



Installationer

Lydforhold vedrørende boligventilation - STØJ
af V. Nielsen og K. Ovesen

RESUMÉ:

I notatet beskrives en undersøgelse af støjen fra udsugningsventiler til anlæg for mekanisk udsugning. Det er undersøgt, hvorledes støjen fra udsugningsventiler kan dæmpes ved anvendelse af en primitiv lyddæmper, og der er angivet retningslinier for konstruktion af en sådan dæmper til praktisk brug. Endvidere er der foretaget en undersøgelse af korrelationen mellem støjniveauet målt i rummets midte og i kort afstand fra udsugningsåbningen.

December 1972

YDERLIGERE OPLYSNINGER KAN FÅS VED HENVENDELSE TIL:

Forfatterne

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

Anlæg for mekanisk udsugning

Ventilation i form af mekanisk udsugning anvendes i dag i størstedelen af nybyggeriet inden for boligområdet. Disse anlæg er på mange måder en fordel for byggeriet - bl.a. tillader de en friere disponering af boligarealet - men visse mangler står endnu tilbage. Blandt disse kan nævnes: forringelse af lydisoleringen (som er behandlet i SBI-notat 12), renholdelse af kanalerne samt støj hidrørende fra udsugningsventilerne. I dette notat behandles kun støjproblemet, men den mulige løsning, der er skitseret, vil kunne medvirke til også at løse de øvrige nævnte problemer.

Støj fra ventilationsanlæg

Den støj, der forårsages af et ventilationsanlæg, hidrører i stor udstrækning fra ventilatoren. Denne støj kan dæmpes i kanalnettet undervejs til ventilationsåbningen - om fornødent ved anvendelse af lyddæmpere eller dæmpede strækninger. Støjen, der hidrører fra en ventilationsåbning, kan ikke på samme måde dæmpes, da åbningen placeres i selve det rum, der skal ventileres. I egentlige ventilationsanlæg klares dette problem ved at vælge hastigheden i ventilationsåbningen så lav (eller arealet så stort), at støjen kommer ned på et passende niveau. En sådan mulighed er principielt også til stede i anlæg for mekanisk udsugning, men sådan som disse anlæg har udviklet sig, er muligheden ikke reel. Dels indgår ventilen i anlæggets indregulering, og dels vil en lyddæmper baseret på absorberende materiale formentlig hurtigt tilstoppes, når den udsættes for fedtholdig luft fra komfuraftæk. Anlæggene udføres oftest sådan, at udsugningsventilerne placeres så at sige direkte på en lodret kanal med meget lille mulighed for anbringelse af modstande for indregulering, dvs. ventilen må selv have indbygget denne funktion. Af pladsmæssige grunde vil man gerne holde en høj lufthastighed i kanalen, hvilket indebærer et stort tryktab pr. m kanal. Jo større tryktabet i kanalen er, desto større må tryktabet i ventilerne være - og dermed opstår støjen.

Det ville være nærliggende som svar på dette at udvikle bedre udsugningsventiler, dvs. ventiler, som kunne optage et større trykfald uden støjgener til følge. Dette gøres også - der er sket fremskridt i udviklingen af ventiler. Men det må erkendes, at det er en svær opgave, når det betænkes, at ventilen - udover de nævnte tekniske forbedringer - skal være let at rengøre, ikke må stoppe til (hvis den alligevel ikke bliver rengjort) og holdes på en relativ lav pris.

Forslag til dæmpning

For at komme videre i udviklingen foreslås det, at man forsøger at kombinere ventilen med en dæmper anbragt mellem ventilen og det ventilerede rum. Ved en sådan placering opnås, at man ikke alene forbedrer lydisoleringen gennem kanalen, men tillige får mulighed for at dæmpe ventilstøjen. I det følgende skal beskrives, hvad der kan opnås i retning af dæmpning af ventilstøj ved en sådan lyddæmper. Der er udført en række forsøg med en primitivt udført dæmper, se fig. 3, som tillige er stor og klodset - den er ikke tænkt som en prototype, der direkte kan sættes i produktion. Ved en fornuftig design kan princippet imidlertid uden tvivl anvendes og give et pænt resultat.

Den anvendte lyddæmper løser ikke tilsmudsningsproblemet - hverken for sig selv eller for kanalnettet. Det tolereres i dag, at kanalerne tilsmudses så kraftigt, at hullet i dem bliver af symbolsk betydning. Rensning af kanaler hører absolut til undtagelserne, og det er et spørgsmål, om man skal vælge den vej, at der kræves en regelmæssig rensning af kanalerne (samt udformning af nettet, så det kan renses), eller man skal søge at undgå eller mindske tilsmudsningen. Hvis man vælger sidstnævnte, vil det være naturligt at kombinere en lyddæmper med et egnet filter - enten således at filtret beskytter lyddæmperen, eller således at filter og dæmper er ét - måske endda således at den store modstand, som er nødvendig for balancen, lægges i filtret. Det er klart, at filtret vil stoppe til, således at det skal udskiftes med jævne mellemrum. De materialer, som kunne anvendes hertil, vil imidlertid næppe gøre udskiftning særlig kostbar. Dette problem er imidlertid ikke inddraget i undersøgelsen.

Undersøgelsens formål

Undersøgelsens formål var at vise, at det ved en enkel form for lyddæmper er muligt at dæmpe luftstøjen hidrørende fra en udsugningsventil, samt at måle dæmpningens størrelse. Et sekundært formål var at påvise, at det er muligt at opnå reproducerbare og sammenlignelige resultater ved måling af luftstøjen i umiddelbar nærhed af ventilen.

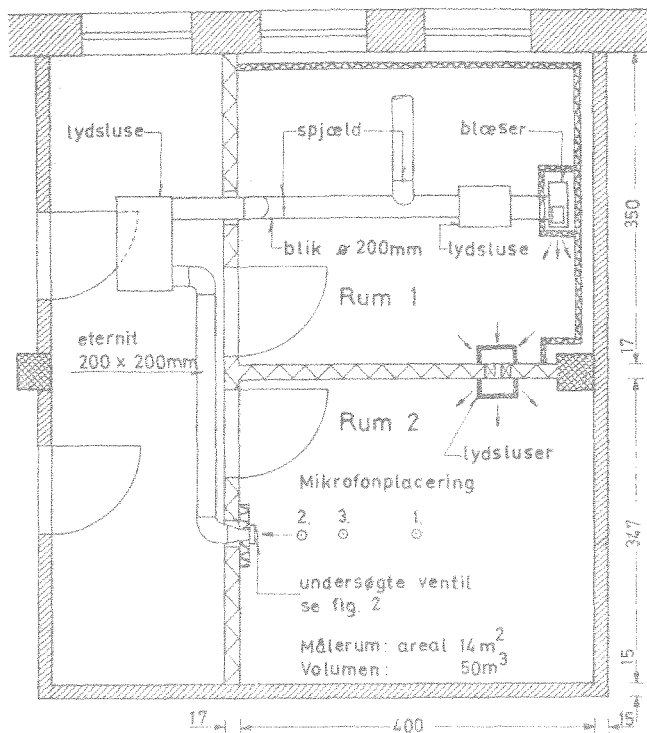


fig. 1. Plantegning af målerum og ventilatorrum

Figuren viser det anvendte målerum (rum 2) og kanalføring fra ventilatorrum (rum 1) til målerum.

Skillevæggene inden for kalksandstensmurene er 17 cm lette vægge opbygget af 2 x 2 lag 13 mm gipsplader på letmetalprofiler. Hulrummet er helt udfyldt med mineraluldatts.

Skillevæggen mellem rum 1 og rum 2 er foroven forsynet med 2 huller, hvorigennem erstatningsluften til rum 2 tilføres. På begge sider af væggen er hullerne dækket af en lydsluse. Når blæseren er i drift, men uden lufttransport i kanalen fra rum 2, er baggrundsstøjniveauet målt til 22 dB(A) midt i rum 2.

Ventilationskanalerne fra ventilatoren til lydslusen uden for ventilatorrummet er udført i spiralfal-sede rør.

Fra lydslusen til og med bøjningen før den undersøgte ventil er kanalen udført af eternit. Overgangsstykket fra eternitrør til ventilbøsning er udført af blikplade.



De i kanalerne i ventilatorrummet viste spjæld anvendes til regulering af trykket i kanalen. Spjældene indstilles således, at det ønskede undertryk opnås i hovedkanalen bag ventilen.

Undertrykket måles ved hjælp af et pitot-rør tilsluttet et skrårørmikromanometer. Lufthastigheden i kanalen er så lille, at det statiske og det totale tryk kan regnes lige store.

Lydsluserne på ventilatorens sugeside dæmper støj fra ventilator og reguleringsspjæld. Lydslusen i ventilatorrummet er forret med 10 cm mineraluldbatts.

Lydslusen uden for ventilatorrummet er udformet som en kasse med vægge beklædt med ca. 20 cm mineraluldbatts.

Måleopstilling

Målerum og arrangement fremgår af fig. 1. De undersøgte udsugningsventiler blev i alle tilfælde tilsluttet sugekanalen ved hjælp af overgangsstykker passende til den til ventilen hørende bøsning. Ventilene blev monteret således, at de sluttede til den på fig. 2 viste plane flade. Samlingerne blev - når undertages ventilers tilslutning til bøsninger - tætnet med sealing compound og sikret med tape.

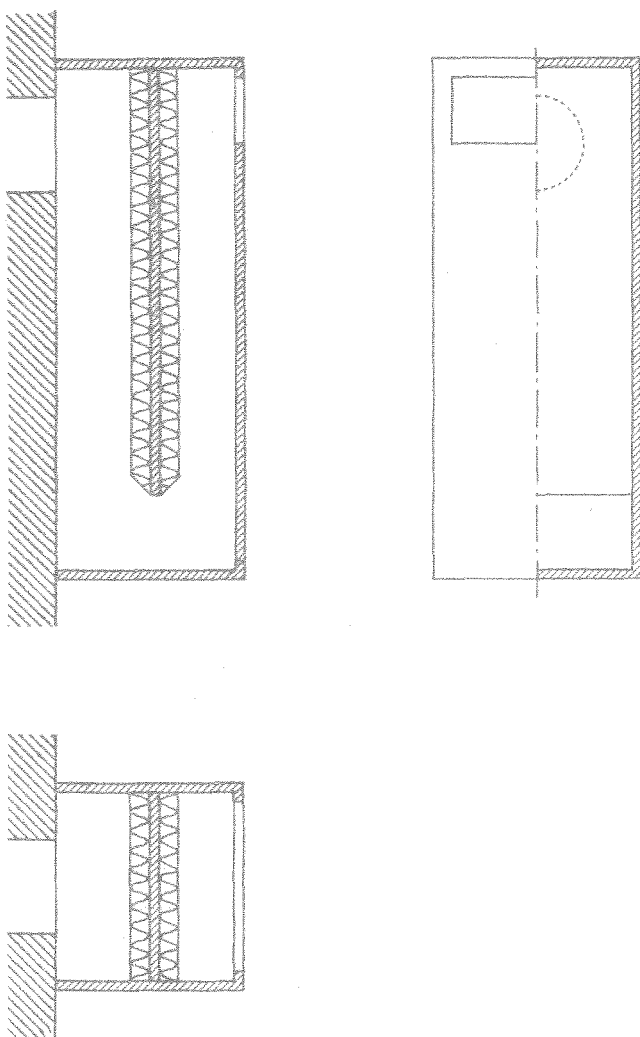


fig. 2. Snit gennem ventil og ventiltilslutning. Kassen, hvorpå ventilen er monteret, er udstoppet med mineraluld.

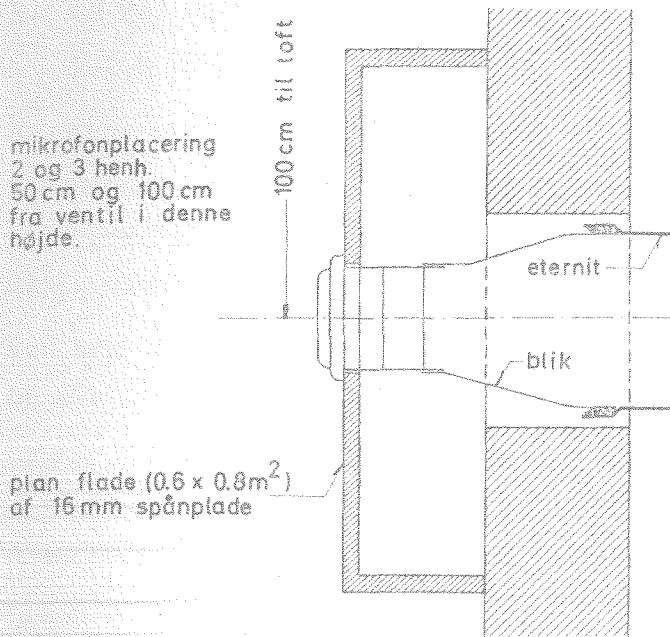


fig. 3. Skitse af den ved undersøgelsen anvendte lyd-dæmper. Lyddæmperen er fremstillet af 10 mm krydsfiner. Kassetens udvendige mål er 40 x 22 x 20 cm³ (h x b x d). Lyddæmpningsmaterialet er 20 mm mineraluld med rumvægt 75 kg/m³.

Målingerne

Som reference for målingerne er anvendt det statiske tryk målt bag ventilen i hovedkanalen. Tryktabet fra overgangsstykket ved ventilbøsningen til målestedet var ved de relativt små luftmængder, ventilerne blev prøvet for, så lille, at der kunne ses bort fra dette. Da endvidere modstanden i de undersøgte lyd-dæmpere var lille sammenlignet med ventilens modstand, var målingen af det statiske tryk tilstrækkeligt til at sikre samme luftmængde for forsøg med og uden dæmper.

Da formålet med målingerne var at undersøge lyd-dæmperens virkning, har man undladt måling af luftmængderne. Som orientering er dog i skemaerne over resultaterne anført luftmængderne aflæst i de respektive firmakataloger. Resultaterne vil af denne grund være uegnede til en indbyrdes sammenligning af de forskellige fabrikater.

Lyd-målingerne blev udført med Brüel og Kjær måleudstyr. Der blev i alle tilfælde målt med 3 forskellige mikrofonplaceringer, nemlig:



1. midt i rummet ca. 1,5 m over gulv
2. ud for udsugningsåbningen (ventilens eller lyddæmperens) i en afstand af 0,5 m fra denne
3. som 2., men med afstanden 1,0 m.

Mikrofonen midt i rummet var fast placeret. De andre mikrofoner var anbragt forskydelige, således at der uanset ventilfabrikat og påsætning af lyddæmper kunne opnås en fiksering af de anførte afstande.

For hver indstilling af ventilen og for hver luftmængde blev målt støjniveauerne for de 3 mikrofonpositioner, dels uden og dels med lyddæmper foran ventilen.

Måleresultaterne

Resultaterne af målingerne er i tabelform angivet i fig. 4, hvor de målte støjniveauer findes angivet som funktion af ventilstilling og statisk tryk i kanalen. Der er endvidere for alle målepunkterne beregnet den dæmpning, som lyddæmperen giver. Det ses, at den meget enkelt udformede dæmper har givet gode resultater, og i de fleste tilfælde er støjniveauet i rummet ved brug af dæmperen kommet ned på en akseptabel værdi.



NOTAT

kat nr.	stilling katalog- betegn.	tryk målt i kanal mm H ₂ O	efter katalog m ³ /h	uden lydølper			støjniveauer med lydølper			dæmpning		
				målepunkt nr. / afstand fra åbning			målepunkt nr. / afstand fra åbning			diff. m. og u. lydølper		
				1. midt dB(A)	2. 0,5m dB(A)	3. 0,1m dB(A)	1. midt dB(A)	2. 0,5m dB(A)	3. 0,1m dB(A)	1. midt dB	2. 0,5m dB	3. 0,1m dB
1	+4	-22	150	45,5	50,5	47	39,5	44	42	6	6,5	5
	-5	-12	80	25	30	28	-	-	-	-	-	-
	-10	-24	85	29	33	32	27,5	32	30,5	1,5	1	1,5
	-15	-24	65	32	36	33	25	28	26	7	8	7
	-18	-24	45	49	53	47	25	28	27	24	25	20
	-20	-24	32	56	60	57	33	35	34	23	25	23
2	0	-20	135	43	49	46	35	40	38	8	9	8
	0	-12	105	36,5	41,5	39,5	30	34	32	6,5	7,5	7,5
	0	-4	60	32	36	34	27	31	29	5	5	5
	-6	-10	60	33,5	37,5	35	27	30	31	6,5	7,5	4
	-10	-10	40	30	34	31	25	28	27	5	6	4
	-10	-20	60	39	43	40	28	32	30	11	11	10
3	-6	-24	35	32	37	34	25	29	27	7	8	7
	-10	-24	60	31	35	33	-	-	-	-	-	-
	-22	-23	130	40	44	42	35	39	37	5	5	5
4	1	-23	150	43	48	44	33,5	37	35	9,5	11	9
	4	-23	105	32	37	34	27	31	29	5	6	5
	4	-15	80	26	31	28	26	29	27	0	2	1
	8	-20	60	35	40	37	25	28	26	10	12	11
	9	-24	60	41	46	41	26	30	28	15	16	13
	12	-24	45	45	50	45	29	31	30	16	19	15
12	-24	45	47x)	50x)	48x)	-	-	-	-	-	-	-

x) målinger foretaget uden skummiindlæg i ventilen.

fig. 4. Målte støjniveauer angivet som funktion af det statiske tryk i kanalen og ventilstillingen. Til orientering er angivet luftstrømmen afløst efter de respektive kataloger. Til højre i skemaet er beregnet den dæmpning, som lydølperen har givet. De anvendte ventilfabrikater er:

1. SF, type KGE8, 2. Bacho, type RPB-50, 3. Bacho, type RPO, 4. Glent & Co., type BRU.

Der er tilsyneladende ingen systematik i størrelsen af dæmpningen, men i grove træk kan det siges, at dæmpningen vokser med det støjniveau, som den udæmpede ventil ville give. Dette er illustreret ved diagrammet i fig. 5. Mere specifikt kan det siges, at dæmperen synes at have særlig god virkning, hvor ventiler giver et højt støjniveau ved en lille luftstrøm. En bedre bedømmelse af dæmperens egenskaber kunne naturligvis opnås ved frekvensanalyser af støjen med og uden dæmper, men da denne næppe ville være direkte anvendelig i praksis, vil en sådan analyse ikke være til nogen hjælp.

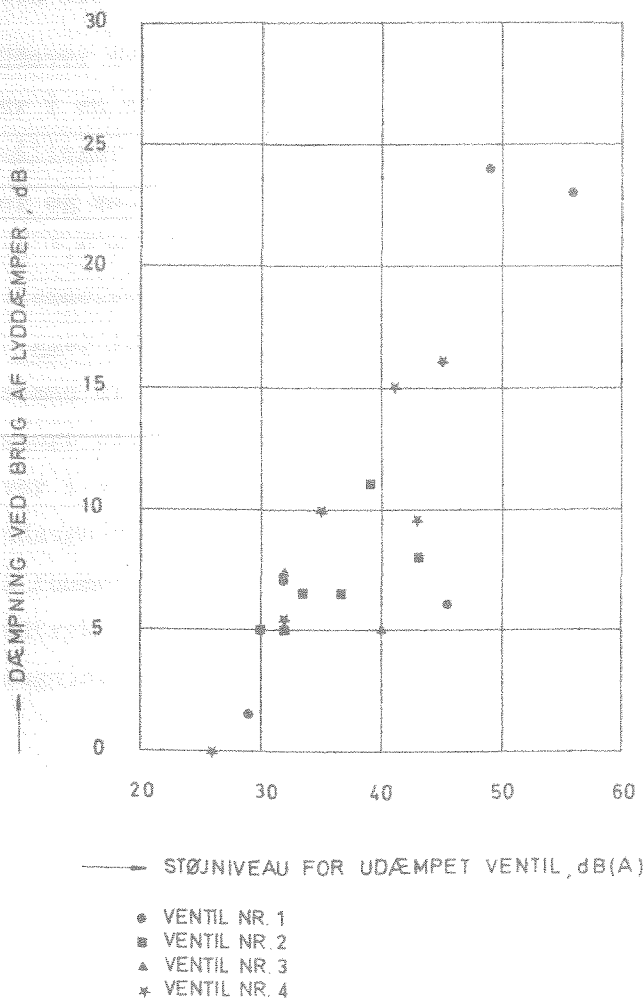


fig. 5. Dæmpningen i lydæmperen som funktion af den udæmpede ventils støjniveau. Dæmpning og støjniveau hidrørende fra målinger midt i rummet.



Målingerne er ikke udført med henblik på en sammenligning af fabrikaterne eller en bedømmelse af den enkelte ventil. Generelt kan det siges, at ventiler med lavere støjniveau var ønskelige, hvilket også målinger i praksis tyder på. Man ville normalt forvente, at støjniveauet blev lavere, desto lavere effektomsætningen (trykfeld \times luftstrøm) var. Dette gælder naturligvis ikke generelt, da de enkelte ventilstillinger har forskellig akustisk virkningsgrad, men det tyder på, at ventilstillinger med stor modstand har en forholdsvis stor støjproduktion. Dette betyder, at hvor der anvendes ventiler, som af brugeren kan stilles til reducerede luftstrømme, er det ikke tilstrækkeligt at betragte ventilen i dens normale, fuldt åbne stilling - støjniveauet vil ofte være højere ved den reducerede luftstrøm, for hvilken bygningsreglementet også skal opfyldes.

Udover de normalt anvendte målinger midt i rummet er der foretaget nogle målinger i en afstand af 0,5 m og 1,0 m fra udsugningsåbningen. Formålet med disse målinger var at give et skøn over, hvor god korrelationen er mellem nærmålinger og målinger midt i rummet. Dette kan ses af fig. 6, hvor målingerne i 0,5 m og 1,0 m afstand er afsat i rummet. Det ses, at der er en rimelig god overensstemmelse, idet alle punkter på nær 3 ligger inden for ± 2 dB, og størsteparten ligger inden for ± 1 dB. Det tyder på, at spredningen på målingerne i 0,5 m afstand er mindre end for afstanden 1,0 m, men materialet er ikke tilstrækkeligt stort til at fastslå, at noget sådant skulle gælde generelt. Nærmålingen giver i visse tilfælde et langt bedre billede af støjgenen. Det gælder f.eks. ved udsugning fra et køkken, der indgår som en del af et større rum. Måling midt i rummet vil i dette tilfælde give en alt for gunstig værdi og ikke være et udtryk for den gene, der vil være for personer, der opholder sig nær ved udsugningsåbningen.

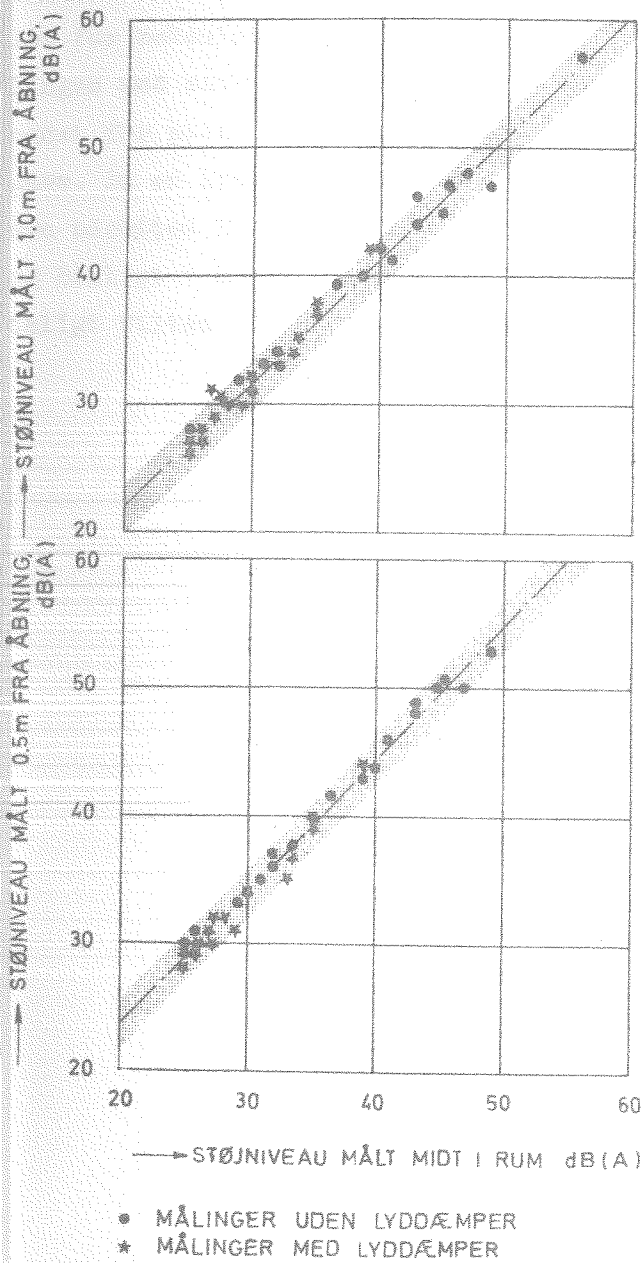


fig. 6. Sammenligning mellem målinger midt i rummet og målinger i afstanden 0,5 m (nederste diagram) og 1,0 m (øverste diagram). De indtegnede bånd markerer en afstand fra regressionslinien på ± 2 dB.

Konklusion

Forsøg med den i fig. 3 viste, primitive lydæmper har godtgjort, at der med enkle midler kan opnås en betragtelig dæmpning af støjen fra udsugningsventiler for mekanisk ventilation. Særlig stor dæmpning er opnået for ventilstillingen med stor modstand. Den til forsøget anvendte lydæmper er næppe direkte egnet for praktisk brug, så der er behov for udvikling af en mere kompakt udgave. Da en lydæmper med absorberende materialer vil blive tilstoppet, når den udsættes for fedtholdig luft, må det absorberende materiale enten let - og billigt - kunne skiftes ud, eller lydæmperen bør beskyttes med et udskifteligt filter. Sidstnævnte vil tillige kunne holde kanalerne rene.