

Lydisolation

Lydtransmission via ventilationskanaler i boliger

ved civilingeniør Jørgen Kristensen

RESUMÉ:

I notatet beskrives en række specielle målinger vedrørende lydtransmission gennem ventilationskanaler i boliger. Der foretages en sammenligning mellem måleresultaterne og udenlandske krav til lydtransmission gennem ventilationskanaler. Det fremhæves at bygningsreglementets krav til rumisolation mellem køkkener og mellem baderum og/eller toiletrum i reglen ikke opfyldes. Der skitseres en række løsninger, som måske kan forbedre lydisolationen. Det konkluderes, at kravene til lydtransmission gennem ventilationskanaler bør præciseres, og at der snarest bør påbegyndes undersøgelser af eksisterende forbedringsmuligheder.

BYGGERIETS AKUSTISKE MÅLESTATION

Januar 1970

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 ikke medtages, da meninger og resultater kan forflygtiges, hvis tekst eller illustrationer tages ud af den oprindelige sammenhæng.

LYDTRANSMISSION VIA VENTILATIONSKANALER I BOLIGER

Ved projektering af byggeri tages i de fleste tilfælde ved valg af vægge og etageadskillelser hensyn til lydisoleringsevnen. Imidlertid glemmes det ofte, at bygninger i dag indeholder en lang række installationer, hvoraf flere kan bevirke en forøget lydtransmission mellem bygningens enkelte rum. En eventuel merudgift til lydteknisk set tilfredsstillende vægge og/eller etageadskillelser vil i mange tilfælde være spildt på grund af installationernes indvirkning på lydisolationen.

Installationer kan indvirke på lydisolationen på to måder, dels ved at optræde som egentlige transmissionsveje mellem to rum, f.eks. to fjerntliggende rum indbyrdes forbundet med en ventilationskanal, dels ved at installationernes tilstedeværelse eller deres fremføring nedsætter et adskillende bygningselements lydisoleringsevne, f.eks. ventilationskanaler indmuret eller indstøbt i en rumadskillende bygningsdel.

Lydtransmission gennem ventilationskanaler er i de fleste boliger årsag til, at lydisolationen mellem over hinanden liggende køkkener, baderum eller toiletrum er betydelig mindre end ønskeligt. Byggeriets Akustiske Målestation har, siden den påbegyndte sin virksomhed, kunnet konstatere, at dette er tilfældet i alle de etageboligbyggerier, hvori målinger er udført.

I dansk boligbyggeri er det mest benyttede ventilationsprincip en udsugning fra centrale rum - køkkener, baderum og toiletrum. Udsugningen kan ske enten ved naturlig eller mekanisk ventilation. Der anvendes i nogle boligbyggerier i udlandet mere avancerede systemer med henholdsvis indblæsning og udsugning fra hvert enkelt opholdsrum. Systemer af denne art er dog endnu ikke almindelige i boligbyggeri.

I BR-66 angives en række regler for ventilationskanalers udførelse, deres fremføring, nødvendige kanaldimensioner m.m., som skal sikre, at ventilationsanlæggene fungerer luftteknisk tilfredsstillende. Der findes ikke tilsvarende oplysninger om forholdsregler, som kan sikre, at ventilationsanlægget fungerer lydteknisk tilfredsstillende.

Hvilke lydtekniske krav stilles i bygningsreglementet, og kan de overholdes.

I BR-66 anføres, at rumisolationen mellem rum i naboboliger mindst skal være 49 dB, og afvigelser fra den i kap. 9.2.1, stk. 1, tabel 1. angivne kurve ikke må overstige 1,0 dB i gennemsnit. Disse krav gælder også for rumisolationen mellem over hinanden liggende baderum og/eller toiletrum.

Rumisolationen mellem to rum, hvor imellem der direkte eller indirekte kan opstå akustisk kobling, er i mange tilfælde væsentlig mindre, end det kræves i BR. Dette gælder især mellem små rum - baderum og/eller toiletrum. Rumisolationen mellem større rum - store køkkener eller opholdsrum sammenbygget med køkken - vil i mange tilfælde opfylde kravene i BR. Dette bekræftes af resultaterne fra en række målinger udført i ni tilfældigt udvalgte byggerier. De enkelte bygningers data og resultater fra målinger af rumisolationen henholdsvis mellem køkkener og mellem baderum og/eller toiletrum findes i figurerne 1-3.

Objekt	Ventilation	Kanal	Ventiltipe	Lydtransmissionsmuligheder (tallene svarer til skitserne i figur 9)
A	naturlig	eternitkanaler	ingen	4, 5
B	"	"	"	6
C	"	"	"	4
D	mekanisk	betonkanaler 5 cm vægtykkelse 15x25 cm ² frit areal	Bahco RPB/50	1
E	"	betonkanaler 5 cm vægtykkelse 20x32 cm ²	Glentobloc	1
F	"	betonkanaler 5 cm vægtykkelse frit areal 15x30 cm ²	SF KGEA-1 KGEB-1	1, 2
G	"	cirkulære kanaler af betonelementer Ø 14 cm	Bahco RPB/50 RPK/50	1
H	"	cirkulære kanaler af betonelementer Ø 14 cm	Bahco RPK/50	1
J	"	indstøbte spiral- falsede rør Ø 10 cm	Bahco RPB/50	1, 2, 3, 4 og 7

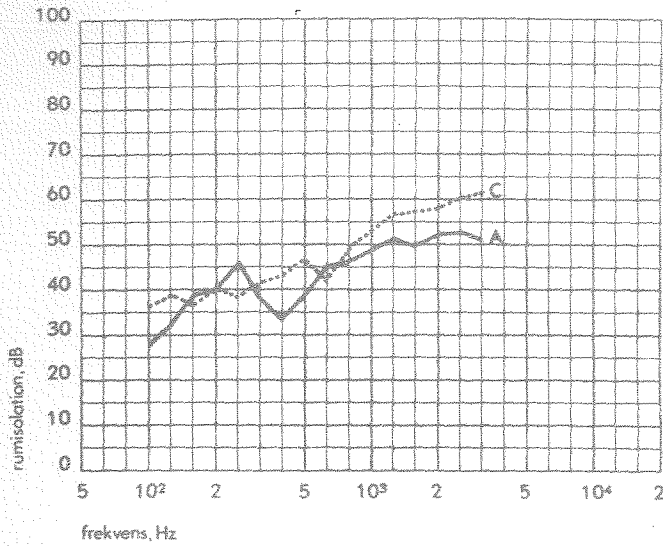
Figur 1. Skematiske angivelser af oplysninger om ventilationssystem og kanaler i de enkelte objekter.

Er rumisolationskravet et tilstrækkeligt vurderingsgrundlag.

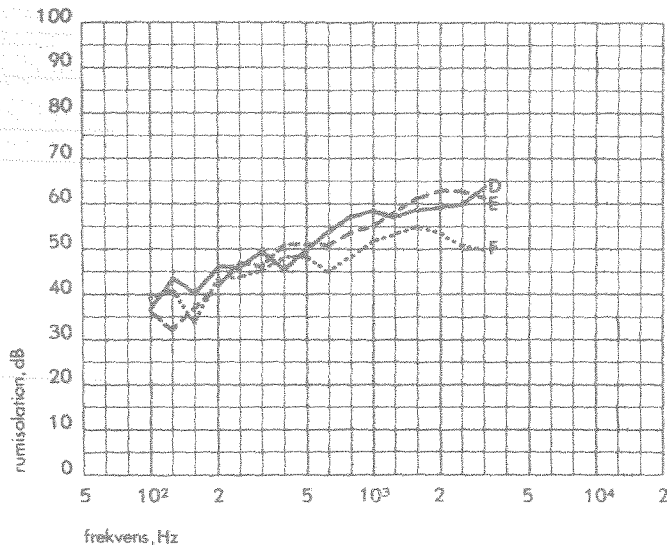
Selv når rumisolationskravet er opfyldt, vil der finde en betydelig lydtransmission sted gennem kanalerne. Det betyder rent praktisk, at det ved at anbringe øret tæt ved ventilerne er muligt at opnå en betydelig lyttevirkning, hvilket set fra et funktionelt synspunkt er i høj grad uønsket. Rumisolationskravet kan således ikke på dette punkt sikre tilstrækkelig lydisolations.

I det svenske reglement BABS 1960 blev rekommanderet en vis niveauforskel målt mellem kanalåbningerne udover det almindelige krav til luftlydisolationen. Denne rekommandation er imidlertid ikke medtaget i den nye udgave af svensk bygnorm. Rekommandationen er vist i figur 4. I et endnu ikke publiceret supplement til svensk bygnorm omtales lydtransmissionen gennem ventilationsanlæg, uden at der dog stilles andre krav end angivet i bygnormen fra 1967.

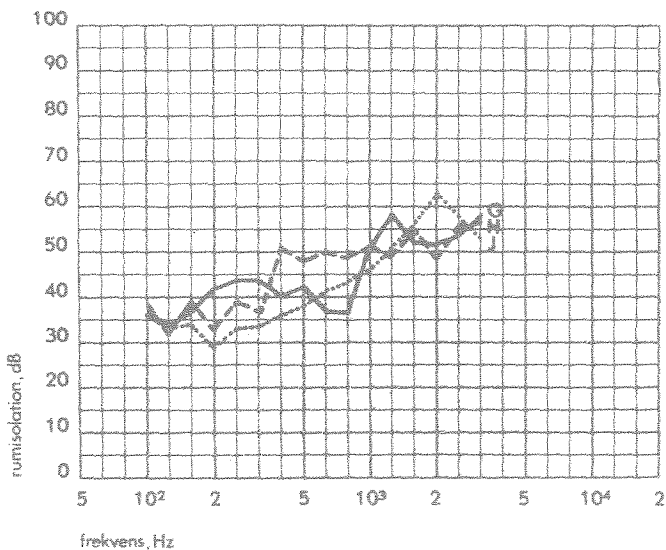
I Tyskland (DBR) er der i 1968 udsendt et forslag til DIN-norm, hvori der angives mindstekrav for lydtrykniveaudifferenser målt 5 cm foran ventilationsåbningerne i to naborum. Måles niveaudifferenserne i to rum med et mellemliggende rum, skal differenserne være mindst 5 dB større end mellem to naborum. Kravene foreslås gældende for kanaler med et maksimalt åbningsareal på 280 cm². Forslaget er angivet som funktion af frekvensen, og kravkurven er vist som kurve 2 i figur 4. Det anføres i oplysningerne, at kurven er fastlagt efter talrige forsøg i praksis. Da de tyske krav til luftlydisolation mellem boliger ikke afviger væsentligt fra de tilsvarende danske krav, er der grund til at tro, at de foreslåede tyske hjælpekrav også kan anvendes som rettesnor i Danmark.



Objekt: A C
 Middelrumisolation: 43 47 dB
 Afvigelse fra krav til rumisolation som funktion af frekvensen 4,3 3,6 dB

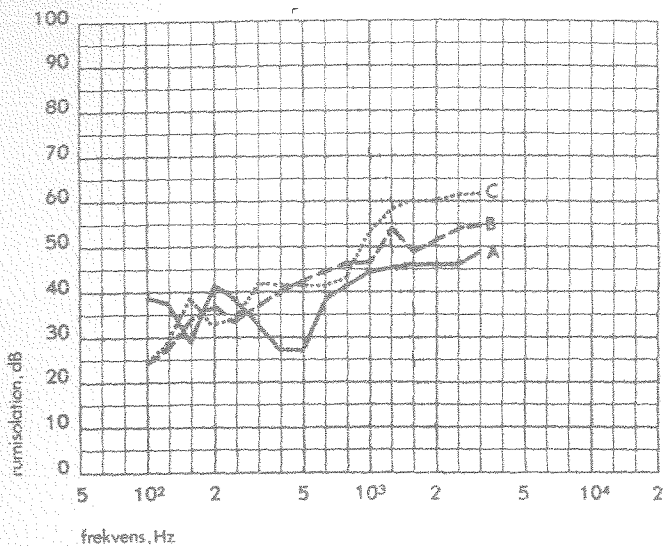


Objekt: D E F
 Middelrumisolation: 51 51 47 dB
 Afvigelse fra krav til rumisolation som funktion af frekvensen 3,0 0,1 1,5 dB

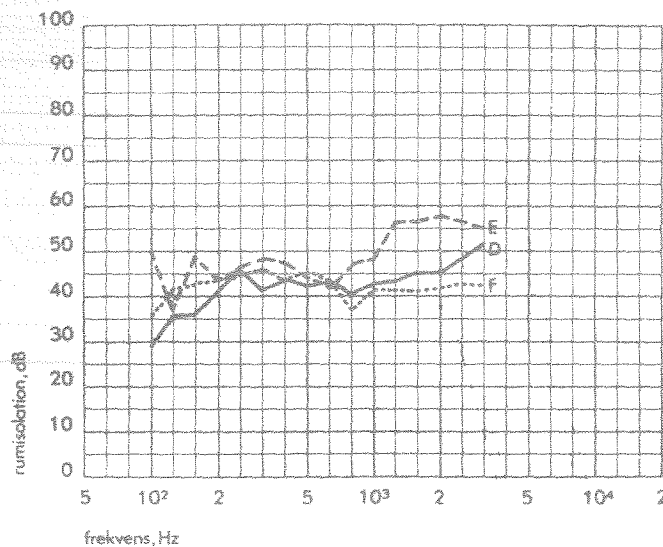


Objekt: G H J
 Middelrumisolation: 45 46 43 dB
 Afvigelse fra krav til rumisolation som funktion af frekvensen 3,3 2,8 5,7 dB

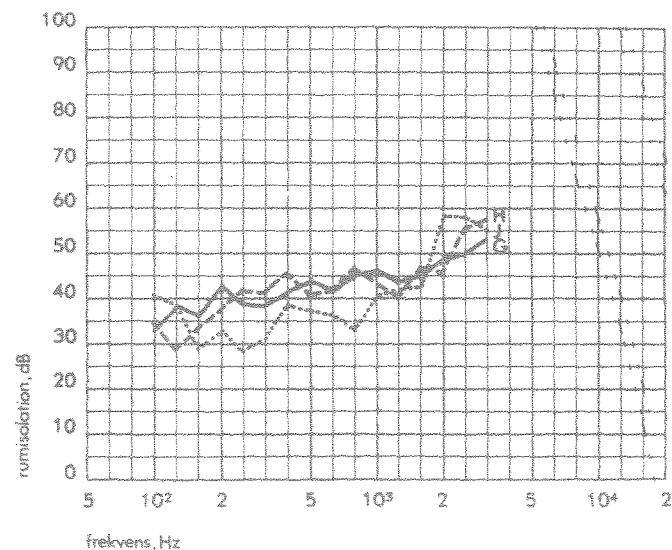
Figur 2. Rumisolationen som funktion af frekvensen målt mellem køkkener i objekterne A-J.



Objekt: A B C
 Middelrumisolation: 39 42 45 dB
 Afvigelse fra krav til rumisolation som funktion af frekvensen 9,0 8,3 6,4 dB

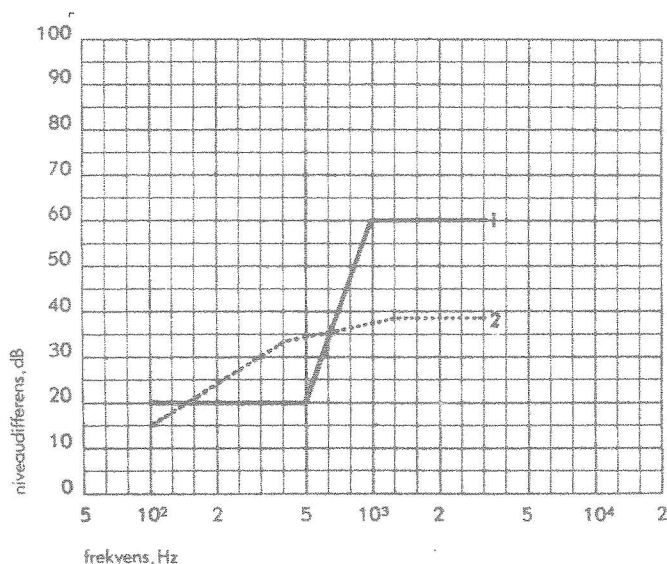


Objekt: D E F
 Middelrumisolation: 42 49 42 dB
 Afvigelse fra krav til rumisolation som funktion af frekvensen 5,5 1,7 6,3 dB



Objekt: G H J
 Middelrumisolation: 43 43 40 dB
 Afvigelse fra krav til rumisolation som funktion af frekvensen 5,0 5,1 8,6 dB

Figur 3. Rumisolationens som funktion af frekvensen målt mellem baderum og/eller toiletrum i objekterne A til J.



Figur 4. Forslag til mindste niveaudifferenser mellem åbninger til kanaler.

1. rekommandation i den gamle svenske bygge lov, BABS 1960
2. forslag til DIN-norm 1968.

Måling af niveaudifferenser.

I forbindelse med de normale rumisolationsmålinger har Byggeriets Akustiske Målestation udført målinger af niveaudifferenser mellem åbninger i forskellige kanal-typer. Åbningerne var forsynet med tilhørende ventilationsriste. En del af målin-gerne er udført med mikrofonerne placeret ca. 10 cm fra ventilationsåbningen. Må-linger, der er udført efter fremkomsten af det tyske normforslag, er udført med den deri angivne måleafstand 5 cm.

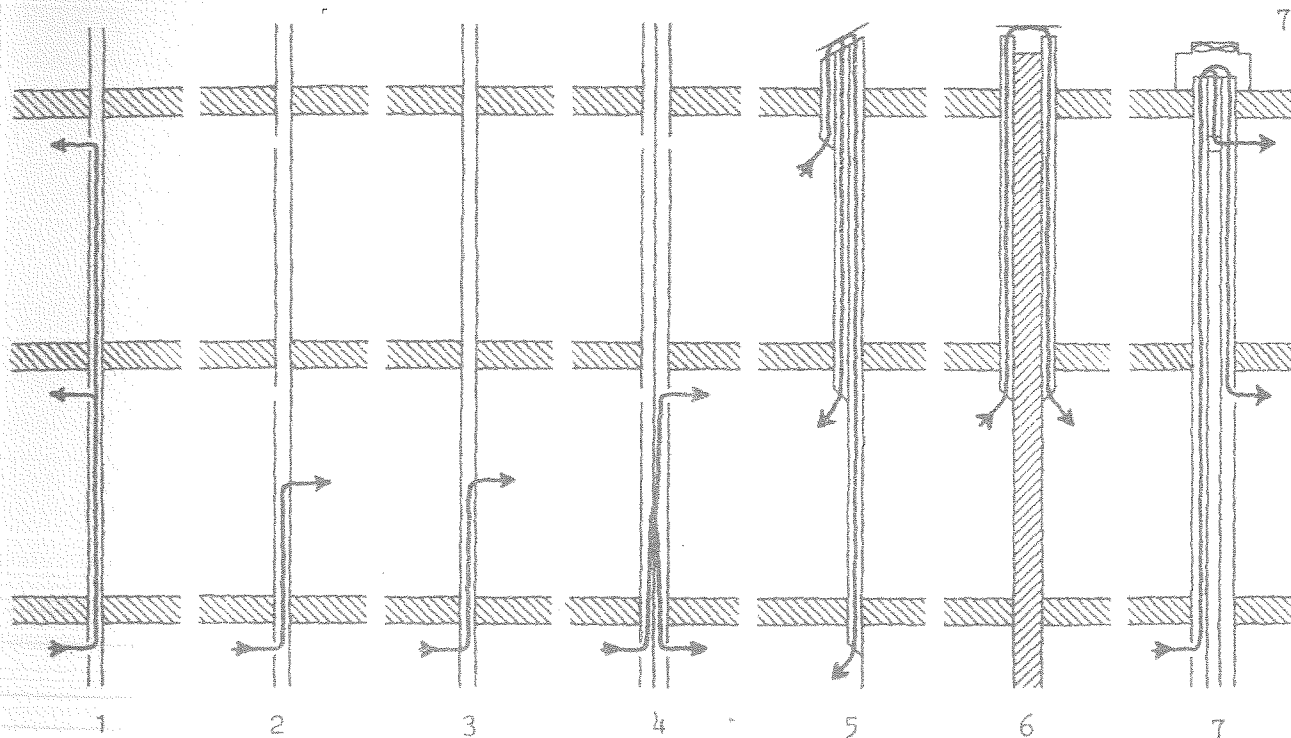
Lydtransmissionen mellem to rum via ventilationskanaler afhænger af de anvendte ventilationsmetoder og systemer.

I figur 5 er skitseret forskellige lydtransmissionsveje mellem rum med flankerende kanaler, der direkte eller indirekte bevirker en akustisk kobling mellem rummene.

I objekt A er der ingen - eller der skulle ikke være nogen - direkte forbindelse mellem de over hinanden liggende køkkener eller baderum. Figur 6, kurve A viser, at niveaudifferenserne er betydelig mindre end ønskeligt. Dette er forklaringen på den lave rumisolation mellem køkkener og mellem baderum. Lydtransmissionen mellem to rum sker sandsynligvis som vist i figur 5, skitserne 5 og 4, dels ved refleksion fra taghatten, dels ved transmission gennem kanalvæggen, med mindre der forekommer direkte indbyrdes forbindelser mellem de to kanaler.

I objekt B - et rækkehusbyggeri - er der ingen direkte forbindelse mellem de to hu-ses aftrækskanaler. Kanalerne føres op over tag med en indbyrdes mindste afstand på 15 cm svarende til skitse 6 i figur 5. Kanalerne har ikke fælles taghætte. Re-sultatet af målingerne, kurve B i figur 6 er temmelig overraskende. I dette tilfæl-de er der ingen mulighed for transmission gennem kanalvæggen som vist i figur 5, skitse 4.

I objekt C - et rækkehusbyggeri - er aftrækskanalerne med ringe indbyrdes afstand anbragt i en fælles væg. Lydtransmissionsvejen svarer således i princippet til skitse 4, figur 5. Resultatet af målingerne ses i figur 6, kurve C. Resultaterne maskeres i nogen grad af andre forhold, som i det foreliggende tilfælde medvirker til en ringe lydisolering.

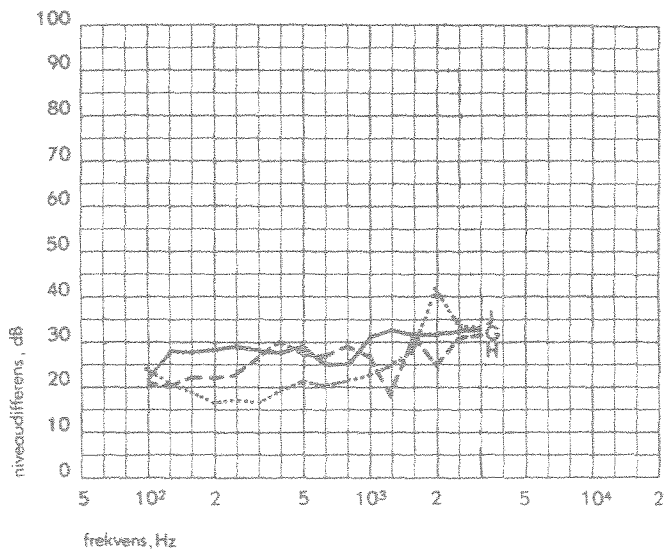
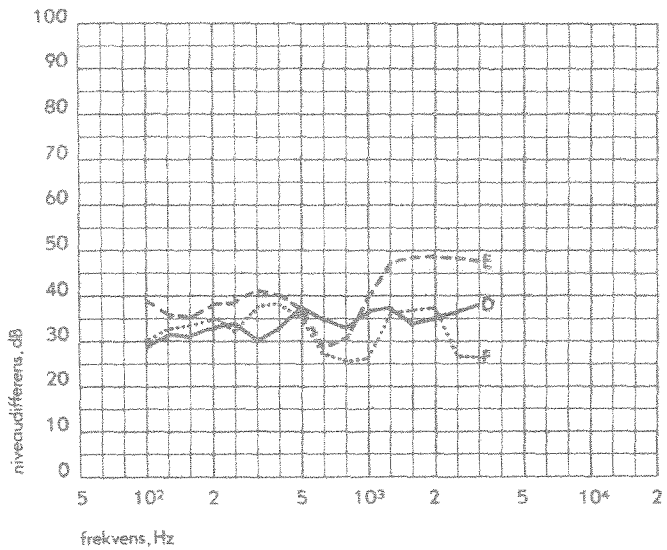
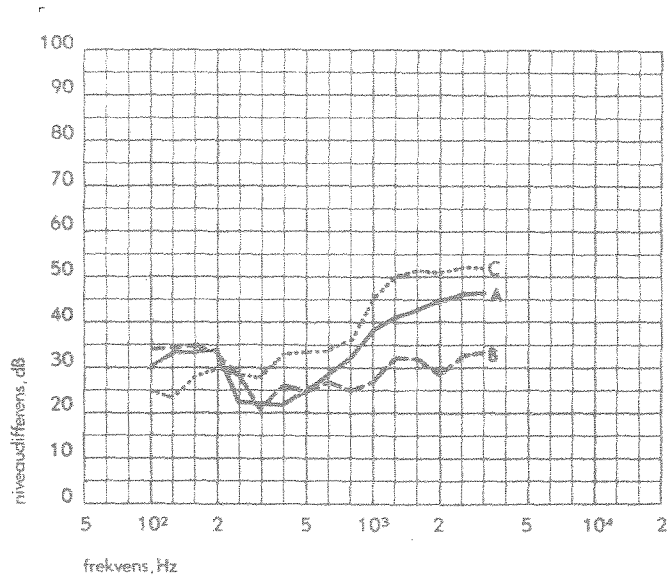


Figur 5. Forskellige veje for lydets transmission fra et rum til et andet gennem et kanalsystem.

1. transmission gennem kanalen via åbningerne.
2. transmission ind i kanalen gennem en åbning, langs kanalen, dels i kanalen, dels i kanalvæggen, udstråling i andet rum gennem kanalvæggen.
3. transmission ind i kanalen gennem kanalvæggen, langs kanalen dels i kanalen, dels i kanalvæggen, udstråling i andet rum gennem kanalvæggen.
4. transmission ind i kanalen gennem kanalvæggen, langs kanalen dels i kanalen, dels i kanalvæggen, transmission til nabokanal gennem kanalvæg, udstråling i andre rum gennem kanalåbninger.
5. transmission op gennem kanal, refleksion fra taghætte, transmission ned gennem kanaler.
6. transmission op gennem kanal, refleksion via taghætter, transmission ned gennem kanaler.
7. transmission op gennem kanal, refleksion fra samlebakke, transmission ned gennem kanaler.

I objekterne D til H - etageboligbyggeri - er over hinanden liggende køkkener eller toiletrum tilsluttet en fælles kanal. I objekt J er kun hvert andet køkken eller toiletrum tilsluttet samme kanal. I figur 6 er måleresultaterne angivet i kurverne D til J. I objekterne D, E, F, G og H svarer den væsentligste transmissionsvej til skitse 1 i figur 5. I objekt F er i nogle tilfælde yderligere mulighed for transmission ad veje svarende til skitse 2. I objekt J er der i princippet mulighed for lydtransmission ad veje svarende til de i figur 5 viste skitser 1, 2, 3, 4 og 7. Det er imidlertid ikke muligt på grundlag af de udførte målinger at udskille transmissionsbidragene fra enkelte transmissionsveje.

Sammenlignes de i figur 2 viste rumisolationer med kravene i BR-66, viser det sig, at kun mellem køkkener i objekterne D og E er kravene opfyldt. Årsagerne hertil er ikke, at dæmpningen gennem kanaler plus ventiler er meget større i disse objekter end i de øvrige, men at sender- og modtagerummene i begge objekter er meget store,

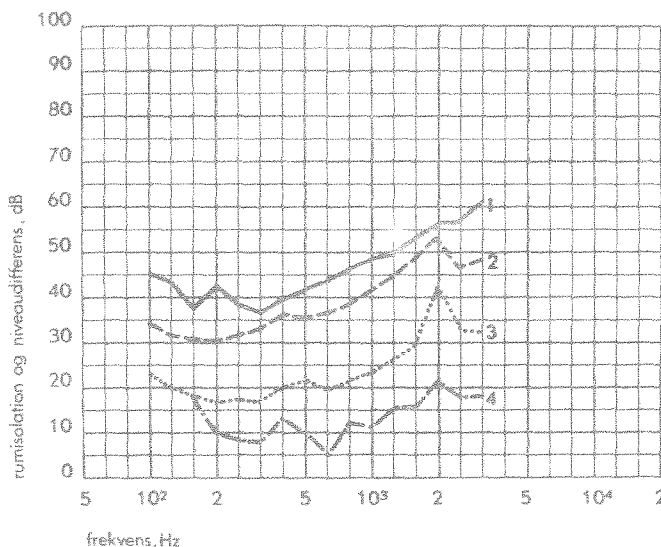


Figur 6. Niveaudifferens som funktion af frekvensen målt mellem to naboåbninger i samme kanal i objekterne A til J.

Mellem baderum og/eller toiletrum er rumisolation i reglen ringere end mellem køkkener. I en enkelt af de til undersøgelsen anvendte bygninger, objekt E, er de i BR-66 angivne krav til middelrumisolationen opfyldt, medens afvigelseskriteriet ikke opfyldes.

Det skulle herefter ud fra de foreliggende måleresultater kunne sluttet, at niveaudifferenserne mellem kanalåbninger skulle være mindre end svarende til det i Tyskland foreslåede krav til niveaudifferenser mellem kanalåbninger i naborum. Det viser sig, at denne antagelse i det store og hele er rigtig. Niveaudifferenserne er bortset fra objekterne B og E i relativt brede frekvensbånd mindre end de i figur 4, kurve 2, angivne værdier. Resultaterne fra objekt B og E falder meget nær overens med de ved kurven angivne værdier, hvilket efter rumisolationernes størrelse måtte forventes for objekt E, men ikke for objekt B.

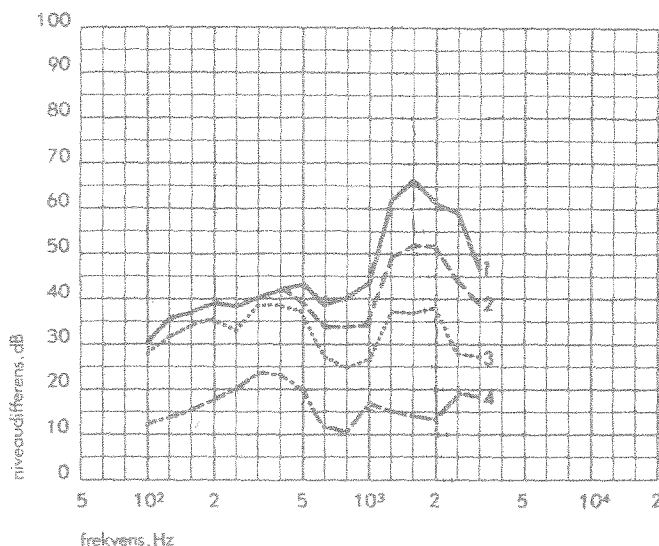
I alle objekterne med undtagelse af B er de viste resultater fra målinger mellem rum, hvor en af de i figur 5 viste lydtransmissionsveje 1, 5 og 7 forekommer. Forslaget til DIN-norm er tilsyneladende anvendeligt, når lydtransmissionsvejen åbning-kanal-åbning forekommer, men ikke, hvis lydtransmissionen i overvejende grad sker gennem kanalvægge. I figur 7 ses dels niveaudifferenser fra objekt J, dels rumisolationen i objekt J i et tilfælde, hvor rummene ikke er tilsluttet den samme fælles kanal. I dette tilfælde er lydtransmissionen kun væsentlig mellem rummene, der i de øverste etager er tilsluttet samme ventilator som vist i fig. 5, skitse 7. Sammenlignes kurve 2 i figur 4 med kurve 2 i figur 7 ses, at niveaudifferenserne i objekt J er større end den foreslåede mindste niveaudifferens, selv om rumisolationen ikke opfyldes, hvilket svarer til resultaterne i objekt B.



Figur 7. Rumisolation og niveaudifferens som funktion af frekvensen målt i objekt J.

1. rumisolationen mellem to baderum - naborum i vertikal retning - som ikke ventileres fra samme lodrette kanal.
Middelrumisolation: 46 dB
Afvigelse fra krav til rumisolationen som funktion af frekvensen: 3,6 dB
2. niveaudifferens målt mellem rum, der ikke har direkte forbindelse gennem samme lodrette kanal.
3. niveaudifferens målt mellem rum, der har direkte forbindelse gennem samme lodrette kanal. Kanalåbningerne var forsynet med ventiler.
4. niveaudifferens målt mellem rum, der har direkte forbindelse gennem samme lodrette kanal. Kanalåbningerne var ikke forsynet med ventiler.

Niveaudifferensen mellem baderum i objekt F ses i figur 8. Ved lave frekvenser er der stor forskel på niveaudifferensen mellem stuen og 1. sal afhængig af, om ventilerne er indsat eller ikke, medens der kun opnås en beskedent forøgelse af lyd-dæmpningen ved at indskyde en eller flere etager mellem målepunkterne. Ved høje frekvenser opnås god dæmpning, dels med ventilerne, dels med stigende afstand mellem målepunkterne.



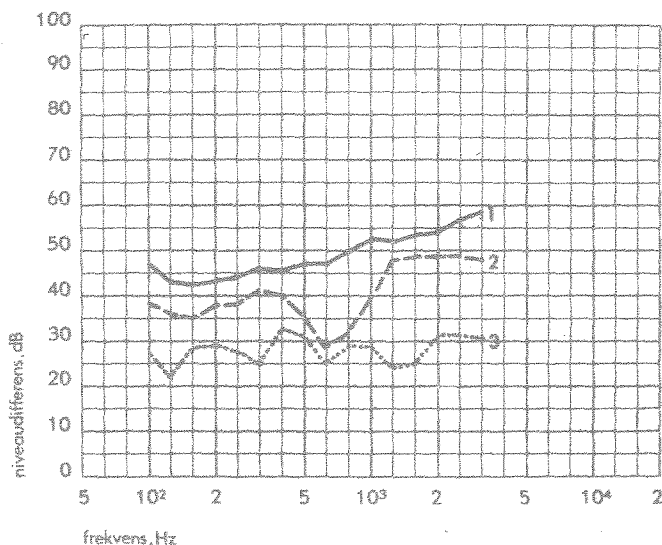
Figur 8. Niveaudifferens som funktion af frekvensen målt i objekt F mellem baderum ventileret med samme lodrette kanal.

1. niveaudifferens målt mellem 1. og 7. etage.
2. niveaudifferens målt mellem 1. og 3. etage.
3. niveaudifferens målt mellem 1. og 2. etage.
4. niveaudifferens målt mellem 1. og 2. etage, når kanalåbningerne ikke er forsynet med ventiler.

Resultaterne af målinger mellem to baderum i objekt E ses i figur 9 og 10, hvor der vises henholdsvis niveaudifferenserne og rumisolationen. Målingerne er udført uden ventiler, med ventiler og med tilproppede kanalåbninger. Niveaudifferensen ændres med målebetingelserne, med tilproppet kanal er der i det store og hele en konstant forskel mellem niveaudifferensen og rumisolationen som funktion af frekvensen. Tilsvarende forhold gør sig gældende med kanalen uden prop og uden ventil. Forsynes kanalåbningerne med ventiler, er der i frekvensområdet 500-1000 Hz en tydelig tendens til, at rumisolationen udjævner de store niveauforskelle. Denne tendens er endnu mere udtalt ved målinger mellem rum med store volumener og kort efterklangstid. Det betyder mere generelt, at rumisolationen er et utilstrækkeligt vurderingsgrundlag i de tilfælde, hvor der findes enkelte transmissionsveje, ad hvilke niveaudifferensen er væsentlig mindre end svarende til rumisolationen.

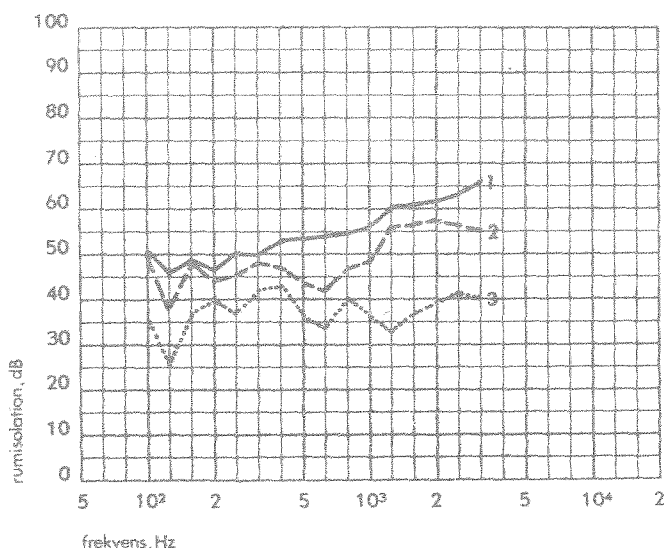
Hvor stor er den nødvendige kanaldæmpning

Dæmpningen i en kanal afhænger af en række faktorer: dens størrelse og længde, antal bøjninger, afgreninger, glathed, eventuelt lydabsorptionsmateriale m.m., uden at det dog kan siges præcist, hvilke faktorer der har betydning for lydtransmissionen i de enkelte objekter. Niveaudifferensen mellem to målepunkter er et udtryk for den mellemliggende kanals transmissionsegenskaber. Figurerne 7 til 9 viser niveaudifferensen som funktion af frekvensen målt i objekterne F, E og J, når kanalerne ikke er forsynet med ventiler. Dæmpningen er størst i objekt E og mindst i J.



Figur 9. Niveaudifferens som funktion af frekvensen målt i objekt E mellem to baderum - naborum i vertikal retning.

1. kanalåbningerne lukket med specielle propper.
2. kanalåbningerne forsynet med ventiler.
3. kanalåbningerne uden ventiler.



Figur 10. Rumisolationen som funktion af frekvensen målt i objekt E mellem to baderum - naborum i vertikal retning.

1. kanalåbningerne lukket med specielle propper.
2. kanalåbningerne forsynet med ventiler.
3. kanalåbningerne uden ventiler.

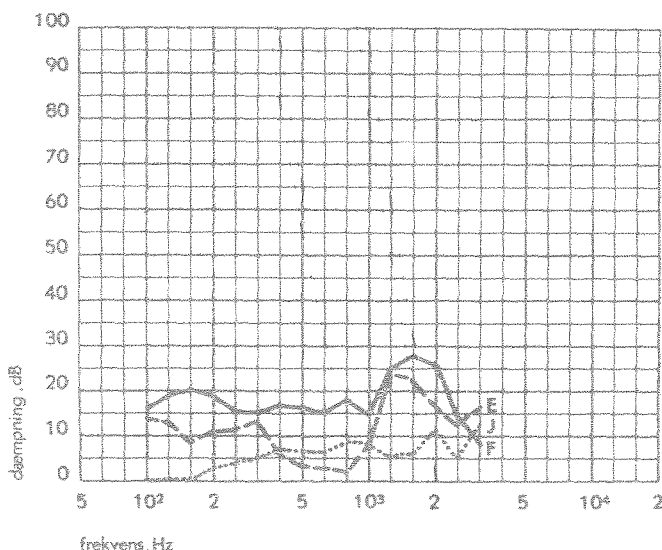
Målebetingelser:	1	2	3	
Middelrumisolation:	54	49	37	dB
Afvigelse fra krav til rumisolationen som funktion af frekvensen:	0	1,7	10,3	dB

Den dæmpning, der opnås med en given ventil, afhænger også af kanalsystemet. Det er derfor ikke umiddelbart muligt at sammenligne ventilernes dæmpning, når de ikke er målt i samme kanalsystem. Af måleresultaterne fra objekterne F, E og J er ventilernes dæmpning udregnet, resultatet ses i figur 11. Ved lave frekvenser giver

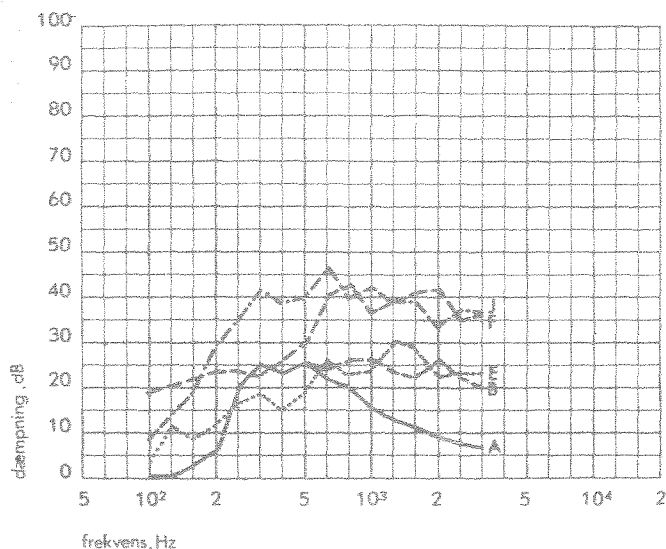
ventilerne en ringe dæmpning; den konstaterede forskel må i hovedsagen tillægges kanalsystemet. Ved middelhøje og høje frekvenser kan resultaterne sammenlignes, idet metoden er betydelig mere sikker. I objekterne F og E er kanaldimensionerne kun lidt forskellige, og sammenligning mellem ventilerne er mulig. Forskellen mellem de to ventilfabrikaters dæmpning findes stort set i frekvensområdet 400-1000 Hz, den i objekt F benyttede ventil har størst dæmpning i dette frekvensområde. Den i objekt J benyttede ventil giver muligvis lidt større dæmpning i frekvensområdet 500-1000 Hz end den i E benyttede ventil. Den store forskel i dæmpningen ved høje frekvenser skyldes ikke ventilerne.

Den utilstrækkelige lyd dæmpning i ventilationskanaler giver anledning til en ret stor lyttevirkning. For helt at undgå en sådan effekt vil det utvivlsomt være nødvendigt, at kanalen har en dæmpning svarende til den i BR krævede rumisolation - eventuelt nogle få dB mindre. Under denne forudsætning kan den nødvendige dæmpning findes ved at subtrahere niveaudifferenserne for kanaler uden ventiler fra kravet til rumisolation mellem etageboliger. I figur 12 er de nødvendige eller måske bedre de ideelle dæmpninger afbildet for objekterne F, E og J. En sammenligning mellem de ønskede dæmpninger og de målte dæmpninger - figur 11 - viser, at de anvendte ventiler ikke er tilstrækkelige til at forhindre aflytning via kanalsystemet.

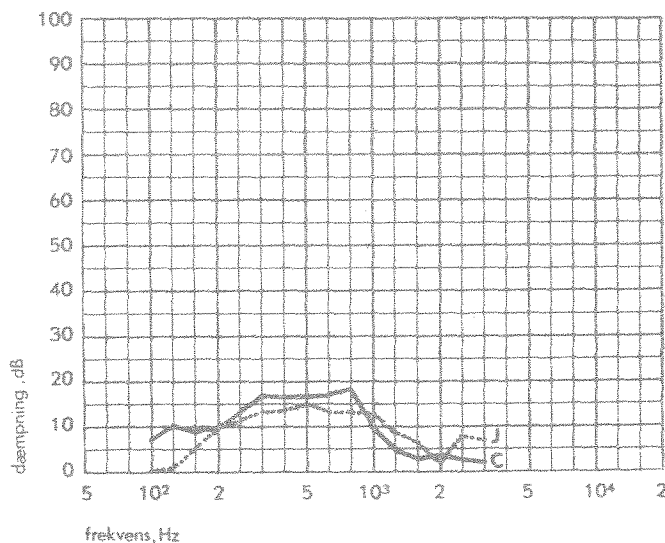
En subtraktion af dæmpningen gennem kanaler mellem rum uden tilslutning til fælles kanal giver det i figur 13 viste resultat. Lydtransmission via vejene svarende til skitserne 3, 4, 5 og 7 i figur 5 kan føre til lignende resultater, f.eks. hvis afstanden mellem to rum via en kanalføring svarende til skitserne 5 og 7 er tilstrækkelig stor, eller dæmpningen i samlekanalen vist i skitse 7 er passende stor. Skyldes resultaterne overvejende transmission ad vejene svarende til skitserne 3 eller 4, da er kanalvæggens tykkelse eller vægtykkelsen mellem kanalerne for ringe.



Figur 11. Ventilernes lyd dæmpning som funktion af frekvensen målt i objekterne E, F og J.



Figur 12. Den ekstra lyddæmpning, der i objekterne A, B, E, F og J er nødvendig for at opnå niveaudifferenser svarende til rumisolationskravet.



Figur 13. Den ekstra lyddæmpning, der i objekterne C og J er nødvendig mellem kanalerne for at opnå niveaudifferenser, der i størrelse svarer til rumisolationskravet.

Hvordan kan luftlydisolationen forbedres.

Lydteknisk set består der principielt følgende muligheder for at nedsætte kanalerne indvirkning på lydisolationen:

1. Anvendelse af individuelle ventilationssystemer med korte kanaler, der ikke berører andre lejemål.
2. Forøgelse af lyddæmpningen i kanalerne.
3. Anvendelse af lyddæmpende overgange fra de enkelte rum til kanalerne.

Med individuelle ventilationssystemer uden kanaler er problemet lydteknisk set afskaffet. Imidlertid anses ventilation gennem facaden som værende ventilationsteknisk utilfredsstillende.

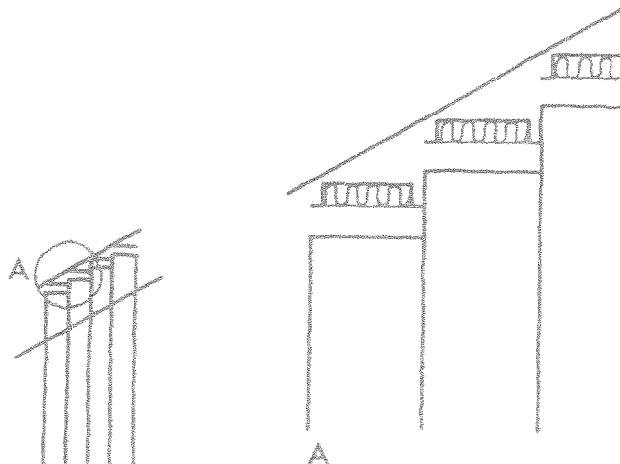
Lyddæmpning i kanaler kan principielt ske ved at anvende lange kanaler med forholdsvis ringe lyddæmpning pr. længdeenhed eller ved at anvende korte kanaler med stor lyddæmpning. De fleste ventilationskanaler giver en ringe lyddæmpning pr. længdeenhed. Beklædning af kanalernes indvendige sider eller dele deraf med materiale, som har en stor lydabsorptionskoefficient, eksempelvis mineraluld, kan forøge kanalernes lyddæmpning. I praksis er det imidlertid forbundet med betydelige vanskeligheder at anvende porøse lydabsorberende materialer, fordi materialet skal bevare sin lydabsorberende evne uafhængig af tiden. Imidlertid vil der i tidens løb aflejres forskellige stoffer på materialets overside, som nedsætter dets lydabsorberende evne. Ved udsugning fra køkkener vil der meget hurtigt afsættes et tæt fedtlag på det porøse materiale, og dets lydabsorberende evne vil i realiteten ophøre. Anvendelse af lydabsorberende materiale i kanaler forudsætter, at det har dels en beskaffenhed, som tåler afrensning ad mekanisk eller kemisk vej, dels en placering, som tillader afrensning, eller at det har en placering, som let tillader en udskiftning af materialet.

Lyddæmpende overgange er måske den i praksis mest farbare vej til løsning af problemet, idet lyddæmperen dels kan udformes efter omstændighederne, dels forbedres efter behov. Lyddæmpende overgange kan være en lidt eller meget forbedret ventiltype, en speciel lyddæmpende forsats til ventiler eller et specielt udsugningsrum mellem kanalåbning og opholdsrum. Udsugning gennem emhætte over kogested er et eksempel på sidstnævnte.

Hvordan forbedres kanalsystemernes lydisolering i praksis.

De akustiske egenskaber i følgende skitserede løsninger kendes ikke. Det er derfor ikke muligt at sige, hvilken forbedring af lydisoleringen der kan opnås i forhold til vanlige udførelser. Da løsningerne for fleres vedkommende ikke har været udført i praksis, er det også tænkeligt, at der kan opstå konstruktive komplikationer.

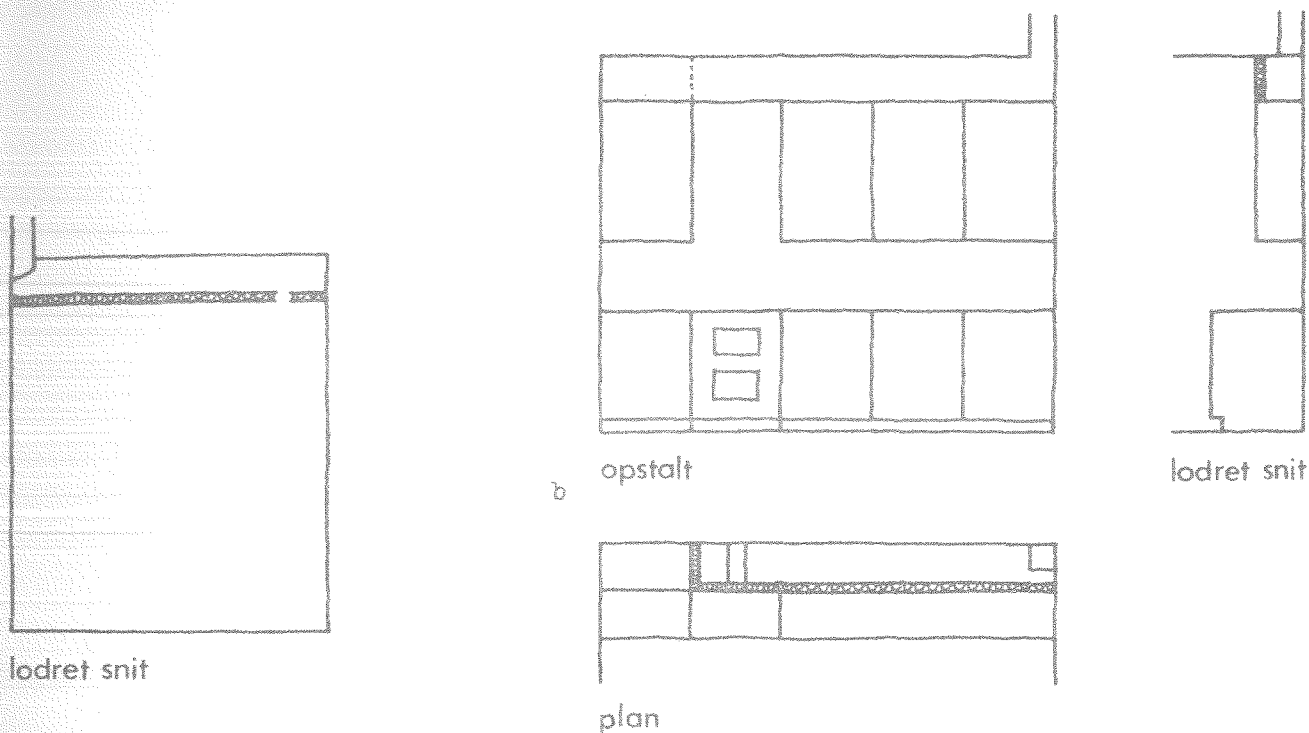
Ventilationssystemer med naturlig ventilation bør udføres således, at kanalernes udmundinger over tag forsættes for hinanden, eksempelvis som det er vist i figur 14.



Figur 14. Skitse af aftrækskanaler over tag.

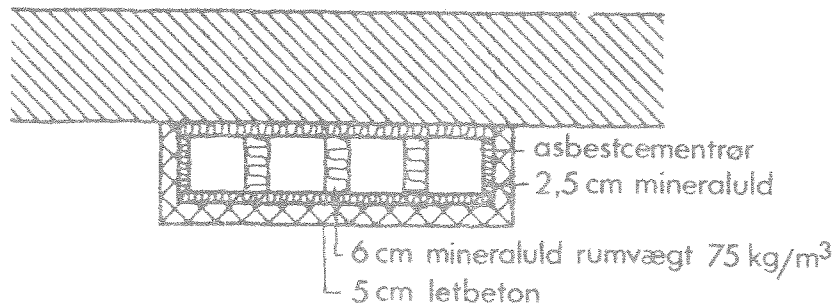
Hver kanals udmundning er forsat for nabokanalens udmundning og forsynet med en separat taghatte med indlæg af lydabsorberende materiale.

De enkelte kanaler bør eventuelt forsynes med taghætter, hvis underside er beklædt med lydabsorberende materiale, hvilket kan være mineraluld, men ikke styropor eller lignende materiale. Nogle kanaler har naturligvis større dæmpning end andre. Kanaler af klinkerbeton giver større lyddæmpning end kanaler af eternit, men på grund af afsætningen i kanalerne udgør kanalen med den store lyddæmpning næppe mere end en midlertidig fordel. Der kan opnås en forbedring af lydisoleringen ved at lade aftrækket ske over et nedforskallet og lyddæmpet loft. Der melder sig i dette tilfælde nogle problemer med loftshøjde, som formentlig kan klares i baderum og toiletrum, men næppe i køkkener, hvor der i så fald kan blive tale om en vandret, dæmpet kanal. I figur 15 er vist skitser af de omtalte løsninger. Adskillelsen mellem lodrette kanaler bør udgøres af mindst 5 cm beton eller ca. 6 cm mineraluld svarende til skitsen i figur 16.



Figur 15. Skitser af aftræk fra baderum og køkken.

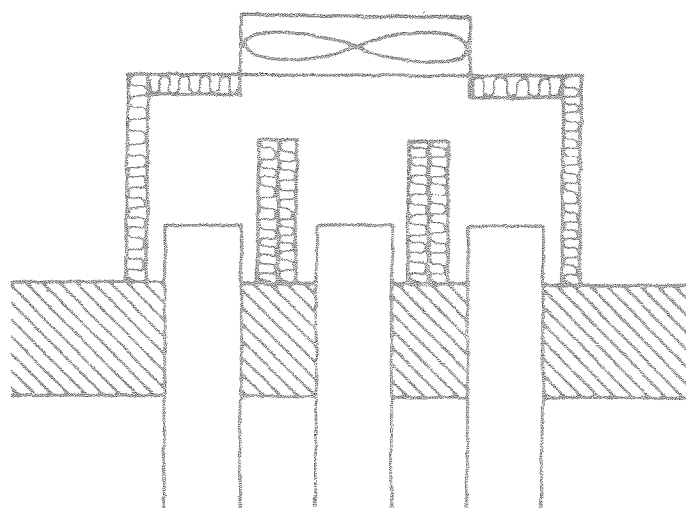
- a. nedforskallet loft i baderum med aftræk gennem en spalte i loftet. I loftsrummet er anbragt lydabsorberende materiale.
- b. nedforskallet, vandret kanal fra lodret kanal til kogested. Aftræk gennem en spalte i kanalens underside, kanalens ene lodrette side er forsynet med lydabsorberende materiale, som skal kunne udskiftes.



Figur 16. Lodrette kanaler med tynde vægge.

For at hindre transmission gennem kanalvæggene er det nødvendigt at indklæde disse. Skitsen viser en modificering af en tvsk udførelsesanvisning.

Boligventilation kan ske gennem systemer med separate eller fælles kanaler. Separate kanaler med egen ventilator ville lydteknisk set være det ideelle, og kun de oven for anførte betingelser om indbyrdes afstand mellem kanalernes indvendige overflader ville have betydning for lydtransmissionen mellem boliger. Det er imidlertid almindeligt at samle separate kanaler i en fælleskanal eller samlekasse enten over tag eller i loftsrummet. Trækkes kanalerne enkeltvis over loftet til et for to eller flere opgange fælles ventilatorrum, vil lydtransmissionen fra rum til rum gennem kanalerne næppe være mærkbar. Samles kanalerne umiddelbart over øverste etage i samlekanal eller samlekasse med ventilator, må samlekanaler eller samlekasser indvendig være forsynet med en beklædning af lydabsorberende materiale, f.eks. som skitseret i figur 17. Med tilstrækkeligt lyddæmpende samlekasser eller samlekanaler vil det næppe være nødvendigt at træffe ekstra foranstaltninger i de enkelte rum for at sikre en rimelig lydisolations mellem rummene.

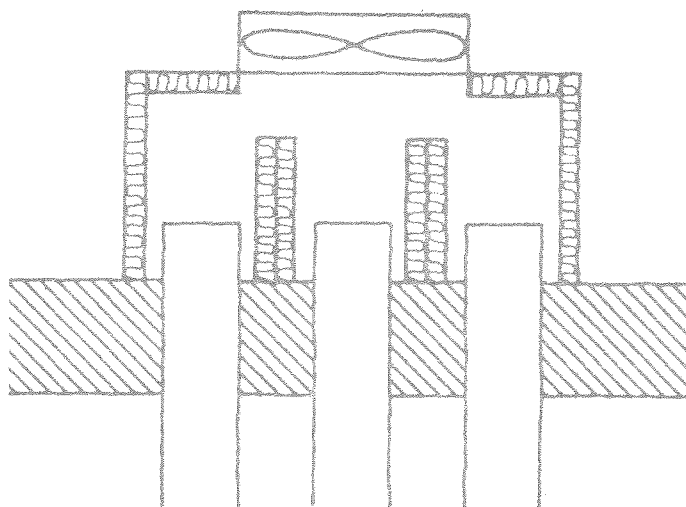


Figur 17. Lodrette kanaler ført til ventileret samlekasse. Kassen er forsynet med adskillende vægge mellem kanalernes udmundinger. Alle flader er beklædt med lydabsorberende materiale.

Lodrette fælles kanaler bør over øverste etage føres som separate kanaler til ventilator eller til eventuelle ventilationsrum, der indvendig bør være forsynet med lydabsorberende materiale. Det er imidlertid nødvendigt, at der foretages en lyd-dæmpning ved hver udsugningsåbning. En sådan lyddæmpning kan ske ved et nedforskallet loft som vist i figur 15. I køkkener er det muligt, at emhætter med tilhørende filtre er tilstrækkelige. Hvis dette ikke er tilfældet, må tilslutningen ske gennem speciel lyddæmper anbragt efter fedtfilteret. En lyddæmper som vist i figur 18 anbragt foran ventilen vil set fra et lydteknisk synspunkt være en brugbar løsning.

Forbedring af kanalers dæmpning med porøst, lydabsorberende materiale er udført i laboratorium. I BABS 1960 angives, at niveaudifferensen mellem to ventiler med en indbyrdes afstand på 2,8 m i en asbestcementkanal 45 cm x 15 cm med 10 mm mineraluld på den ene brede side og på den ene smalle side kan opfylde de i figur 4, kurve 1 angivne rekommandationer. I praksis må det som før omtalt anses for usandsynligt, at den porøse beklædning kan bevare sine lydabsorberende egenskaber uafhængigt af tiden. En mulighed for at forbedre en kanals lyddæmpende egenskaber består i ved hjælp af et shunt-system at forlænge vejlængden mellem to åbninger som vist i figur 19, hvor forbindelser fra et rum til hovedkanalen sker via en parallel-

Boligventilation kan ske gennem systemer med separate eller fælles kanaler. Separate kanaler med egen ventilator ville lydteknisk set være det ideelle, og kun de oven for anførte betingelser om indbyrdes afstand mellem kanalernes indvendige overflader ville have betydning for lydtransmissionen mellem boliger. Det er imidlertid almindeligt at samle separate kanaler i en fælleskanal eller samlekasse enten over tag eller i loftsrummet. Trækkes kanalerne enkeltvis over loftet til et for to eller flere opgange fælles ventilatorrum, vil lydtransmissionen fra rum til rum gennem kanalerne næppe være mærkbar. Samles kanalerne umiddelbart over øverste etage i samlekanal eller samlekasse med ventilator, må samlekanaler eller samlekasser indvendig være forsynet med en beklædning af lydabsorberende materiale, f.eks. som skitseret i figur 17. Med tilstrækkeligt lydædpende samlekasser eller samlekanaler vil det næppe være nødvendigt at træffe ekstra foranstaltninger i de enkelte rum for at sikre en rimelig lydisolations mellem rummene.

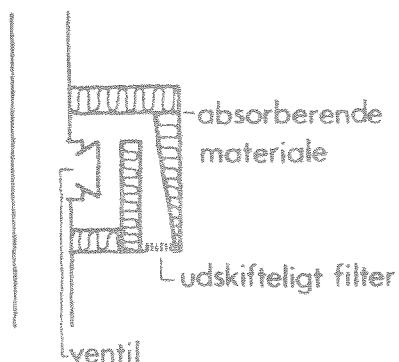


Figur 17. Lodrette kanaler ført til ventileret samlekasse. Kassen er forsynet med adskillende vægge mellem kanalernes udmundinger. Alle flader er beklædt med lydabsorberende materiale.

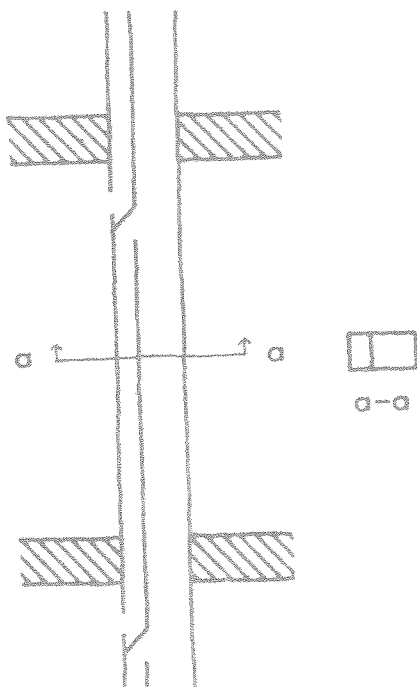
Lodrette fælles kanaler bør over øverste etage føres som separate kanaler til ventilator eller til eventuelle ventilationsrum, der indvendig bør være forsynet med lydabsorberende materiale. Det er imidlertid nødvendigt, at der foretages en lydæmpning ved hver udsugningsåbning. En sådan lydæmpning kan ske ved et nedforskallet loft som vist i figur 15. I køkkener er det muligt, at emhætter med tilhørende filtre er tilstrækkelige. Hvis dette ikke er tilfældet, må tilslutningen ske gennem speciel lydæmper anbragt efter fedtfilteret. En lydæmper som vist i figur 18 anbragt foran ventilen vil set fra et lydteknisk synspunkt være en brugbar løsning.

Forbedring af kanalers dæmpning med porøst, lydabsorberende materiale er udført i laboratorium. I BABS 1960 angives, at niveaudifferensen mellem to ventiler med en indbyrdes afstand på 2,8 m i en asbestcementkanal 45 cm x 15 cm med 10 mm mineraluld på den ene brede side og på den ene smalle side kan opfylde de i figur 4, kurve 1 angivne rekommendationer. I praksis må det som før omtalt anses for usandsynligt, at den porøse beklædning kan bevare sine lydabsorberende egenskaber uafhængigt af tiden. En mulighed for at forbedre en kanals lydædpende egenskaber består i ved hjælp af et shunt-system at forlænge vejlængden mellem to åbninger som vist i figur 19, hvor forbindelser fra et rum til hovedkanalen sker via en parallel-

løbende bikanal. Efter svenske og franske angivelser synes denne løsning lydteknisk forsvarlig, men tyske måleresultater synes ikke i samme grad at bekræfte dette.



Figur 18. Principskitse af en lyd-dæmper, som anbringes foran ventilen.



Figur 19. Skitse af et kanalsystem efter shunt-systemet med bikanal og hovedkanal.

Konklusion

Måleresultater fra ni tilfældigt udvalgte byggeobjekter viser, at ventilationskanaler er årsag til for lav rumisolation mellem køkkener og mellem baderum og/eller toiletrum. Rumisolation er ikke et velegnet mål for ventilationskanalers lydtransmissionsegenskaber.

Indførelse af grænser for den maksimale lydtransmission gennem kanalsystemer eksempelvis ved en maksimal niveaudifferens mellem ventilationsåbninger ville være ønskeligt.



Ventilationskanalers indvirkning på lydtransmissionen kan reduceres ved konstruktive ændringer, der betyder stor vejlængde mellem aftræksåbninger og/eller anvendelse af tilstrækkeligt gode lyddæmpere ved overgangen mellem opholdsrum og kanal.

Der foreligger endnu ikke oplysninger, som gør det muligt at dimensionere lyddæmpende arrangementer til ventilationskanaler. Der bør derfor snarest påbegyndes undersøgelser af de hertil knyttede problemer.

Ved projektering af et byggeri bør anlægges en lydteknisk helhedsvurdering, således at bestræbelser på lydtekniske forbedringer på et fagområde ikke gøres illusoriske ved manglende forståelse og/eller koordinering på andre områder.

Litteraturliste

Bygningsreglement for købstæderne og landet 1966.

Anvisninger til Byggnadsstadgan BABS 1960.

Svensk Byggnorm 1967.

Statens Institut för Byggnadsforskning Blad 1965:16.

DIN 52220 juni 1968.

SBI anvisning nr. 74 "Ventilation af boliger"
(udkommer foråret 1970).