



Forblad

Akustik i laboratoriet og i praksis - Støjbekæmpelse og lydisolations

Vilh. L. Jordan

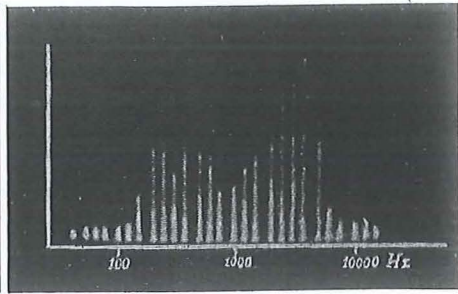
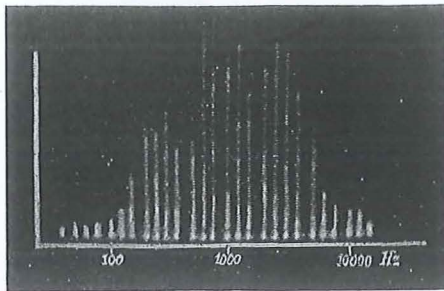
Tidsskrifter

Arkitekten 1940, Ugehæfte

1940

Støjspektre

Gengivelse af fotografiske Optagelser af Støjspektrene for Kontormaskiner, til venstre for Regnemaskine, til højre for Skrivemaskine



Akustik i Laboratoriet og i Praksis

Støjbekæmpelse og Lydisolation

Af Civilingeniør Vilh. L. Jordan

I Tilknytning til Artiklen om Rumakustik i sidste Hæfte bringes her en Behandling af Spørgsmaalet om Støjbekæmpelse og Lydisolation.

Støjmaaling

Til Maaling af Støj benyttes saavel i Laboratoriet som i Praksis en saakaldt objektiv Støjmaaler bestaaende af Mikrofon, Specialforstærker og Instrument justeret i *Phon*. Phon-Skalaen er fremkommet, idet man oprindeligt ved Støjmaaling har sammenlignet Støjen med en 1000 Hz Tone af variabel Styrke, saaledes at man indstillede paa samme Styrke for Støj og Tone. (Den 1000 Hz Tone blev tilført Øret over en Telefon, medens man med det andet Øre lyttede til Støjen).

Styrken af den 1000 Hz Tone angav man ikke direkte i Lydtryk (Dyn/cm^2), men derimod i logaritmisk Maal, saaledes f. Eks.:

$$n \text{ Phon} = 20 \log_{10} \frac{P_1}{P_0}$$

hvor P_0 er den benyttede Referenceværdi ($0,002 \text{ Dyn/cm}^2$, valgt saaledes at den kommer i Nærheden af Ørets Tærskelværdi), P_1 er Lydtrykket af den 1000 Hz Tone, som siges at være paa n Phon.

Idet Øret ikke er lige følsomt for Toner af forskellig Tonehøjde, maa Støjmaalerens Frekvenskarakteristik indrettes saaledes, at den svarer til Ørets Følsomhedskurve.

I nedenstaaende Tabel er angivet en Række Phonværdier for forskellige Lyd- eller Støjkilder:

Tale og Musik

Hvisken	15—30	Phon
Samtale	50—65	—
Radiomusik	50—80	—
Stort Orkester	25—95	—

Støj

Beboelsesrum	25—35	Phon
Kontorer	35—65	—
Restaurant	40—80	—
Fabrik	70—90	—
Kedelsmedie	105—120	—
Gadestøj	30—80	—

Tallene er Eksempler og prætenderer ingen Fuldstændighed.

Støjanalyse

Det er undertiden utilstrækkeligt blot at kende Støjens Styrke i Phon, idet man ofte er interesseret i at vide noget om den spektrale Fordeling i en bestemt Støj, d. v. s. hvilke Tonhøjder, der forekommer i Støjen, og hvor stor Styrken er af de enkelte Komponenter. En saadan Analyse kan foretages med et saakaldt Tonefrekvensspektrometer, der bl. a. indeholder et Katodestraalerør, paa hvis Skærm Støjspektret direkte angives i Størrelse og Udstrækning.

Støjbekæmpelse

Gadestøj

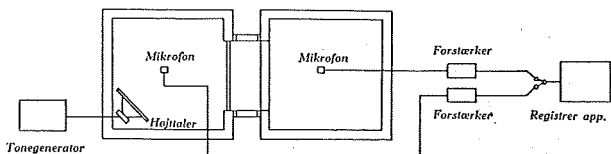
Som Led i Bekæmpelsen af Gadestøjen kan nævnes lovmæssige Forordninger om Signalthorns Styrke og Udblæsningsrørs Dimensionering; men i det store og hele lader den egentlige Gadestøj sig kun indirekte bekæmpe, d. v. s. ved en omhyggelig Lydisolering af Kontorlokaler og private Beboelsesrum. Vinduerne er det svage Punkt, idet Lydgennemgangen her er særlig stor. Dobbeltvinduer med tætsluttende Indfatninger stiller sig noget gunstigere end Enkeltvinduer.

Støj i Kontorlokaler

En væsentlig Støjkilde er Skrive- og Regnemaskiner samt andre Kontormaskiner. En Bestemmelse af Støjspektrene er ønskelig for herudfra at kunne angive de mest passende Dæmpningsmaterialer, nemlig de, som dæmper maksimalt for den Tonhøjde, der er mest udpræget i Støjspektrene. Iøvrigt gælder det som en almindelig Regel, at man paa Steder, hvor det gælder om at dæmpe den Støj, der opstaar i Lokalerne selv, bør anvende saa stærkt dæmpende Stoffer, som overhovedet kan fremskaffes. En Mulighed, som det ofte er gavnligt at benytte, er at lyd-dæmpe selve Støjkilden.

Fabrikker etc.

Paa Fabrikker og i Kraftværker er det ofte umuligt at undgaa en stærk Støj fra Arbejdsmaskiner og Kraftaggregater. Støjen i selve Lokalet kan kun nedsættes ved lyddæmpende Beklædning paa Væggene. Derimod kan der ved Indskud af Dæmpningsmaterialer i Maskinfundamentterne opnaas, at Støjen ikke eller i ringe Grad forplanter sig til tilstødende Lokaler. Ogsaa for Arbejds- og Kraftmaskiner kan en Støjanalyse give Oplysninger af Betydning for en hensigtsmæssig Støjbekæmpelse.



Skematisk Fremstilling af Forsøgsopstilling ved Maaling af en Skillevægs Lydisolering

Maaling af Lydisolation

Skillevægge

Hertil benyttes laboratoriemæssigt to fra hinanden særlig godt lydisolerede Rum, imellem hvilke der findes en Aabning paa 2 à 3 m i Kvadrat, i hvilken der kan indsættes en Prøvevæg. Det ene Rum tjener som Senderrum, d. v. s. her anbringes Lydkilden, som Regel en eller flere Højttalere i Forbindelse med en elektrisk Tonegenerator. I begge Rum anbringes Mikrofoner, der over Forstærkere kan forbindes med et Registrerapparat. Registrerapparatet forbindes f. Eks. først til Mikrofonen i Senderrummet, og idet Tonegeneratorens Frekvens langsomt varieres fra 50 til 10000 Hz samtidig med at Registrerapparatets Tromle bevæger sig, optegnes en Kurve, der angiver Lydenegitætheden i Senderrummet som Funktion af Frekvensen. Der kobles om, saaledes at Registrerapparatet forbindes med Mikrofonen i Modtagerrummet, og Processen gentages. Idet Lydenegitætheden angives logaritmisk (i db = Decibel) d. v. s.

$$i = 10 \log \frac{E_1}{E_0},$$

hvor E_0 i dette Tilfælde er en arbitrær Størrelse, vil Differencen mellem de to Kurvers Niveau direkte angive Væggens Lydisolation i db. Der kommer dog en Korrektionsfaktor til for Modtagerrummet Dæmpning, som bestemmes ved en Efterklangsmåling. Væggens Lydisolation angives som:

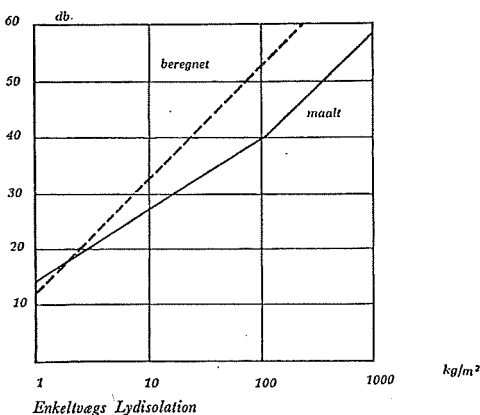
$$D = 10 \log \frac{E_1}{E_2} + 10 \log \frac{A}{F}$$

hvor E_2 er Lydenegitætheden i Modtagerrummet, A er Totalabsorptionen i Modtagerrummet, og F er Prøvevæggens Areal.

Skillevægges Lydisolationsevne

Enkeltvægge

Lydisolationen af Enkeltvægge afhænger i Hovedsagen kun af Vægten pr. Arealenhet (idet den er propor-



tional med Logaritmen til Vægten pr. Arealenhed). Denne Regel gælder dog ikke med synderlig Nøjagtighed, idet ogsaa andre Egenskaber gør sig gældende omend i ringere Grad, nemlig Tykkelse, Bøjningsstivhed og Uregelmæssigheder i Opbygningen. For at Maalingerne skal komme Forholdene i Praksis saa nær som muligt, er det af Betydning, at Prøvevæggen er saa stor som mulig.

Mørtel og Puds er ikke uden Betydning for Lydisolationen, saaledes har f. Eks. en med Cementmørtel muret Væg en noget højere Isolationsevne end en med Kalkmørtel muret, saavel pudset som upudset. Med Pudslag er Isolationen altid bedre end uden, og Forskellen er for det meste anselig. Derimod vokser Isolationsevnen saa godt som ikke ved Overgang fra ensidig pudset til dobbeltsidig pudset Mør. Cementpuds er bedre end Kalkpuds.

Dobbelte eller flerdobbelte Vægge

Lydisolationen af dobbelte og flerdobbelte Vægge følger ikke saa simple Love som Isolationen af Enkeltvægge. Almindeligt kan det siges, at for dybe Toner (10—100 Hz) findes der et Omraade, hvor Dobbeltvæggen isolerer daarligere end Enkeltvæggen af samme Totalvægt, hvorimod Dobbeltvæggen isolerer bedre end Enkeltvæggen ved højere Frekvenser. Beregner man et Middeltal for Isolationsevnen over hele Tone-spektret, ligger dette Middeltal dog højere for Dobbeltvægge end for Enkeltvægge af samme Totalvægt. Dobbeltvægges Isolationsevne nedsættes ofte, naar det af konstruktive Grunde er nødvendigt at forbinde Væggene indbyrdes, idet der herved dannes „Lydbroer“, gennem hvilke Lyden kan overføres fra Væg til Væg.

Luftrummet mellem en Dobbeltvægs to Vægge kan give Anledning til, at der opstaar Tværsvingninger, som virker reducerende paa Isolationen. For at undgaa saadanne Tværsvingninger behøver man blot at beklæde Karmen i Melletrummet med blødt lydabsorberende Materiale, hvorimod det ikke er nødvendigt at fylde hele Melletrummet ud.

Døre og Vinduer

For Døre og Vinduer gælder det først og fremmest om, at de er tætte. Er dette Tilfældet, isolerer de proportionalt med Logarithmen til Arealvægten ganske som Enkeltvægge.

Trin- og Bankelyd

I det foregaaende er behandlet Isolationsevnen af Skillevægge for Luftlyd. Ofte er det imidlertid i langt højere Grad Isolationsevnen overfor Trin- og Bankelyd, som er af Betydning i Bygningskomplekser.

I Laboratoriet benyttes til Maaling af Trinlyd to Rum, det ene over det andet. I det øverste Rum findes i Gulvet en Aabning, i hvilken Prøvegulvet kan anbringes. Der maa sørges for, at Væggene i de to Rum er isoleret fra hinanden (ved Indskud af Dæmpningsmateriale), saaledes at Lyden ikke ad denne Vej kan naa fra det øverste til det nederste Rum.

Til Frembringelse af Bankelyd benyttes som oftest et Bankeapparat bestaaende af flere Faldhammer, der drives af en lille Elektromotor.

Man skelner imellem den Isolationsevne, der skyldes selve Gulvkonstruktionen, og den Forøgelse af Isolationsevnen, der kan opnaas ved at forsyne Gulvet med et fjedrende Underlag, i hvilket Tilfælde altsaa den til Gulvkonstruktionen overførte Bankeimpuls reduceres. Som Maal for Trinlydisolationen benyttes

$$T = L + 10 \log A,$$

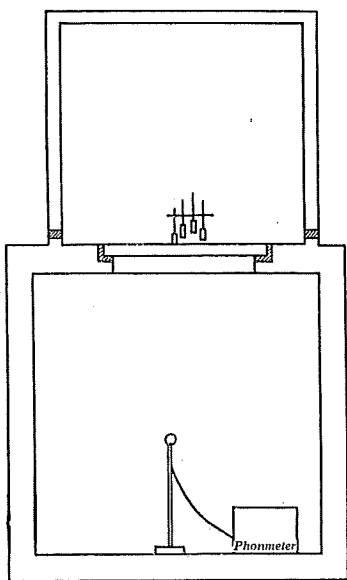
hvor L er Lydstyrken i Phon i det nederste Rum. A er Totalabsorptionen i det nederste Rum (et Middeltal over det for Trinlyden vigtigste Frekvensomraade 100—1200 Hz).

Denne Definition er ikke særlig tilfredsstillende, og Benyttelsen af Phon er i dette Tilfælde ikke helt paa sin Plads. Spørgsmaalet er imidlertid endnu utilstrækkelig undersøgt.

Trinlydisolationen afhænger af Hammerstødernes Styrke og Varighed, ved hurtigt paa hinanden følgende Stød af deres Hyppighed, og naturligvis af Loftets Egenskaber.

Trinlydisolationen kan øges paa to forskellige Maader, enten ved at dæmpe Stødernes Haardhed ved bløde Underlag (Linoleum, Tæpper, Filt) eller ved at anbringe et Lag Dæmpningsmateriale imellem Gulvlaget og selve Etageadskillelsen (svømmende Gulv). Den første Forholdsregel er den bedste, men kan ikke anvendes, hvor der fordres stor Fasthed af Gulvet.

Trinlydsmaalemetoderne er endnu ret uudviklede og hele Spørgsmaalet trænger til grundigere Bearbejdelse. Den spektrale Fordeling i Trinlyden maa undersøges, for at de benyttede Bankeapparater kan udformes saaledes, at Hammerstødene svarer saa nøje som muligt til Trinpaavirkningen.



Skematisk Fremstilling af Forsøgsanordning ved Maaling af Trin- og Bankelyd

Litteratur

A. Schoch: Die physikalischen und technischen Grundlagen der Schalldämmung im Bauwesen.