



Forblad

Lydisolering

E. Suenson

Tidsskrifter

Arkitekten 1935

1935

Lydisolering

Af Professor E. Suenson

Man kan opnaa en meget effektiv Lydisolering for mindre end 33 Øre, og saa er der regnet med Apotekerpriser. Apotekerne sælger nemlig nogle smaa Parafinpropper indsvøbt i Silketøj, og propper man dem i Ørene, hører man næsten intet. Dette lærer os, at Lyden kommer til Øret i Form af Luftsvingninger; ved at lukke af for Luften, lukker man ogsaa af for Lyden. Men da Propperne ikke blot lukker af for den ubehagelige Lyd – Støjen – men for al Lyd, er de kun brugbare i særlige Tilfælde.

Vil man høre, hvad der foregaar i Stuen omkring een, men ikke hvad der foregaar udenfor Stuen, maa man tage Propperne ud af Ørene og til Gengæld tilproppe alle Huller i Vægge, Loft og Gulv, saa der ikke gennem disse Huller kan trænge Lyd fra Omverdenen ind i Stuen. Dette er den første og væsentligste Forholdsregel, naar man vil lydisolere en Stue.

Men inden vi beskæftiger os med de udefra kommende Lyde, skal de Lyde, der opstaar i selve Stuen – fra Fodtrin, Tale, Klokker, Skrivemaskiner – omtales.

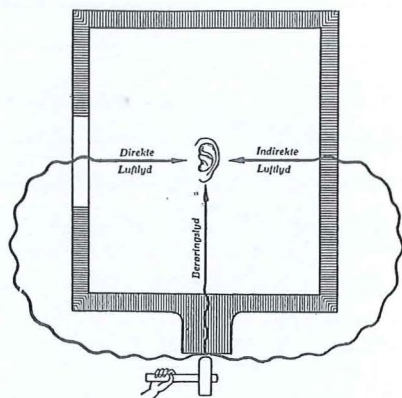
Ringer Telefonen, vil kun en ringe Del af Lyden ramme mit Øre, Resten vil ramme Vægge, Loft, Gulv og Møbler. Hvis alle disse Flader var overtrukne med tykke, bløde Tæpper, vilde Lyden absorberes af dem og ikke blive tilbagekastet, men er de haarde, vil Lyden blive kastet mange Gange frem og tilbage imellem dem, og ved hver Tilbagekastning rammer en Del af Lyden mit Øre, d. v. s. Støjen mangedobles. Antallet af Tilbagekastninger pr. Sekund vokser med aftagende Rumstørrelse, hvorved Lydstyrken kan blive generende stor, naar man taler i en snæver Telefonboks med haarde Vægge, derfor polstres disse eller beklædes med Filt eller andre lydabsorberende Stoffer.

Paa de moderne Lydlaboratorier har man et lydsterkt Rum, hvis Vægge, Loft og Gulv er dannet af haarde Stoffer, og et lydsvagt Rum, hvis tilsvarende Flader er belagt med et tykt Lag Bomuld. I det første Rum lyder et Pistolskud som en kraftig, længe rungende Torden, i det andet som et svagt, kort Smæld.

Lydvirkningerne i de saakaldte *whispering galleries* skyldes dels de haarde Vægge, dels at disse har en Form, der koncentrerer Tilbagekastningerne i visse Punkter. I Kuplen over Saint Paul Kirken i London høres Ord, som hviskes ind mod Muren, i det diametralt modsatte Punkt med en Styrke, som kom de fra en Højtaler.

Er man tvunget til at samarbejde med støjende Mennesker eller Maskiner, bør man derfor tilstræbe at faa Rummet udstyret saa nær som muligt i Lighed med Laboratoriernes lydsvage Rum: Bløde Gulvtæpper og Gardiner, samt Loft og Vægge beklædt med et af de mange lydabsorberende Stoffer, som nu fremstilles.

Naar man har neddæmpet de Lyde, der skabes i selve Stuen, bliver den næste Opgave at hindre Lyde fra den øvrige Del af Huset og fra Husets Omgivelser i at trænge ind i Stuen. Disse Lyde kan deles i 3 Grupper efter den Maade, paa hvilken de forplanter sig fra Lydgiveren til Stuen (Fig. 1).



1. Lydforplantningsmaader

A. Direkte Luftlyd d. v. s. Lyd, der forplanter sig fra Lydgiveren til Øret uden andet Mellemed end Luften, som naar Lyden fra en Flyvemaskine gaar ind gennem et aabent Vindue. Naar man er generet af Gadestøj eller af Stemmer i de tilgrænsende Rum, er det mest direkte Luftlyd man hører, og for at udelukke den, skal man gøre Vinduer, Døre, Vægge, Loft og Gulv saa lufttætte som muligt.

B. Indirekte Luftlyd, der adskiller sig fra (A) ved at Luftbølgerne paa deres Vej til Øret møder en lufttæt Væg, som kaster dem tilbage, men derved selv kommer i Svingning og sætter Luften paa Væggens anden Side i Svingning, som naar der mellem Flyvemaskinen og Øret er en lufttæt Rude.

En saadan Væg eller Vægdæl har en bestemt Egen-svingningstid; sætter man den i Svingning ved et enkelt Puf, vil den udføre et bestemt Antal Svingninger pr. Sekund. Naar den rammes af Lydbølger med anden Svingningstid, vil den i mer eller mindre høj Grad blive tvunget til at svinge som disse og derved føre Lyden videre. Jo nærmere Lydens Svingningstid ligger Væggens, des bedre overfører denne Lyden. De fleste Husvægge svinger ret langsomt og kan derfor bedre overføre dybe end høje Toner, hvorved den overførte Lyd forvanskes. En saadan Væg vil, naar den er lufttæt, sjældent kunne overføre Tale paa en saadan Maade at Ordene opfattes; de høje Toner overføres ikke, man hører kun en dyb Mumlen.

Den indirekte Luftlyd er mindre generende end den direkte; man bekæmper den ved at bruge saa tykke og tunge Vægge, at Lydbølgerne ikke kan sætte dem i Svingning, eller ved at bruge Dobbeltvægge med Luftmelletrum; Ydervæggens Svingning vil da vanskeligt kunne forplante sig til Indervæggen.

C. Berøringslyd, som jeg vil kalde den Lyd, der ikke ankommer til mit Værelses Vægge og Dæk gennem Luften, men gennem Husets faste Dele og stammer fra en Lydgiver, der er i Berøring med disse. Hamrer man et Sted i Huset, vil Hammerslagene dels frembringe Luftlyd dels Berøringslyd, der forplanter sig gennem Husets Mure og Dæk og fra disse gaar over i Luften. Berøringslyd kan stamme fra mange forskellige Lydkilder, f. Eks. fra Klaverer, fra Maskiner i Bygningen, fra Vandtafningshaner, fra Fodtrin paa Gulvene,

fra Gadefærdsel og Jærnbaner paa og under Jorden, idet Lyden gennem denne ledes ind i Bygningen. Man maaler en Lyds Styrke i Enheder, som Amerikanerne kalder *decibel*, Tyskerne *Fon*. En Lyd, som netop ikke kan høres, har Styrken 0 Fon; stiger Styrken til over 120 Fon, faar Øret Smertefornemmelser. En Redegørelse for denne Enheds Natur vilde kræve en selvstændig Artikel, her skal kun meddeles, at det menneskelige Øre ikke fornemmer Lyden af to Vækkeure som dobbelt saa stærk som Lyden af eet Vækkeur, og Fon-Enheden er i nogen Grad afpasset efter Ørets Natur; hvis eet Ur saaledes ringer med Styrken S Fon, vil to Ure ikke ringe med Styrken $2 S$ Fon, men med Styrken $S + 3$ Fon. Hellere end at spekulere over denne mærkelige Enhed maa man gennemse hosstaaende Liste over, hvilken Styrke forskellige Slags Støj, som vi alle kender, har, naar Styrken maales i Fon.

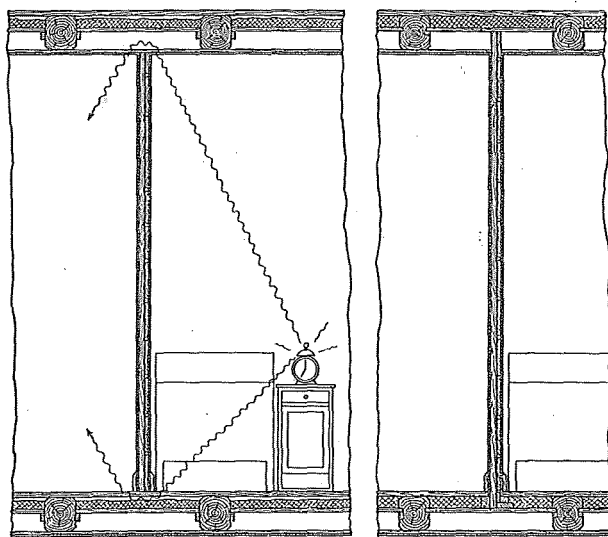
Lydstyrke

	i Fon
120	Smertefornemmelse.
110	Motorcykel uden Lyddæmper, Kedelsmedie.
100	Støj i Flyvemaskine, kraftigste Bilhorn i 7 m Afstand, Iltog i 4 m Afstand, Løvebrøl.
90–80	Motorcykel med daarlig Lyddæmper, elektrisk Bilhorn i 8 m Afstand.
80	Meget stærk Radiomusik, stærk Gadestøj, Støj i underjordisk Tog.
80–70	Motorcykel med god Lyddæmper, alm. Bilhorn i 8 m Afstand, Støj i Jærnbanetog.
70	Støj i Sporvogn, meget livlig Restaurant, Kontor med mange Skrivemaskiner.
60	Alm. Gadestøj, Konversation, høj Radiotale.
50	Alm. Restaurant, Butik, Konversation, aaben Vandhane.
40	Overrivning af Papir, Konversation, sagte Radiomusik.
30	Meget rolig Gade uden Færdsel.
20	Rolig Have, Hvisken hørt i 1 m Afstand.
10	Bladraslen i svag Brise.
0	Hørlighedsgrænse.

Fon-Enheden bruges ogsaa til at karakterisere en Vægs Lydtæthed; at denne er 40 Fon betyder, at Lyden svækkes 40 Fon ved at passere Væggen. Gennem en Ydervæg med denne Lydtæthed høres almindelig 60 Fons Gadestøj kun med Styrken $60 - 40 = 20$ Fon, man er altsaa paa samme Lydstyrkeniveau som i en rolig Have.

De Vægge, Lofter og Gulve, der begrænser en Lejlighed, bør som Regel være saa lydtætte, at Lyden ved at passere dem svækkes 40–60 Fon; Naboerne kan da støje ret kraftigt, uden at det i væsentlig Grad generer. Til Lejlighedens interne Vægge behøver man ikke at stille saa store Krav, men under 30 Fon burde Dæmpningen ikke være, og det samme gælder for Døre. For Vinduer vil 25 Fon være en passende Værdi.

Vægge. For Vægge gælder som for alle andre Begrænsninger, at deres Lydtæthed vokser med deres Lufttæthed; derfor bør der ikke være Døre i dem, hvis de skal være lydtætte. Er det nødvendigt at føre Rørledninger



2. Daarlig og god Opstilling af Bræddewæg

tværs gennem Væggene, maa der tættes omhyggeligt omkring dem. Ventilationskanaler og Rørnicher maa udføres saaledes, at der ikke bliver direkte Luftforbindelse mellem Rummene. Ogsaa Væggens Tilslutning til Dækkene maa man skænke Opmærksomhed (Fig. 2). Den indirekte Luftlyd bekæmper man ved at gøre Væggene tunge eller dobbelte. Lydtætheden vokser med Vægten pr. m^2 , men ikke proportionalt med denne; fordobles Vægten, bliver Lydtætheden forøget med ca. 5 Fon.

En Boligs Ydermure er som Regel saa tykke, at den Lyd, der gaar igennem dem, ingen Rolle spiller i Forhold til den Lyd, der gaar igennem Vinduerne. Til de ikke bærende Skillevægge er Murværk eller Jærnbeton at foretrække for Plader eller Brædder, da baade Lufttætheden og Vægten er større. En Mur af $\frac{1}{2}$ Stens Tykkelse eller en tilsvarende tung Jærnbetonvæg vil dæmpe Lyden ca. 40 Fon, hvilket i de fleste Tilfælde er fyldestgørende. Kræves en bedre Isolering kan man forøge Tykkelsen, men da en Fordobling af Vægtykkelsen kun giver et 5 Fon bedre Resultat, er Dobbeltvægge fordelagtigere.

Hvis en Enkeltvæg vejende G kg/m^2 og dæmpende S Fon flækkes i to Halvdele, vil een af disse veje $\frac{1}{2} G$ kg/m^2 og dæmpe $S \div 5$ Fon; stilles den anden op i passende Afstand fra den første, kunde man vente, at den samlede Dæmpningsevne vilde blive $2 \times (S \div 5)$ Fon. Saa højt naar man dog vanskeligt, men Principets Fordelagtighed er indlysende.

De to Enkeltvægge bør hver især være saa lydtætte som muligt, Luftlaget mellem dem saa tykt som muligt, mindst 5 cm, og der maa ingen som helst Forbindelse være mellem dem, ikke engang et enkelt Søm. Den først opstillede Væghalvdels Inderside kan med Fordel beklædes med Tangmaatter eller andre lydabsorbierende Stoffer, der hindrer, at Lyden kastes frem og tilbage mellem de to haarde Vægflader og derved flere Gange ramme Modtagervæggen.

Ikke fuldt saa lydstandsende som Dobbeltvæggen, men

dog meget virkningsfuld, er en Enkeltvæg (f. Eks. en Væg af Slaggerplader) beslaet med Lægter, paa hvilke man sømmer Træfiberplader, der pudses; gøres dette paa begge Vægsider, stiger Dæmpningen med ca. 16 Fon.

Vinduer. Den meste Gadestøj kommer ind gennem Vinduerne. Gennem et Vindue gaar der langt mere Lyd end gennem en 1/2 Stens Mur af samme Størrelse. Stuens samlede Vinduesareal maa derfor helst være ringe. Lyden forplantes først og fremmest gennem Vinduernes Utætheder (direkte Luftlyd), i mindre Grad ved at Ruderne svinger (indirekte Luftlyd). Derfor bør man ikke høre for meget af Vinduer, der binder. Vinduerne skal ikke blot være tætte i Falsene, der skal ogsaa være Tæthed mellem Vinduet og Muren. Overklæbes utætte Fals med tykt Papir, forøges Lydtætheden stærkt. Uoplukkelige Vinduer er lufttættere og derfor ogsaa lyd tættere end oplukkelige.

Den Lyd, man hører gennem et helt lufttæt Vindue, er indirekte Luftlyd; den bekæmpes ved at gøre Ruderne smaa og tykke, saa de vanskeligere sættes i Svingning, samt ved at bruge Forsatsvinduer.

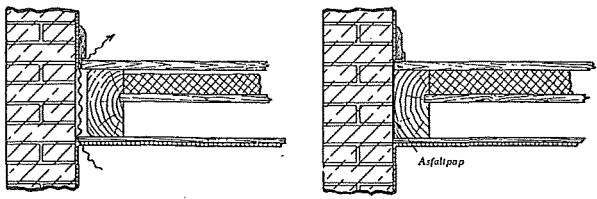
Døre. For Dørene gælder det samme som for Vinduer. Næstefter at Døren selv er lufttæt og slutter lufttæt, ogsaa ved Gulvet, er det af Betydning, at den er tung, saa den ikke kommer i Svingning og udsender indirekte Luftlyd. Dens Godhed i saa Henseende vokser med Vægten pr. m². Beslaaning med Jærnblik forøger Vægt og Lufttæthed og gavner derfor. En Polstring er ret virkningsløs, virker kun ved sin Vægt. Nøglehuller bør undgaaes eller i alt Fald have Klap paa begge Sider.

Hule Døre kan være mere isolerende end massive Døre af samme Vægt pr. m².

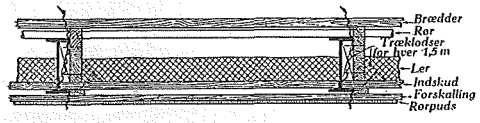
Dobbeldøre virker stærkt lyddæmpende; en saadan Dør bestaaende af 2 massive Døre vil som Regel virke bedre end 1 hul Dør. Polstres Døren bør det være paa Indersiden, men Virkningen er ikke stor. En Portiere virker stærkest mellem Dørene, men ogsaa dens Virkning er ringe.

Ved alle 3 Slags Døre er det vigtigt, at Dørkarm og Dørindfatninger slutter lufttæt til Væggen.

Etageadskillelser. Ligesom for Væggene er det ogsaa for Dækkene Hovedsagen, at de er lufttætte. Kan man høre Tale fra den ene Etage til den anden, skyldes det ofte manglende Tæthed. De fleste Former af Jærnbetondæk er i denne Henseende gode. De almindelige Etageadskillelser af Træbjælker med tykt Lerlag paa Indskudsbrædderne er som Regel en Del ringere, men virker dog tilfredsstillende naar man undgaaer Luftspalter langs Tværmurene (Fig. 3). Derimod har man



3. Trædæk med mangelfuld og god Lydtæthed



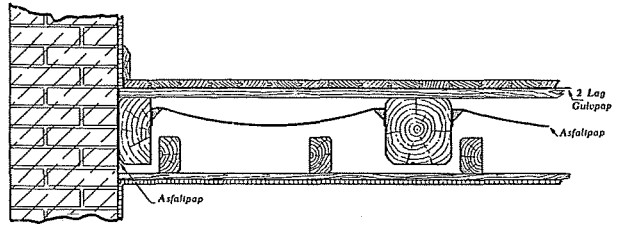
4. Dæk med mangelfuld Lydtæthed

i en Del moderne Huse i Stedet for Træbjælker brugt Jærnbjælker og ikke ført Lerlaget helt hen til disse, saaledes at der langs hver Bjælke findes en lydforplantende Luftkanal (Fig. 4); denne Kanal bør fyldes med tørret Sand.

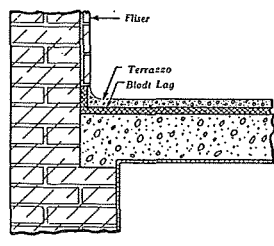
Den indirekte Forplantning af Luftlyd ved Svingninger af Dækket plejer ikke at være generende, med mindre Dimensionerne er usædvanlig spinkle.

Derimod kan Støjen af *Fodtrin* i den overliggende Etage være meget fremtrædende. Her staar man overfor en Berøringslyd, idet Fodtøjets Slag mod Gulvmaterialet sætter dette i Svingninger, der forplanter sig ned i Gulvet til den underliggende Loftslade og fra denne overføres til Luften. Kan man lægge et meget tykt Tæppe paa Gulvet, opstaar Lyden slet ikke, og et blødt Slidlag som Kork, Gummi eller løstliggende Linoleum har en lignende Virkning, men tvinges man til at bruge haardere Slidlag, og da navnlig Fliser og Terrazzo, kan man ikke hindre Trinlydene i at opstaa, og deres Forplantning nedefter vil oftest kun kunne hindres ved at indskyde et lydstandsende Lag mellem Slidlaget og det bærende Dæk.

Dette lydstandsende Lag skal imidlertid have helt andre Egenskaber end et Lag, der skal standse Luftlyd. Et Lag af sammenloddet Metalblik udelukker al direkte Luftlyd, fordi Laget er lufttæt, men er uden Evne til at standse Berøringslyd. Et Luftlag er derimod noget af det bedste til at standse Berøringslyd. Trykker man Øret fast mod en Telefonpæl, hører man den synge; trækker man Øret lidt bort fra Pælen, hører man intet, fordi den mellemværende Luft isolerer. Dette skyldes, at Partikelsvingningerne i den faste Pæl er saa forskellige fra Partikelsvingningerne i Luften, at Lydovergangen volder Vanskelighed. Derfor er lodrette Luftlag i Vægge fortræffelige til at



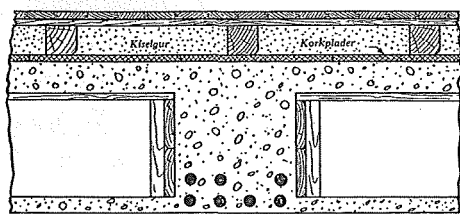
5. Lydtæt Dobbeldæk



6. Trinlydisoleret Betonplade

hindre Berøringslyds Forplantning tværs gennem Væggen, og paa tilsvarende Maade kan man dele et Dæk i to, af hvilke det ene bærer Gulvet, det andet Loftet (Fig. 5), men hyppigst nøjes man med eet bærende Dæk og indskyder det lydstandsende Lag mellem det bærende Lag og Slidlaget (Fig. 6),

og man bruger da et blødt, let eftergivende Stof, f. Eks. Kork, Tangmaatter, Høvlspaanplader, Træfiber- eller Halmplader, hvis Egenskaber nærmer



7. Lydtæt Balsalsgulv

sig Luftens, men som dog er fast nok til at bære Slidlaget. Fig. 7 viser Gulvet i Studenterforeningens Festsal.

Selv om Slidlaget er blødt, vil Trinlyden kunne blive stærkere end ønskeligt, da de bløde Slidlag er tynde og under Fodens Tryk kan sammenpresses saa stærkt, at Blødheden forsvinder. Derfor vil et blødt Lag direkte under Linoleum sjældent være fuldt til fredsstillende, ogsaa af den Grund at Møblerne trykker sig ned i de to bløde Lag. Man bør da mellem disse udstøbe et 3–5 cm tykt Cementmørtellag, helst armeret, hvorved ikke blot Møblernes Tryk, men ogsaa Fodtrykket fordeles, saa det lydstandsede bløde Lag ikke komprimeres i væsentlig Grad. Paa denne Maade opnaas en meget kraftig Trinlydisolering, selv om det bærende Dæk er tyndt.

Støj fra Maskiner. Støjende Maskiner maa — hvis de ikke kan anbringes i en særlig Bygning — isoleres paa anden Maade. En Motor eller anden Maskine, der staar paa et Gulv eller er befæstet til en Væg eller et Loft, vil dels udsende Luftlyd, dels Berøringslyd. Luftlyden standser man ved at gøre Døre og Rummets andre Begrænsninger lydtætte. Berøringslyden standser man ved at indskyde et Korklag eller andet meget elastisk Lag mellem Maskinen og den haarde Bygningsdel, som bærer den*. Man kan ogsaa stille Maskinen paa lyddæmpende Fødder bestaaende af to Dele, der er adskilt fra hinanden med Fjere og bløde Stoffer; Fjerene standser Rystelserne, de bløde Stoffer Lyden.

Støjen fra Ventilatorer mindskes, naar Luftledningen nærmest Ventilatoren udføres som en Segldugsslange, Støjen fra Pumper ved Indskydning af en Gummislange.

Det er ikke altid muligt at standse Berøringslyden umiddelbart ved Lydgiveren, f. Eks. hvis denne er et Hestekøretøj, der passerer forbi Bygningen eller gennem dens Port. Ved Opførelsen af *Det Ny Teater*, der er gennembrudt af en Gade, blev der i de bærende Piller, der staar langs Kørebanen, indlagt Filt indpakket i vandtæt Papir for at standse Berøringslyden paa dens Vej op til Tilskuerpladsens Gulv.

Bedre end at hindre Støjen i at brede sig er det at hindre Støjen i at opstaa. De Maskiner, man installerer, bør derfor ikke støje mere end nødvendigt.

* Se E. Suenson: Byggematerialer II.

Støjen fra Vandledninger stammer ikke fra det i Ledningerne strømmende Vand, men fra Aftapningsstederne.

Naar en Fjerhane pludselig lukkes, og Vandstrømmen pludselig standses, støder denne kraftigt mod Hanen, og Støjen fra dette Stød forplanter sig rundt i Huset gennem Vandrørene. Derfor bør disse ende i en Vindkedel, hvis Luft virker som en Stødpude og mildner Stødene. Blot det, at Vandledningen forlænges i m over øverste Aftapningshane, har en udmærket Virkning.

Disse og andre Vandledningslyde har man været saa bange for, at man i et nyligt bygget københavnsk Hospital ikke har ført Vandledninger til Sygestuerne, men vendt tilbage til det gamle System med Vandkander. Saa radikalt behøver man dog ikke at gaa til Værks; man kan nøjes med at formindske den Hastighed, med hvilken Vandet strømmer ud af Hanerne, hvilket opnaas ved at formindske Vandtrykket enten umiddelbart foran Hanen eller for en hel Etage under eet.

Støjen fra W. C. Udskylningerne er meget kraftig, og den Efterstøj, der ledsager Cisternens Fyldning, er om muligt endnu værre, fordi den er saa vedholdende. Ved at bruge Skyllventiler bliver man helt fri for Cisternen og for al den Støj, der udgaar fra denne saavel før som efter Skyllingen. Selve Skyllstøjen kan ikke fjernes, med mindre man gaar over til de Systemer, ved hvilke Skyllvandet strømmer langsomt til Klosetkummen, hvorefter det — naar Vandspejlet har naaet en vis Højde — pludselig udsuges.

Støjen fra Badekars Fyldning kan være endnu stærkere end Udskylningsstøjen fra W. C.erne. Ligesom Badekar tømmes lydløst, indtil det Øjeblik kommer, da Luften gennembryder Vandspejlet ved Udløbsaabningen, fyldes de ogsaa lydløst fra det Øjeblik, da Vandspejlet naar op over Tilførselsrørets Munding; denne bør derfor ligge nær Bunden.

Hvis man ikke kan hindre de forskellige Slags Vandledningsstøj i at opstaa, maa man søge at lokalisere dem, saa de kun høres i det Rum, hvori de opstaa. Den Lyd, der løber videre gennem Rørene, afgives efterhaanden til Luften og til de Vægge og Dæk, som Rørene er i Forbindelse med. Gennem Sovekamre og andre stilhedkrævende Rum bør der derfor ikke føres Rør, og disse bør heller ikke lægges paa Bagsiden af saadanne Rums Vægge. Har man Valget imellem at lægge Rørene paa en Idermur og paa en Ydermur, er det sidste at foretrække. Det bedste Princip for Rørføring er det fra Hotellerne kendte, hvor alle Til- og Fraførselsledninger er samlede i vide Skakte, der kan bestiges fra Kælderen, og omkring hvilke alle Badeværelser og W. C. er anbragte. Da Rørene fra disse gaar direkte ud i Skakten uden at passere andre Rum, falder alle Isoleringsforanstaltninger bort.

Er man tvunget til at føre Røret gennem et stilhedkrævende Rum, maa Røret isoleres, hvilket ikke skal drøftes nærmere her.