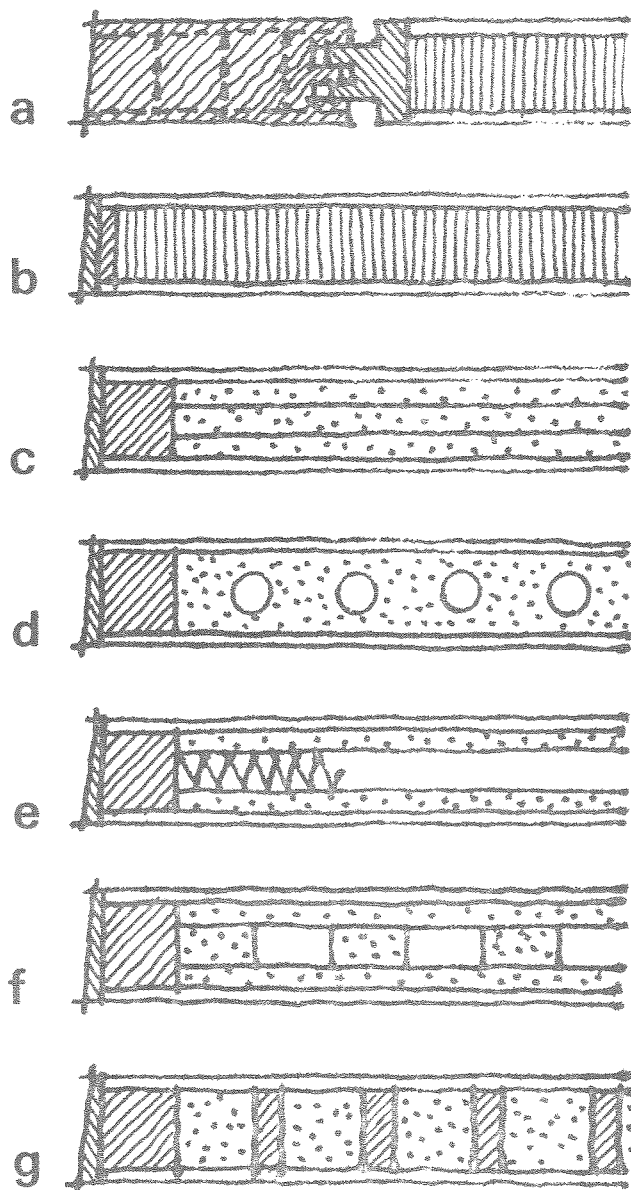
Dobbeltkonstruktioner

Ved dobbeltkonstruktioner forstås to helt adskilte enkelte konstruktioner med indbyrdes afstand, eventuelt med et mineraluldsfyldt mellemrum. Døre udført efter dette princip kan fx være to dørplader indbyrdes fastholdt af gummistropper eller to helt adskilte dørplader. I praksis udføres døre kun sjældent som egentlige dobbeltkonstruktioner. Sammenkoblede dørplader er normalt ikke dobbeltkonstruktioner. Ved at anvende en dobbeltkonstruktion er det teoretisk muligt at opnå en forbedring af luftlydisolationen på 10-15 dB.



Figur 3. Middelreduktionstal som funktion af fladevægten målt for forskellige døre. Kurve 1 angiver teoretiske værdier for reduktionstallet for vægge uden bøjningsstivhed. Kurve 2 viser en af Gösele angiven empirisk kurve for massive dørplader.

(Efter Gösele)



- Figur 4. Eksempler på dørplader virkende som enkeltkonstruktion.
- a: Fyldningsdør. Dørramme af massivt materiale med dørfyldninger af tilsvarende eller andet materiale.
 - b: Massiv dør. Massiv plade af blok- eller stavlimede lister afspændt med tynde plader. Listerne kan være af træ, hårdt skum, pap, træfiber eller andet materiale.
 - c: Massiv dør. Dørramme af massivt materiale med pålimede afspærringsplader, hulrummet udfyldt med sammenlimede, hårde plader. Pladerne kan være træfiber-, gips-, spånplader eller andet hårdt plademateriale.
 - d: Hulpladedør. Dørramme af massivt materiale med pålimede afspærringsplader, hulrummet udfyldt med massivt indlæg med cirkulære huller.
 - e: Celledør. Dørramme af massivt materiale med pålimede afspærringsplader, hulrummet udfyldt med stift indlæg af træ, plast, pap eller lignende.
 - f: Kanaldør. Dørramme af massivt materiale med pålimede afspærringsplader, hulrummet delvis udfyldt, lister eller klodser af træ, træfiber, gips eller andet hårdt materiale.
 - g: Celledør eller kanaldør. Døre svarende til e og/eller f, med hulrummene udfyldt med lydabsorberende materiale.

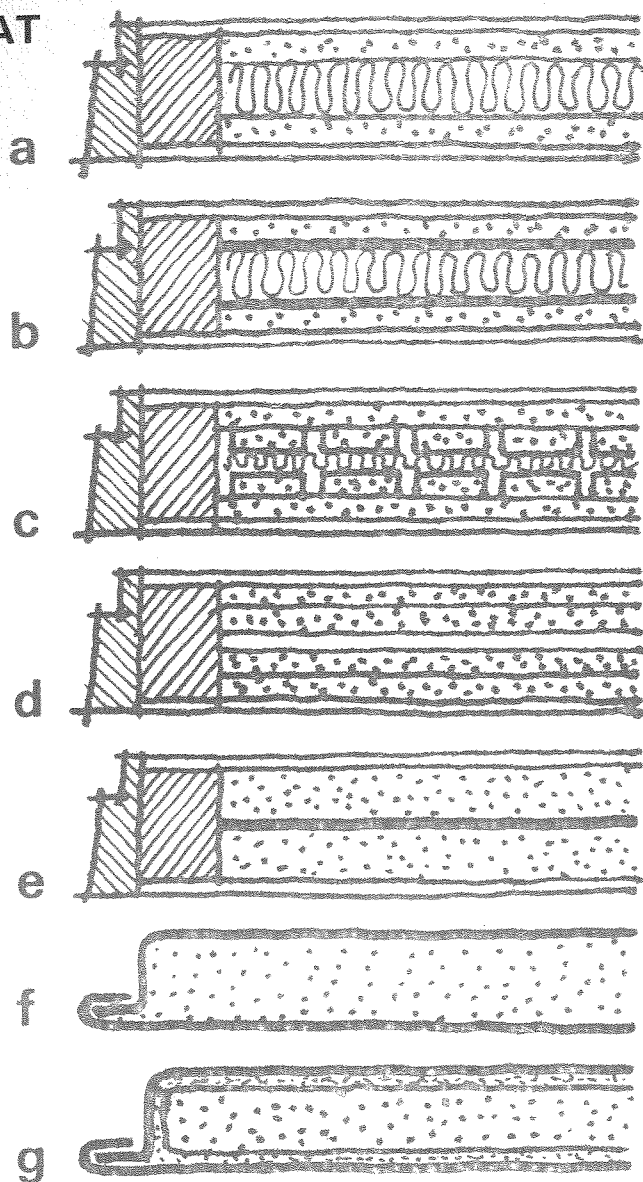
I praksis er det imidlertid ikke sikkert, at en dobbeltkonstruktion medfører forbedring af lydisolationen i forhold til en enkeltkonstruktion. Døre udført af en ramme med pladebeklædning, kan i nogle tilfælde virke som en dobbeltkonstruktion - i andre tilfælde som en enkeltkonstruktion. I figur 5 er vist en række eksempler på dørplader, for hvilke undersøgelser har bekræftet, at de virker som dobbeltkonstruktioner. Målinger af lydisolationen viser, at den kan ligge indtil ca. 10 dB højere end for vægtmæssigt ækvivalente enkeltkonstruktioner. Jo mindre bøjningsstive plader er, desto mindre ødelæggende er opsætning på en fælles ramme for dobbeltkonstruktionsvirkningen. Massive plader med ringe bøjningsstivhed er plader med ringe stivhed i forhold til vægten. I denne forbindelse bør det bemærkes, at træ i forhold til sin vægt har en meget stor stivhed. En tyk plade med indfræsedede dybe riller i længde- og tværretning nedsætter stivheden meget uden at nedsætte massen pr. arealenhed tilsvarende. I figur 6 ses et måleresultat, der viser værdien af en dobbeltkonstruktion. En udnyttelse af dobbeltkonstruktionsvirkningen finder sted i mange stålpladedøre.

Specielle døre

Døre med stor lydisolation fremstilles og forhandles af enkelte firmaer i Europa og i U.S.A. Fælles for disse døre er, at opbygning af dørpladen - hvis den ikke samtidig skal tjene andre formål, som fx isolering mod elektromagnetisk eller radioaktiv stråling - i reglen udføres efter princippet for opbygning af dobbeltkonstruktioner.

Døre med mindre hulrum udfyldt med mineraluld giver i de fleste tilfælde ikke nogen væsentlig forøgelse af lydisolationen. Derimod fører en udfyldning af hulrummene med sand ofte til en betydelig forøgelse af lydisolationen. I figur 7 ses nogle resultater, der belyser værdien af mineraluldsindlæg og sandfyldning. I figur 8 er vist en principskitse af transmissionsvejene og deres betydning for transmissionen.

Det bemærkes, at lydtransmissionsvej 1 er bestemmende for lydtransmissionen ved lave frekvenser og vejen 2 ved højere frekvenser, at ved forøgelse af pladeafstanden - sænkning af resonansfrekvensen - forøges virkningsområdet for transmissionsvejen 2 mod lavere frekvenser. Der er således ikke nogen fast grænse mellem virkningsområderne for de to transmissionsveje.

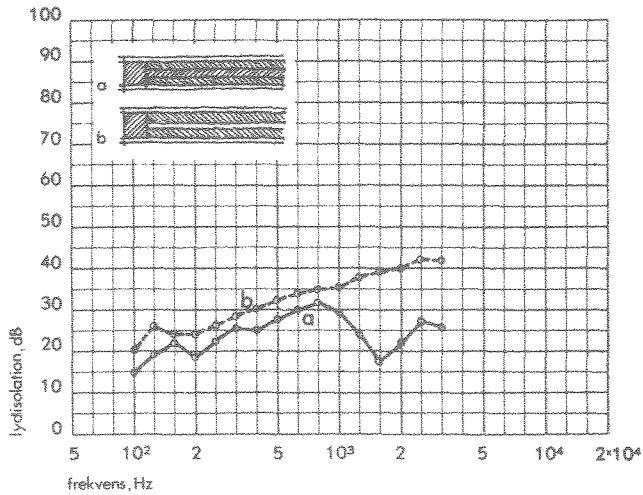


Figur 5. Eksempler på dørplader virkende som dobbeltkonstruktioner. a-e Rammedøre. Dørramme af massivt materiale med pålimede afspærringsplader, som kun har fælles fast forbindelse gennem dørrammen.

- a: Hulrummet mellem afspærringspladerne udfyldt med hårde og relativt stive plader med mellemrum, som eventuelt kan være udfyldt med elastisk materiale. Pladen kan være af gips, træfiber, spånplade eller andet materiale. Det elastiske materiale kan være mineraluld eller materiale med lignende elastiske egenskaber.
- b: Afspærringspladernes vægt forøget med pålimede, tunge metalplader.
- c: Afspærringspladernes vægt forøget uden en tilsvarende forøgelse af stivheden ved pålimning af lister eller klodser af træ, træfiber, gips eller andet tungt materiale.
- d: Afspærringspladernes tykkelse forøget. Mindste tykkelse af mellemrummet mellem afspærringspladerne 2 mm.
- e: Afspærringspladernes tykkelse forøget som i d, men hulrummet udfyldt med en blyplade, der skal fastlimes, men kun til en side.

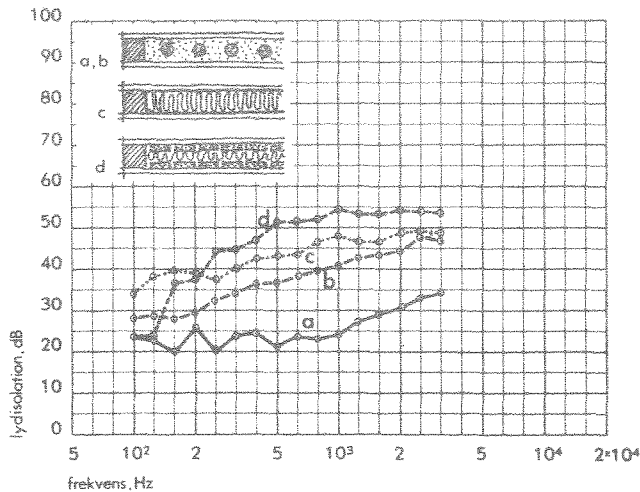
f-g Rammeløse døre.

- f: Døre udført af to formpressede stålplader. Hulrummet udfyldt med ubrændbart og elastisk materiale, fx mineraluld.
- g: Dør svarende til f, men stålpladerne forsynet med belægning, som dæmper pladesvingningerne.



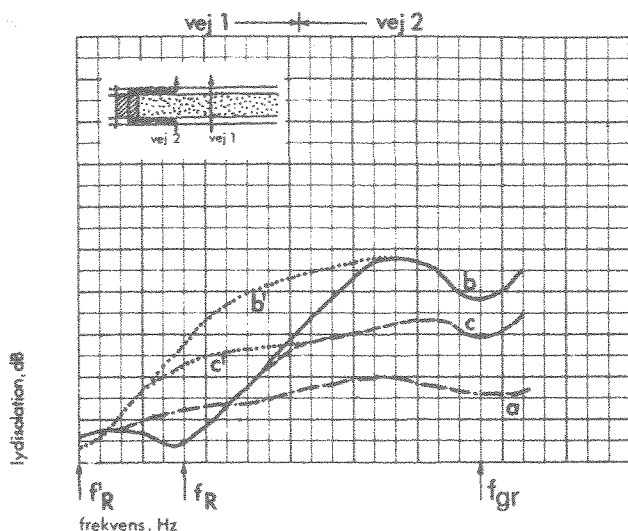
Figur 6. Lydisolation som funktion af frekvensen for to dørplader.
 a: Massiv dørplade, tykkelse 50 mm, vægt 22 kg/m^2 ,
 $R_m = 25 \text{ dB}$.
 b: Dørplade med adskilte afspærringer 0-1 mm, tykkelse 41 mm,
 vægt 16 kg/m^2 , $R_m = 32 \text{ dB}$.

(Efter Gösele)



Figur 7. Lydisolation som funktion af frekvensen for fire dørplader.
 a,b: Dørplade med cirkulære rørformede udspæringer,
 rørdiameter 22 mm pr. 30 mm, pladetykkelse 40 mm.
 a: Vægt 17 kg/m^2 , $R_m = 25 \text{ dB}$.
 b: Sandfyldte hulrum, vægt 33 kg/m^2 , $R_m = 37 \text{ dB}$.
 c,d: Dørplade med afspærring af 8 mm krydsfiner, pladetyk-
 kelse 70 mm, hulrum udfyldt med mineraluld.
 c: Afspærringen pålimet 1,5 mm blyplade, vægt 46 kg/m^2 ,
 $R_m = 43 \text{ dB}$.
 d: Afspærringen pålimet sandfyldte kanaler (12 mm),
 vægt 38 kg/m^2 , $R_m = 46 \text{ dB}$.

(Efter Gösele)



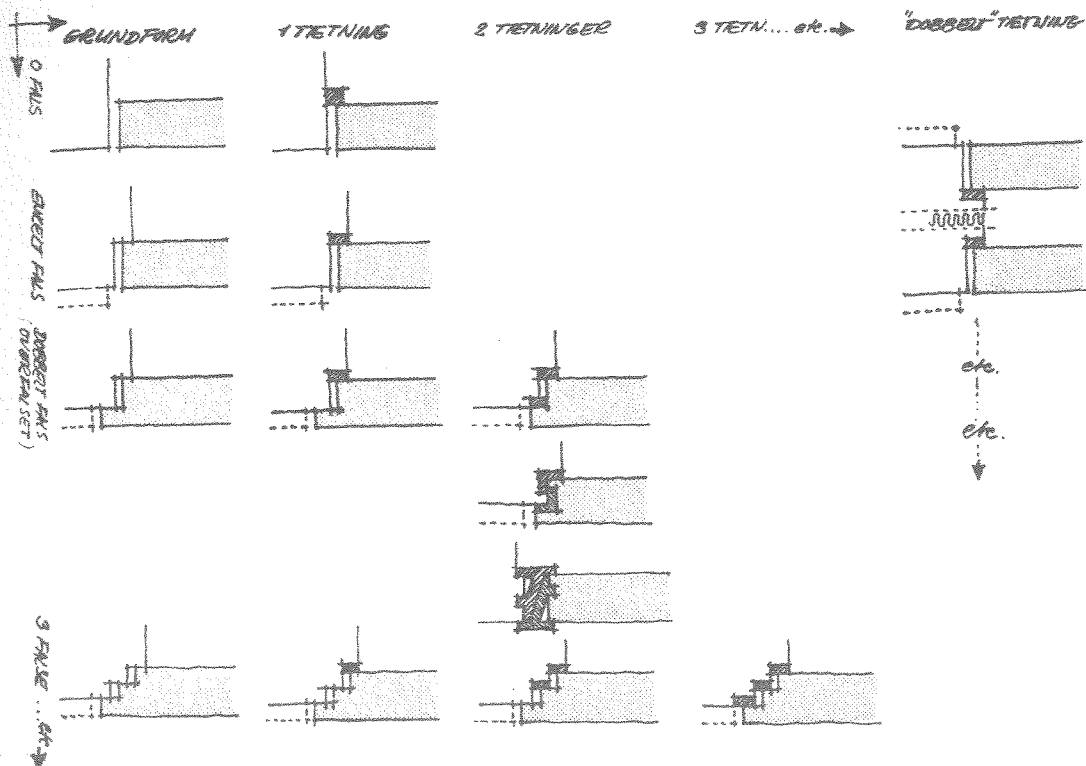
Figur 8. Skematisk angivelse af lydtransmissionen gennem dørplader afhængig af konstruktionen.

- a: Enkeltkonstruktion.
- b: Dobbeltkonstruktion: Helt adskilte plader med lille indbyrdes afstand.
- c: Dobbeltkonstruktion: Afspærringsplader forbundet til fælles ramme med lille afstand mellem afspærringsplader.
- b' og c' som b og c, men med større pladeafstand.
- f_R og f_R' dobbeltvægsresonans.
- f_{gr} grænsefrekvens for pladen.

(Efter Gösele)

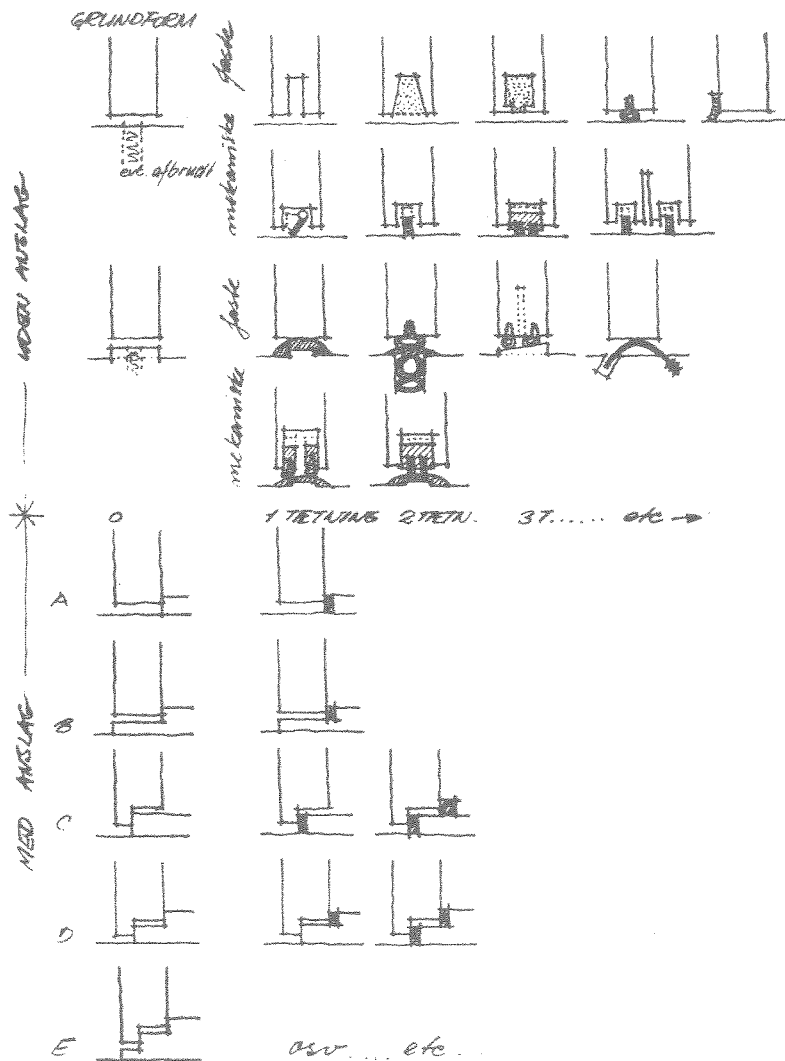
Dørfalsen

Dørfalsen er en af de væsentligste transmissionsveje. Det er derfor uhyre vigtigt, at tætningen i falsen er tilstrækkelig til at sikre en nedsættelse af lydtransmissionen, således at den står i et rimeligt forhold til transmissionen gennem dørpladen. Det vil sige, at jo større isolation dørpladen har, desto bedre skal tætningen være. For at kunne opnå en stor dæmpning med en fuge uden speciel tætning, skal fugens tykkelse være meget lille i forhold til fugedybden. Ved fugedybden forstås den udrettede dybde. Dette betyder for dørplader med en given lydisolation, at jo mindre tykkelse pladen har, desto mindre skal fugetykkelsen være. En dør skal kunne lukkes op ved påvirkning med en meget beskeden kraft. Dette fører derfor til en nedre grænse for fugetykkelsen. I praksis vil denne dog aldrig blive dimensionsgivende, idet teknikken simpelthen ikke i øjeblikket mestrer udførelse af en falstolerance, som er nødvendig til tynde dørplader med stor lydisolation. For at opnå en tilstrækkelig tæthed i falsen anvendes tætningslister og andre former for tætning. I figur 9 er skematisk vist udførelser af falstilslutninger gældende for side- og



Figur 9. Schematisk angivelse af falstilslutninger efter princippet flere false - bedre tætningsmuligheder. Jo smallere fuge mellem dør og karm, desto mindre lydtransmission.

Figur 10.

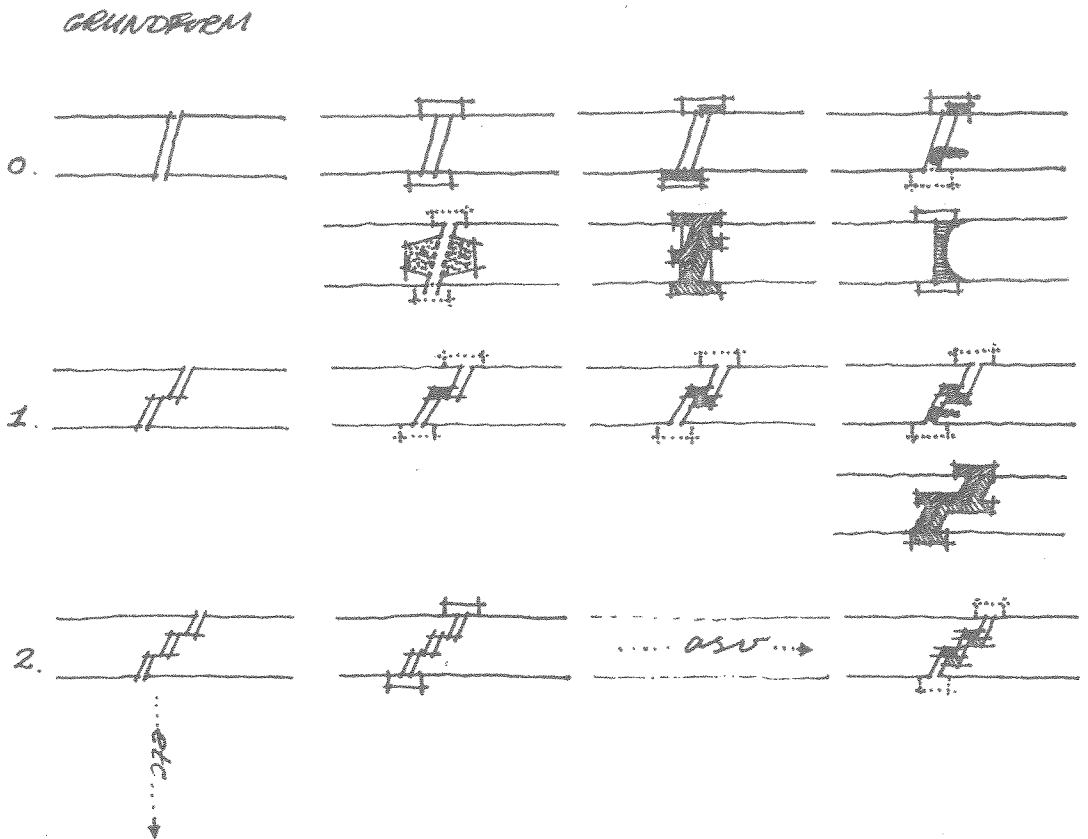


Skematisk angivelse af tilslutninger ved dørunderside. For døre med understykke og fals betyder flere false flere tætningsmuligheder. Jo smallere fuge mellem dør og underkarm eller gulv, desto mindre lydtransmission. For døre med understykke, men uden fals, kan tætninger være:

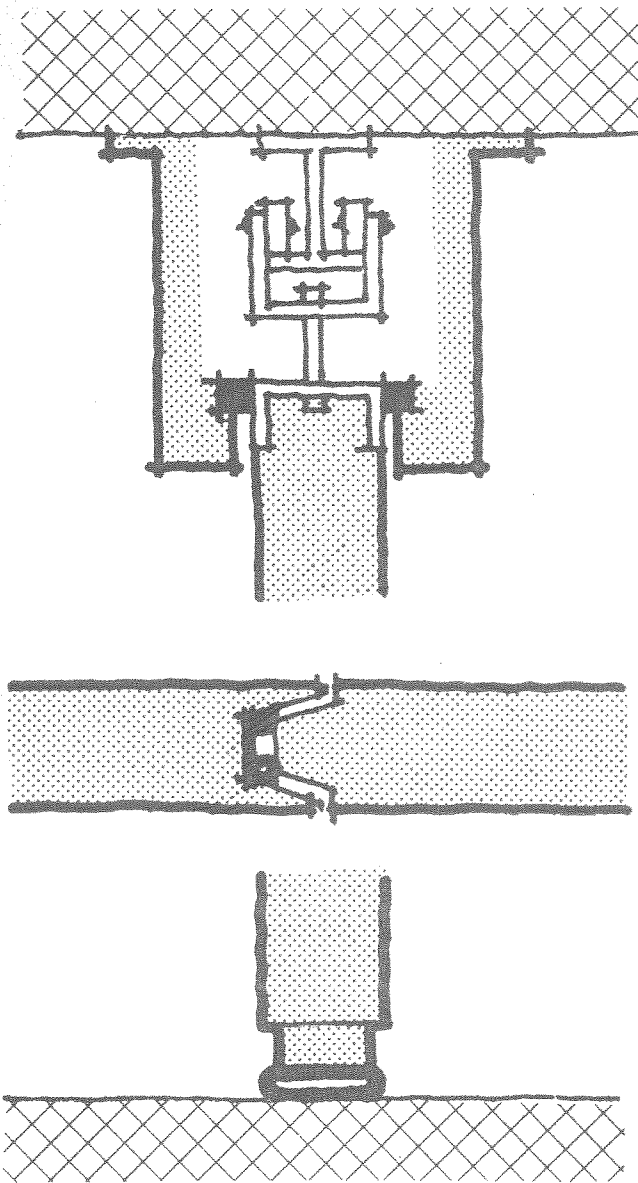
a) faste, bestående af bløde profiler eller absorptionsspalter,
b) mekaniske, bestående af sænkeskiner eller skinner som løftes af understykket og styres af tyngdekraften.

For døre uden understykke kan i nogle tilfælde anvendes samme principper som for døre med understykke, men uden fals.

overkarmen, men normalt ikke for underkarmstykke. I figur 10 er vist udførelser af tilslutninger ved dørens underside. Det ses af disse, at der er mange kombinationsmuligheder, hvortil kommer variationer i det anvendte tætningsmateriale eller brug af mekanisk tætning fx magnetbånd. For tofløjede døre er foruden tætninger langs side-, over- og underkarm også problemer vedrørende tætningen af fugen mellem dørpladerne. I figur 11 er skematisk vist nogle udførelser. Ved skydedøre er tætningsproblemet overordentligt vanskeligt at løse tilfredsstillende. I figur 12 er antydnet, hvilke problemer, der skal løses for at få en rimelig lydisolations. Måleresultater for målinger på tilslutninger til dørunderside er vist i figur 13. Det fremgår heraf, at spalteabsorptionen hovedsagelig kan forbedre lydisolationen ved høje frekvenser.

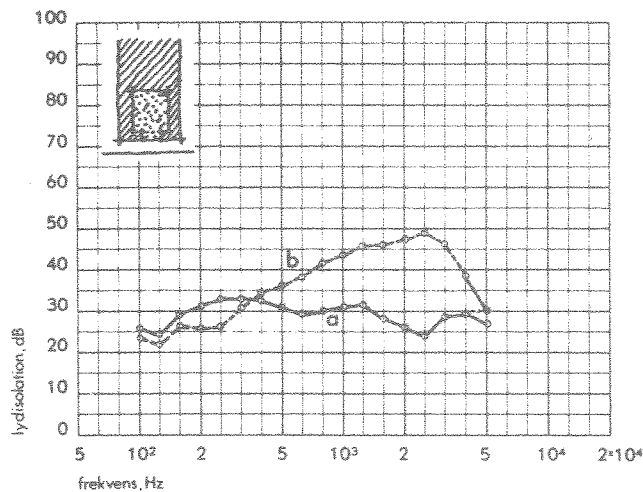


Figur 11. Skematisk angivelse af tilslutninger mellem tofløjede døre. Jo smallere fuger mellem dørene, desto mindre lydtransmission.



Figur 12.

Lydisolerende skydedøre eller -vægge. For oven kan lydtransmissionen formindskes ved indkapsling af bæresystemet i en lyddæmper. Tæt tilslutning ved underside bør kunne etableres ved lukning. Effektive tætninger mellem dørens respektive væggenes enkelte plader (sektioner) er nødvendig.



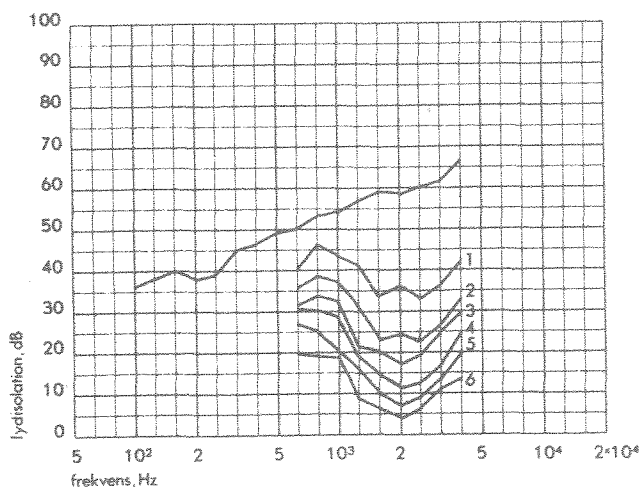
Figur 13.

Lydisolationen som funktion af frekvensen for en spalte på 2 mm tykkelse og en dybde på 60 mm.
 a) uden hulrum,
 b) med hulrum og absorptionsmateriale, hulrumsdybde 100 mm, spalte 10 mm.
 (Efter Gösele)

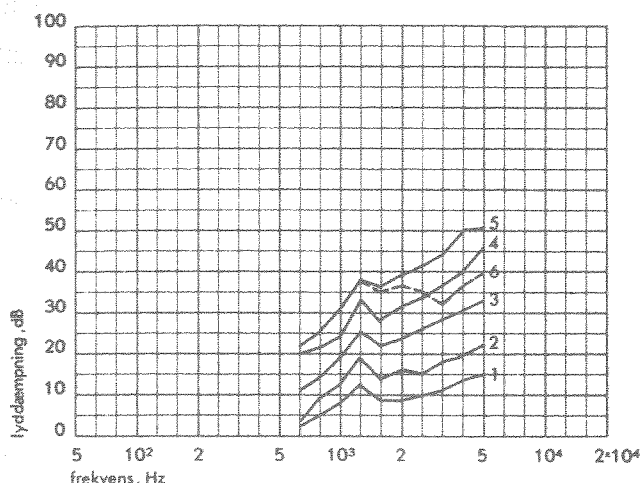
Karmfuger

De fleste døre forhandles i en stand, hvor karindsætningen i bygningen ikke påhviler sælgeren. Derved overlades det for dørens lyd-isolation helt væsentlige problem til den enkelte snedker eller tømrer, som foretager indsætningen. Fugen mellem karm og dørhul skal have ringe tykkelse, stor dybde og være stoppet således, at fugens lyd-isolation svarer til dørpladens lyd-isolation. For at få en tilfredsstillende lyd-isolation er det nødvendigt, at fugetykkelsen ikke bliver for stor i forhold til dybden. Fugetykkelser større end 20 mm vil så godt som altid være utilfredsstillende ved døre med en isolation, som er større end ca. 25 dB. Der findes talrige eksempler på, at døre er indsat i åbninger, hvor fugen over dørkarmen knap har kunnet dækkes af indfatningen. I dørhuller, hvis højde eller bredde er mere end 4 cm større end døren, er påføring nødvendig. Selv for døre med en lyd-isolation på 15-20 dB vil en stopning mellem karm og væg betyde en forøget isolation. For døre med større lyd-isolation må tætningen, der principielt kan være en stopning eller en stopning med masticforsegling, have en lydteknisk kvalitet, som svarer til dørens lyd-isolation.

En undersøgelse af lydtransmissionen gennem en 10 cm dyb fuge viser, at selv en ganske tynd fuge mellem 0 og 0,1 mm giver en betydelig nedsættelse af lyd-isolationen, især ved høje frekvenser, og at lyd-isolationen nedsættes yderligere med stigende fugetykkelse, samtidig med at frekvensområdet med stor nedsættelse af lyd-isolationen udvides mod lavere frekvenser. Resultaterne er angivet i figur 14.



Figur 14. Lydisolationen som funktion af frekvensen for en 10 cm betonvæg. Kurverne 1-6 angiver lyd-isolationen målt nær væggen, når der i denne var en 0,5 m lang spalte med tykkelser på henholdsvis ca. 0,1 mm, 0,5 mm, 1 mm, 2 mm, 5 mm og 10 mm.



Figur 15. Lyddæmpningen i en 10 mm fuge med en dybde på 10 cm, når fugen henholdsvis fyldes med:

1. Glasuld - ca. 15 kg/m^3 - eller Rockwool Handy batts.
2. Glasuld - ca. 30 kg/m^3 (glasuld 15 kg/m^3 komprimeret).
3. Rockwool A batts.
4. A batts komprimeret ca. 2 gange.
5. Rockwool pladebatts 2 og glasuld - ca. 60 kg/m^3 (glasuld 15 kg/m^3 komprimeret).
6. Fugen ustoppet, men forsynet med tape på begge sider.

Resultaterne i figur 15 viser, hvor stor dæmpning der opnås i en 10 mm tyk fuge i en 10 cm betonvæg ved forskellige grader af stopning. Med stor stopningstæthed kan opnås en dæmpning, som meget nær svarer til, at fugen har samme isolation som væggen. Et meget vigtigt resultat er, at der ved brug af to lag svær tape kan opnås næsten samme resultat som med den bedste stopningsudførelse, bortset fra de højeste frekvenser, hvor mineraluldsindlæg er nødvendig.

Det er vanskeligt at undersøge, hvor stor en lydisolations, der kan opnås med en fuge, idet der i almindelighed ikke kan måles større lydisolations end svarende til lydisolations for en væg med en tykkelse svarende til fugedybden. Fuger med mindre tykkelser end 10 mm viser, at de ved stopningstæthed svarende til den i figur 15, kurve 5 anvendte, stort set kan have samme lydisolations som væggen. De fundne resultater viser, at fugers lydisolations først og fremmest er et spørgsmål om en tilstrækkelig god udførelse med materialer, som sikrer en varig tæthed.

Klassificering af døres lydisolations

En egentlig klassifikation af døre kræves i øjeblikket kun for entrédøre, hvor der i BR-66 blev stillet krav om, at middelreduktionstal-

let skal være mindst 30 dB. For andre døre stilles ingen krav til lydisolationen. I BR-72 angives, at kravet om et middelreduktionstal på 30 dB kan forventes opfyldt i praksis, hvis middelreduktionstallet målt i laboratorium er mindst 34 dB. En standardisering og mærkning af entrédøre er indført i 1972. For at en dør kan DS-mærkes, skal middelreduktionstallet målt i laboratorium være mindst 34 dB. Døren skal i praksis udføres og indsættes på nøjagtig samme måde som ved montagen i laboratoriet. Dørene skal være ledsaget af en indsætningsvejledning, denne skal nøje følges, for at døren kan give den ønskede lydisolation. Det er en forudsætning for mærkningen, at der ikke foretages ændringer af døren uden godkendelse fra Dansk Standardiseringsråd. Døre med større lydisolation end 30 dB kan købes af specialfirmaer, også i dette tilfælde er indsætning efter fabrikantens anvisning en forudsætning for at kunne opnå den lovede lydisolation. Døre af denne kategori finder anvendelse i biografteatre, audiologiske afdelinger på hospitaler og andre steder, hvor der stilles ekstreme krav til lydisolationen. Døre uden nogen klassifikation er de hyppigst anvendte døre, men i adskillige tilfælde ville en klassifikation på et lidt lavere niveau end svarende til entrédøre være ønskeligt, fx til brug i skoler og sygehuse.

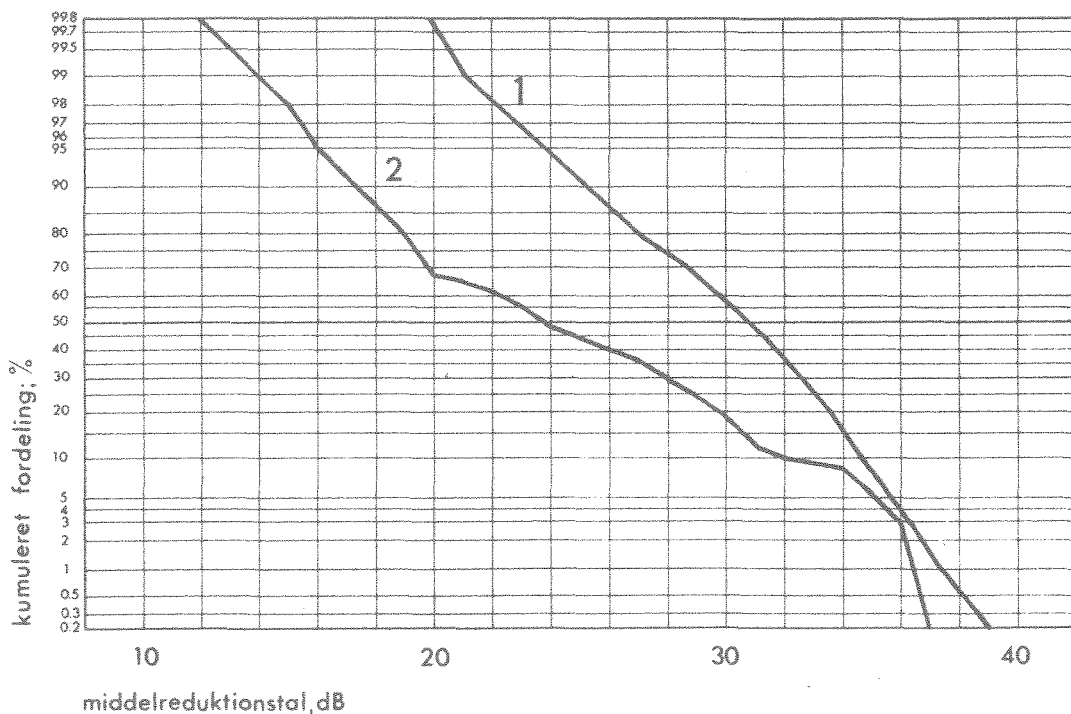
Problemer ved døres indsætning i bygninger

I praksis er dørens indsætning afgørende for den opnåelige lydisolation. De fleste døre indsættes på en måde, som er dikteret af hensynet til stabiliteten, de lydtekniske betingelser tætte og smalle fuger tilgodeses kun i sjældne tilfælde. Hyppigt er dørpladerne også lidt vindskæve, ofte på grund af forkert opbevaring. Tætningslister, som kan sikre en tæt tilslutning mellem dørblad og karm findes kun i få døre. Ofte har døre for stor fuge mellem dørplade og karm, enten på grund af opstilleren eller fordi de rette temperaturer og fugtighedstilstande ikke har været til stede ved indsætningen. Hvor huller er for store påføres disse i almindelighed kun, hvor det er nødvendigt af hensyn til dørens fastgørelse. Hvor døre, der skal opfylde kravene i BR, har for lav lydisolation, kan dette i de fleste tilfælde henføres til en dårlig opsætning. Det må imidlertid erkendes, at i mange tilfælde opfylder dørhullet ikke de betingelser, som er nødvendige for at kunne opnå den ønskede lydisolation. Trægulve er hyppigt ført ind under døren i den halve karmbredde. Mangelfuld stopning er en af de oftest forekommende fejl ved entrédøre. Det synes som om, at hverken konstruktøren eller dørpstilleren forestil-

ler sig, at stopning under døren er nødvendig. I entrédøre findes i almindelighed et brevindkast, hvorigennem der sker en vis lydtransmission. Sluttes brevskiltet af en eller anden grund ikke tæt, er lydtransmissionen gennem brevindkastet større end forudset. Det er derfor absolut nødvendigt, at brevskilte selv med meget små skævheder udskiftes. Andre hyppige fejl er, at slippet mellem låsefallen og slutblik er for stort, og/eller at fallen har for stor bevægelsesmulighed vinkelret på dørpladen.

Resultater fra praksis

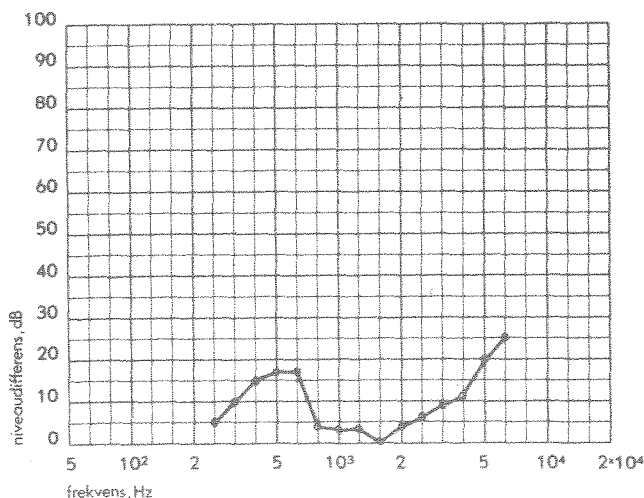
Målinger af en række entrédøres lydisolations viser, at lydisolationen er ringere end ventet. Meget ofte har den udførende anstrengt sig for at udføre dørene tætte. Trods dette har der i talrige tilfælde kunnet påvises en ringere lydisolations som følge af utilstrækkelig tæthed. I figur 16 ses en kumuleret fordeling af måleresultater. Til sammenligning er vist nogle svenske måleresultater. Det fremgår af resultaterne, at svenskerne i almindelighed synes at være dygtigere til at indsætte døre end danskerne. Det kan imidlertid også skyldes, at de i Sverige anvendte entrédøre i vid udstrækning er lydteknisk bedre end de i Danmark anvendte.



Figur 16. Reduktionstal for døre. Måleresultaternes kumulative fordeling som funktion af middelreduktionstallet.
 Kurve 1. Fra svenske undersøgelser.
 Kurve 2. Fra danske undersøgelser.

Set i relation til det i BR angivne krav er de danske resultater meget nedslående. Det må endvidere konstateres, at selv en mærkningsordning ikke giver nogen stor sikkerhed med hensyn til opfyldelse af kravene i BR. Den indsætningsvejledning, som skal følge med en mærket entrédør, vil næppe være tilstrækkelig garanti for at opnå den ønskede lydisolations. Problemet vedrørende stopning og dørhullets rigtige udførelse, eventuelt med udstøbning eller påføring, er helt afgørende for resultatet. Hidtidige erfaringer viser, at en stopning altid bør forsegles på en side med en plastisk eller elastisk fugemasse. Derved sker der ingen forbedring af en i forvejen velstoppet fuges lydisolations, men for en utilstrækkelig stoppet fuge vil forseglingen forbedre fugens lydisolations, således at den svarer til lydisolations for en tæt stoppet fuge. Talrige forsøg har vist, at den lydteknisk set tæt stoppede fuge i praksis ikke lader sig realisere. Den lydteknisk korrekte fuge skal derfor udføres således: En god stopning udføres langs sider, under- samt overkarmstykket, stopningen forsegles på den ene side med en plastisk eller elastisk fugemasse.

Et sekundært problem ved entrédøre er lydtransmission gennem brevskilte. Selv gennem et rigtigt udført brevskilt sker en betydelig lydtransmission bedømt i relation til transmissionen gennem en del af dørpladen uden brevskilt. I figur 17 er vist resultater fra en række målinger af transmission gennem brevskilte.



Figur 17. Forskel i niveau som funktion af frekvensen ved transmission gennem et dørareal henholdsvis med og uden brevskilt.

Ved at udføre adgangen fra et trapperum eller fælles gang til en bolig med et vindfang således, at to døre udgør adskillelse mellem bolig og trappe eller gang, kan opnås en væsentlig fordel set fra et lydteknisk synspunkt. Dørene behøver blot at være normale, massive pladedøre. Brandkrav skal tilgodeses. Der stilles ingen specielle krav til indsætningen. Den resulterende lydisolation er i almindelighed en del større end ved brug af specielle entrédøre. I flere af de for tiden anvendte boligplanløsninger sker adgangen fra trappe direkte til opholdsrum. Dette fører lydteknisk set til en forringelse af boligen, idet lydisolationen fra trapperum til opholdsrum i de fleste tilfælde ved denne planløsning er mindst 10-15 dB lavere end i tilfældet med den traditionelle planløsning med entrédør og forrum. I forbindelse med en planløsning uden forrum og/eller vindfang bør det bemærkes, at rumisolationen fra bolig til trapperum er væsentlig mindre end den omvendte vej. Beboeren vil derfor i reglen være den sidste som opdager, hvor meget af eventuelle samtaler i boligen, der kan høres på trappen.

Behandling af måleresultater

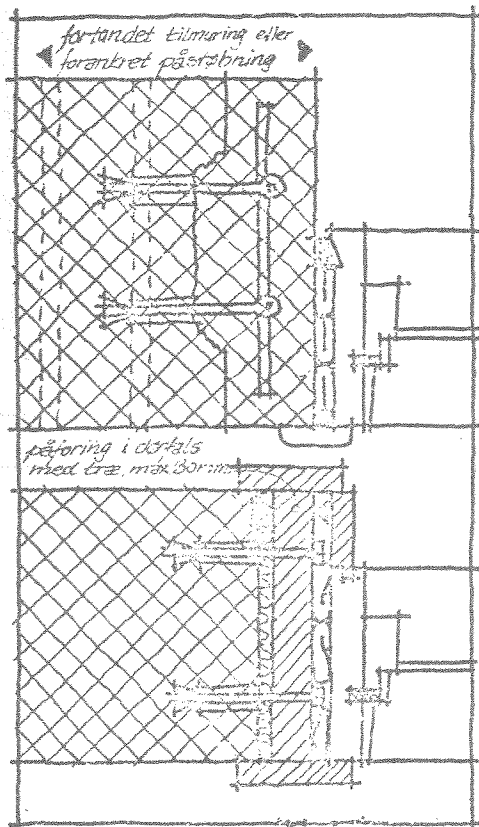
For at lette opbevaringen, sorteringen og vurderingen af måleresultaterne arbejdes der i øjeblikket på et program til databehandling af disse. Ved indlæsning af den målte lydisolation og relevante data fra den enkelte måling skal ifølge programmet umiddelbart udregnes spredningsområde og gennemsnitsværdi, både for middeltal og for lydisolationen som funktion af frekvensen samt vurdering af lydisolationen i relation til et standardiseret frekvensforløb. Beregningerne skal kunne udføres på hele den samlede mængde af resultater eller på en delmængde, fx døre af samme fabrikat, døre indsat i et bestemt kvartal o.s.v. Arbejdet med programmeringen forventes afsluttet i den nærmeste fremtid.

Indsætning af en entrédør

Der anvendes en DS mærket "lyddør", d.v.s. en dør med et middeldreduktionstal på mindst 34 dB. Døren må ikke være vindskæv, og beslag samt tætningslister skal være ubeskadiget. I modsat fald skal det udskiftes.

Dørhullet må ikke være mere end 2-3 cm større end karndimensionerne, således at den maksimale fugetykkelse bliver 20 mm. Hvis dørhullet

er større, er det nødvendigt at foretage påforing. Ved mindre tykkelser, d.v.s. 3-5 cm kan anvendes træ, ved større tykkelser skal anvendes påstøbning. Påforing med træ skal udføres som vist i figur 18. Af hensyn til stopningens udførelse må fugens mindste tykkelse ikke være mindre end 0,5 cm.



Figur 18.

Dersom et dørhul i en væg er så meget afvigende i bredde eller højde fra den dørkarm, som skal indsættes i dørhullet, at fugen mellem karm og væg bliver tyndere end 5 mm eller tykkere end 20 mm, skal tilpasning udføres ved afhugning i hullets false eller ved påforing i false. Påforing i dørhul i muret eller støbt væg skal udføres ved for-tandet tilmuring eller forankret påstøbning. Påforing med træ kan dog tillades for én sidefals og for overfals i et dørhul, forudsat at der anvendes massivt, højst 30 mm tykt træ i dørkarmens dybde, og at der mellem fals og påforing anbringes et lag mineraluld, som forsegles i én side med fugemateriale, fx mastic.

Ved karmens indsætning i dørhullet bør underkarmstykket opstilles på et lag mineraluld, der kan komprimeres i tilstrækkelig grad, således at stopning ved underside kan undgås. Dørhullets underside skal være udført således, at støbningens overside svarer til gulvets overside. Det vil sige, at trægulve ikke må føres ind under dørkarmen. Stopning af fuger mellem karm og væg skal ske med mineraluld, der stoppes til en tæthed på ca. 60-80 kg/m³. Dette svarer til en komprimering på 3-4 gange, afhængig af om der anvendes Rockwool eller glasuld. Da stopningstætheden i praksis er vanskelig at kontrollere og arbejdet med stopningen tilsyneladende vanskeligt at få udført tilfredsstillende, således at kontrol er absolut nødvendig, må det meget stærkt tilrådes at anvende fugeforsegling på en side.



Litteratur: Schalldämmung von Türen und Fenstern,

K. Gösele,

Institut für Technische Physik der Fraunhofer-Gesellschaft, Stuttgart.

SBI-anvisning LYD 7, Døres lydisolation (under forberedelse)

Dansk Standard DS 1082, Lyddøre 30 dB-døre.

Entrédøres lydmæssige kvalitet,

Paul Jensen,

Byggeindustrien 1969, pag 484.