



Lydisolation

Lydforhold vedrørende boligventilation. - LYDTRANSMISSION

ved civilingeniør Jørgen Kristensen

RESUMÉ:

I notatet beskrives en undersøgelse af lydtransmissionen gennem ventilationskanaler i et etageboligbyggeri. Virkningen af en række forskellige dæpningsforanstaltninger er undersøgt, og det viser sig, at med relativ beskedne foranstaltninger vil de i bygningsreglementet angivne krav til rumisolationen mellem boliger kunne opfyldes. Det er imidlertid en forudsætning, at lydtransmissionen gennem andre bygningsdele ikke er så stor, at rumisolationen ikke kan overholdes.

BYGGERIETS AKUSTISKE MÅLESTATION
Januar 1971

YDERLIGERE OPLYSNINGER KAN FÅS VED HENVENDELSE TIL:

Forfatteren

tryk tilladt med kildeangivelsen SBI-NOTAT og nr. Ved brudstykkevis gengivelse er det dog en forudsætning, at ovenstående også medtages, da meninger og resultater kan forflygtiges, hvis tekst eller illustrationer tages ud af den oprindelige sammenhæng.



LYDFORHOLD VEDRØRENDE BOLIGVENTILATION. - LYDTRANSMISSION

Siden udgivelsen af "Bygningsreglement for købstæderne og landet" i 1961 har der været stillet krav til lydisolationen mellem boliger i etagebyggeri, og der er udført et betydeligt antal målinger af lydisolationen mellem boliger. Resultaterne af disse målinger viser, at de i bygningsreglementet BR-61 og BR-66 angivne krav i mange tilfælde ikke opfyldes. Undersøgelser udført af Byggeriets Akustiske Målestation, BAM, i årene 1967 til 1970 viser, at ca. 45 % af de udførte målinger af rumisolation ikke opfylder de stillede krav.

I langt den overvejende del af Danmarks boligbyggeri anvendes adskillende bygningsdele mellem boliger, som kan give en lydisolation, der er væsentlig større end reglementet foreskriver, hvis lyden alene transmitteres gennem den adskillende bygningsdel. Imidlertid transmitteres lyden fra et rum til et andet, dels gennem den adskillende bygningsdel, dels gennem de omgivende bygningsdele. Installationer eller dele deraf må i denne forbindelse også betragtes som bygningsdele, der i nogle tilfælde udgør væsentlige transmissionsveje for lyden fra et rum til et andet. Det er en væsentlig forudsætning for at opnå en god lydisolation, at installationer opsættes på en måde, der ikke efterlader utætheder ved gennemføringer i vægge og dæk.

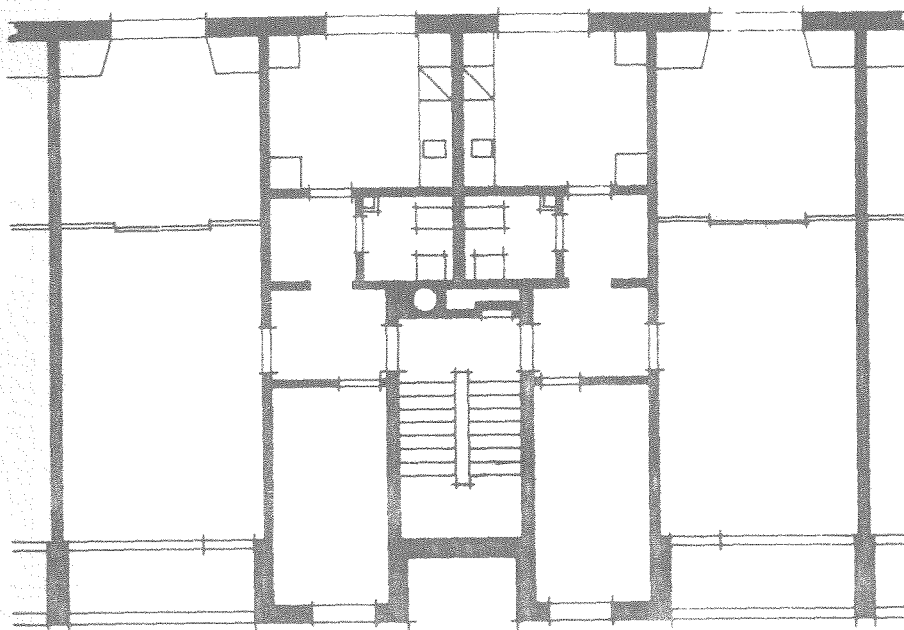
Erfaringer fra lydtekniske undersøgelser viser, at lydtransmission gennem installationer eller installationsgennemføringer i talrige tilfælde er årsag til, at de i BR angivne krav ikke opfyldes. Mest kendt er utvivlsomt, at rørgennemføringer til centralvarmeledninger giver anledning til en betydelig lydtransmission. Mindre kendt er det, at lyden kan transmitteres gennem radiatoren i et rum og udstråles af radiatoren i et rum i en anden bolig. En nærmere omtale af dette problem findes i (1).

Lydtransmissionen gennem centralvarmeanlæg kan kun i enkelte tilfælde påvises at være årsag til, at reglementets krav ikke kan overholdes. Derimod kan det i næsten hvert eneste boligbyggeri påvises, at ventilationsanlæg - udsugningsanlæg med naturlig eller mekanisk ventilation - i væsentlig grad medvirker til, at reglementets krav ikke kan overholdes mellem små rum med direkte eller indirekte forbindelse gennem ventilationskanaler. En undersøgelse af dette problem findes omtalt i (2) og (3), hvori der stilles en række forslag til formindskelse af lydtransmissionen. For at kunne belyse dette problem er nogle af de anførte forslag blevet nærmere undersøgt. Foruden en undersøgelse af lydtransmissionen gennem ventilationskanaler i boliger, er der også foretaget en undersøgelse af støjniveauet fra en række ventiler. Resultatet af denne undersøgelse findes i SBI-notat 13.

Undersøgelsens formål

Undersøgelsens primære formål er at eftervise, at det er muligt at overholde de i BR angivne krav til rumisolationen mellem boliger, uanset om rummene er direkte eller indirekte forbundet med en ventilationskanal, når blot der anvendes en ganske enkel form for lyddæmpere.

Den til undersøgelsen anvendte bygning er en 3-etages boligblok med bærende facader og tværskillevægge af 23 cm tegl. Etageadskillelserne er af 18 cm hulpladedæk med parket på strøer på brikker af blød træfiberplade. I figur 1 er vist en skitse af etageplanen. Der er fælles aftrækskanal for tre køkkener og tre toiletrum. Aftrækskanalen er en eternitkanal med friarealet 20 x 20 cm². De i byggeriet anvendte ventiler er af typen Bacho RPB.



Figur 1. Etageplan af den bygning, hvori undersøgelserne har fundet sted.

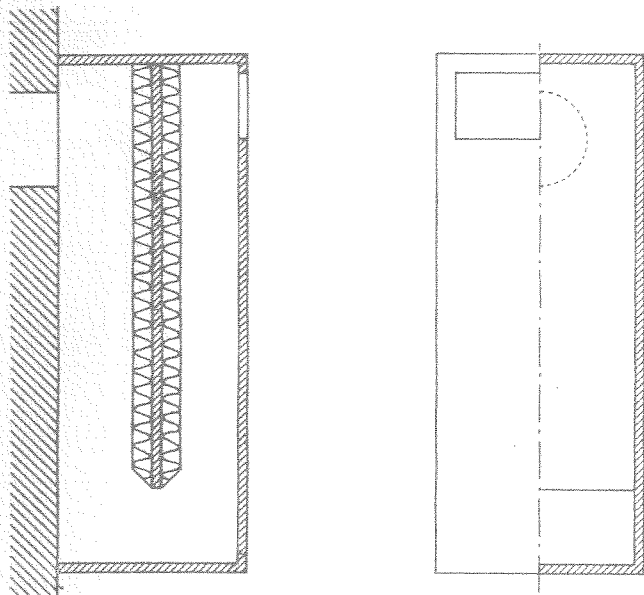
Undersøgelsen har omfattet forskellige former for lydæmpere. I figur 2 er vist en skitse af en lydæmper, som anbringes umiddelbart foran kanalåbningen. Der er afprøvet to forskellige størrelser af denne lydæmper. I figur 3 er vist en skitse af et nedhængt loft anvendt som lydæmpende element. Denne løsning tager specielt sigte mod toiletrum, derfor er loftet kun nedhængt over et areal svarende til minimumsgulvarealet i et toiletrum. I figur 4 er vist en skitse af en emhætte af fabrikat Bacho. Bortset fra emhætten vil ingen af de angivne lydæmpere umiddelbart kunne erstatte en ventil i anlæg med mekanisk ventilation. Det er derimod sandsynligt, at luftmodstanden er så beskeden, at såvel de viste lydæmpere som det nedhængte loft kan anvendes i system med naturlig ventilation.

Målemetode

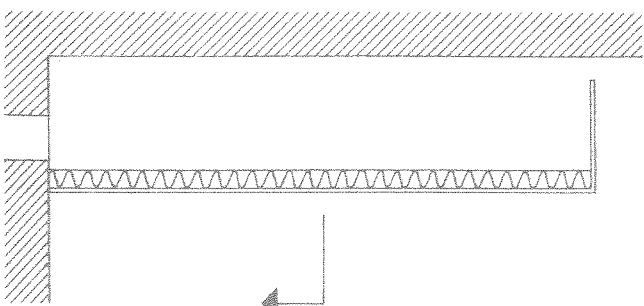
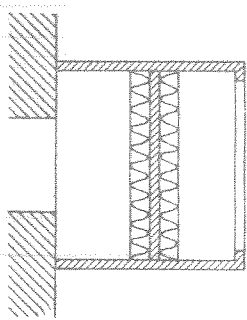
I bygningsreglementet er angivet følgende krav til luftlydisolationen mellem rum i naboboliger. Middelrumisolationen mellem boliger skal være mindst 49 dB, og gennemsnittet af afvigelserne mod lavere værdier end den i BR-66, kap. 9.2.1 stk. 1 angivne tabel må ikke overstige 1,0 dB. Denne metode er imidlertid ikke egnet til at udtrykke lydiseolationen mellem rum, hvorimellem en væsentlig lydtransmission sker gennem utætheder, f.eks. aftrækskanaler, fordi forudsætningen for et diffust lydfelt end ikke tilnærmelsesvis er til stede. Der findes ikke en almindelige anerkendt målemetode til bestemmelse af den dæmpning, som kan opnås med en ventil eller kombination af ventil og lydæmper. I (2) findes en detaljeret beskrivelse af den anvendte målemetode. Metoden går i det store og hele ud på at måle niveaudifferenser mellem fikserede mikrofonpositioner ca. 5 cm foran udsugningsåbninger.

Målinger af rumisolation

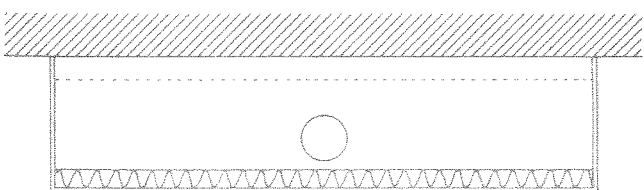
Rumisolationen i bygningen må betegnes som tilfredsstillende i relation til bygningsreglementets krav, når der ses bort fra rumisolationen mellem toiletrum. Rumisolationen mellem køkkener opfylder i nogle tilfælde, i andre ikke, de i BR-66 angivne krav. Ikke desto mindre er undersøgelserne af lydtransmissionen udført mellem køkkener. Dette skyldes dels at de små rum giver dårlige målebetingelser, dels at opsætningsbetingelserne for de anvendte lydæmpnings-

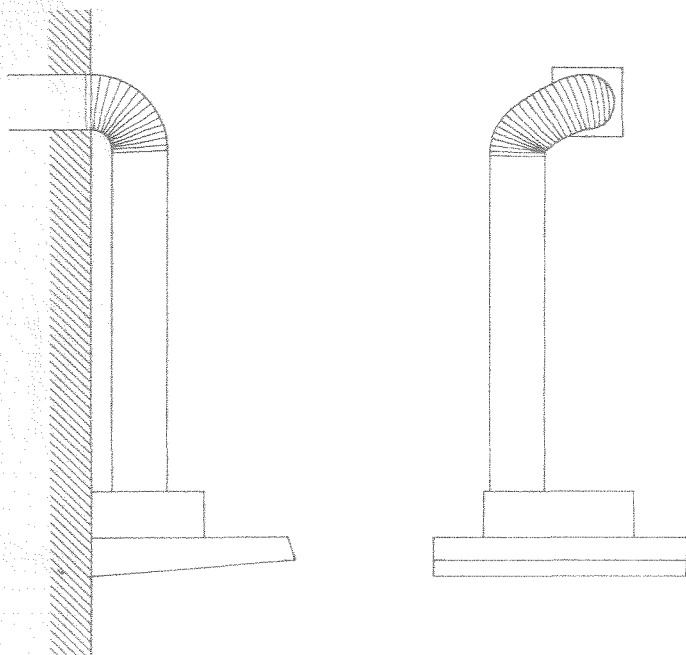


Figur 2. Skitse af de ved undersøgelsen anvendte lydæmpere I og II, som er ens, bortset fra, at den ene er 15 cm længere end den anden. Lyddæmperne er fremstillet af 10 mm krydsfiner, som lydæmpningsmateriale er der anvendt 20 mm mineraluld med rumvægt 75 kg/m^3 .



Figur 3. Skitse af det nedhængte loft, der ved undersøgelsen var udført i størrelsen $1,2 \times 1,2 \text{ m}^2$. Loftet er fremstillet af 4 mm hård træfiberplade og nedhængt 30 cm, som lydæmpningsmateriale er der anvendt 40 mm mineraluld med rumvægt 75 kg/m^3 .





Figur 4. Skitse af den ved undersøgelsen anvendte emhætte, der var monteret i den rigtige højde over gulv, og således at forbindelsen mellem kanalåbning og emhætte bliver mindst mulig.

konstruktioner var ugunstige i toiletrum. Ved målingerne er køkkenet på 1. etage anvendt som senderum, og køkkenerne på 2. og 3. etage som modtagerum.

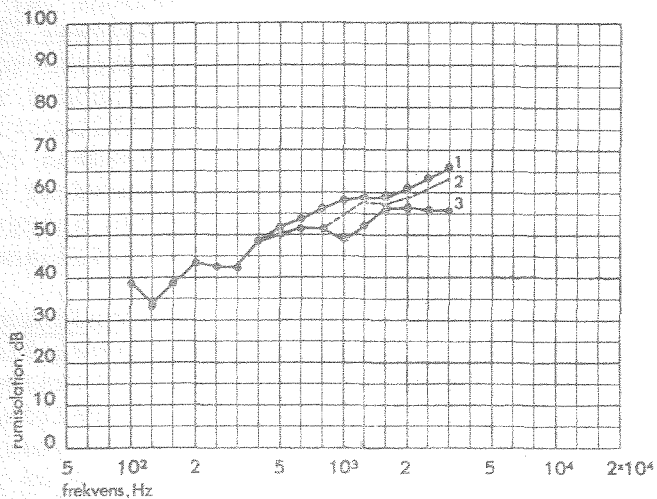
Rumisolationen mellem køkkenerne er målt med de normale ventiler isat, samt med kanalåbningerne tilproppet, således at der ikke kan finde transmission sted gennem kanalen. Rumisolationen er desuden målt henholdsvis med de to lyddæmpere og med nedhængt loft monteret dels med, dels uden ventil i kanalåbningen. Endelig er rumisolationen målt med emhætterne tilsluttet kanalen. Hovedresultatet af målingerne mellem køkkener på 1. og 2. etage er vist i fig. 5, og mellem køkkener på 1. og 3. etage i fig. 6.

Resultaterne af målingerne med tilproppet kanal med lyddæmpere, med nedhængt loft og med emhætte er stort set sammenfaldende, hvilket betyder, at kanalens indvirkning på lydisoleringen ikke mere kan spores ved måling af rumisolationen. Der er ikke nogen tydelig forskel på, om målingerne henholdsvis med lyddæmpere eller nedhængt loft er udført med eller uden ventil monteret.

Måling af niveaudifferenser

Målinger af niveaudifferensen mellem mikrofonposition henholdsvis 5 cm foran udsagningsåbning i senderum og i et fikseret punkt i kanalen ud for åbningen til senderummet viser, at lyddæmpningen er meget afhængig af det udførte dæmpningsarrangement. Et nogenlunde relevant sammenligningsgrundlag fås ved at anvende den målte lyddæmpning minus den målte lyddæmpning mellem de nævnte mikrofonpositioner, når kanalåbningen er uden ventil eller anden dæmpende foranstaltning. Resultaterne af målingerne er angivet i fig. 7a til f.

Niveaudifferensen målt med tilproppede kanaler svarer, bortset fra korrektionen på grund af efterklangstiden, til rumisolationen under samme betingelser. Niveaudifferenserne i 7a skulle teoretisk set udgøre den øvre grænse for niveaudifferenser i de respektive rum. Da de anvendte proppers lydisolering er mindre end væggen, vil der i praksis kunne forekomme niveaudifferenser større end angivet

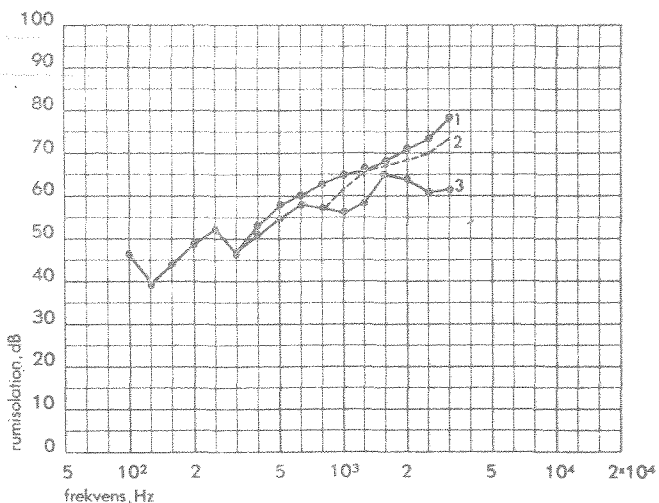


Figur 5. Rumisolationen som funktion af frekvensen målt mellem køkkener på 1. og 2. etage.

Kurve 1. Kanalåbningerne tætnet med en speciel prop.

Kurve 2. Kanalåbningerne er forsynet med den i byggeriet anvendte ventil.

Kurve 3. Kanalåbningerne er ikke forsynet med ventil.



Figur 6. Rumisolationen som funktion af frekvensen målt mellem køkkener på 1. og 3. etage.

Kurve 1. Kanalåbningerne tætnet med en speciel prop.

Kurve 2. Kanalåbningerne er forsynet med den i byggeriet anvendte ventil.

Kurve 3. Kanalåbningerne er ikke forsynet med ventil.

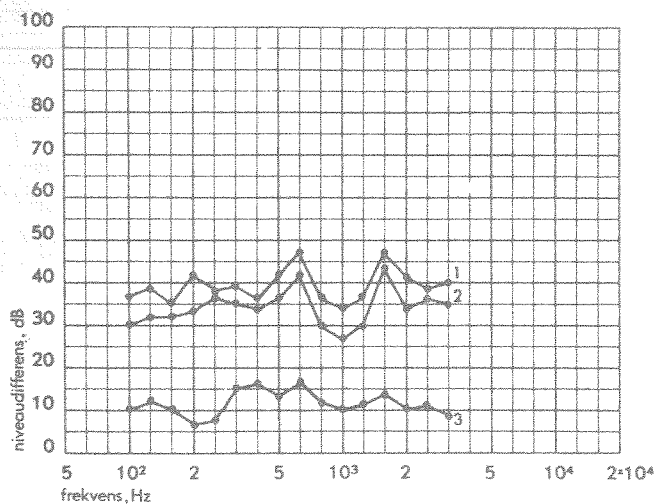
i 7a. Anvendelse af nedhængt loft, af de to lyddæmpere og af emhætte fører også til resultater, der inden for et stort frekvensområde svarer til den øvre grænse for niveaudifferenser. Dæmpningen mellem mikrofonpositioner i senderum og kanal er i nogle frekvensområder større end det halve af den mellem køkkener målte niveaudifferens, det gælder både ved brug af de to lyddæmpere og ved brug af det nedhængte loft. Disse lyddæmpningsforanstaltninger vil derfor inden for visse frekvensområder kunne give en større niveaudifferens, end der i den anvendte bygning kan måles mellem de benyttede mikrofonpositioner, når der ikke er nogen kanalforbindelse mellem de to rum.

Kommentarer til undersøgelsen

Målingerne med lyddæmpere og nedhængt loft er udført både med og uden ventilen monteret. I fig. 7 er kun angivet resultaterne fra målingerne uden montage af ventilen. Resultater fra målinger med ventil under lyddæmpere og nedhængt loft viser, at niveaudifferenserne målt i køkkener stort set er ens i de to tilfælde, og at der kun er ubetydelig forskel på niveaudifferensen målt foran udsugningsåbning og i kanalen bag udsugningsåbningen. Det må dog hertil bemærkes, at der er konstateret ganske betydelige resonansfænomener i kanalsystemet, hvilket indvirker på målenøjagtigheden ved lave frekvenser. Anvendelse af ventiler formindsker resonansens indvirkning på måleresultaterne.

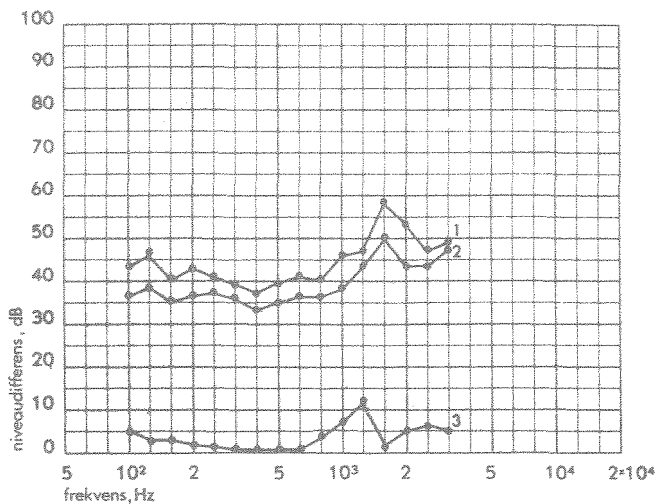
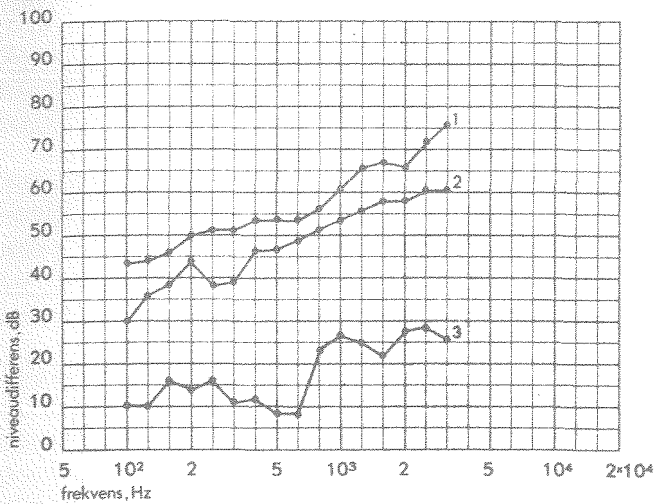
Målinger af niveauet foran åbningen til det nedhængte loft og i kanalen bag kanalåbningen viser, at niveaudifferensen ikke påvirkes af, om den 120 cm brede udsugningsåbning har spaltebredden 1,5 cm, 3 cm eller 6 cm.

Resultaterne viser, at de lyddæmpende forsatsenheder samt det nedhængte loft vil kunne give en tilfredsstillende lydisolations mellem toiletrum, hvis ingen andre lydtransmissionsveje nedsætter lydisolationen.



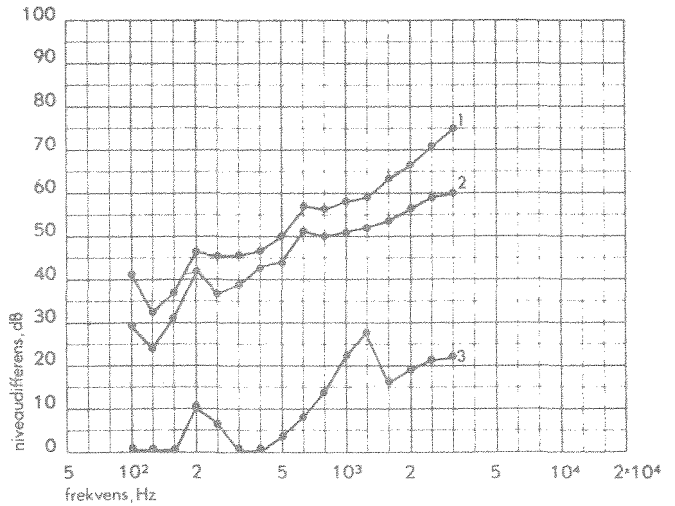
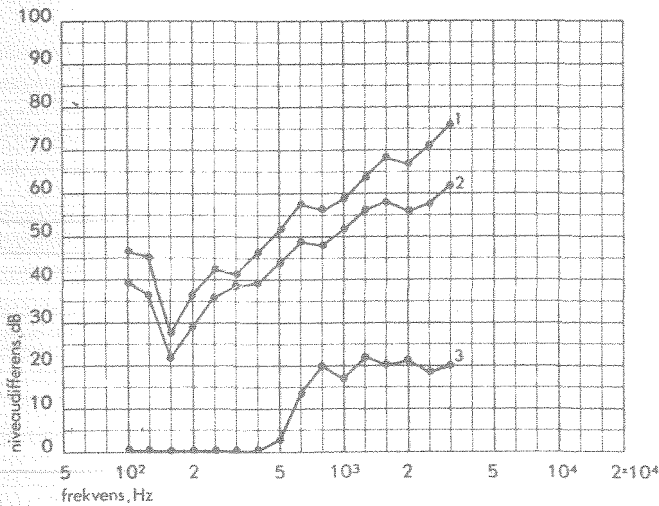
Figur 7a. Niveaudifferens som funktion af frekvensen. Kanalåbninger uden ventiler.

- Kurve 1. Mellem mikrofonpositioner 5 cm foran udsugningsåbninger på 1. og 3. etage.
- Kurve 2. Mellem mikrofonpositioner 5 cm foran udsugningsåbninger på 1. og 2. etage.
- Kurve 3. Mellem mikrofonpositioner 5 cm foran udsugningsåbning på 1. etage og i kanalen ud for åbningen til køkkenet på 1. etage.



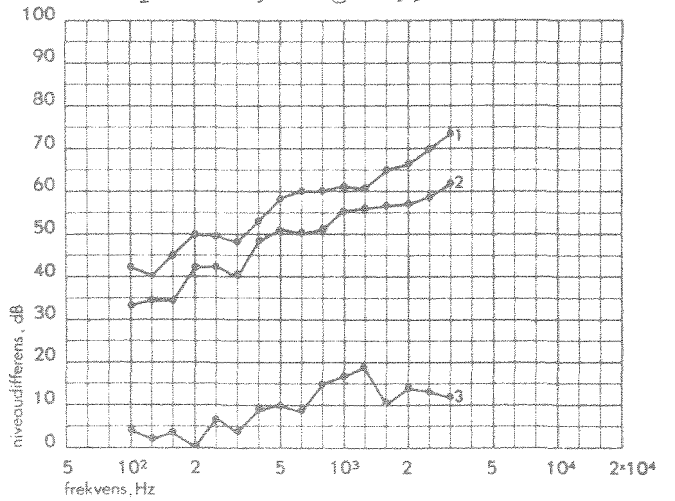
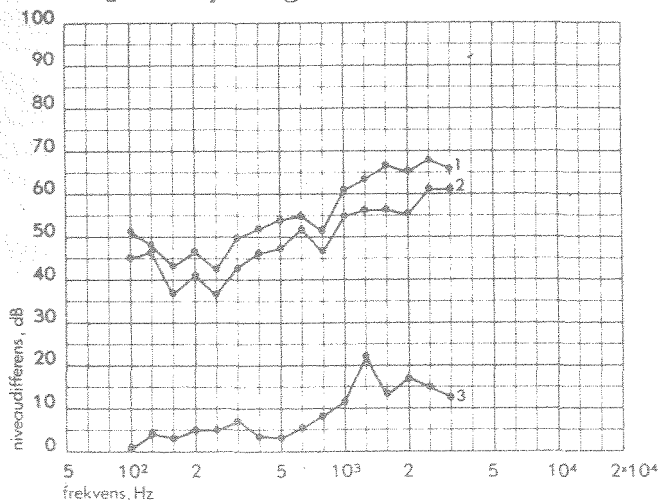
7b. Kanalåbninger tilproppet.

7c. Kanalåbninger med ventiler.



7d. Kanalåbninger tildækket med lyd-dæmpere I, længde 40 dm.

7e. Kanalåbninger tildækket med lyd-dæmpere II, længde 55 cm.



7f. Kanalåbninger over nedhængt loft.

7g. Kanaler forbundet til emhætter.

Figur 7b-f. Niveaudifferens som funktion af frekvensen.

- Kurve 1. Mellem mikrofonpositioner 5 cm foran udsugningsåbninger på 1. og 3. etage.
- Kurve 2. Mellem mikrofonpositioner 5 cm foran udsugningsåbninger på 1. og 2. etage.
- Kurve 3. Differenserne målt mellem mikrofonpositioner 5 cm foran udsugningsåbningen i den på 1. etage monterede "lyddæmper" og i kanalen ud for åbningen til køkkenet på 1. etage minus de tilsvarende differenser målt uden "lyddæmper" (kurve 3 fig. 7a)

Resultatet af denne undersøgelse kan ikke umiddelbart overføres til kanaler med større tværsnit end ca. 400 cm², idet kanaler med større tværsnit giver endnu mindre lyd-dæmpning ved lave frekvenser end de afprøvede kanaler.

Ved anvendelse af lyd-dæmpere vil det i praksis være nødvendigt at anbringe et udskifteligt støv- og fedt-absorberende filter foran udsugningsåbningen, idet afsætning af støv og fedt på det lyd-absorberende materiale med tiden vil nedsætte materialets lyd-absorptionsevne. Det er yderligere væsentligt, at det lyd-absorberende materiale kan udskiftes eller renses.

Nedhængte lofter er utvivlsomt mest egnede til brug i toilet- og baderum, og de er lige velegnede til mekanisk og naturlig ventilation. Ved brug i køkkener kan loftet tænkes udført som en lyd-dæmpet kanal med længden 1,2 m. Det vil dog i dette tilfælde være praktisk at anbringe det lyd-absorberende materiale mod kanalens sidevægge og/eller dens overside. Det er nødvendigt, at anbringe det lyd-absorberende materiale på den største flade, eventuelt på to flader.

Anvendelse af emhætter over kogesteder er ventilationsteknisk mere rigtigt end udsugning gennem en ventil et tilfældigt sted nær køkkenets loft. At emhætten med tilhørende kanal giver en væsentlig forbedring af lyd-isolationen er blot en fordel mere.

Kanaler med en lyd-absorberende overflade må forventes med tiden at miste en betydelig del af lyd-absorptionsevnen på grund af fedt- og støv-af-sætning. For at nedsætte denne aflejring bør der anvendes udskifteligt fedt- og støv-filter ved udsugningsåbningerne. Alligevel vil det med tiden være nødvendigt enten at op-sætte lyd-dæmpere eller rense kanalens indvendige overflade, hvis lyd-isolationen skal bevares.

I tilknytning til undersøgelsen blev rum-isolationen målt mellem toiletrum. Det viste sig, at det i BR-66 anførte krav ikke umiddelbart lod sig opfylde, fordi der forekom en ret betydelig lyd-transmission gennem faldrørs-systemet. Ved at tildække dette med en lyd-isolerende beklædning kunne der opnås en rum-isolation svarende til den i BR angivne ved hjælp af en lyd-dæmper anbragt over en ventil.

Den konstaterede transmission gennem faldstammen vil utvivlsomt være mindre i det helt færdige byggeri, men næppe så beskeden, at det ikke har indvirkning på rum-isolationen. Anvendelse af installationsskakte vil formentlig derfor også være en fordel set fra et lyd-isoleringssynspunkt.

Konklusion

Det kan med beskedne midler lade sig gøre at formindske lyd-transmissionen gennem kanaler, således at de i BR-66 angivne krav til rum-isolation mellem boliger i etagebyggeri kan opfyldes. Det er endvidere muligt ved brug af de viste lyd-dæmpningsforanstaltninger at forbedre lyd-isolationen mellem køkkener og mellem baderum i en meget stor del af den eksisterende boligmasse.

Litteraturhenviisning:

- (1) J. Kristensen: Lydtransmission i et centralvarmeanlæg, Byggeindustrien 1967.
- (2) J. Kristensen: Lydtransmission via ventilationskanaler i boliger, SBI-Notat 7.
- (3) J. Kristensen: Lydtransmission via ventilationskanaler i boliger, Byggeindustrien 1970.
- (4) J. Kristensen og K. Ovesen: Støj fra installationer, SBI-anvisning 79.
- (5) V. Nielsen og K. Ovesen: Lydforhold vedrørende boligventilation. - STØJ SBI-Notat 13.