MINISTERUL TRANSPORTURILOR, CONSTRUCŢIILOR ŞI TURISMULUI

ORDINUL Nr. 195
din 15.02.2005

pentru aprobarea reglementării tehnice

„Normativ privind proiectarea şi execuţia măsurilor de izolare fonică şi a tratamentelor acustice în clădiri (revizuire C 125-1987)", indicativ C 125-05, include NP-014-1996

În conformitate cu art. 38 alin (2) din Legea nr. 10/1995, privind calitatea în construcţii, cu modificările ulterioare,

În temeiul art. 2 pct. 45 şi al art. 5 alin. (4) din Hotărârea Guvernului nr. 412/2004 privind organizarea şi funcţionarea Ministerul Transporturilor, Construcţiilor şi Turismului, cu modificările şi completările ulterioare,

Având în vedere procesul-verbal de avizare nr. 22 / 13.12.2004 al Comitetului Tehnic de Specialitate - CTS 12,

Ministrul transporturilor, construcţiilor şi turismului emite următorul:

ORDIN:

Art. 1. - Se aprobă reglementarea tehnică **„Normativ privind proiectarea şi execuţia măsurilor de izolare fonică şi a tratamentelor acustice în clădiri (revizuire C 125-1987),** indicativ C 125-05, elaborată de către Institutul de Cercetare pentru Echipamente şi tehnologii în Construcţii - ICECON SA. Bucureşti, prevăzută în anexa care face parte integrantă din prezentul ordin.

Art. 2. - Prezentul ordin se publică în Monitorul Oficial al României, Partea I şi intră în vigoare în termen de 30 de zile de la data publicării lui.

Art. 3. - La data intrării în vigoare a prezentului ordin, Ordinul Institutului Central de Cercetare, Proiectare şi Directivare în Construcţii nr. 28/1987 pentru aprobarea reglementării tehnice „Normativ privind proiectarea şi executarea măsurilor de izolare fonică şi a tratamentelor acustice în clădiri", indicativ C 125-1987, publicat în Buletinul Construcţiilor nr. 3/1987, precum şi orice alte dispoziţii contrare îşi încetează aplicabilitatea.

MINISTRU,
Gheorghe DOBRE

Anexa se publică în **Monitorul Oficial al României** Partea I bis şi în **Buletinul Construcţiilor** editat de către Institutul Naţional de Cercetare - Dezvoltare în Construcţii şi Economia Construcţiilor - INCERC Bucureşti.

MINISTERUL TRANSPORTURILOR, CONSTRUCȚIILOR ŞI TURISMULUI

NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA ŞI EXECUTAREA MĂSURILOR DE IZOLARE FONICĂ ŞI A TRATAMENTELOR ACUSTICE ÎN CLĂDIRI (REVIZUIRE C 125/1987), INDICATIV C 125-05

Elaborat de:
Institutul de Cercetări pentru Echipamente şi Tehnologii în Construcții - ICECON SA. Bucureşti

Preşedinte - Dir. General:	prof. dr. ing. dr. h.c. Polidor BRATU
Director Departament:	ing. Aurelia GHINEA
Şef Laborator de încercări:	dr. ing. Vladimir KOLUMBAN
Şef de proiect:	dr. ing. Mariana Cristina STAN
Colaboratori:	conf. dr. ing. Viorica DEMIR
	prof. dr. arh. Marius SMIGELSCKI
	conf. dr. ing. Nicuşor DRĂGAN
	asist. dr. ing. Silviu NĂSTAC
	lect. arh Radu PANĂ

Avizat de:
DIRECȚIA TEHNICĂ - MTCT

Director:	ing Cristian Paul STAMATIADE
Responsabil lucrare:	ing. Paula DRAGOMIRESCU

CUPRINS

1. Generalităţi
1.1. Obiect şi domeniu de aplicare
1.2. Referinţe
1.3. Terminologie
2. Protecţia unităţilor funcţionale din clădiri împotriva zgomotului aerian
2.1. Măsuri de protecţie la surse
2.2. Măsuri de protecţie în spaţiul de recepţie
2.3. Măsuri de protecţie în cadrul căilor de propagare
3. Protecţia unităţilor funcţionale din clădiri împotriva zgomotului de impact
3.1. Măsuri de protecţie la surse
3.2. Măsuri de protecţie în cadrul căilor de propagare
4. Protecţia împotriva zgomotelor produse de instalaţiile şi echipamentele înglobate în clădiri
4.1. Instalaţii de ventilare şi condiţionare a aerului (VCA)
4.2. Instalaţii sanitare
4.3. Instalaţii de încălzire
4.4. Instalaţii electrice
4.5. Echipamente înglobate
4.6 Protecţia împotriva zgomotului din instalaţii propagat pe cale structurală
4.7. Instalaţii de evacuare a deşeurilor menajere

ANEXE
Anexa 1. Recomandări pentru caracterizarea dinamică şi acustică a utilajelor din hale industriale în vederea elaborării proiectelor tehnologice
Anexa 2. Carcase fonoizolatoare
Anexa 3. Metoda de calcul al reducerii de nivel suplimentare Δl_{va} corespunzătoare aplicării unor tratamente vibro-amortizoare pe plăci subţiri
Anexa 4. Determinarea curbei indicelui de atenuare $R_1(F)$ pentru elemente de închidere omogene, într-un strat şi duble
Anexa 5. Valorile indicelui de izolare la zgomot aerian R_w pentru diferite structuri de elemente despărţitoare
Anexa 6. Metodă orientativă de calcul al indicelui de izolare la zgomot aerian R'_w pentru elemente de închidere omogene, într-un strat şi duble
Anexa 7. Valorile coeficienţilor de absorbţie acustică α (f) pentru unele finisaje şi obiecte folosite uzual în construcţii (determinate prin metoda camerei de reverberaţii - STAS 10046/1)
Anexa 8. Metode de determinare a curbei coeficienţilor de absorbţie acustică a, (f) pentru diferite structuri fonoabsorbante
Anexei 9. Valorile indicelui de izolare $L_{n,\,eq,\,o,\,w}$ pentru planşee din beton armat
Anexa 10. Imbunătăţirea izolării la zgomot de impact ΔL_w pentru diferite tipuri de pardoseli
Anexa 11. Calculul indicelui de îmbunătăţire a izolării la zgomot de impact, ΔL_w corespunzător unei pardoseli pe dală flotantă
Anexa 12. Elemente de calcul acustic al instalaţiilor VCA

NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA ŞI EXECUTAREA MASURILOR DE IZOLARE FONICĂ ŞI A TRATAMENTELOR ACUSTICE ÎN CLĂDIRI	indicativ C125-05 înlocuieşte 125-87

1. GENERALITĂŢI

1.1. Obiect şi domeniu de aplicare

1.1.1. Prezentul normativ se referă la aspectele cele mai generale legate de reglementarea regimului de zgomot din toate tipurile de clădiri. In scopul asigurării condiţiilor admisibile de confort acustic, prevăzute în actele normative în vigoare sau în reglementări speciale cu caracter limitat. Normativul se utilizează încă din primele faze de proiectare, pentru adoptarea măsurilor de ordin acustic, astfel încât să evite apariţia unor situaţii greu de rezolvat în fazele următoare ale proiectării. De asemenea, normativul atrage atenţia asupra aspectelor ce trebuie urmărite cu prioritate pentru evitarea unor erori de execuţie care pot compromite buna funcţionare a măsurilor proiectate.

Pentru aplicarea operativă a normativului, fiecare capitol este structurat pe trei părţi:

- generalităţi;
- elemente de proiectare:
- recomandări pentru executarea lucrărilor.

1.1.2. Protecţia faţă de zgomot este definită, conform Normativului privind protecţia la zgomot, de şase condiţii tehnice specifice:

• Protecţia faţă de zgomotul aerian provenit din exteriorul clădirii.

• Protecţia faţă de zgomotul aerian provenit dintr-un alt spaţiu închis.

• Protecţia împotriva zgomotului de impact.

• Protecţia faţă de zgomotul produs de echipamentele şi instalaţiile tehnice ale clădirii.

• Protecţia împotriva zgomotului reverberat excesiv şi zgomotului produs în spaţiul respectiv.

• Protecţia mediului înconjurător faţă de zgomotul produs de surse din interiorul clădirilor şi construcţiilor, sau în legătură cu acestea.

Detalierea acestor condiţii tehnice este făcută în „Normativul privind protecţia la zgomot".

1.1.3. În spiritul prezentului normativ se consideră că se obţin rezultate optime în situaţia în care, pentru asigurarea confortului acustic, măsurile de protecţie acustică se adoptă concomitent pe întregul parcurs „sursă de zgomot - mediu de propagare - spaţiu de recepţie (unitate funcţională protejată) ".

Sursele de zgomot luate în considerare în prezentul normativ pot acţiona în interiorul unităţii funcţionale ce se protejează sau în exteriorul ei. Ele pot reprezenta:

- surse exterioare de zgomot;
- activităţi curente ale utilizatorilor clădirii, în exploatarea normală a acesteia;
- funcţionarea echipamentelor şi instalaţiilor din clădire sau din afara ei.

1.1.3.1. Măsurile de protecţie fonică adoptate la sursă trebuie să conducă la obţinerea unei puteri acustice radiate minime, respectiv la un nivel de zgomot minim în imediata apropiere.

1.1.3.2. Mediul de propagare al zgomotului de la sursă la spaţiul de recepţie poate fi fluid (în mod preponderent aerian, în cazul prezentului normativ) sau solid. Zgomotele provenite de la sursă se propagă spre spaţiul de recepţie pe ambele căi (zgomot aerian sau zgomot structural) sau în mod preponderent, pe una dintre ele.

Măsurile de protecţie fonică adoptate pe parcursul căilor de propagare presupun realizarea unor neomogenităţi (disipatori energetici) pe aceste căi.

În cazul propagării zgomotului prin aer, neomogenităţile sunt reprezentate, în principal, de elemente constructive caracterizate de impedanţe acustice mult superioare impedanţei aerului (de ex.: pereţi, planşee).

În cazul propagării zgomotului prin solid, neomogenităţile sunt reprezentate de discontinuităţi realizate în cadrul căii de propagare, caracterizate de impedanţe acustice mult inferioare impedanţei căii considerate (elemente elasto-amortizoare-disipative).

1.1.3.3. Măsurile de protecţie fonică ce se aplică spaţiului de recepţie (unitate funcţională ce se protejează) presupun:

- reducerea puterii acustice de radiaţie a surselor interioare;
- absorbţie acustică ridicată (tratamente fonoabsorbante).

1.1.4. Tehnica protecţiei acustice a unităţilor funcţionale împotriva zgomotelor ce provin pe cale aeriană sau structurală de la diverse surse presupune adoptarea unor măsuri cu caracter general, ale caror principii de bază sunt prezentate în capitolele 2 şi 3 ale normativului. Aspecte particulare ale problemei, legate de funcţionarea unor surse de largă răspândire în clădiri, sunt prezentate în cap. 4.

1.2. Referinţe

1.2.1. Prezentul normativ reprezintă documentul de bază privind aplicarea măsurilor de protecţie acustică în toate tipurile de clădiri, în baza limitelor admisibile şi condiţiilor stabilite prin „Normativul privind protecţia la zgomot".

Pentru probleme speciale, prevederile prezentului normativ sunt detaliate în următoarele acte normative:

• GP 001-96 Protecţia la zgomot. Ghid de proiectare şi execuţie a zonelor urbane din punct de vedere acustic.

• P 121-89 Instrucţiuni tehnice pentru proiectarea şi executarea măsurilor de protecţie acustică şi antivibratilă la clădiri industriale.

• P 122-89 Instrucţiuni tehnice pentru proiectarea măsurilor de izolare fonică la clădiri civile, social-culturale şi tehnico-administrative.

• P 123-89 Instrucţiuni tehnice pentru proiectarea şi execuţia sălilor de audiţie publică din punct de vedere acustic.

• C 300-94 Normativ de prevenire şi stingere a incendiilor pe durata executării lucrărilor de construcţii şi instalaţii aferente acestora.

• GP 037-98 Normativ pentru alcătuirea şi executarea pardoselilor.

1.2.2. Aplicarea întregului grup de instrucţiuni tehnice de la pct. 1.2.1. se face în conexiune cu prevederile următoarelor standarde:

a. standarde şi norme de limite admisibile:

1. STAS 10009-88 - Acustica în construcţii. Acustica urbană. Limite admisibile ale nivelului de zgomot.
2. STAS 9783/0-84 - Acustica în construcţii. Parametri pentru proiectarea şi verificarea acustică a sălilor de audiţie publică. Clasificarea şi limite admisibile.
3. STAS 11336/1-80 - Acustica psihofiziologică. Evaluarea încadrării în limita admisibilă a nivelului de zgomot pentru evitarea pierderii auzului.
4. STAS 11336/2-80 - Acustica psihofiziologică. Evaluarea încadrării în limita admisibilă a nivelului de zgomot pentru activităţi cu diferite grade de solicitare a atenţiei.
5. Norma generală de protecţia muncii - 2002
6. PI 18-99 Norme tehnice de proiectare şi realizare a construcţiilor privind protecţia la acţiunea focului.

b. standarde de măsurări acustice şi evaluare:

1. STAS 11287-79 - Acustica fizică. Mărimi de referinţă pentru niveluri acustice.

2. STAS 6161/1-89 - Acustica în construcţii. Măsurarea nivelului de zgomot în construcţii civile. Metode de măsurare.

3. STAS 6161/2-89 - Acustica în construcţii. Măsurarea capacităţii de izolare la zgomot aerian a elementelor despărţitoare de construcţii şi a faţadelor. Metode de măsurare.

STAS 6161/3-82 - Acustica în construcţii. Determinarea nivelului de zgomot în localităţile urbane. Metodă de determinare.

STAS 6161/4-89 - Acustica în construcţii. Măsurarea capacităţii de izolare la zgomot de impact a elementelor de construcţii. Metode de măsurare.

4. STAS 6691-84 - Acustica în construcţii. Metodă de măsurare a duratei de reverberaţie.

5. STAS 7150-83 - Acustica în industrie. Metode de măsurare a nivelului de zgomot în industrie.

6. STAS 10046/1-75 - Fizica construcţiilor. Determinarea coeficientului de absorbţie acustică al materialelor prin metoda camerei de reverberaţie.

STAS 10046/2-75 - Fizica construcţiilor. Determinarea coeficientului de absorbţie acustică al materialelor prin metoda interferometrului acustic.

7. STAS 10968/1-78 - Acustica în construcţii. Nivelul zgomotelor produse de armăturile din instalaţiile sanitare. Metodă de măsurare în laborator.

8. STAS 12203/1-83 - Acustica în construcţii. Determinarea nivelului de putere acustică în camerele anecoice şi semianecoice. Metodă de determinare.

STAS 12203/2-83 - Acustica în construcţii. Proiectarea camerelor anecoice şi semianecoice. Prescripţii generale.

9. SR EN ISO 717-1 - Acustica. Evaluarea izolării acustice a clădirilor şi a elementelor de construcţii. Partea 1: Izolarea la zgomot aerian.

SR EN ISO 717-2 - Acustica. Evaluarea izolării acustice a clădirilor şi a elementelor de construcţii. Partea 2: Izolarea la zgomot de impact.

10. SR EN ISO 1 1654 - Acustică. Absorbanţi acustici utilizaţi în clădiri. Evaluarea absorbţiei acustice.

11. SREN ISO 140-1 - Acustica. Măsurarea izolării acustice a clădirilor şi a elementelor de construcţie. Partea 1: Condiţii pentru laboratoare de încercare fără transmisii colaterale.

12. SREN ISO 140-3 - Acustica. Măsurarea izolării acustice a clădirilor şi a elementelor de construcţie. Partea 3: Măsurarea în laborator a izolării la zgomot aerian a elementelor de construcţie.

13.SREN ISO 140-4 - Acustica. Măsurarea izolării acustice a clădirilor şi a elementelor de construcţie. Partea 4: Măsurarea în laborator a izolării la zgomot de impact a elementelor de construcţie.

14. SREN ISO 140-5 - Acustica. Măsurarea izolării acustice a clădirilor şi a elementelor de construcţie. Partea 5: Măsurători in situ ale transmisiei zgomotelor aeriene prin elemente de faţadă şi faţade.

15. SREN ISO 140-6 - Acustica. Măsurarea izolării acustice a clădirilor şi a elementelor de construcţie. Partea 6: Măsurarea în laborator a transmisiei zgomotelor de impact prin planşee.

16. SREN ISO 140-7 - Acustica. Măsurarea izolării acustice a clădirilor şi a elementelor de construcţie. Partea 7: Măsurarea in situ a transmisiei zgomotelor de impact prin planşee.

17. SR EN ISO 140-9 - Acustica. Măsurarea izolării acustice a clădirilor şi a elementelor de construcţie. Partea 9: Măsurarea în laborator a izolării la zgomot aerian dintre două camere printr-un plafon suspendai cu spaţiu de aer intermediar.

1.3. Terminologie

Terminologia utilizată în prezentul normativ este conformă cu: STAS 1957/1-88 - Acustica. Terminologie. Acustica fizică.

STAS 1957/2-88 - Acustica. Terminologie. Acustica psiho-fiziologică.

STAS 1957/3-88 - Acustica. Terminologie. Acustica în construcţii şi transporturi.

2. PROTECŢIA UNITĂŢILOR FUNCŢIONALE DIN CLĂDIRI ÎMPOTRIVA ZGOMOTULUI AERIAN

Unităţile funcţionale din clădiri se protejează împotriva zgomotului provenit de la surse care funcţionează în exteriorul sau interiorul lor.

Pentru ambele cazuri protecţia se realizează prin:

• măsuri de protecţie la surse (având ca efect reducerea zgomotului radiat de surse), conform paragrafului 2.1;

• măsuri de protecţie în spaţiul de recepţie (având ca efect asigurarea absorbţiei acustice în interiorul unităţii funcţionale), conform paragrafului 2.2.

În cazul zgomotului provenit de la surse ce funcţionează în exteriorul unităţii funcţionale, se impun şi:

• măsuri de protecţie în cadrul căilor de propagare (având ca efect protecţia unităţilor funcţionale prin elementele de închidere sau de compartimentare) conform paragrafului 2.3.

2.1. Măsuri de protecţie la surse

2.1.1. Sursele de zgomot, luate în considerare în prezentul normativ, pot acţiona în interiorul unităţii funcţionale ce se protejează sau în afara clădirii. Ele pot fi constituite din:

- activităţi curente ale utilizatorilor clădirii, în exploatarea normală a acesteia;
- funcţionarea echipamentelor şi instalaţiilor din clădire şi din afara ei;
- funcţionarea unor utilaje şi/sau mijloace de transport în trafic.

2.1.2. Valorile nivelurilor de zgomot caracteristice funcţionării principalelor utilaje şi aparate din clădirile de locuit şi social-culturale, precum şi ale desfăşurării diverselor activităţi specifice acestora, sunt prezentate în instrucţiunile tehnice P 122.

2.1.3. Zgomotul aerian, produs de surse situate în interiorul sau exteriorul unităţii funcţionale ce se protejează, se reduce prin:

- selectarea corespunzătoare a surselor şi reglementarea utilizării acestora, conform paragrafului a.
- utilizarea unor sisteme locale de protecţie acustică, conform paragrafului b (carcase fonoizolatoare şi ecrane de protecţie acustică).

a. Selectarea corespunzătoare a surselor şi reglementarea utilizării acestora

2.1.4. Prin selectarea corespunzătoare a surselor şi reglementarea utilizării lor se urmăreşte să se obţină:

- diminuarea nivelului de zgomot produs de surse;
- reducerea caracterului semnificativ al zgomotului produs de surse.

2.1.4.1. Diminuarea nivelului de zgomot emis de surse se realizează prin adoptarea, încă de la faza de proiectare tehnologică, a unor echipamente cât mai silenţioase, dotate, eventual, cu accesorii de protecţie acustică, realizate fie de producător, fie proiectate ulterior conform paragrafului b din prezentul capitol.

În cazul clădirilor industriale, unde acţionează numeroase maşini şi agregate grele, proiectele tehnologice vor conţine în mod obligatoriu, o fişă de calcul acustic al obiectivului industrial conform Instrucţiunilor tehnice P 121, în scopul punerii în evidenţă a acelor diluaţii în care sunt posibile depăşiri ale limitelor acustice admisibile, prevăzute de reglementările tehnice în vigoare. Elaborarea acestei fişe se face pe baza datelor conţinute în normele interne sau caietele de sarcini pentru maşini şi agregate redactate în conformitate cu << Recomandări pentru caracterizarea dinamică şi acustică a utilajelor din hale industriale >> **(ANEXA 1)**.

2.1.4.2. Reducerea caracterului semnificativ al zgomotului în cazul clădirilor civile şi social-culturale se realizează prin adoptarea de programe concrete de utilizare a surselor, astfel

încât acestea să funcţioneze în acele perioade în care ele conduc la un aport informaţional minim (fie că zgomotul produs de ele este mascat de zgomote care au un caracter de mare utilitate pentru clădirea respectivă, fie că acesta nu survine decât în acele perioade de timp în care utilizatorii clădirii nu îl recepţionează).

În cazul clădirilor industriale, reducerea caracterului semnificativ al zgomotului se realizează în conformitate cu prevederile instrucţiunii tehnice P 121, privind încadrarea diverselor hale industriale în clase de randament acustic.

b. Carcase fonoizolatoare

2.1.5. Carcasele fonoizolatoare sunt elemente constructive spaţiale care au ca scop atenuarea transmiterii zgomotului produs de o sursă în mediul înconjurător, prin acoperirea totală a acesteia.

Prin intermediul carcasei se mai realizează şi:

- preîntâmpinarea unor eventuale accidente ce s-ar putea produce datorită contactului nemijlocit cu utilajele:
- climatizarea utilajelor etc.

Modul de realizare al carcaselor şi clasificarea acestora, în funcţie de alcătuire, asigurarea unor necesităţi tehnologice, posibilităţi de vizitare etc, se prezintă în **ANEXA 2**.

2.1.6. Carcasele pot fi amplasate, faţă de surse, într-unul din cele două moduri:

- în afara limitelor câmpului acustic apropiat corespunzător sursei:
- în interiorul limitelor câmpului acustic apropiat corespunzător sursei.

2.1.7. Stabilirea câmpul acustic apropiat al unei surse se face conform fig. 2.1

Elemente de proiectare

2.1.8. Pentru un punct exterior carcasei, reducerea nivelului de zgomot în funcţie de frecvenţă, $\Delta L_c(f)$, prin carcasarea completă, va fi dată de relaţia:

$\Delta L_c(f) = L1(f) - L_2(f)$ [dB] **(2.1.)**

în care:

L1(f) - nivelul de zgomot, în punctul respectiv, în absenţa carcasei, în dB;

L1(f) - nivelul de zgomot, în punctul respectiv, după carcasare, în dB.

Valoarea $\Delta L_c(f)$se poate obţine prin:

- măsurări acustice, „in situ" sau în laborator (pe modele);
- calcul.

Domeniul util de frecvenţă care trebuie avut în vedere depinde de caracteristicile spectrale ale sursei ce se carcasează.

2.1.9. Standardul de referinţă pentru determinarea valorii ΔL_c (f), pentru măsurări acustice «in situ» este STAS 7150, iar pentru măsurări acustice în laborator este STAS 12203/1.

2.1.10. Determinarea valorii ΔL_c (f), în calcul, pentru carcase alcătuite din panouri identice ca structură se poate face, orientativ, cu relaţia:

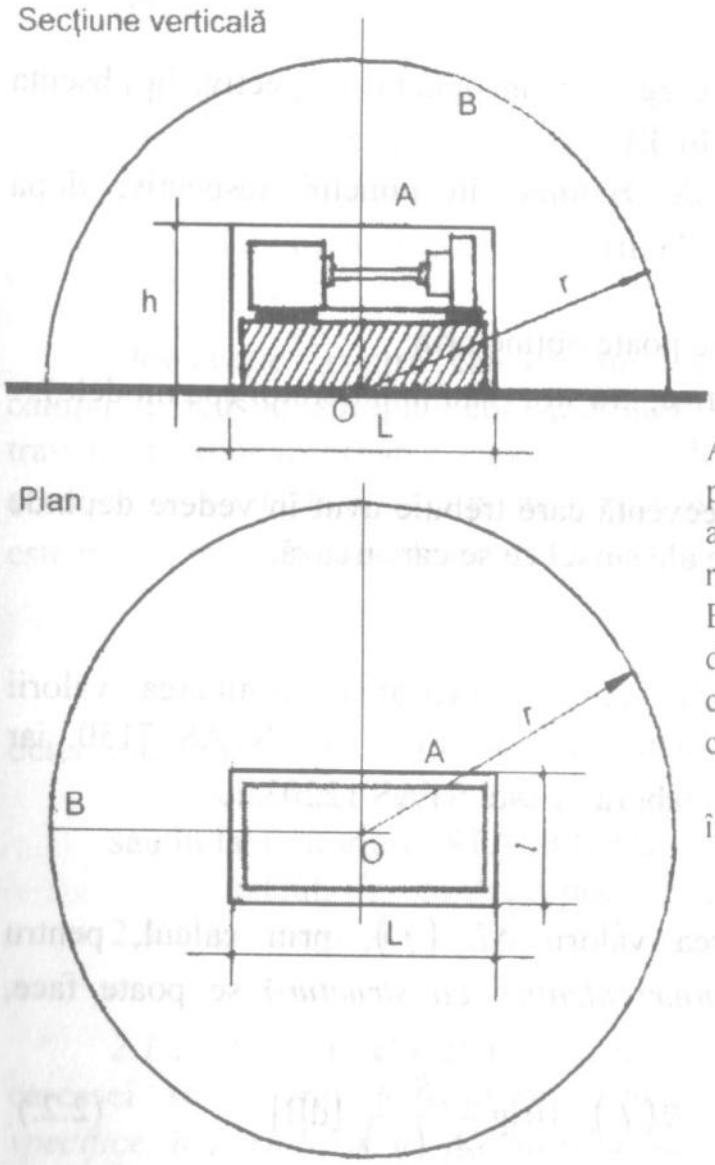
$$\Delta L_c(f) = R(f) - 10\lg\frac{S}{A_i(f)}\text{[dB]} \qquad (2.2.)$$

în care:

R(f) - indicele de atenuare acustică corespunzător structurii panourilor constituente ale carcasei, în dB;

S - aria totală a intradosului carcasei, în m^2;

$A_i(f)$- aria echivalentă de absorbţie acustică a intradosului carcasei, în m^2.



A – reprezintă paralelipipedul de aproximație al utilajului real, de dimensiuni L, l, h;
B – reprezintă emisfera de aproximație a limitei câmpului acustic apropiat, caracterizată prin „r"

$$r = \max \{L; 2h\}$$

în care:

L = cea mai mare dimensiune a dreptunghiului de bază;
h = înălțimea paralelipipedului de aproximație a utlilajului real.

Fig. 2.1. – Stabilirea limitelor câmpului acustic apropiat, corespunzător unei surse de zgomot

Relația (2.2.) este valabilă în situațiile în care:

- carcasa este amplasată în afara limitelor câmpului acustic apropiat corespunzător sursei:
- carcasa este amplasată în interiorul limitelor câmpului acustic apropiat corespunzător sursei, dar are prevăzut la intradosul ei un tratament intens fonoabsorbant, caracterizat de coeficienți de absorbție acustică $\alpha_1(f) \geq 0{,}80$, pentru întreg domeniul util de frecvență.

Observație: Pentru carcase amplasate în interiorul limitelor câmpului acustic apropiat corespunzător sursei, având pe intrados tratamente fonoabsorbante caracterizate de coeficienții de absorbție acustică $\alpha_1(f) < 0{,}80$, nu poate fi aplicată relația (2.2). în acest caz este necesară efectuarea de măsurări acustice conform punctului 2.1.9.

2.1.10.1. Indicele de atenuare acustică R(f) se poate determina prin:

- standardul de referinţă pentru măsurări acustice „in situ" sau în laborator este STAS 6161/2;
- calcul, în conformitate cu prevederile subcapitolului 2.3.1. şi Anexei 4.

2.1.10.2. Aria echivalentă de absorbţie acustică a intradosului carcasei se determină conform *Ghidului privind performantele specifice materialelor şi alcătuirilor de construcţii - Cerinţa de calitate „ Protecţia la zgomot"*.

2.1.11. În cazul unor carcase alcătuite din panouri cu structuri diferite, determinarea valorii $\Delta L_c(f)$ prin calcul, se face, în mod acoperitor, cu relaţia (2.2.) în care R(f) reprezintă cea mai mică valoare a indicilor de atenuare acustică corespunzători diferitelor de panouri constituente.

2.1.12. În cazul în care pe suprafaţa unei carcase se aplică tratamente vibroamortizoare eficace (având coeficienţii de amortizare internă $\eta > 10^{-2}$). la valoarea $\Delta L_c(f)$ calculată cu relaţia (2.2) se adaugă reducerea suplimentară de nivel $\Delta L_{va}(f)$. Pentru alegerea materialului şi a coeficientului η asociat, se va consulta tabelul 10 din instrucţiunea tehnică P121.

Tratamentele vibroamortizoare eficace, luate în considerare în acest caz, sunt alcătuite din plăci subţiri din mase plastice, folii metalice etc, aplicate pe carcasă prin intermediul unor straturi din materiale de mică rigiditate dinamică (de exemplu: pâsle, poliuretan spongios etc).

Valoarea $\Delta L_{va}(f)$ se poate determina prin:

- măsurări acustice în laborator;
- calcul, conform **ANEXEI 3**.

2.1.13. Atunci când, la o carcasă trebuie prevăzute deschideri pentru ventilarea surselor sau pentru controlul acestora, proiectarea se va face de la caz la caz. cu concursul unor specialişti din domeniu.

2.1.14. În cazul folosirii unor materiale combustibile la executarea carcaselor sau în cazul carcasării unor utilaje care lucrează la temperaturi ridicate, la proiectarea carcaselor se va ţine seama de prevederile Normativului de siguranţă la foc a construcţiilor indicativ P118.

Recomandări pentru executarea lucrărilor

2.1.15. La montarea carcaselor fonoizolatoare se va acorda o grijă deosebită asamblării corecte a panourilor constituente astfel încât carcasele obţinute să fie cât mai etanşe din punct de vedere acustic.

2.1.16. În cazul carcaselor fonoizolatoare amplasate în interiorul câmpului acustic apropiat al unei surse, se va avea în vedere pozarea cât mai corectă a carcasei astfel încât să se elimine posibilitatea apariţiei unor contacte rigide între aceasta şi sursă.

2.1.17. Tratamentul fonoabsorbant (de pe intradosul carcasei) şi cel vibroamortizor (de pe suprafaţa exterioară) se vor aplica astfel încât să se elimine pericolul desprinderii treptate pe durata exploatării carcasei.

2.1.18. Schimbarea materialelor şi a soluţiilor constructive prevăzute în documentaţia tehnică se va face numai cu acordul proiectantului.

c. Ecrane de protecţie acustică (aplicate la sursă)

2.1.19. Prin ecrane de protecţie acustică (aplicate la sursă) se înţeleg alcătuiri plane sau spaţiale din panouri sau alte elemente Constructive care maschează parţial sursa de zgomot faţă de punctele recepţie considerate şi care sunt amplasate în interiorul câmpului acustic apropiat al sursei (definit în figura 2.I.).

2.1.20. Ecranele de protecţie acustică pot fi alcătuite din:

- elemente opace (plăci metalice, produse lemnoase, zidărie de cărămidă, beton armat etc);

- elemente transparente (foi de sticlă sau cărămizi din sticlă, policarbonat, plexiglass etc), folosite atunci când trebuie să se asigure un control vizual, permanent asupra sursei.

Elemente de proiectare

2.1.21. Dimensiunea minimă *l* a unui ecran de protecție acustică, trebuie să îndeplinească condiția:

$$l \geq \frac{340}{f_o} \text{ [m]} \qquad \textbf{(2.3.)}$$

în care:

f_o, în Hz, este frecvența cea mai joasă a domeniului în care ecranul trebuie să producă atenuări ale zgomotului produs de sursă.

2.1.22. Eficacitatea ecranelor de protecție acustică se manifestă în zone de umbră acustică creată de acestea. Zona de umbră acustică poate fi determinată grafic ducând raze din centrul geometric *O* al dreptunghiului de bază al paralelipipedului ce aproximează utilajul real (vezi fig.2.1.), pe conturul ecranului.

2.1.23. Valoarea $\Delta L_{es}(f)$ cu care se atenuează nivelul de zgomot într-un punct din interiorul zonei de umbră acustică (fig. 2.2.), prin prezența unui ecran de protecție acustică, se poate determina prin:

- măsurări acustice "in situ";
- calcul.

Reducerea nivelului de zgomot $\Delta L_{es}(f)$, prin măsurări „in situ", se obține utilizându-se standardul de referință STAS 7150, determinând nivelul de zgomot $L^o_s(f)$ într-un punct în absența ecranului, Ls(*f*), în acelaşi punct, după introducerea ecranului şi aplicând relația:

$$\Delta L_{es}(f) = L^o_s(f) - L_s(f) \text{ [dB]} \qquad \textbf{(2.4.)}$$

Prin calcul, reducerea nivelului de zgomot $\Delta L_{es}(f)$, exprimată în procente din indicele de atenuare sonoră R*(f)*, asociat structurii ecranului, se obține cu ajutorului diagramei din fig. 2.3. în funcție de raportul h/λ unde:

h - înălțimea ecranului deasupra planului ce cuprinde punctele caracteristice emisie-recepție;

λ - lungimea de undă. în metri, $\lambda = \frac{c}{f}$;

c - viteza de propagare a sunetului în aer (340 m/s);

f - frecvența sunetului, în Hz.

Având ca elemente cunoscute:

- spectrul de zgomot al sursei emitente;
- nivelul de zgomot admisibil în zona de recepție, cu ajutorul diagramei din fig. 2.3. se poate obține:

• fie h, înălțimea de calcul a ecranului, deasupra planului ce cuprinde punctele E, M(vezi flg. 2.2.);

• fie structura constructivă a ecranului căruia i se asociază o anumită diagramă R(f) a indicelui de atenuare.

Observație: Indicele de atenuare R(f), corespunzător structurii constructive a ecranului, se determină prin:

- măsurări acustice "in situ" sau în laborator, utilizându-se standardul de referință STAS 6161/2;
- calcul, conform paragrafului 2.3.1 şi **ANEXA 4**.

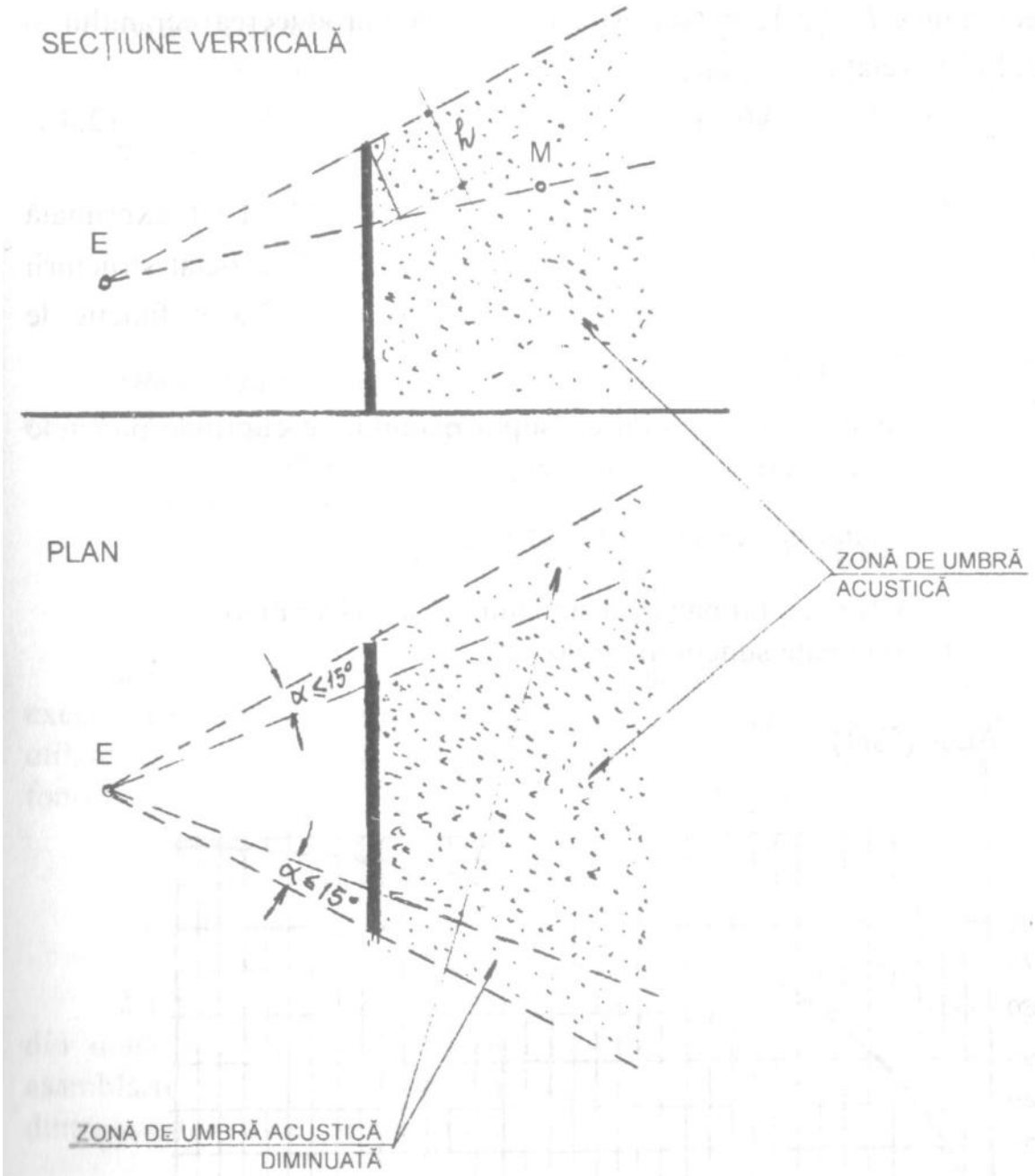


Fig. 2.2. – Zone de umbră acustică în spatele ecranului

2.1.24. În cazul folosirii unor materiale combustibile, la executarea ecranelor de protecție acustică, sau în cazul ecranării unor utilaje care lucrează la temperaturi ridicate, proiectarea ecranelor fonoizolatoare se va face conform prevederilor de la pct. 2.1.14.

Recomandări pentru executarea lucrărilor

2.1.25. La montarea ecranelor de protecţie acustică, alcătuite din două sau mai multe panouri, se va acorda o grijă deosebită asamblării corecte a panourilor constituente, astfel încât rosturile dintre acestea să fie cât mai etanşe.

2.1.26. Pozarea ecranelor de protecţie acustică faţă de sursă se va face astfel încât să se elimine posibilitatea apariţiei unor contacte rigide între acestea şi surse.

2.1.27. Schimbarea materialelor prevăzute în documentaţia tehnică va fi se poate face numai cu acordul proiectantului.

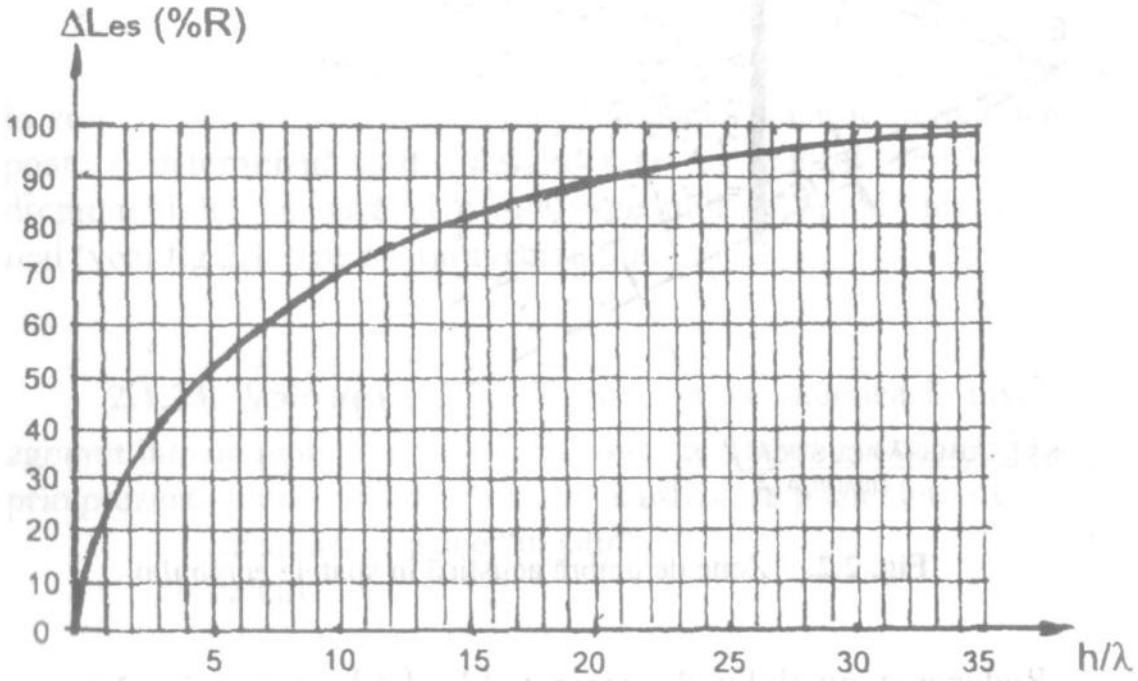


Fig. 2.3. – Reducerea nivelului de zgomot ΔLes (% R), prin amplasarea unui ecran în câmpul apropiat al unei surse

2.2. Măsuri de protecţie în spaţiul de recepţie
(asigurarea absorbţiei acustice în interiorul unităţilor funcţionale)

2.2.1. Reducerea zgomotului aerian în spaţiul de recepţie, prin absorbţie acustică, se realizează pe baza amplasării în acel spaţiu a unor suprafeţe sau corpuri capabile să disipeze în mare măsură energia acustică a undelor incidente. Aceste suprafeţe sau corpuri sunt denumite *tratamente fonoabsorbante.*

2.2.2. Reducerea nivelului de zgomot ca urmare a aplicării unor tratamente fonoabsorbante în interiorul spaţiului de recepţie ΔL_A, se poate determina prin:

- măsurări acustice "in situ";
- calcul.

2.2.3. Determinarea, prin calcul, a reducerii nivelului de zgomot, ΔL_A, ca urmare a aplicării unor tratamente fonoabsorbante în interiorul spaţiului de recepţie, se face astfel:

a) în cazul încăperilor în care se obţine un câmp acustic difuz (la care zgomotul provine de la surse exterioare încăperii sau în cazul încăperilor caracterizate printr-un nivel de zgomot uniform ce provine din vorbit sau surse acustice cu dimensiuni relativ mici - maşini de scris, ventilatoare, aspiratoare etc, care se pot înscrie în sfere cu rază mai mică de 50 cm), reducerea de nivel se poate calcula conform Ghidului privind performanţele specifice materialelor şi alcătuirilor de construcţii - Cerinţa de calitate "Protecţia la zgomot".

b) în cazul încăperilor în care acţionează o singură sursă de zgomot de dimensiuni mari. reducerea ΔL_A se determină în funcţie de distanţa de la sursă şi de suprafaţa echivalentă de absorţie corespunzătoare încăperii, utilizând diagrama din figura 2.3.

c) în cazul încăperilor de mari dimensiuni în care acţionează numeroase surse de zgomot de dimensiuni relativ mari, reducerea de nivel se poate calcula pe baza metodologiei de calcul prezentată în instrucţiunile tehnice P 121-83 (cap. 2, pct. 2.2.).

Principalele tipuri de tratamente fonoabsorbante utilizate curent, sunt:

a) Plăci (saltele) din materiale poroase (cu porozitate deschisă) şi structuri realizate pe baza acestora:

b) Membrane vibrante:

c) Structuri fonoabsorbante mixte (alcătuite din plăci poroase şi membrane vibrante);

d) Structuri rezonatoare fonoabsorbante.

Prezentarea detaliată a acestor tipuri de tratamente se face în Ghidul privind performanţele specifice materialelor şi alcătuirilor de construcţii - Cerinţa de calitate "Protecţia la zgomot".

2.2.4. Coeficientul $\alpha_1(f)$ corespunzător suprafeţei S_1 se determină prin:

- măsurări acustice de laborator;
- calcul.

2.2.4.1. Standardul de referinţă pentru determinarea coeficientului $\alpha_1(f)$ prin măsurări acustice de laborator este STAS 10046/1,2.

În **ANEXA 7** a prezentului normativ sunt prezentate valorile coeficientului de absorbţie acustică $\alpha(f)$ pentru principalele finisaje iau suprafeţe tradiţionale în construcţii, determinate prin măsurări acustice în laborator.

În **ANEXA 2** la Instrucţiunile tehnice P 123 sunt prezentate valorile coeficientului de absorbţie acustică $\alpha\ (f)$ pentru diverse tratamente fonoabsorbante folosite uzual în clădiri social-culturale şi hale industriale.

2.2.4.2. Determinarea coeficientului de absorbţie acustică $\alpha(f)$ prin calcul se poate face, aproximativ, conform **ANEXA 8**.

2.2.5. În interiorul spaţiului de recepţie pot fi:

- elemente de mobilier sau ornamentale (tară calităţi fonoabsorbante deosebite);
- alcătuiri speciale fonoabsorbante (de exemplu corpuri fonoabsorbante piramidale - fig. 2.13.).

2.2.6. Suprafaţa echivalentă de absorbţie acustică $A_k(f)$ corespunzătoare unui corp din interiorul spaţiului de recepţie se determină prin măsurări acustice de laborator în conformitate cu prevederile STAS 10046.

În **ANEXA 8** a prezentului normativ sunt prezentate valorile suprafeţei echivalente de absorbţie acustică $A_k(f)$ pentru câteva corpuri reprezentative din clădiri.

Elemente de proiectare

2.2.7. Plăcile (saltelele) din materiale poroase (cu porozitate deschisă) se pot monta direct pe elementele de construcţie sau la distanţă de acestea.

Plăcile (saltelele) fonoabsorbante, în grosimi mici (3...5 cm), se dispun direct pe un element constructiv, în special în situaţiile în care suportul este continuu şi plan şi când caracteristicile lor acustice (mai reduse în domeniul frecvenţelor joase şi medii) corespund condiţiilor necesare. Montarea lor pe suport continuu se poate face prin lipire sau cu prinderi mecanice.

Montarea plăcilor (saltelelor) fonoabsorbante la distanţă de elementul constructiv se face:

- pentru scopuri acustice, atunci când se urmăreşte o eficacitate sporită în domeniul frecvenţelor joase şi medii;
- pentru scopuri termotehnice, atunci când sunt necesare măsuri speciale de evitare a efectului de condens la pereţii exteriori, planşee la ultimul nivel etc;
- pentru motive constructive, atunci când se acoperă suprafeţe cu dese neregularităţi de nivel sau se prevăd tavane suspendate care au şi rol estetic.

Detalii privind montarea unor asemenea structuri sunt prezentate în **Anexa 2** din Instrucţiunile tehnice P 123.

2.2.8. Membranele vibrante se aplică în următoarele situaţii:

- pentru realizarea unei fonoabsorbţii ridicate în încăperi în care acţionează surse care emit preponderent într-o bandă îngustă de frecvenţă:
- pentru lărgirea domeniului de eficienţă acustică maximă a tratamentelor aplicate într-o încăpere, în special în domeniul frecvenţelor joase.

2.2.9. Ansamblurile de corpuri fonoabsorbante se utilizează în încăperi în care este necesară o absorbţie acustică foarte ridicată în tot domeniul de frecvenţe (100...4000Hz), ca de exemplu: studiouri de radio şi televiziune, camere anecoice, încăperi pentru testare audiometrică, etc.

Detalii privind alcătuirea şi montarea unor asemenea tratamente fonoabsorbante sunt prevăzute în **Anexa 2** din Instrucţiunile tehnice P 123.

2.2.10. La proiectarea în scopuri acustice a tratamentelor fonoabsorbante se va ţine seama de prevederile Normativului de siguranţa la foc a construcţiilor (P118).

Prevederi pentru executarea lucrărilor

2.2.11. Montarea plăcilor fonoabsorbante direct pe suprafaţa unui element de construcţie se poate face prin:

- lipire;
- prinderi mecanice.

În cazul montării prin lipire, tehnologia de execuţie comportă următoarele faze de lucru:

a) pregătirea şi verificarea suprafeţei suport;

b) trasarea;

c) lipirea plăcilor:

d) operaţia de finisare a rosturilor şi corectare a feţelor văzute.

a) La pregătirea şi verificarea suprafeţei suport, planeitatea se va verifica cu dreptarul de l,00m, admiţându-se o singură bavură de 2 mm la 1.00 m. înainte de montare, suprafaţa suport se curăţă de impurităţi. Umiditatea relativă a suportului nu trebuie să depăşească 5 %.

Dacă plăcile fonoabsorbante se montează în încăperi din clădiri existente, pe pereţi zugrăviţi, înainte de montare se va proceda la îndepărtarea stratului de zugrăveală. Pe suprafeţele vopsite în ulei, plăcile fonoabsorbante pot fi aplicate direct, după ce suprafeţele au fost curăţate de impurităţi:

b) Trasarea se va face din centrul suprafeței către margini, pentru a se putea prelua diferitele deficiențe de execuție prin ajustarea dimensiunilor sau a rosturilor;

c) Lipirea plăcilor fonoabsorbante pe suprafața suport se face în conformitate cu tehnologia recomandată de producătorul adezivului folosit;

d) În cazul plăcilor fonoabsorbante finisate din fabrică, nu se vor pune în operă decât cele care nu prezintă degradări ale feței văzute. După montare, eventualele mici deteriorări ale plăcii(survenite în timpul execuției) se corectează prin chituire sau vopsite în culori de apă.

În cazul plăcilor fonoabsorbante nefinisate din fabrică, pe criterii estetice şi de protecție mecanică se aplică un finisaj care trebuie să îndeplinească următoarele condiții principale:

- împiedicarea răspândirii în mediu a unor particule provenite din materialul fonoabsorbant;
- păstrarea calităților fonoabsorbante inițiale (în acest sens elementul de finisaj trebuie să fie caracterizat printr-o rezistență specifică la flux de aer cât mai mică).

În cazul montării cu prinderi mecanice, aplicarea se face în conformitate cu prevederile proiectului tehnologic în care trebuie să se prevadă:

- poziția pieselor de legătură ce se lasă în elementul suport;
- detalii privind elementele de rezemare ale plăcilor fonoabsorbante.

2.2.12. Montarea plăcilor fonoabsorbante cu interspațiu se face prin intermediul unui schelet de susținere al acestora. Scheletul de susținere poate fi executat, în principal, din lemn ignifugat sau elemente metalice.

Aplicarea se va face în conformitate cu prevederile proiectului tehnologic, în care trebuie să se prevadă:

- poziția pieselor de legătură ce se lasă în elementul suport;
- detalii privind piesele de prindere dintre elementul suport şi plăcile fonoabsorbante;
- detalii privind elementele de rezemare ale plăcilor fonoabsorbante.

Alegerea dimensiunilor în plan ale scheletului de susținere a tratamentelor fonoabsorbante, se face astfel încât să fie respectate prevederile pct. 5.4. din *Normativul de siguranță la foc a construcțiilor* P 118, privind compartimentarea (întreruperea continuității) golurilor dintre tratamente şi suprafața suport.

2.3. Măsuri de protecție in cadrul căilor de propagare (reducerea nivelului de zgomot în funcție de distanța de la sursă şi izolarea acustică a unităților funcționale)

2.3.1. Măsurile de protecție, adoptate de-a lungul căilor de propagare aeriană a zgomotului, trebuie să asigure îndeplinirea condiției:

$$\Delta L_{ef}(f) > \Delta L_{nec}(f)\ (dB) \qquad \textbf{(2.5)}$$

în care:

$$\Delta L_{nec}(f) = \Delta L_s(f) - \Delta L_{adm}(f)\ (dB) \qquad \textbf{(2.6)}$$

unde:

L_{adm} - nivelul de zgomot admisibil prevăzut în reglementările tehnice în vigoare (conform cap. 1). stabilit în funcție de tipul activităților ce se desfăşoară în unitățile funcționale protejate;

L_{adm} -poate fi exprimat de o curbă de zgomot (Cz) sau de un nivel global de zgomot, în dB(A);

$L_s(f)$ - nivelul de zgomot la limita câmpului acustic apropiat (conform fig. 2.1):

$$L_s(f) = L_{PS}(f) - 10\lg\frac{4\pi r^2}{r_0^2} \qquad \textbf{(2.7)}$$

unde:

L_{PS} - nivelul de putere acustică a sursei, (dB);

r - raza emisferei de aproximare a câmpului acustic apropiat, (m);

r_0 - distanța de 1m, măsurată din centrul sursei, la care se fac măsurătorile pentru L_{PS}.

$\Delta L_{ef}(f)$ - reducerea efectivă de nivel a zgomotului ce se obţine de-a lungul căilor de propagare, în funcţie de distanţa dintre sursă şi spaţiul de recepţie şi de măsurile de izolare acustică adoptate.

Prin aplicarea măsurilor de izolare acustică de-a lungul căilor de propagare se înţelege amplasarea pe aceste căi a unor obstacole, caracterizate de impedanţe acustice superioare impedanţei acustice a mediului de propagare (aerul).

Aceste obstacole sunt constituite din elemente de construcţie care pot asigura:

■ închiderea completă a căilor de propagare (pereţi omogeni şi neomogeni - cu uşi şi ferestre, planşee omogene şi neomogene - cu chepenguri etc.)

■ închiderea parţială a căilor de propagare (pereţi sau planşee parţiale).

Reducerea $\Delta L_{ef}(f)$ se poate determina prin:

■ standardele de referinţă pentru măsurări acustice "in situ" sunt STAS 6161/1,3 şi STAS 7150 iar pentru cele din laborator - STAS 12203/1.

■ calcul, conform prevederilor de la paragrafele 2.3.2-2.3.3.

Domeniul util de frecvenţe care trebuie luat în considerare depinde de caracteristicile spectrale ale sursei.

2.3.2. În situaţia în care, de-a lungul căilor de propagare a zgomotului de la sursă la spaţiul de recepţie, nu există măsuri de izolare acustică, reducerea $\Delta L_{ef}(f)$ se poate determina, prin calcul, după cum urmează:

■ în cazul unui câmp acustic difuz (caracterizat, în principal, prin uniformitate de nivel de zgomot în fiecare punct al spaţiului) $\Delta L_{ef}(f) = 0$, indiferent de tipul de sursă considerat.

■ In cazul unui câmp acustic liber (în care propagarea sunetului emis de sursă se face fără a fi influenţată de suprafaţa elementelor limitatoare ale spaţiului):

$$\Delta L_{ef}(f) = k \cdot \lg \frac{r_1}{r} \text{ [dB]} \qquad \textbf{(2.8)}$$

în care:

r_1 - distanţa de la sursă la un punct din interiorul spaţiului de recepţie, (m);

r - raza emisferei de aproximare a câmpului acustic apropiat (cf. fig. 2.1), (m);

k - caracteristica de directivitate a sursei, având următoarele valori:

k = 0, pentru unde plane;

k = 10, pentru unde cilindrice;

k = 20, pentru unde sferice.

■ In cazul unui *câmp acustic intermediar* (având caracteristici situate între cele ale câmpului difuz şi cel liber), valoarea mărimii $\Delta L_{ef}(f)$ se determină pe baza graficului din fig. 2.4.

2.3.3. În situaţia în care, de-a lungul căilor de propagare a zgomotului de la sursă la spaţiul de recepţie, se amplasează elemente de construcţie într-un plan de închidere (totală sau parţială), reducerea $\Delta L_{ef}(f)$ se poate determina, prin calcul, după cum urmează:

2.3.3.1. Pentru situaţia utilizării elementelor de închidere completă a căilor de propagare, calculul reducerii $\Delta L_{ef}(f)$ se face, în funcţie de natura câmpurilor acustice, astfel:

a) La propagarea de la un câmp acustic difuz la un câmp acustic difuz (fig. 2.5). situaţie corespunzătoare transmiterii zgomotului între încăperi cu dimensiuni reduse (volum mai mic de $100 m^3$) şi netratate acustic, din clădiri de locuit şi social-culturale,

$$\Delta L_{ef}(f) = R(f) - 10 \lg \frac{S}{A(f)} \text{ , [dB]} \qquad \textbf{(2.9)}$$

în care:

R(f) - indicele de atenuare acustică corespunzător elementului de închidere completă a căii de propagare, în dB;

S - aria elementului de închidere completă a căii de propagare, în m^2;

A(f)- aria echivalentă de absorbţie acustică corespunzătoare spaţiului de recepţie, în m^2.

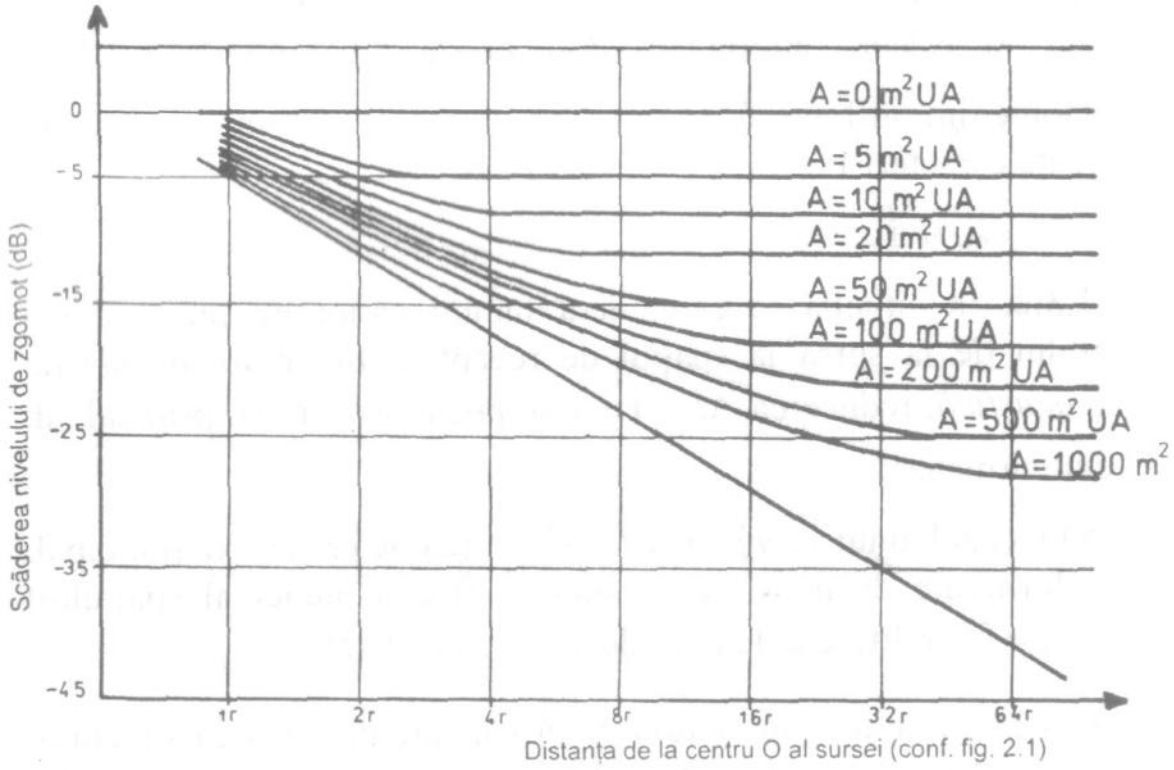


Fig. 2.4. Atenuarea nivelului de zgomot al sursei în funcție de distanță și de aria echivalentă de absorbție a încăperii

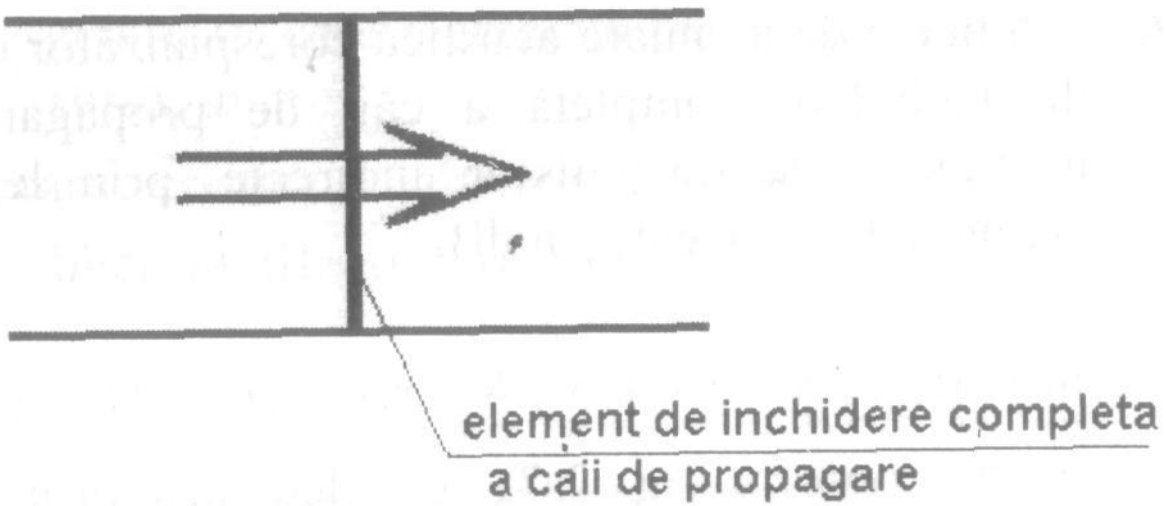


Fig. 2.5.

b) La propagarea de la un câmp acustic difuz către un câmp acustic liber (fig. 2.6), situație corespunzătoare transmiterii zgomotului din interiorul unor încăperi, netratate acustic, către exterior sau din interiorul unor hale industriale, netratate acustic, cu numeroase surse de zgomot de puteri acustice apropiate, către exterior (fig. 2.5)

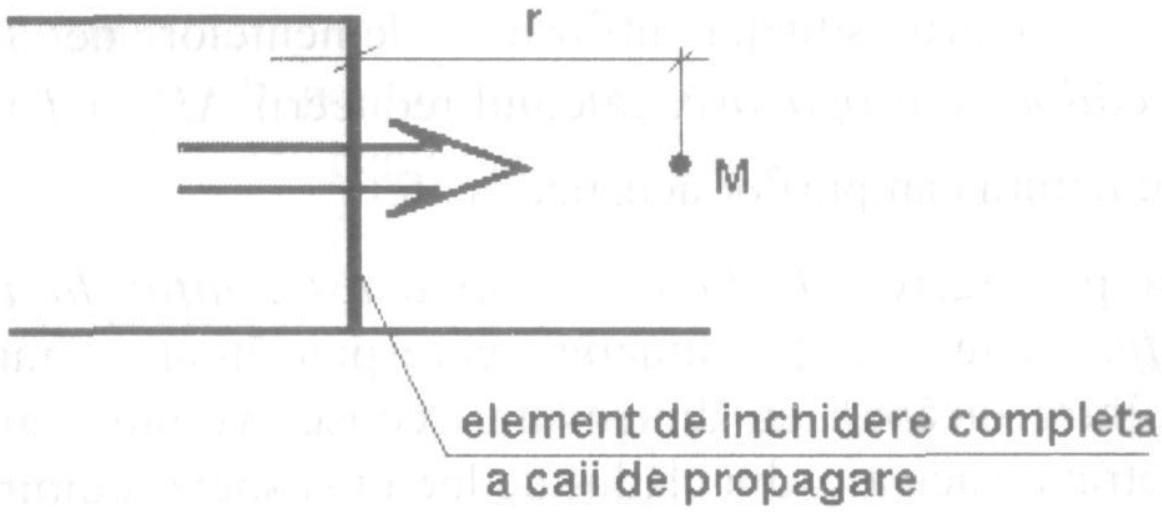


Fig. 2.6.

bl) pentru $r \leq 0{,}4\sqrt{S}$

$\Delta L_{ef}(f) = R(f) + 6$, (dB) **(2.10)**

în care:

r - distanța de la elementul de închidere completă a căii de propagare la punctul de recepție, în m;

S - aria elementului de închidere completă a căii de propagare, în m;

R(f) - indicele de atenuare acustică corespunzător elementului de închidere completă a căii de propagare, corectat în funcție de transmisiile indirecte, prin legăturile cu elementele adiacente, în dB.

b2) pentru $0{,}4\sqrt{S} < r < 1{,}5\sqrt{S}$, reducerea $\Delta L_{ef}(f)$ într-un punct M(r, θ, φ) conform fig. 2.7, se calculează prin interpolare liniară între valorile obținute la punctele bl şi b3.

b3)pentru $r \geq 1{,}5\sqrt{S}$, reducerea $\Delta L_{ef}(f)$ într-un punct M(r, θ, φ) conform fig. 2.7. se calculează cu relația:

$$\Delta L_{ef}(f) = R(f) + 10\lg\frac{4S_{\alpha}(r)}{S} - O^{\alpha}{}_{H} \text{ [dB]} \qquad \textbf{(2.11)}$$

în care:

r, S, R (f) au semnificația de la punctul b1;

$S_{\alpha}(r)$ - aria sectorului sferic de rază r limitat de unghiul solid la centru α, care reprezintă frontul de undă provenit de la sursă, în m^2;

$O^{\alpha}{}_{H}$ - caracteristica de abatere de la radiația uniformă în spațiu liber, în dB, conform prevederilor normativului P121.

c) La propagarea de la un câmp acustic liber către un câmp acustic difuz, situație corespunzătoare transmiterii zgomotului din interiorul clădirii către încăperi netratate acustic (fig. 2.8),

$$\Delta L_{ef}(f) = k \lg \frac{r_1}{r} + R(f) - 10 \lg \frac{4S \cos \beta}{A(f)} \text{ [dB]} \quad \textbf{(2.12)}$$

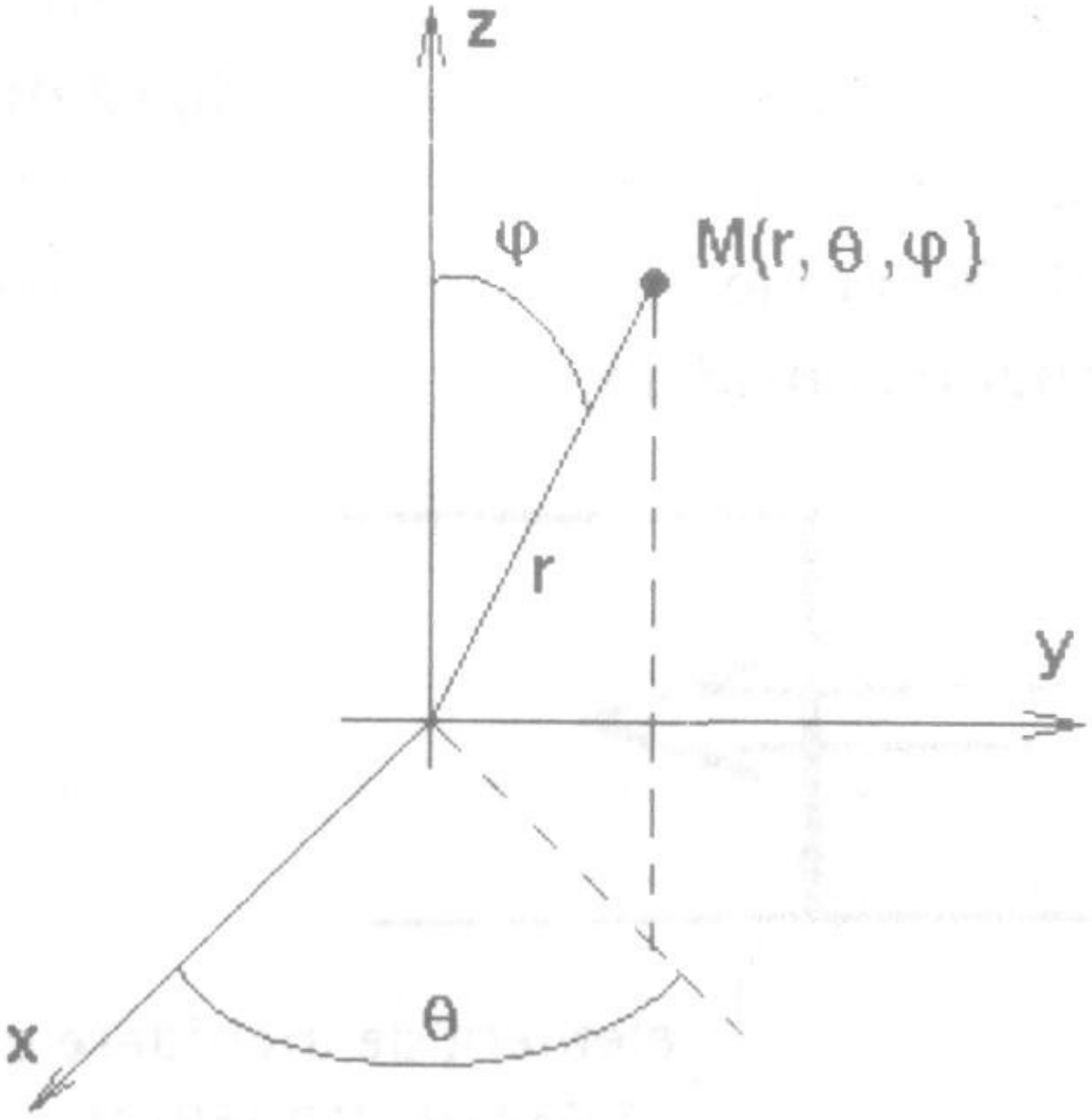


Fig. 2.7.

In care :

R(f), S, A(f) au semnificatia din relatia (2.9)

K, r_1,r au semnificatia din relatia (2.8)

β-unghiul de incidenta al sunetului pe plaul elementului de constructie considerat

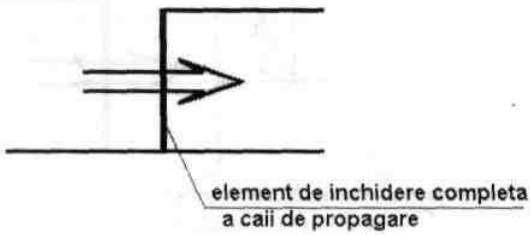


Fig. 2.8.

d) La propagarea de la un câmp acustic intermediar către un câmp acustic intermediar, situație corespunzătoare transmisiei între încăperi tratate acustic (fig. 2.9),

$$\Delta L_{ef}(f) = \Delta L_1(f, r_1) + R(f) - 10\lg\frac{S}{A_2(f)} + \Delta L_2(f, r_2) \text{ (dB)} \quad \textbf{(2.13)}$$

în care:

R(f), S, A_2(f) au semnificația de la relația (2.9);

ΔL_1(f, r_1) şi ΔL_2(f, r_2) - reduceri ale nivelului de zgomot ce se determină cu graficul din fig. 2.4, (dB).

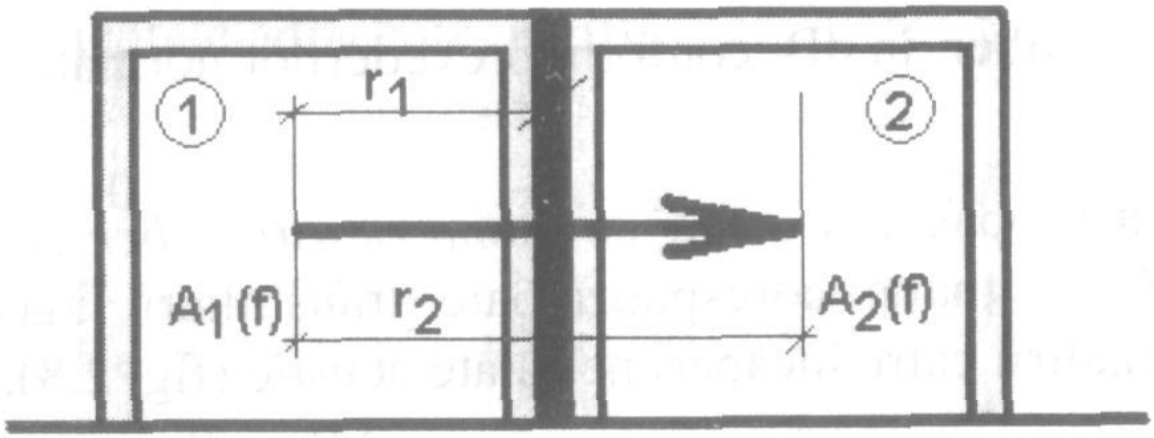


Fig. 2.9.

Observație: În cazul în care elementul de construcție de închidere completă a căilor de propagare are o alcătuire neomogenă (cu zone distincte din punct de vedere al atenuării sonore), calculele prevăzute prin relațiile (2.10)...(2.12) se efectuează pentru fiecare din părțile componente ale acestuia. Intr-un punct oarecare al spațiului de recepție valoarea ΔL_{ef}(f), care se ia în considerare, este cea mai mică dintre valorile obținute.

2.3.3.2. Pentru situația utilizării elementelor de construcție de închidere parțiala a căilor de propagare, calculul reducerii ΔL_{ef}(f) se face, în funcție de natura câmpurilor acustice, astfel:

a) La propagarea de la un câmp acustic difuz către un câmp acustic difuz (fig. 2.10),

$$\Delta L_{ef} = 10.\lg\left[\frac{A_2(f)+S_{no}}{10^{-0,1R(f)}S_{ip}+S_{n0}}\right], \text{[dB]} \quad \textbf{(2.14)}$$

în care:

S_{ip} - aria elementului de închidere parțială a căii de propagare, în m^2;

S_{n0} - aria zonei neobturate din planul elementului de închidere parțială, în m^2;

R(f) - indicele de atenuare acustică corespunzător elementului de închidere parțială, în dB;

$A_2(f)$ - aria echivalentă de absorbție acustică în spațiul ce se protejează, (CR), calculată fără a se lua în considerare zona neobturată, în m.

Pentru elementele de închidere parțială a căilor de propagare caracterizate de indicii R(f)>15dB, reducerea $\Delta L_{ef}(f)$ se poate determina pe baza graficului din fig. 2.11.

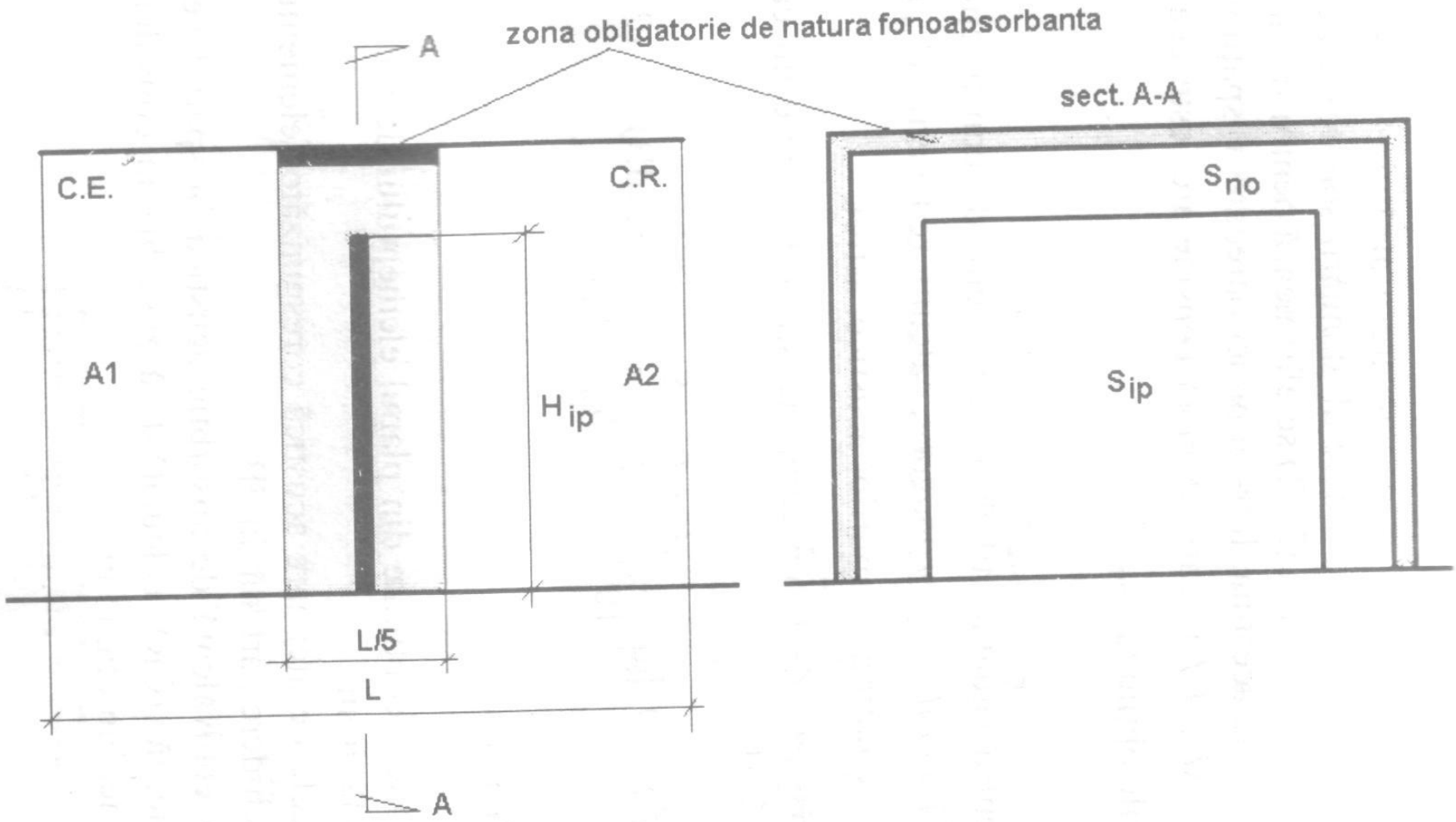

zona obligatorie de natura fonoabsorbanta
A
C.E.
C.R.
A1
A2
H ip
L/5
L
A
sect. A-A
S no
S ip

Fig. 2.10.

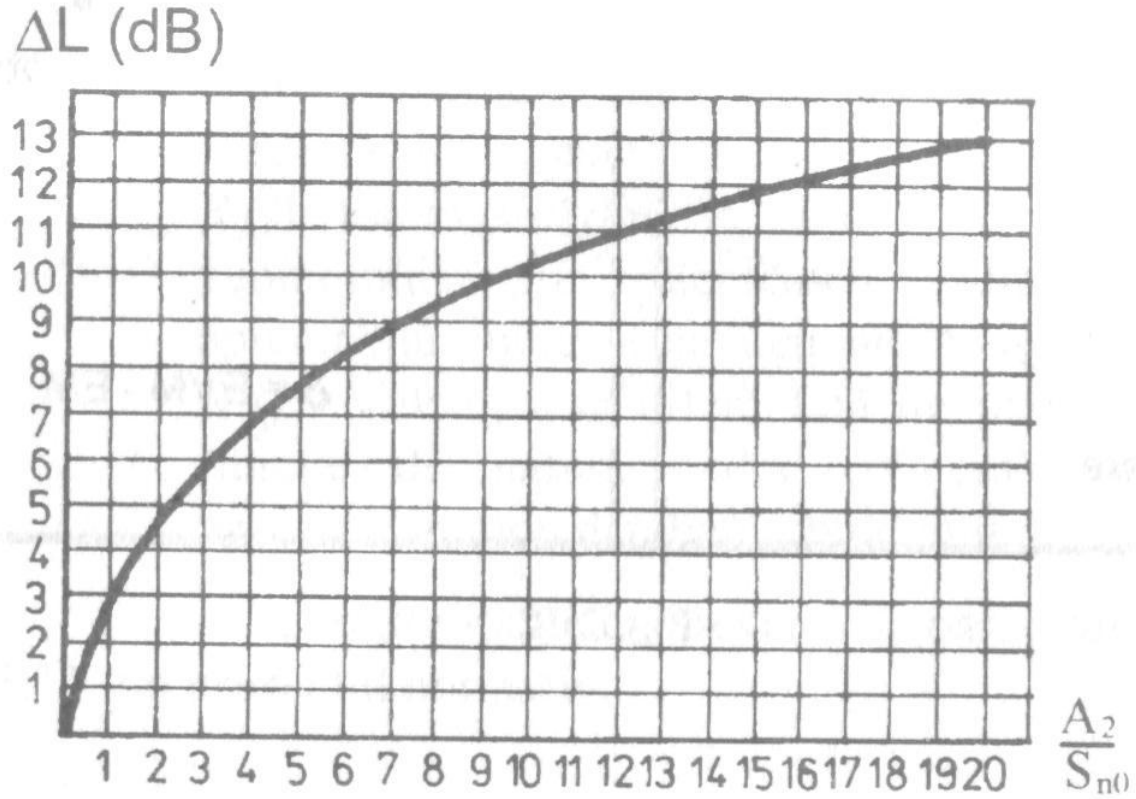


Fig. 2.11. Reducerea ΔL datorită amplasării unui element de închidere parțială în câmp acustic difuz

b) La propagarea de la un câmp acustic liber către un câmp acustic liber, pentru elemente de închidere parţială, de tip ecrane, de lungime practic infinită (fig. 2.12). caracterizate de indici de atenuare R(f) ≥15 dB, reducerea $\Delta L_{ef}(f)$ se poate determina pe baza graficului din fig. 2.13.

Observaţie: Pentru calculul nivelului global de zgomot, în dB(A), se consideră lungimea de undă λ corespunzătoare frecvenței f = 500 Hz.

2.3.4. Indicele de atenuare acustică R (*f*) se poate determina prin:

- măsurări acustice "in situ" sau în laborator, în conformitate cu prevederile SR EN ISO 140-3:

Observaţie: Indicele de atenuare acustică determinat în condiţii de laborator, în care transmisia zgomotului prin elementele adiacente elementului care se încearcă (căi colaterale) este practic nulă se notează R(f). La măsurările "in situ", în care transmisia zgomotului prin elementele adiacente devine apreciabilă, indicele de atenuare acustică se notează R'(f). Valoarea sa diferă faţă de mărimea R(f) în funcţie de natura căilor colaterale, ce trebuie precizate în mod detaliat în buletinul de măsurare;

- calcul, în conformitate cu prevederile paragrafelor 2.3.6 -2.3.11 din prezentul normativ.

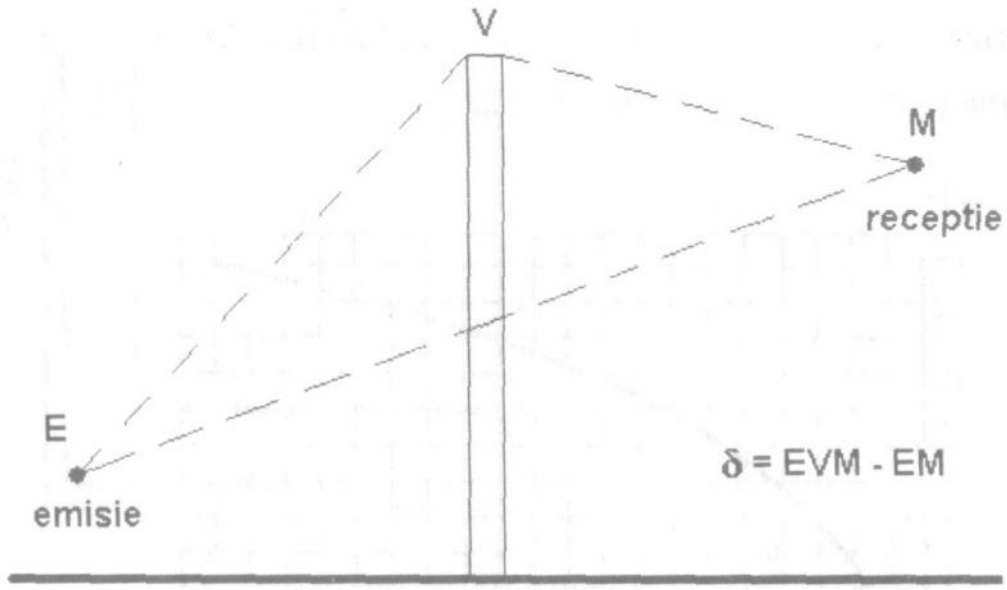


Fig. 2.12.

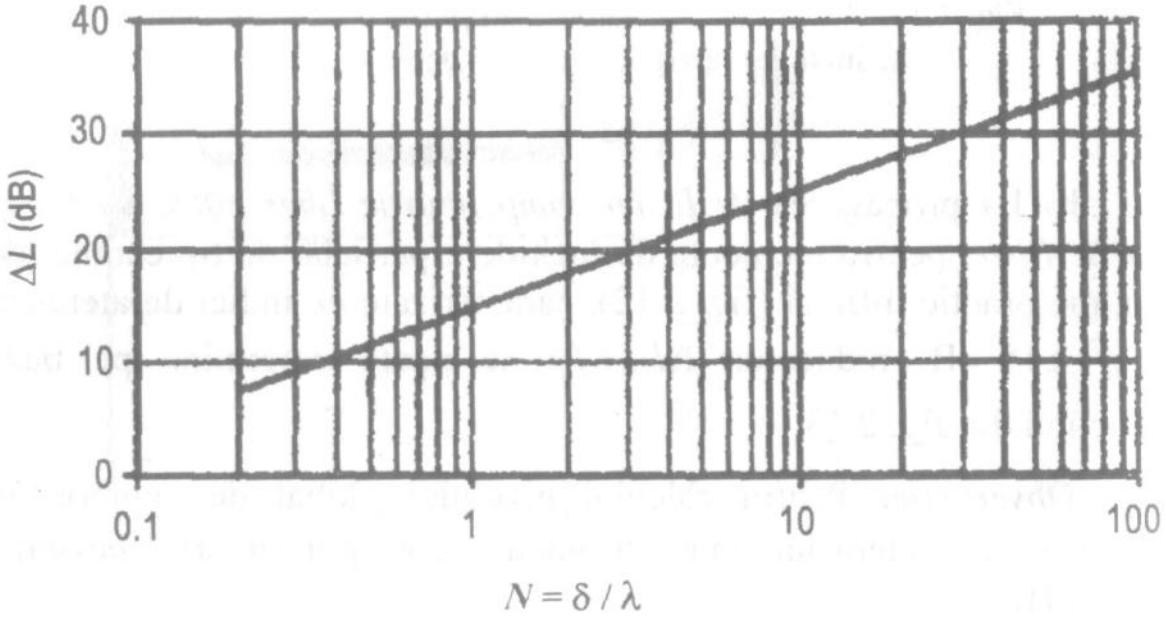


Fig. 2.13. Diagramă pentru determinarea reducerii nivelului de zgomot prin ecrane de lungime practic infinită

2.3.5. Aria echivalentă de absorbție acustică A(f) se determină in conformitate cu prevederile Ghidului privind performanțele specifice materialelor şi alcătuirilor de construcții. Cerința de calitate "Protecția la zgomot".

2.3.5.1. În cazul clădirilor de locuit şi social-culturale, condiția (2.6) se exprimă cu relația:

$R_{W,ef} \geq R_{W,nec}$ [dB] **(2.15)**

în care:

$R_{W,ef}$ - indicele de evaluare a izolării la zgomot aerian, efectiv, pentru elementul de construcții (calculat pe baza standardului de referință SR EN ISO 717-1, pe baza valorilor lui R(f) determinate pe baza standardului de referință SR EN ISO 140-3);

$R_{W,nec}$ - indicele de evaluare a izolării la zgomot aerian, necesar, pentru elementul de construcții, precizat în Normativul general de protecție la zgomot.

Determinarea prin calcul a indicelui de atenuare acustică R(f)

2.3.6. Indicele de atenuare acustică R (/) este definit de relația:

$R(f) = 10 \lg P_i/P_r$ [dB] **(2.16)**

în care:

- P_i - puterea incidență pe suprafața elementului de închidere a căii de propagare (W);
- P_r - puterea radiată de elementul de închidere a căii de propagare (W).

Indicele R(f) se prezintă sub forma unei curbe cu valori pentru fiecare treime de octavă în domeniul util de frecvențe (în cazul clădirilor de locuit şi social-culturale: 100...3 150 Hz).

2.3.7. Valorile indicelui R(f) depind în mod esențial de tipul de structură al elementului de închidere considerat, în spiritul prezentului normativ se iau în considerare următoarele categorii de structuri:

a) omogene şi neomogene (în planul elementului de închidere considerat);

b) într-un strat şi multistrat (duble, tip sandwich şi tip carcasă).

Notă: Structurile duble, tip sandwich şi tip carcasă sunt prezentate detaliat în cadrul Ghidului privind performanțele specifice materialelor şi alcătuirilor de construcții. Cerința de calitate "Protecția la zgomot" .

2.3.8. Pentru elementele de închidere omogene, într-un strat, indicele R(f) se poate determina prin calcul conform metodologici prezentate în **ANEXA 4**.

2.3.9. Pentru elementele de închidere omogene, duble, indicele R(f) se poate determina prin calcul conform metodologiei prezentate în **ANEXA 4**.

2.3.10. Pentru elementele de închidere într-un strat sau multistrat compuse, indicele R(f) se poate determina cu ajutorul graficului din fig. 2.14.

2.3.11. Indicele de evaluare a izolării la zgomot aerian, efectiv, $R_{W,ef}$, se determină prin compararea curbei R(f) corespunzătoare unui element de închidere (determinată prin măsurări acustice sau prin calcul, cu luarea în considerare a propagării pe căile colaterale), cu o curbă standard, conform metodologiei prezentate în SR EN ISO 717-1.

În **ANEXA 5** a prezentului normativ sunt prezentate câteva structuri constructive ce se utilizează în mod curent la alcătuirea elementelor de închidere, cu valorile corespunzătoare ale indicelui de evaluare a izolării la zgomot aerian R_W determinate pe bază de măsurări acustice.

În mod orientativ, pentru elementele de închidere omogene, într-un strat sau multistrat, indicele de evaluare a izolării la zgomot aerian R_W in situ se poate determina conform **ANEXA 6**.

Observație: Introducerea în proiecte a unor soluții de elemente de închidere a căilor de propagare a zgomotului aerian, calculate conform **ANEXA 6**, se va face numai după verificarea acestora prin măsurări de laborator conform SR EN ISO 140-3.

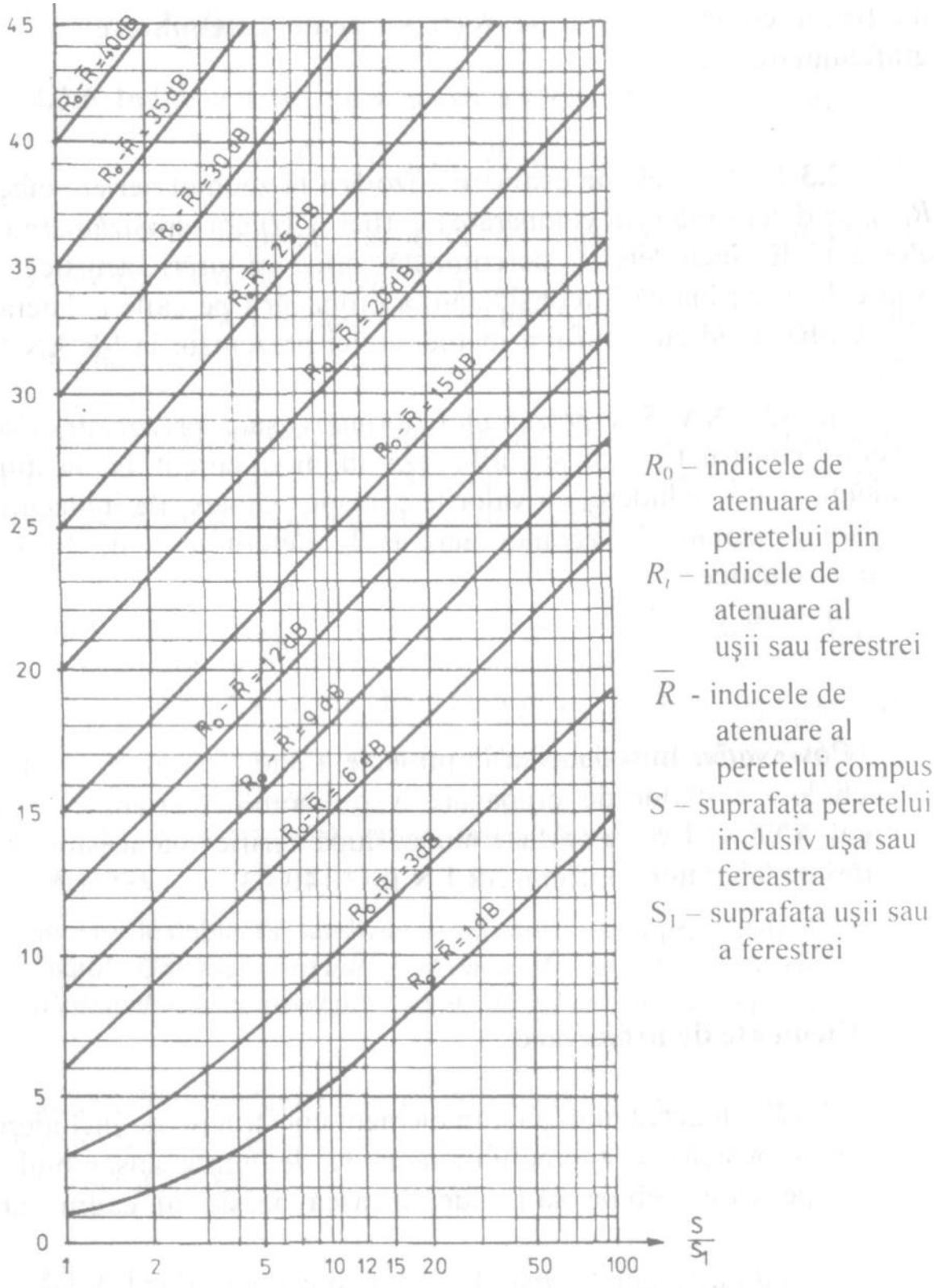


Fig. 2.14. – Determinarea indicelui de atenuare $\overline{R}_i$ al structurii compuse

Elemente de proiectare

2.3.12. Alegerea unui anumit element constructiv de închidere a căilor de propagare a zgomotului depinde de întreg ansamblul de exigenţe pe care trebuie să-l îndeplinească acesta în cadrul unei clădiri.

În principiu, planşeele şi pereţii interiori care fac parte din structura de rezistenţă a clădirilor sunt astfel alcătuiţi încât, din punct de vedere acustic, reprezintă elemente într-un singur strat. Condiţiile de izolare acustică între unităţile funcţionale despărţite de un asemenea element constructiv pot fi îndeplinite fie direct de structura rezultată din criteriile de siguranţă, fie prin completarea corespunzătoare a acesteia. Completarea necesară se poate realiza astfel:

- supradimensionarea elementului într-un strat (caz curent întâlnit la planşeele clădirilor de locuit);
- adăugarea unui element de construcţie situat la o anumită distanţă de elementul de rezistenţă.

În cel cle-al doilea caz, elementul adăugat trebuie să îndeplinească si el toate exigenţele corespunzătoare, cu excepţia celor la care răspunde integral elementul de rezistenţă.

Este indicat ca elementul adăugat să fie astfel dispus faţă de clementul de rezistenţă încât, în ansamblu, să se realizeze o structură dublă.

Pentru alcătuirea pereţilor interiori, care au numai rol de compartimentare, exigenţele principale sunt cele privind: izolarea acustică, rezistenţă la foc şi aspectul estetic al elementului.

În aceste condiţii, cele mai bune rezultate, din punct de vedere acustic, se obţin dacă se folosesc structuri duble. Răspunsul cel mai favorabil la ansamblul exigenţelor îl oferă însă o structură de tip „carcasă", astfel dimensionată din punct de vedere al comportării la acţiunea zgomotului, încât capacitatea de izolare fonică să fie cât mai apropiată de cea a unei structuri duble, cu parametrii fizico-mecanici comparabili.

2.3.13. La proiectarea în scopuri acustice a elementelor de închidere a căilor de propagare a zgomotului aerian se va ţine seama de prevederile „Normativului de siguranţă la foc a construcţiilor" (P118).

Prevederi pentru executarea lucrărilor

2.3.14. În vederea asigurării izolării împotriva zgomotului aerian, la executarea construcţiilor se va acorda o atenţie deosebită:

- respectării prevederilor proiectului: în ceea ce priveşte grosimile minime ale elementelor de închidere a căilor de propagare (pentru realizarea masei necesare a acestora);
- umplerii rosturilor la lucrările de zidărie şi etanşării rosturilor la montarea prefabricatelor şi a elementelor de închidere.

2.3.15. La executarea pereţilor dubli şi a planşelor cu tavane suspendate este interzisă formarea unor alte contacte rigide între cele două straturi, decât cele prevăzute eventual în proiect.

2.3.16. Recomandări pentru alegerea soluțiilor de partiuri de arhitectură în clădiri de locuit în funcție de numărul de apartamente grupate în jurul scării, de numărul de camere şi de tipul de scară

2.3.16.1. Proiectarea din punct de vedere acustic a clădirilor de locuit cu structuri din cadre de beton armat, pereți structurali din zidărie şi beton armat (prefabricat sau monolit) presupune adoptarea unui complex de măsuri de protecție împotriva zgomotului. In vederea realizării confortului acustic, ca parte integrantă a calității globale a locuinței.

2.3.16.2. Stabilirea partiurilor de arhitectură ale unui tronson se face în funcție de numărul apartamentelor pe scară, de numărul de camere ale apartamentelor şi de modul de amplasare al casei scării:

1. închisă (mărginită de pereții apartamentului);
2. cu 1...3 laturi spre exterior.

În cazul locuințelor amplasate pe artere cu trafic intens, dispunerea camerelor de locuit se face de regulă spre zona liniştită,

-la apartamentele de două camere - a dormitorului;

-la apartamentele cu mai multe camere - a cel puțin două camere, de preferință dormitoare.

În cazul în care această orientare nu este posibilă, se vor lua măsuri speciale privind izolarea elementelor anvelopei - în primul rând a ferestrelor - asigurându-se pentru perioada de vară mijloace speciale de ventilare a încăperilor, pentru a se evita pe cât posibil deschiderea ferestrelor.

În apartamentele învecinate se va asigura, de regulă, amplasarea alăturată a spațiilor cu funcțiuni similare (bucătării lângă bucătării, băi lângă băi, dormitoare lângă dormitoare etc).

Este interzisă amplasarea lifturilor sau a tuburilor de gunoi lângă încăperile de locuit (camere de zi, dormitoare), fără a se lua măsuri de izolare, reieşite din calcule efectuate de specialişti.

3. PROTECȚIA UNITĂȚILOR FUNCȚIONALE ÎN CLĂDIRI ÎMPOTRIVA ZGOMOTULUI DE IMPACT

Protecția unei unități funcționale împotriva zgomotului de Impact se realizează, în mod preponderent, prin:

• măsuri de protecție la surse (având ca efect reducerea zgomotului radiat de surse) conform paragrafului 3.1;

• măsuri de protecție în cadrul căilor de propagare conform paragrafului 3.2.

3.1. Măsuri de protecție la surse

3.1.1. Măsurile de protecție la surse presupun:

- reglementarea utilizării surselor şi selecționarea corespunzătoare a acestora;
- reducerea nivelului de vibrații indus în elementul de construcție supus acțiunii sursei considerate.

3.1.2. Reglementarea utilizării surselor şi selecționarea corespunzătoare a acestora trebuie să conducă la reducerea la minimum a sarcinilor dinamice care rezultă din acțiunea acestora. Sursele ce se au în vedere în cadrul prezentului capitol sunt reprezentate de:

- acțiuni de impact rezultate din exploatarea normală a clădirilor (căderi de obiecte, mutări de mobilier, circulația persoanelor etc);
- funcționarea maşinilor, agregatelor sau instalațiilor aferente clădirii.

3.1.3. Reducerea nivelului de vibraţii indus în elementul de construcţii supus acţiunii sursei considerate se realizează prin prevederea, la contactul dintre sursă şi element, a unor sisteme disipatoare de energie (elemente elastice de rezemare pentru maşini, agregate şi instalaţii, pardoseli elastice pentru acţiuni de impact).

Calculul nivelului de vibraţii, în condiţiile specificate mai sus, se face conform prevederilor din Instrucţiunile tehnice P 121.

Elementele elastice de rezemare a instalaţiilor (conducte, armături etc.) se alcătuiesc conform prevederilor cap. 4,din prezentul normativ.

Pardoselile elastice pentru acţiuni de impact se proiectează conform subcapitolului 3.2. din prezentul normativ.

La dimensionarea sistemelor disipatoare de energie se va acorda o atenţie deosebită realizării rigidităţii necesare elementelor de construcţie pe care sunt amplasate aceste sisteme.

3.2. Măsuri de protecţie în cadrul căilor de propagare

3.2.1. Măsurile de protecţie adoptate de-a lungul căilor de propagare structurală a zgomotului, trebuie să asigure îndeplinirea condiţiei:

$\Delta L^{v}_{ef}(f) > \Delta L^{v}_{nec}(f)$ (vibrări) **(3.1)**

în care:

$\Delta L^{v}_{es}(f) = L^{v}_{s}(f) - L^{v}_{adm}(f)$ (vibrări) **(3.2)**

unde:

$L^{v}_{s}(f)$ - nivelul de tărie al vibraţiilor elementului de construcţie acţionat de sursa considerată (vibrări);

$L^{v}_{adm}(f)$ - nivelul de tărie al vibraţiilor admisibil pentru elementul de limitator al unităţii funcţionale ce se protejează (vibrări).

Nivelul « $L^{v}_{adm}(f)$ » se deduce în funcţie de nivelul de zgomot admisibil corespunzător unităţii funcţionale ce se protejează.

În cazul încăperilor de dimensiuni mici (volumul mai mic de 100 m^3), nivelul « $L^{v}_{adm}(f)$ » se poate deduce cu relaţia:

$$L^{v}_{adm}(f) = L_{adm}(f) - C_r + 10.\lg\frac{4S}{A(f)} - 80 \text{ (vibrări)} \quad \textbf{(3.3)}$$

are:

$L^{v}_{adm}(f)$- nivelul de zgomot admisibil pentru unitatea funcţională ce se protejează (dB);

C_r - caracteristica de radiaţie a elementului de construcţie acţionat de sursă (dB);

S - suprafaţa elementului de construcţie care radiază zgomot în unitatea funcţională (dB);

A(f) - suprafaţa echivalentă de absorbţie acustică corespunzătoare unităţii funcţionale (m^2U.A.).

Observaţie: Pentru planşee din beton armat cu suprafaţa până la 25 m şi în grosimi de 8...16 cm. caracteristica de radiaţie « Cr » are valorile prezentate în figura 3.1.

« $\Delta L^{v}_{ef}(f)$ » reprezintă reducerea de nivel de tărie a vibraţiilor, efectivă ce se obţine de-a lungul căilor de propagare, în funcţie de distanţa dintre sursă îi spaţiul de recepţie îi de măsurile de izolau adoptate.

Reducerea « $\Delta L^{v}_{ef}(f)$ » se poate determina prin:

- măsurări acustice « in situ » sau în laborator (pe modele)
- calcul.

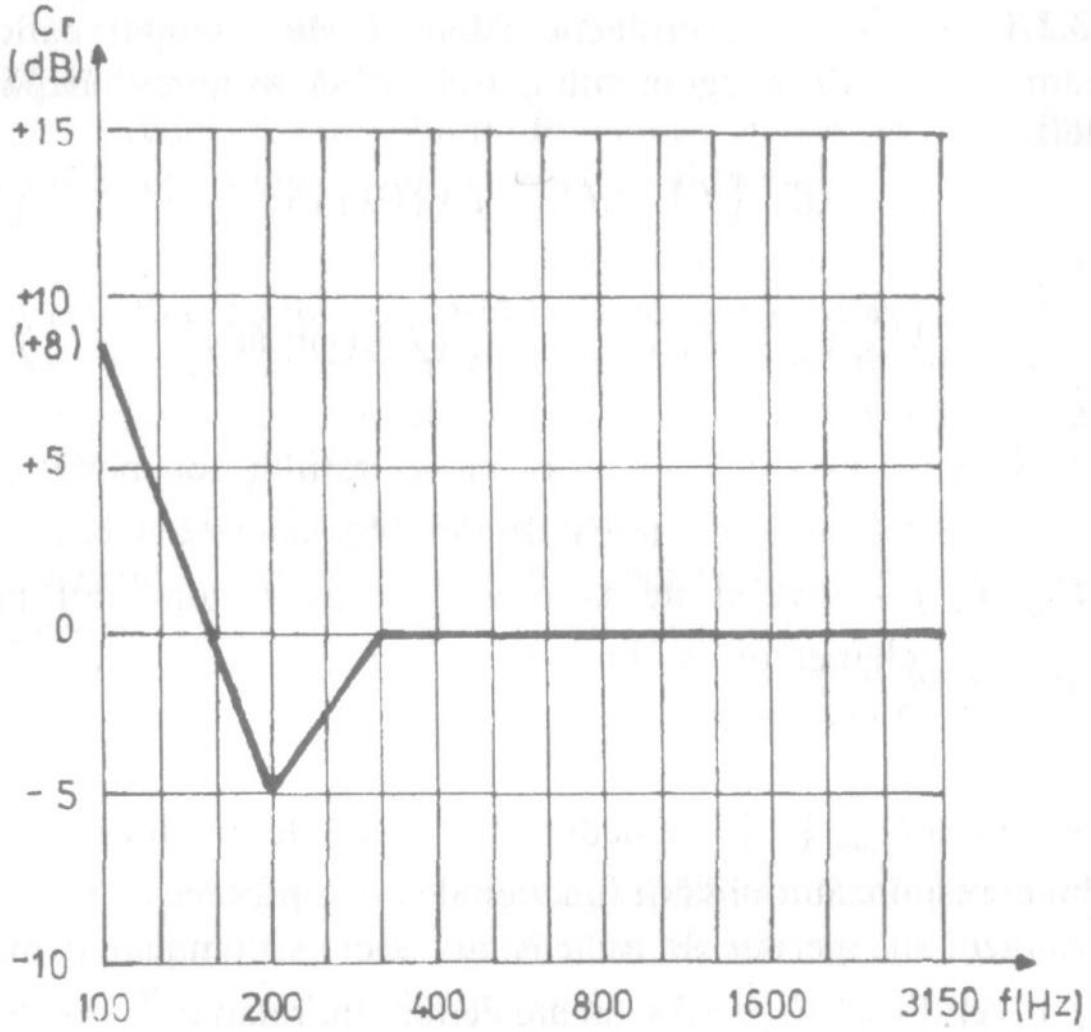


Fig. 3.1. Caracteristica de radiație C_r pentru elemente de beton armat cu arii ≤ 25 m^2 și grosimi cuprinse între 8...16 cm

Domeniul de frecvență util care trebuie luat în considerare depinde de caracteristicile spectrale ale sursei.

3.2.2. Determinarea reducerii « $\Delta L^{v}_{ef}(f)$ » prin măsurări acustice se face în conformitate cu prevederile STAS 12.025/1.

3.2.3. Determinarea reducerii « $\Delta L^{v}_{ef}(f)$ » prin calcul se poate face, orientativ, pe traseul structural, cel mai defavorabil, cu relația:

$$L^{v}_{ef}(f) = \sum_{i} \Delta L^{n}_{i}\ (f)\ \text{(vibrări)} \quad \textbf{(3.4)}$$

în care « $\Delta L^{v}_{i}(f)$ » reprezintă atenuarea în propagare ce se realizează datorită măsurării de izolare «i» adoptate (vibrări).

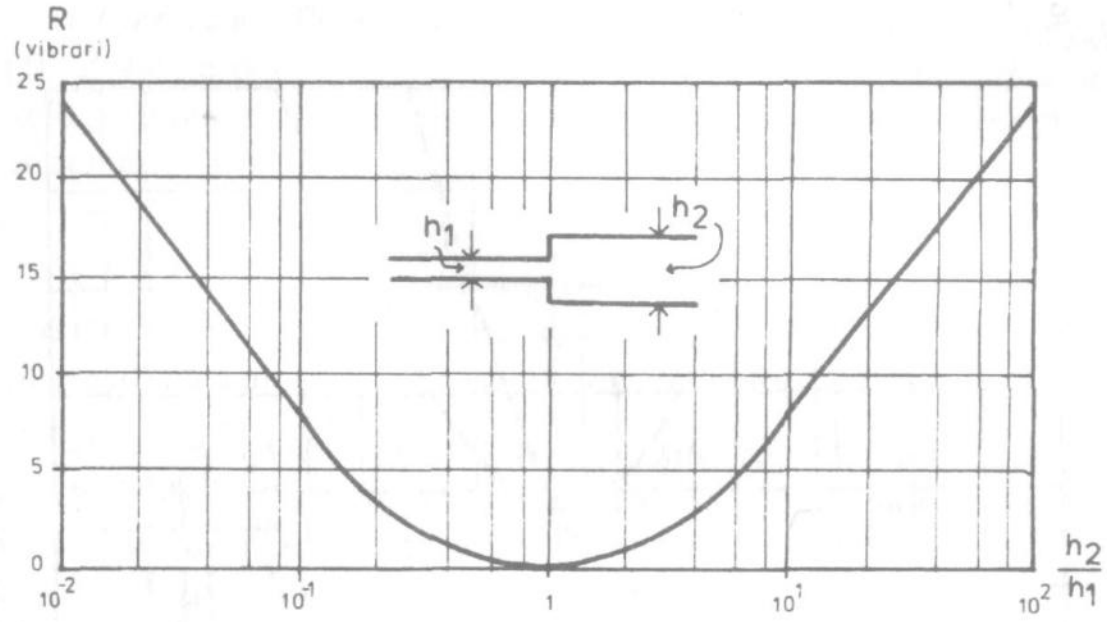


Fig. 3.2.a. Valoarea indicelui de atenuare a puterii vibrațiilor la schimbări bruşte de secțiune

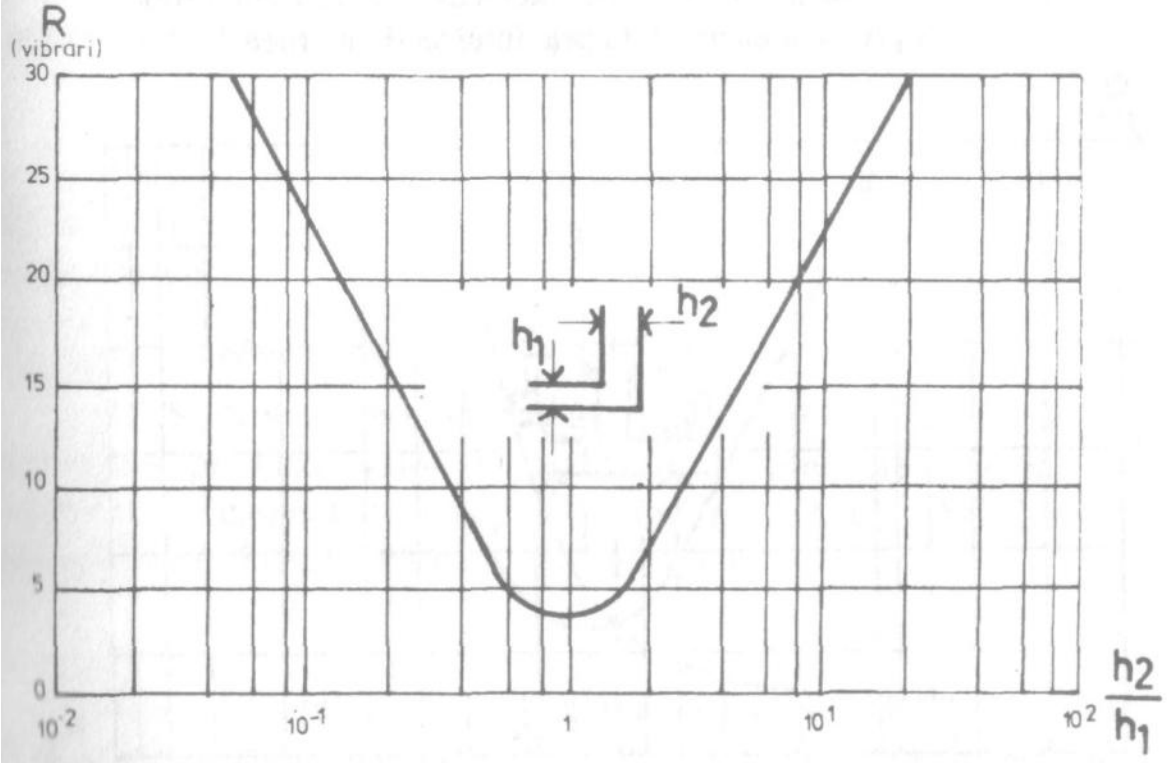


Fig. 3.2.b. Valoarea indicelui de atenuare a puterii vibrațiilor la propagarea acestora prin colțuri

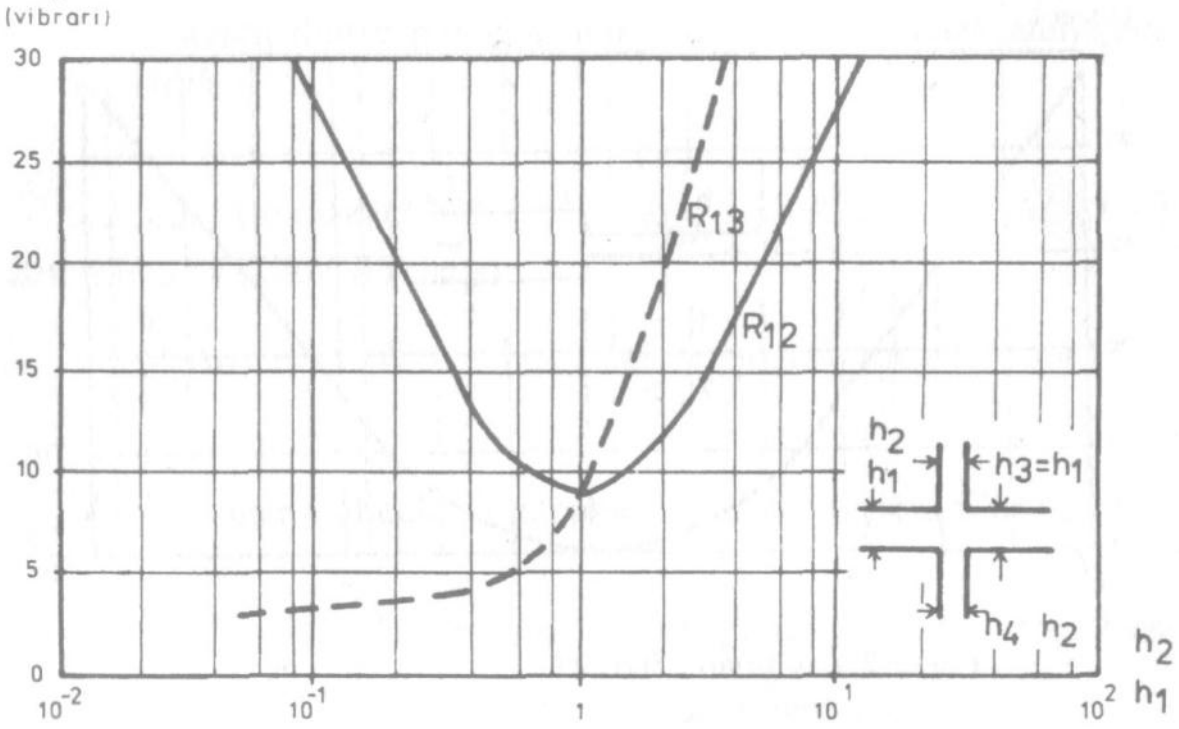


Fig. 3.2.c. Valoarea indicelui de atenuare a puterii vibrațiilor la propagarea acestora prin intersecții în cruce

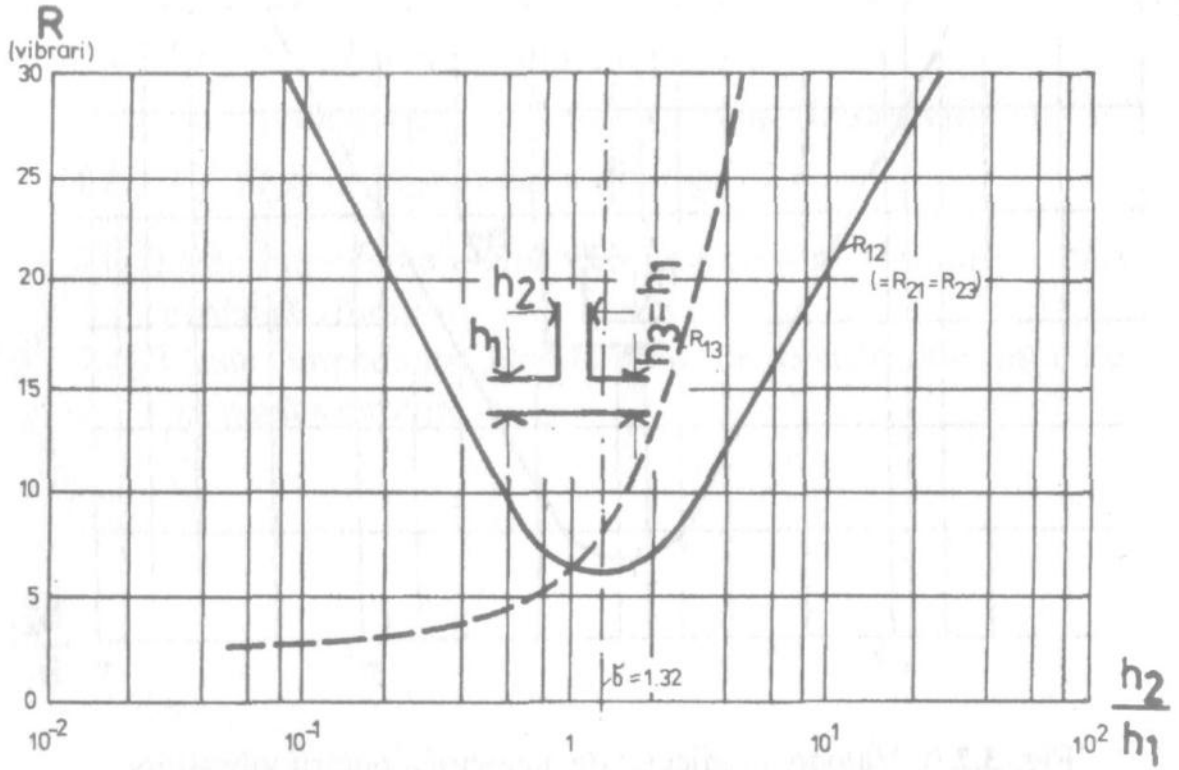


Fig. 3.2.d. Valoarea indicelui de atenuare a puterii vibrațiilor la propagarea acestora prin intersecții în 'T'

Atenuările în propagarea zgomotului structural care se are în vedere în cadrul prezentului normativ sunt:

a) atenuarea cu distanța $\Delta L^{v}_{ad}(f)$;

b) atenuarea la schimbări bruşte de secțiune în planul unui element constructiv $\Delta L^{v}_{s}(f)$;

c) atenuarea în colțuri (de 90°) $\Delta L^{v}_{c}(f)$;

d) atenuarea la intersecție în cruce $\Delta L^{v}_{ic}(f)$;

e) atenuarea la intersecție în « T » $\Delta L^{v}_{n}(f)$;

f) atenuarea în rosturi $\Delta L^{v}_{r}(f)$.

3.2.3.1. Atenuarea cu distanța ΔL^{v}_{ad} (f) se poate calcula cu relația:

$\Delta L^{v}_{ad}(f) = 8{,}6\ \eta\omega d$ (vibrări) **(3.5)**

în are:

η - coeficient de amortizare internă al materialului din care este alcătuit elementul constructiv prin care are loc propagarea (s/m);

ω - pulsația corespunzătoare frecvenței « f » considerate (Hz);

d - distanța dintre punctele între care se calculează atenuarea (m).

3.2.3.2. Atenuările $\Delta L^{v}_{s}(f)$, $\Delta L^{v}_{s}(f)$, $\Delta L^{v}_{ic}(f)$, $\Delta L^{v}_{it}(f)$ se determină cu ajutorul relației:

$$\Delta L_v(f) = R^v(f) - 10.\lg\frac{z_1(f)}{z_2(f)} \text{ (vibrări)} \qquad \textbf{(3.6)}$$

în care:

$R^{v}(f)$ - indicele de atenuare al puterii vibrațiilor, care se obține:

- la schimbări bruște de secțiune ($R^{v}_{s}(f)$) pe baza graficului din fig. 3.2.a:
- la propagarea vibrațiilor prin colțuri ($R^{v}_{c}(f)$) pe baza graficului din fig. 3.3.b:
- la propagarea vibrațiilor prin intersecții în cruce ($R^{v}_{ic}(f)$) pe baza graficului din fig. 3.2.c;
- la propagarea vibrațiilor prin intersecții în «T» ($R^{v}_{iT}(f)$) pe baza graficului din fig. 3.2.d.

$Z_1(f)$ - impedanța elementului de construcție dinspre care se propagă vibrațiile;

$Z_2(f)$ - impedanța elementului de construcție în care se propagă vibrațiile.

Observație: Pentru calcule orientative. în locul raportului $Z_1(f)/Z_2(f)$ se poate adopta raportul m_1/m_2, unde m_1, m_2 reprezintă masele pe unitatea de suprafață ale celor două elemente de construcție considerate.

3.2.3.3. La propagarea vibrațiilor prin rosturi ce nu conțin materiale izolatoare (rosturi cu strat de aer) se obține, practic, o atenuare totală a amplitudinii vibrațiilor transmise.

Observație: În cazul în care, pe alte considerente decât cele acustice, rosturile sunt prevăzute cu materiale izolatoare, apar fenomene locale de rezonanță, ce pot amplifica amplitudinile vibrațiilor transmise. În aceste situații, soluția va fi verificată, în mod obligatoriu, prin măsurări acustice « in situ ».

Pentru situația unor elemente constructive de tipul pereților care se intersectează în unghi drept, este de preferat ca rostul prevăzut cu material izolator să fie amplasat în planul peretelui în care sunt transmise vibrațiile de la celălalt perete.

3.2.4. În spiritul prezentului normativ sunt luate în considerație acțiunile de impact ce se dezvoltă pe planşeele clădirilor, în urma exploatării normale a acestora.

3.2.5. Nivelul normalizat al zgomotului de impact $L_n(f)$ se determină pe baza valorilor nivelului de presiune acustică $L_i(f)$ mi Mirate în camera de recepție - conform SR EN ISO 140-6 (în laborator) sau SR EN ISO 140-7 (« in situ »).

3.2.6. Din punct de vedere practic se consideră că o unitate funcțională corespunde cerințelor de izolare acustică la acțiuni de impact dacă planşeul superior al acestuia îndeplineşte condiția:

$L_{n,w,ef} < L_{n,w,nec}$ (dB) **(3.7)**

în care:

$L_{n,w,ef}$ - indicele de izolare la zgomot de impact, normalizat, al planşeului brut cu pardoseală, efectiv, determinat conform SR ISO 717-2, pe baza valorilor $L_n(f)$;

$L_{n,w,nec}$ - indicele de izolare la zgomot de impact, normalizat, al planşeului brut cu pardoseală.necesar, normat prin STAS 6156.

3.2.7. Capacitatea de izolare la zgomot de impact a unui planşeu depinde, în mod esenţial, de calităţile elastoamortizoare ale pardoselilor cu care este prevăzut.

Observaţie: Planşeele brute sau cu pardoseli reci obişnuite, întâlnite curent în clădirile de locuit şi social-culturale, nu satisfac cerinţele de izolare la zgomot de impact.

În **ANEXA 9** sunt prezentate valorile indicilor $L_{n,eq,o,w}$ echivalenţi de izolare la zgomot de impact normalizaţi, pentru planşee brute, corespunzători planşeelor din beton armat de diferite grosimi.

Elemente de proiectare

3.2.8. Cerinţele de izolare la zgomot de impact se îndeplinesc, în principal, prin realizarea unor pardoseli care, împreună cu planşeul brut, trebuie să asigure indicele de izolare la zgomot de impact necesar.

3.2.9. Indicele de izolare la zgomot de impact normalizat al planşeului brut cu pardoseală $L_{n,w,ef}$ poate fi determinat prin:

- măsurări acustice « in situ » sau în laborator;
- calcul.

Domeniul de frecvenţe ce se ia în considerare este 100... 3150 Hz.

3.2.9.1. Determinarea indicelui $L_{n,w,ef}$ prin măsurări se face în conformitate cu prevederile SR EN ISO 140-6 (în laborator) sau SREN ISO 140-7 (« in situ »).

3.2.9.2. Determinarea indicelui $L_{n,w,ef}$ prin calcul se face cu relaţia:

$$L_{n,w} = L_{n,eq,o,w} - \Delta L_w \text{ (dB)} \qquad \textbf{(3.9)}$$

în care:

$L_{n,eq,o,w}$ - indicele echivalent de izolare la zgomot de impact, normalizat, al planşeului brut;

ΔL_w - indicele de îmbunătăţire a izolării la zgomot de impact.

Îmbunătăţirea ΔL_w se determină prin măsurări acustice în laborator sau « in situ » în conformitate cu prevederile SR EN ISO 140-6 sau SR EN ISO 140-7.

În **ANEXA 9** sunt prezentate valorile îmbunătăţirilor ΔL_w corespunzătoare principalelor tipuri de pardoseli utilizate curent în clădiri civile şi social-culturale.

3.2.10. În cazurile în care este necesară o izolare deosebită la zgomot de impact se pot utiliza dale flotante.

Dalele flotante au structura constructivă ca în fig. 3.3.

În **ANEXA 9** sunt prezentate valorile ΔL_w pentru câteva straturi de dale flotante.

3.2.11. La proiectarea în scopuri acustice a unor planşee ce despart unităţi funcţionale cu regimuri higrotermice diferite se va avea vedere asigurarea concomitentă a condiţiilor de confort acustic şi higrotermic.

3.2.12. La proiectarea în scopuri acustice a unor structuri de pardoseli alcătuite din materiale combustibile, se va ţine seama specificul activităţilor ce se desfăşoară în unitatea funcţională respectivă, în vederea respectării condiţiilor prevăzute în Normativul de siguranţă la foc a construcţiilor - indicativ P118.

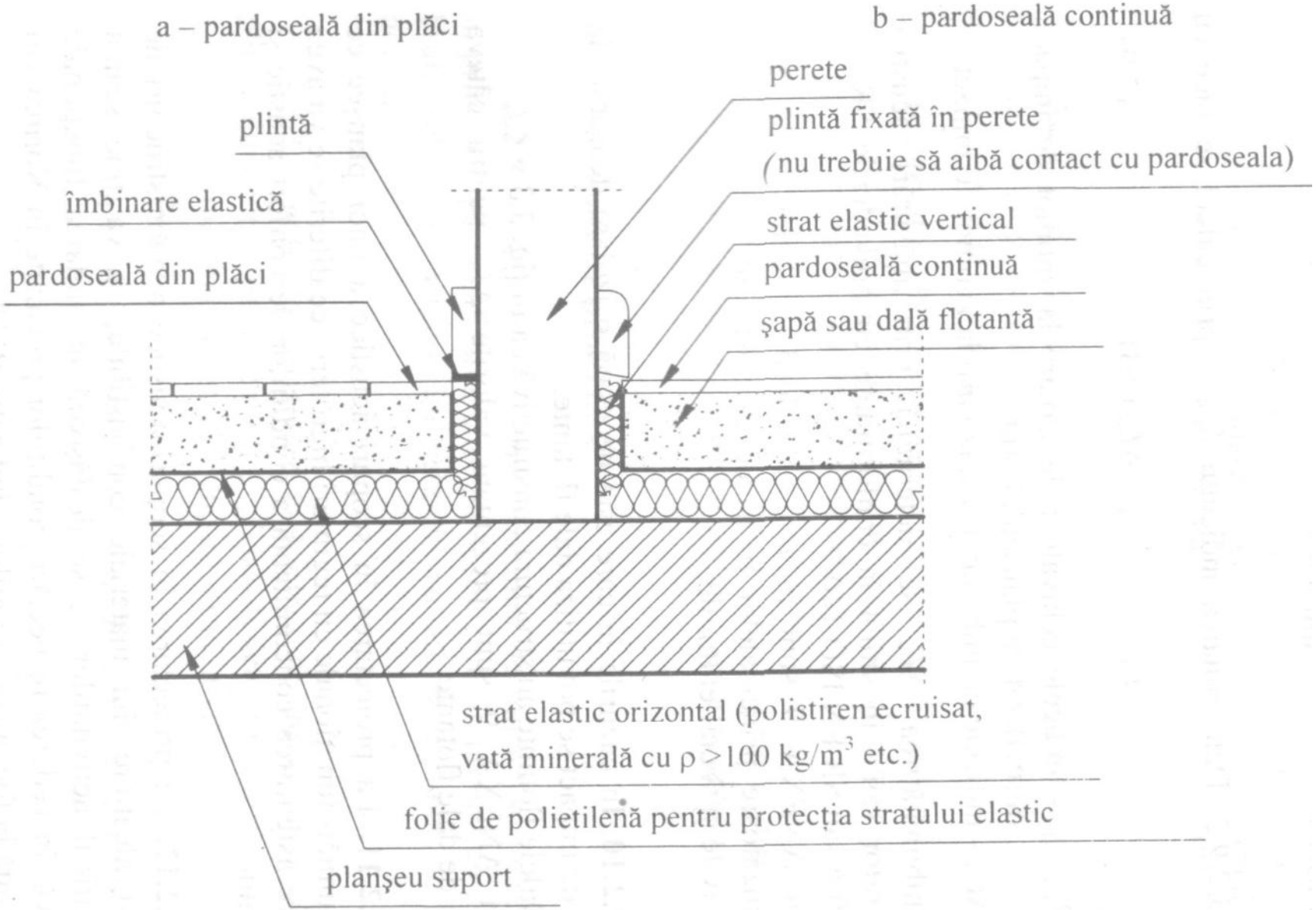

a – pardoseală din plăci
b – pardoseală continuă
perete
plintă
plintă fixată în perete
(nu trebuie să aibă contact cu pardoseala)
îmbinare elastică
strat elastic vertical
pardoseală din plăci
pardoseală continuă
şapă sau dală flotantă
strat elastic orizontal (polistiren ecruisat,
vată minerală cu ρ >100 kg/m3 etc.)
folie de polietilenă pentru protecţia stratului elastic
planşeu suport

Fig. 3.3.

Prevederi pentru executarea lucrărilor

3.2.13. In vederea asigurării capacității de izolare la zgomot de impact necesare (prevăzută în proiect), la aprovizionarea materialelor şi la executarea diferitelor tipuri de pardoseli cu strat de circulație din parchet, covoare PVC sau mochete se va acorda o atenție deosebită la:

- respectarea proiectului sau normelor interne de fabricație, în ceea ce priveşte grosimea minima a substraturilor cu rol fonoizolator;
- montarea straturilor elastice ale structurii pardoselilor, astfel încât acestea să nu se rigidizeze la punerea în operă.

3.2.14. La executarea pardoselilor tip «dală flotantă» se va urmări cu atenție să nu se creeze punți rigide între dale şi planşeul brut. În timpul execuției, precum şi celelalte prevederi din «Normativul pentru alcătuirea şi executarea pardoselilor» indicativ GP037.

4. PROTECȚIA ÎMPOTRIVA ZGOMOTELOR PRODUSE DE INSTALAȚIILE ŞI ECHIPAMENTELE ÎNGLOBATE DIN CLĂDIRI

4.1. Instalații de ventilare şi condiționare a aerului (VCA)

Prezentul subcapitol se referă la măsurile de reducere a nivelului de zgomot produs de instalațiile de ventilare şi condiționare a aerului în unitățile funcționale deservite de acestea precum şi în centralele de ventilație.

4.1.1. Elemente de proiectare

4.1.1.1. Se consideră că o unitate funcțională de clădiri de locuit, social-culturale sau industriale corespunde cerințelor de confort acustic (în cazul zgomotului produs de funcționarea instalațiilor de ventilare şi condiționare a aerului), dacă sunt respectate următoarele condiții:

a) în încăperile din clădirile de locuit şi social-culturale în care se limitează nivelul de zgomot echivalent interior datorat unor surse de zgomot exterioare, nivelul de zgomot datorat funcționării VCA trebuie să fie mai mic sau cel mult egal cu valorile prevăzute în tabelul 1 din STAS 6156-86;

b) în încăperile din clădirile de locuit şi social-culturale în care se limitează nivelul de zgomot echivalent interior datorat acțiunii concomitente a surselor exterioare unității funcționale şi a agregatelor ce funcționează în interiorul acestora, nivelul de zgomot datorat funcționării VCA trebuie să fie cu cel puțin 10 dB mai mic decât valorile prevăzute în tabelul 3 din STAS 6156-86;

c) în halele industriale, nivelul de zgomot datorat funcționării VCA trebuie să fie mai mic cu cel puțin 5 dB decât nivelul zgomotului de fond produs de utilajele de bază din halele respective.

4.1.1.2. Propagarea zgomotului, provenit din funcționarea normală a VCA în clădiri, se face pe două căi principale:

a) sub formă de zgomot aerian şi structural, din centrala VCA către celelalte încăperi;
b) sub formă de zgomot aerodinamic, de-a lungul canalelor de ventilație.

4.1.1.3. Zgomotul aerian, ce se propagă din centrala VCA către încăperile adiacente, este radiat de suprafețele echipamentelor aflate în stare de vibrație, ca urmare a funcționării lor normale.

Zgomotul structural, ce se propagă din centrala VCA către celelalte încăperi este radiat de elementele de construcţie şi instalaţii puse în vibraţie, în urma conducţiei solide şi a vibraţiilor produse de echipamentele aflate în stare de funcţionare normală.

Zgomotul aerodinamic ce se propagă de-a lungul canalelor de ventilaţie provine, în principal, din funcţionarea ventilatoarelor racordate la acestea şi depinde de particularităţile traseului aerului (prizele de aer, caracteristicile geometrice ale conductelor, gurile de refulare etc).

Principalele surse de zgomot amplasate în centralele VCA sunt:

- ventilatoarele;
- motoare e electrice de antrenare;
- compresoarele;
- electropompele.

4.1.1.4. Nivelul de zgomot aerian produs de sursele de zgomot amplasate în centrala de ventilaţie se determină prin măsurări directe conform STAS 7150-83 „Acustica în industrie. Metode de măsurare a nivelului de zgomot în industrie" sau pe baza spectrogramelor caracteristice ale echipamentelor, determinate în laborator.

Dacă la faza de proiectare a centralei VCA nu se cunoaşte nivelul de zgomot aerian produs de echipamentele din dotare, acesta va fi determinat, în mod acoperitor, pe bază de calcul.

Nivelul de zgomot global, caracteristic unei centrale VCA unde funcţionează mai multe utilaje de tipul celor prezentate anterior, se obţine prin măsurări directe sau prin însumarea energetică a nivelurilor de zgomot specifice fiecăruia dintre utilaje (măsurate sau calculate).

4.1.1.5. Dacă nivelul de zgomot global determinat în condiţiile punctului 4.1.1.4 caracteristic unei centrale VCA, rezultă mai mare 90 dB (A), se vor adopta măsuri de reducere a nivelului de zgomot în următoarea ordine preferenţială:

a) optimizarea, din punct de vedere acustic, a echipamentelor;

b) carcasarea sau ecranarea acustică a surselor de zgomot, conform prevederilor din capitolul 2;

c) tratarea fonoabsorbantă a încăperii.

4.1.1.6. Pentru a evita transmiterea zgomotului produs de echipamentele din centralele VCA în unităţile funcţionale din clădire, amplasarea acestora se va face de preferinţă în corpuri anexe, distanţate faţă de clădirile principale.

Când această recomandare nu poate fi respectată, elementele despărţitoare dintre centrala VCA şi încăperile adiacente vor fi dimensionate astfel încât să fie îndeplinite condiţiile privind izolarea împotriva zgomotului aerian, prevăzute în STAS 6156-86, tabelul 4.

Când echipamentele de ventilare se montează direct în spaţii productive, trebuie alese agregate ale căror nivel caracteristic de zgomot aerian să fie mai mici sau cel mult egal cu nivelul admisibil pentru spaţiul considerat.

Deoarece izolarea la zgomot aerian a încăperilor adiacente centralei VCA conduce la necesitatea prevederii unor elemente de construcţie despărţitoare, cu indici ce izolare I'a(E_A) mari, care de obicei nu se pot realiza în cazul unor elemente într-un strat, cu dimensiuni uzuale, se recomandă introducerea unor spaţii tampon şi adoptarea unor măsuri care să conducă la coborârea nivelului de zgomot în centrală, aşa cum s-a prevăzut la punctul 4.1.1.5.

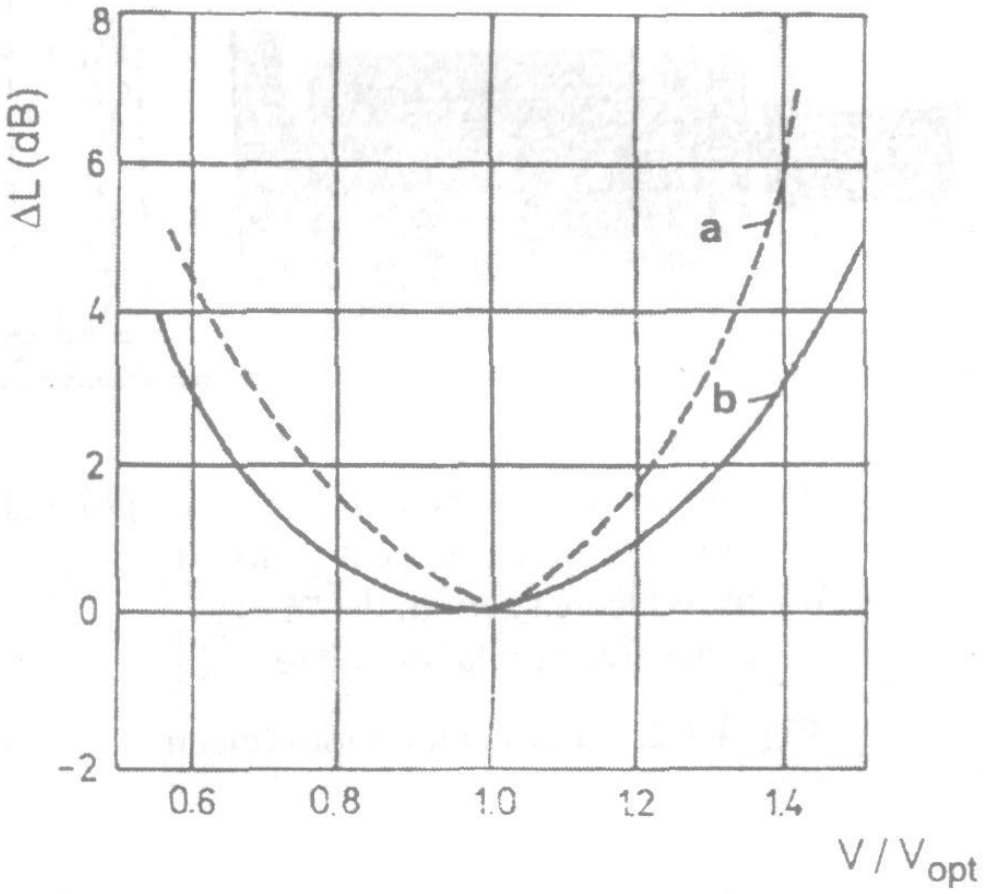
4.1.1.7. La optimizarea, din punct de vedere acustic, a echipamentelor se va ţine seama de următoarele recomandări:

a) ventilatoarele trebuie alese din cataloage, astfel încât, punctul lor de funcţionare să fie situat în dreptul sau în apropierea punctului de randament maxim. În figura 4.1.1 este prezentată diagrama variaţiei nivelului de zgomot (sau de putere acustică) a unui ventilator centrifugal în funcţie de randament;

b) carcasele ventilatoarelor trebuie verificate astfel încât, circulația aerului prin ventilator să nu creeze vibrații caracterizate de amplitudini ale vitezelor mai mari de 0,7 mm/s. Dacă această valoare este depăşită, carcasele vor fi rigidizate cu straturi amortizoare de vibrații:

c) echipamentele cu piese în rotație amplasate pe arbori drepți sau cotiți trebuie astfel alese încât să nu existe mase neechilibrate, antrenarea în mişcarea de rotație sa se facă fără şocuri iar lagărele să nu prezinte defecțiuni. Dacă această valoare este depăşită, carcasele vor fi rigidizate cu straturi amortizoare de vibrații:

c) echipamentele cu piese în rotație amplasate pe arbori drepți sau cotiți trebuie astfel alese încât să nu existe mase neechilibrate, antrenarea în mişcarea de rotație sa se facă fără şocuri iar lagărele să nu prezinte defecțiuni.

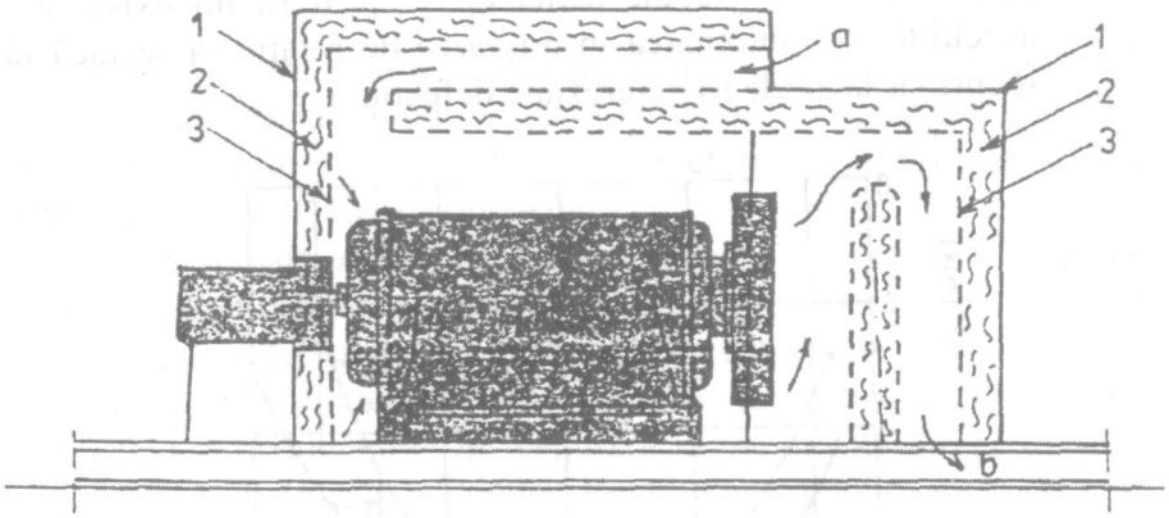


a – ventilatoare axiale
b – ventilatoare centrifugale
V– volum de aer debitat (m^3/h)
V_{opt} – volum de aer optim (m^3/h)

Fig. 4.1.1. Variația nivelului de putere acustică a ventilatoarelor în funcție de raportul V / V_{opt}

4.1.1.8 în cazul motoarelor electrice din centralele VCA care produc zgomot cu nivel L ≥ 90 dB (A), reducerea nivelului de zgomot, produs de funcționarea normală a acestora, se va obține prin carcasare acustică, așa cum se arată în capitolul 2.

În figura 4.1.2 este prezentat un exemplu principial de carcasă fonoizolatoare.



1 – tablă de oțel de 2 mm;
2 – tratament fonoabsorbant (de exemplu: vată minerală);
3 – tablă perforată, procent găuri 20 %;
a – introducerea aerului de răcire;
b – evacuarea aerului de răcire.

Fig. 4.1.2. Carcasa unui motor electric

4.1.1.9. Reducerea nivelului de zgomot în centralele VCA, prin aplicarea unor tratamente fonoabsorbante, se face conform prevederilor capitolului 2.

4.1.1.10. Pentru limitarea propagării zgomotului structural produs în urma conducției solide a vibrațiilor echipamentului aflat în stare de funcționare normală, se vor lua următoarele măsuri:

a) echipamentele se vor amplasa pe sisteme amortizoare dimensionate în mod corespunzător;

b) racordarea dintre ventilatoare şi canalele de ventilare se va face cu piese de legătură elastice (de exemplu racorduri de cauciuc sau pânză cauciucată care au impedanța acusticii sensibil mai mică decât cea a tablei de oțel);

c) fixarea canalelor de ventilare de elementele de construcții se va face prin dispozitive elastice (sisteme de rezemare antivibratile). În cazul canalelor cu debite mici şi mijlocii ($Q \leq 40.000$ m^3/h) fixarea de plafon se va realiza prin intermediul unor dispozitive tipizate de susținere verticală a canalelor, cu precizarea că între consolă, tiranți şi canal se va interpune o bandă de cauciuc de duritate 30...50° Shore, cu grosime minimă de 2 cm. Pentru debite mai mari ($Q > 40.000$ m^3/h), fixarea se va face de plafon prin intermediul unor dispozitive de fixare elastică, așa cum se prevede în figura 4.1.3.

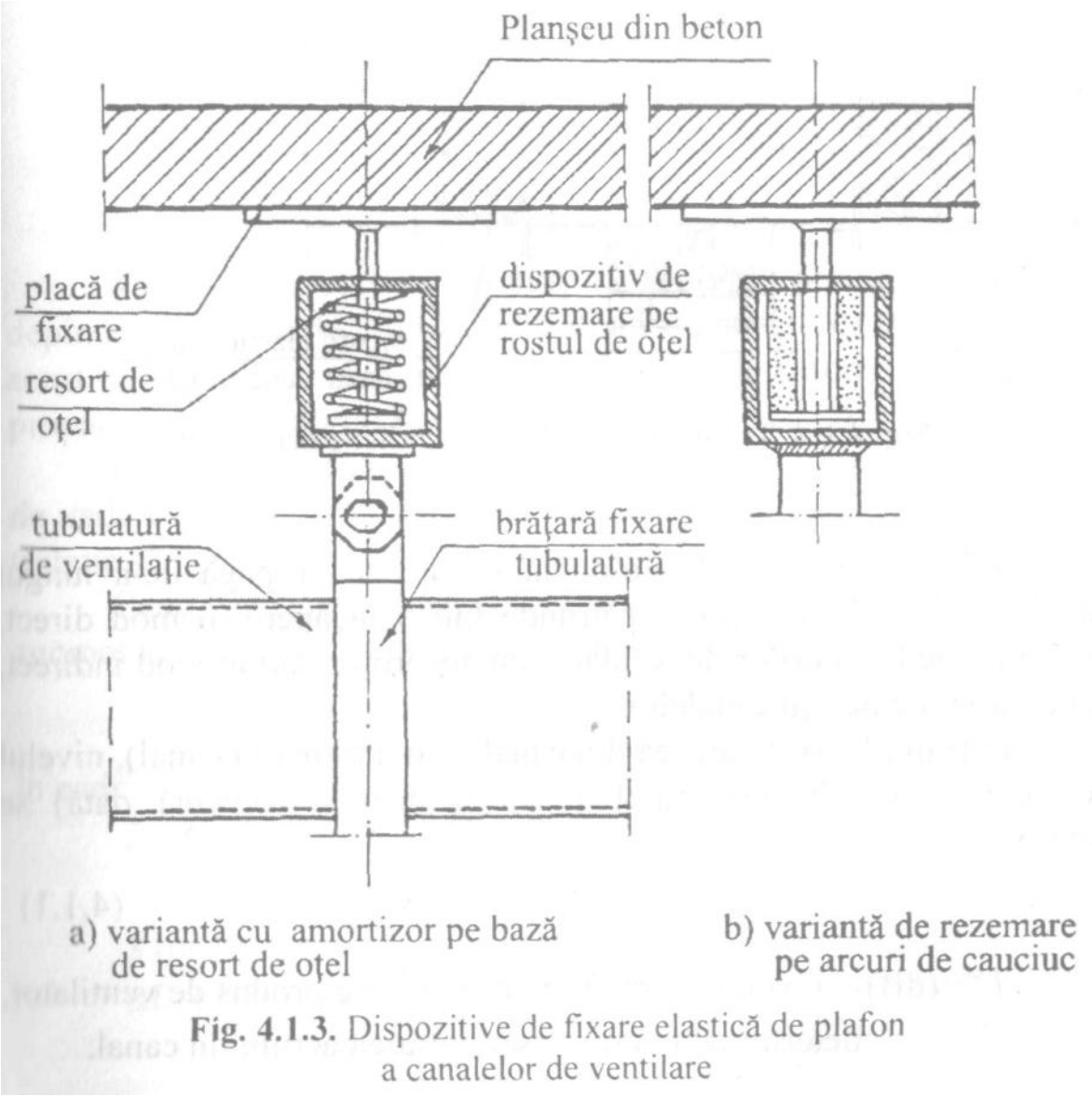


Fig. 4.1.3. Dispozitive de fixare elastică de plafon a canalelor de ventilare

Fixarea de pereţi se va face prin intermediul unor dispozitive tipizate de susţinere orizontală a canalelor, cu precizarea că între consolă şi canalul de ventilare se va interpune o bandă de cauciuc de duritate 30...50° Shore, cu grosime minimă de 2 cm. Trecerea canalelor de ventilare prin pereţi se va face conform detaliului din figura 4.1.4.

4.1.1.11. Zgomotul aerodinamic care se propagă de-a lungul canalelor de ventilare poate pătrunde într-o încăpere în mod direct, prin intermediul gurilor de refulare sau absorbţie, sau în mod indirect, fiind radiat de pereţii canalelor.

În primul caz, la ieşirea din canal (sau intrarea în canal), nivelul de zgomot aerodinamic (global sau pentru o frecvenţă dată) se determina cu relaţia

$L^{aer} = L_v^{aer} + L_\alpha$ (dB) **(4.1.1)**

L^{aer} (dB) - nivelul de zgomot aerodinamic produs de ventilator determinat la ieşirea sau intrarea aerului în canal;

L_α(dB) - nivelul de zgomot aerodinamic datorat turbioanelor de aer ce apar la trecerea jetului prin grilele gurilor de refulare sau absorbţie.

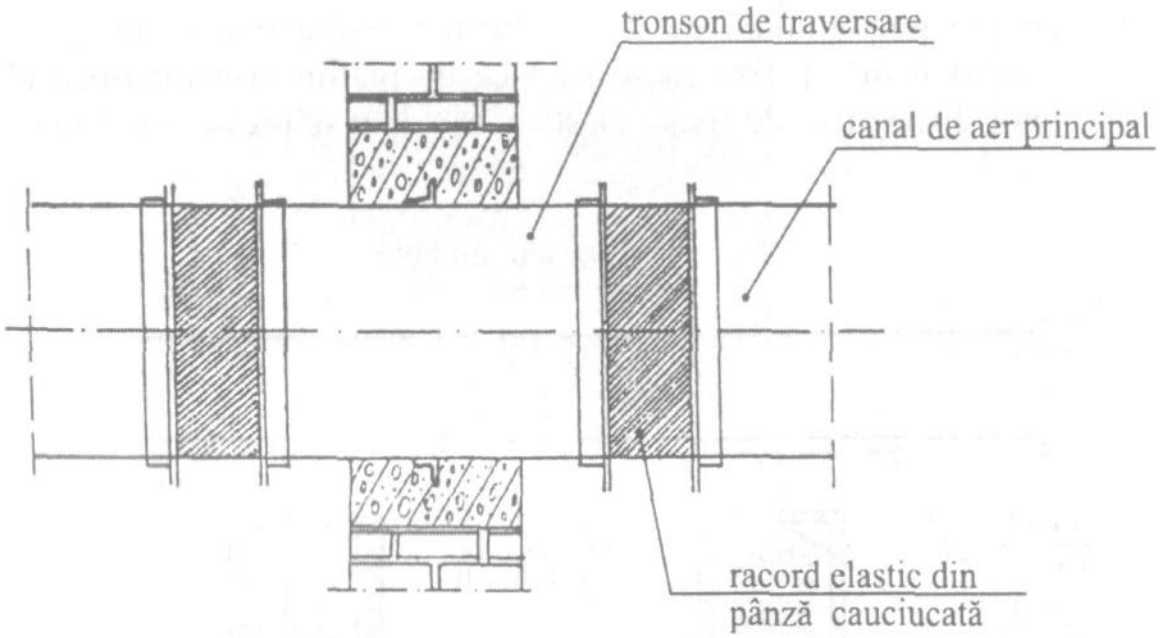


Fig. 4.1.4. Trecerea canalelor de ventilație prin pereți

În al doilea caz, în interiorul încăperii (lângă canal), nivelul de zgomot aerodinamic (global sau pentru o frecvență dată), se determina cu relația:

$$L^{aer} = L_v^{aer} - R(f)\ (dB) \qquad \textbf{(4.1.2)}$$

unde:

L^{aer} (dB) - nivelul de zgomot aerodinamic produs de ventilator, determinat în punctul considerat (în interiorul canalului);

R(f) (dB) - indicele de atenuare la zgomot aerian corespunzător peretelui canalului la o anumită frecvență f.

4.1.1.12. Nivelul de zgomot aerodinamic produs de ventilator depinde de viteza de circulație a jetului de aer pe canale, de puterea acustică a ventilatorului precum şi de atenuările datorate condițiilor de propagare a zgomotului în canal.

Pentru o funcționare normală a instalației de ventilare din punct de vedere acustic, vitezele de circulație a jetului de aer în canale nu trebuie să depăşească valorile din tabelul 4.1.1.

Când sunt respectate condițiile din tabelul 4.1.1 nivelul de zgomot aerodinamic se poate determina cu relația:

$$L^{aer} = L_{v,p} + 10 \lg S - \Delta L_c\ (dB) \qquad \textbf{(4.1.3)}$$

în care:

$L_{v,p}$ (dB) - nivelul de putere acustică a ventilatorului, măsurat sau calculat;

S (m^2) - aria secțiunii canalului la ieşirea din ventilator;

ΔL_c (dB) - atenuarea nivelului de zgomot aerodinamic datorită condițiilor de propagare prin canale de ventilație.

Calculele acustice pe baza relațiilor (4.1.1) şi (4.1.3) se fac pentru nivele de zgomot în benzi de 1 / 1 octavă, în domeniul de frecvențe minim de 63...4000 Hz.

Tabel 4.1.1

Viteze de circulaţie maxime admise a aerului în canalele de ventilare din încăperi obişnuite şi social-culturale

Nr. crt.	Tipul canalelor	Viteze de circulaţie maxime admisibile (m/s)	
		Încăperi obişnuite	Săli de audiţie publică, biblioteci şi saloane de spital
1	Canal principal (direct de la ventilator)	5-8	3,6-6
2	Canal secundar (ramificaţie)	3-5	2,5-4
3	Guri de refulare şi aspiraţie (secţiune liberă)	3-5	2,5

4.1.1.13. Nivelul global de putere acustică a ventilatoarelor se determină prin măsurări directe, conform STAS 12203/1-83.

Dacă la faza de proiectare nu se cunoaşte nivelul global de putere acustică a ventilatoarelor, acesta se determină prin calcule, în mod acoperitor.

4.1.1.14. Atenuarea nivelului de zgomot aerodinamic datoriţii condiţiilor de propagare a jetului de aer în lungul canalelor de ventilare, se obţine atât pe cale naturală (tronsoane drepte, coturi, schimbări bruşte de secţiune, ramificaţii) cât şi cu ajutorul unor procedee speciale.

Principalele procedee speciale folosite sunt:

a) căptuşirea canalelor cu materiale fonoabsorbante;

b) introducerea pe trasee a unor camere de detentă;

c) introducerea pe trasee a diferite tipuri de atenuatoare.

Camerele de detentă se obţin printr-o lărgire bruscă a canalului de ventilare, pe o anumită lungime. Ele produc atenuări de tip reactiv şi activ.

Atenuatoarele sunt elemente constructive care se introduc pe traseul canalului de ventilare şi care conţin suprafeţe tratate intens fonoabsorbant dispuse în special paralel cu direcţia de parcurs a jetului de aer. Ele produc atenuări acustice preponderent de tip activ.

Atenuatoarele active folosite în mod curent sunt:

a) atenuatoare active, circulare, simple;

b) atenuatoare active, circulare, cu bulb fonoabsorbant;

c) atenuatoare active, rectangulare, lamelare;

d) atenuatoare active, rectangulare, cu şicane.

Atenuatoarele active circulare simple reprezintă adoptarea industrială a procedeului de căptuşire fonoabsorbanta (figura 4.1.5).

Atenuatoarele active circulare cu bulb fonoabsorbant sunt prezentate în figura 4.1.6.

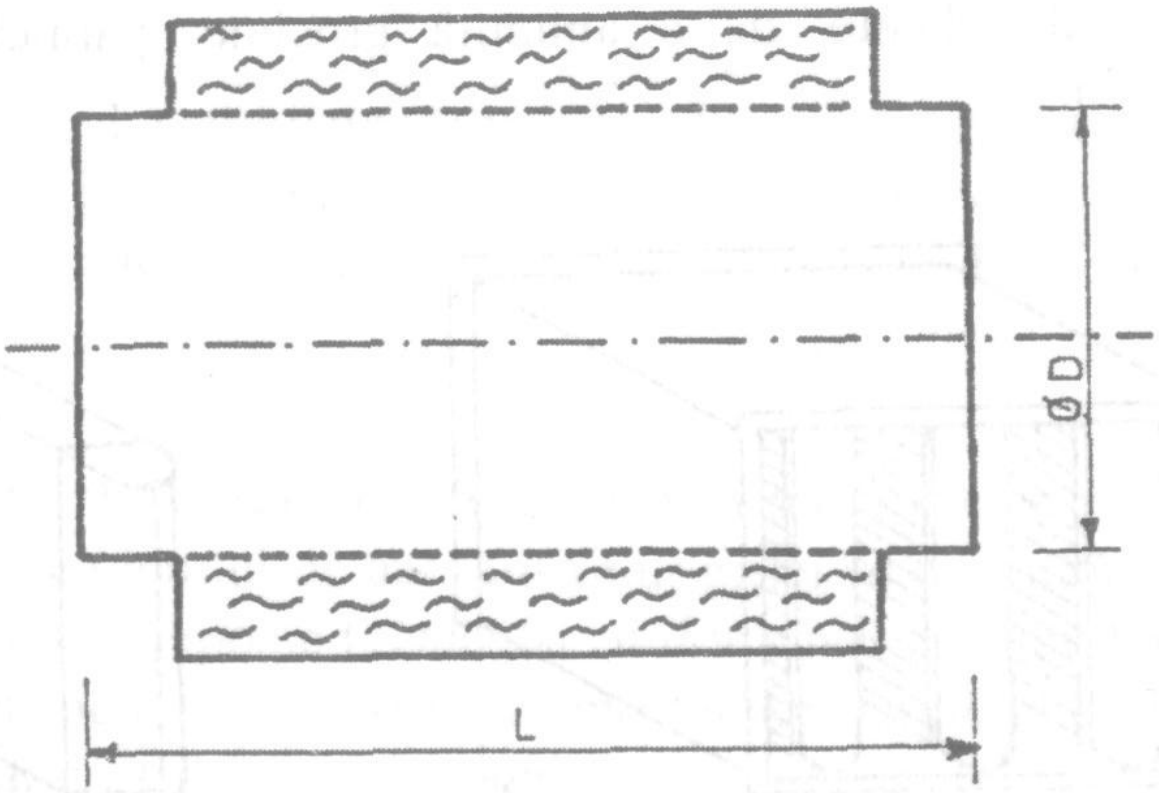


Fig. 4.1.5. Atenuatoare active circulare, simple

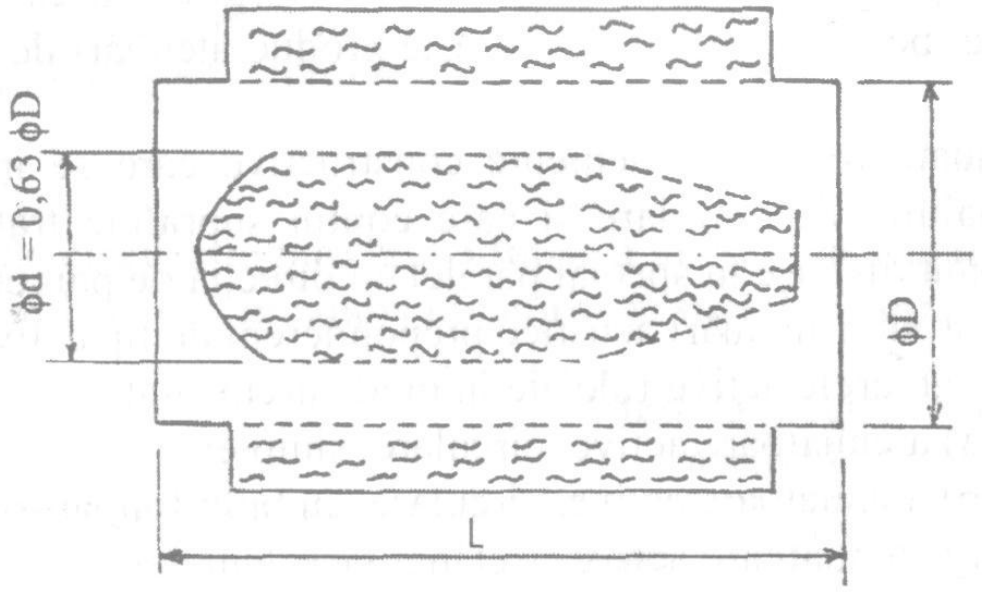


Fig. 4.1.6. Atenuatoare active circulare, cu bulb fonoabsorbant

Atenuatoarele active rectangulare lamelare se realizează prin amplasarea într-un tronson al canalului de ventilare, a unui număr de lamele fonoabsorbante, de o anumită grosime, paralele între ele (figura 4.l.7).

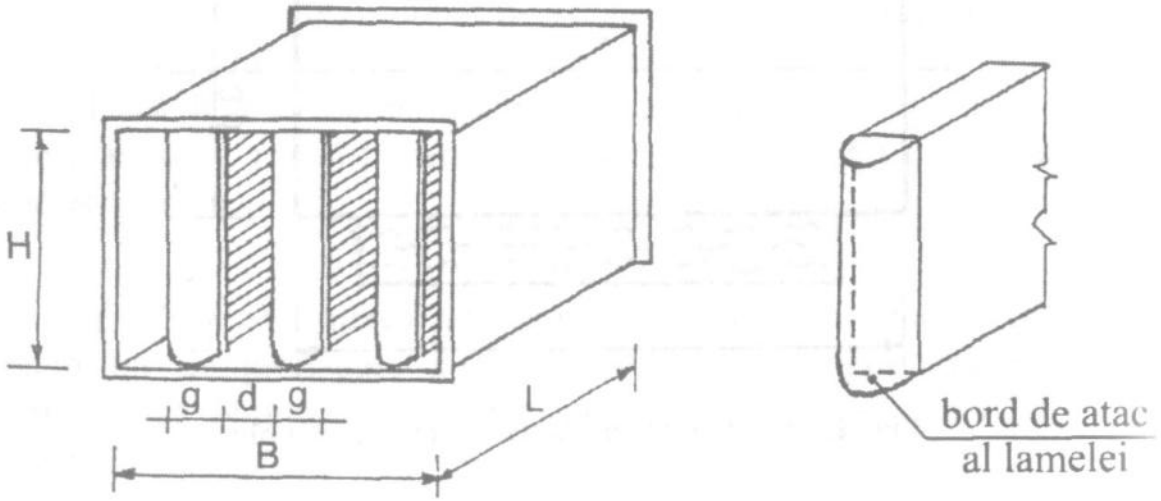


Fig. 4.1.7. Atenuatoare active rectangulare lamelare

Atenuatoarele active rectangulare cu şicane sunt prezentau-principial în figura 4.1.8.

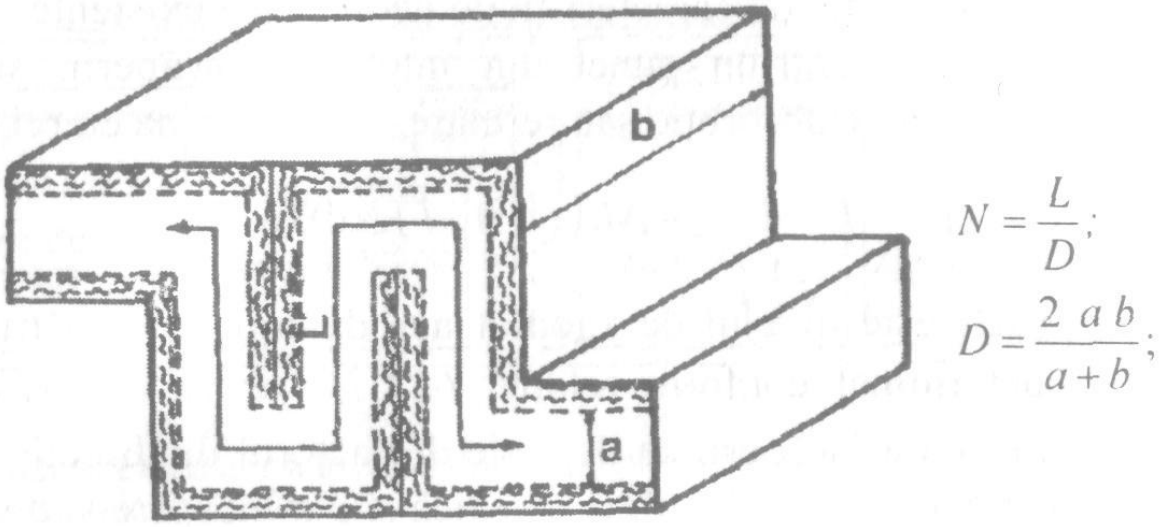


Fig. 4.1.8. Atenuatoare active rectangulare cu şicane

Calculul atenuărilor nivelului de zgomot aerodinamic datorate condițiilor de propagare a jetului de aer în lungul canalelor de ventilare se face conform pct. „c" din Anexa 11.

4.1.1.15. La refularea sau absorbția aerului într-o (dintr-o) încăpere prin intermediul unei guri de ventilare (considerată fără grilă), se obțin atenuări acustice care se determină conform pct. „d" din **Anexa 11**.

4.1.1.16. În cazul în care gura de ventilare este prevăzută cu grilă, la trecerea jetului de aer la nivelul grilei se dezvoltă un zgomot al cărui nivel global poate fi calculat conform pct. „e" din **Anexa 11**.

De asemenea, în cazul anemostalelor amplasate pe plafon, nivelul global de zgomot, corespunzător trecerii jetului de aer, poate fi calculat conform pct. „c" din **Anexa 11**.

Nivelul global al zgomotului la refularea sau absorbția aerului într-o (dintr-o) încăpere se determină însumând energetic nivelele obținute ca mai sus cu cel precizat la pct. 4.1.1.15.

1.1.17. Zgomotul aerodinamic care pătrunde într-o încăpere un de absorbție sau refulare, se propagă în interiorul acestora în mod diferit, în funcție de caracteristicile geometrice existente. Nivelul de zgomot aerian într-un punct din interiorul încăperii, situat la distanța d de gura de absorbție sau refulare, se determina cu relația

$$L = L^{aer} - \Delta L(Q,A,d) \text{ (dB)} \qquad \textbf{(4.1.4)}$$

unde:

L^{aer} (dB) - nivelul de zgomot aerodinamic care pătrunde în încăpere, determinat conform relației (4.1.1);

M(Q,A,d) - corecția acustică a încăperii ce depinde de factorul de directivitate Q, suprafața echivalentă de absorbție acustică A din încăpere şi distanța d de la gura de ventilare la punctul considerat.

4.1.1.18. În cazul încăperilor străbătute de canale de ventilare, pereții canalelor trebuie verificați astfel încât, prin capacitatea lor de izolare acustică la zgomot aerian, să mi fie permisă radiația, în încăperile pe care le traversează, a unui zgomot caracterizat de un nivel acustic superior celui admisibil pentru încăperile respective. Nivelul de zgomot aerian în încăperi se poate determina, acoperitor, cu relația (4.1.2).

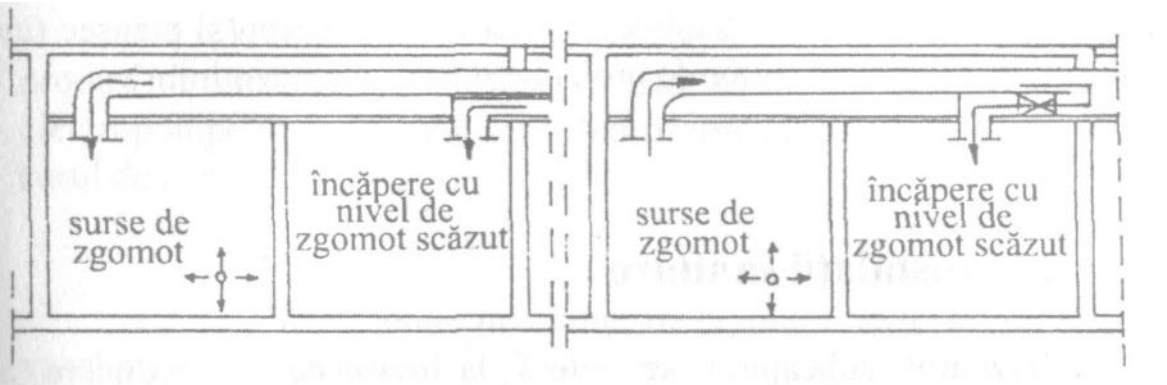


Fig. 4.1.9. Posibilități de atenuare a zgomotului transmis între două încăperi prin diafonie

4.1.1.19. O atenție deosebită se va acorda împiedicării transmiterii, prin canalele de ventilare, a zgomotului între două încăperi caracterizate de regimuri acustice diferite (prin măsurări de fono izolare). In aceste situații, pereții canalelor de ventilare trebuie să aibă indicele de izolare $I'_a(E_A)$ cel puțin egal cu cel corespunzător peretelui despărțitor dintre cele două încăperi.

În figura 4.1.9 sunt prezentate câteva posibilități de izolare între încăperi cu regimuri acustice diferite, traversate de canale de ventilare.

4.1.1.20. Proiectarea lucrărilor de VCA se va face conform Normelor generale aprobate cu decretul nr. 290/ 1977, Normativul I 5, Normelor tehnice P 118-83 (pe baza caracteristicilor de comportare la foc a materialelor şi structurilor, determinate în laborator autorizate) şi a măsurilor de protecție împotriva incendiilor la lucrările de izolări şi tratamente acustice.

4.1.2. Prevederi de execuție

4.1.2.1. La montarea echipamentelor în centrala VCA se va acorda o atenție deosebită:

a) respectării dimensiunilor blocului de fundație, dimensiunilor şi calității materialelor de rezemare antivibratilâ;

b) respectării tipurilor de ventilatoare prevăzute în proiect;

c) respectării tipurilor de materiale prevăzute pentru racordurile elastice.

4.1.2.2. La confecționarea canalelor de ventilare şi a atenuatoarelor acustice prevăzute, se va acorda o atenție deosebită:

a) respectării grosimilor de tablă prevăzute în proiect;

b) respectării tipurilor de materiale fonoabsorbante precum şi grosimilor acestora prevăzute în proiect.

4.1.2.3. La montarea canalelor de ventilare trebuie să se acorde o atenție deosebită:

a) respectării detaliilor de fixare a acestora de elementele de construcție rigide;

b) respectării detaliilor de trecere prin pereți şi planşee (cu asigurarea condițiilor de protecție împotriva incendiilor).

4.2. Instalații sanitare

Prezentul subcapitol se referă la măsurile de reducere a nivelului de zgomot în interiorul unei unități funcționale, datorat funcționării instalațiilor sanitare exterioare unității sau celor din interiorul acesteia, puse în funcțiune din exteriorul ei.

4.2.1. Elemente de proiectare

4.2.1.1. Sursele de zgomot considerate în acest subcapitol sunt:

a) instalațiile de hidrofor;

b) conductele de alimentare cu apă şi de canalizare;

c) armăturile şi obiectele sanitare.

4.2.1.2. Pentru asigurarea limitelor de zgomot admisibile se consideră că o unitate funcțională corespunde cerințelor de izolare fonică împotriva zgomotului aerian provenit din instalațiile de hidrofor, centralele şi punctele termice, dacă elementele de construcții despărțitoare au indici de izolare acustică I'a(EA) mai mari sau egali cu 61 (+9)dB.

Întrucât izolarea la zgomot aerian a încăperilor din apartamentele clădirilor de locuit față de uscătorii, spălătorii, spații de hidrofor, centrale şi puncte termice şi alte spații cu nivel de zgomot ridicat nu se poate realiza prin elemente despărțitoare într-un strat cu dimensiuni uzuale, se recomandă introducerea unor spații tampon sau adoptarea unor măsuri care să conducă la coborârea nivelului de zgomot în centralele de instalații.

4.2.1.3. Măsurile referitoare la reducerea nivelului de zgomot produs de instalațiile de hidrofor se referă la vasul tampon, la electropompele de circulație, la hidroforul propriu-zis şi la compresorul de aer.

4.2.1.4. Reducerea nivelului de zgomot datorat funcționării vaselor tampon se va realiza prin:

a) izolarea acustică a vasului tampon, utilizîndu-se tratamente antivibratile calculate corespunzător;

b) montarea corectă a conductei de aducțiune a apei, al cărui capăt trebuie sa ajungă cat mai aproape de fundul vasului tampon (maximum 15 cm de acesta).

4.2.1.5. Reducerea nivelului de zgomot produs de electropompele utilizate de instalațiile de hidrofor se va realiza prin:

a) aplicarea unui tavan fonoabsorbant în încăperea instalației de hidrofor (calculat şi proiectat conform capitolului 2);

b) carcasarea electropompei conform prevederilor capitolului 2 (un exemplu de carcasă dublă fonoizolantă se dă în figura 4.2.1);

c) amplasarea electromotoarelor pe fundații prin intermediul unor reazeme antivibratile.

De cîte ori este posibil, se recomandă amplasarea electro-pompelor într-o încăpere situată în afara clădirii (figura 4.2.2).

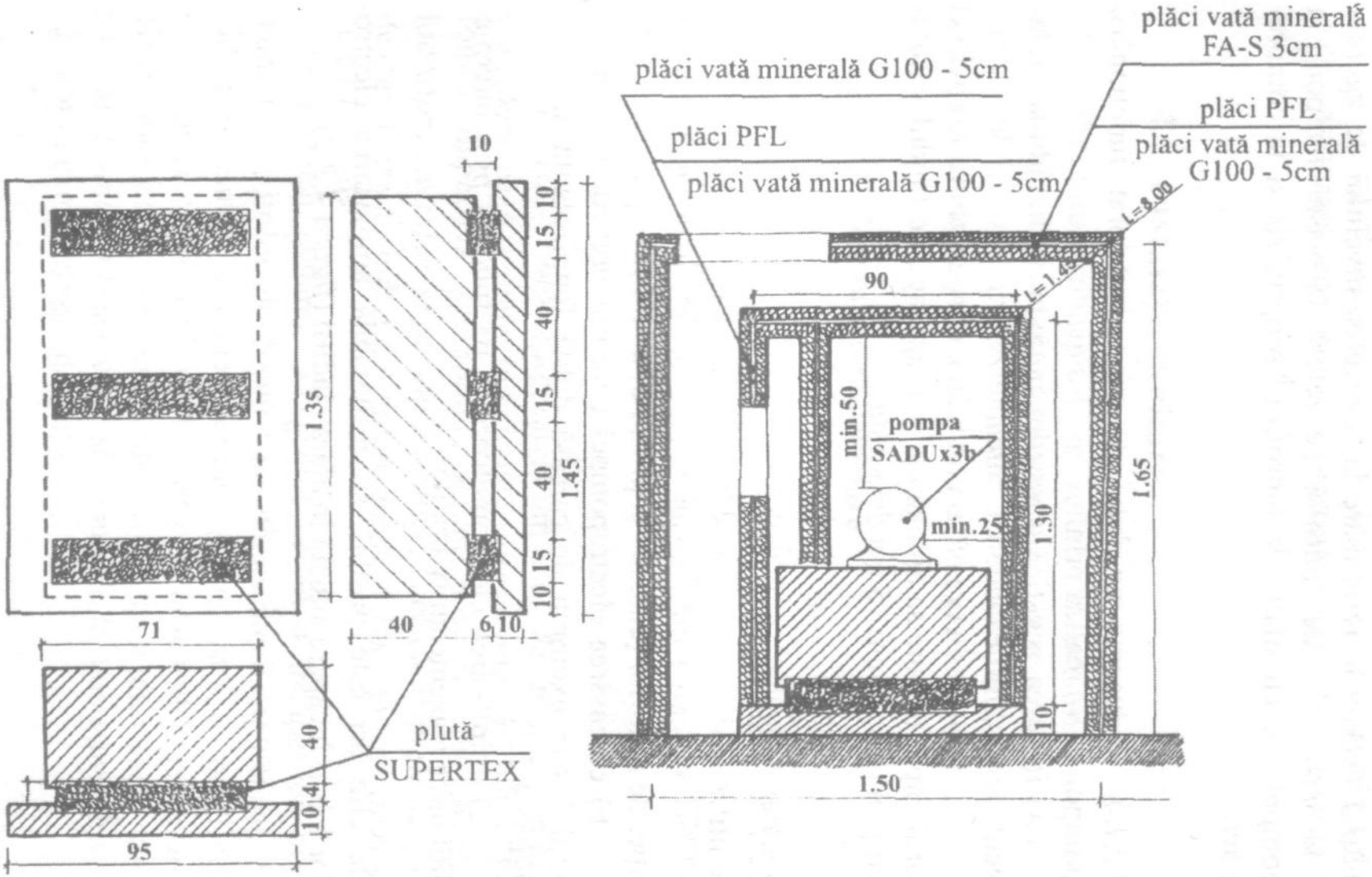


Fig. 4.2.1. Model de carcasă dublă

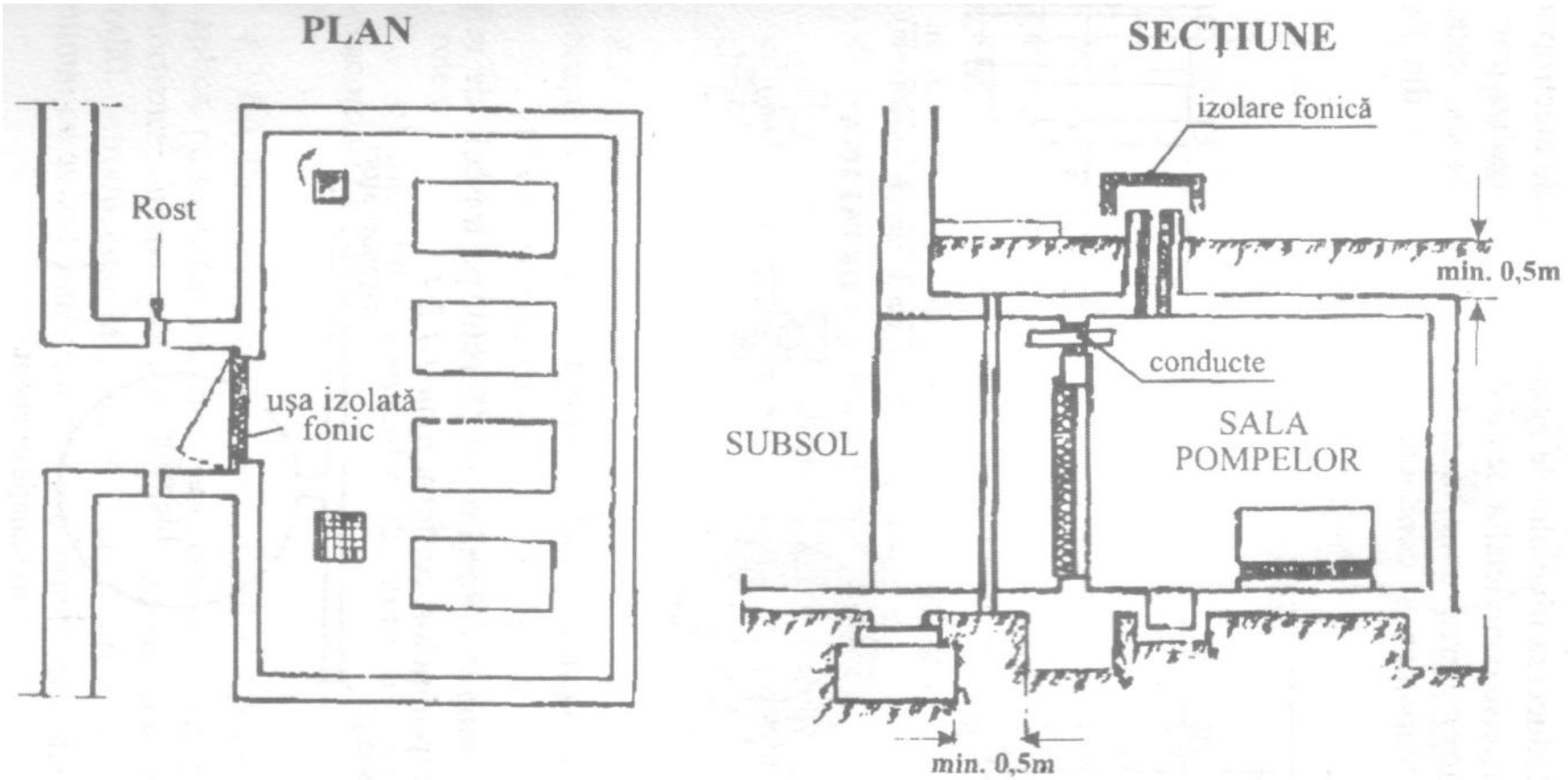


Fig. 4.2.2. Construcția sălilor pompelor amplasate în afara clădirilor – schiță de principiu

4.2.1.6. Reducerea nivelului de zgomot produs de electropompe şi transmis pe traseele conductelor de alimentare se va realiza prin:

a) introducerea unor racorduri elastice (de ex. cauciuc) între electropompe şi conducte, conform detaliilor din figura 4.2.3;

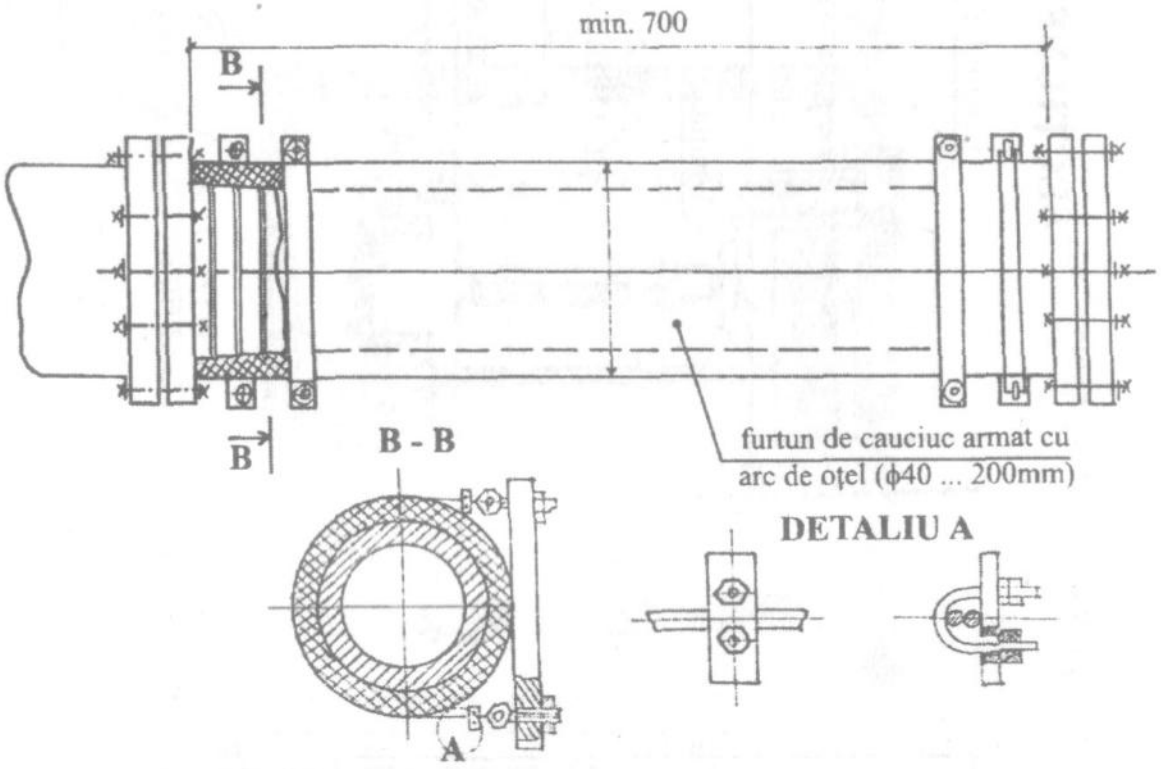
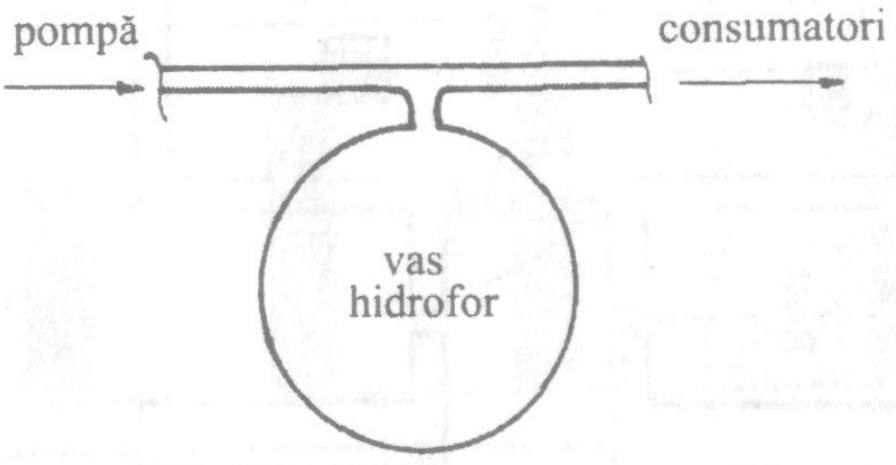


Fig. 4.2.3. Detalii de racorduri elastice

b) montarea corectă a hidroforului pe traseele de refulare ale electropompelor, conform figurii 4.2.4.



a) situaţie existentă



b) situaţie recomandată

Fig. 4.2.4. Sisteme de montare a hidroforului pe traseul de refulare al electropompei

4.2.1.7. Pentru reducerea nivelului de zgomot datorat scurgerii în regim turbulent a apei prin conducte, se va acţiona prin:

a) limitarea vitezei de curgere a apei (se consideră că pentru cazul conductelor obişnuite cu diametre mai mici de 3/4" regimul de curgere poate fi considerat acceptabil pentru viteza de curgere a apei mai mică de 2 m/s);

b) utilizarea de conducte cu pereţi interiori cât mai netezi şi eliminarea depunerilor care apar în interiorul conductelor de apă caldă.

4.2.1.8. Pentru reducerea nivelului de zgomot generat de schimburile bruşte de secţiune sau de direcţie se va acţiona prin:

a) trecerea lentă de la o secţiune la alta;

b) introducerea unui număr cât mai mic de coturi drepte în reţea;

c) înlocuirea derivaţiilor obişnuite în T prin derivaţii cu racorduri tangenţiale.

4.2.1.9. Pentru reducerea amplitudinilor vibraţiilor la conducte se va aplica, pe suprafaţa exterioară a acestora, substanţe cu proprietăţi de amortizare internă pronunţate (de exemplu chit, masticuri, vată minerală). Introducerea în practică a unor astfel de materiale se va numai cu avizul unui organism sau unităţi specializate/abilitate.

4.2.1.10. In scopul împiedicării transmiterii vibraţiilor conductelor la elementele de construcţii se vor lua următoarele măsuri:

a) se vor prevedea elemente elastice de contact etanşe la trecerea conductelor prin elementele de construcţii (figura 4.2.5);

b) se vor intercala garnituri elastice (de exemplu cauciuc, plută, etc.) între conducte şi brăţări le de prindere ale acestora (figura 4.2.6);

c) prinderea brăţărilor de elementele de construcţii se va face prin dibluri izolate cu materiale amortizoare (de exemplu plută, cauciuc etc), ca în figura 4.2.7.

4.2.1.11. În scopul reducerii nivelului de zgomot datorat trecerii şi evacuării apei prin robinete, pentru încadrarea în limitele admisibile de zgomot, se va proceda astfel:

a) se vor alege din cataloagele producătorilor armăturile cu nivel acustic specific corespunzător nivelului de zgomot admisibil prescris pentru unitatea funcţională adiacentă încăperii în care este amplasată armătura. În tabelul 4.2.1 sunt date nivelurile acustice specifice ale unor armături uzuale utilizate în instalaţiile sanitare;

b) se va evita îngustarea bruscă a secţiunilor de la conducte la armături.

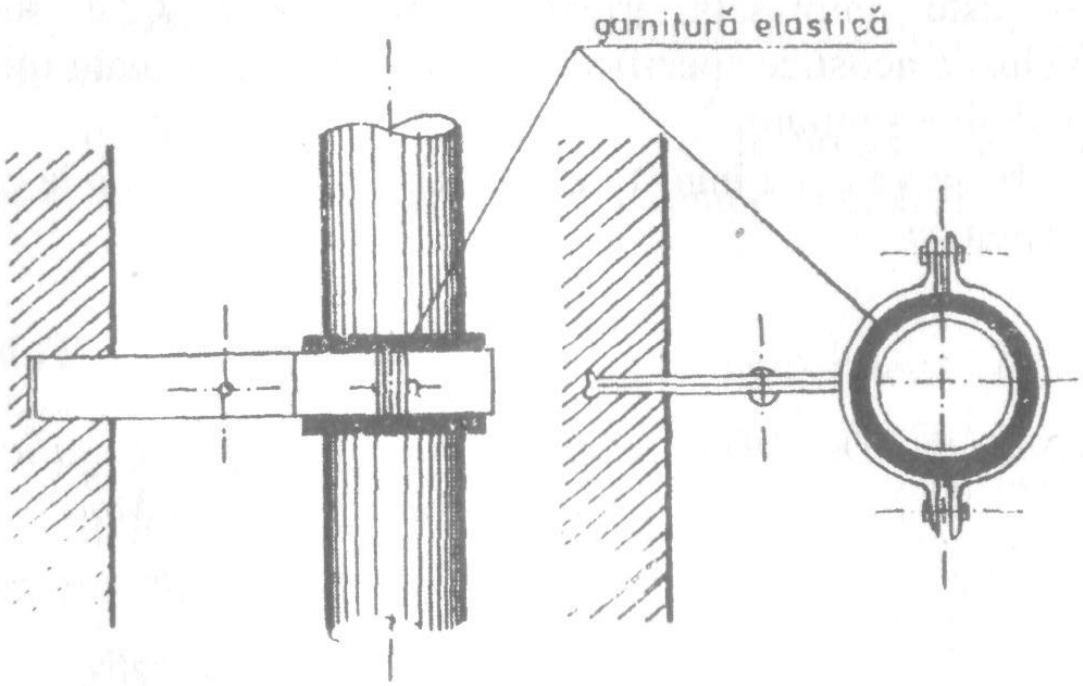


Fig. 4.2.6. Izolarea între conducte şi brăţări cu garnituri elastice

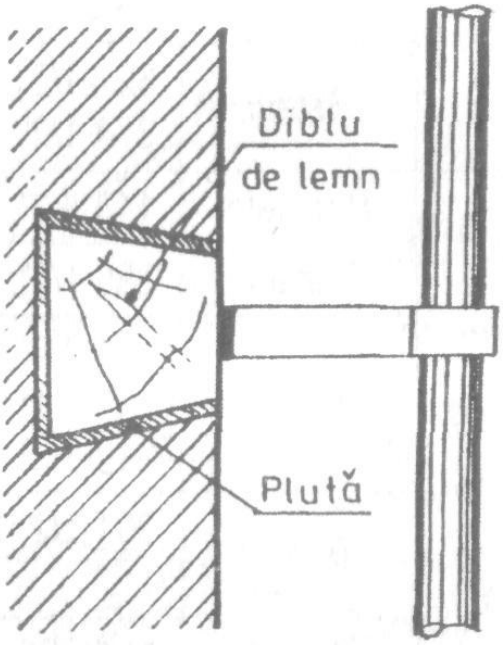


Fig. 4.2.7. Prinderea brăţărilor cu dibluri izolate

Tabel 4.2.1

Tipuri de armături în funcție de nivelul acustic specific la curgerea apei cu o presiune de 0,3 Mpa

Nr. crt.	Nivelul acustic specific (L_S) al armăturilor (dB)	Tipuri de armături	Indicativ
1	35	Robinete	231-1/2"; 261-3/8" (măsurat la presiunea de funcționare)
2	35-40	Baterii	327-1/2"; 361-1/2" cu duş flexibil; 374-1/2"; 382-1/2"
3	40-45	Robinete	113-1/2"; 251-1/2"
		Baterii	395-1/2"; 331-1/2"
		Robinete	111-3/8"; 111-1/2; 121-1/2" ; 221-1/2"; 215-1/2"; 215-5/4"; 215-1"; 212-1/2"
4	45	Baterii	301-1/2"; 354-1/2" ; 331-1/2"; 341-1/2"
		Robinete	111-2/3"; 111-1"; 121-1"; 212-3/4"

4.2.1.12. Reducerea nivelului de zgomot datorat căderii apei în diverse obiecte sanitare (căzi de baie, chiuvete, rezervoare, etc.) se va realiza prin:

a) devierea jetului de apă astfel încât căderea liberă să fie înlocuită printr-o prelungire pe suprafețele verticale sau oblice ale obiectului sanitar (de exemplu direcționarea apei către părțile laterale ale căzilor de baie şi nu către fundul lor);

b) confecționarea cordoanelor de la duşuri din cauciuc sau tuburi metalice flexibile;

c) introducerea de dispozitive de liniştire şi dispersare a apei la duşuri şi armături (de exemplu perlatoare).

4.2.1.12. Reducerea nivelului de zgomot datorat căderii apei în diverse obiecte sanitare (căzi de baie, chiuvete, rezervoare, etc.) se va realiza prin:

a) devierea jetului de apă astfel încât căderea liberă să fie înlocuită printr-o prelungire pe suprafețele verticale sau oblice ale obiectului sanitar (de exemplu direcționarea apei către părțile laterale ale căzilor de baie şi nu către fundul lor);

4.2.1.13. În scopul împiedicării transmiterii vibrațiilor la elementele de construcție, se vor lua următoarele măsuri constructive:

a) montarea obiectelor sanitare pe pereți cu masa ridicată (dar în nici un caz pe cei care delimitează încăperi liniştite), prin intermediul unor garnituri elastice şi printr-o fixare nerigidă (figura 4.2.8);

b) separarea căzii şi cazanului de baie de planşeul şi pereții camerelor de baie, prin intermediul unor garnituri elastice (figura 4.2.9).

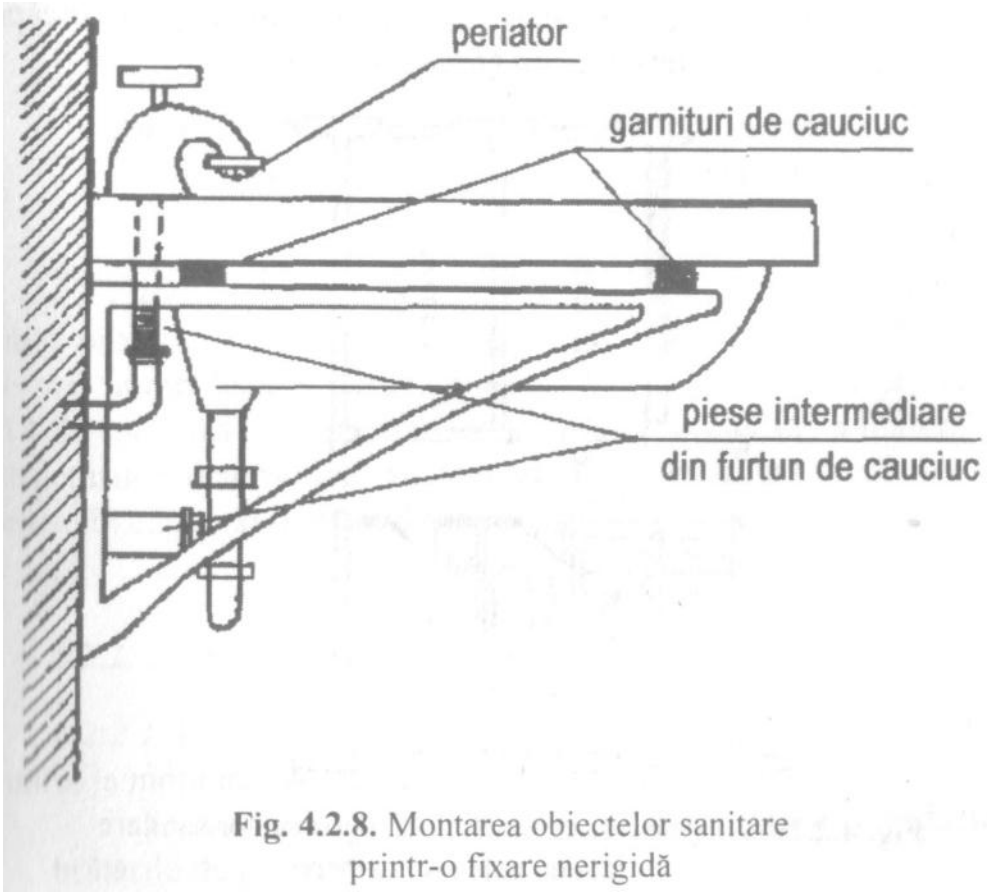


Fig. 4.2.8. Montarea obiectelor sanitare printr-o fixare nerigidă

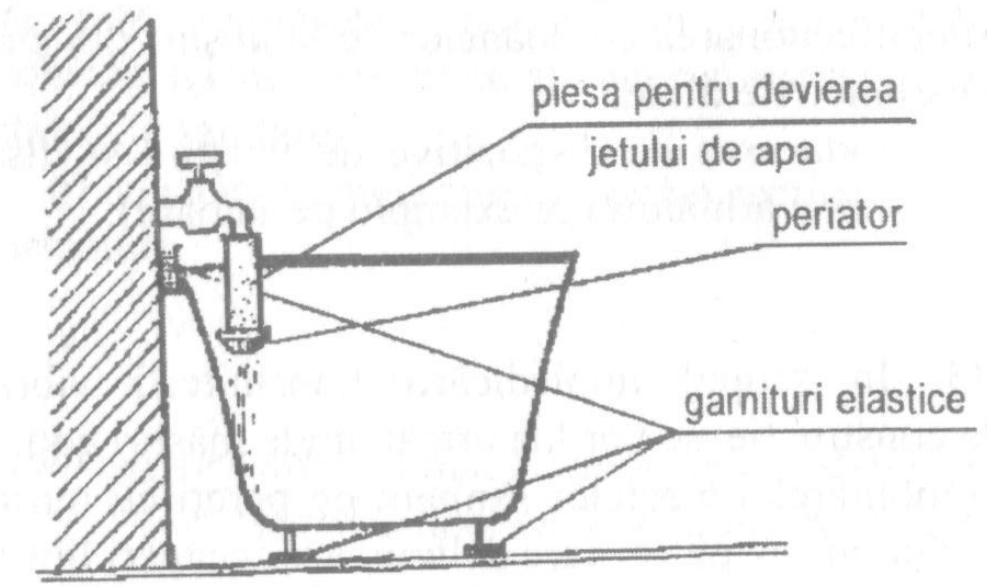


Fig. 4.2.9. Separarea căzii de baie prin intermediul unor garnituri elastice

4.2.1.14. Protejarea camerelor de locuit din clădiri de locuit, cămine, hoteluri, case de oaspeți se va realiza prin:

a) evitarea amplasării obiectelor sanitare în încăperi adiacente camerelor de locuit (figura 4.2.10);

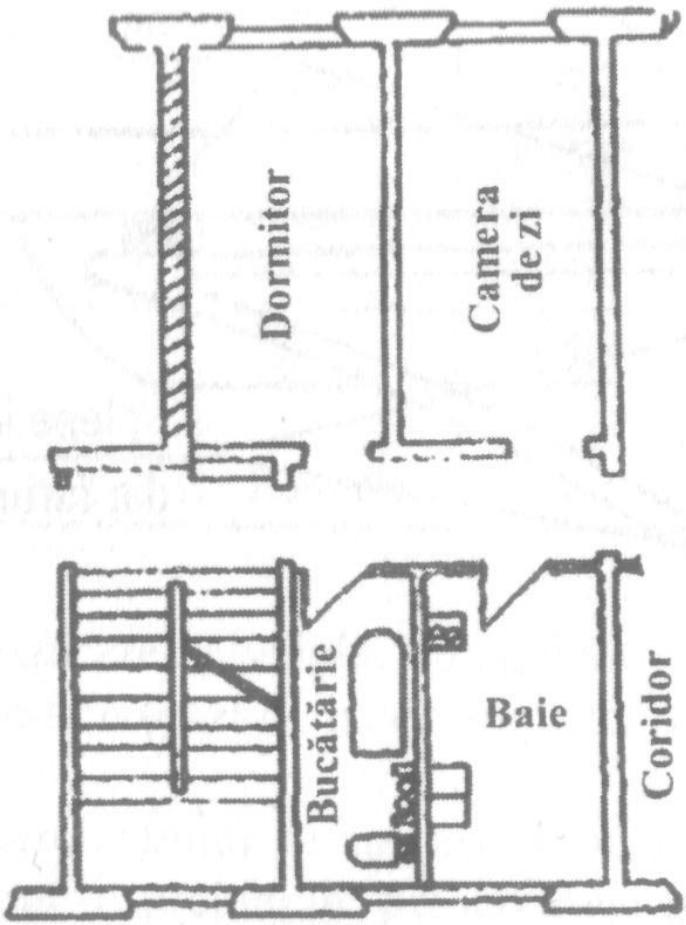


Fig. 4.2.10. Amplasarea recomandată a grupurilor sanitare față de celelalte camere

b) evitarea amplasării obiectelor sanitare pe pereții care delimitează camerele de locuit (fig. 4.2.11).

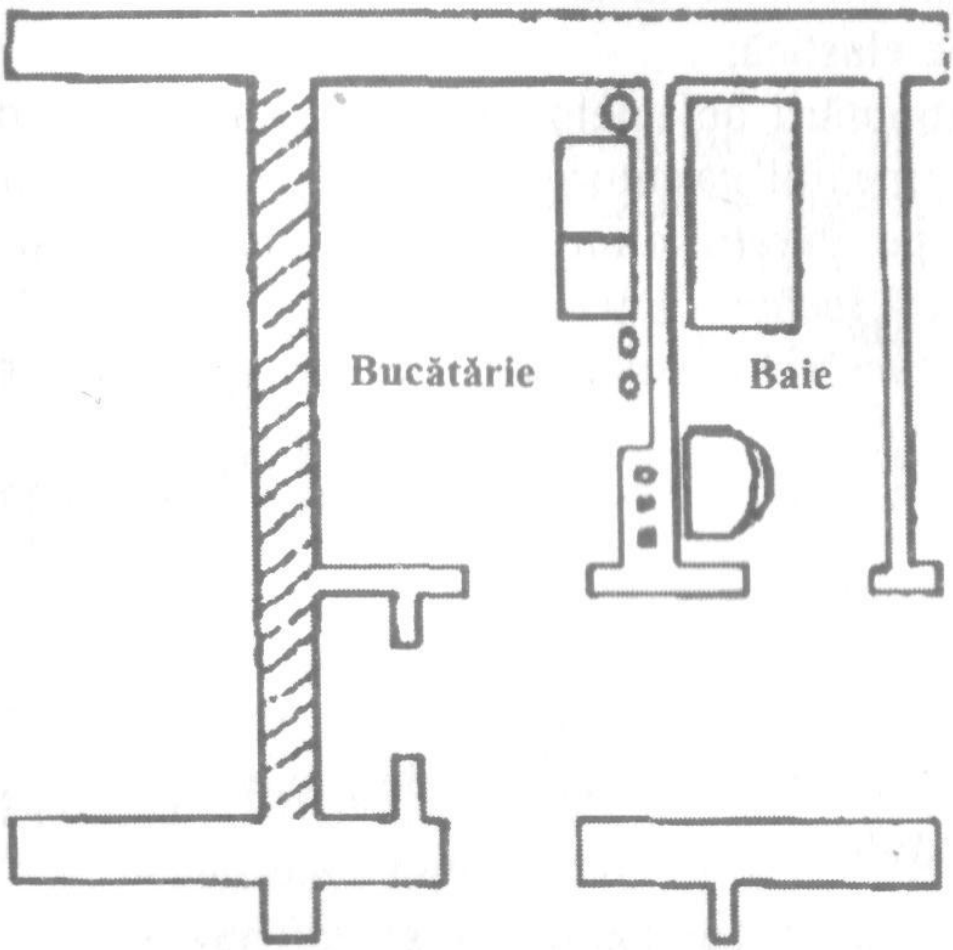


Fig. 4.2.11. Montare recomandată a obiectelor sanitare pe un perete care nu delimitează camerele de locuit

4.2.1.15. Proiectarea măsurilor de reducere a nivelului de zgomot produs de instalațiile sanitare se va face conform Normelor generale aprobate cu decretul nr. 290/1977, Normelor tehnice P 118-83 (pe baza caracteristicilor de comportare la foc a materialelor şi structurilor determinate în laboratoare autorizate) si a măsurilor cuprinse în cap. 5 al prezentului normativ.

4.2.2. Prevederi de execuție

4.2.2.1. În vederea reducerii nivelului de zgomot din instalațiile sanitare, la montarea acestora se va da o atenție deosebită:

a) intercalării de garnituri elastice între conducte şi brățările de prindere;

b) fixării brățărilor de prindere în dibluri izolate cu amortizoare;

c) prinderii de tavan a conductelor cu ancore nerigide cu suspensie elastică;

d) montării obiectelor sanitare pe pereți cu masa ridicată, prin intermediul garniturilor elastice (nu se vor monta obiecte sanitare pe pereții dintre unități funcționale şi pe cei care delimitează încăperi liniştite);

e) etanşării elastice a trecerii conductelor prin pereți şi planşee;

f) ecranării conductelor cu măşti fonoizolatoare montate nerigid.

4.2.2.2. Eventualele modificări de materiale sau soluții de montare ale instalațiilor sanitare față de proiect se vor face numai cu avizul proiectantului.

4.2.3. Prevederi pentru executarea remedierilor în situații existente

4.2.3.1. Remedierea unor situații existente va începe cu verificarea, din punct de vedere mecanic, a agregatelor din centralele de instalații sanitare.

4.2.3.2. În vederea determinării modului de transmitere a zgomotului în clădire/construcție pe cale aeriană sau structurală, se desfac toate legăturile existente între pompă şi rețea şi se pune în funcție pompa în gol. Dacă în această situație se aude zgomotul în încăperile adiacente centralei de instalații sanitare, înseamnă că transmiterea zgomotului se face pe cale structurală, prin elementele de construcție.

4.2.3.3. În cazul transmiterii zgomotului pe cale structurală prin elementele de construcție, utilajele se vor rezema pe amortizoare antivibratile.

4.2.3.4. În cazul transmiterii zgomotului pe cale structurală, prin conducte, măsurile de atenuare a nivelului de zgomot se vor aplica diferențiat, după cum urmează:

a) în cazul nivelului de zgomot cuprins între 35 şi 40 dB(A), măsurile de atenuare sunt:

- introducerea de racorduri elastice între electro-pompe şi conducte;
- introducerea unor garnituri elastice la clapeții supapei de contrasens;

b) în cazul nivelului de zgomot în încăperi cuprins între 40 şi 45 dB(A), se adoptă măsurile de la punctul a) şi suplimentar:

- montarea hidroforului în serie cu electropompele;
- verificarea şi corectarea trecerilor conductelor prin ziduri;

c) în cazul nivelului de zgomot în apartamente mai mari de 45 dB(A), măsurile de atenuare a zgomotului se vor lua numai cu concursul unor unități specializate acreditate în acest sens.

4.3. Instalații de încălzire

Prezentul subcapitol se referă la măsurile de reducere a nivelului de zgomot produs în instalațiile de încălzire din subsolurile clădirilor şi propagat în unitățile funcționale de la celelalte nivele.

Elemente de proiectare

4.3.1. Propagarea zgomotului provenit din funcţionarea normală lalaţiilor de încălzire se face pe trei căi principale:

- zgomot aerian;
- zgomot structural;
- zgomot aerodinamic de-a lungul canalelor de instalaţii.

4.3.2. Zgomotul aerian ce se propagă din centralele de instalaţii de încălzire către încăperile adiacente este radiat de suprafeţele echipamentelor aflate în stare de vibraţie, ca urmare a funcţionării lor normale.

Zgomotul structural este radiat de elementele de construcţii şi instalaţii puse în vibraţie, în urma conducţiei solide şi a vibraţiilor produse de echipamentele aflate în stare de funcţionare normală.

Zgomotul aerodinamic ce se propagă de-a lungul conductelor provine din funcţionarea injectoarelor şi ventilatoarelor racordate la acestea şi depinde de particularităţile traseului aeraulic.

Principalele surse de zgomot din centralele de încălzire sunt:

- motoarele electrice;
- ventilatoarele
- electropompele;
- injectoarele.

4.3.3. Nivelul de zgomot aerian produs de sursele de zgomot amplasate în centrala de încălzire se determină prin măsurări directe conform STAS 7150 «Acustica în industrie. Metodă de măsurare a nivelului de zgomot în industrie».

Dacă în faza de proiectare nu se cunoaşte nivelul de zgomot aerian produs de echipamentele din dotare, acesta va fi determinat pe bază de calcul, conform punctului a) din Anexa 12.

Nivelul de zgomot global dintr-o centrală de încălzire în care funcţionează mai multe utilaje se obţine prin măsurări directe sau prin însumarea energetică a nivelurilor de zgomot, specifice fiecăruia dintre utilaje (măsurate sau calculate).

4.3.4. Măsurile de reducere a zgomotului şi vibraţiilor „la sursă", în cazul centralei de încălzire constau în:

- alegerea corespunzătoare a echipamentelor. în funcţie de putere, turaţie, debit, înălţime de pompare;
- întreţinerea corectă a acestora.

4.3.5. Măsurile pentru reducerea transmisiei zgomotului pe cale aeriană sunt:

- soluţii pentru diminuarea nivelului de zgomot aerian în centralele de instalaţii (carcase, ecrane, tratamente fono-absorbante);
- soluţii pentru mărirea capacităţii de izolare la zgomot aerian a elementelor de construcţie despărţitoare dintre centralele de instalaţii şi spaţiile adiacente (elemente de construcţie duble, prevederea unor spaţii tampon etc);
- soluţii mixte (de exemplu, prevederile unor tavane fonoabsorbante suspendate care conduc atât la diminuarea nivelului de zgomot în centrală cât şi la mărirea capacităţii de izolare la zgomot aerian a planşeelor).

4.3.6. Măsurile pentru reducerea transmisiei zgomotului pe cale structurală sunt:

- proiectarea şi executarea corectă a modului de rezemare a echipamentelor, prin intermediul unui strat elastic;
- intercalarea de garnituri elastice între conducte şi brăţările de prindere ale acestora;
- prevederea racordurilor elastice pe conducte.

Toate aceste măsuri vor fi alese şi calculate conform prevederilor instrucţiunilor tehnice P121.

4.3.7. Măsurile pentru reducerea zgomotului produs de curgerea fluidului sunt cele prezentate în paragrafele 4.2.1.7.- 4.2.1.8.

4.4. Instalaţii electrice

Prezentul subcapitol se referă la măsurile de reducere în interiorul unei unităţi funcţionale a nivelului de zgomot datorat funcţionării instalaţiilor şi echipamentelor electrice.

4.4.1. Elemente de proiectare

4.4.1.1. Prezentul subcapitol se referă la măsurile de reducere a nivelului de zgomot ce trebuie avute în vedere la proiectarea şi executarea posturilor de transformatoare electrice de reţea, amplasate la parterul construcţiilor, pentru asigurarea îndeplinirii condiţiilor de confort prevăzute în STAS 6156-84.

4.4.1.2. Pentru atenuarea transmiterii zgomotului aerian în vederea înscrierii nivelului său în limitele admisibile, elementele de construcţie despărţitoare (pereţi şi planşee) trebuie să aibă un indice de izolare la zgomot aerian I'_a (E_A) = 57(+5) dB. în acest scop se va folosi sistemul „casă în casă" cu pereţi şi planşeu în structura dublă, având un interspaţiu de aer continuu ca în figurile 4.4.1 - 4.4.4.

În interspaţiul dintre pereţi, ca şi între planşeul de rezistenţa şi planşeul de dublură, se prevede un strat fonoabsorbant din plăci poroase, ce se lipesc pe pereţii de rezistenţă ai clădirii şi se aşează liber pe planşeul de dublură.

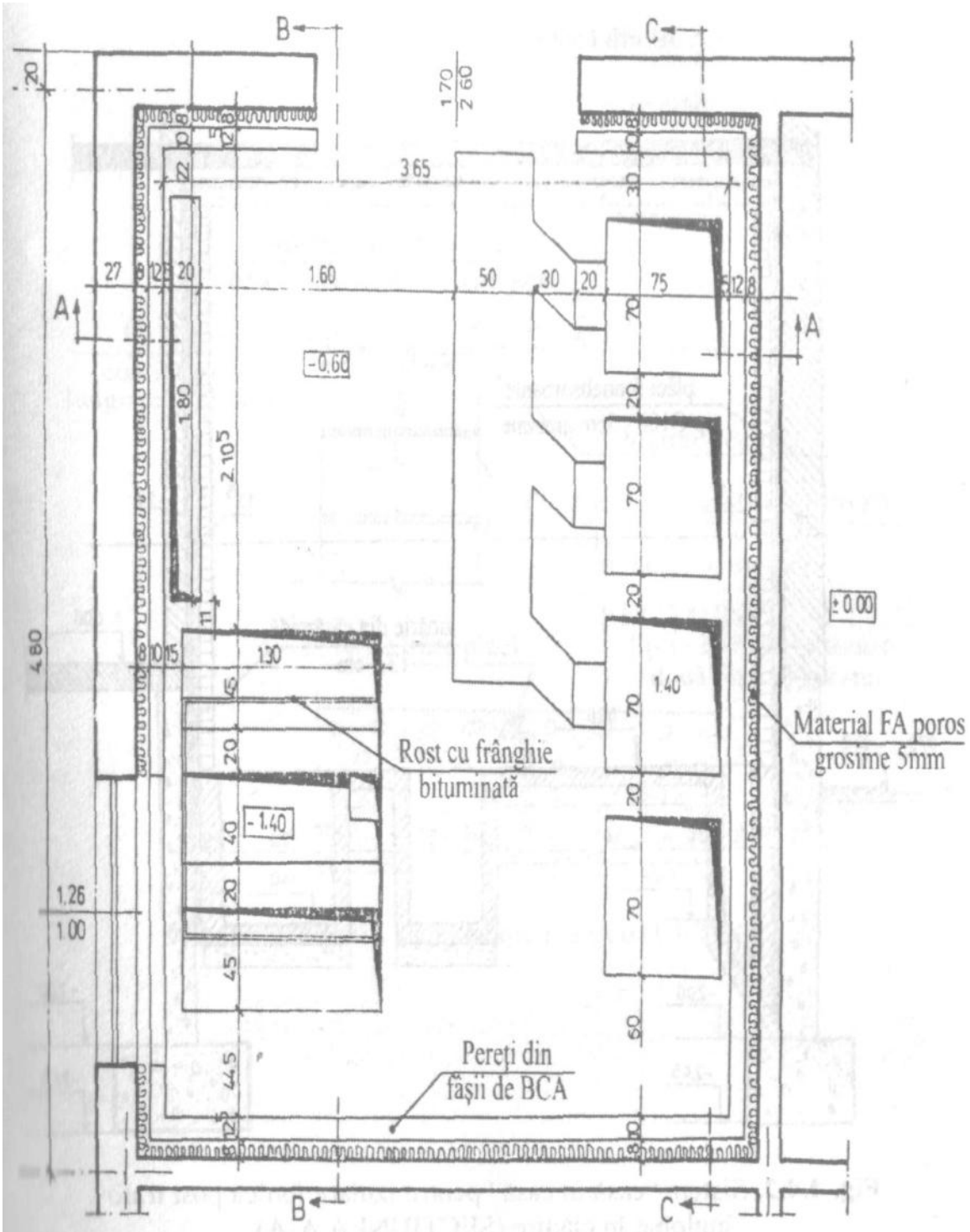


Fig. 4.4.1. Sistem „casă în casă" pentru izolare fonică post trafo înglobat în clădire (PLAN)

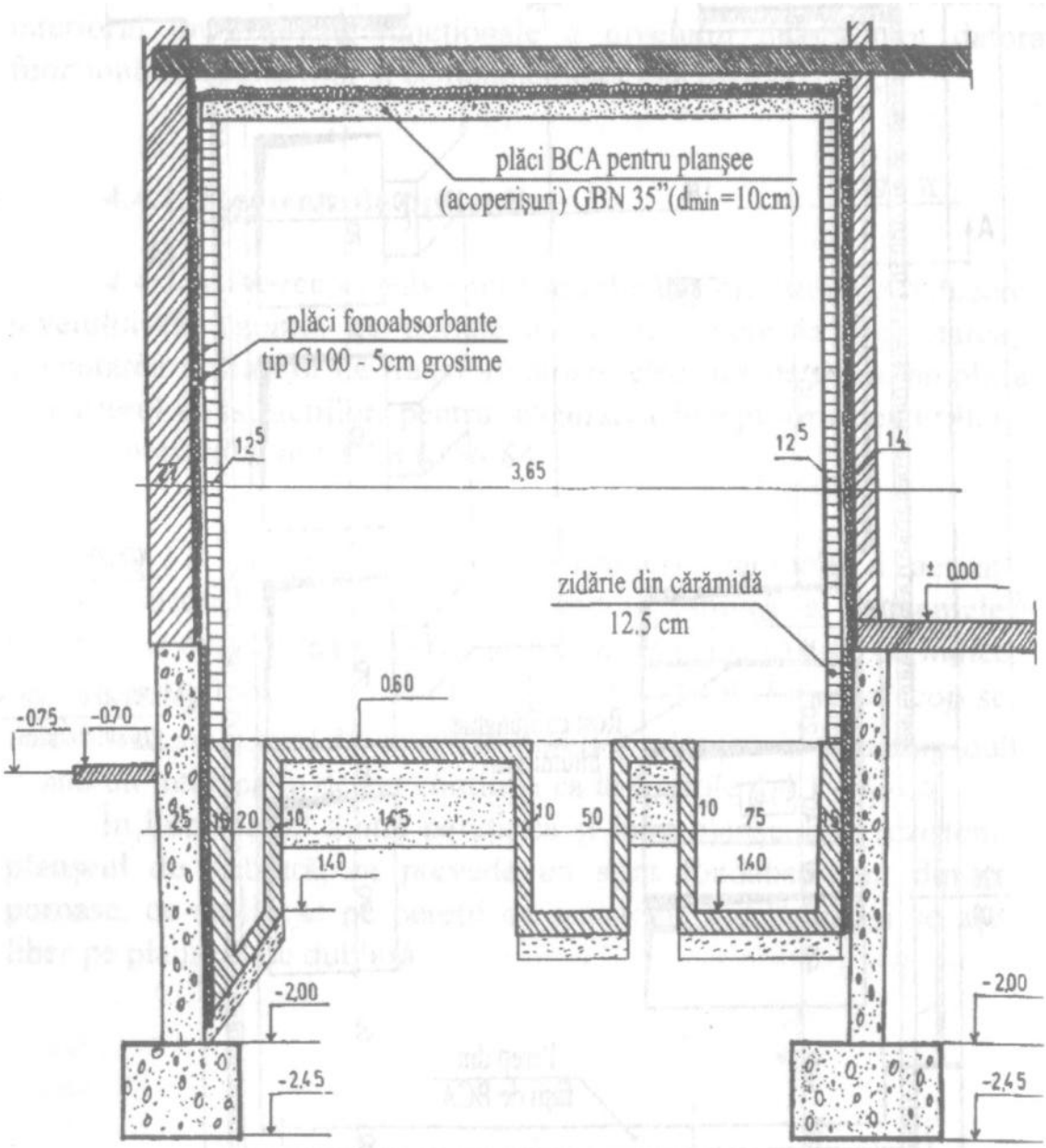


Fig. 4.4.2. Sistem "casă în casă" pentru izolare fonică post trafo înglobat în clădire (SECȚIUNEA A-A)

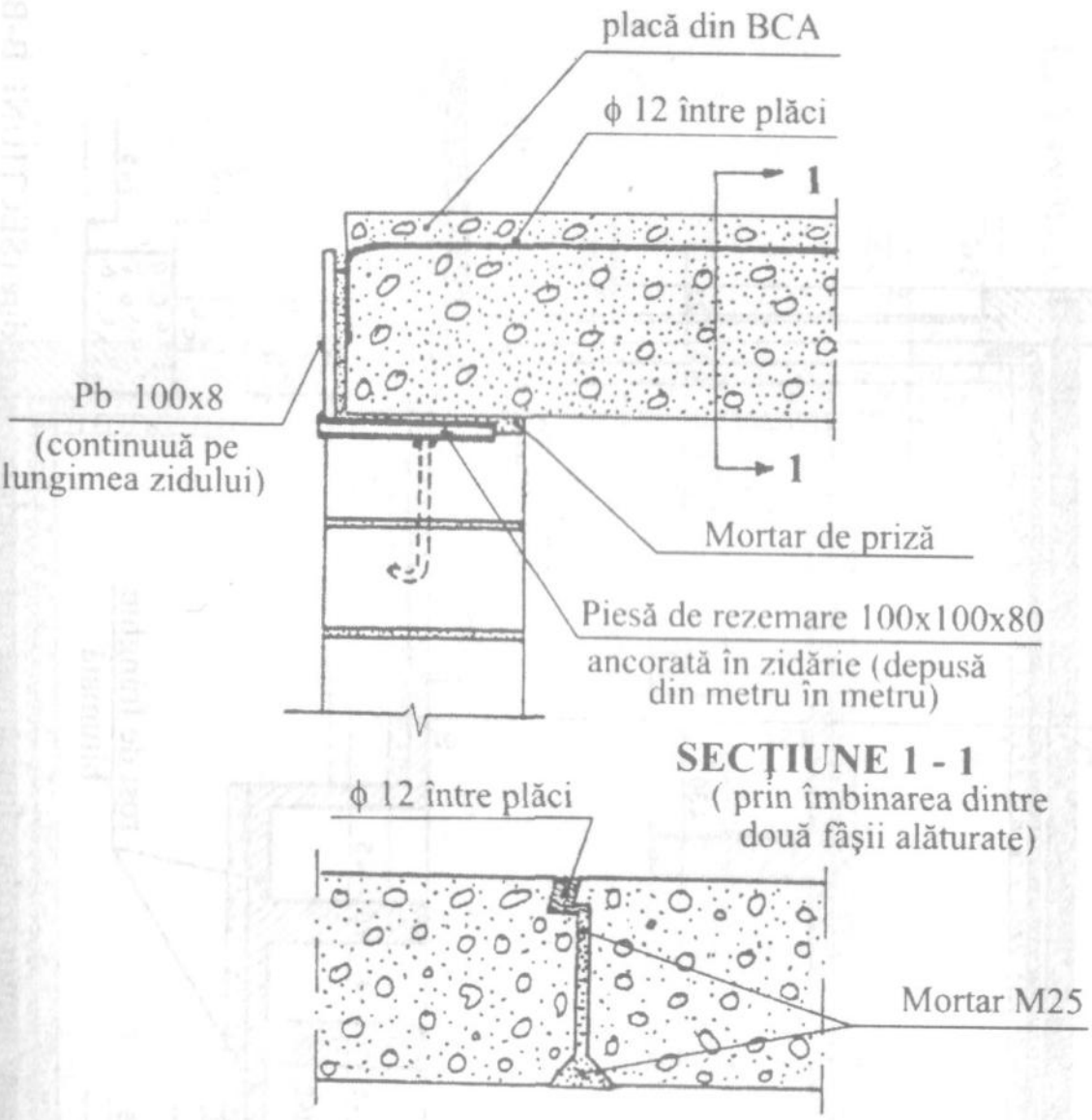


Fig. 4.4.3. Detaliu de execuție planșeu (DETALIU A)

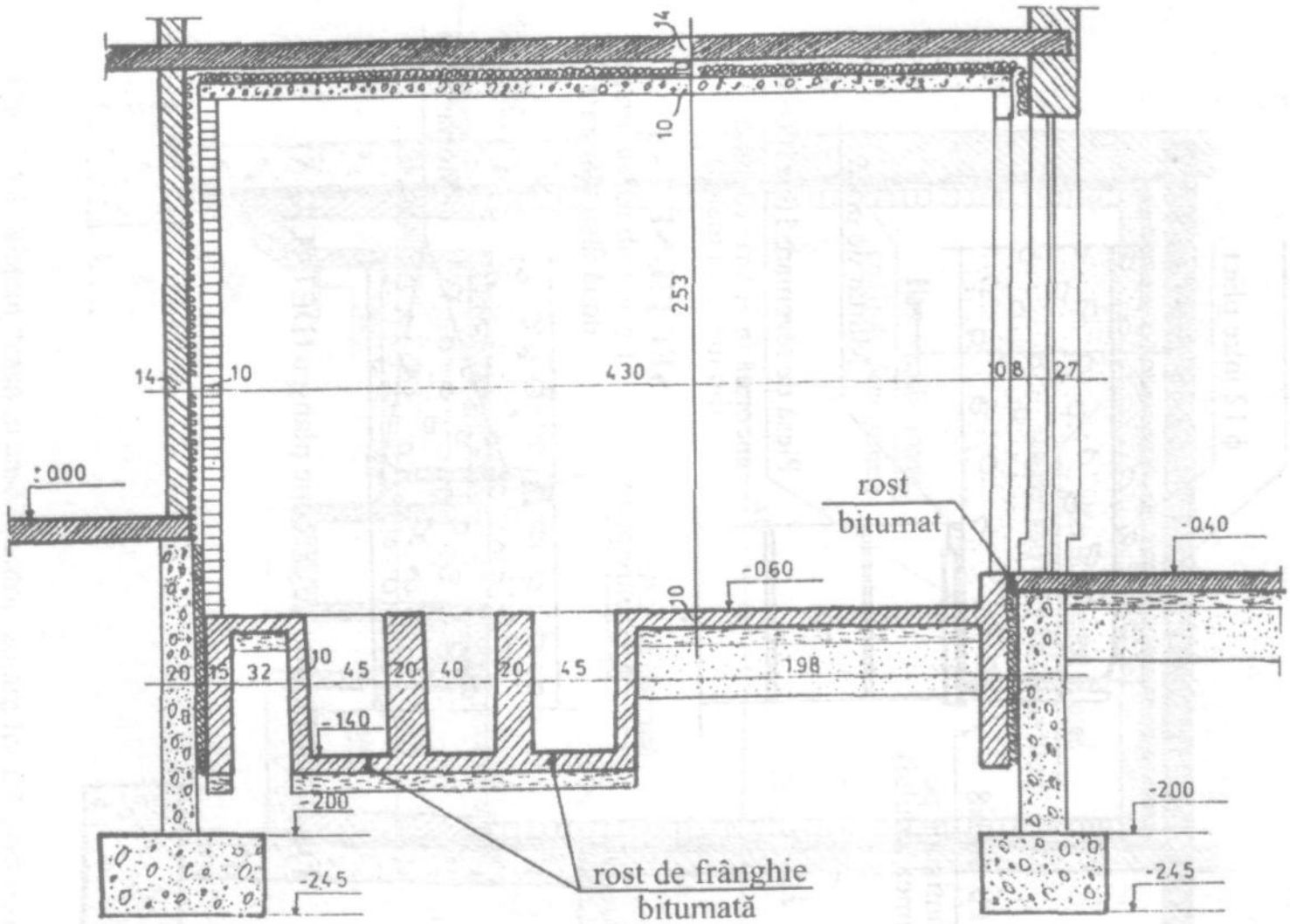


Fig. 4.4.4. Sistem "casă în casă" pentru izolare fonică post trafo înglobat în clădire (SECȚIUNE B-B)

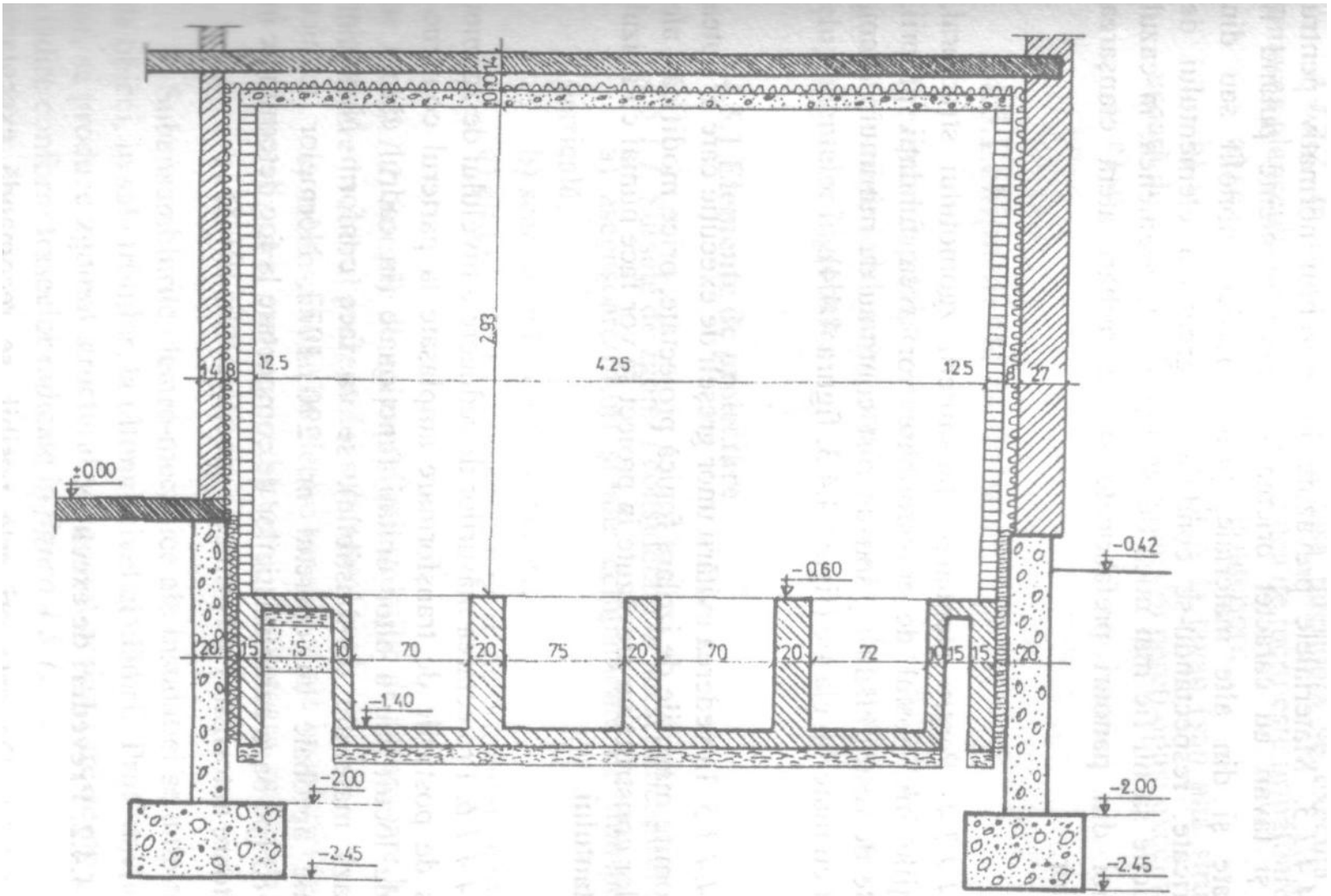


Fig. 4.4.5. Sistem „casă în casă" pentru izolare fonică post trafo înglobat în clădire (SECȚIUNE C-C)

4.4.1.3. Materialele prevăzute în prezentul normativ pentru pereţi şi tavan au caracter orientativ, aceste elemente putând fi executate şi din alte materiale, prin procedeu monolit sau din prefabricate, respectându-se condiţia ca greutatea elementului de construcţie sa nu fie mai mică de 80 kg/m^2. De asemenea, în cazul execuţiei din panouri prefabricate se va urmări atent etanşarea rosturilor.

4.4.1.4. Pentru atenuarea transmiterii zgomotului structural, instalaţiile din postul de transformare vor avea fundaţii proprii, separate de restul clădirii printr-un rost continuu de minimum 5 cm, umplut cu material elastic (figura 4.4.3, figura 4.4.4).

4.4.1.5. În vederea evitării unor greşeli de execuţie care ar putea compromite măsurile de izolare fonică proiectate, orice modificări ale soluţiilor constructive prevăzute în proiect se vor face numai cu avizul proiectantului.

4.4.1.6. Proiectarea măsurilor de reducere a nivelului de zgomot produs de posturile de transformare amplasate la parterul construcţiilor de locuit sau a altor unităţi funcţionale (în cadrul cărora se utilizează materiale combustibile), se va face conform Normelor generale aprobate cu decretul nr. 290/1977, Normelor tehnici P 118-83 (pe baza caracteristicilor de comportare la foc determinate în laboratoare autorizate) şi Normelor specifice P.E. 101-85.

4.4.2. Prevederi de execuţie

4.4.2.1. De cate ori este posibil, se recomandă executarea carcasei interioare înainte de montarea planşeului de rezistenţă ce acoperă celula postului de transformare.

4.4.2.2. În cazul în care carcasa interioară se execută după montarea planşeului de rezistenţă, ordinea de lucru este următoarea:

a) se ridică 3 din cei 4 pereţi interiori;

b) se aplica plăcile din BCA la tavan (sau altă structură uşoară de acoperiş) rezemate pe cei doi pereţi opuşi executaţi;

c) se zideşte ultimul perete.

4.5.Echipamente înglobate

Prezentul capitol se referă la măsurile de reducere a nivelului de zgomot în interiorul unei unităţi funcţionale, datorat funcţionării echipamentelor înglobate.

4.5.1 Elemente de proiectare

4.5.1.1. Sursele de zgomot considerate în acest subcapitol sunt:

a) ascensoare/lifturi şi alte echipamente de transport pe verticală;

b) scări rulante, covoare rulante;

c) grupuri electrogene şi staţii de transformatoare electrice.

4.5.1.2. Sursele de zgomot din instalaţiile de ascensoare luate în considerare în cadrul prezentului subcapitol sunt:

a) subansamblurile electro-mecanice ale instalaţiei (grupuri convertizoare, motoare, reductoare, ventilatoare, trolii, etc);

b) cabina şi anexele.

Subansamblurile electro-mecanice ale instalaţiei se amplasează, de obicei, în sala troliilor, la ultimul nivel al clădirii. Prin funcţionarea e produce zgomot structural şi zgomot aerian care se propagă în clădire conform traseelor indicate în figura 4.5.1.

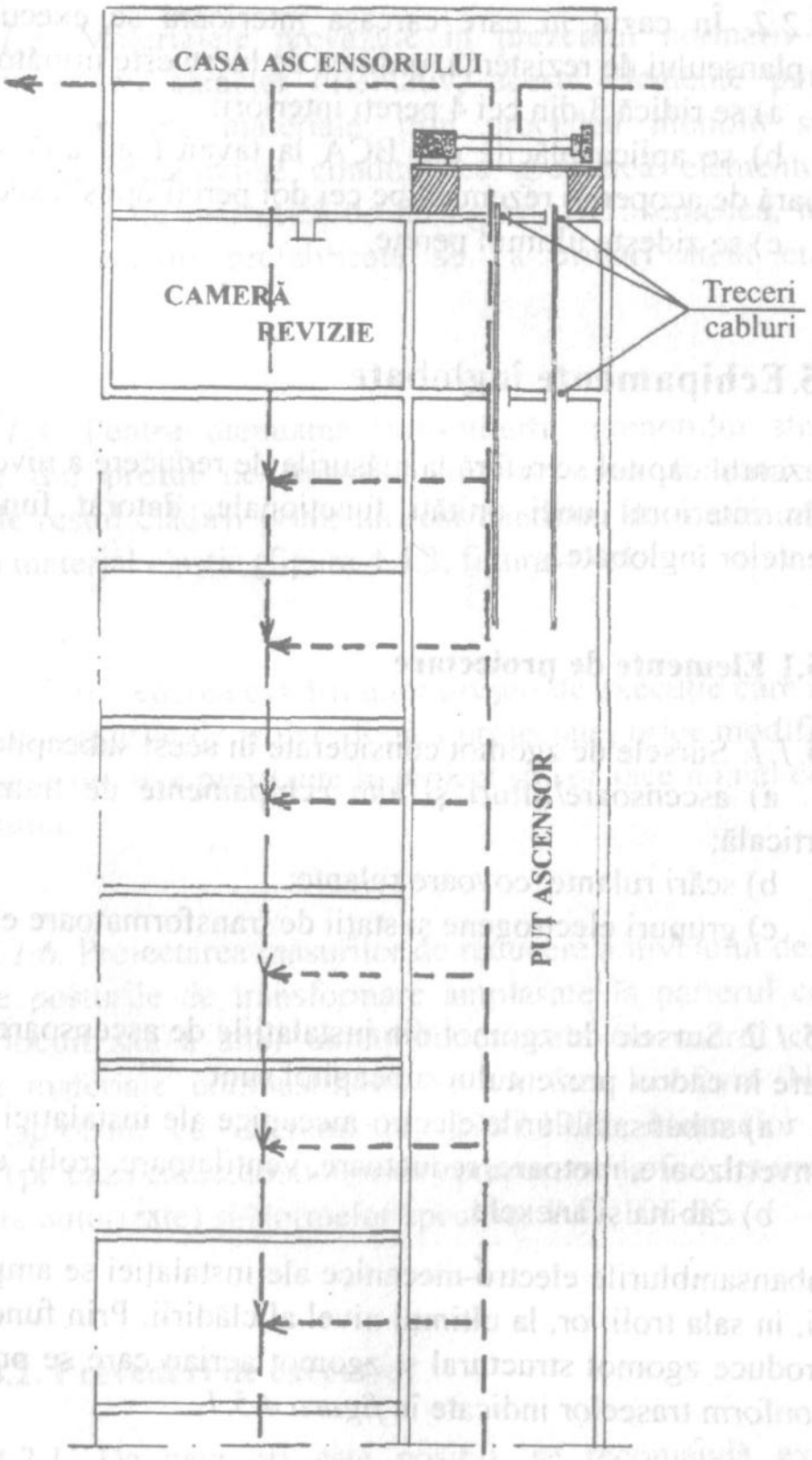


Fig. 4.5.1. Trasee de propagare aeriană a zgomotului provenit de la instalația de ascensor

Cabina, în funcţionare normală, produce vibraţii de presiune de-a lungul traseului parcurs. Aceste vibraţii de presiune pot da naştere unor zgomote aerodinamice de tip turbionar care se recepţionează în mod preponderent în dreptul uşilor de acces în puţul liftului.

În cazul opririi cabinei în dreptul unui palier, la intrarea sau ieşirea persoanelor, pot apare zgomote importante la:

a) închiderea uşilor de acces în puţul ascensorului;

b) închiderea şi deschiderea uşilor cabinei;

c) acţionarea pardoselii cabinei.

Aceste zgomote se propagă, în mod preponderent, pe cale aeriană, în lungul puţului ascensorului şi, prin uşile de acces, către coridoarele clădirii.

4.5.1.3. Combaterea zgomotelor aeriene şi structurale produse de instalaţiile de ascensoare se face prin:

a) măsuri de reducere a nivelului de zgomot la sursă;

b) soluţii de limitare a propagării zgomotului pe cale aeriană sau structurală;

c) utilizarea raţională a instalaţiei.

4.5.1.4. În cazul subansamblurilor electro-mecanice, măsurile de reducere a nivelului de zgomot aerian la sursă presupun:

a) alegerea unor echipamente electrice (grupuri convertizoare, motoare) din clasa „specială" fără răcire sau deservite de ventilatoare de răcire silenţioase;

b) utilizarea preferenţială a motoarelor cu ax vertical în locul celor cu ax orizontal;

c) utilizarea cu precădere a lagărelor de alunecare în locul lagărelor cu rulmenţi;

d) utilizarea în special a frânelor de troliu cu ulei, în locul celor cu saboţi şi conectare electromagnetică;

e) utilizarea unor contactoare cât mai silenţioase (prin folosirea de electromagneţi cu dispozitive de amortizare în cazul contactoarelor dinamice sau prin folosirea contactoarelor statice pe bază de tiristori).

4.5.1.5. În cazul cabinei şi al uşilor de acces, măsurile de reducere a nivelului de zgomot aerian la sursă presupun:

a) intercalarea de garnituri elastice la pardoseala flotantă a cabinei astfel încât, la intrare şi ieşire, să se elimine zgomotul de impact, survenit la lovirea acestuia de cadrul interior sau de suporţi superiori (totodată este utilă aplicarea pe pardoseala flotantă a unui covor elastic);

b) aplicarea de amortizoare la uşile ascensorului.

4.5.1.6. Soluţiile de limitare a propagării zgomotului pe cale aeriană trebuie să conducă la îndeplinirea condiţiei

$$\Delta L_{ef}(f) > \Delta L_{nec}(f), \text{ (dB)} \qquad \textbf{(4.5.1)}$$

unde:

$$\Delta L_{nec}(f) = L_s(f) - L_{adm}(f), \text{ (dB)} \qquad \textbf{(4.5.2)}$$

$L_s(f)$ - nivelul de zgomot (dB) corespunzător sursei considerate;

$L_{adm}(f)$ - nivelul de zgomot (dB) admisibil prevăzut în acte normative în vigoare, stabilit în funcţie de tipul activităţilor ce se desfăşoară în unităţile funcţionale protejate;

$\Delta L_{ef}(f)$ - reducerea de nivel efectivă a zgomotului aerian ce se obţine de-a lungul căilor de propagare.

4.5.1.7. Determinarea reducerii $\Delta L_{ef}(f)$ se face prin măsurări acustice „in situ" în conformitate cu prevederile STAS 6161/1-79 sau prin calcul.

În mod orientativ, în tabelul 4.5.1 se prezintă reducerile $\Delta L(f)$ corespunzătoare unor obstacole care intervin, în mod normal, pe căile de propagare a zgomotului din camera troliului către unităţile funcţionale, protejate (vezi figura 4.5.1).

Reducerea de nivel $\Delta L(f)$ ce se obţine la propagarea zgomotului prin holurile din faţa uşilor de acces şi la transmisia prin elemente masive de construcţii se determină conform prevederilor capitolului 2 din prezentul normativ.

4.5.1.8. în scopul realizării condiției (4.5.1), în vederea optimizării tehnico-economice, se vor avea în vedere următoarele măsuri de principiu:

a) amplasarea judicioasă a sălii troliilor în cadrul clădirii, astfel încât să fie situată cât mai departe de unitățile funcționale ce se protejează;

b) aplicarea de tratamente fonoabsorbante în sala troliilor, holuri şi eventual în puțul liftului;

c) realizarea, de câte ori este posibil, a unor spații tehnice tampon, între sala troliilor şi puțul liftului.

Tabel 4.5.1

Reducerile $\Delta L_{cf}(f)$

Nr. crt.	Obstacol	Frecvența (Hz)							Global
		63	125	250	500	1000	2000	4000	dB (A)
1	Planşee din beton armat de 20 cm grosime, cu goluri pentru trecerea cablurilor	7	7	7	7	8	8	8	8
2	Spațiu tehnic de circa 3 m înălțime, delimitat de planşee ca la punctul 1	16	16	16	16	18	18	18	18
3	Atenuare pe 10 metri liniari, în lungul puțului ascensorului (netratat acustic)	2	2	2	2	3	3	3	3
4	Uşă de acces în puțul liftului	6	6	8	10	11	13	13	11

4.5.1.9. Se consideră că nivelul zgomotului structural, provenit din funcționarea subansamblurilor electro-mecanice ale ascensoarelor montate în sala troliilor, rămâne sub valorile limită cele mai exigente dacă este îndeplinita condiția

$S_{ef}(f) \leq A^{v}_{z}\ (C^{v}_{z})\ 80(+l)$ (vibrări) **(4.5.3)**

unde:

$A^{v}_{z}\ (C^{v}_{z})$ - curbe de egal efect fiziologic la vibrații, definite conform STAS 12025/2-81;

$S_{ef}(f)$ - nivelul de tărie maxim (vibrări) al vibrațiilor înregistrate pe planşeul inferior al sălii troliilor.

4.5.1.10. În scopul realizării condiției (4.5.3), în mod optim din punct de vedere tehnico-economic, se vor avea în vedere următoarele măsuri de principiu:

a) asigurarea rigidității necesare a planşeului inferior al sălii troliilor;

b) amplasarea subansamblurilor electro-mecanice pe reazerm antivibratile corect dimensionate, pentru obținerea unei transmisibilități minime (conform Instrucțiunilor Tehnice 121-83);

c) montarea elastică a panourilor de comandă prin intermediul unor garnituri elastice.

4.5.1.11. Combaterea zgomotului aerodinamic, produs în urma deplasării cabinei ascensorului, se face prin limitarea vitezei de circulație la valoarea de 1,5 m/s.

În cazul ascensoarelor cu viteze mai mari de 1,5 m/s, este necesară prevederea unor secțiuni ale puțului ascensorului cu aria de cel puțin 3 ori mai mare decât aria secțiunii orizontale a cabinei şi a unor goluri de admisie a aerului de compensare cu secțiune minimă de 1 m (în partea inferioară şi superioară a puțului de ascensor).

4.5.1.12. La proiectarea măsurilor de reducere a nivelului de zgomot produs de instalațiile de ascensoare. In cadrul cărora se utilizează materiale combustibile, se va ține seama de specificul activității ce se desfăşoară în locul respectiv. In vederea respectării condițiilor prevăzute în Normele generale aprobate cu decretul nr. 290/1977. În Normele tehnice P 118-83 (pe baza caracteristicilor de comportare la foc a materialelor şi structurilor, determinate în laboratoare autorizate).

4.5.2. Prevederi de execuție

4.5.2.1. La executarea măsurilor de protecție împotriva zgomotului produs de instalațiile de ascensoare, se va acorda o grijă deosebită la:

a) asigurarea dimensiunilor din proiect pentru suspensiile elastice ale subansamblurilor electro-mecanice ale instalației;

b) corecta punere în operă a tratamentelor fonoabsorbante.

4.5.2.2. Eventualele modificări de materiale sau soluții de montare a instalațiilor de ascensor, față de proiect, se vor face numai cu avizul proiectantului.

4.6. Protecția împotriva zgomotului din instalații, propagat pe cale structurală

Prezentul subcapitol se referă la măsurile de reducere a nivelului de zgomot produs prin radiație structurală datorată vibrațiilor şi şocurilor instalațiilor (VCA, sanitare, termice, electrice) şi echipamentelor înglobate din clădiri (ascensoare, scări rulante, covoare rulante, grupuri electrogene). Izolarea antivibratila presupune o serie de măsuri în vederea reducerii semnificative a transmiterii şocurilor şi vibrațiilor deterministe sau aleatoare pe cale structurală radiantă, astfel încât să nu se producă efete nocive asupra oamenilor sau să se depăşească nivelurile maxime admise de standardele de specialitate.

Tabel 4.6.1

Nr. crt.	Sisteme	Echipamente	Clădiri	Clasa de importanță conf. P100/92	Cerințe esențiale				Cerințe de performanță din punctul de vedere al vibrațiilor
					a	b	c	d	
1	VAC	Centrale de aer rece şi cald Ventilatoare	Toate tipurile	I II	*	*	*	*	- integritate fizică (rezistență la şocuri) - funcționalitate la parametri proiectați - menținerea pe poziție - rezistență la răsturnare şi smulgere
2	De ridicare şi transport	Ascensoare	De locuit Publice	I II III		*	*	*	- transmisibilitate mică - nivel redus de zgomot - siguranță în exploatare
		Scări şi covoare rulante			*	*	*	*	
		Trolii			*	*		*	
3	De furnizare a energiei	Grupuri electrogene Tablouri electrice	Publice	I II	*	*		*	- transmisibilitate mică - nivel redus de zgomot - rezistență mecanică - integritate fizică

Nr. crt.	Sisteme	Echipamente	Clădiri	Clasa de importanță conf. P100/92	Cerințe esențiale				Cerințe de performanță din punctul de vedere al vibrațiilor
					a	b	c	d	
4	Rețele de conducte	Rețele de conducte	Toate tipurile	I	*	*	*	*	- transmisibilitate mică - rezistență mecanică - integritate fizică
		Țevi / Tuburi		II III	*	*	*	*	
5	Sisteme de alimentare cu apă rece și caldă	Rețele de transport apă	Toate tipurile	I II III	*	*	*	*	- rezistență mecanică și stabilitate - integritate fizică și geometrică - menținerea legăturii cu structura de bază - rezistență la foc
		Boilere verticale							
		Pompe				*		*	

Legendă:

a – rezistență și stabilitate

b – siguranță în exploatare

c – sănătatea oamenilor, protecția și refacerea mediului

d – protecția împotriva vibrațiilor și zgomotului

4.6.1 Elemente de proiectare

4.6.1.1. Principalele echipamente care pot transmite vibraţii în construcţii sunt prezentate, împreună cu cerinţele de performanţă referitoare la producerea şi transmiterea şocurilor şi vibraţiilor, în tabelul 4.6.1.

4.6.1.2. Exigenţa esenţială privind nivelul redus de zgomot şi vibraţii în clădirile publice şi private este prevăzută în Legea 10 / 1995 şi în Directiva Europeană nr. 89/ 106 privind calitatea în construcţii. Protecţia la zgomot şi vibraţii trebuie realizată astfel încât să fie atinse următoarele deziderate:

a) ocupanţii clădirii să-şi poată desfăşura nestingherit activitatea sau să se poată odihni (atingerea parametrilor pentru confortul ambiental de lucru, odihna zilnică, studiu etc);

b) clădirea sau părţi ale acesteia să nu fie supuse unor degradări care ar putea să pericliteze rezistenţa, stabilitatea totală sau parţială;

c) să nu fie afectate condiţiile de siguranţă în funcţionare a clădirii şi a echipamentelor şi sistemelor înglobate.

4.6.1.3. Sistemele elastice antivibratile trebuie să nu permită transmiterea vibraţiilor produse de sistemele şi echipamentele înglobate în construcţii cu valori care să depăşească limitele stabilite de standardele SR ISO 2631/1 şi SR ISO 2631/2 pentru oameni, SR ISO 12025/2 pentru clădiri şi SR ISO 12049 pentru echipamentele înglobate.

4.6.1.4. Pentru echipamentele mecanice modelate ca sisteme cu un singur grad de libertate ca în figura 4.6.1, principalele caracteristici sunt masa/inerţia totală a echipamentului (m), elasticitatea/rigiditatea (k) şi amortizarea/disiparea (c) ale sistemului de rezemare/suspendare.

Principalii parametri ce caracterizează vibraţiile armonice în regim liber şi forţat se calculează după cum urmează:

a) pulsaţia proprie:

$$p = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{g}{\delta}} \text{ (rad/s)} \quad \textbf{(4.6.1)}$$

b) frecvenţa proprie:

$$f_n = \frac{p}{2\pi} \text{ (Hz)} \quad \textbf{(4.6.2)}$$

c) coeficientul de transmisibilitate:

$$T = \frac{P_{oT}}{P_o} = \sqrt{\frac{1 + 4\varsigma^2\Omega^2}{\left(1 - \Omega^2\right)^2 + 4\varsigma^2\Omega^2}} \cdot 100 \text{ (\%)} \quad \textbf{(4.6.3)}$$

d) gradul de izolare la vibraţii:

I = 100 - T (%) **(4.6.4)**

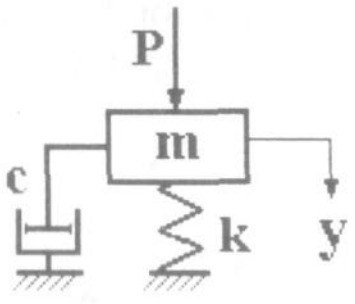


Fig. 4.6.1 Sistem cu un grad de libertate

unde au fost utilizate notaţiile:

g - acceleraţia gravitaţională (m/s^2)

δ - deformaţia statică a elementului elastic (m)

P_o - amplitudinea forţei perturbatoare armonice (N)

P_{0T} -amplitudinea forţei transmise fundaţiei (N)

$\Omega = \frac{\omega}{p} = \frac{f}{f_n}$ - pulsaţia/frecvenţa relativă (factor de reglaj)

ω - pulsaţia forţei perturbatoare armonice (rad/s)

$f = \frac{\omega}{2\pi}$ - frecvenţa forţei perturbatoare (Hz)

$\varsigma = \frac{c}{2\sqrt{mk}}$ - fracțiunea din amortizarea critică

Deoarece în cele mai multe cazuri perturbațiile date de echipamentele şi sistemele înglobate în clădiri sunt produse de mase excentrice aflate în mişcare de rotație stabilizată, caracteristicile perturbațiilor armonice se determină astfel:

e) pulsația excitației:

$\omega = \frac{\pi n}{30}$ (rad/s) **(4.6.5)**

f) amplitudinea forței:

$P_o = m_o r\omega^2$ (N) **(4.6.6)**

unde au fost utilizate notațiile:

n - turația maselor excentrice (rot/min)

$m_o r$ - momentul static total al maselor excentrice (Kgm)

Relația grafică de legătură dintre deformația statică a arcului (elementului elastic) şi frecvența proprie (de rezonanță) a sistemului este reprezentată în figura 4.6.2.

În cazul echipamentelor rezemate/suspendate prin intermediul arcurilor metalice de diferite tipuri la care amortizarea este mică, se poate considera că fracțiunea din amortizarea critică are o valoare foarte mică ($\varsigma << 1$), expresia

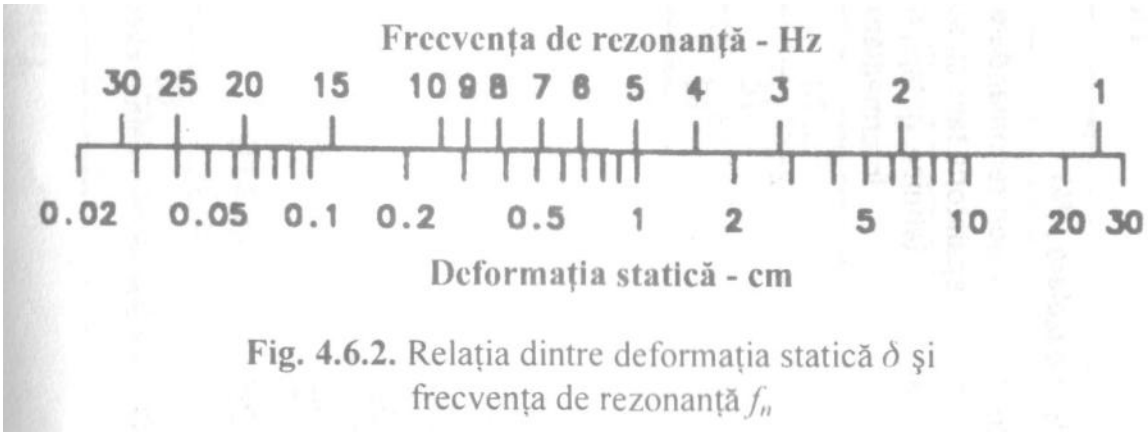


Fig. 4.6.2. Relația dintre deformația statică δ şi frecvența de rezonanță f_n

coeficientului de transmisibilitate simplificându-se astfel:

$T = \frac{1}{\left|1 - \Omega^2\right|} 100$ (%) **(4.6.7)**

4.6.1.5. În proiectarea sistemelor de rezemare/suspendare trebuie să se asigure gradele minime de izolare antivibratilă în funcție de tipul echipamentelor înglobate în clădiri. In tabelul 4.6.2 sunt date valorile minime ale gradelor de izolare pentru diverse tipuri de clădiri după destinația socială a acestora.

4.6.1.6. În alegerea tipurilor de sisteme şi materiale de izolare antivibratilă, se va ține seama de asigurarea cerințelor de performanță referitoare la obținerea unor valori ale gradelor de izolare antivibratilă minime. Astfel, în funcție de modul de izolare antivibratilă şi de frecvențele de excitație, în tabelul 4.6.3 sunt date valorile maxime ale gradelor de izolare obținute în mod uzual.

Tabel 4.6.2

Nr. crt.	Tipul echipamentului		Gradul de izolare *I* (%)	
			Valori normative pentru biserici, restaurante, magazii, clădiri de birouri, şcoli, spitale, studiouri de radio	Valori recomandate pentru spălătorii, fabrici, subsoluri tehnice, garaje, nivele intermediare
1	Climatizoare de aer (monobloc)		90	70
2	Agregate de tratare a aerului		90	70
3	Compresoare centrifugale		95	80
4	Compresoare cu piston	< 10 CP	85	70
		15-50 CP	90	75
		50-150 CP	95	80
5	Agregate de încălzire şi ventilare		90	70
6	Turnuri de răcire		90	70
7	Condensatoare de aer prin evaporare		90	70
8	Rețea de conducte		90	70
9	Pompe	< 3 CP	85	70
		> 3 CP	95	80

Tabel 4.6.3

Sistem antivibratil	Frecvența excitației (min^{-1})	350	500	650	800	1000	1200	1750	3600
	Frecvența proprie(min^{-1})	Gradul de izolare *I* (%)							
Sisteme izolatoare flexibile cu arcuri metalice	109	88	95	97	98	99	Max.	Max.	Max.
	133	80	92	96	97	98	98.5	Max.	Max.
	188	60	84	91	94	96	97.5	99	Max.
Sisteme izolatoare pe bază de neopren cu elasticitate mare	305	-	39	75	85	92	93	97	99
Sisteme izolatoare pe bază de neopren cu elasticitate mică	430	-	-	-	60	80	85	95	98
Materiale izolatoare cu două straturi de forfecare	502	-	-	-	-	67	79	91	97
Materiale izolatoare cu un strat de forfecare	710	-	-	-	-	-	47	82	96
Sisteme izolatoare din plută flexibilă de densitate standard	1415	-	-	-	-	-	-	73	95

4.6.1.7. Aprecierea gradului în care vibrațiile echipamentelor şi sistemelor înglobate afectează unitățile funcționale din clădiri se faci în funcție de trei criterii:

a) răspunsul subiecților umani;

b) potențialele daune cauzate echipamentelor sensibile din clădire;

c) severitatea vibrațiilor echipamentului/sistemului înglobat.

În figura 4.6.3 şi tabelul 4.6.4 sunt date criteriile de acceptare a mărimii vibrațiilor măsurate pe structura clădirii în apropierea sursei sau în zona clădirii în care se găsesc oameni sau echipamente sensibile la vibrații.

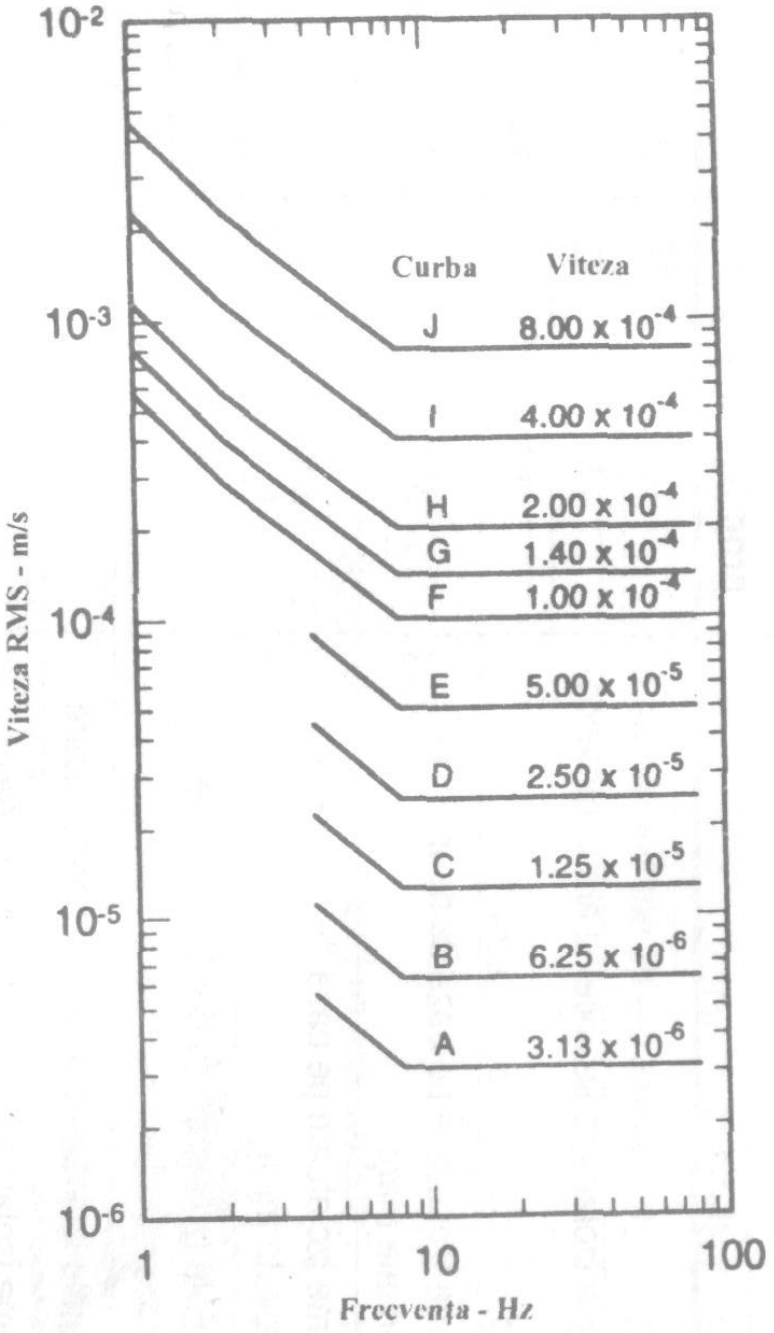


Fig. 4.6.3. Criterii de acceptare a vibrațiilor

Tabel 4.6.4

Exigențe pentru ocupanți umani		
Ocupanți umani	***Perioada din zi***	***Curba***
Vânzători	toată perioada	J
Funcționari	toată perioada	I
Locatari rezidențiali (standarde ambientale bune)	7^{00}-22^{00}	H-I
	22^{00}-7^{00}	G
Săli de operații și zone critice de lucru	toată perioada	F
Exigențe pentru echipamente		
Zone cu echipamente de calcul		H
Microscop < 100 X; Laboratoare cu roboți		F
Microscop < 400 X; Balanțe de precizie (inclusiv optice); Mașini de măsurat în coordonate; Laboratoare metrologice; Comparatoare optice; Echipament microelectronic clasa A (*)		E
Microoperații; Operații la ochi; Microscop >400X; Echipament optic pe platforme izolate; Echipament microelectronic clasa B (*)		D
Microscop electronic <30000X; Micrometre; Aparate cu rezonanță magnetică; Echipament microelectronic clasa C (*)		C
Microscop electronic >30000X; Spectrometre de masă; Echipamente de implant celule; Echipament microelectronic clasa D (*)		B
Laser neizolat și sisteme optice de cercetare; Echipament microelectronic clasa E (*)		A

(*) Clasa A: Inspecție, testare probe, alte echipamente

Clasa B: Aliniatoare, echipamente critice pentru fotolitografie cu lățimea liniei > 3 mμ

Clasa C: Aliniatoare, echipamente critice pentru fotolitografie cu lățimea liniei 1-3 mμ

Clasa D: Aliniatoare, echipamente critice pentru fotolitografie cu lățimea liniei 0,5-1mμ, sistemele bară-electron

Clasa E: Aliniatoare, echipamente critice pentru fotolitografie cu lățimea liniei 0,25-0,5 mμ, sistemele bară-electron

Criteriile de apreciere a efectului vibraţiilor asupra personalului se bazează pe recomandările din Standardul S3.29 ANSI "Ghid pentru evaluarea expunerii umane la vibraţiile din clădiri" şi Standardul ISO 2631/2 "Şocuri care induc vibraţii în clădiri (1-80 Hz)", iar pentru echipamentele sensibile trebuie să se accepte valorile impuse de fabricant. Dacă nu sunt disponibile nivelurile acceptate de fabricant, se utilizează valorile specificate în tabel şi curbele din figură.

În figura 4.6.4 sunt date nivelele RMS ale vitezei pentru care se poate face o apreciere a severităţii vibraţiilor măsurate pe echipamente, structura de susţinere a acestora sau pe elementele de rezemare. In cazul măsurării deplasării sau acceleraţiei RMS, relaţiile dintre acestea şi viteză sunt

$$Y_{RMS} = \frac{v_{RMS}}{\omega} = \frac{v_{RMS}}{2\pi f} \quad \textbf{(4.6.8)}$$

$$a_{RMS} = \omega v_{RMS} = 2\pi f v_{RMS} \quad \textbf{(4.6.9)}$$

unde:

Y_{RMS}, v_{RMS}, a_{RMS} - reprezintă valorile RMS ale deplasării, vitezei acceleraţiei;

f - frecvenţa centrală a benzilor 1/3 octavă.

4.6.1.8. In vederea asigurării unui bun grad de izolare anti-vibratilă a echipamentelor şi sistemelor înglobate se urmăreşte ca frecvenţa / pulsaţia proprie a sistemului să fie mai mică decât frecvenţa/pulsaţia de funcţionare a maşinii de circa 3-10 ori (aceste valori limită corespund unui grad de izolare de circa I = 87,5-99 %).

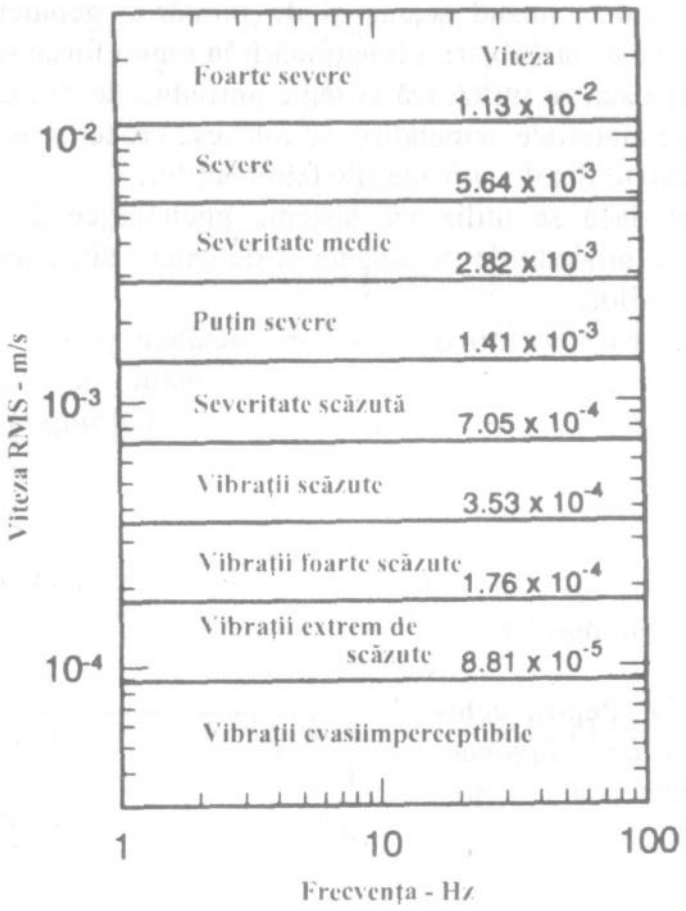


Fig. 4.6.4. Evaluarea severităţii vibraţiilor

4.6.1.9 Determinarea şi alegerea sistemului şi materialelor de izolare şi a caracteristicilor elementelor antivibratile se fac utilizând următorul algoritm:

a) se stabileşte gradul de izolare *I* în funcţie de cerinţele de exigenţă impuse;

b) se stabileşte frecvenţa/pulsaţia proprie (de rezonanţă) f_n/p;

c) se determină deformaţia statică a sistemului de izolare antivibratilă cu relaţiile (4.6.1) şi (4.6.2) sau din nomograma din figura 4.6.2, ţinând seama şi de limitările geometrice şi de condiţiile de stabilitate a funcţionării în regim forţat stabilizat;

d) dacă se utilizează sisteme antivibratile din cauciuc sau din alte materiale nemetalice, se folosesc procedurile de alegere şi de calcul din documentaţiile fabricanţilor;

e) dacă se utilizează sisteme pneumatice de izolare se folosesc procedurile de alegere şi de calcul din documentaţiile fabricanţilor;

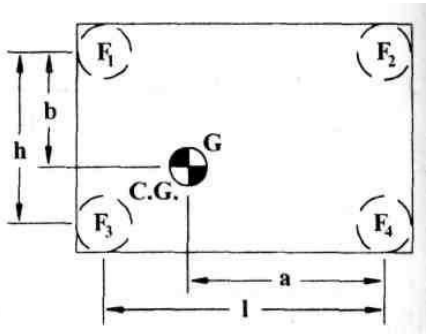
f) dacă se utilizează arcuri metalice pentru rezemarea/suspendarea echipamentului, coeficientul de rigiditate al elementului singular se determină după cum urmează:

$$k = \frac{G}{\delta} = \frac{mg}{\delta} \qquad \textbf{(4.6.10)}$$

unde:

G = mg - greutatea totală a echipamentului sau sistemului înglobat.

4.6.1.10. Pentru echipamente şi sisteme înglobate rezemate / suspendate prin intermediul a patru izolatori antivibratili (figura 4.6.5), la alegerea elementelor de rezemare trebuie să se ţină seama de greutatea distribuită pe fiecare element în parte (dată de poziţionarea centrului de greutate **C.G.** în plan orizontal), în acest sens, se recomandă utilizarea următorului algoritm de



calcul:

a) se stabilesc forţele preluate de cei patru izolatori cu relaţiile:

$$F_1 = G\frac{a}{l}\left(1-\frac{b}{h}\right) \qquad \textbf{(4.6.11)}$$

$$F_2 = G\left(1-\frac{a}{l}\right)\left(1-\frac{b}{h}\right) \qquad \textbf{(4.6.12)}$$

$$F_1 = G\frac{a}{l}\cdot\frac{b}{h} \qquad \textbf{(4.6.13)}$$

$$F_1 = G\left(1-\frac{a}{l}\right)\frac{b}{h} \qquad \textbf{(4.6.14)}$$

b) se determină coeficienţii de rigiditate ai celor patru elemente (cu deformaţia statică δ determinată conf. § 4.6.1.9 pct. c), aceeaşi pentru toate cele patru elemente antivibratile):

$$k_i = \frac{F_i}{\delta}, i = \overline{1,4} \qquad \textbf{(4.6.15)}$$

c) în cazul echipamentelor cu simetrii dimensionale şi de distribuţie a maselor, alegerea rigidităţilor elementelor de izolare antivibratilă se simplifică astfel:

- simetrie după o axă verticală (a = 0,5l, b = 0,5h):

$$k_1 = k_2 = k_3 = k_4 = \frac{G}{4\delta}$$

- simetrie după un plan vertical (b = 0,5h):

$$k_1 = k_3 = \frac{G}{2\delta}\frac{a}{l}$$

$$k_2 = k_4 = \frac{G}{2\delta}\left(1 - \frac{a}{l}\right)$$

4.6.1.11 Dacă sunt necesare analize mai complete (şi mai apropiate de realitate) ale sistemului echipament-structură, în care nuc seama şi de elasticitatea fundaţiei sau structurii în ansamblu, se utilizează un model de calcul cu două grade de libertate ca în figura 4.6.6. Acest model de calcul se impune mai ales pentru echipamentele situate la nivelele superioare ale clădirilor şi mai ales pentru cele montate pe acoperiş.

Modelul cu două grade de libertate se poate folosi obţinându-se rezultate mult mai apropiate de realitate şi pentru echipamentele montate pe structură prin intermediul unor fundaţii flexibile. În modelul cu două grade de libertate considerat, fundaţia sau structura flexibilă este caracterizată de masa m_f, coeficientul de rigiditate k_f, şi coeficientul de amortizare c_f, iar echipamentul şi elementele de izolare antivibratilă au caracteristicile m (masa), k (coeficientul de rigiditate) şi c (coeficientul de amortizare).

În cazul în care amortizările sunt foarte mici (ex.: amortizări Structurale, arcuri din oţel), defazajul θ dintre excitaţie şi forţa transmisă structurii este zero sau π, pulsaţiile/frecvenţele proprii calculându-se cu formulele:

$$p_1 = p\sqrt{\frac{1}{2}\left\{\left[1 + \frac{p_f^2}{p^2}\left(1 + \frac{k}{k_f}\right)\right] - \sqrt{\left[1 + \frac{p_f^2}{p^2}\left(1 + \frac{k}{k_f}\right)\right]^2 - 4\frac{p_f^2}{p^2}}\right\}} \qquad (4.6.16)$$

$$p_2 = p\sqrt{\frac{1}{2}\left\{\left[1 + \frac{p_f^2}{p^2}\left(1 + \frac{k}{k_f}\right)\right] + \sqrt{\left[1 + \frac{p_f^2}{p^2}\left(1 + \frac{k}{k_f}\right)\right]^2 - 4\frac{p_f^2}{p^2}}\right\}} \qquad (4.6.17)$$

$$f_1 = f_n\sqrt{\frac{1}{2}\left\{\left[1 + \frac{f_f^2}{f_n^2}\left(1 + \frac{k}{k_f}\right)\right] - \sqrt{\left[1 + \frac{f_f^2}{f_n^2}\left(1 + \frac{k}{k_f}\right)\right]^2 - 4\frac{f_f^2}{f_n^2}}\right\}} \qquad (4.6.18)$$

$$f_2 = f_n\sqrt{\frac{1}{2}\left\{\left[1 + \frac{f_f^2}{f_n^2}\left(1 + \frac{k}{k_f}\right)\right] + \sqrt{\left[1 + \frac{f_f^2}{f_n^2}\left(1 + \frac{k}{k_f}\right)\right]^2 - 4\frac{f_f^2}{f_n^2}}\right\}} \qquad (4.6.19)$$

unde au fost utilizate notațiile:

$p = \sqrt{\frac{k}{m}}$ - pulsația proprie a sistemului echipament-elemente de izolare antivibratilă

$p_f = \sqrt{\frac{k_f}{m_f}}$ - pulsația proprie a fundației (structurii flexibile)

$f_n = \frac{p}{2\pi} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$ - frecvența proprie a echipamentului

$f_f = \frac{p_f}{2\pi} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k_f}{m_f}}$ - frecvența proprie a fundației (structurii flexibile)

4.6.1.12. Coeficientul de transmisibilitate a forței perturbatoare de la echipament la structura rigidă a clădirii (prin intermediul fundației sau a componentelor structurale flexibile) se calculează în funcție de caracteristicile sistemului echipament-fundație (pulsații/frecvențe proprii, elasticități) şi de pulsația/frecvența perturbației astfel:

$$T = \frac{P_{0f}}{P_0} \cdot 100 = \frac{100}{\left|\left(1-\frac{\omega^2}{p^2}\right)\left(1+\frac{k}{k_f}-\frac{p^2}{p_f^2}\frac{\omega^2}{p^2}\right)-\frac{k}{k_f}\right|} \quad (\%) \qquad (4.6.20a)$$

sau

$$T = \frac{P_{0f}}{P_0} \cdot 100 = \frac{100}{\left|\left(1-\frac{f^2}{f_n^2}\right)\left(1+\frac{k}{k_f}\cdot-\frac{f_n^2}{f_f^2}\cdot\frac{f^2}{f_n^2}\right)-\frac{k}{k_f}\right|} \quad (\%) \qquad (4.6.20b)$$

4.6.1.13. Amplitudinile normate (adimensionale) ale deplasărilor echipamentului şi fundației se calculează cu relațiile:

$$\frac{Y}{\frac{P_0}{k}} = \left|\frac{1+\frac{k}{k_f}-\frac{\omega^2}{p_f^2}}{\left(1-\frac{\omega^2}{p^2}\right)\left(1+\frac{k}{k_f}-\frac{\omega^2}{p_f^2}\right)-\frac{k}{k_f}}\right| = \left|\frac{1+\frac{k}{k_f}-\frac{f^2}{f_f^2}}{\left(1-\frac{f^2}{f_n^2}\right)\left(1+\frac{k}{k_f}-\frac{f^2}{f_f^2}\right)-\frac{k}{k_f}}\right| \qquad (4.6.21)$$

$$\frac{Y_f}{\frac{P_0}{k_f}} = \frac{1}{\left|\left(1-\frac{\omega^2}{p^2}\right)\left(1+\frac{k}{k_f}-\frac{\omega^2}{p_f^2}\right)-\frac{k}{k_f}\right|} = \frac{1}{\left|\left(1-\frac{f^2}{f_n^2}\right)\left(1+\frac{k}{k_f}-\frac{f^2}{f_f^2}\right)-\frac{k}{k_f}\right|} \qquad (4.6.22)$$

unde au fost utilizate notațiile:

$\frac{P_o}{k}$ - deformația sistemului elastic de rezemare a echipamentului la aplicarea forței P_o în regim static;

$\frac{P_o}{k_f}$ - deplasarea fundației la aplicarea forței P_o în regim static.

4.6.1.14. Pentru proiectarea sistemelor de izolare antivibratilă cure să corespundă exigențelor şi criteriilor de performanță de la §4.6.1.2 şi §4.6.1.7, se impune determinarea pe cale experimentală sau prin calcule a amplitudinii perturbațiilor generate de echipamentele şi sistemele înglobate. Deoarece în majoritatea cazurilor perturbațiile sunt generate de mase excentrice în mişcare de rotație stabilizată cu turația n (rot/min), pentru calculul amplitudinilor forței armonice se poate utiliza relația (4.6.6), unde momentul static se poate evalua cu relația:

$$m_o r = 0{,}0254 \frac{A}{n} \text{ (Kgm)} \quad \textbf{(4.6.23)}$$

unde constanta A este dată, pentru diferite clase de echipamente cu li mente în mişcare de rotație, în tabelul 4.6.5 (conform Standardului S2.19 ANSI).

Tabel 4.6.5

Echipament (tipul rotorului)	
Arbori şi rotori din maşini de concasare, maşini agricole; componente individuale ale motoarelor; arbori cotiți ai motoarelor cu minim şase cilindri; pompe de noroi şi dragare	6,0
Părți din maşinile tehnologice de proces; reductoarele turbinelor marine; tamburi centrifugali; volanți; rotoare pompe; maşini unelte; rotoarele motoarelor electrice normale; componentele individuale ale motoarelor cu exigențe speciale	2,4
Turbine cu abur şi gaze; rotoare de turbogeneratoare şi turbocompresoare; rotoare ale maşinilor electrice medii şi mari cu exigențe speciale; rotoarele maşinilor electrice mici; pompe de turbine	1,0

4.6.1.15. În cazul ventilatoarelor cu elice şi suflantelor centrifugale (din sistemele VCA). Valorile normale (tehnologice) ale dezechilibrărilor (momentelor statice ale maselor excentrice) sunt date în Ghidul ARI "Ghid pentru echilibrarea mecanică a ventilatoarelor şi suflantelor" şi sunt prezentate în tabelul 4.6.6. Valorile maxime ale dezechilibrărilor pentru acest tip de maşini rotative pot ajunge până la dublul valorilor din tabel.

4.6.1.16. Procedură de analiză a vibrațiilor echipamentelor înglobate - exemplu de calcul a parametrilor de izolare antivibratilă (frecvențe proprii, coeficient de transmisibilitate, gradul de izolare) pentru o unitate de VCA acționată de un ventilator centrifugal (suflantă) cu diametrul rotorului de 965 mm, turația nominală de 300 rot/min, o greutate de 11000 N, instalat pe un planşeu cu deschiderea de 6 m construit din beton uşor. Ventilatorul este amplasat la distanța de 1,8 m de capătul planşeului, pe arcuri metalice cu deformația statică de 25 mm. Planşeul este proiectat pentru o sarcina variabilă maximă de 2400 N/m^2 (sarcina variabilă efectivă fiind de 1450 N/m^2), deformația sub sarcina variabilă maximă fiind de 1/1200 din deschiderea planşeului.

4.6.1.16.1. **Cazul planşeului rigid** (sistem cu un grad de libertate - figura 4.6.1)

a) Se calculează pulsația proprie şi frecvența de rezonanța cu relațiile (4.6.1) şi (4.6.2):

$$p = \sqrt{\frac{g}{\delta}} = \sqrt{\frac{9{,}81}{0{,}025}} = 19{,}8091 \text{ (rad/s)}$$

$$f_n = \frac{p}{2\pi} = \frac{19{,}8091}{2\pi} = 3{,}1527 \text{ (Hz)}$$

b) Se calculează coeficientul de rigiditate echivalent al sistemului de izolare cu relația (4.6.10):

$$k = \frac{G}{\delta} = \frac{11000}{0{,}025} = 440000 \text{ (N/m)}$$

Dacă ventilatorul este rezemat pe patru arcuri ca în figura 4.6.5, se determină coeficienții de rigiditate individuali cu relațiile (4.6.11)-(4.6.14).

c) Se calculează pulsația şi frecvența de funcționare a ventilatorului cu relația (4.6.5):

$$\omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{\pi 300}{30} = 31{,}4159 \text{ (rad/s)}$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{31{,}4159}{2\pi} = 5 \text{ (Hz)}$$

d) Se calculează factorul de reglaj al ventilatorului:

$$\Omega = \frac{\omega}{p} = \frac{31{,}4159}{19{,}8091} = 1{,}5859$$

e) Se calculează coeficientul de transmisibilitate al forței în structura rigidă cu relația (4.6.7):

$$T = \frac{1}{\left|1 - 1{,}5859^2\right|} 100 = 66 \text{ (\%)}$$

f) Se calculează gradul de izolare cu relația (4.6.4):

I = 100 - T = 100-66 = 34 (%)

g) Deoarece, conform tabelului 4.6.2, gradul de izolare trebuie să fie minim 90 % (pentru aplicațiile cele mai exigente), factorul de reglaj Ω trebuie să aibă valoarea minimă:

$$\Omega_{\min} = \sqrt{1 + \frac{1}{\frac{T_{\max}}{100}}} = \sqrt{1 + \frac{100}{100 - I_{\min}}} = \sqrt{1 + \frac{100}{100 - 90}} = 3{,}3166$$

Pentru mărirea factorului de reglaj de la 1,5859 la minim 1,3166 se poate acționa pe trei căi:

1°. Se măreşte turația nominală de funcționare a ventilatorului (cu consecințe asupra creşterii amplitudinii forței perturbatoare şi a amplitudinii forței transmise structurii clădirii);

2°. Se reduce valoarea frecvenței/pulsației proprii a sistemului prin adoptarea unor arcuri cu coeficienți de rigiditate mai mici (cu consecințe asupra creşterii deformației statice până la valori posibil inacceptabil de mari);

3°. Combinarea acțiunilor de la punctele 1° şi 2°.

Tabel 4.6.6

Ventilatoare				Suflante			
Diametru (mm)	Dezechibr. (gmm)	Diametru (mm)	Dezechibr. (gmm)	Diametru (mm)	Dezechibr. (gmm)	Diametru (mm)	Dezechibr. (gmm)
205	72	610	216	<100	50,4	560	828,0
230		660	216	150	72,0	610	1000,8
255		710	288	180 205	93,6	660	1252,8
280		760	324	230 255	108,0	710	1504,8
305		915	432	280		760	1749,6
355		1065	720	305 355	180,0	815	2001,6
405	108	1220	1008	380		865	2253,6
455		1370	1080	405	324,0	915	2505,6
510	144	1525	1440	455	489,6	965	2750,4
560	180			510	662,4	1015	3002,4

4.6.1.16.2. **Cazul planşeului flexibil** (sistem cu două grade de libertate - figura 4.6.6)

a) Se calculează pulsația/frecvența proprie ale echipamentului înglobat cu relațiile (4.6.1) şi (4.6.2):

$$p = \sqrt{\frac{g}{\delta}} = \sqrt{\frac{9,81}{0,025}} = 19,8091 \text{ (rad/s)}$$

$$f_n = \frac{p}{2\pi} = \frac{19,8091}{2\pi} = 3,1527 \text{ (Hz)}$$

b) Se calculează coeficientul de rigiditate echivalent al sistemului de izolare cu relația (4.6.10):

$$k = \frac{G}{\delta} = \frac{11000}{0,025} = 440000 \text{ (N/m)}$$

Dacă ventilatorul este rezemat pe patru arcuri ca în figura 4.6.5, se determină coeficienții de rigiditate individuali cu relațiile (4.6.1 1)-(4.6.14).

c) Se calculează pulsația şi frecvența de funcționare a ventilatorului cu relația (4.6.5):

$$\omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{\pi 300}{30} = 31,4159 \text{ (rad/s)}$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{31,4159}{2\pi} = 5 \text{ (Hz)}$$

d) Se calculează amplitudinea forței perturbatoare inerțiale cu relația (4.6.6), pentru valoarea momentului static de dezechilibru considerându-se valoarea maxim posibilă din tabelul 4.6. 7:

$m_o r = 2\ 3002,4 = 6004,8$ (gmm) => $m_o r = 0,0060048$ (Kgm)

$P_o = m_o r\ \omega^2 = 0,0060048\ 31,4159^2 = 5,265$ (N)

Tabel 4.6.7

Sarcina distribuită pe planşee – valori de proiectare (N / m²)

Distanța dintre grinzi – 3 m

Tipul platformei		Sarcina	
		Variabilă	Permanentă
Podea	Construcție cunoscută	2400	
	Construcție necunoscută	4800	
Podea compozită	Beton greu (2400 Kg/m³)		3200
	Beton uşor (1600 Kg/m³)		2450
Acoperiş construcție compozită		960	960-2150

e) Se calculează sarcina distribuită liniar p_1 pe grinda echivalentă planşeului cu distanţa dintre grinzi D de 3 m (încărcat cu sarcina variabilă efectivă p_{var} şi sarcina permanentă p_{per} datorată greutăţii proprii a planşeului) cu valorile de proiectare specifice din tabelul 4.6.7:

$P_L = D\,(p_{var} + p_{per}) = 3(1450 + 2450) = 11700$ (N/m) **(4.6.24)**

f) Se calculează masa grinzii echivalente considerată ca fiind simplu rezemată în capete şi încărcată cu sarcina distribuită liniar pe toată lungimea sa L:

$$m_f = 0{,}625\frac{p_L L}{g} = 0{,}625\frac{11700\cdot 6}{9{,}81} = 4472{,}5 \quad \text{(Kg)} \qquad \textbf{(4.6.25)}$$

g) Se determină valoarea *EI* a grinzii echivalente considerând că deformaţia statică δ a acesteia (simplu rezemată in capete) este produsă de sarcina variabilă maximă p_{varmax} aplicată pe tot planşeul (de dimensiuni L x D):

$$EI = \frac{5}{384}\cdot\frac{p_{\text{var max}} DL^4}{\delta} \qquad \textbf{(4.6.26)}$$

$$\delta = \frac{L}{1200} = \frac{6}{1200} = 0{,}005 \text{ (m)}$$

$$EI = \frac{5}{384}\cdot\frac{2400\cdot 3\cdot 6^4}{0{,}005} = 2{,}43\times 10^7 \text{ (Nm}^2\text{)}$$

Dacă nu se cunoaşte deformaţia statică a planşeului (podea sau acoperiş) din specificaţiile clădirii, atunci se pot lua în calcul valorile maxime admisibile din tabelul 4.6.8.

Tabel 4.6.8

Deformaţia în funcţie de lungimea deschiderii

Suport	Sarcina			
	Variabilă		Permanentă maximă	Totală maximă
	maximă	normală		
Podea	L/360	L/1400-L/800	L/720	L/240
Acoperiş	L/240			L/180

h) Se calculează coeficientul de rigiditate al podelei cu relaţia:

$$k_f = k_C\frac{3EIL}{a^2(L-a)^2} \qquad \textbf{(4.6.27)}$$

unde a este distanţa faţă de capătul grinzii la care se montează ventilatorul, iar factorul K_C (ca de astfel şi cel cu valoarea de 0,625 utilizat în calculul masei grinzii echivalente) este corecţia făcută datorită faptului că, în realitate, o grindă nu este simplu rezemată şi coloanele verticale pe care sunt fixate grinzile sunt la rândul lor flexibile. Factorul K_C poate fi lua valoarea minimă egală cu 1 (cazul grinzii simplu rezemate) şi este maxim în cazul grinzii încastrate în coloanele laterale considerate rigide, în funcţie de raportul a/L, în figura 4.6.7 este prezentată factorului K_C în funcţia valoarea maximă a factorului K_c pentru grinda încastrată rigid în capete.

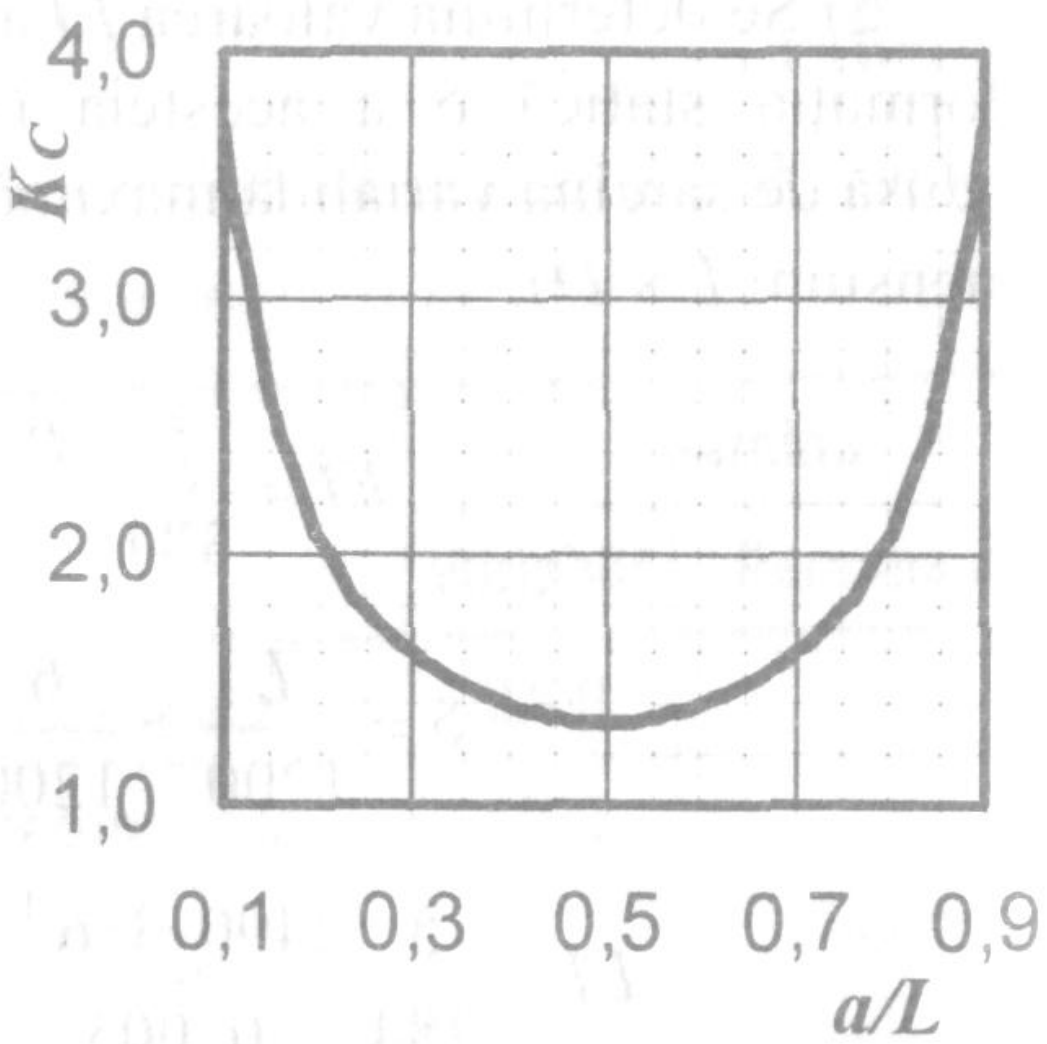


Fig. 4.6.7. Variația factorului K_C în funcție de poziția echipamentului pe grinda echivalentă

Pentru cele mai multe din clădirile construite cu structura pe cadre, factorul $K_C = 1{,}267$, astfel încât coeficientul de rigiditate al podelei se calculează astfel:

$$k_f = 1{,}267\frac{3\cdot 2{,}43\times 10^7\cdot 6}{1{,}8^2(6-1{,}8)^2} = 9{,}6964\times 10^6 \text{ (N/m)}$$

i) Se calculează pulsația şi frecvența proprie ale podelei cu relațiile:

$$p_f = \sqrt{\frac{k_f}{m_f}} = \sqrt{\frac{9{,}6964\times 10^6}{4472{,}5}} = 46{,}5619 \text{ (rad/s)}$$

$$f_f = \frac{p_f}{2\pi} = \frac{46{,}5619}{2\pi} = 7{,}4106 \text{ (Hz)}$$

j) Se calculează rapoartele adimensionale ale coeficienților de rigiditate şi frecvențelor:

$$\frac{k}{k_f} = \frac{440000}{9{,}6964\times10^{6}} = 0{,}04538$$

$$\frac{f_f}{f_n} = \frac{7{,}4106}{3{,}1527} = 2{,}35056 \Rightarrow \left(\frac{f_f}{f_n}\right)^2 = 5{,}52513 \Rightarrow \left(\frac{f_n}{f_f}\right)^2 = 0{,}18099$$

k) Se calculează frecvențele proprii ale sistemului cu relațiile (4.6.18) şi (4.6.19):

$$f_{1,2} = 2{,}1527\sqrt{\frac{1}{2}\left\{\left[1+5.52513(1+0.04538)\right] \mp \sqrt{\left[1+5.52513(1+0.04538)\right]^2 - 4\cdot 5.52513}\right\}}$$

$$\Rightarrow f_1 = 3{,}0697 \text{ (rad/s)}; \quad f_2 = 7{,}6109 \text{ (rad/s)}$$

l) Se calculează factorul de reglaj al ventilatorului:

$$\Omega = \frac{\omega}{p} = \frac{f}{f_n} = \frac{31{,}4159}{19{,}8091} = 1{,}5859 \Rightarrow \frac{f^2}{f_n^2} = 2{,}51508$$

m) Se calculează coeficientul de transmisibilitate cu relațiile (4.6.20):

$$T = \frac{100}{\left|\left(1-2{,}51508\right)\left(1+0{,}04538-0{,}18099\cdot 2{,}51508\right)-0{,}04538\right|} = 138 \text{ (\%)}$$

n) Se calculează amplitudinile deplasărilor ventilatorului şi podelei cu relațiile (4.6.21) şi (4.6.22):

$$Y = \frac{5{,}9265}{440000}\left|\frac{1+0{,}04538-0{,}18099\cdot 2{,}51508}{\left(1-2{,}51508\right)\left(1+0{,}04538-0{,}18099\cdot 2{,}51508\right)-0{,}04538}\right| = 10{,}967\times10^{-6} \text{ (m)}$$

$$Y_f = \frac{\frac{5{,}9265}{9{,}6964\times10^{6}}}{\left|\left(1-2{,}51508\right)\left(1+0{,}04538-0{,}18099\cdot 2{,}51508\right)-0{,}04538\right|} = 0{,}84325\times10^{-6} \text{ (m)}$$

o) Se calculează valprile pătratice medii ale vitezelor ventila torului şi podelei cu relația (4.6.8):

$$Y = \frac{5{,}9265}{440000}\left|\frac{1+0{,}04538-0{,}18099\cdot 2{,}51508}{\left(1-2{,}51508\right)\left(1+0{,}04538-0{,}18099\cdot 2{,}51508\right)-0{,}04538}\right| = 10{,}967\times10^{-6} \text{ (m)}$$

$$Y_f = \frac{\frac{5{,}9265}{9{,}6964\times10^{6}}}{\left|\left(1-2{,}51508\right)\left(1+0{,}04538-0{,}18099\cdot 2{,}51508\right)-0{,}04538\right|} = 0{,}84325\times10^{-6} \text{ (m)}$$

p) Interpretarea rezultatelor obținute:

1°. Datorită faptului că funcționarea ventilatorului se faci la o frecvență nominală situată ca valoare între cele două frecvențe proprii, podeaua prin flexibilitatea sa face ca sistemul să se comporte ca un amplificator de forță transmisă structurii clădirii (T > 100 %). În vederea scăderii coeficientului de transmisibilitate se poate acționa în sensul micşorării frecvenței proprii a podelei (prin creşterea flexibilității sale sau prin mărirea masei sale echivalente) sau prin creşterea turației nominale a ventilatorului (eventual o triplare a turației astfel încât frecvența de funcționare să fie aproximativ dublul frecvenței proprii f_2):

2°. Din punctul de vedere al exigențelor de acceptabilitate a vibrațiilor, conform criteriilor din figura 4.6.3 şi din tabelul 4.6.4. vibrația podelei se încadrează între curbele C şi D. putând astfel să permită orice activitate inclusiv repausul oamenilor. Dacă se ține cont de exigențele echipamentelor electronice şi optice de mare sensibilitate, pentru a putea aprecia acceptabilitatea vibrațiilor podelei trebuie să se specifice în prealabil tipul acestora ce urmează a fi prezente în apropierea ventilatorului considerat.

3°. Conform figurii 4.6.4 şi valorilor calculate ale vitezelor RMS, se poate aprecia că nivelul vibrațiilor este foarte scăzut atât la nivelul ventilatorului cât şi la nivelul structurii pe care acesta este montat.

4.6.1.17. Sistemele de izolare a vibrațiilor constau din postamentul/structura echipamentului înglobat, izolatorii antivibratili şi structura suport clădirii. În plus, sistemul trebuie să mai cuprindă şi elemente legătură (conexiunile dintre țevi, conducte sau conductori electrici) şi mecanismele de limitare impuse de necesitatea unei alegeri improprii a izolatorilor antivibratili sau existenței de elemente care limitează efectul izolării.

Simpla prezență a izolatorilor antivibratili nu garantează că echipamentul nu mai transmite vibrații structurii clădirii. În vederea alegerii unui sistem de izolare antivibratilă eficient tehnic şi economic, proiectanții trebuie să aibă la dispoziție următoarele elemente:

a) caracteristicile izolatorilor antivibratih: tip, dimensiune, capacitatea de încărcare, caracteristici elastice şi reologice, deformații statice şi dinamice admisibile, sistem de identificare;

b) caracteristicile dimensionale şi inerțiale ale echipamentelor care se izolează la vibrații;

c) exigențele de izolare antivibratilă impuse de aplicația concretă.

4.1.6.1.18. La alegerea sistemelor, elementelor individuale şi a materialelor de izolare antivibratilă trebuie să se țină seama de caracteristicile acestora, de parametrii statici şi dinamici ai echipamentelor care se izolează la vibrații, precum şi de indicele global care descrie izolarea antivibratilă (gradul de izolare antivibratilă). În tabelul 4.6.3 sunt date câteva valori ale gradelor de izolare ce se pot obține în funcție de izolatorii folosiți şi domeniile de frecvențe de lucru.

Cele mai uzuale materiale, elemente şi sisteme de izolare antivibratilă a echipamentelor înglobate în clădiri sunt:

a) arcurile din oțel;

b) izolatorii din elastomeri;

c) izolatorii pneumatici;

d) covoarele din fibră de sticlă;

e) postamentele izolatoare;

f) conectorii flexibili;

g) podelele flotante;

h) opritorii seismici.

4.6.1.19. Cele mai utilizate pentru izolarea la vibrații a echipamentelor cu antrenare mecanică sunt arcurile din oțel care sunt fiabile asigură o deformație statică mare (> 10 mm) şi o buna calitate a izolării antivibratile.

Ansamblul cu arc liber din oțel este prevăzut la cele d capete cu plăci metalice, covoare de neopren şi un şurub de reglări şi fixare ca în figura 4.6.8. La alegerea arcurilor din oțel trebuie

să se sigure un raport între diametru şi înălţimea de lucru (înălţimea sub sarcina statică) cu valoarea de 0,8 - 1,0. Proiectarea arcurilor trebuie 5 aibă în vedere obţinerea unei rigidităţi orizontale cel puţin cât cea rizontală (pentru asigurarea stabilităţii în regim de funcţionare) şi o deformaţie corespunzătoare la cel puţin 50 % peste sarcina nominală. Covorul de neopren (de circa 6 mm grosime) se utilizează pentru educerea transmiterii vibraţiilor de frecvenţe ridicate la structura clădirii, precum şi pentru montarea izolatorului pe planşee de beton fără a fi necesare bolţuri sau alte sisteme de fixare.

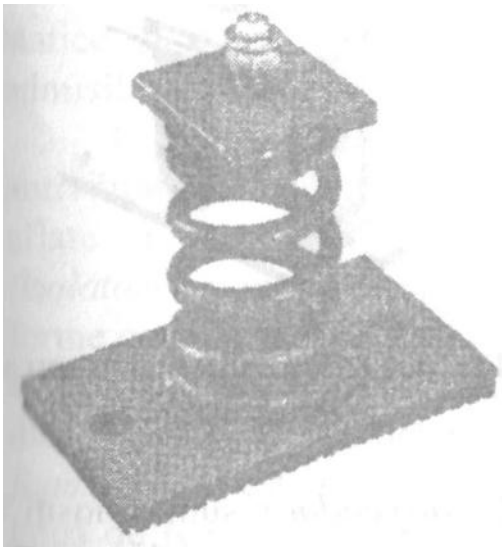


Fig. 4.6.8. Arc elicoidal cilindric din oţel

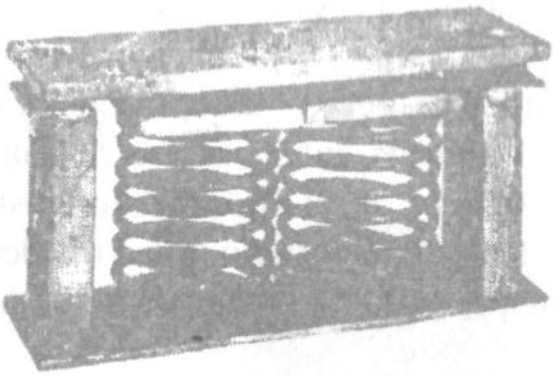


Fig. 4.6.9. Sistem de arcuri cu limitarea deplasării

Arcurile din oţel cu limitarea deplasării sunt utilizate în cazul în care are loc mutarea temporară a echipamentului sau la montarea izolatorului (figura 4.6.9) şi se doreşte blocarea arcului. Categoriile de echipamente înglobate care necesită astfel de sisteme de izolare antivibratilă sunt:

a) echipamentele cu variaţii mari de mase (boilere, echipamente de refrigerare);

b) echipamentele exterioare (ex.:turnurile de răcire) pentru prevenirea deplasărilor excesive generate de vânt.

După montarea arcurilor cu limitarea deplasării, elementele de reglare (piuliţe, şuruburi) sunt scoase sau scurtate pentru a se asigura distanţa necesară care să permită preluarea forţelor de către arc tară ca acesta să-şi schimbe înălţimea. In cazul utilizării acestui tip de izolator la echipamentele exterioare cu deplasări laterale mari datorate vântului, trebuie să se aibă în vedere evitarea blocării izolatorului prin contactul direct dintre placa superioară şi hoiturile de limitare a deplasării.

Izolatorii de tip arc metalic elicoidal în carcase (figura 4.6.10) au avantajul unui mai mic gabarit de montaj precum şi a stabilităţii dinamice în funcţionare. Acest tip de izolator nu este prea utilizat deoarece carcasa (care este căptuşită cu neopren la interior) are tendinţa să blocheze arcul în cazul unor sarcini laterale mari şi, în plus nu permite inspecţia facilă în caz de defecţiune.

Izolatorii cu arcuri metalice de suspendare sunt folosiţi la izolarea antivibratilă a conductelor, ţevilor şi a componentelor mici ale sistemelor şi echipamentelor care sunt suspendate de tavan. Acest tip de izolator poate ti alcătuit din arcuri metalice cu un strat de neopren sau şi mai bine dintr-o combinaţie de arcuri metalice şi izolatori din neopren. Indiferent

de varianta constructivă, este important ca gaura din partea superioară a carcasei să fie suficient de mare astfel încât bara de suspendare să se poată roti cu unghi minim de 25° înainte ca arcul să intre în contact cu carcasa; contactul direct dintre bara metalică de suspendare şi carcasă duce la blocarea izolatorului antivibratil.

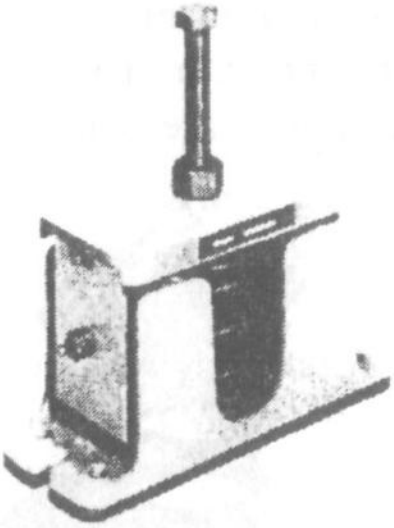


Fig. 4.6.10. Arc din oţel în carcasă pentru suspendare



Fig. 4.6.11. Arc pentru suspendare

4.6.1.20. Datorită îndeosebi costurilor reduse de fabricaţie, izolatorii antivibratili din elastomeri sub diferite forme geometrice obţinute prin turnare sau sub forma unor covoare profilate, au căpătat o largă întrebuinţare în realizarea sistemelor de rezemare/suspendare atât pentru echipamentele antrenate mecanic cât şi la alte tipuri de maşini sau componente ale acestora. Materialele utilizate pentru fabricaţia acestui tip de izolatori sunt: neoprenul, butilul, siliconul, poliuretanul, cauciucul natural şi cel sintetic. Datorită proprietăţilor (rezistenţă la medii acide şi alcaline, precum şi la uleiuri minerale şi sintetice), cel mai utilizat elastomer este neoprenul.

Izolatorii din elastomeri sunt folosiţi dacă nu se cer deformaţii statice şi dinamice prea mari. In mod uzual, deformaţiile statice admisibile sunt de până la 8 mm şi nu pot depăşi 12-13 mm.

Izolatorii din elastomeri sunt utilizaţi îndeosebi pentru izolarea antivibratilă a echipamentelor uşoare şi de putere mică sau acelor aflate în subsolurile clădirilor. Izolatorii obţinuţi prin turnare (izolatori modelaţi) pot avea diverse forme geometrice, cele mai întâlnite fiind cele cilindrice, tronconice, paralelipipedice, hiperbolice, inelare, sferice (în figura 4.6.12 este prezentat un izolator cu talpă de rezemare/fixare şi placă superioară de montare pe echipament). În mod uzual, elastomerii turnaţi au duritatea între 30°Sh şi 70°Sh, acesta fiind recunoscută după codul (internaţional) de culoare: negru pentru 30°Sh, verde pentru 40°Sh, roşu pentru 50°Sh, alb pentru 60°Sh şi galben pentru 70°Sh. Pentru creşterea fiabilităţii, a caracteristicilor de izolare şi a stabilităţii la utilizarea în regim dinamic, izolatorii din elastomeri turnaţi pot fi prevăzuţi cu inserţii din diferite materiale şi structuri, plăci metalice şi bolţuri/şuruburi pentru fixare, sau pot fi realizate diverse tipuri de montaje cu mai multe astfel de elemente în funcţie de cerinţele de proiectare.



Fig. 4.6.12. Izolator din neopren turnat

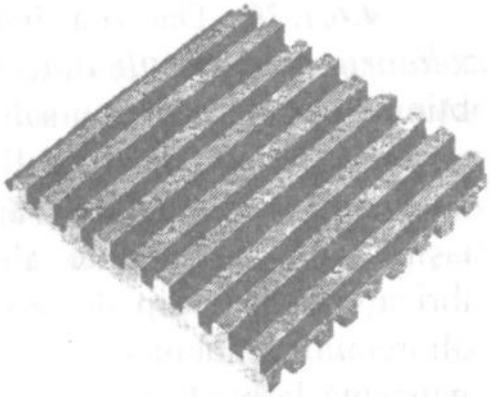


Fig. 4.6.13. Covor din neopren turnat

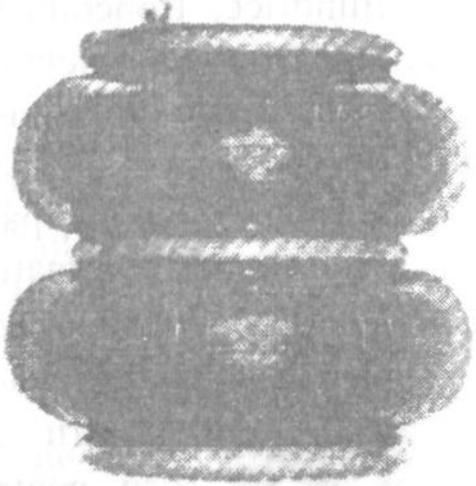


Fig. 4.6.14. Izolator pneumatic

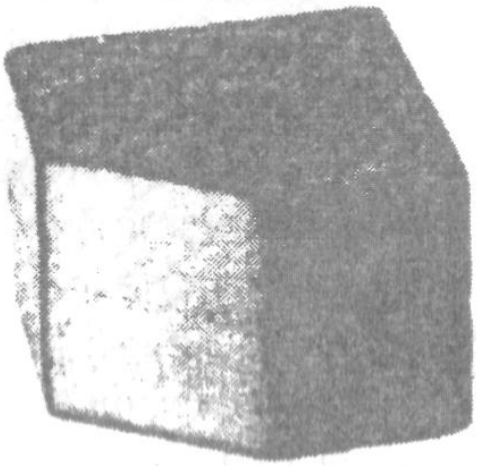


Fig. 4.6.15. Izolator din fibră de sticlă

Covoarele profilate din elastomeri (figura 4.6.13) de duritate 30 - 60°Sh, într-un singur strat sau în două straturi cu o inserţie între ele, sunt utilizate cu sau fără fixare pe structura clădirii îndeosebi pentru izolarea frecvenţelor înalte. În mod uzual se pot întâlni ca suport de aşezare pentru izolatorii de tip arc de oţel şi, uneori la fundaţiile unor echipamente mecanice.

Izolatorii de suspendare din elastomeri sunt realizaţi într-o construcţie asemănătoare celor cu arcuri din oţel, uneori fiind utilizaţi într-o construcţie combinată.

4.6.1.21. Izolatorii pneumatici (arcuri pe pernă de aer) sunt camere închise (burdufuri) de formă cilindrică, toroidală (figura 4.6.14) sau chiar prismatică fabricate din cauciuc care rezistă la presiuni nominale de 700 kPa şi asigură stabilitatea statică şi dinamică a echipamentelor. In mod uzual se pot întâlni la realizarea unor sisteme antivibratile cu frecvenţe de rezonanţă de 0,5 - 1,5 Hz (în funcţie de forma acestora şi presiune) şi deformaţii statice echivalente de 150 - 180 mm, având şi avantajul că suportă o gamă largă de sarcini prin varierea presiunii aerului din burduf.

Izolatorii pneumatici sunt prevăzuți cu un sistem de completare a aerului şi supape de control şi reglaj a înălțimii şi presiunii din burduf pentru asigurarea încărcărilor necesare şi pentru compensarea variațiilor de temperatură şi a forțelor externe.

4.6.1.22. Izolatorii din fibră de sticlă şi covoarele din fibră de sticlă inertă, anorganică de înaltă densitate, precomprimată în forme speciale de turnare sunt acoperite cu un strat din elastomeri pentru a le conferi rezistență la apă.

Izolatorii din fibră de sticlă (figura 4.6.15) sunt în grosimi de 25-100 mm, pot avea deformații statice de 5 - 25 mm şi pot suporta greutăți de 10 - 7500 Kg.

Covoarele din fibră de sticlă sunt folosite la izolarea pompelor, cristalizatoarelor, turnurilor de răcire şi a altor echipamente similare, au o eficiență ridicată în reducerea şocurilor provenite de la diverse tipuri de maşini şi sunt folosite ca suport pentru podelele flotante sau fundațiile suplimentare ale echipamentelor grele.

4.6.1.23. Postamentele izolatoare reprezintă soluția de izolare cea mai bună din punct de vedere tehnic în cazul echipamentelor antrenate de diverse tipuri de motoare prin intermediul unor transmisii mecanice. Prin rigiditatea lor ridicată torsională şi la încovoiere, aceste sisteme asigură menținerea alinierii dintre echipament şi motorul de antrenare, creşte fiabilitatea transmisiilor prin curele şi asigură o ridicată calitate a izolării echipamentului.

Postamentele constau în structuri metalice (grinzi, cadre), uneori umplute cu beton şi sunt montate pe structura clădirii prin intermediul unor izolatori antivibratili individuali.

Proiectarea platformelor izolatoare este la fel de importantă ca şi proiectarea izolatorilor propriu-zişi. În proiectare trebuie să fie avute în vedere o serie de probleme cum ar fi:

a) rezistența la încovoiere şi torsiune sub acțiunea greutății distribuite proprii şi a echipamentului precum şi la solicitările motorului elementelor de transmisie sau echipamentului;

b) rezonanța platformei: componentele postamentului mai grele sau cele lungi tind să vibrezela frecvențe mai joase, mărind astfel forțele transmise izolatorilor antivibratili.

Postamentele structurale (figura 4.6.16) pot fi montate pe izolatori antivibratili arcuri metalice sau izolatori din elastomeri şi trebuie să mențină alinierea părților componente ale echipamentului şi să reziste la solicitările dinamice de regim şi mai ales la cele din regimurile tranzitorii (pornire, oprire) fără dispozitive suplimentare de menținerea poziției.

Postamentele structurale sunt confecționate prin sudură din profile (T, L, I, U) mari de oțel (de până la 350 mm cu condiția ca înălțimea să nu depăşească 1/10 din lungime), au formă rectangularii şi pot fi utilizate pentru toate tipurile de echipamente înglobate. Pentru pompele cu carcase ramificate se pot prevedea şi suporți pentru coturile de aspirație şi refulare.

Ramele metalice (figura 4.6.17) sunt folosite pentru susținerea echipamentelor care nu necesită un postament unitar sau acolo unde izolatorii sunt în afara proiecției verticale a echipamentului şi ramele joacă rol de cadru. In practică se utilizează grinzi cu înălțimi cuprinse între 100 mm şi 300 mm (cu excepția cazurilor unde se prevede altfel), cu condiția ca aceste înălțimi să nu fie mai mici de 1/10 din deschiderea grinzii.

Pentru izolarea antivibratilă a pompelor, ventilatoarelor de înaltă presiune sau a echipamentelor cu grad mare de neechilibrare a componentelor aflate în mişcare de rotație şi cu turația nominală mică, se utilizează postamentele metalice cu beton înglobat (ca în figura 4.6.18). Aceste sisteme de izolare sunt caracterizate de o distribuție uniformă a greutății pe izolatorii antivibratili individuali, de o coborâre a centrului de greutate al echipamentului (cu consecințe asupra creşterii stabilității statice şi dinamice) şi de o creştere a gradului de izolare la frecvențe scăzute. Postamentul metalic se livrează cu bare de rigidizare longitudinale (lonjeroane) şi transversale (nervuri) din 150 în 150 de mm, iar betonul se toarnă la locul de amplasare a postamentului.

Postamentele cu limitatori sunt utilizate pentru montarea echipamentelor pe acoperişul unei clădiri (ca în figura 4.6.19), cum ar fi unitățile de transport aer, echipamentele de refrigerare, ventilatoarele de evacuare. Aceste postamente au atât exigențe sporite de izolare

vibrații (datorită flexibilității mai ridicate a acoperișului), cât și exigențe suplimentare ce includ izolarea la vânt, ploaie, îngheț a izolatorilor individuali și stabilitatea la acțiunile aerodinamice datorate suprafețelor mari expuse.

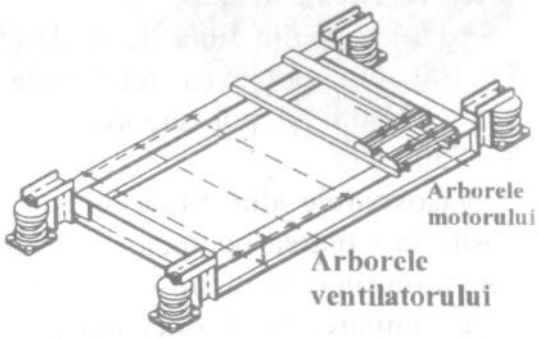


Fig. 4.6.16. Postament structural pentru acționarea ventilatorului

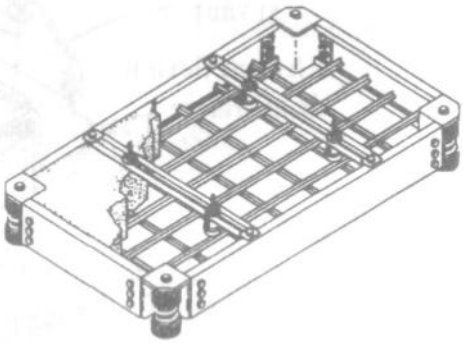


Fig. 4.6.18. Postament metalic cu beton înglobat

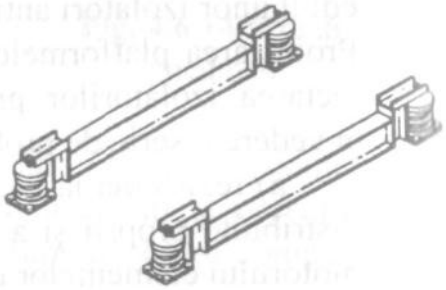


Fig. 4.6.17. Rame metalice

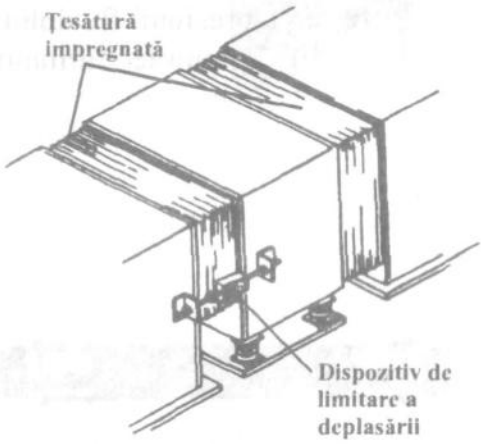


Fig. 4.6.20. Legătura conductelor de aer cu conectori flexibili

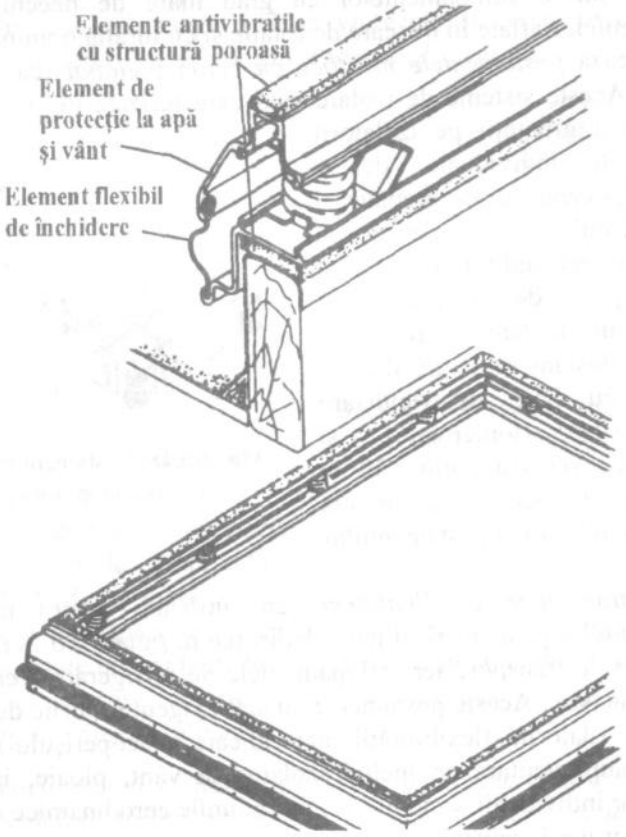


Fig. 4.6.19. Postament structural pentru acționarea ventilatorului

4.6.1.24. Proiectarea unui sistem de izolare la vibrații constă în alegerea și instalarea corectă a izolatorilor antivibratili și a postamentelor de susținere, precum și în realizarea legăturilor dintre conducte și conductori electrici prin intermediul unor conectori flexibili care să

împiedice transmiterea unor înalte niveluri de vibraţii de la echipamente către structura clădirii. In acest sens, la realizarea legăturilor trebuie să se ţină seama de următoarele cerinţe:

a) conexiunile electrice trebuie să se facă prin intermediul unor conductori flexibili care să fie mai lungi şi liberi pentru a nu împiedica deplasarea liberă a echipamentului;

b) conectarea ţevilor la echipamentele izolate la vibraţii trebuie să se facă prin intermediul unor furtune flexibile sau armate cu ţesătură metalică; dacă acest lucru nu este posibil, ţevile trebuie să fie izolate la vibraţii prin intermediul unor izolatori de suspendare cu arcuri sau din elastomeri la o distanţă care nu trebuie să depăşească 9 m. Nu se folosesc ambele metode de izolare a ţevilor la vibraţii.

c) conductele trebuie să fie conectate la ventilatoare sau la camerele plenum prin intermediul unor ţesături special tratate (impregnate) cu lungimea minimă de două ori distanţa dintre conductă şi ventilator/camera plenum (figura 4.6.20). Acolo unde ventilatoarele de foarte mare presiune (axiale, centrifugale) se conectează la conducte, trebuie să se instaleze dispozitive cu arcuri metalice de limitare a deplasărilor excesive. Dacă nu este posibilă utilizarea ţesăturilor special tratate, conductele trebuie să fie late la vibraţii prin intermediul izolatorilor de suspendare montaţi la maxim 15 m de deschiderea la care este conectată conducta (figura 4.6.21). Aceşti izolatori se recomandă pentru toate conductele în care presiunea statică este mai mare de 500 kPa, precum şi la conductele de secţiuni mari şi cu o viteză a aerului mare de 10 m/s. Nu se folosesc ambele metode de izolare conductelor la vibraţii!

Furtunurile flexibile şi ţevile fabricate din cauciuc butii sau cele cu inserţie din ţesătură metalică sunt frecvent pe traseul ţevilor pentru reducerea vibraţiilor şi, deşi nu asigură o protecţie completă la transmiterea zgomotului şi vibraţiilor de-a lungul conductelor, permit ca echipamentele izolate la vibraţii să se mişte relativ liber faţă de conductele conectate la acestea. în plus, tuburile flexibile mai au şi rolul de compensare a nealinierilor minore şi de evitare a deformării ţevii sub sarcină.

La utilizarea furtunurilor flexibile trebuie să se ţină seama de următoarele recomandări:

a) eficienţa utilizării ca izolatori de vibraţii scade odată cu creşterea presiunii fluidului;

b) lungimile furtunului sunt de regulă de 6-10 ori diametrul acestuia (figura 4.6.22) şi nu depăşesc 1m (lungimile prea mari tind să deformeze furtunul);

c) furtunurile flexibile pot fi protejate la alungire cu ajutorul unor cabluri ca în figura 4.6.22. b.

Furtunurile cu ţesătură metalică de protecţie (figura 4.6.23) se prezintă în diverse variante constructive de fixare la ţevi (**a**-cu filet, **b**-cu flanşă) şi, deşi nu sunt la fel de eficiente din punctul de vedere al izolării antivibratile ca şi furtunele din butii, sunt utilizate atunci când temperatura fluidului depăşeşte 100°C sau presiunea depăşeşte valorile recomandate pentru furtunurile din cauciuc.

Ca regulă generală în ceea ce priveşte montajul tuburilor flexibile din cauciuc (cu sau fără ţesătură metalică de protecţie) trebuie respectată, pe cât este posibil, poziţia orizontală de funcţionare şi paralelă cu axa de rotaţie a părţilor mobile ale echipamentelor, astfel încât deformaţii le să fie majoritar după direcţia transversală.

În figura 4.6.24 este prezentată o îmbinare din cauciuc care, deşi este un element cu o lungime prea mică pentru a fi un izolator antivibratil eficient, se utilizează pentru că permite alungirea şi contracţia axială, transversală şi unghiulară.

4.6.1.25. Pardoselile flotante sunt utilizate atunci când sub încăperea în care se găsesc amplasate diverse echipamente mecanice, sau sub bucătării, ateliere de lucru, săli de sport (în general încăperi caracterizate de exigenţe mai reduse în ceea ce priveşte nivelurile de zgomot şi vibraţii) sunt spaţii care necesită niveluri mai reduse de zgomot şi vibraţii (birouri, săli de conferinţe, teatre, biblioteci, studiouri de înregistrare, etc).

În figura 4.6.25 sunt prezentate două sisteme de platforme sau pardoseli flotante ce constau dintr-o placă de beton armat montată pe izolatori din elastomeri (covor de cauciuc), fibră de sticlă sau pe arcuri metalice. Una din cerințele principale este ca placa să se miște liber pe întreg perimetru precum şi în dreptul coloanelor şi fundațiilor/platformelor echipamentelor; pentru aceasta, la periferia plăcii se montează o bordură continuă, izolatoare, groasă de 25 mm şi suficient de lată pentru a se ajunge până la placa structurii clădirii (podea, divan). După turnarea plăcii, interstițiul de la periferie se umple cu câlți.

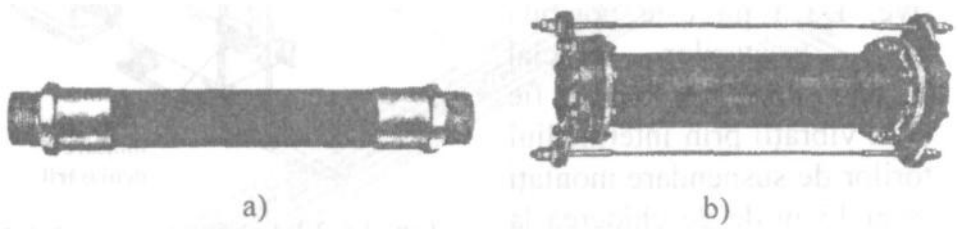


Fig. 4.6.22. Furtunuri flexibile

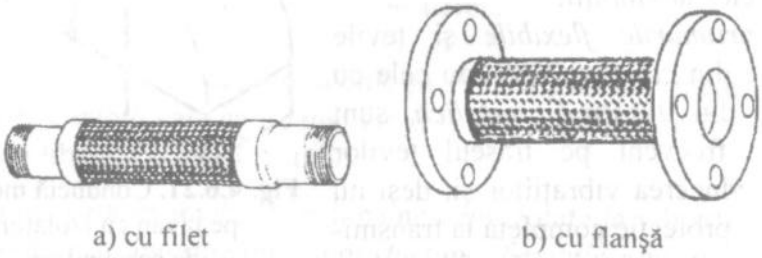


Fig. 4.6.23. Furtunuri cu țesătură metalică

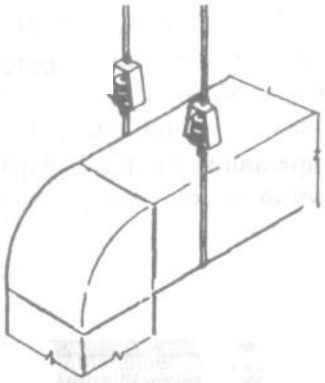


Fig. 4.6.21. Conductă montată pe tavan cu izolatori de suspendare

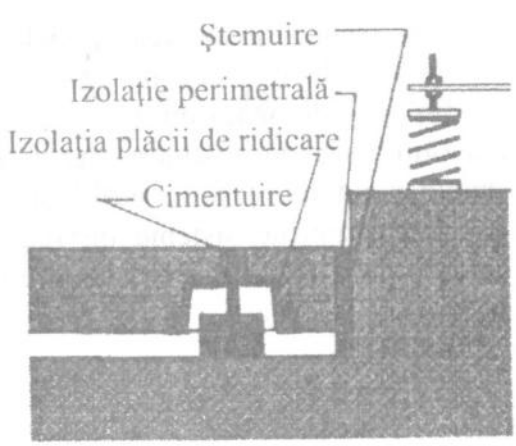


Fig. 4.6.26. Platformă flotantă de ridicare

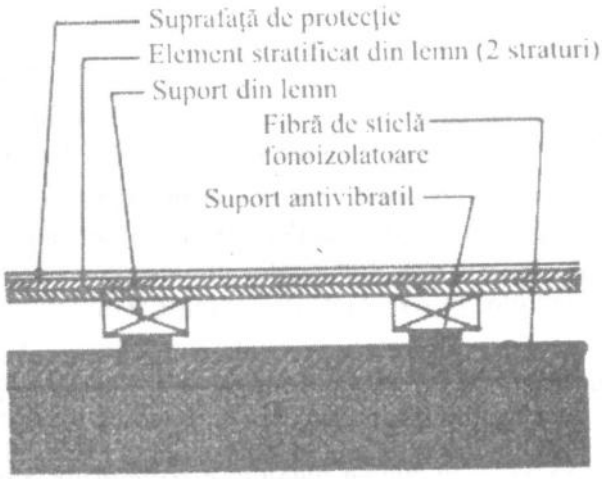


Fig. 4.6.27. Platformă flotantă din lemn

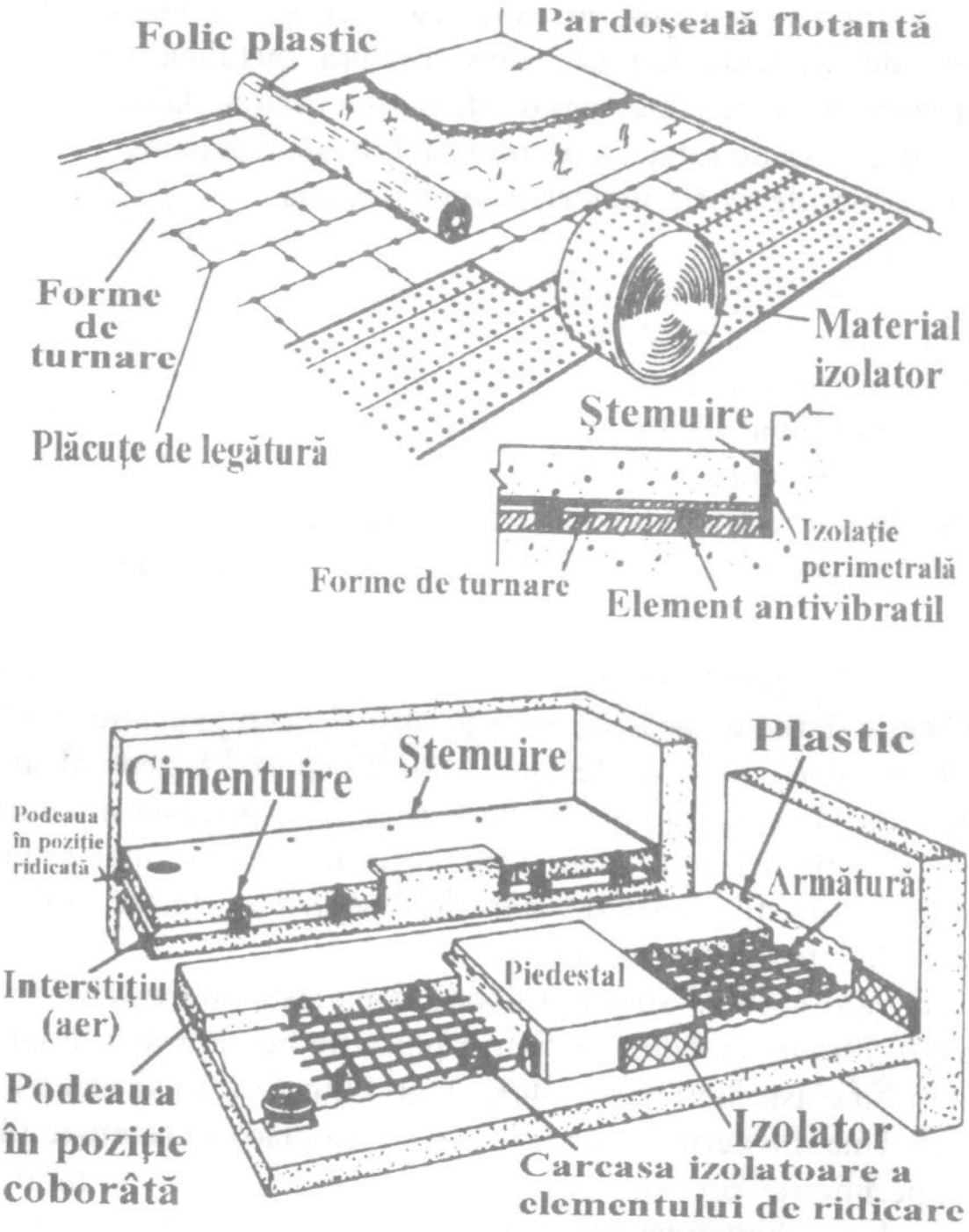


Fig. 4.6.25. Sisteme de izolare la vibraţii cu pardoseli flotante

Figura 4.6.26 prezintă un sistem de ridicare, care are avantajul că platforma se toarnă în poziția inferioară şi, după întărirea betonului aceasta este ridicată la nivelul normal de lucru cu ajutorul şuruburilor din izolatorii de vibrații.

În cazul în care deasupra unor spații critice, cu exigențe ridicate in privința zgomotului şi vibrațiilor, se află amplasate săli de gimnastică, de dans, de basket, de sport sau încăperi zgomotoase dar in care nu sunt amplasate maşini cu acționare mecanică, izolarea acestora se poate face şi prin intermediul unor platforme flotante din lemn ca în figura 4.6.27.

Scopul principal pentru instalarea podelelor/platformelor flotante este acela de-a reduce vibrațiile şi zgomotul structural transmis încăperilor din zona de dedesubt. Cu toate acestea, podelele flotante nu pot constitui baze de susținere decât, eventual, pentru maşini de mică greutate şi putere; maşinile grele sau cu puteri mari de acționare trebuie să aibă propriile sisteme de fundație care să fie izolate de structura clădirii şi de podeaua flotantă din încăperea în care sunt instalate (ca în figura 4.6.25.h)

4.6.1.26. Sistemul de țevi care este conectat cu surse de vibrații şi zgomot cum ar fi pompele, hidrofoarele sau alte maşini cu părți în mişcare de rotație, trebuie să fie flexibil pentru:

a) reducerea şi prevenirea vibrațiilor (induse de la pompe, hidrofoare şi alte echipamente cu care sunt conectate sau provenite din curgerea fluidelor mai ales în regim turbulent) pentru a nu fi transmise structurii construcției;

b) prevenirea compromiterii izolării la vibrații;

c) permiterea mişcărilor echipamentelor şi alungirea sau contracția țevilor (datorită variațiilor de temperatură) fară introducerea de solicitări inacceptabile.

In vederea asigurării flexibilității sistemului de țevi, la montaren acestuia trebuie să fie îndeplinite următoarele cerințe minime:

a) ori de câte ori este posibil, vor fi utilizați conectori flexibili între țevi şi echipamentele izolate la vibrații;

b) dacă se utilizează izolatori suspendați (figura 4.6.28) sau de podea pentru izolarea țevilor, deformațiile statice ale acestor izolatori trebuie să fie egale cu deformațiile statice ale echipamentelor pe o distanță de cel puțin 9 m;

c) țevile trebuie să fie izolate în interiorul camerei cu maşini mecanice sau la o distanță de cel mult 15 m de conexiunea cu echipamentul;

d) deformația statică maximă a izolatorilor suspendați nu trebuie să depăşească 50 mm;

e) după distanța de 9 m de la conexiunea cu echipamentul deformația statică a celorlalți izolatori nu trebuie să fie mai mare de 20 mm;

f) primii doi izolatori de la echipament trebuie să fie de suspendare şi să fie precomprimați (pentru prevenirea transferului solicitărilor către echipament);

g) izolatorii de suspendare se utilizează pentru țevile cu diametre mai mari de 200 mm;

h) dacă se utilizează conectori flexibili, primul element de suspendare de după conexiune trebuie să fie rigid, urmând ca toți ceilalți să fie izolatori de suspendare flexibili;

i) pentru țevile de diametru minim de 50 mm precum şi pentru cele care sunt suspendate sub încăperile sensibile la zgomot se vor utiliza izolatori de suspendare.

Țevile verticale trebuie să aibă suporți şi sisteme de ghidare să permită deplasările axiale ale legăturilor şi coturilor date de imprimările sau întinderile datorate variațiilor de temperatură.

Aceste sisteme de fixare şi ghidare (coliere, brățări, bride) sunt fixate rigid de structura clădirii.

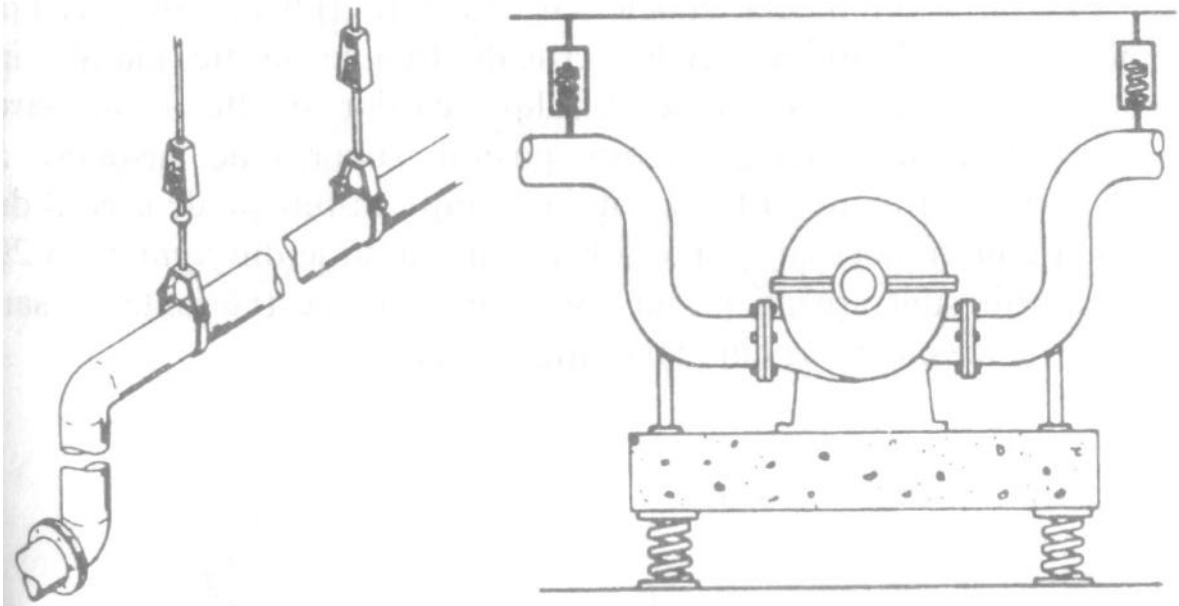


Fig. 4.6.28. Izolatori de suspendare pentru țevi

Pentru a nu afecta zonele cu exigențe ridicate în privința zgomotului şi vibrațiilor, țevile verticale trebuie să fie plasate în zonele necritice adiacente casei liftului, scărilor şi alte le similare acestora. Dacă acest lucru nu este posibil, suporții de susținere a țevilor verticale trebuie să fie izolați la vibrații. în funcție de gradul de izolare la vibrații necesar, se pot folosi configurațiile din figura 4.6.29 unde suporții sunt aşezați pe un covor din cauciuc (varianta a) sau izolarea se face cu arcuri din oțel (varianta b).

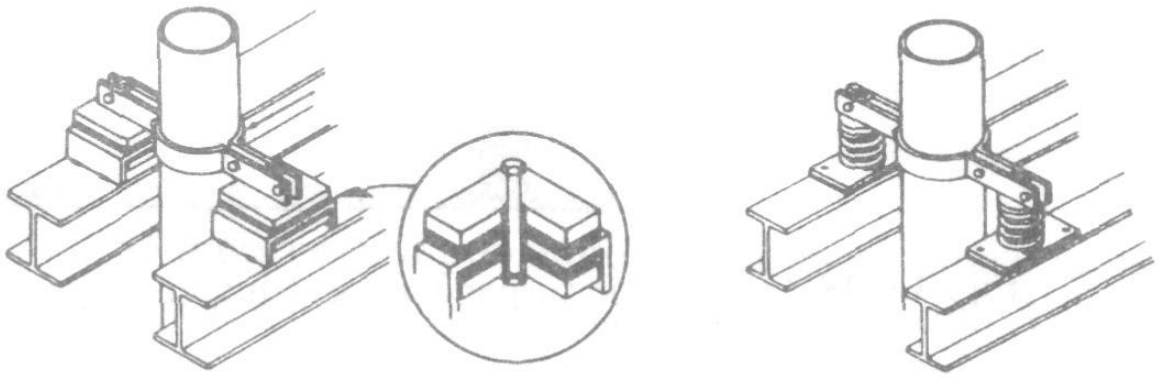


Fig. 4.6.29. Sisteme de izolare pentru țevi verticale

4.6.2. Prevederi de execuție

4.6.2.1. La montarea echipamentelor cu acționare mecanică seva acorda o atenție deosebită:

a) respectării dimensiunilor blocului de fundație, dimensiunilor şi calității materialelor de izolare antivibratilă sau a izolatorilor de vibrații;

b) respectării tipurilor echipamente prevăzute în proiect;

c) respectării tipurilor de materiale prevăzute pentru racordurile elastice.

4.6.2.2. La montarea canalelor, conductelor şi țevilor trebuie se acorde o atenție deosebită:

a) respectării detaliilor de fixare elastică a acestora de elementele de construcție rigide;

b) respectării detaliilor de trecere prin pereți şi planşee.

4.6.2.3. La montarea instalațiilor sanitare, se va da o atenție deosebită:

a) intercalării de garnituri elastice între conducte şi brățările de prindere;

b) fixării brățărilor de prindere în dibluri izolate cu amortizoare;

c) prinderii de tavan a conductelor şi țevilor cu izolatori de suspendare;

d) montării obiectelor sanitare, prin intermediul garniturilor elastice;

e) etanşării elastice a trecerii conductelor prin pereți şi planşee;

f) măştile fonoizolatoare trebuie montate elastic pe structura clădirii (podea, tavan, pereți).

4.6.2.4. Eventualele modificări față de proiect ale materialelor sau soluțiilor de montare ale echipamentelor se vor face numai cu avizul proiectantului.

4.6.2.5. La executarea lucrărilor de montaj a instalațiilor de ascensoare trebuie să se asigure dimensiunile din proiect pentru tipul, calitatea şi dimensiunile din proiect ale suspensiilor elastice ale subansamblurilor electro-mecanice.

4.6.3. Prevederi pentru executarea remedierilor în situații existente

4.6.3.1. Cele mai întâlnite probleme de vibrații şi zgomot structural sunt datorate:

a) funcționării echipamentelor cu nivele excesive ale vibrațiilor (datorită neechilibrărilor);

b) lipsei izolatorilor antivibratili;

c) izolatori antivibratili improprii sau incorect montați;

d)conectările rigide ale conductelor sau blocarea izolatorilor de vibrații sau a platformelor echipamentelor;

e) flexibilitatea planşeului;

f) rezonanțele echipamentului, sistemului de izolare sau a structurii clădirii.

4.6.3.2. În cele mai multe din situații izolatorii antivibratili sunt cauza problemelor legate de nivelurile ridicate ale vibrațiilor şi de aici, a zgomotului structural. Evaluarea şi remedierea problemelor legate de izolatorii antivibratili se pot face dacă se ține seama de următoarele:

a) echipamentul (sau postamentul său) trebuie să se mişte liber fără ca izolatorii să fie blocați;

b) la echipamentele montate pe podea trebuie să se verifice dacă între postament şi podea nu există piese metalice ce pot scurtcircuita sistemul de izolare;

c) la echipamentele suspendate de tavan, tija de susținere nu trebuie să atingă carcasa izolatorului;

d) deformația statică a izolatorului trebuie să fie cea prevăzută/necesară; o deformație mai mică (o încărcare insuficientă) conduce la creşterea frecvenței proprii a echipamentului cu consecințe negative pentru funcționarea în regim dinamic supraîncărcarea echipamentului nu

este o problemă atât timp cit nu se produce blocarea izolatorului (ex. "spiră pe spiră" la arcurile metalice) şi nu se depăşeşte încărcarea maxim admisibilă.

4.6.3.3. În vederea remedierii unor situaţii deficiente din punctul de vedere al izolării antivibratile se vor întreprinde investigaţii ale întregului sistem echipament-izolatori antivibratili-structură, includ:

a)măsurări ale neechilibrărilor componentelor echipamentelor cu mişcări de rotaţie sau deplasări rectilinii alternativ pentru limitele normale ale acestor neechilibrări se consideră valorile din tabelele 4.6.5 şi 4.6.6 şi relaţia de calcul (4.6.23);

b)măsurarea nivelului de vibraţii pe echipamentul generator de vibraţii; pentru aprecierea severităţii vibraţiei consideră valorile din figura 4.6.4;

c)măsurarea nivelelor de vibraţii la structura clădirii pe care este amplasat echipamentul; pentru aprecierea acceptabilităţii vibraţiilor se consideră valorile din figura 4.6.3 şi tabelul 4.6.4, în funcţie de destinaţia construcţiei şi exigenţele din punct de vedere al izolării la vibraţii;

d)examinarea vibraţiilor echipamentului generate de componentele sistemului (reazeme, lagăre, curele de transmisie, etc);

e)examinarea parametrilor de instalare a echipamentului (aliniere, amplasarea izolatorilor antivibratili).

4.6.3.4. În vederea determinării sursei vibraţiilor, de obicei nu sunt probleme, nivelele de vibraţii fiind, cu mult deasupra nivelului de percepţie şi acestea pot fi sesizate.

O metodă simplă pentru determinarea sursei este de opri şi porni funcţionarea componentelor individuale ale echipamentelor până când vibraţia este eliminată. Deoarece problemele pot fi cauzate de linii multe componente ale sistemului sau de interacţiunea a două sau mai multe sisteme, este indicat să se facă verificări încrucişate pe subsisteme ale echipamentelor.

4.6.3.5. Zgomotul produs este transmis pe cale structurală (prin vibraţii), dacă:

a) vibraţia este perceptibilă (în acest caz, trebuie totuşi să se ia în considerare posibilitatea ca panourile uşoare sau chiar tavanul să fie excitate de zgomotul aerian);

b) vibraţia nu este perceptibilă şi diferenţa nivelului intensităţii zgomotului măsurată pe scalele A şi C liniar este mai mare de 6 dB sau dacă panta curbei intensitate/frecvenţă în benzi de l/l octavă este mai mare de 5 - 6 dB/octavă la frecvenţele joase;

c) zona afectată este îndepărtată de echipamentul sursă, nu există probleme de zgomot şi vibraţii în spaţiile intermediare şi zgomotul nu pare a veni de la sistemul de conducte, ţevi, instalaţii, difuzoare.

4.7. Instalaţii de evacuare a deşeurilor menajere

Prezentul subcapitol se referă la măsurile de reducere a nivelului de zgomot în interiorul unei unităţi funcţionale, datorat utilizării instalaţiilor de evacuare a deşeurilor menajere.

4.7.1. Instalaţiile de evacuare a deşeurilor menajere sunt compuse din tuburi verticale prevăzute cu guri de colectare la fiecare nivel al clădirii. La partea inferioară aceste tuburi deversează în pubele de gunoi sau instalaţii de incinerare.

Instalaţiile de evacuare a deşeurilor menajere pot ti amplasate în exteriorul clădirii (fixate de unele elemente ale acesteia: pereţi, parapete de balcon etc.) sau interioare.

În cazul celor interioare se recomandă evitarea prevederii lor pe pereţi comuni cu cei ai încăperilor protejate din unităţile funcţionale (dormitoare, saloane bolnavi etc). Cea mai bună soluţie din punct de vedere acustic este amplasarea acestor instalaţii lângă casa liftului.

4.7.2. Pereţii tuburilor pentru evacuarea deşeurilor menajere trebuiesc alcătuiţi în structură dublă, cu material fonoabsorbant în interior (de ex. pâslă minerală P 90).

4.7.3. Uşile de acces în încăperile în care se găsesc tuburile pentru evacuarea deşeurilor menajere vor ti realizate din lemn masiv etanşate pe contur.

4.7.4. Pentru manevrarea pubelelor de gunoi, atât în cazul I clădirilor existente cât şi la clădirile nou proiectate se vor prevedea spaţii protejate şi măsuri corespunzătoare pentru a elimina disconfortul de orice natură (din punct de vedere al purităţii aerului, igienei, protecţiei acustice etc).

ANEXA 1

Recomandări pentru caracterizarea dinamică şi acustică a utilajelor din hale industriale în vederea elaborării proiectelor tehnologice

A 1.1. Generalităţi

Al.1.1. Prezentele recomandări se referă la modul de introducere în caietele de sarcini sau normele interne pentru maşini şi agregate, a caracteristicilor dinamice şi acustice.

A l.1.2. Detalierea caietelor de sarcini şi normelor interne, în sensul celor arătate la punctul A 1.1.1., este necesară pentru calculul acustic al obiectivului industrial luat în considerare la elaborarea proiectului tehnologic.

Realizarea calculului acustic are ca principal scop punerea în evidenţă a acelor situaţii în care sunt posibile depăşiri ale limitelor acustice admisibile prevăzute de lege.

Al.2. Principii de introducere a caracteristicilor dinamice şi acustice în caietele de sarcini şi normele interne

Al.2.1. În capitolul referitor la caracteristicile principale constructive, funcţionale şi dimensionale, se vor descrie în amănunt elementele de rezemare astfel încât să existe posibilitatea modelarii dinamice cât mai corecte a sistemului, „maşină (agregat) - element de rezemare".

A 1.2.2. În capitolul referitor la condiţiile speciale pe care să le îndeplinească maşina sau agregatul şi diferitele piese şi subansambluri ale acestuia vor fi specificate următoarele date rezultate în urma optimizării tehnico-economice a măsurilor de reducere a zgomotelor şi vibraţiilor şi a celor legate de menţinerea unui preţ de cost cât mai scăzut:

a) Nivelul de zgomot maxim admisibil;

b) Caracteristica de directivitate acustică a utilajului;

c) Tipul de undă dezvoltat;

d)Nivelul de vibraţii maxim admisibil în punctele caracteristice ale maşinii sau agregatului (vibraţiile sunt considerate în sistemul triaxial);

e) Nivelul maxim admisibil al vibraţiilor relative dintre maşină sau agregat şi materialul de prelucrat (atunci când este cazul);

f) Nivel maxim admisibil al vibraţiilor pe elementele de reazem.

Observaţii: În cazul în care nivelul de zgomot maxim radiat de o maşină sau un agregat, determinat în condiţii standard, nu depăşeşte valoarea de 70 dB(A), nu este necesară specificarea caracteristicilor de la punctele "b" şi "c".

Al.2.3. În capitolul referitor la prescripţiile pentru acoperiri de protecţie şi decorative, pentru vopsire etc. vor fi indicate materialele care pot eventual înlocui pe cele iniţiale, în cadrul procesului de reparare sau reamenajare astfel încât acestea să nu modifice caracteristicile dinamice şi acustice ale maşinii sau agregatului sau unor subansamble ale acestuia.

Al.2.4. În capitolul referitor la enumerarea, în ordinea lor de execuţie, a tuturor probelor şi verificărilor ce se fac la recepţia produselor din fabricaţia de serie, vor fi specificate probele necesare determinării datelor indicate la punctul Al .2.2.

Al.2.5. În capitolul referitor la condiţiile în care se fac probe li durata probelor, metodele de încercare, aparatura, dispozitivele şi verificatoarele necesare pentru fiecare probă în parte, abaterile admise de la cele nominale, toleranţele asupra caracteristicilor, se vor face toate specificaţiile necesare pentru probele corespunzătoare determinării datelor indicate în punctul Al .2.2.

Observaţie: În cazul în care pentru anumite categorii de maşini sau agregate nu există în momentul redactării caietului de sarcini sau a norme: interne, prescripţii tehnice oficiale care să reglementeze măsurarea nivelului de zgomot şi vibraţii, metodologia de încercare va fi descrisă în mod detaliat în caietul de sarcini sau norma internă.

Al.2.6. În capitolul referitor la componenţa maşinii sau agregatului şi indicarea accesoriilor care se livrează în mod obligatoriu împreună cu aceasta (completul normal de livrare), precum şi accesoriile care se livrează numai la comandă specială (complet facultativ la livrare), vor fi enumerate şi accesoriile de protecţie acustică specificându-se performanţele de ordin acustic.

Al.2.7. În capitolul referitor la condiţiile de montaj şi utilizare exploatare a noilor produse, termene de garanţie în funcţionare, furata între reparaţii, vor fi prezentate detaliile tip care asigură în exploatare cele mai reduse niveluri de zgomot şi vibraţii.

Al.2.8. În capitolul referitor la condiţiile pentru ungere, ambalare, marcare, depozitare, transport, climatizare etc. vor fi indicate efectele acustice negative rezultate din proasta întreţinere a produsului.

Al.2.9. În capitolul referitor la protecţia muncii vor fi prezentate nivelurile admisibile ale vibraţiilor la contactul utilaj-personal de deservire.

Al.2.10. În capitolul referitor la preţul informativ pentru fiecare în parte, se vor indica preţurile pentru flecare dintre accesoriile protecţie acustică.

ANEXA 2

Carcase fonoizolatoare

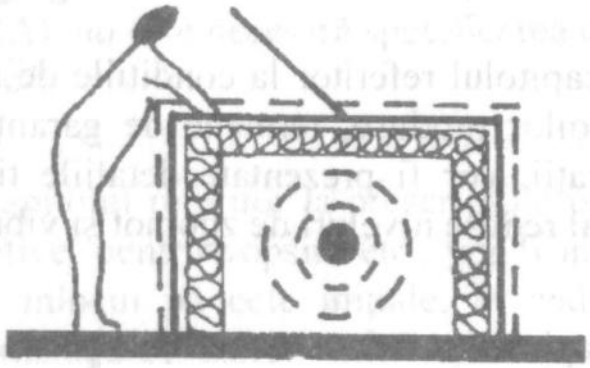
Carcasele sunt elemente spaţiale având ca scop:

- protejarea utilajelor faţă de diverse acţiuni mecanice sau noxe provenite din procesul tehnologic:
- preîntâmpinarea unor eventuale accidente ce s-ar putea produce datorită contactului nemijlocit cu utilajele;
- atenuarea zgomotului produs de utilaje.

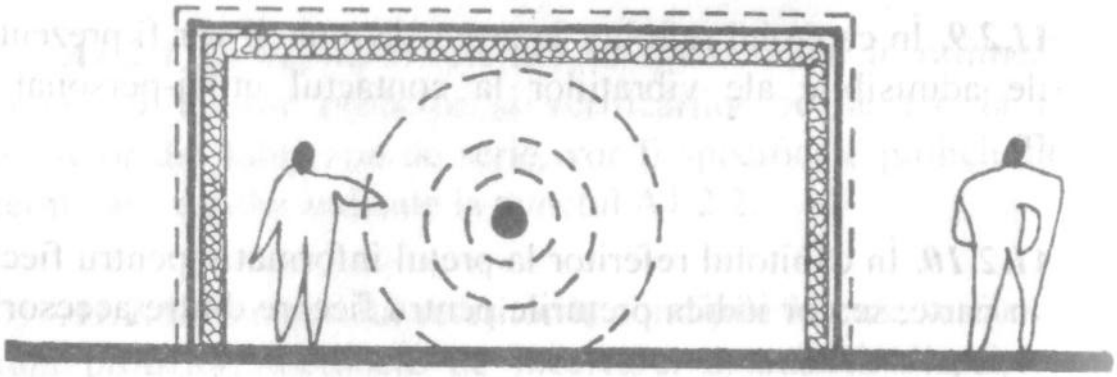
Clasificare

1. Din punct de vedere al posibilităţilor de acces, carcasele se împart în:

• Carcase nevizitabile



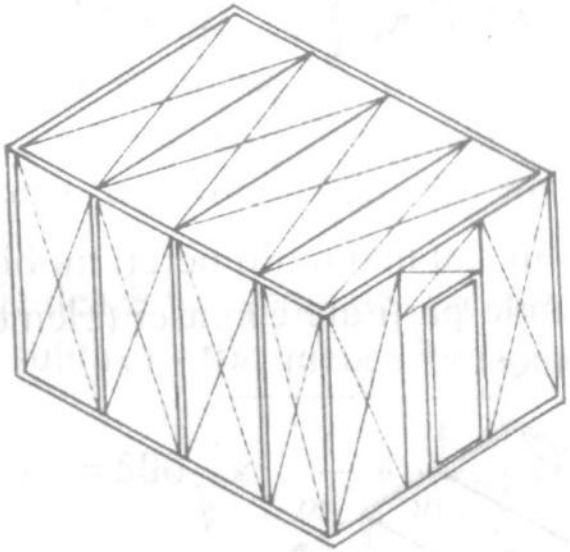
• Carcase vizitabile



2. Din punct de vedere al necesității de ventilare, carcasele se împart în:
• Carcase neventilate;
• Carcase ventilate.

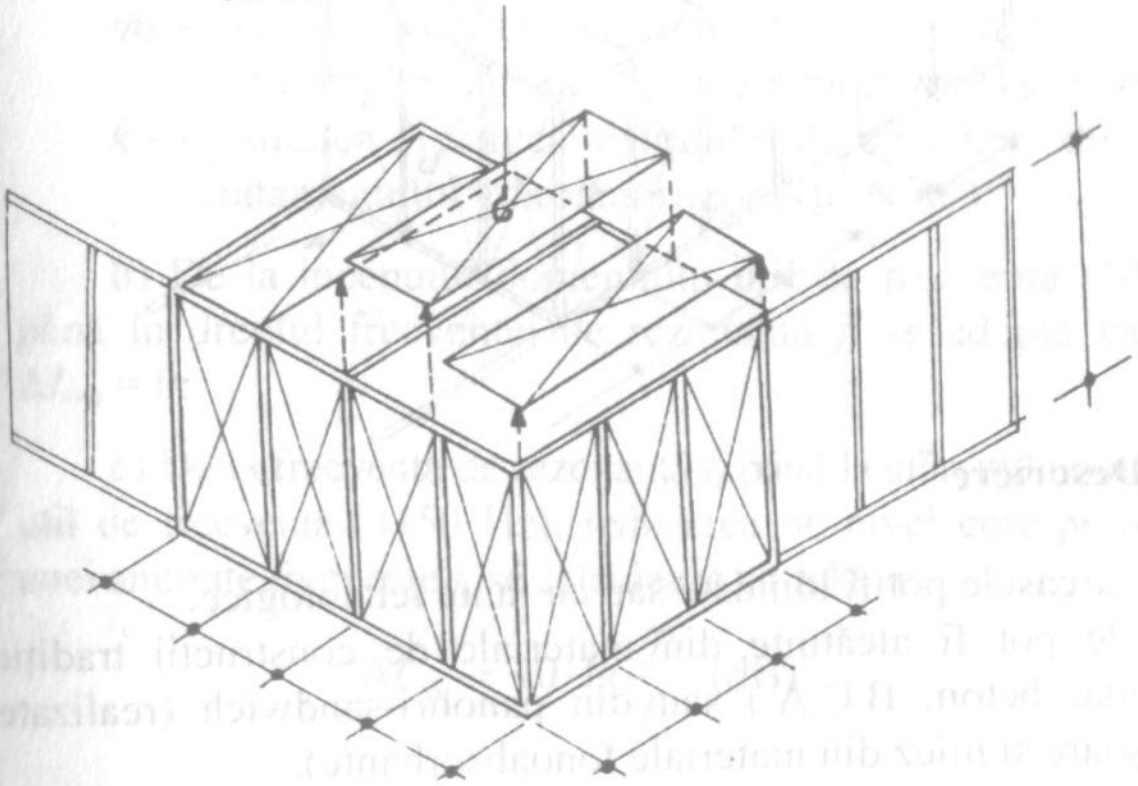
3. Din punct de vedere al posibilităților de montare, carcasele se împart în:

• Carcase fixe:

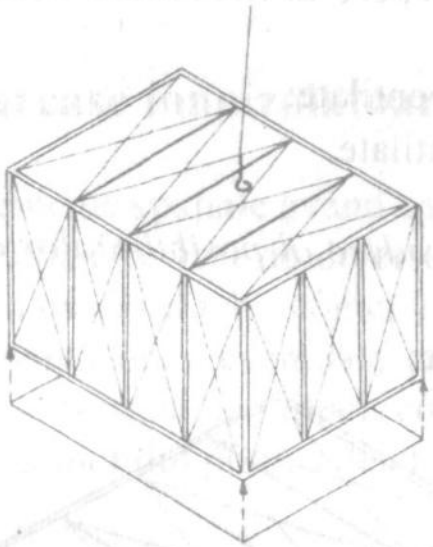


• Carcase demontabile:

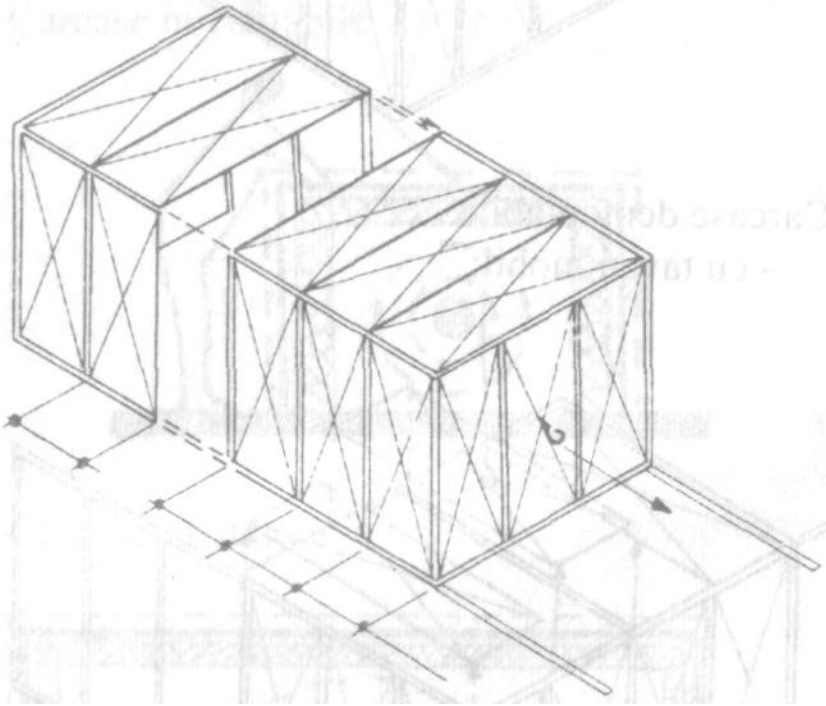
- cu tavan mobil:



- clopot:



- cu unul sau mai mulți pereți mobili;
- cu unele părți ale carcasei (elemente sau subansamble) glisante:



Descriere

Carcasele pot fi blindate sau cu fante tehnologice.

Ele pot fi alcătuite din materiale de construcţii tradiţionale (cărămidă, beton, B.C.A.) sau din panouri-sandwich (realizate din plăci uşoare şi miez din materiale fonoabsorbante).

ANEXA 3

Metoda de calcul a reducerii de nivel suplimentar ΔL_{va} corespunzătoare aplicării unor tratamente vibro-amortizoare pe plăci subţiri

Metoda se utilizează în situaţiile în care pe placa suport se aplică tratamente vibroamortizoare constituite din plăci subţiri din mase plastice, folii metalice etc, aplicate prin intermediul unor straturi din materiale de mică rigiditate ca de exemplu: pâslă, poliuretan spongios, polistiren, cauciuc de duritate mică (40°...60° Shore) etc.

Curba reducerii de nivel ΔL_{va} în funcţie de frecvenţă se construieşte astfel:

a) Se calculează frecvenţa de rezonanţă a ansamblului „strat-suport (placă subţire) - tratament vibroamortizor", cu relaţia:

$$f = 500\sqrt{k\left(\frac{1}{m_1}+\frac{1}{m_2}\right)}\ (\text{Hz})$$

în care:

m_1 - masa pe unitatea de suprafaţă a stratului suport (plăci subţiri) (kg/m^2);

m_2 - masa pe unitatea de suprafaţă a stratului de acoperire din cadrul tratamentului vibroamortizor (kg/m^2);

k - rigiditatea dinamică a stratului de distanţare din cadrul tratamentului vibroamortizor (10^7 N/m^3).

b) De la începutul domeniului util de frecvenţă (100 Hz) până în dreptul frecvenţei de rezonanţă f_r se adoptă valoarea $\Delta L_{va} = 0$;

c) De la frecvenţa de rezonanţă f_r până la sfârşitul domeniului util de frecvenţă (3150 Hz), reducerea de nivel corespunzătoare unei anumite frecvenţe f, se calculează cu relaţia:

$$\Delta L_{va} = 40 \lg \frac{f}{f_r}\ (\text{dB})$$

În tabelul A.3.1. sunt prezentate câteva valori ale rigidității dinamice pentru unele materiale utilizate ca strat de distanțare în cadrul tratamentelor vibroamortizoare aplicate pe plăci subțiri.

Tabel A.3.1.

Nr. crt.	Denumirea materialului	Grosimea stratului (mm)	Rigiditatea dinamică *k* (10^7 N/m^3)
1	Plăci groase tip F.I.	10	1,5
2	Plăci din polistiren celular ecruisat	10	1,5
3	Plăci din plută expandată "SUPEREX"	20	6,5
4	Plăci fibrolemnoase	25	9,0
5	Pâslă "NETEX"	10	2,7
		15	1,8
		20	1,35

Exemplu de calcul al reducerii de nivel ΔL_{va}

Structură:
- tablă oțel 1 mm grosime;
- pâslă "NETEX" 15 mm grosime;
- folie bituminoasă cu adaos de cauciuc (rețetă I.C.P.M.C.)

a) Calculul frecvenței de rezonanță a structurii:

$$f = 500\sqrt{k\left(\frac{1}{m_1}+\frac{1}{m_2}\right)}$$

în care:

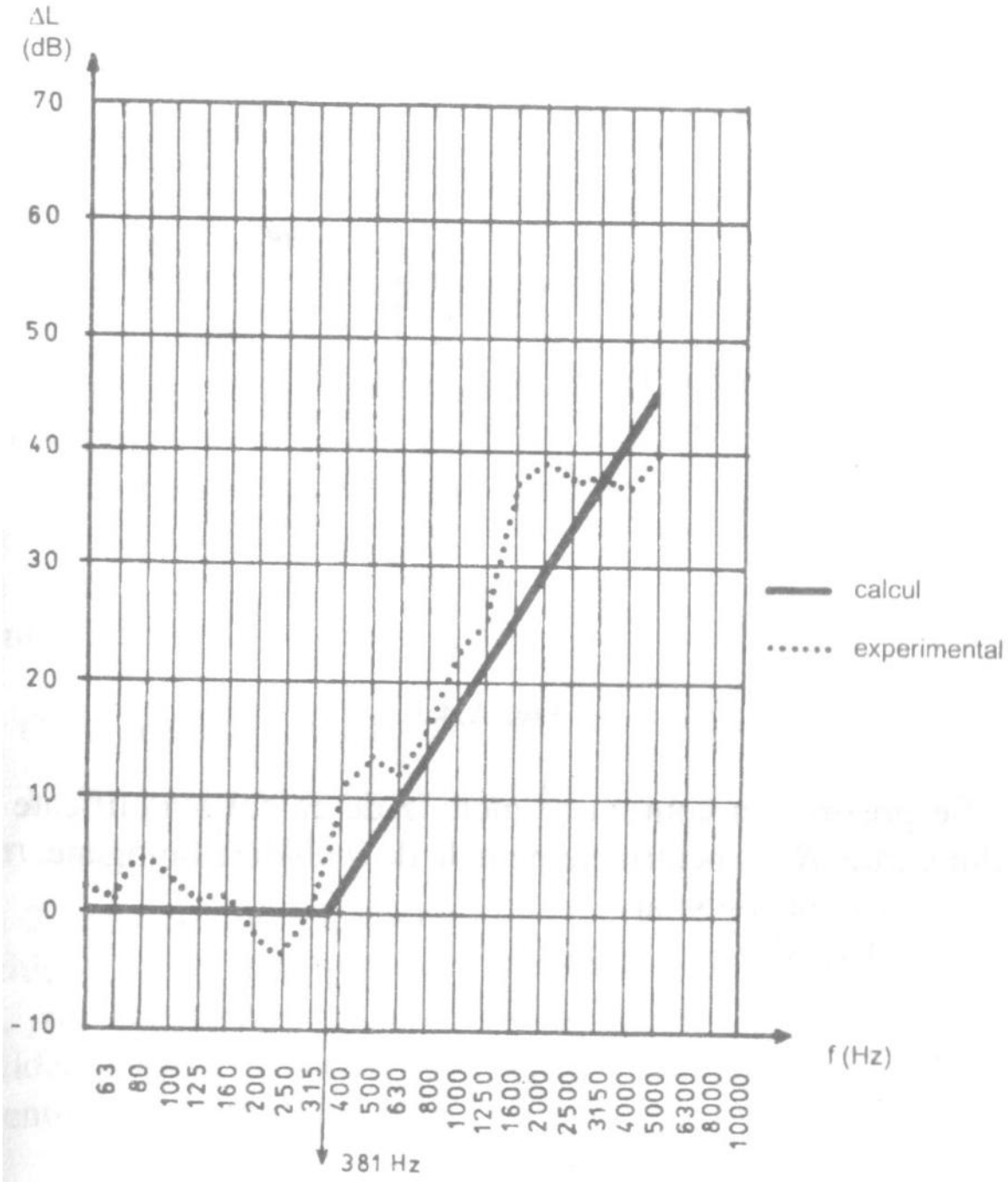
m_1 - masa pe unitatea de suprafață a stratului de tablă (7,8 kg/m^2);

m_2 - masa pe unitatea de suprafață a stratului de acoperire din folie bituminoasă (5,1 kg/m^2);

k - rigiditatea dinamică a stratului de pâslă "NETEX" (1,8x10^7 N/m^3) - conform tabelului.

$$f = 500\sqrt{1{,}8\left(\frac{1}{7{,}8}+\frac{1}{5{,}1}\right)}$$

b) Curba ΔL_{va} se construieşte conform punctelor b şi c din **ANEXA 4** şi este prezentată în figura A.3.1.


ΔL
(dB)
70
60
50
40
30
20
10
0
- 10
63
80
100
125
160
200
250
315
400
500
630
800
1000
1250
1600
2000
2500
3150
4000
5000
6300
8000
10000
f (Hz)
381 Hz
calcul
experimental

Determinarea curbei indicelui de atenuare R_i (f)
pentru elemente de închidere omogene,
într-un strat şi duble

Aşa cum se defineşte în actualul normativ, elementul de închidere este omogen când are aceeaşi alcătuire în planul yOz.

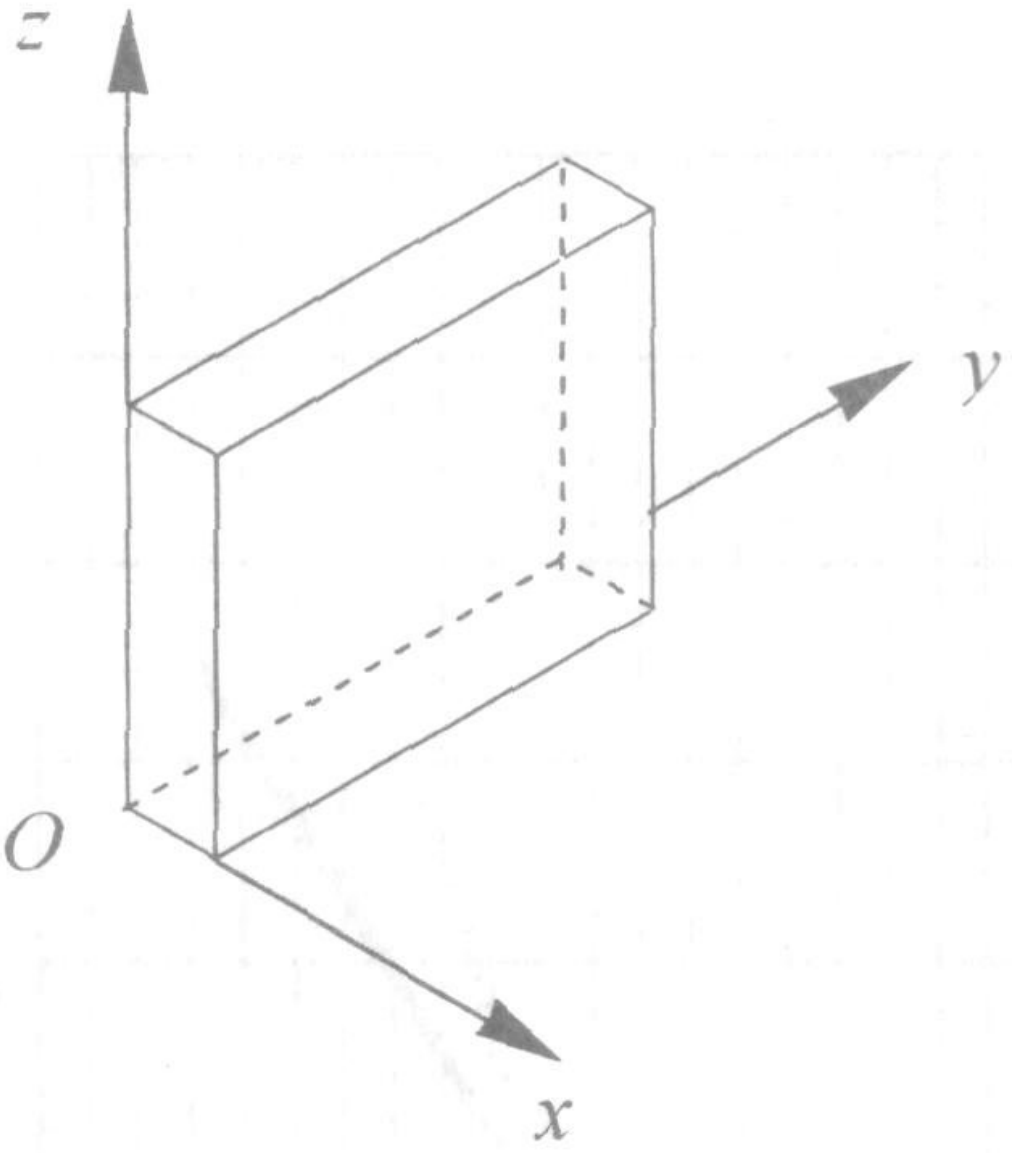


Fig. A.4.1

Se prezintă în continuare metode de calcul simplificate pentru calculul curbei R_i(f) pentru elementele de închidere omogene:

I - într-un strat

II-duble

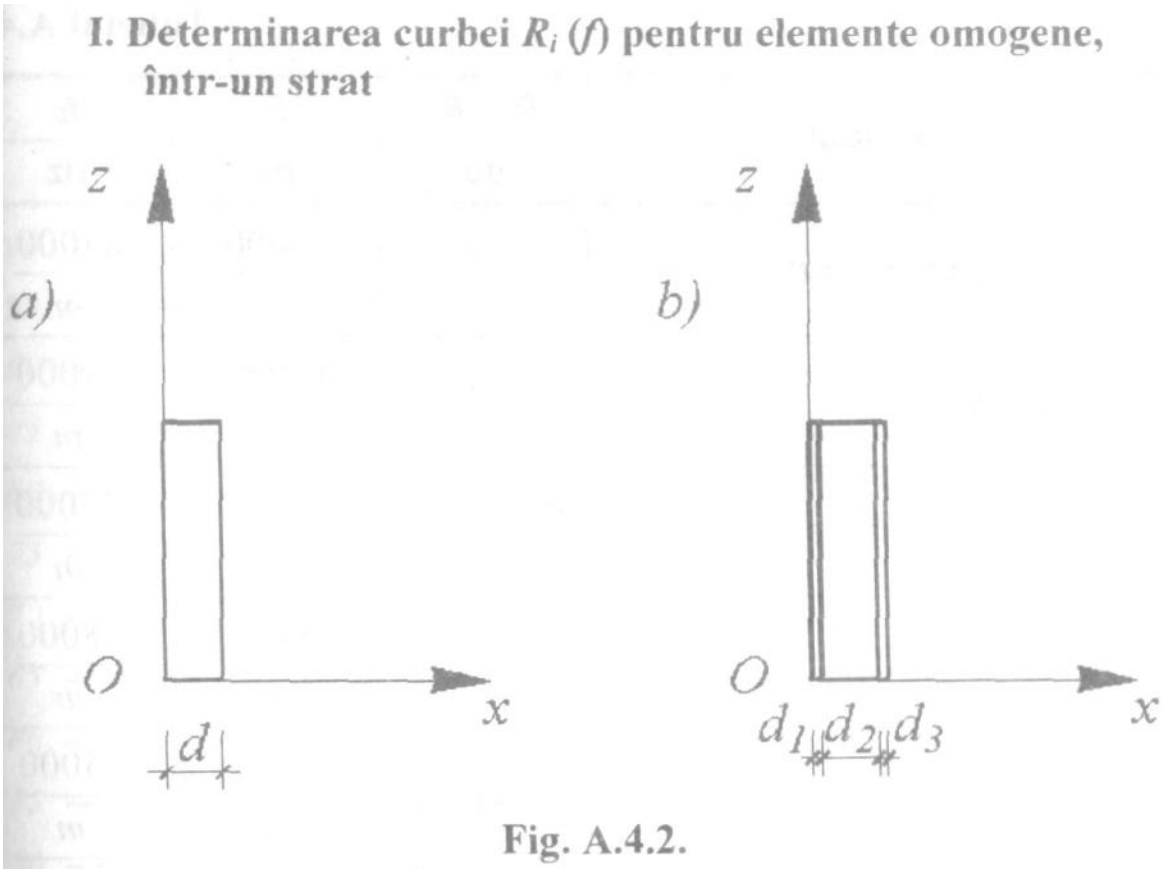


Fig. A.4.2.

Observaţie: Se consideră element într-un strat şi elementul de construcţie din figura a) realizat dintr-un singur material de grosime „d" şi elementul de construcţie din figura b), realizat din straturi suprapuse de materiale, având rigidităţi la încovoiere comparabile. Cazul b) se referă, în general, la elemente de construcţie alcătuite dintr-un singur material de bază, având feţe finisate.

Curba indicilor de atenuare acustică $R_i(f)$ se construieşte astfel:

1. Se stabileşte masa pe unitatea de suprafaţă a elementului de construcţie, m, în kg/m^2;

2. Se determină domeniul de frecvenţe al palierului zonei de coincidenţă ($f_B - f_C$) cu ajutorul relaţiilor din tabelul A.4.1. Din acelaşi tabel, se determină valoarea indicelui de atenuare în zona de incidenţă $R_B = R_C$, în funcţie de materialul din care este alcătuit elementul de construcţie;

Tabelul A.4.1

Materialul	$R_B = R_C$	f_B	f_C
	dB	Hz	Hz
Beton simplu, beton armat	38	$\frac{19000}{m}$	$\frac{85000}{m}$
Zidărie de cărămidă	37	$\frac{17000}{m}$	$\frac{77000}{m}$
Beton celular autoclavizat	29	$\frac{6700}{m}$	$\frac{43000}{m}$
Ipsos	25	$\frac{5000}{m}$	$\frac{38000}{m}$
Sticlă	27	$\frac{5300}{m}$	$\frac{53000}{m}$
Produse lemnoase	19	$\frac{2100}{m}$	$\frac{13600}{m}$

3. Se construieşte curba $R_i(f)$, fără a se ţine seama de aportul căilor colaterale de transmisie a sunetului, după cum urmează:

- în zona de coincidenţă se trasează un segment de dreaptă (B-C) orizontal, cu ordonata $R_B = R_C$;
- de la frecvenţa f_B, spre originea axelor, se trasează un segment de dreaptă descendent, cu panta de 6 dB / octavă, până în dreptul frecvenţei de 100 Hz; punctul obţinut, la intersecţia cu ordonata, se notează cu A;
- de la frecvenţa f_C, până la frecvenţa 2 f_C, deci pe interval de o octavă, se trasează un segment de dreaptă ascendent i u panta de 10 dB/ocatvă ; se obţine astfel segmentul C-D;
- de la frecvenţa 2 f_C până în dreptul frecvenţei de 3150 Hz se trasează un segment de dreaptă ascendent cu panta de 6 dB/octavă; segmentul obţinut se notează D-E. Curba $R_i(f)$, astfel construită, se prezintă în figura A.4.3.

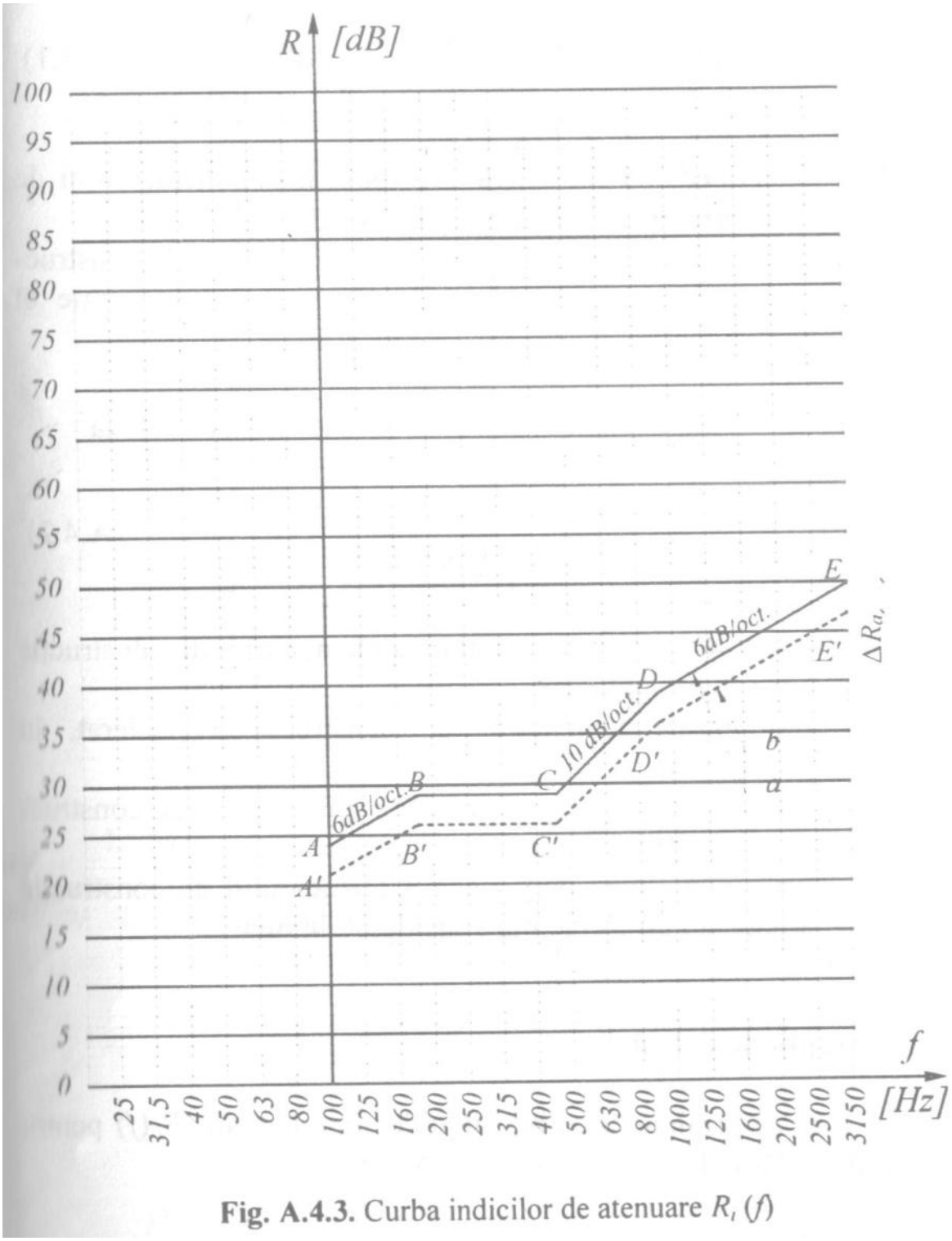


Fig. A.4.3. Curba indicilor de atenuare R_i (f)

a - fără luarea în considerare a transmisiilor pe căi colaterale
b - cu introducerea efectului transmisiilor pe căi colaterale

4. Se introduce efectul transmisiei zgomotului prin căi colaterale, deplasându-se curba $R_i(f)$ construită la punctul 3 cu valoarea:

$$\Delta R_a = -20\lg\left(\frac{Z_m}{Z_{m,med}} + 1\right) \text{ (dB)} \quad \textbf{(A.4.1)}$$

în care :

Z_m - impedanța mecanică corespunzătoare elementului de construcție considerat, în daNs/m^3 ;

$Z_{m,\ med}$ - impedanța mecanică medie a elementelor de construcție adiacente care delimitează spațiul de recepție al elementului considerat, în daNs/m^3.

Raportul $\frac{Z_m}{Z_{m,med}}$ poate fi calculat, aproximativ, cu relația:

$$\frac{Z_m}{Z_{m,med}} = \frac{mP}{\sum m'_i\, l_i} \quad \textbf{(A.4.2)}$$

în care:

m - masa pe unitate de suprafață a elementului de construcție considerat, în kg/m^2;

P - perimetrul elementului de construcție considerat, în metri;

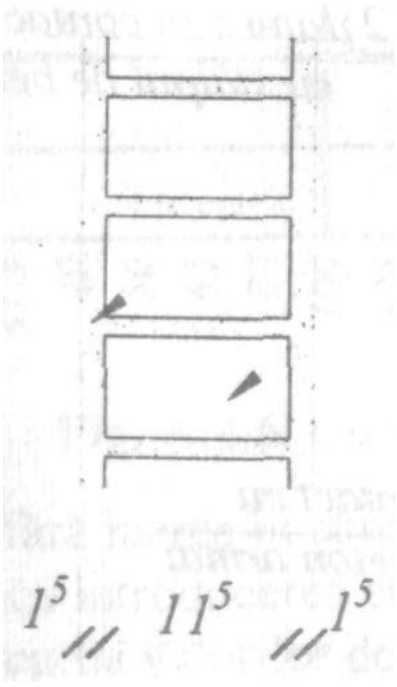
m_i - masa pe unitatea de suprafață a elementului de construcție adiacent i, în kg/m^2;

l_i - lungimea laturii de contact a elementului de construcție adiacent i cu elementul considerat, în metri.

Exemplu de calcul

Se cere determinarea curbei indicilor de atenuare $R_i(f)$ pentru peretele din zidărie de cărămidă din fig. A.4.4.

1. Masa pe unitatea de suprafață a elementului de compartimentare tencuiala din
mortar var-ciment (ρ = 1700 kg/m^3)
zidărie din CPP (ρ = 1800 kg/m^3)
m = 0,115 x 1800 + 2 x 0,015 x 1700 = 258 kg/m^2



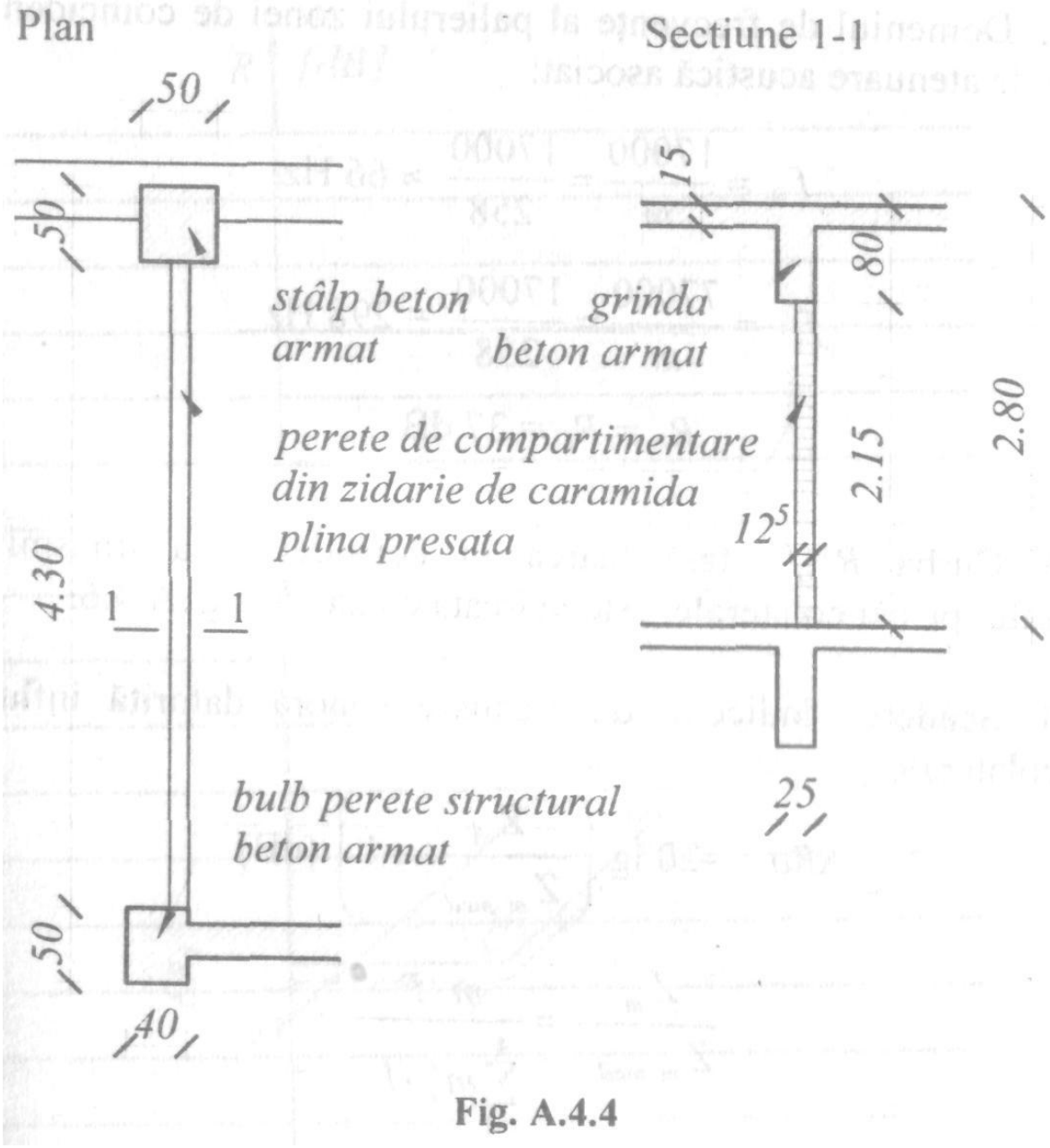


Fig. A.4.4

2. Domeniul de frecvențe al palierului zonei de coincidență şi indicele de atenuare acustică asociat:

$$f_B = \frac{17000}{m} = \frac{17000}{258} \approx 66Hz$$

$$f_B = \frac{77000}{m} = \frac{77000}{258} \approx 298Hz$$

$R_B = R_C = 37dB$

3. Curba $R_i(f)$, fără luarea în considerare a transmisiilor zgomotului pe căi colaterale, este marcată cu „a" în fig. A.4.6.

4. Scăderea indicelui de atenuare sonoră datorită influenței căilor colaterale:

$$\Delta R_a = -20\lg\left(\frac{Z_m}{Z_m, med} + 1\right)(dB)$$

$$\frac{Z_m}{Z_m, med} = \frac{mP}{\sum_{i=1}^{4} m'_i \, l_i}$$

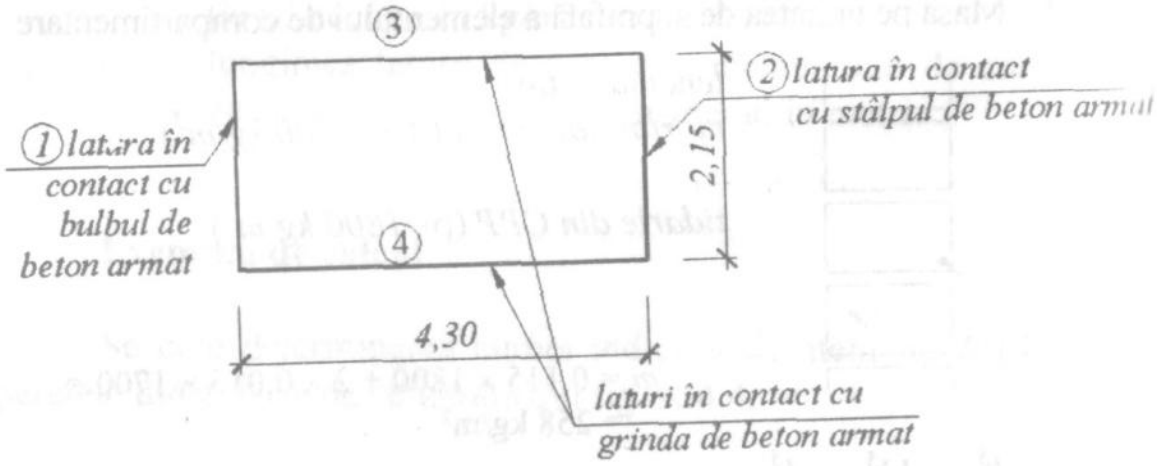


Fig. A.4.5.

$l_1 = l_2 = 2{,}15$ m; $m'_1 = m'_2 = 0{,}50 \times 2500 = 1250$ kg/m^2
$l_3 = l_4 = 4{,}30$ m; $m'_3 = m'_4 = 0{,}65 \times 2500 = 1625$ kg/m^2

$$\frac{mP}{\sum_{i=1}^{4} m'_i \, l_i} = \frac{258 \times 2(2{,}15 + 4{,}30)}{2(2{,}15 \times 1250 + 4{,}30 \times 16{,}25)} = 0{,}172$$

$\Delta R_a = -20\lg(0{,}172 + 1) = -1{,}38$ dB

Curba R, (/), la care s-a ținut seama de transmisiile zgomotului pe căi colaterale, este marcată cu „b" în fig. A.4.6. Această curbă va permite, prin comparare cu curba etalon a indicilor de atenuare sonorii („c"), stabilirea indicelui de evaluare a izolării la zgomot aerian $R`_w$ al elementului de compartimentare, cu metodologia prevăzută în SR EN ISO 717/1. Rezultă $R'_w = 48$ dB.

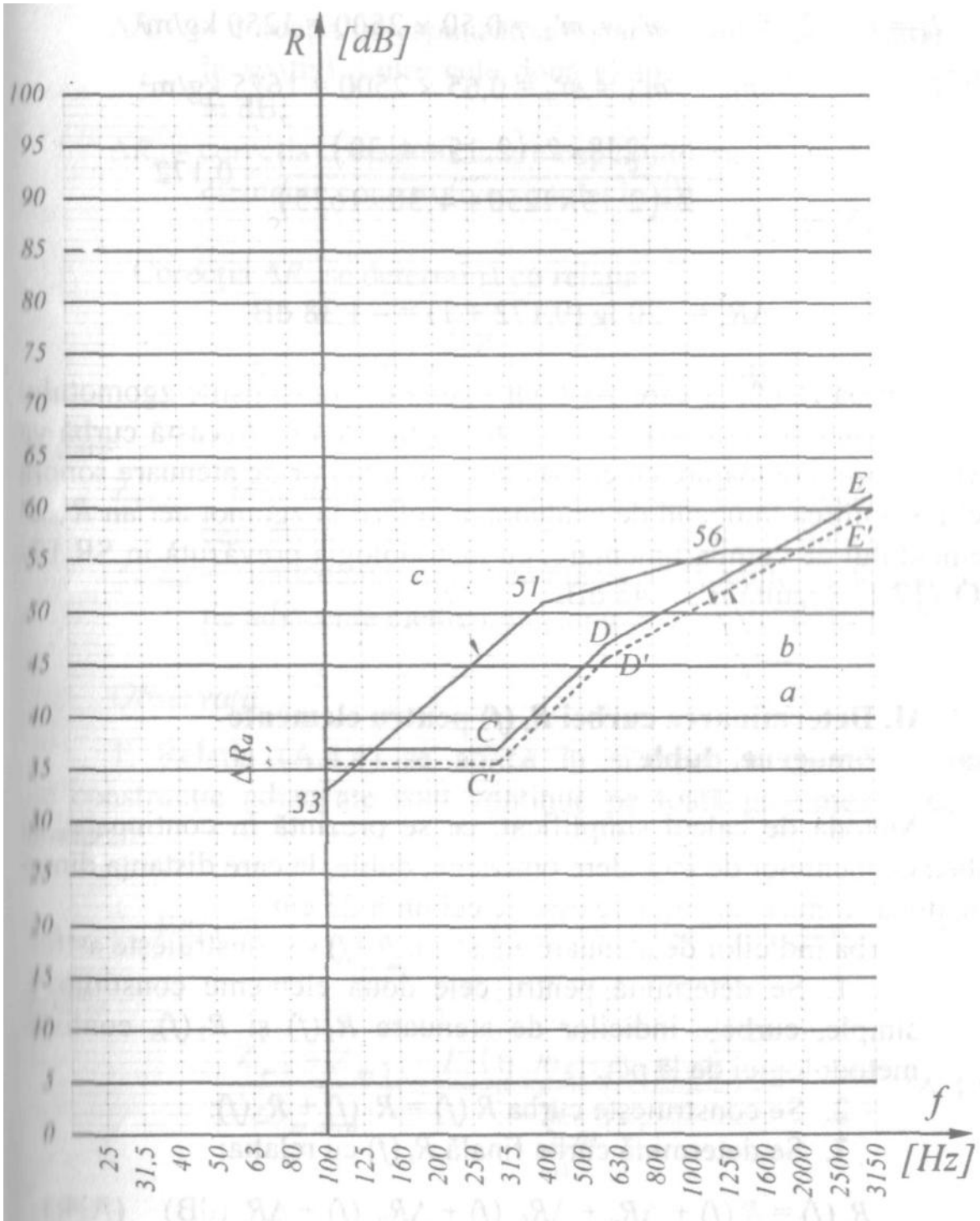


Fig. A.4.6. Curba indicilor de atenuare sonoră R_i (f)

a – fără luarea în considerare a transmisiilor pe căi colaterale
b – cu introducerea efectului transmisiilor pe căi colaterale
c – curba valorilor de referință (curba etalon)

II. Determinarea curbei R_t (f) pentru elemente omogene, duble

Metoda de calcul simplificat, ce se prezintă în continuare, se aplică elementelor de închidere omogene, duble, la care distanța dintre cele două straturi constitutive este de cel mult 25 cm.

Curba indicilor de atenuare acustică, $R_i(f)$ se construieşte astfel:

1. Se determină pentru cele două elemente constitutive simple, curbele indicilor de atenuare $R_1(f)$ şi $R_2(f)$, conform metodologiei de la pct. I;
2. Se construieşte curba $R(f) = R_1(J) + R_2(f)$;
3. Se determină curba finală R, (/) cu relația:

$R(f) = R_1(f) + \Delta R_a + \Delta R_{b1}(f) + \Delta R_{b2}(f) + \Delta R_C$ (dB) **(A.4.1)**

în care:

ΔR_a - corecția corespunzătoare transmisiei sunetului prin căi colaterale, în dB;

$\Delta R_{b1}(f)$ - corecția corespunzătoare absorbției acustice a spațiului dintre cele două elemente constitutive simple, în dB;

$\Delta R_{b2}(f)$ - corecția corespunzătoare stabilizării undelor staționare, în spațiul dintre cele două elemente constitutive simple, în dB;

ΔR_C - corecția corespunzătoare cuplajului mecanic al celor două elemente constitutive simple, în dB.

Corecția ΔR_a se determină cu relația:

$$\Delta R_a = -40 \lg \left[\frac{Z_{m1} + Z_{m2}}{Z_{m,med}} + 1 \right] \text{ (dB)} \qquad \textbf{(A.4.4)}$$

în care:

$Z_{m1,2}$ - impedanțele mecanice corespunzătoare fiecăruia dintre cele două elemente constitutive simple, în daNs/m^3;

$Z_{m,med}$ - impedanța mecanică medie a elementelor de construcție adiacente elementului simplu considerat, în daNs/m^3.

Observații:

1. Relația (A.4.4) se aplică în situația în care elementele construcție adiacente sunt continue pe toată grosimea structurii analizate.
2. Raportul $\frac{Z_{m1} + Z_{m2}}{Z_{m,med}}$ se poate determina, aproximativ cu relația:

$$\frac{Z_{m1} + Z_{m2}}{Z_{m,med}} = \frac{P\left(\eta_1 n_1 + \eta_2 n_2\right)^{1,3}}{\sum_{i=1}^{4} m'_i . l_i} \qquad \textbf{(A.4.5)}$$

$m_{1,2}$ - masele pe unitatea de suprafață a fiecăruia dintre cele două elemente constitutive simple, în kg/m^2;

m'_i - masa pe unitatea de suprafață a elementului adiacent i, în kg/m^2;

P - perimetrul elementului de construcție analizat, în metri;

l_i - lungimea laturii i a elementului de construcție adiacent, în metri;

$\eta_{1,2}$ - coeficienți care țin seama de modul de prindere a elementelor constitutive simple de elementele de construcție adiacente; (η = 1,0 pentru încastrare; este cazul elementelor din beton armat monolit, la care se poate conta pe continuitatea în legături; η = 0,8 pentru articulație; este cazul elementelor cu prinderi desolidarizate).

Corecția $\Delta R_{b1}(f)$ se determină cu relația:

$$\Delta R_{b1}(f) = -10 \lg \frac{1}{\alpha_m(f)} \text{ (dB)} \qquad \textbf{(A.4.6)}$$

în care:

$\alpha_m(f)$ - coeficientul mediu de absorbție acustică al suprafețelor interioare ale spațiului dintre cele două elemente constructive simple, la frecvența f.

Observație: În mod acoperitor, se poate neglija efectul favorabil al tratamentelor fonoabsorbante dispuse de-a lungul elementelor de prindere dintre cele două elemente constitutive simple.

Corecția $\Delta R_{b2}(f)$ se determină după cum urmează:

- se calculează şirul frecvențelor de stabilizare $f_{\lambda n}$, cu relația:

$$f_{\lambda n} = \frac{17000n}{d} \text{ (Hz)} \quad \textbf{(A.4.7)}$$

în care:

d - distanța dintre cele două elemente constitutiva simple, în cm;

n - şirul numerelor naturale.

Observație: Fiecare frecvență din şirul $f_{\lambda n}$ calculată cu relația (A.4.7) se marchează în dreptul frecvenței centrale a treimii de octavă în care este inclusă.

- se adoptă corecțiile $\Delta R_{b2}(f)$ în dreptul frecvențelor $f_{\lambda n}$ în funcție de valoarea $\alpha_m(f)$, conform tabelului A.4.2.

Tabelul A.4.2.

α_m (f)	ΔR_{b2} (f), în dB
< 0,10	–6
0,10 ... ≤ 0,25	–4
0,25 ... ≤ 0,50	–2
> 0,50	0

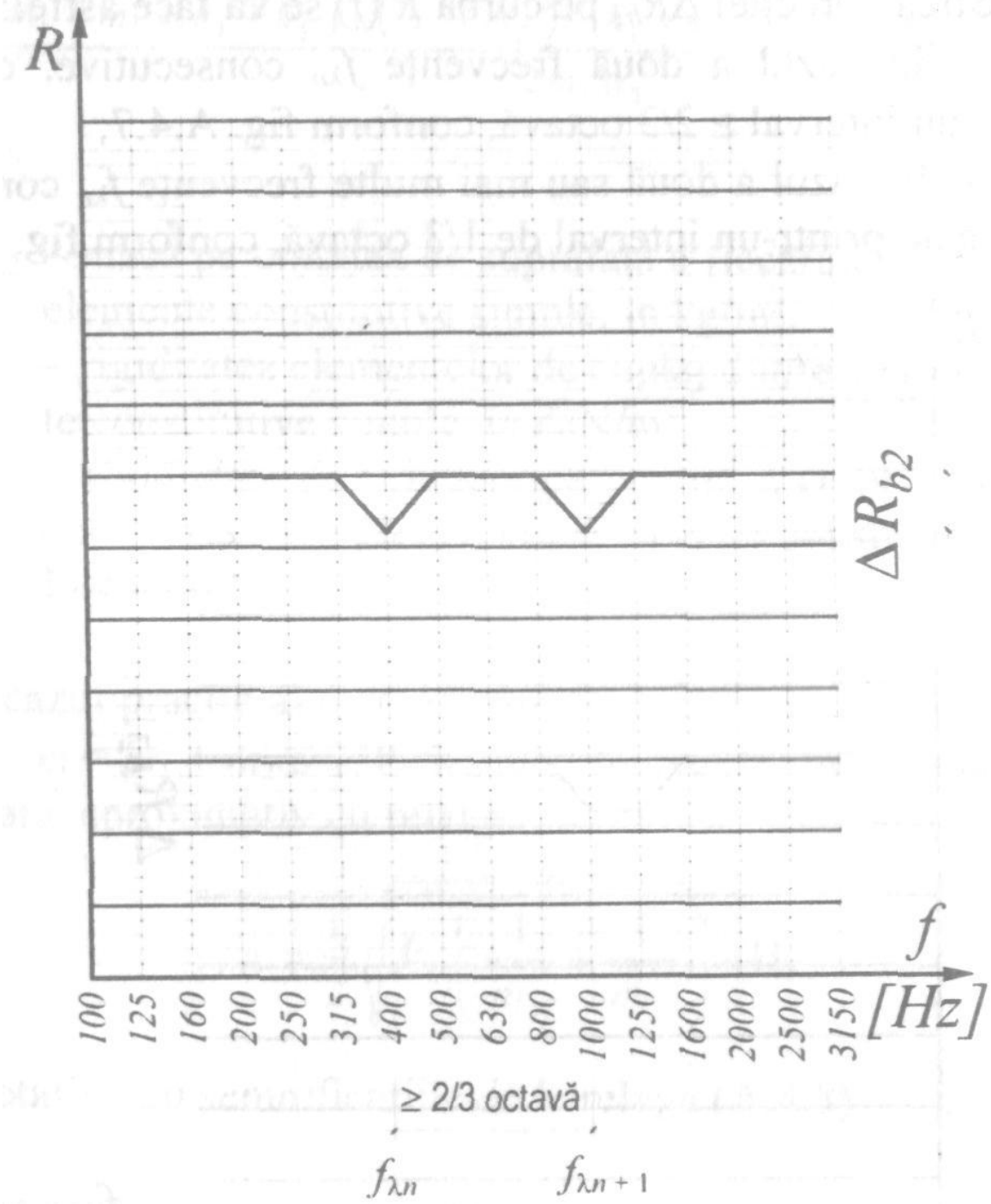


Fig. A.4.7.

Aplicarea corecției $\Delta R_{b2}(f)$ pe curba R(f) se va face astfel:

- în cazul a două frecvențe consecutive, distanțate printr-un interval ≥ 2/3 octavă, conform fig. A.4.7;
- în cazul a două sau mai multe frecvențe $f_{\lambda n}$ consecutive distanțate printr-un interval de 1/3 octavă, conform fig. A.4.8.

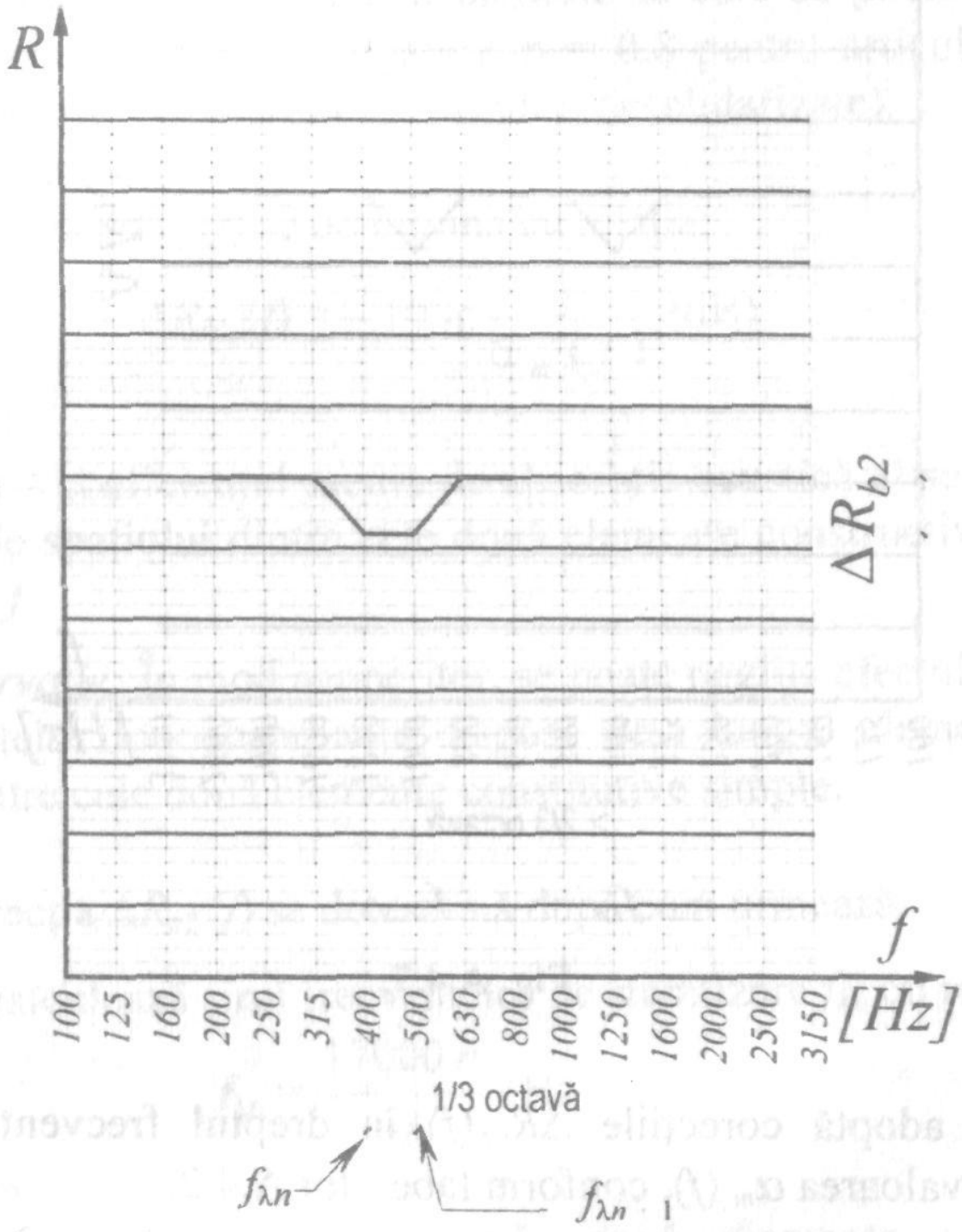

R
ΔR_b2
f
100
125
160
200
250
315
400
500
630
800
1000
1250
1600
2000
2500
3150
[Hz]
1/3 octavă
f_λn
f_λn 1

Fig. A.4.8

• Corecția „ΔR_c" conduce la modificarea curbei $R(f) + \Delta R_c + \Delta R_b + AR_{b2}$, după cum urmează:

- se calculează frecvența de cuplaj, f_o a elementelor constitutivi simple cu relația:

$$f_o = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{(m_1+m_2)(k_1+k_2) \pm (m_1+m_2)^2(k_1+k_2)^2 - 4m_1m_2\left(k_2{}^2 + 2k_1k_2\right)}{2m_1m_2}} \quad \textbf{(A.4.8)}$$

în care:

$m_{1,2}$ - masa pe unitatea de suprafață a fiecăruia dintre cele două elemente constitutive simple în kg/m^2;

k_1 - rigiditatea elementelor de cuplaj dintre cele două elemente constitutive simple, în daN/m^3;

k_2 - rigiditatea de prindere pe contur, a celor două elemente constitutive simple, pe elementele de construcție adiacente, în daN/m^3.

În cazul practic al elementelor de construcție cu structură dublă U masa $m = m_1 + m_2 \leq 250$ kg/m^2, frecvența de cuplaj poate fi determinată, aproximativ, cu relația:

$$f_o = \frac{1}{2}\sqrt{k_1\left(\frac{1}{m_1}+\frac{1}{m_2}\right)} \text{ (Hz)} \qquad \textbf{(A.4.9)}$$

în care notațiile au semnificațiile de la relația (A.4.8).

Observație: În cazul în care, prin măsuri constructive, rigiditatea la încovoiere a elementelor constitutive simple scade la cel mult o treime din rigiditatea elementelor de solidarizare, rigiditatea k_1 depinde în mod preponderent de rigiditatea materialului din spațiul dintre cele două elemente constitutive simple. În aceste condiții, rigiditatea k_1 se poate determina cu relația:

$$k_1 = \frac{\gamma \cdot p}{d} \approx \frac{1{,}2}{d}10^4 \text{ (daN/m}^1\text{)} \quad \textbf{(A.4.10)}$$

în care:

γ - raportul dintre căldura specifică a aerului la presiunea constantă şi la volum constant;

p - presiunea constantă din interiorul spațiului dintre cele doun elemente constitutive (de obicei presiunea atmosferică), în daN/m^2;

d - distanța dintre cele două elemente constitutive simple, în metri.

- de la frecvența f_o către originea axelor, se adoptă, drept curbă finală, cea mai ridicată dintre curbele $R_1(f)$, $R_2(f)$, corespunzătoare celor două elemente constitutive simple;

- de la frecvența f_o către frecvențele înalte, până la frecvența f1 + Δf, este adoptată de asemenea curba cea mai ridicată dintre curbele $R_1(f)$, $R_2(f)$, Δf se determină în funcție de raportul d_f / d pe baza tabelului A.4.3; d_f este grosimea tratamentului fonoabsorbant şi d este distanța dintre cele două elemente constitutive simple.

Tabelul A.4.3

d_f / d	0	0,25	0,35	0,50	0,70	0,85
Δf (în 1/3 octavă)	6	4	3	2	1	0

- de la frecvența f_1, către frecvențele înalte, se trasează o dreapta cu panta 12 dB/octavă până la intersecția cu curba $R(f) + \Delta Ra + \Delta R_{b1} + \Delta R_{b2}$; în punctul de intersecție, frecvența se notează cu f_2;

- de la frecvența f_2, până la frecvența de 3150Hz, se adoptă curba $R(f) + \Delta R_a + AR_{bl} + AR_{b2}$.

Exemplu de calcul

Se cere determinarea curbei indicilor de atenuare $R_1(f)$ pentru peretele omogen, cu structură dublă, prezentat în figura A.5.9.

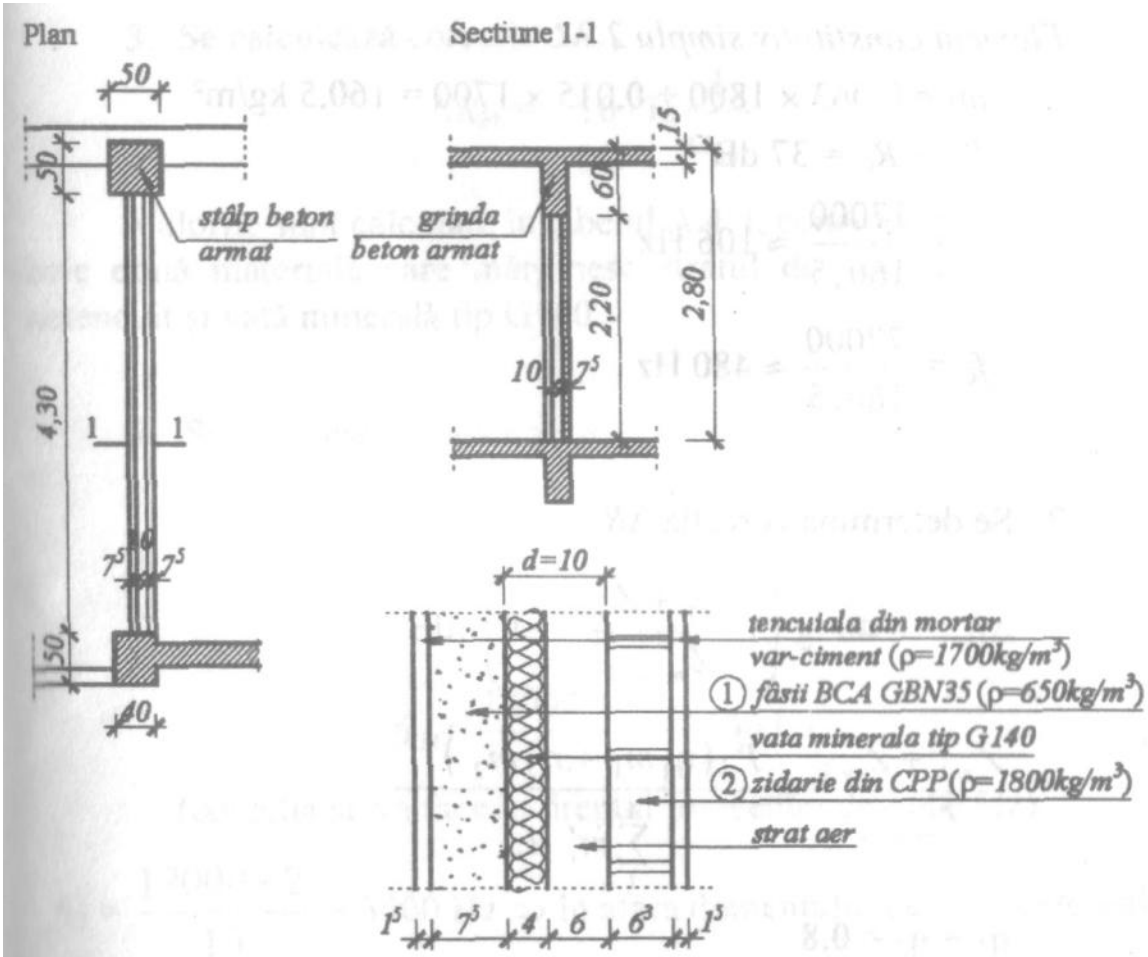


Fig. A.4.9.

1. Se determină m_1, m_2 şi cu relațiile din tabelul A.4.1 se determină caracteristicile palierului din zona de coincidență. Cu metodologia prezentată în A.4.1, se trasează curbele $R_1(f)$ şi $R_2(f)$.

Element constitutiv simplu 1

$m_1 = 0{,}075 \times 650 + 0{,}015 \times 1700 = 74{,}25$ kg/m^2

$R_B = R_c = 29$ dB

$$f_B = \frac{6700}{74{,}25} \approx 90Hz$$

$$f_C = \frac{43000}{74{,}25} \approx 579Hz$$

Element constitutiv simplu 2

$m_1 = 0{,}063 \times 1800 + 0{,}015 \times 1700 = 160{,}5$ kg/m^2

$R_B = R_c = 37$ dB

$$f_B = \frac{1700}{160{,}5} \approx 106Hz$$

$$f_C = \frac{77000}{160{,}5} \approx 480Hz$$

2. Se determină relația ΔR_a:

$$\Delta R_a = -40\lg\left(\frac{Z_{m1} + Z_{m2}}{Z_{m,med}} + 1\right)(\text{dB})$$

$$\frac{Z_{m1} + Z_{m2}}{Z_{m,med}} = \frac{P(\eta_1 m_1 + \eta_2 m_2)^{1,3}}{\sum_i^4 m'_i \, l_i}$$

$\eta_1 = \eta_2 = 0{,}8$

$m'_1 = m'_2 = 0{,}50 \times 2500 = 1250$ kg/m^2

$m'_3 = m'_4 = 0{,}60 \times 2500 = 1500$ kg/m^2

$$\frac{P(\eta_1 m_1 + \eta_2 m_2)^{1,3}}{\sum_i^4 m'_i \, l_i} = \frac{2(2{,}20 + 4{,}30)(0{,}8 \times 74{,}25 + 0{,}8 \times 160{,}5)^{1,3}}{2(1250 \times 2{,}20 + 1500 \times 4{,}30)} = 0{,}638$$

$\Delta R_a = -40\lg(0{,}638 + 1) = -40 \times 0{,}124 = -8{,}5$ dB

3. Se calculează corecția ΔR_{b1}:

$$\Delta R_{b1} = -10\lg\frac{1}{\alpha_m}$$

Valorile sunt calculate în tabelul A.4.4, considerând α(f) pentru cele două materiale care mărginesc stratul de aer, respectiv BCA netencuit şi vată minerală tip G140.

4. Se calculează corecția ΔR_{b2}:

$$f_{\lambda n} = \frac{17000n}{d}$$

d = 10cm

$$f_{\lambda n} = \frac{17000 \times 1}{10} = 1700Hz$$

(corecția se va face în dreptul frecvenței de 1600 Hz)

$f_{\lambda n} = \frac{17000 \times 2}{10} = 3400 Hz$ => în afara domeniului de frecvențe utile

Pentru că la f = 1600 Hz, $\alpha_m > 0{,}50$ (tabelul A.4.3), rezultă că $R_{b2} = 0$, conform valorilor din tabelul A.4.2.

5. Se calculează corecția ΔR_c:

$m_1 + m_2 = 74{,}25 + 160{,}5 = 235$ kg/m^2 < 250 kg/m^2 => $k_1 = \frac{1{,}2}{0{,}1} 10^4$ daN/m^3

$$f_o = \frac{1}{2}\sqrt{k_1\left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2}\right)} = 0{,}5\sqrt{\frac{1{,}2}{0{,}1} \times 10^4 \left(\frac{1}{74{,}25} + \frac{1}{160{,}5}\right)} = 24{,}34 \cong 25 Hz$$

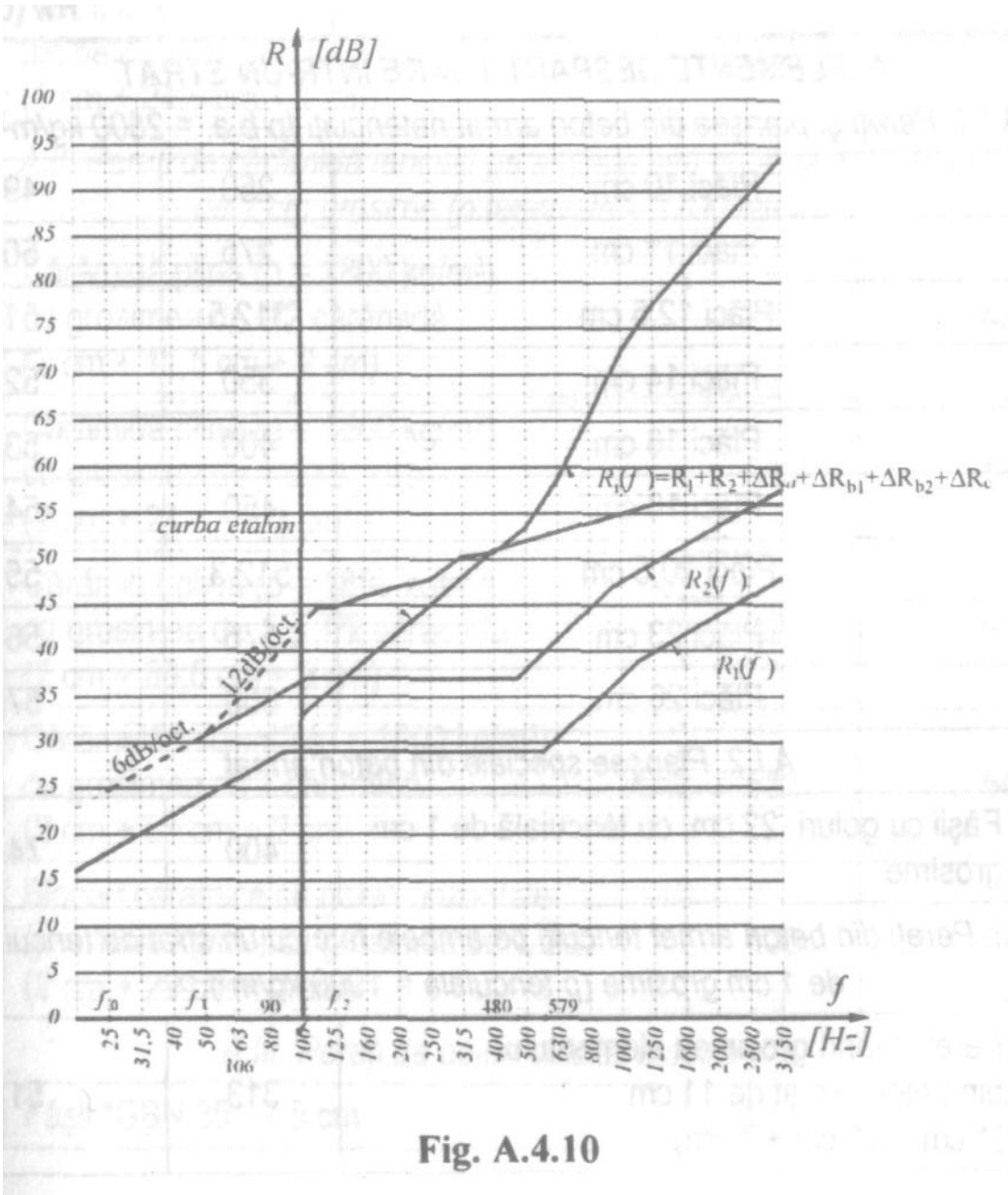


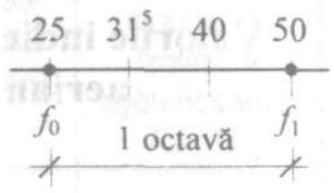
Fig. A.4.10

Tabelul A.4.4

Frecvența	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
R_1 (f)	24	26	28	29	29	29	29	29	29	29	29	30,4	33,8	37	39,8	41,8	43,8	45,8	47,8
R_2 (f)	30,7	32,7	34,7	36,7	37	37	37	37	37	37	37,5	41	44	47,3	49,3	51,3	53,3	55,3	57,3
$R = R_1 + R_2$	54,7	58,7	62,7	65,7	66	66	66	66	66	66	66,5	71,4	77,8	84,3	89,1	93,1	97,1	101	105
ΔR_a ←								→	– 8,5										
$R + \Delta R_a$	46,2	50,2	54,2	57,2	57,5	57,5	57,5	57,5	57,5	57,5	58	62,9	69,3	75,8	80,6	84,6	88,6	92,6	96,6
α_{BCA}				0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05
$\alpha_{v.m.}$				0,08	0,08	0,12	0,16	0,2	0,35	0,4	0,65	0,7	0,82	0,94	0,96	0,98	1	0,96	0,98
α_m				0,05	0,05	0,07	0,09	0,11	0,19	0,21	0,34	0,37	0,43	0,49	0,5	0,52	0,52	0,52	0,52
ΔR_{b1}				– 13	– 13	– 12	– 10,5	– 9,6	– 7,2	– 6,8	– 4,7	– 4,3	– 3,7	– 3,1	– 3	– 2,8	– 2,8	– 2,8	– 2,8
$R + \Delta R_a + \Delta R_{b1}$				44,2	44,5	46	47	47,9	50,3	50,7	53,3	58,6	65,6	72,7	77,6	81,8	85,8	89,8	93,8

$$\frac{d_f}{d} = \frac{4}{100} = 0{,}4 \Rightarrow \Delta f = 2{,}5 \text{ x (1/3 octave)}$$

$f_1 = 25 + 2{,}5$ x 1/3 octave
2,5 x 1/3 octave = 0,833 octave ≅ 1 octavă



Cu diagrama $R_i(f)$ astfel stabilită şi trasată în figura A.4.10 se poate obține, prin compararea cu curba etalon, indicele de evaluare a izolării la zgomot aerian R'_w, cu metodologia descrisă în SR EN ISO 717/1. Pentru peretele cu structură dublă analizat mai sus, se obține R'_w = 60 dB.

ANEXA 5

Valorile indicelui de evaluare a izolărilor la zgomot aerian R_w pentru diferite structuri de elemente despărțitoare

Nr. crt.	Structura	Masa totală (kg/m²)	Valoarea indicelui de evaluare a izolării la zgomot aerian R_w (dB)
	A. ELEMENTE DESPĂRȚITOARE ÎNTR-UN STRAT		
	A.I.1. Pereți și planșee din beton armat netencuiți (ρ b.a. = 2500 kg/m³)		
1	Plăci 10 cm	250	49
2	Plăci 11 cm	275	50
3	Plăci 12,5 cm	312,5	51
4	Plăci 14 cm	350	52
5	Plăci 16 cm	400	53
6	Plăci 18 cm	450	54
7	Plăci 20,5 cm	512,3	55
8	Plăci 23 cm	575	56
9	Plăci 26 cm	650	57
	A.I.2. Planșee speciale din beton armat		
10	Fâșii cu goluri, 22 cm, cu tencuială de 1 cm grosime	400	74
	A.I.3. Pereți din beton armat tencuiți pe ambele fețe cu un strat de tencuială de 1 cm grosime (ρ tencuială = 1900 kg/m³) *)		
11	Pereți având grosimea elementului din beton armat de 11 cm (1 cm + 11 cm + 1 cm)	313	51

Nr. crt.	Structura	Masa totală (kg/m²)	Valoarea indicelui de evaluare a izolării la zgomot aerian R_W (dB)
12	Pereți având grosimea elementului din beton armat de 14,5 cm (1 cm + 14,5 cm + 1 cm)	400,5	53
13	Pereți având grosimea elementului din beton armat de 19 cm (1 cm + 19 cm + 1 cm)	513	55
14	Pereți având grosimea elementului din beton armat de 24,5 cm (1 cm + 24,5 cm + 1 cm)	650	57
	A.II. Pereți de cărămidă tencuiți pe ambele fețe cu strat de tencuială de 2 cm grosime (ρ tencuială = 1700 kg/m³)		
15	Cărămidă plină (ρ = 1800 kg/m³) cu grosimea de 1/2 cărămidă (2 cm + 11,5 cm + 2 cm)	275	49
16	Cărămidă plină (ρ = 1800 kg/m³) cu grosimea de 1 cărămidă (2 cm + 24 cm + 2 cm)	500	54
17	Cărămidă plină (ρ = 1800 kg/m³) cu grosimea de 1 şi 1/2 cărămidă (2 cm + 36,5 cm + 2 cm)	725	57
18	Cărămidă eficientă (ρ = 1600 kg/m³) cu grosimea de 1 cărămidă (2 cm + 29 cm + 2 cm)	532	54
19	Blocuri ceramice cu goluri orizontale (ρ = 1200 kg/m³) cu grosimea de 1 bloc (2 cm + 29 cm + 2 cm)	406	52
	A.III. Pereți de beton celular autoclavizat		
20	Fâşii "GBN 35", 7,5 cm	49,5	32

Nr. crt.	Structura	Masa totală (kg/m²)	Valoarea indicelui de evaluare a izolării la zgomot aerian R_W (dB)
21	Fâşii "GBN 35", 10 cm	66	34
22	Fâşii "GBN 35", 12,5 cm	82,5	35
23	Blocuri "GBN 35...50"; ρ = cca. 650 kg/m³ tencuiți pe ambele fețe cu un strat de tencuială de 2 cm; ρ = 1700 kg/m³ (2 cm + 20 cm + 2 cm)	198	46
24	Blocuri "GBN 35...50"; ρ = cca. 630 kg/m³ tencuiți pe ambele fețe cu un strat de tencuială de 2 cm; ρ = 1700 kg/m³ (2 cm + 24 cm + 2 cm)	224	47
A.IV. Pereți din beton armat, cu granulit, netencuiți (ρ b.a. = 2500 kg/m³)			
25	Pereți din beton armat, cu granulit, ρ = 1800 kg/m³ (20 cm)	360	53
26	Pereți din beton armat, cu granulit, ρ = 1800 kg/m³ (15 cm)	270	50
A.V. Pereți din materiale lemnoase			
27	Pereți din panouri sandwich 7 cm, având următoarea alcătuire: - PFL dur, 0,5 cm; - PFL poros, 6 cm; - PFL dur, 0,5 cm;	32	34
28	Pereți din panouri sandwich 9 cm, având următoarea alcătuire: - PFL dur, 0,5 cm; - PFL poros, 2 cm; - aer, 1 cm;	27	42

Nr. crt.	Structura	Masa totală (kg/m²)	Valoarea indicelui de evaluare a izolării la zgomot aerian R_W (dB)
	- plăci poroase, 3 cm; - PFL poros, 2cm; - PFL dur, 0,5 cm;		
	B. ELEMENTE DESPĂRȚITOARE STRATIFICATE		
29	Structura: - fâşie din b.c.a. "GBN 35", 7,5 cm; - plăci poroase, 7 cm; - aer, 6 cm; - fâşie din b.c.a. "GBN 35", 7,5 cm	104	51
30	Structura: - fâşie din b.c.a. "GBN 35", 12,5 cm; - aer, 10 cm; - fâşie din b.c.a. "GBN 35", 12,5 cm	164	51
31	Structura: - beton armat netencuit, 10 cm; - aer, 8 cm; - placă din azbociment, 0,6 cm	187	51
32	Structura: - fâşie din b.c.a. "GBN 35", 10 cm; - plăci poroase, 4 cm; - aer, 1 cm; - fâşie din b.c.a. "GBN 35", 10 cm	135	52
33	Structura: - fâşie din b.c.a. "GBN 35", 12,5 cm; - plăci poroase, 4 cm; - aer, 1 cm; - fâşie din b.c.a. 7,5 cm	135	52

Nr. crt.	Structura	Masa totală (kg/m²)	Valoarea indicelui de evaluare a izolării la zgomot aerian R_W (dB)
34	Structura: - fâşie din b.c.a. "GBN 35", 12,5 cm; - plăci poroase, 4 cm; - aer, 6 cm; - fâşie din b.c.a. "GBN 35", 7,5 cm	135	53
35	Structura: - cărămidă 1/2 cm cu tencuială exterioară, 2 cm; - plăci poroase, 7 cm; - aer, 6 cm; - fâşie din b.c.a. "GBN 35", 7,5 cm	408	53
36	Structura: - beton armat netencuit, 10 cm; - aer, 6 cm; - plăci poroase, 2 cm; - placă din azbociment, 0,6 cm	264	53
37	Structura: - beton armat netencuit, 5 cm; - aer, 10 cm; - beton armat netencuit, 5 cm	250	53
38	Structura: - beton armat netencuit, 14 cm; - aer, 6 cm; - cărămidă 1/4 cu tencuială exterioară de 2 cm grosime	486	55
39	Structura: - beton armat netencuit, 14 cm; - aer, 6 cm; - plăci poroase, 4 cm; - cărămidă 1/4 cu tencuială exterioară de 2 cm grosime	489	57

Nr. crt.	Structura	Masa totală (kg/m²)	Valoarea indicelui de evaluare a izolării la zgomot aerian R_W (dB)
40	Structura: - beton armat netencuit, 5 cm; - aer, 6 cm; - beton armat netencuit, 5 cm	250	52
41	Structura: - beton armat netencuit, 7 cm; - aer, 6 cm; - beton armat netencuit, 7 cm	350	55
42	Structura: - beton de granulit, 8 cm; - aer, 6 cm; - beton de granulit, 8 cm	288	53
43	Structura: - beton de granulit, 8 cm; - aer, 10 cm; - beton de granulit, 8 cm	288	54
44	Structura: - fâşie de ipsos cu goluri cu umplutură din carton celular, 7 cm; - plăci poroase sau plăci TEFO, 3 cm; - aer, 5 cm; - fâşie din ipsos cu goluri cu umplutură din carton celular, 4 cm	80	51
45	Structura: - panouri sandwich, 7 cm; - plăci poroase, 2 cm; - aer, 4 cm; - panouri sandwich, 7 cm	66	52
46	Uşă celulară		18...22
47	Uşă cu tăblie din lemn masiv de 14 mm		28

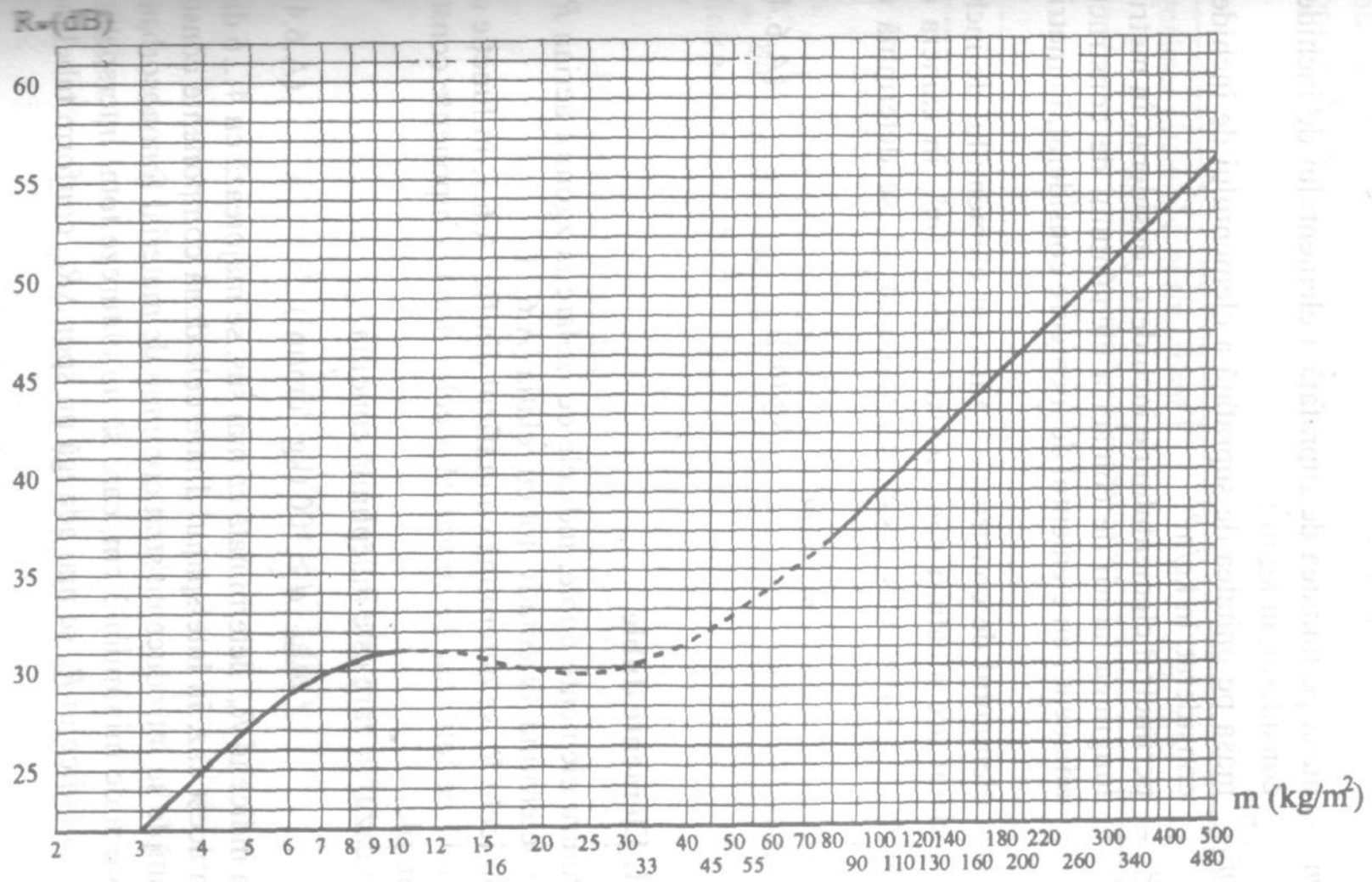


Fig. A.6.1. Legea masei

1) Toleranţele de masă faţă de grafic, pentru elemente omogene şi etanşe sunt de +4 %;

2) Elementele cu masa cuprinsă între 10...40 kg/m^2 pot prezenta abateri faţă de grafic mai mari de 4% (în valoare absolută).

ANEXA 6

Metodă orientativă de calcul al indicelui de izolare la zgomot aerian R'_w pentru elemente de închidere omogene, într-un strat şi duble

I. Elemente într-un strat

Indicele de izolare la zgomot aerian R'_w se poate determina;orientativ, cu relaţia:

$$R'_w = R_w - c \text{ (dB)} \qquad \textbf{(A.6.1.)}$$

în care:

R_w - indicele de izolare la zgomot aerian al elementului de închidere, fără aportul transmisiei prin căi colaterale, în dB;

c - corecţie care estimează diminuarea capacităţii de izolare la zgomot aerian datorită transmisiei zgomotului prin căi colaterale;

Indicele R_w se apreciază în funcţie de masa pe unitatea de suprafaţă a elementului de construcţie, cu ajutorul diagramei din fig. A.6.1.

Corecţia c se determină cu relaţia:

$$c = 10\lg\left(\frac{Z_m}{Z_{m,med}} + 1\right) \text{ (dB)} \qquad \textbf{(A.6.2)}$$

unde: Z_m - impedanţa mecanică a elementului de îmbinare considerat, în daNs/m^3;

$Z_{m,med}$ - impedanţa mecanică medie a elementelor de construcţie adiacente elementului de închidere considerat, în daNs/m^3.

Raportul $Z / Z_{m,med}$ se poate determina, aproximativ, cu relaţia:

$$\frac{Z_m}{Z_{m,med}} = \frac{m.P}{\sum_{i=1}^{4} m'_i.l_i} \qquad \textbf{(A.6.3)}$$

în care:

m - masa pe unitatea de suprafaţă a elementului de închidere considerat, în kg/m^2;

m'_i - masa pe unitatea de suprafaţă a elementului de închidere considerat, în kg/m^2;

P - perimetrul elementului de închidere considerat, în metri;

l_i - lungimea laturii de contact a elementului de construcţii adiacent i cu elementul de închidere considerat, în metri.

Dacă elementul de construcţie i adiacent elementului de închidere considerat are alcătuiri constructive diferite (m'_{ie} în camera de emisie şi m'_{ir} în camera de recepţie), valoarea m'_i, se determină cu relaţia:

$$m'_i = \frac{m'_{ie} + m'_{er}}{2} \text{ (kg/m}^2\text{)} \qquad \textbf{(A.6.1)}$$

II. Elemente duble

Pentru elemente duble, indicele de izolare la zgomot aerian R'_w se poate determina, orientativ, tot cu relaţia (A.6.1).

Indicele R_w se determină cu graficul din fig. A.6.1, în funcţie de masa totală pe unitatea de suprafaţă a celor două componente constructive simple.

În cazul în care este îndeplinită condiţia:

m_{min} .d> 100 (kg .cm/m^2) **(A.6.4)**

valoarea indicelui R_w, determinată ca mai sus, se majorează cu 4.. .6dB. Dacă, în acest caz, în interspațiul dintre cele două componente constructive simple se introduce un strat continuu de material fonoabsorbant cu grosimea de minimum 3 cm, care să nu obtureze total interspațiul la valoarea indicelui R_w se mai adaugă un spor ΔR_w conform tabelului A.6.1.

Corecția c se determină cu relația A.6.2 pentru fiecare dintre cele două componente constitutive simple ale elementului cu structura dublă. Pentru calculul indicelui de izolare la zgomot aerian R'_w, se adoptă valoarea cea mai mare a corecției c.

Tabelul A.6.1.

Grosimea stratului fonoabsorbant (cm)	ΔRw (dB)
3	4
5	5
8	6

Exemplu de calcul

1. Se cere să se determine indicele de izolare la zgomot aerian R'_w, cu metoda orientativă, pentru peretele din zidărie de cărămidă plină presată, analizat în exemplul de calcul din anexa A.4.1.

$m = 250$ kg/m^2

Din graficul prezentat în fig. A.6.1, rezultă $R_w = 49$ dB.

$$\frac{Z_m}{Z_{m,med}} = \frac{m.P}{\sum_{i=1}^{4} m'_i.l_i} = 0{,}172$$

c = 10.lg(0,172 + 1)= 10 x 0,069 = 0,69 dB

$R'_w = R_w - c = 49 - 0{,}69 = 48{,}31$ dB $\approx$ 48 dB

2. Se cere să se determine indicele de izolare la zgomot aerian R_w metoda orientativă, pentru peretele omogen, cu structură dublă, în exemplul de calcul din anexa A.4.11.

$m = m_1 + m_2 = 74{,}25 + 160{,}5 = 234{,}75$ kg/m^2

Din graficul prezentat în fig. A.6.1, rezultă $R_w = 48$ dB

Pentru componenta **1** a peretelui:

$$\frac{Z_m}{Z_{m,med}} = \frac{m.P}{\sum_{i=1}^{4} m'_i.l_i} = \frac{74{,}25 \times 2.(2{,}20 + 4{,}30)}{18400} = 0{,}052$$

Pentru componenta **2** a peretelui:

$$\frac{Z_m}{Z_{m,med}} = \frac{m.P}{\sum_{i=1}^{4} m'_i.l_i} = \frac{160{,}5 \times 2(2{,}20 + 4{,}30)}{18400} = 0{,}113$$

Corecția *c* se determină cu relația (A.6.2) pentru raportul Z / $Z_{m,med}$, cu valoarea cea mai mare.

$$c = 10\lg\left(\frac{Z_m}{Z_{m,med}} + 1\right) = 10\lg(0{,}113 + 1) = 0{,}46 \approx 0{,}5\,\text{dB}$$

Indicele R'_w se determină cu relația (A.6.1)

$R'_w = 48 - 0{,}5 = 47{,}5$ dB

Produsul:

$m_{min}\, d = 74{,}25 \times 10 = 742{,}5$ kg cm/m^2 > 100 kgcm/m^2

deci se mai aplică un spor $\Delta R_{w,2}$ =4 ... 6 dB, la valoarea R'_w calculată anterior.

În spațiul de aer dintre cele două componente constructive simple se află un strat de material fonoabsorbant, de 4 cm. Se mai aplică, astfel, un spor $\Delta R_{w,2}$ = 4,5 dB, conform tabelului A.6.1.

$R`_w = 47{,}5 + \Delta R_{w,1} + \Delta R_{w,2} = 47{,}5 + (4...6) + 4{,}5 = 56...58$ dB

ANEXA 7

Valorile coeficienților de absorbție acustică α (f) pentru unele finisaje și obiecte folosite uzual în construcții (determinate prin metoda camerei de reverberație – STAS 10046/1)

Nr. crt.	Denumirea materialului	Coeficienți de absorbție α_i (f) la frecvențele (Hz)					
		125	250	500	1000	2000	4000
1	Tencuială de min. 20 mm,aplicată în două straturi (grund + tinci), pe orice suprafață suport, zugrăvită în culori de apă	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05
2	Tencuială gletuită, zugrăvită în culori de apă	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05
3	Tencuială gletuită, vopsită în ulei	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03
4	Tinci aplicat pe elemente prefabricate din beton, zugrăvit în culori de apă	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04
5	Plăci din gips-carton	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05
6	Pardoseală din parchet	0,04	0,04	0,06	0,08	0,08	0,10
7	Pardoseală din PVC	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05

Nr. crt.	Denumirea materialului	Coeficienți de absorbție α_i (*f*) la frecvențele (Hz)					
		125	250	500	1000	2000	4000
8	Pardoseală din mozaic	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03
9	Marmoră	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03
10	Sticlă aplicată rigid pe o suprafață suport	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02
11	Fereastră deschisă	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
12	Fereastră cu un rând de geamuri	La valorile de la poz 10 se adaugă τ (*f*) (cf. pct. 2.56)					
13	Fereastră dublă	Se dimensionează ca o membrană vibrantă, considerând al doilea rând de geamuri ca suport rigid					
14	Om în încăpere, izolat (absorbție totală)	0,35	0,.41	0,42	0,46	0,49	0,50
15	Aglomerație de oameni	0,72	0,89	0,95	0,99	1,0	1,0
16	Plăci din lemn de brad lustruit, aplicate pe o suprafață suport	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05
17	Uşi din lemn de brad	La valorile de la poz.16 se adaugă τ (f) (cf. pct. 2.56)					
18	Absorbția unui scaun din placaj	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,03
19	Absorbția unui fotoliu capitonat, acoperit cu stofă (valori minime)	0,10	0,23	0,23	0,22	0,19	0,18
20	Mochetă POLIROM	0,08	0,11	0,12	0,25	0,37	0,46

Nr. crt.	Denumirea materialului	Coeficienți de absorbție α_i (f) la frecvențele (Hz)					
		125	250	500	1000	2000	4000
21	Absorbția unui fotoliu capitonat, acoperit cu pluş	0,4	0,7	0,9	0,9	1	1
22	Mobilier din lemn	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05
23	Mochetă TUFFTED	0,14	0,16	0,18	0,33	0,50	0,70

ANEXA 8

Metode de determinare a curbei coeficienților de absorbție acustică $\alpha_i(f)$ pentru diferite structuri fonoabsorbante

a) Plăci din materiale poroase aplicate la distanță de stratul suport

Valoarea maximă a coeficientului de absorbție acustică se poale determina cu relația:

$$\alpha_{\max} = \left(1 + 0{,}1\frac{d}{h^2}\right)\sqrt{\frac{f_1}{f_o}} \cdot \alpha_o \qquad \textbf{(A.8.1)}$$

în care:

h - grosimea plăcii din material poros (cm);

d - distanța la care este aplicată placa față de stratul suport (cm);

f_o - frecvența de la care coeficienții de absorbție acustică rămân practic constanți (în valoare maximă) până la sfârşitul domeniului, în situația în care plăcile din material poros sunt dispuse nemijlocit pe stratul suport (Hz);

f_i - frecvența de la care coeficienții de absorbție acustică rămân practic constanți (în valoare maximă) până la sfârşitul domeniului, în situația în care plăcile din material poros sunt dispuse la distanța «d» față de stratul poros (Hz);

α_o - valoarea constant maximă a coeficientului de absorbție acustică în subdomeniul de frecvențe «f_0 ... 4000 » (cazul aplicării directe a plăcilor pe stratul suport).

Frecvența «f_1» se poate determina cu relația:

$$f_1 = \frac{c}{4.(d + 2{,}5h)} \qquad \textbf{(A.8.2)}$$

în care:

c - viteza de propagare a sunetului în aer (340 m/s);

d, h - au semnificațiile de la relația A.8.1.

Curba coeficienților «$\alpha_i(f)$» pentru plăci din materiale poroase aplicate la distanță de stratul suport se construieşte, orientativ, astfel:

- de la frecvența «f_1» până la sfârşitul domeniului de frecvențe, se trasează un palier orizontal cu valoarea a $_{max}$;
- de la frecvența «f_1» până la începutul domeniului de frecvențe, se trasează o dreaptă având panta descendentă astfel încât valorile «α» scad cu 50 % la fiecare octavă.

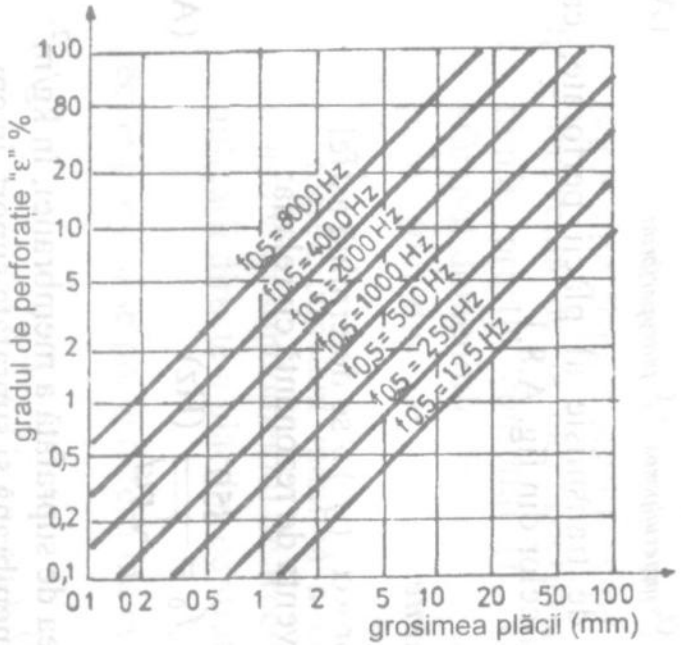
b) Plăci din materiale poroase aplicate nemijlocit sau la distanță de stratul suport, protejate cu plăci perforate

Valorile finale ale coeficienților de absorbție «α_{final}» se determin, în funcție de gradul de perforare şi de grosimea plăcii, cu relația.

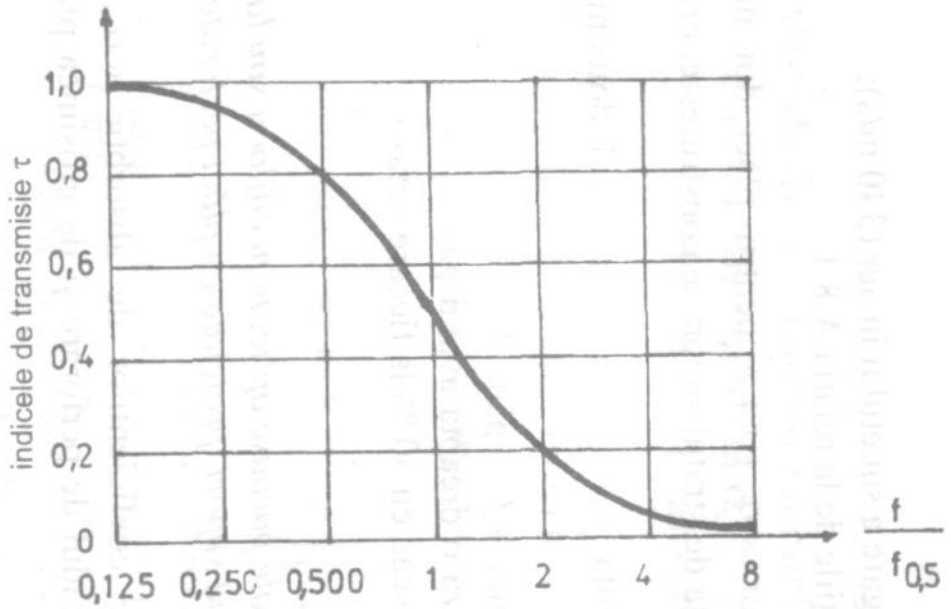
$$\alpha_{final} = \alpha_{materialporos} . \tau_{placaperforata} \qquad \textbf{(A.8.3)}$$

în care τ este indicele de transmisie al plăcii perforate, care se determină cu ajutorul graficelor din fig. A.8.1.

$$\alpha_{total} = \alpha_{material\ poros} \times \tau_{placă}$$



$f_{0.5}$ pentru plăci perforate în funcție de gradul de perforație ε și de grosimea ecranului



indicele de transmisie τ al plăcilor perforate în funcție de frecvență

Notă: $f_{0.5}$ este frecvența pentru care coeficientul de absorbție al structurii are ca valoare 5 % din coeficientul de absorbție al materialului poros

Fig. A.8.1. Diagrama pentru deducerea indicelui de transmisie τ

c) Membrane vibrante

Curba coeficienților «$\alpha_i(f)$» se determină astfel: se determină frecvența de rezonanță cu relația:

$$f_o = \frac{850}{\sqrt{md}} \text{ (Hz)} \qquad \textbf{(A.8.4)}$$

în care:

m - masa pe unitatea de suprafață a membranei, în kg/m^2;

d- distanța dintre membrană şi suprafața suport, în cm.

- se alege valoarea «α_{max}» pentru membrană, corespunzătoare frecvenței de rezonanță, în funcție de materialul din care este alcătuită, din tabelul A.8.1.

Tabel A.8.1.

Nr. crt.	Materialul din care este alcătuită membrana	α_{max}
1	Placaj de brad	0,50
2	PAL	0,40
3	Sticlă de geam	0,30
4	PVC dur	0,30
5	Tablă din oțel	0,08

- se construieşte curba «$\alpha_i(f)$» plecând de la valoarea «α_{max}» din dreptul frecvenței f_0, după cum urmează:

1) în cazul membranelor fără materiale fonoabsorbante dispuse în stratul de aer:

- pentru fiecare octavă, în stânga şi în dreapta valorii f_0, coeficientul de absorbție acustică «α_{max} » scade cu 50 %, până atinge valoarea de 0,05, după care rămâne constant (vezi fig. A.8.2);

2) în cazul membranelor cu materiale fonoabsorbante dispuse în stratul de aer având grosimea între 0,3-0,8d:

- pentru fiecare două octave, în stânga şi în dreapta valorii f_o, coeficientul de absorbție acustică «α_{max}» scade cu 50 %, până atinge valoarea de 0,05, după care rămâne constant (vezi % A.8.3);

Exemple de calcul pentru determinarea curbei coeficienților de absorbție «$\alpha_i(f)$» pentru diferite structuri fonoabsorbante

a) Plăci din vată minerală de 3 cm grosime, dispuse la distanță de 4 cm față de un suport rigid

Valoarea maximă a coeficientului de absorbție acustică pentru aceasta structură se calculează cu relațiile A.8.1 şi A.8.2.

$$f_1 = \frac{c}{4(d+2{,}5h)} = \frac{3400}{4(4+2{,}5\times 3)} \cong 739Hz$$

$$\alpha_{max} = \left(1+0{,}1\frac{d}{h^2}\right)\sqrt{\frac{f_1}{f_o}}\cdot\alpha_o = \left(1+0{,}1\frac{4}{3^2}\right)\sqrt{\frac{739}{1000}} \cong 0{,}90$$

$\alpha_{max} = 0{,}90$

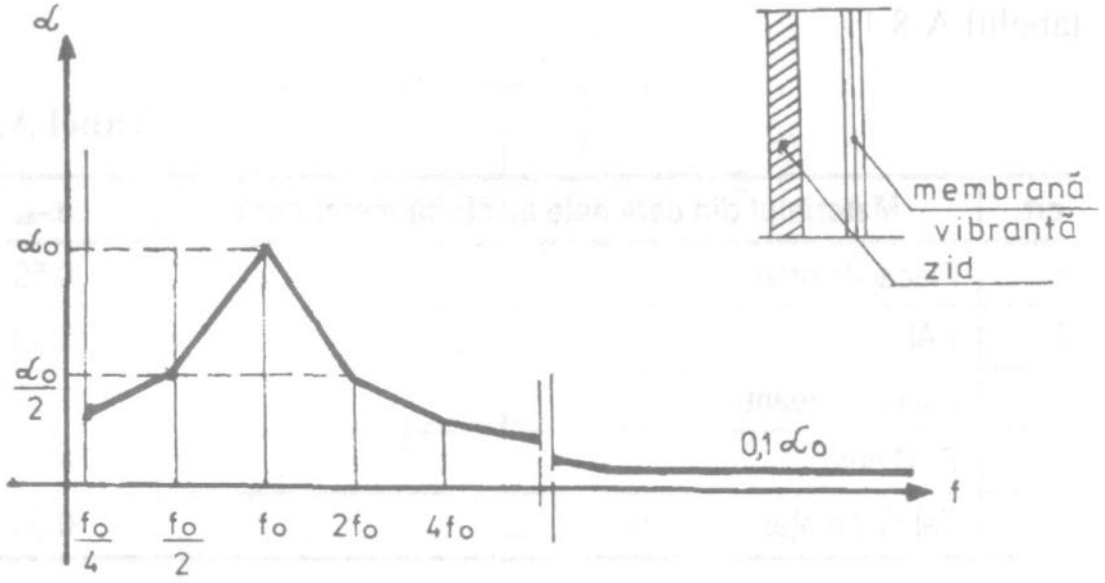


Fig. A.8.2. Determinarea curbei coeficienților α pentru o membrană vibrantă fără substrat de material fonoabsorbant

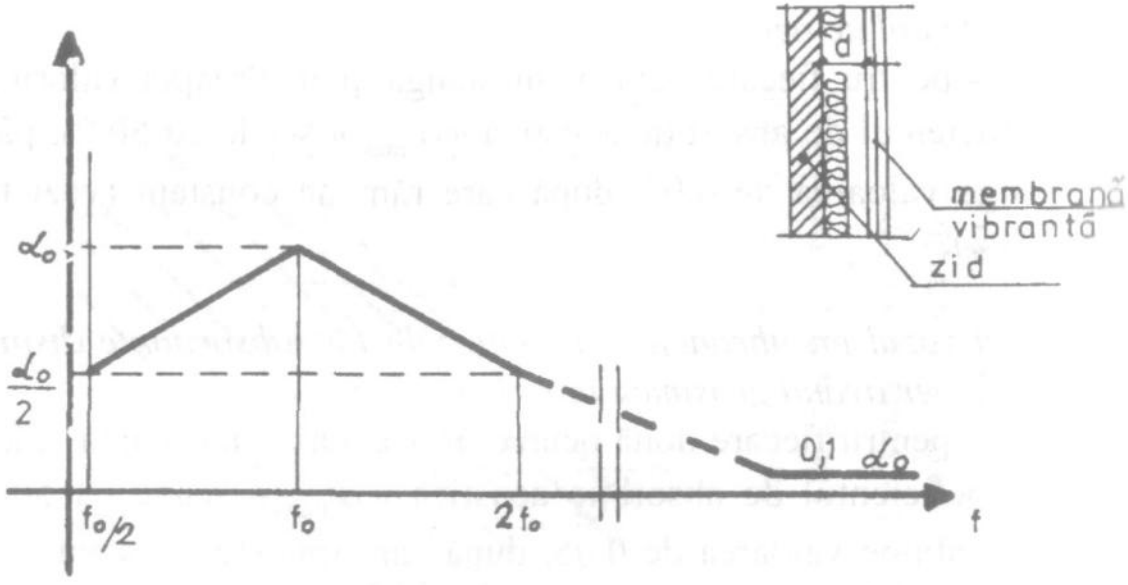


Fig. A.8.3. Determinarea curbei coeficienților α pentru o membrană vibrantă cu substrat de material fonoabsorbant

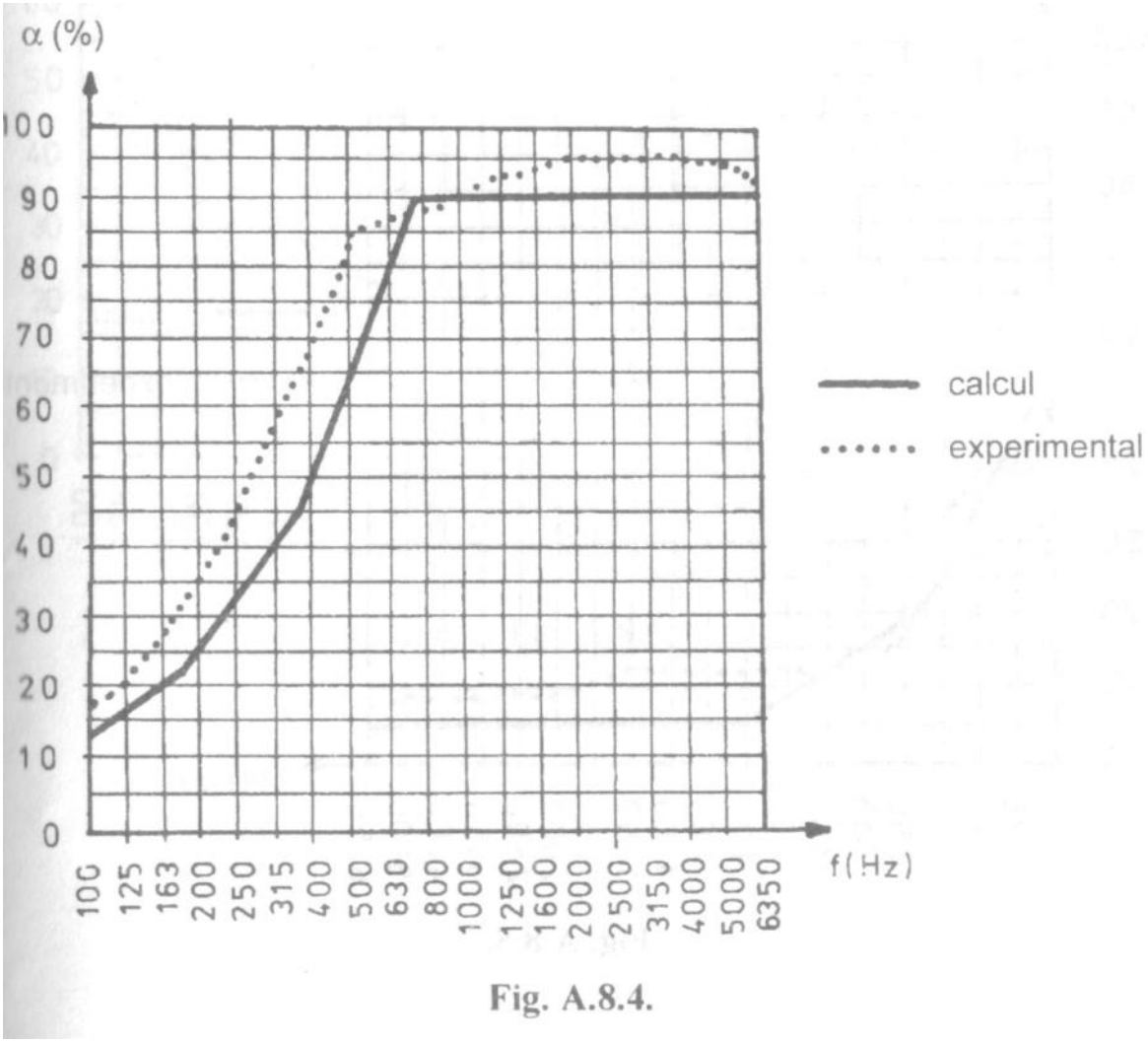


Fig. A.8.4.

Curba coeficienților de absorbție acustică «$\alpha_i(f)$» se construieşte conform pct. a din Anexa 7 (vezi fig. A.8.3).

b) Membrană din placaj de fag de 5mm grosime dispusă la 15cm de un perete, fără substrat de material fonoabsorbant. Frecvența de rezonanță se calculează cu relația A.8.4.

$$f_o = \frac{850}{\sqrt{md}} = \frac{850}{\sqrt{4 \cdot 15}} \cong 110Hz$$

Curba coeficienților de absorbție acustică «$\alpha_i(f)$» se construieşte conform pct. c.l. din Anexa 8 (vezi fig. A.8.5.).

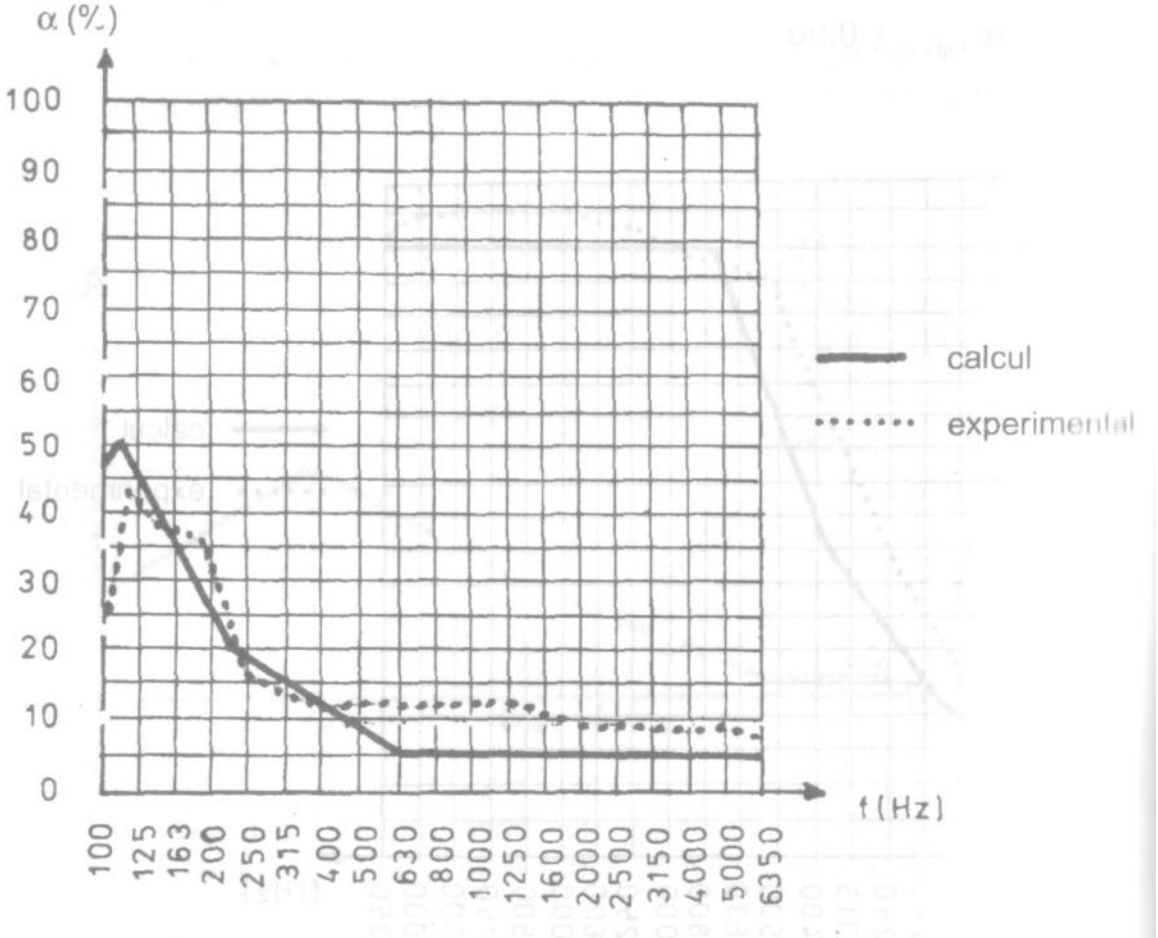


Fig. A.8.5.

c) Membrană din placaj de fag de 5 mm grosime dispusă la 15cm de un perete, cu substrat de vată minerală P90, de 5 cm grosime.

Frecvența de rezonanță este identică cu cea de la exemplul «6», 10 Hz.

Curba coeficienților de absorbție acustică «$\alpha_i(f)$» se construieşte conform pct. c.2. din Anexa 8 (vezi fig. A.8.6.).

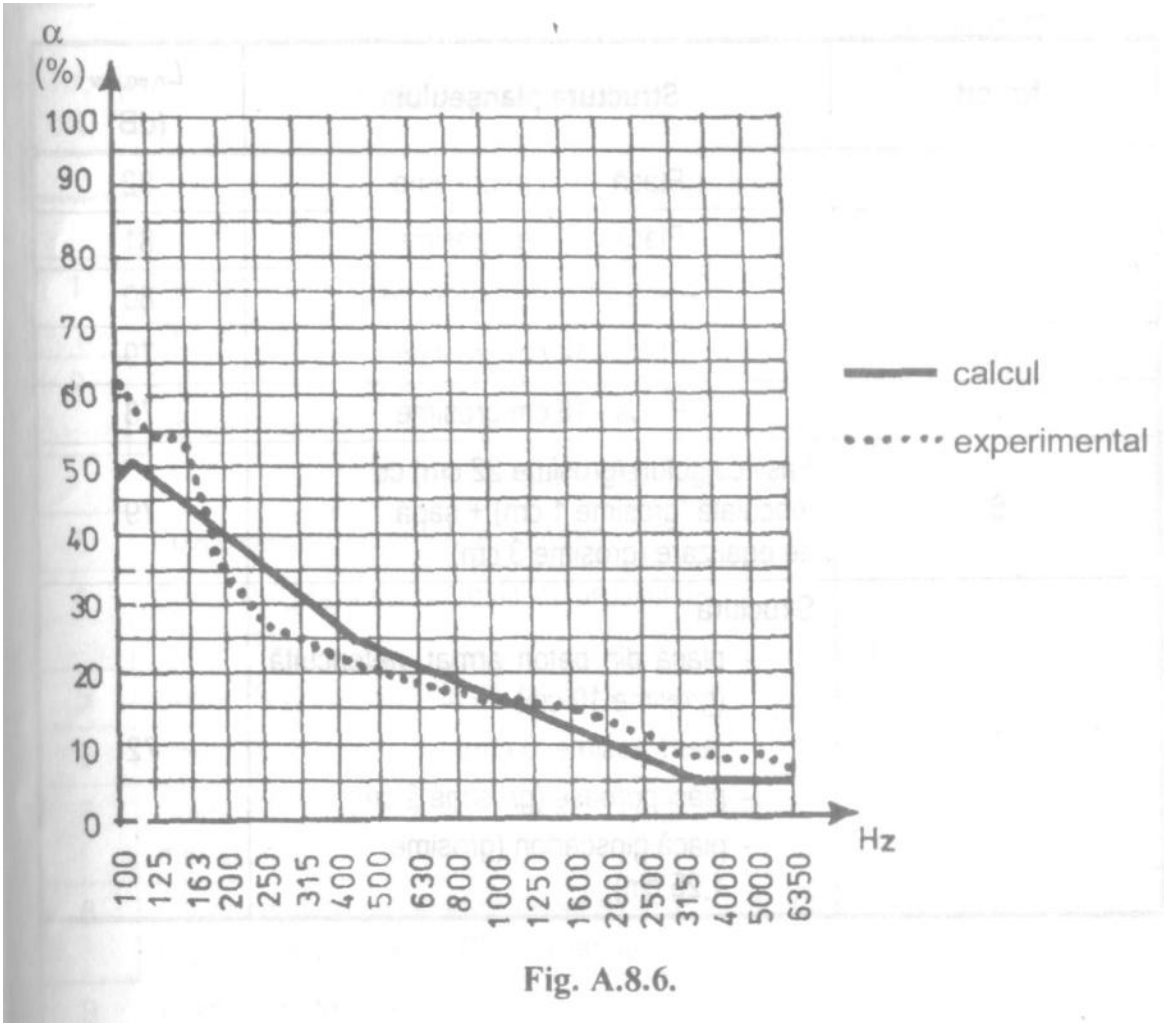

α
(%)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
100
125
163
200
250
315
400
500
630
800
1000
1250
1600
2000
2500
3150
4000
5000
6350
Hz
calcul
experimental

Fig. A.8.6.

ANEXA 9

Valorile indicelui de izolare $L_{n,eq,ow}$ pentru planşee din beton armat

Nr. crt.	Structura planşeului	$L_{n,eq,o,w}$ (dB)
1	Placă - 10 cm grosime	82
2	Placă - 11 cm grosime	81
3	Placă - 12,5 cm grosime	80
4	Placă - 14 cm grosime	79
5	Placă - 16 cm grosime	78
6	Fâşii cu goluri (grosime 22 cm) cu tencuială (grosime 1 cm) + şapă de egalizare (grosime 3 cm)	79
7	Structura: - placă din beton armat, netencuită (grosime 10 cm); - aer (grosime 8 cm); - plăci poroase (grosime 2 cm); - placă gipscarton (grosime 1,25 cm);	72

ANEXA 10

Îmbunătățirea izolării la zgomot de impact ΔL_w pentru diferite tipuri de pardoseli

Nr. crt.	Tipul de pardoseală	Îmbunătățirea izolării la zgomot de impact ΔL_w (dB)
	Parchet	
1	Parchet traditional pe grinzişoare de lemn lipite pe dala de beton	11
2	Parchet pe grinzişoare de lemn şi strat elastic de 2,5 cm grosime	21
	Covoare, mochete	
3	Covor cauciuc cu grosime 3...4mm	5
4	Covor PVC fără suport textil, cu grosimi de 1,5...2 mm	7
5	Covor PVC cu suport textil, cu grosimi de 2...2,5 mm	9
6	Covor PVC cu suport textil, cu grosimi de 2,5...5 mm	11
7	Covor PVC cu suport fonoizolator , cu grosime de min. 2,5mm	16
8	Covor din fibre poliamidice depuse electrostatic, cu suport fonoizolator din PVC expandat	18
9	Mochetă nețesută	20
	Dale flotante	
10	Pardoseli din parchet sau covor PVC fără suport textil lipit pe dala flotantă din beton pe strat elastic din vată minerală de 10 mm grosime	23
11	Idem pe strat elastic de 20mm grosime	28
12	Tdem pe strat elastic din polistiren ecruisat	22

ANEXA 10

Calculul indicelui de îmbunătățire a izolării la zgomot de impact ΔL_w, corespunzător unei pardoseli pe dală flotantă

Indicele de îmbunătățire a izolării la zgomot de impact ΔL_w, corespunzător unei pardoseli pe dală flotantă, se calculează astfel:

1. Se adoptă un planşeu de referinţă (planşeu de beton armat de 12 cm grosime) pentru care se cunosc valorile nivelului normalizat ni zgomotului de impact, $L_{n,r,o}$ (tabelul A.l 1.1 şi fig. A.l 1.1) şi indicele de izolare la zgomot de impact, $L_{n,r,o,w}$ = 78 dB.

Tabelul A.11.1

Frecvența (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630
$L_{n,r,o}$ (dB)	67	67,5	68	68,5	69	69,5	70	70,5	71

Frecvența (Hz)	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
$L_{n,r,o}$ (dB)	71,5	72	72	72	72	72	72

2. Se alege un anumit strat elastic, de grosime h, caracterizat prin rigiditate dinamică specifică k, în MN/m^3, conform tabelului A.l1.2.

Tabelul A.11.2

Nr. crt.	Denumirea materialului	Grosimea stratului (mm)	Rigiditatea dinamică specifică *k* (MN/m^3)
1	Plăci din polistiren celular ecruisat	10	15
2	Plăci poroase din vată minerală ($\rho \approx 100$ kg/m³)	20	20
3	Membrane din cauciuc sintetic liat cu răşină poliuretanică • ρ = 720 kg/m³ • ρ = 800 kg/m³	8 ... 10	 54 58

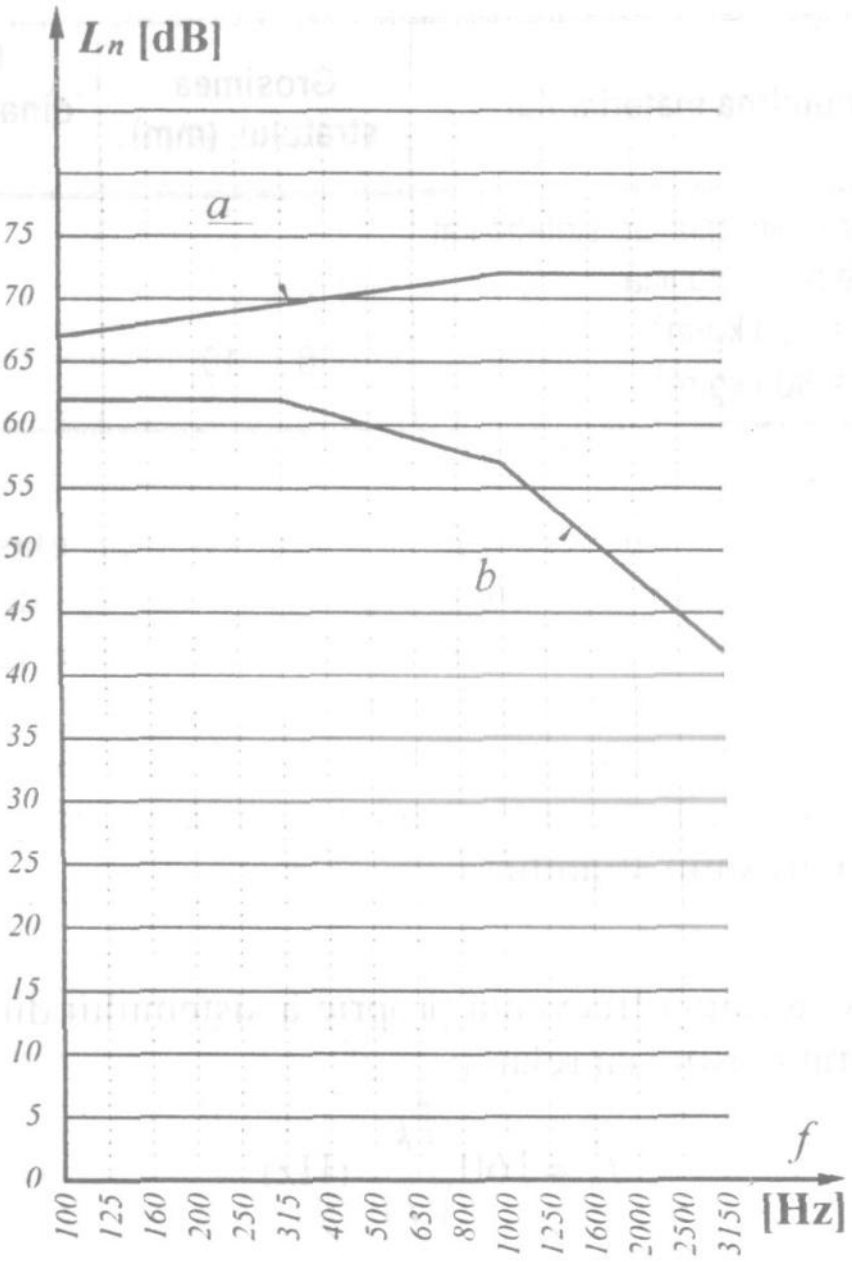


Fig. A.11.1.

a – curba $L_{n,r,o}$ a planşeului de referinţă

b – curba etalon a nivelelor normalizate ale zgomotului de impact

Observații:

o Pentru alte grosimi ale materialelor elastice (până la 50 mm) rigiditatea dinamică specifică se determină prin măsurarea conform STAS 8048/1, dacă nu este precizată în agrementele tehnice ale produselor.

o Pentru calcule orientative, se admite că rigiditatea dinamică specifică a materialului variază invers proporțional cu variația grosimii stratului.

3. Se determină frecvența proprie a sistemului dinamic alcătuit din dală pe strat elastic, cu relația:

$$f_o = 160\sqrt{\frac{k}{m}} \text{ (Hz)} \quad \textbf{(A.II.I)}$$

în care:

k - rigiditatea dinamică specifică corespunzătoare stratului elastic, în MN/m^3;

m-masa pe unitatea de suprafață corespunzătoare dalei şi stratului de uzură al pardoselii, în kg/m^2.

4. Se construieşte curba nivelelor normalizate $L_n(f)$, corespunzătoare complexului constructiv format din planşeu de referință + pardoseală pe dală flotantă, după cum urmează:

o pentru frecvențe inferioare frecvenței f_0, curba $L_n(f)$ identică cu curba $L_{n,r,o}$ corespunzătore planşeului de referință;

o pentru frecvențe superioare frecvenței f_0, curba $L_n(f)$ compune din două segmente de dreaptă, astfel:

• primul segment, descendent, cu panta de 10 dB/ octavă, până în dreptul frecvenței $4f_0$;

• al doilea segment, descendent, cu panta de 8 dB/ octavă, până în dreptul frecvenței de 3150 Hz.

5. Se determină indicele de izolare la zgomot de impact, $L_n(f)$ corespunzător complexului constructiv format din planşeu de referința + pardoseală pe dală flotantă. Metodologia de determinare este cea prezentată în SR EN ISO 717-2 şi constă în compararea curbei $L_n(f)$, construită conform punctelor 1-4, cu curba etalon a nivelelor normalizate ale zgomotului de impact.

6. Se calculează indicele de îmbunătățire a izolării la zgomot de impact, ΔL_w, corespunzător pardoselii pe dală flotantă, cu relația:

$$\Delta L_w = L_{n,r,o,w} - L_{n,r,w} = 78 \text{ dB} - L_{n,r,w} \text{ (dB)} \quad \textbf{(A.11.2)}$$

Observație: În această anexă au fost adoptate notațiile din SR EN ISO 717-2.

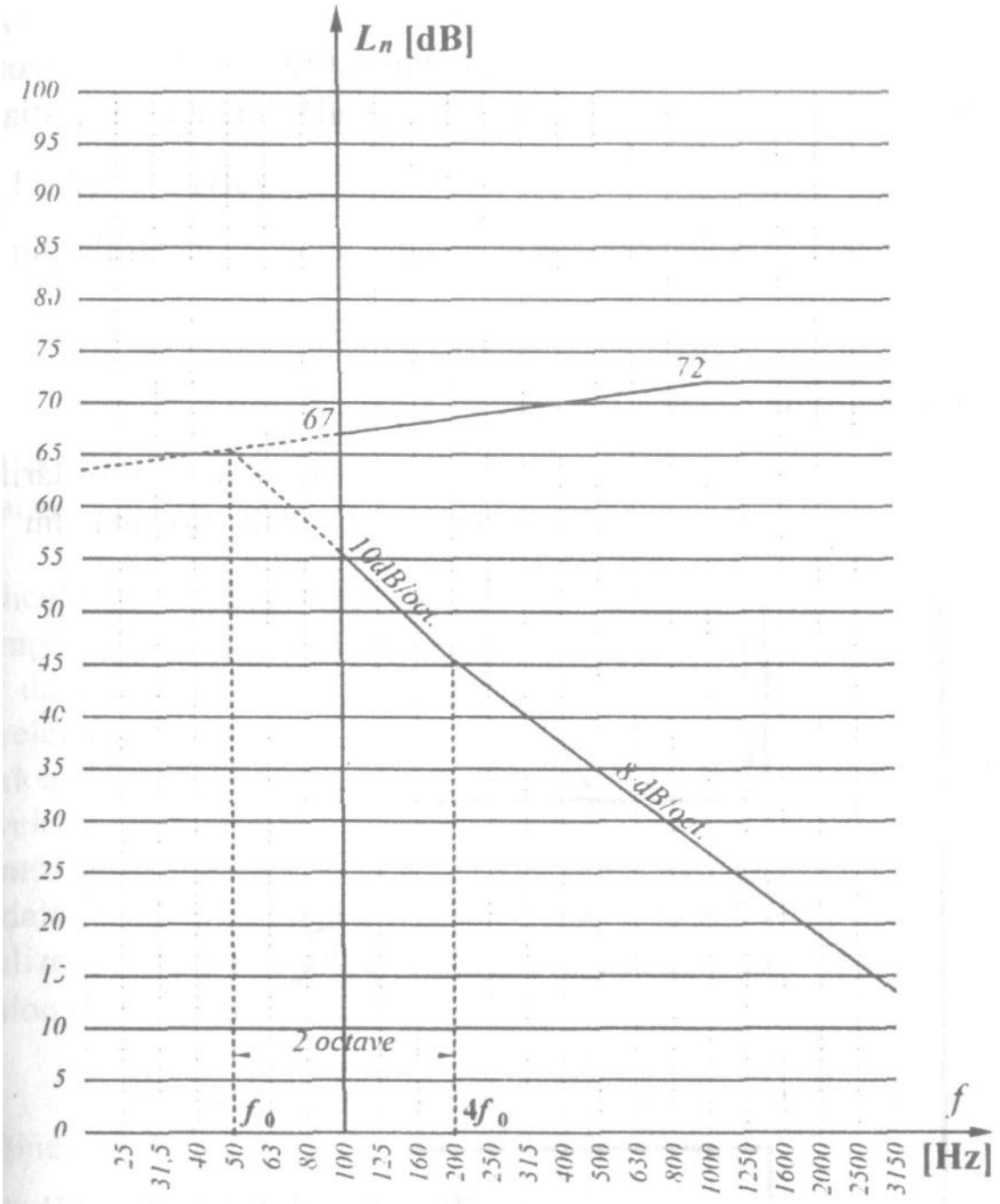


Figura A.11.2. Construcția curbei L_n (f) corespunzătoare complexului constructiv „planșeu de referință + pardoseală pe dală flotantă"

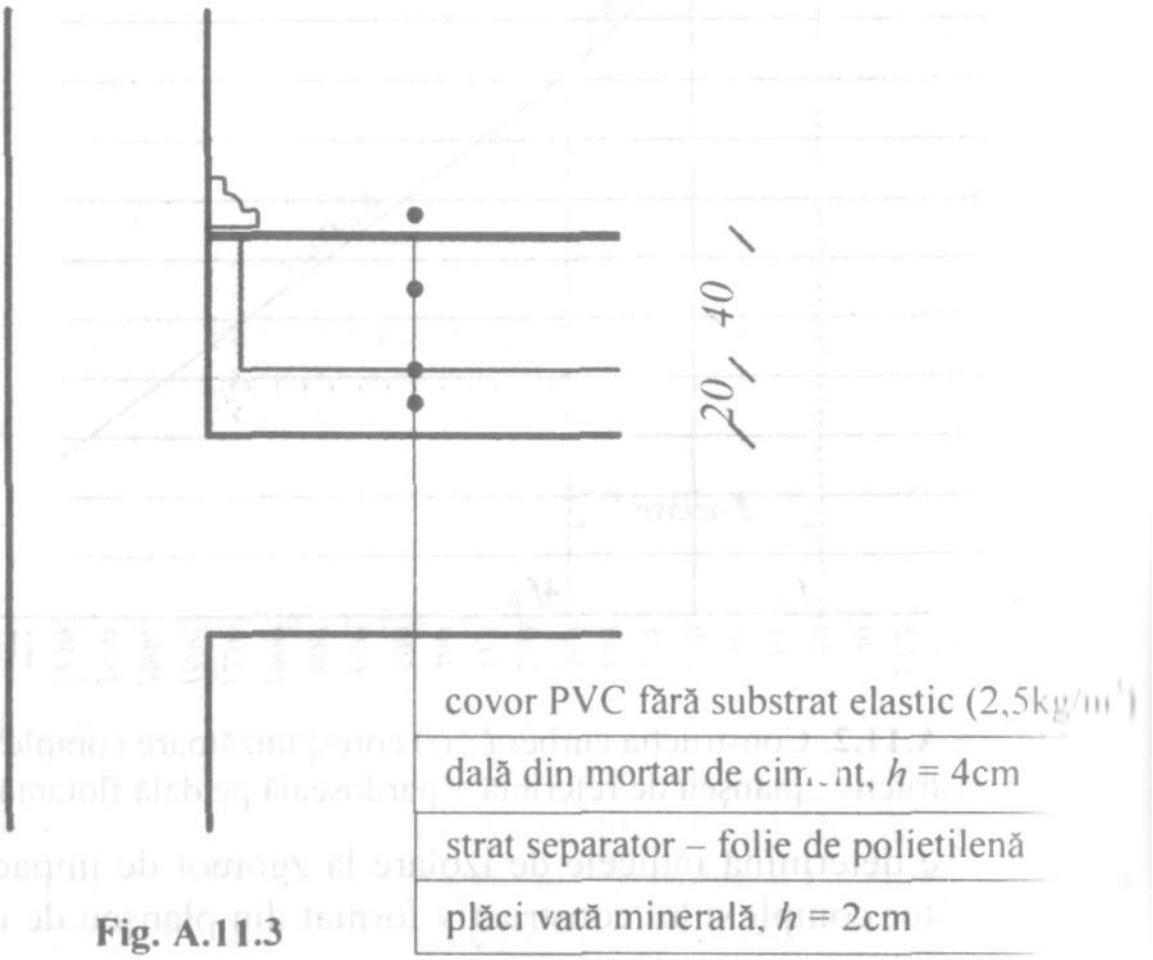


Fig. A.11.3

Exemplu de calcul

Se cere determinarea indicelui de îmbunătățire a izolării la zgomot de impact ΔL_w, pentru pardoseala pe dală flotantă din fig. A.11.3.

a. Rigiditatea dinamică specifică a stratului elastic, conform tabelului A. 11.2 este k = 20 MN/m^3:

b. Masa pe unitatea de suprafață corespunzătoare dalei şi stratului de uzură al pardoselii:
m = 0,04 x 2200 + 2,5 = 90,5 kg/m

c. Frecvența proprie a sistemului reprezentat de dala flotantă:

$$f_o = 160\sqrt{\frac{k}{m}} = 160\sqrt{\frac{20}{90,5}} \approx 75Hz$$

d. Se construieşte curba $L_n(f)$ a complexului constructiv format din planşeu de referință şi pardoseală pe dală flotanți, conform pct. 4 al acestei anexe. Curba $L_n(f)$ este prezentată în fig. A. 11.4.

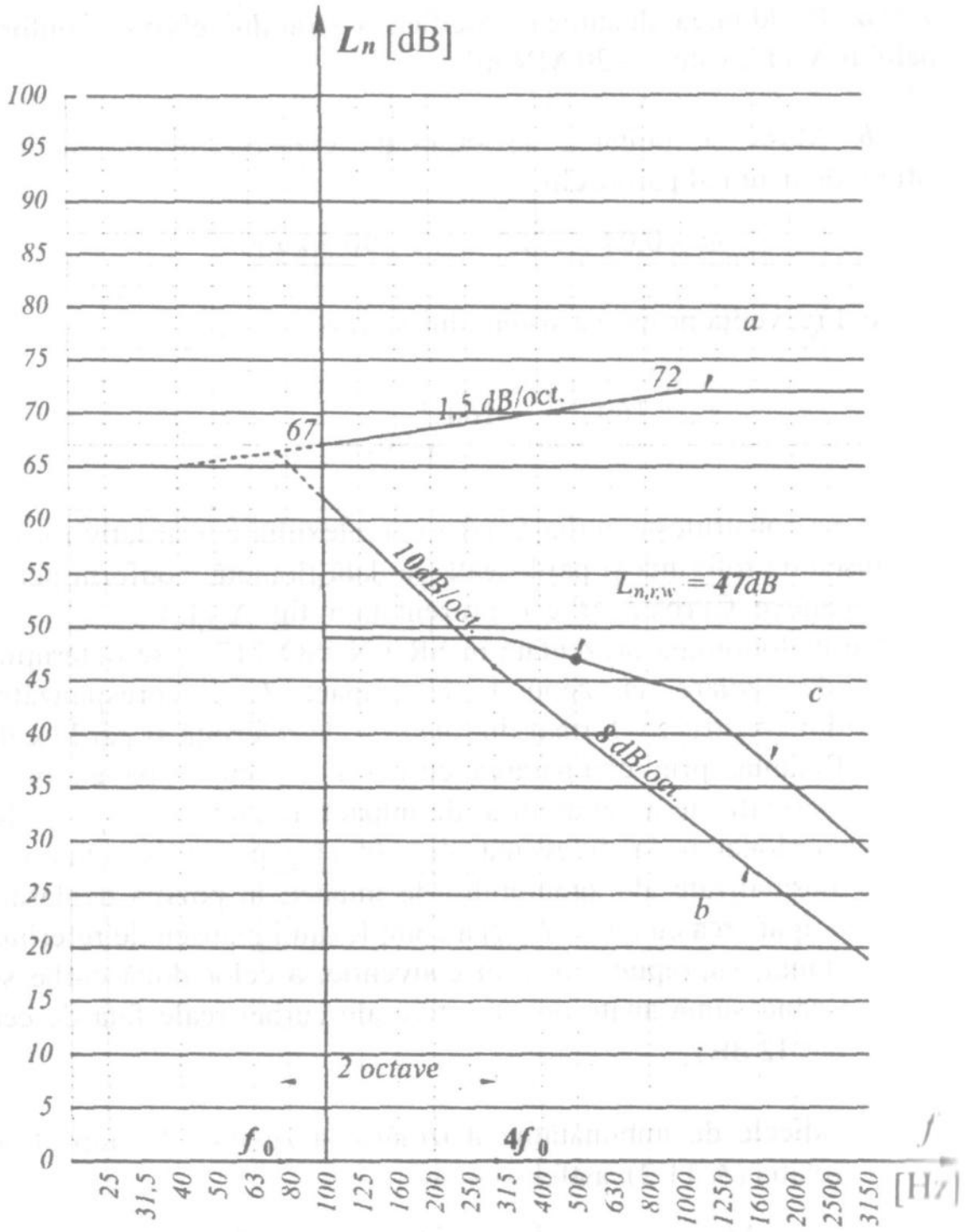


Fig. A.11.4. Determinarea indicelui $L_{n,r,w}$

a - curba $L_{n,r,0}$ a planşeului de referinţă;

b - curba $L_n(f)$ a planşeului de referinţă cu pardoseala pe dală flotantă;

c - curba etalon a nivelelor normalizate ale zgomotului de impact, în poziţia deplasată pentru suprapunerea cu curba $L_n(f)$.

Cu metodologia prezentată în SR EN ISO 717-2, se determină indicele de izolare la zgomot de impact $L_{n,r,w}$ corespunzător complexului constructiv format din planşeu de referinţă şi pardoseală De dală flotantă, prin compararea curbei $L_n(f)$ cu curba etalon a nivelelor normalizate a zgomotului de impact. Rezultă $L_{n,r,w}$ = 47 dB (valoarea ordonatei, la frecvenţa de 500 Hz, pe curba etalon a nivelelor normalizate ale zgomotului de impact, în poziţia deplasată pentru suprapunerea cu curba $L_n(f)$ a complexului planşeu de referinţă + dală flotantă; suprapunerea, prin convenţie, a celor două curbe se realizează când suma abaterilor negative ale curbei reale faţă de cea etalon este < 32 dB).

e. Indicele de îmbunătăţire a izolării la zgomot de impact se obţine cu relaţia (A. 11.2), astfel:
$\Delta L_w = L_{n,r,o,w} - L_{n,r,w} = 78 - 47 = 31$ dB.

ANEXA 12

Elemente de calcul acustic al instalaţiilor VCA

A.12.1. Calculul nivelului de zgomot aerian produs de echipamentele din centralele VCA. cu volum mai mic de 1000 m^3 fără tratamente fonoabsorbante, se face după cum urmează:

a) Ventilatoare

Calculul nivelului de zgomot aerian se face cu relaţia:

$L^a_v = 10\lg(Qp_o^2) + k$, [dB(A)] **(A 12.1)**

unde au fost utilizate notaţiile:

Q -debitul ventilatorului [mVh];

p_o - presiunea statică [mm col. H_2O];

k - coeficient de corecţie ce ţine seama de tipul ventilatorului [dB(A)].

Coeficientul de corecţie k se adoptă în funcţie de tipul ventilatorului după cum urmează:

1 ° ventilatoare axiale k = 15 [dB(A)]

2° ventilatoare centrifugale

- cu aripi înclinate înainte k = 10[dB(A)]
- cu aripi înclinate înapoi k = 5 [dB(A)]

b) Motoare electrice (cu puteri mai mici de 100 kW)

Calculul nivelului de zgomot aerian se face cu relaţia:

$L^a_c = 10\lg(Pn^2) + 10$ [dB(A)] **(A 12.2)**

unde au fost utilizate notaţiile:

P - puterea nominală a electromotorului [kW];

n - turaţia electromotorului [rot/min.].

c) Compresoare cu piston

Calculul nivelului de zgomot aerian se face cu relaţia

$L^a_c = 6\lg(Pn) + 65$ [dB(A)] **(A12.3)**

unde au fost utilizate notaţiile:

P - puterea nominală a compresorului [kW];

n - turaţia compresorului [rot/min.].

d) Electropompe

Calculul nivelului de zgomot aerian se face cu relaţia (A 12.2), deoarece, în timpul funcţionării electropompelor, motoarele electrice de antrenare produc zgomote dominante.

A 12.2. Calculul nivelului global de putere acustică a ventilatoarelor se poate face în mod acoperitor cu ajutorul diagramelor din figurile A 12.1, A 12.2 şi A l2.3. Aceste diagrame sunt construite cu ajutorul relațiilor

$L_{v,p} = 22 + l0 \lg Q + 2o \lg p_o$[dB] **(A12.4)**

$L_{v,p} = 75 + 101g\ Q + 10 \lg p_o$ [dB] **(A12.5)**

$L_{v,p} = 28 + 20 \lg Q + l0 \lg Q$ [dB] **(A12.6)**

unde au fost utilizate notațiile:

Q - debitul ventilatorului [m^3/h];

p_0 - presiunea statică [mm col. H_3O];

P - puterea electromotorului [kW].

În funcție de tipul ventilatorului, repartizarea nivelului de putere acustică $L_{v,p}$ în benzi de frecvență de 1/1 octavă în domeniul 61- 4000 Hz, se face cu ajutorul diagramei din figura Al 2.4.

A12.3. Calculul atenuărilor nivelului de zgomot aerodinamic datorită condițiilor de propagare a jetului de aer în lungul canalelor de ventilare se face după cum urmează:

a) Calculul atenuărilor naturale

1° Pentru tronsoanele drepte ale canalelor din tablă, beton sau zidărie din cărămidă, atenuările se determină, acoperitor, pe baza graficului din figura A 12.5. Valorile atenuărilor sunt valabile în fiecare bandă de frecvență de 1/1 octavă din domeniul 63-4000 Hz.

2° Pentru colurile în unghi drept ale canalelor din tablă, beton sau zidărie din cărămidă, atenuările se determină, acoperitor, pe baza graficului din figura Al2.6.

3° Pentru schimbările bruşte de secțiune ale canalelor din tablă, beton sau zidărie din cărămidă, atenuările se determină, acoperitor, pe baza graficului din figura A12.7. Valorile atenuărilor sunt valabile în fiecare bandă de frecvență de l/l octavă din domeniul 63-4000 Hz. Curba din figura Al 2.7 este construită cu ajutorul relației

$$\Delta L = 10 \lg \frac{(1+m)^2}{4m} \text{ [dB]} \quad \textbf{(A12.7)}$$

unde au fost utilizate notațiile:

$$m = \frac{S_1}{S_2};$$

S_1, S_2 - ariile secțiunilor canalului înainte şi după schimbarea de secțiune (în aceeaşi unitate de măsură).

4° Pentru ramificații ale canalelor din tablă, beton sau zidărie clin cărămidă, atenuările se determină, acoperitor, pe baza graficului din figura A 12.8. Valorile atenuărilor sunt valabile în fiecare bandă de frecvență de 1/1 octavă din domeniul 63-4000 Hz. Curba din figura A 12.8 este construită cu ajutorul relației

$$\Delta L = 10 \lg \frac{1}{n_i} \text{ [dB]} \quad \textbf{(A12.8)}$$

unde au fost utilizate notațiile:

$$m = \frac{S_i}{S}$$

S, S_i - ariile secțiunii canalului înainte de ramificație, respectiv a secțiunii ramificației i (în aceeaşi unitate de măsură).

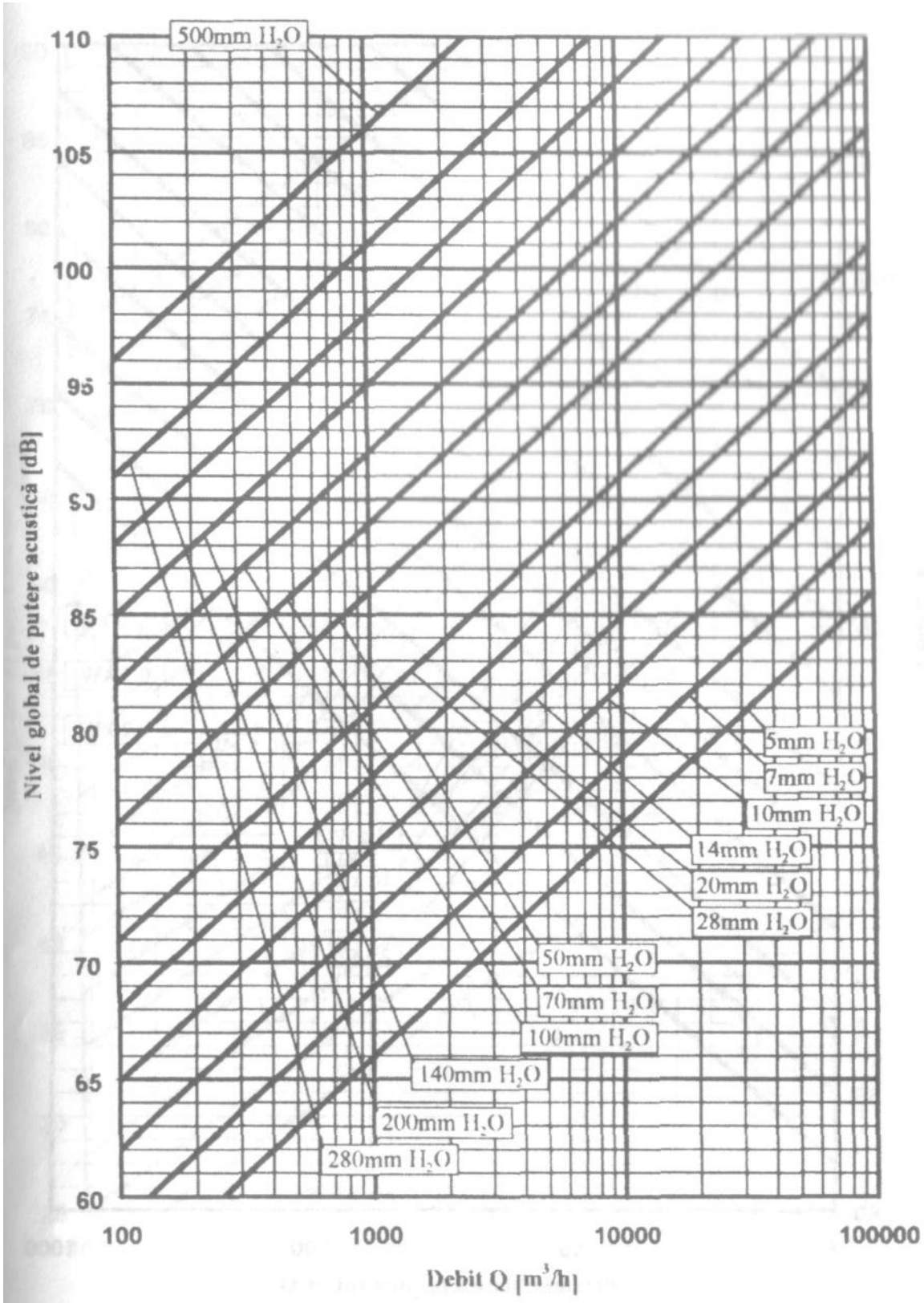


Fig. A12.1. Variația nivelului global de putere acustică în funcție de debitul Q și presiunea statică p_0

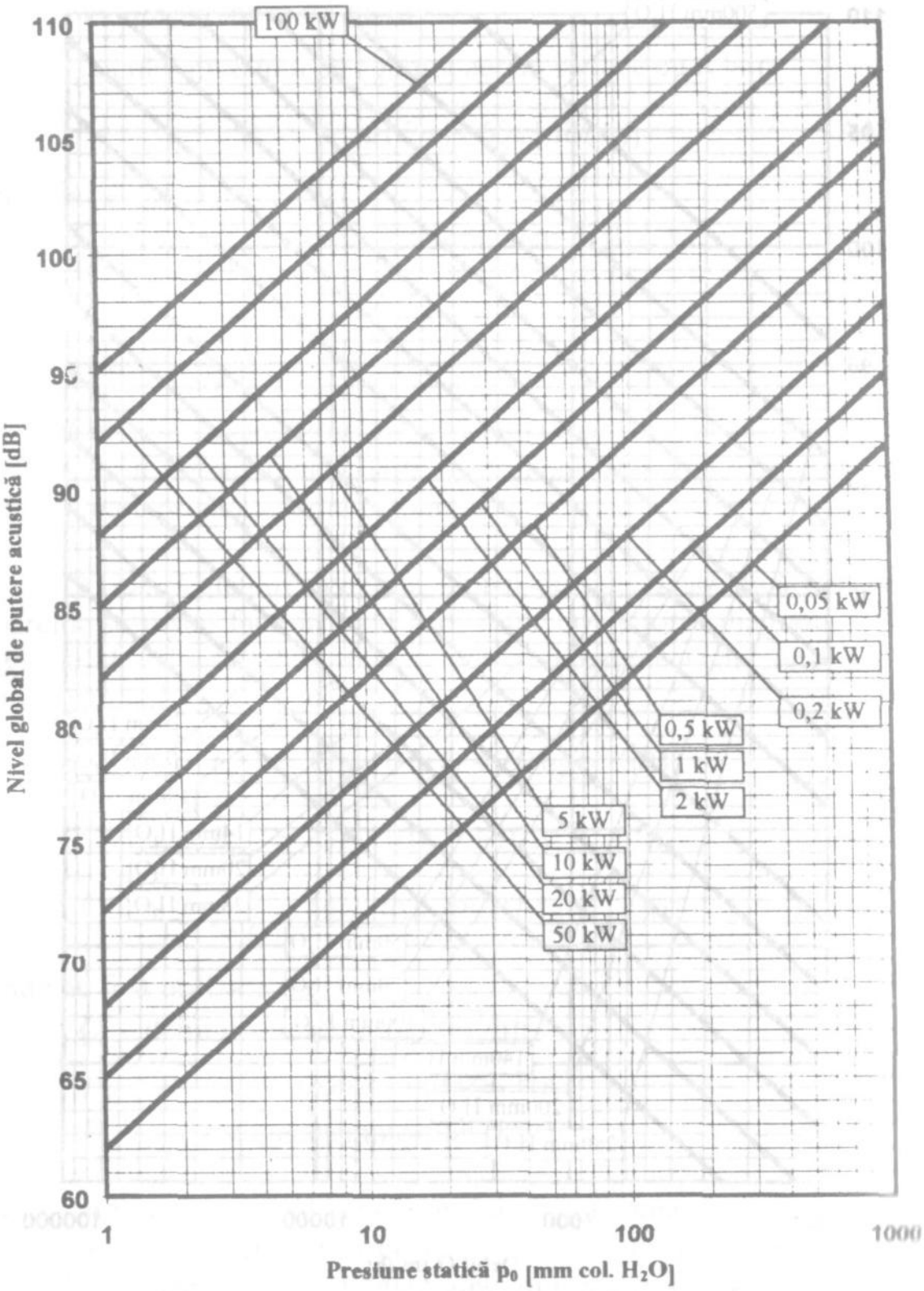


Fig. A12.2. Variația nivelului global de putere acustică în funcție de puterea P și presiunea statică p_0

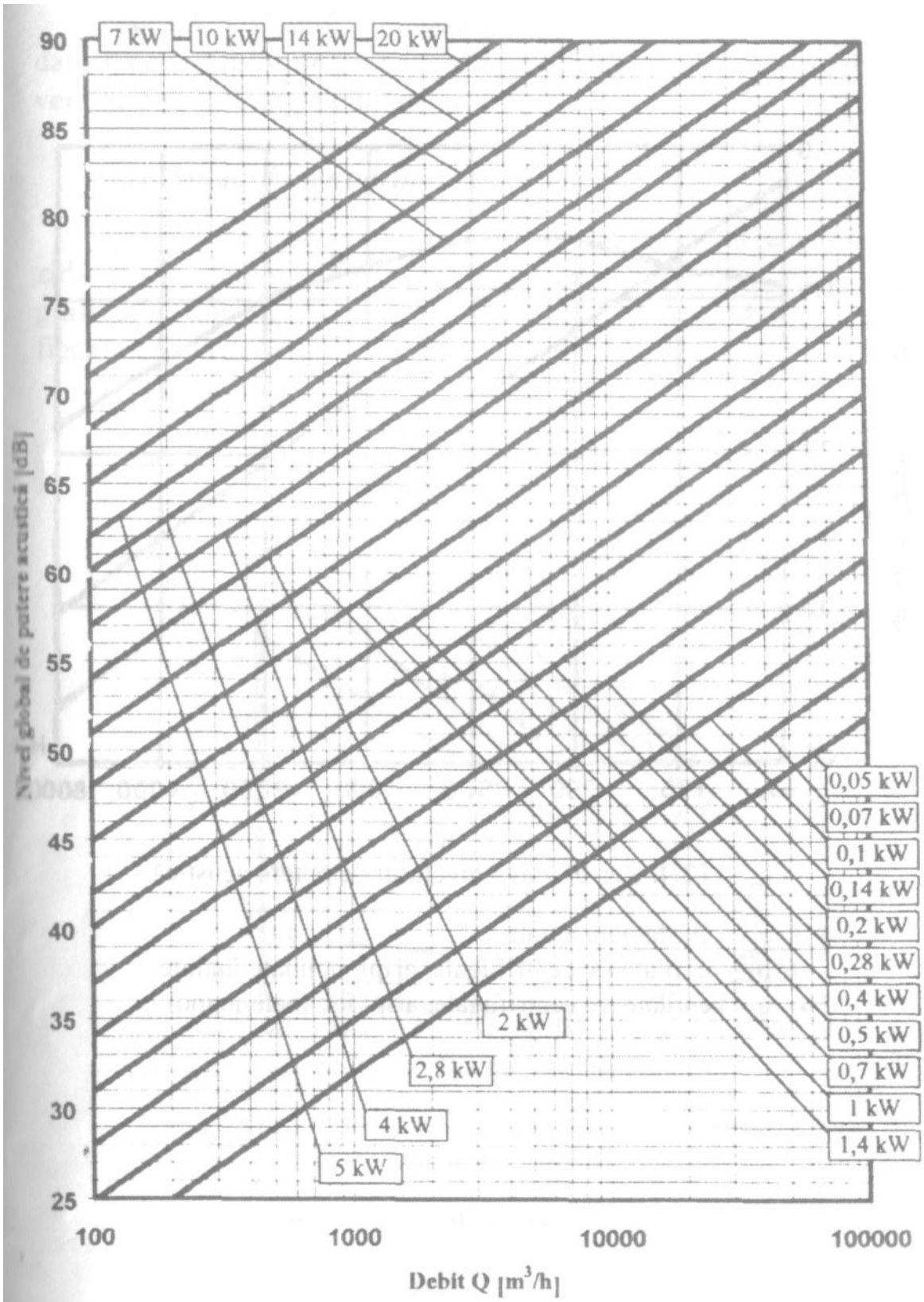


Fig. A12.3. Variația nivelului global de putere acustică în funcție de puterea P și debitul Q

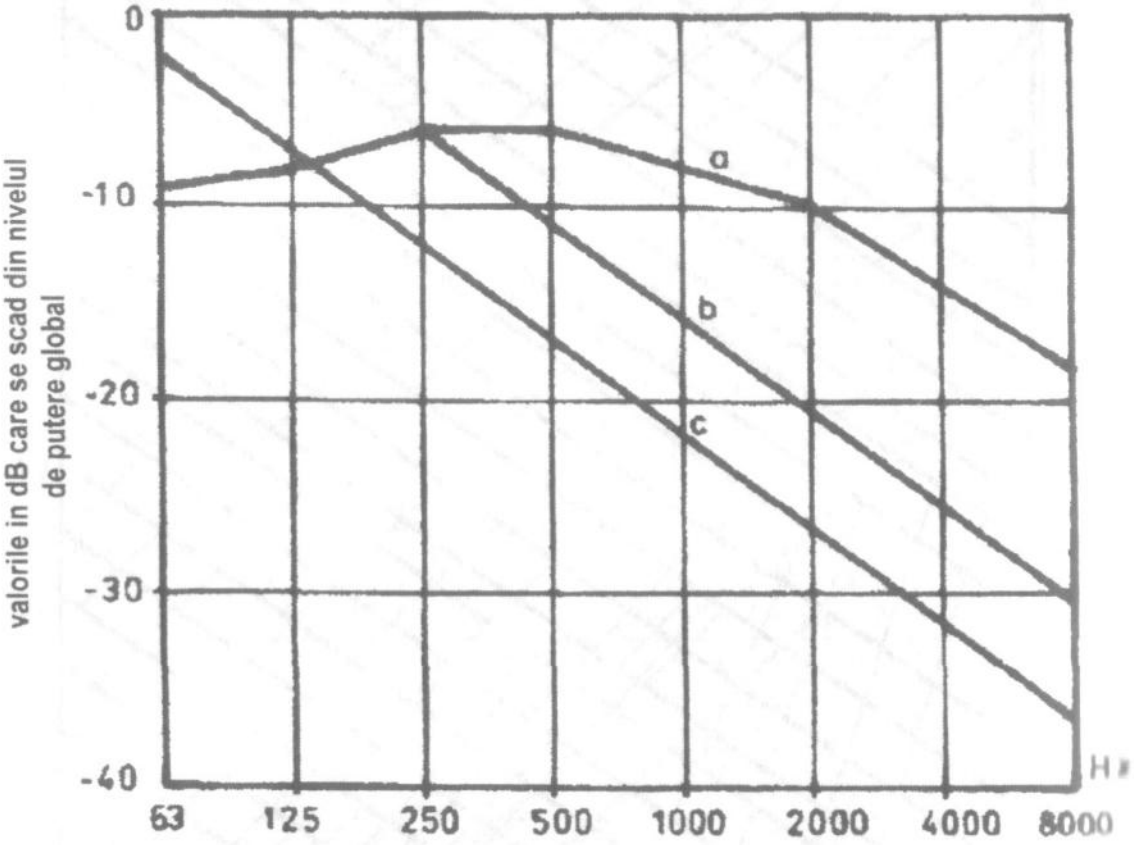


Fig. A12.4. Repartizarea nivelului de putere acustică

a – ventilatoare axiale
b – ventilatoare centrifugale, aripi înclinate înainte
c – ventilatoare centrifugale, aripi înclinate înapoi

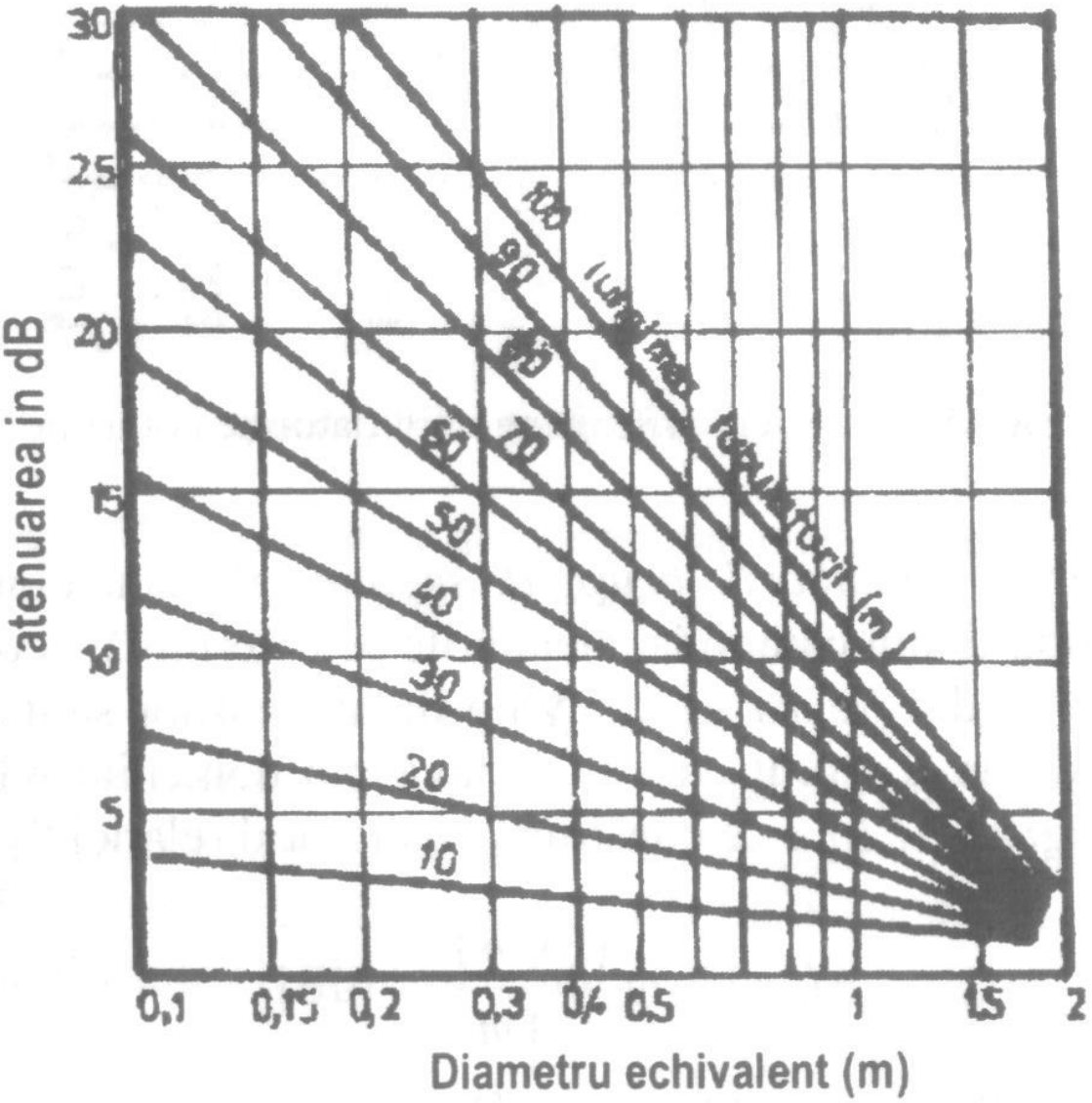


Fig. A12.5. Atenuările de zgomot datorate tronsoanelor drepte ale canalelor

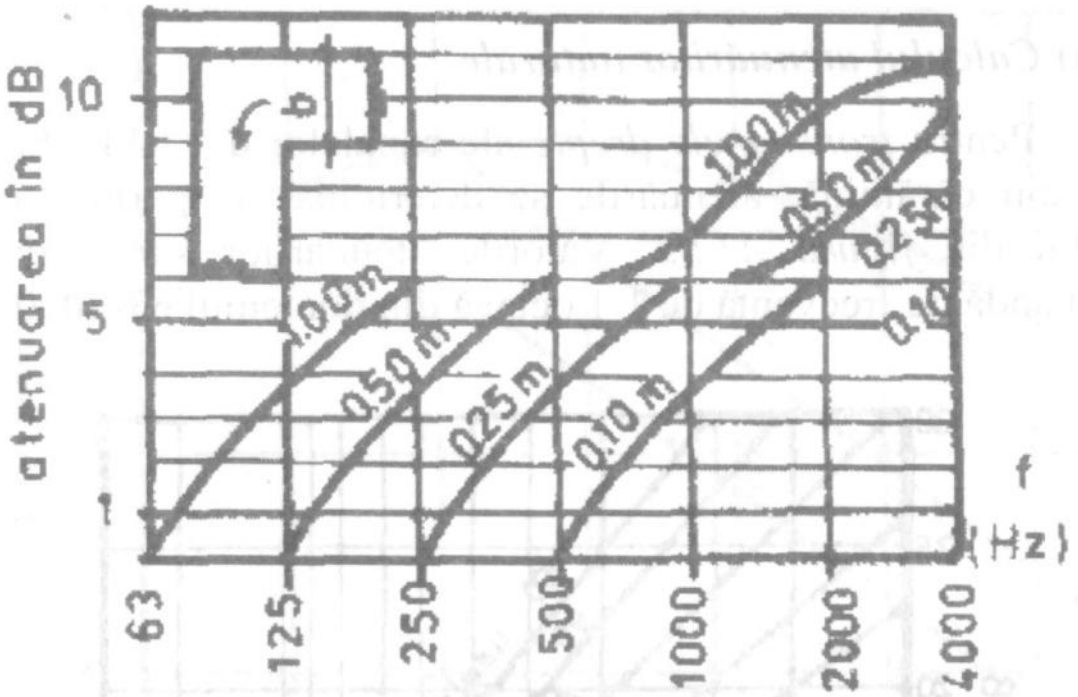


Fig. A12.6. Atenuările de zgomot datorate coturilor

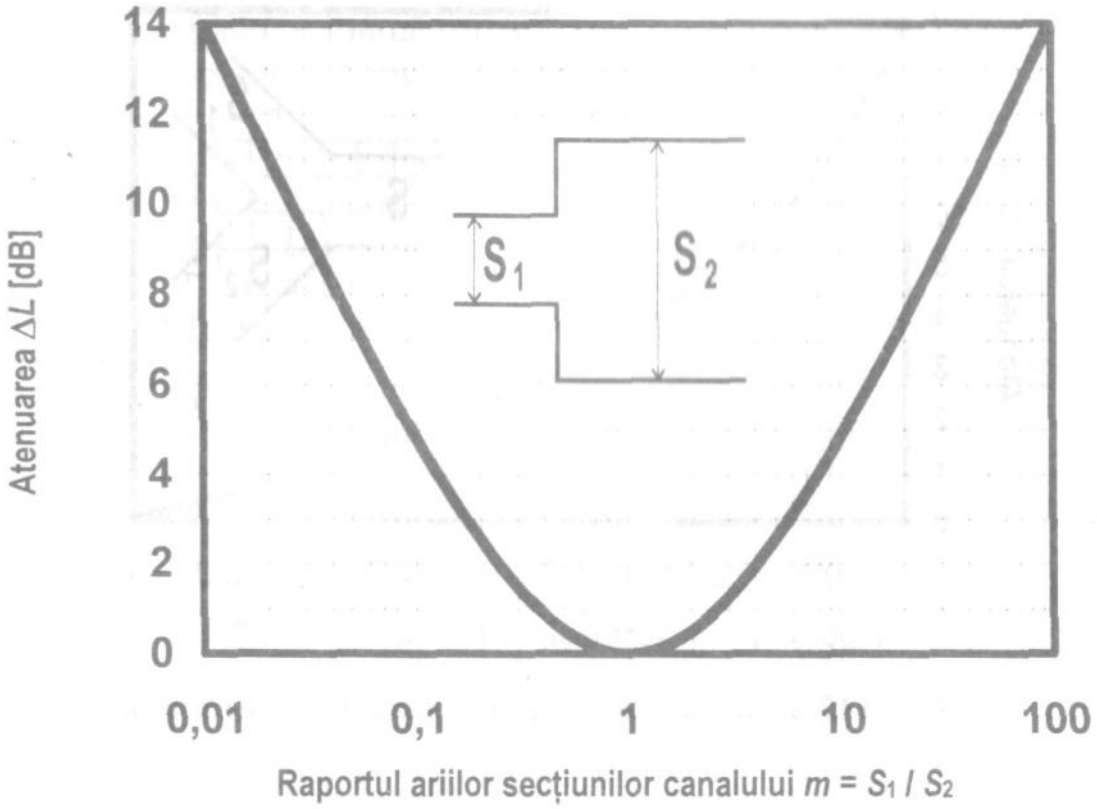


Fig. A12.7. Atenuările de zgomot datorate schimbărilor bruște de secțiune

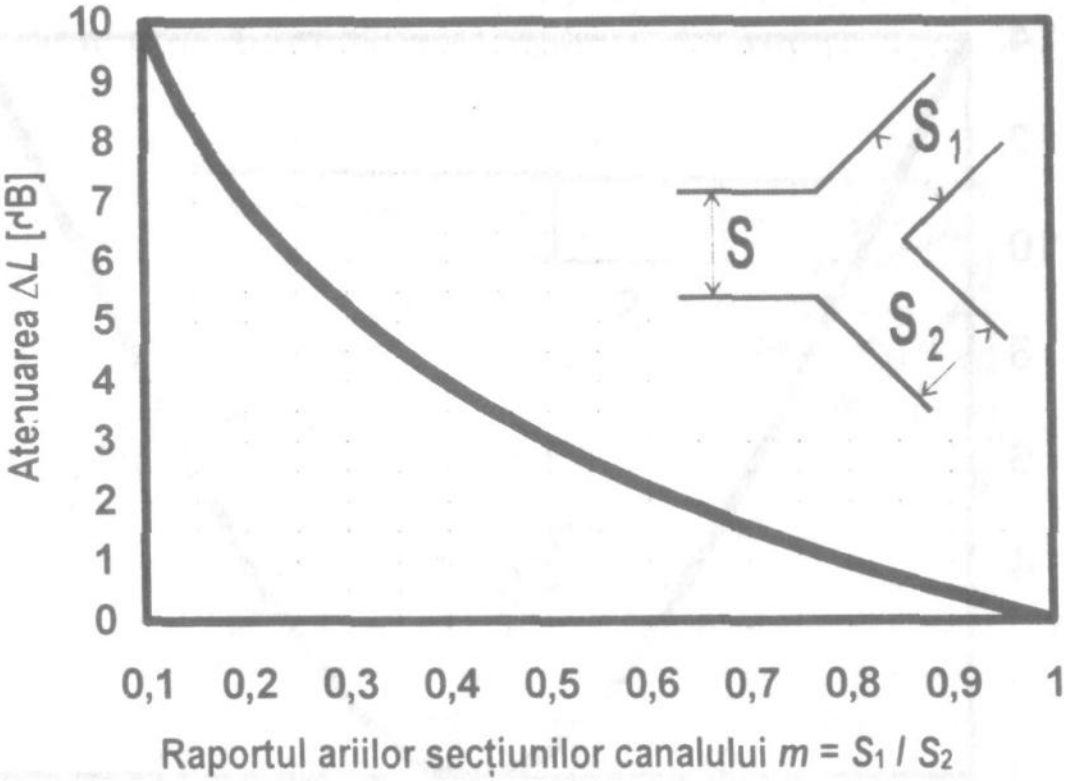


Fig. A12.8. Atenuările de zgomot datorate ramificațiilor

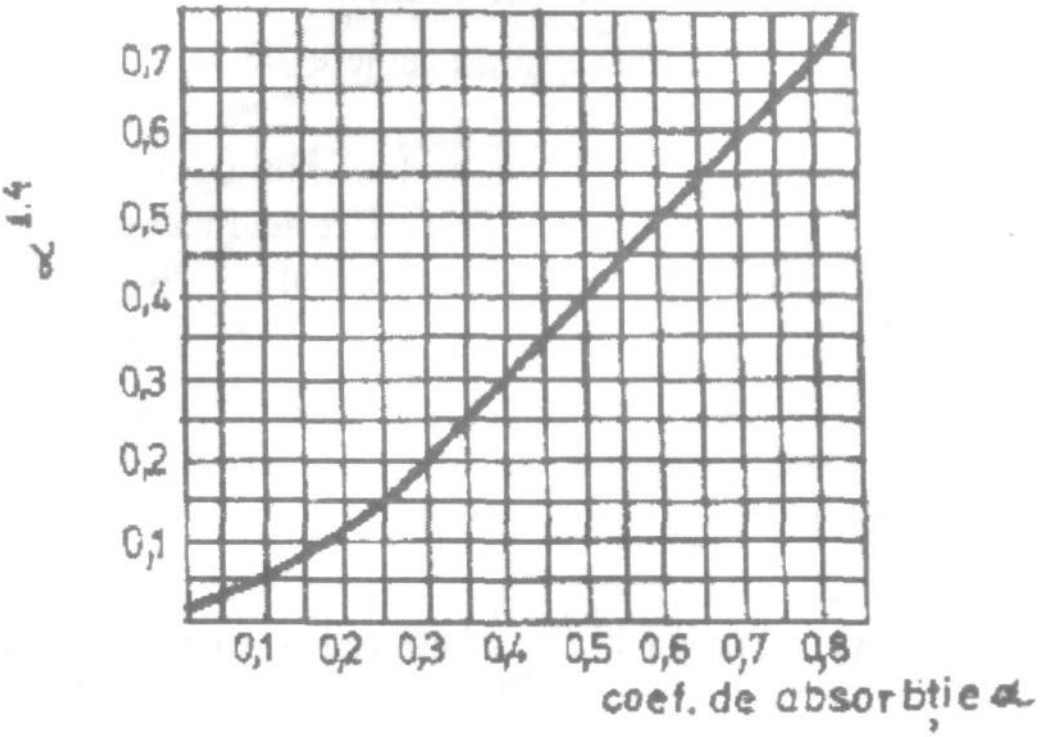


Fig. A12.9. Curba de variație a terenului $\alpha^{1.4}$

b) Calculul atenuărilor prin procedee speciale

1° Atenuările obținute prin căptuşirea cu material fonoabsorbant a unui tronson de canal de ventilare se determină, acoperitor, cu relația:

$$\Delta L = 1{,}05 l \frac{P}{S} \alpha^{1,4} \text{ [dB]} \qquad \textbf{(A12.9)}$$

unde au fost utilizate notațiile:

l - lungimea zonei căptuşite din canal [m];

P - perimetrul secțiunii transversale a tronsonului de canal căptuşit [m];

S - aria secțiunii transversale a tronsonului de canal căptuşii [m^2];

$\alpha^{1,4}$ - coeficient care se determină în funcție de coeficientul de absorbție α pe baza graficului din figura A 12.9;

α - coeficientul de absorbție acustică ce corespunde căptuşelii din material fonoabsorbant aplicată tronsonului de canal (la frecvențele pentru care se determină atenuarea).

Relația (A 12.9) este valabilă în domeniul de frecvențe în care este îndeplinită condiția:

$$\frac{d}{2} \le \lambda < d \qquad \textbf{(A 12.10)}$$

unde:

d - diametrul sau dimensiunea cea mai mare a secțiunii transversale a canalului [m];

λ - lungimea de undă [m] corespunzătoare frecvenței pentru care se face determinarea atenuării.

2° Atenuările active obținute prin prevederea unor camere de detentă se determină, acoperitor, cu relația:

$$\Delta L = 10.\lg \frac{A}{S_1} + 10.\lg \frac{S_2}{S_1} \text{ [dB]} \qquad \textbf{(A 12.11)}$$

unde au fost utilizate notațiile:

A - suprafața echivalentă de absorbție acustică corespunzătoare suprafețelor interioare ale camerei de detentă [m^2 U.A.];

S_1 - aria secțiunii transversale a canalului de ventilație [m^2];

S_2 - aria secțiunii transversale a camerei de detentă [m^2].

Relația (A 12.ll) este valabilă în domeniul de frecvențe în care este îndeplinită condiția (Al2.10), în care d este dimensiunea cea mai mare a secțiunii transversale a camerei de detentă.

3° Atenuările recidive obținute prin prevederea unor camere de detentă se determină, acoperitor, pe baza graficului din figura A12.10. Curbele din acest grafic au fost construite cu ajutorul relației:

$$\Delta L = 10 \lg \left[1 + \left(\frac{m^2 - 1}{2m} \sin kl \right) \right] \text{ [dB]} \qquad \textbf{(A12.12)}$$

unde au fost utilizate notațiile:

$$m = \frac{S_1}{S_2}$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

S_1 - aria secțiunii transversale a canalului de ventilație [m^2];

S_2 - aria secțiunii transversale a camerei de detentă [m^2];

l - lungimea camerei de detentă [m];

λ - lungimea de undă [m] corespunzătoare frecvenței pentru care se face determinarea atenuării.

Relația (Al2.12) este valabilă în domeniul de frecvențe în carp este îndeplinită condiția:

$\lambda \geq d$ **(A12.13)**

unde:

d - diametrul sau dimensiunea cea mai mare a secțiunii transversale a canalului [m].

4° Atenuările obținute prin prevederea unor atenuatoare active circulare simple de-a lungul canalelor de ventilație, se determină, conform celor prevăzute în prezenta anexă la §A12.3b)1°.

5° Atenuările obținute prin prevederea unor atenuatoare circulare cu bulb fonoabsorbunt de-a lungul canalelor de ventilație, se determină de fabricant şi sunt date în specificațiile tehnice ale acestor atenuatoare. În tabelul A 12.1 sunt prezentate principalele caracteristici fonoabsorbante ale atenuatoarelor active circulare cu bulb fonoabsorbant de tip AZC II produse de IAICA.

6° Atenuările obținute prin prevederea unor atenuatoare active rectangulare cu lamele de-a lungul canalelor de ventilație, se determină de fabricant şi sunt date în specificațiile tehnice ale acestor atenuatoare. În diagramele din figura A12.ll sunt prezentate principalele caracteristici fonoabsorbante ale atenuatoarelor active rectangulare cu lamele de tip Rl şi R2 produse de IAICA.

Tabel A12.1

Valorile atenuărilor nivelului de zgomot în funcție de frecvență, produse de atenuatoarele circulare cu bulb fonoabsorbant, tip AZC II (fabricate de IAICA)

Nr. crt.	Diametru atenuator (mm)	Frecvență (Hz)							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		Atenuare (dB)							
0	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*
1	315	1,5	1,5	10	24	30	30	17	11
2	450								
3	630								
4	800								
5	1000								

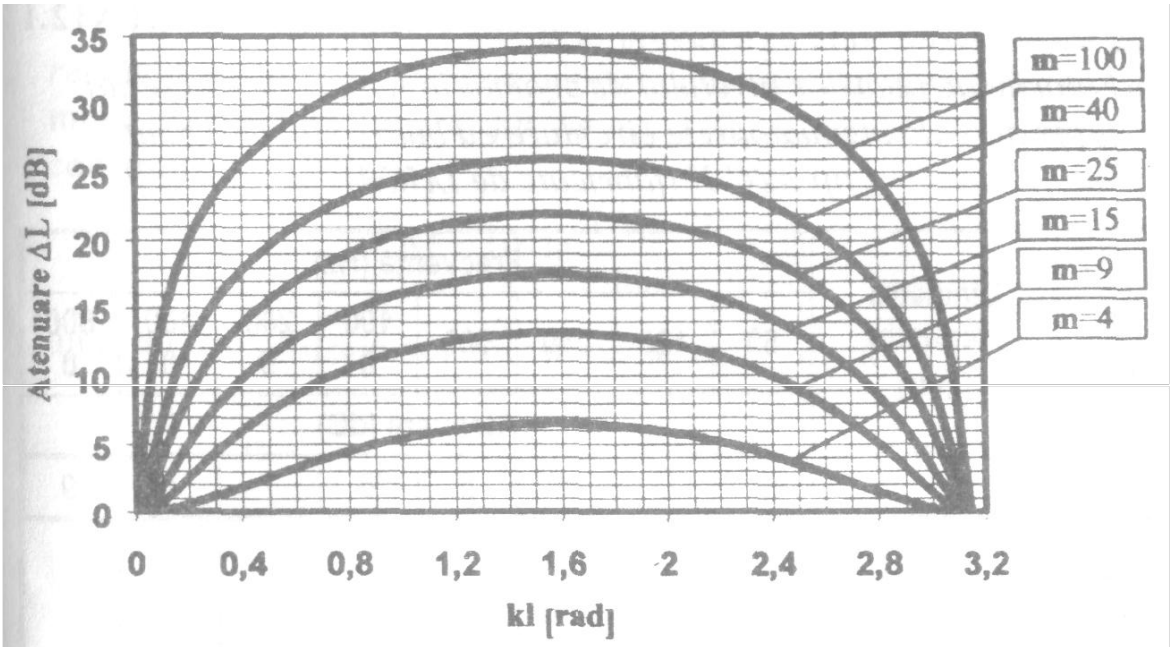


Fig. A12.10. Atenuările reactive de zgomot datorate camerelor de detentă

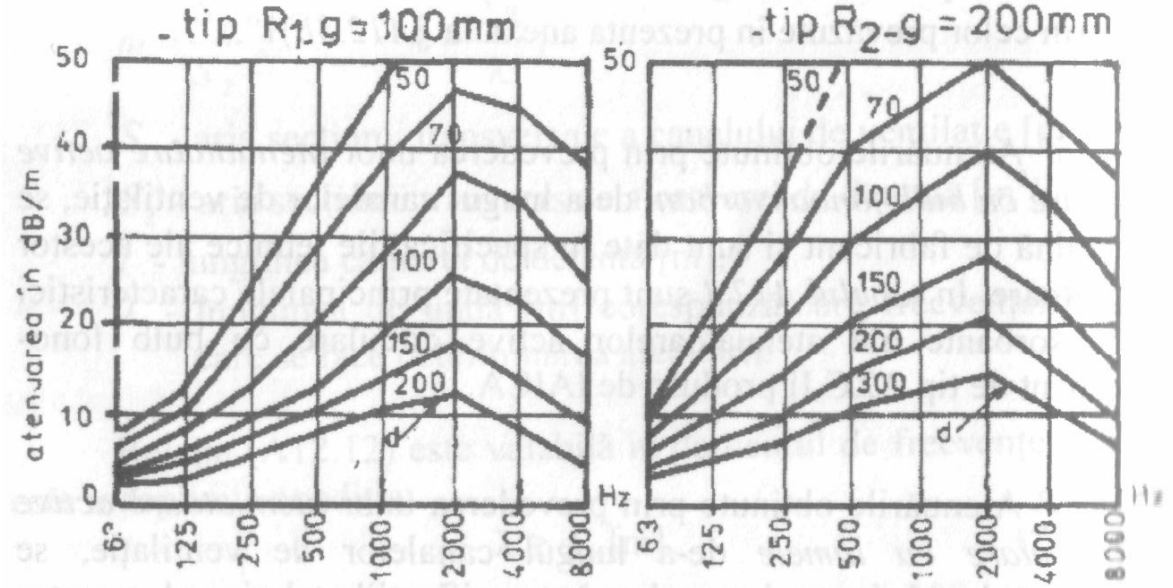


Fig. A12.11. Atenuările realizate cu atenuatoare rectangulare lamelare (tip R1, R2 – IAICA conf. fig. 4.1.17)

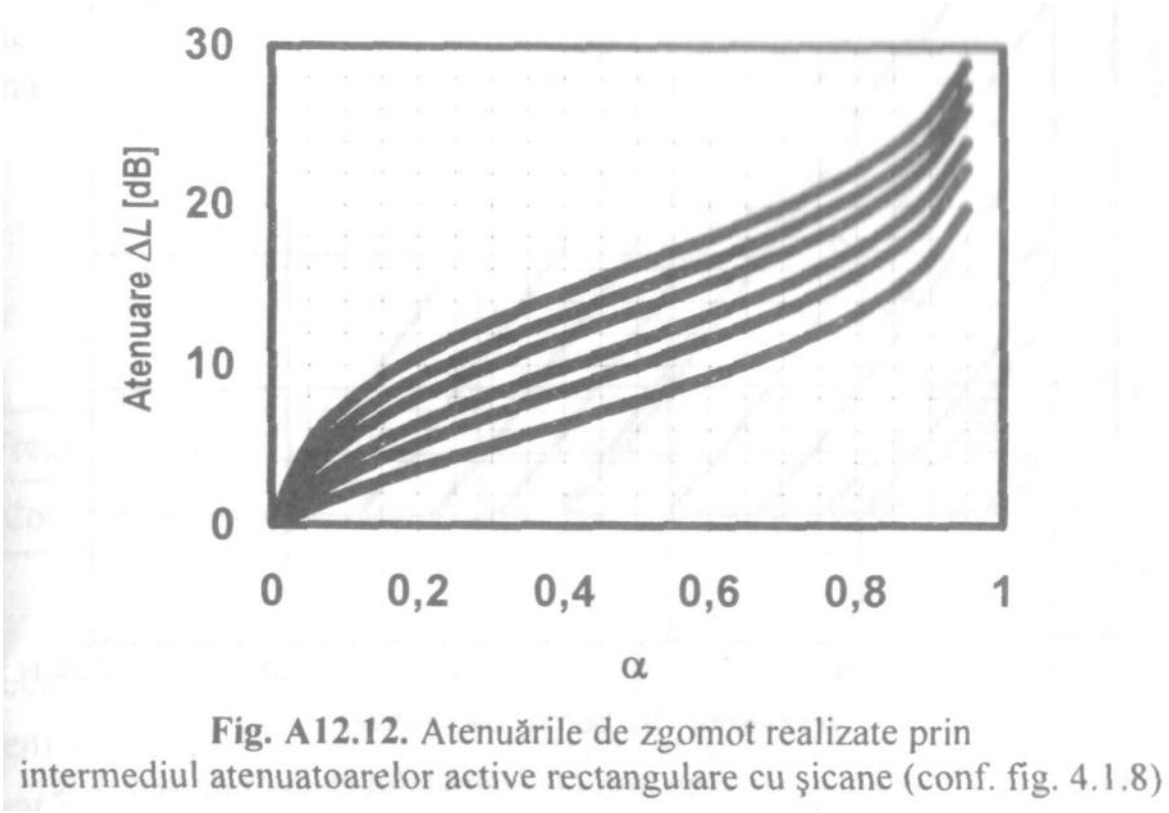


Fig. A12.12. Atenuările de zgomot realizate prin intermediul atenuatoarelor active rectangulare cu şicane (conf. fig. 4.1.8)

7° Atenuările obţinute prin prevederea unor atenuatoare active rectangulare cu şicane de-a lungul canalelor de ventilaţie, se determină pe baza diagramei din figura Al2.12, ale cărei curbe au fost construite cu relaţia:

$$\Delta L = 10.\lg \frac{4N\alpha + 1}{1-\alpha} [\text{dB}] \quad \textbf{(A 12.14)}$$

unde au fost utilizate notaţiile următoare:

$$N = \frac{L}{D}$$

$$D = \frac{2ab}{a+b}$$

a - lăţimea canalului şicanat [m];

b - lăţimea atenuatorului în sens transversal [m];

L - lungimea traseului şicanat din interiorul atenuatorului [m];

α - coeficientul de absorbţie acustica corespunzător tratamentului fonoabsorbant din interiorul atenuatorului,

A12.4 Calculul atenuărilor la refularea sau absorbţia acrului într-o/dintr-o încăpere prin intermediul unei guri de ventilare considerată ca fiind fără grilă, se determină pe baza graficului din figura A12.13, în funcţie de aria transversală a gurii de refulare, pa benzi de frecvente de 1/1 octavă în intervalul 63-2000 Hz.

A12.5. Nivelul de zgomot produs de trecerea unui jet de aer printr-o gură de absorbție sau de refulare prevăzută cu grilă se face după cum urmează:

a) Nivelul global de zgomot se determină acoperitor cu relația:

$L_g = 60 \lg v + 10 \lg S + 30 \lg \zeta$ [dB] **(A12.15)**

unde au fost utilizate notațiile:

v - viteza jetului de aer la trecerea prin grilă [m/s];

S - aria secțiunii libere a gurii de absorbție/refulare [m^2];

ζ - coeficientul aerodinamic al rezistenței grilei.

b) Nivelul global de zgomot al anemostatelor amplasate la plafon, se determină acoperitor cu relația:

$L_{ga} = 60 \lg v + 13 \lg S + 33$ [dB] **(A 12.16)**

unde au fost utilizate aceleaşi notații ca la relația (A 12.15).

c) Repartizarea nivelului de zgomot în benzi de frecvență se face prin corectarea nivelului global de putere acustică determinat cu una din relațiile (A 12.15) sau (A12.16), cu valorile din tabelul A12.2.

Tabel A12.2

Corecții ale nivelului global de putere acustică pentru repartizarea nivelului de zgomot în benzi de frecvență (cu grile şi anemostate)

Frecvență (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Corecția (dB)	- 5	- 6	- 5	- 6	- 7	- 10	- 15	- 20

d) Dacă nivelul de zgomot L_g este mai mic cu cel puțin 10 dB decât nivelul de zgomot aerodinamic produs de funcționarea ventilatorului L_v^{aer} , atunci la sumarea energetică, acesta nu mai este luat în considerare.

A12.6. Corecția acustică a unei încăperi AL_A se determinată pe baza diagramei din figura A12.16, în funcție de următoarele caracteristici ale încăperii şi sistemului VCA:

a) Suprafața echivalentă de absorbție acustică a încăperii A;

b) Distanța de la gura canalului de ventilare la punctul de reper d;

c) Factorul de directivitate Q

Factorul de directivitate depinde de poziția gurii de ventilare şi de unghiul dintre normala pe suprafața gurii de ventilare şi direcția către gura canalului de ventilare, conform figurii A12.14. Factiuni de directivitate Q se determină pentru domeniul de frecvențe Kt 3000 Hz pe baza diagramei din figura A12.15, în funcție de poziționarea gurilor de ventilare (A, B, C, D), suprafața gurii de ventilare şi unghiul dintre direcția prizei de aer şi normală.

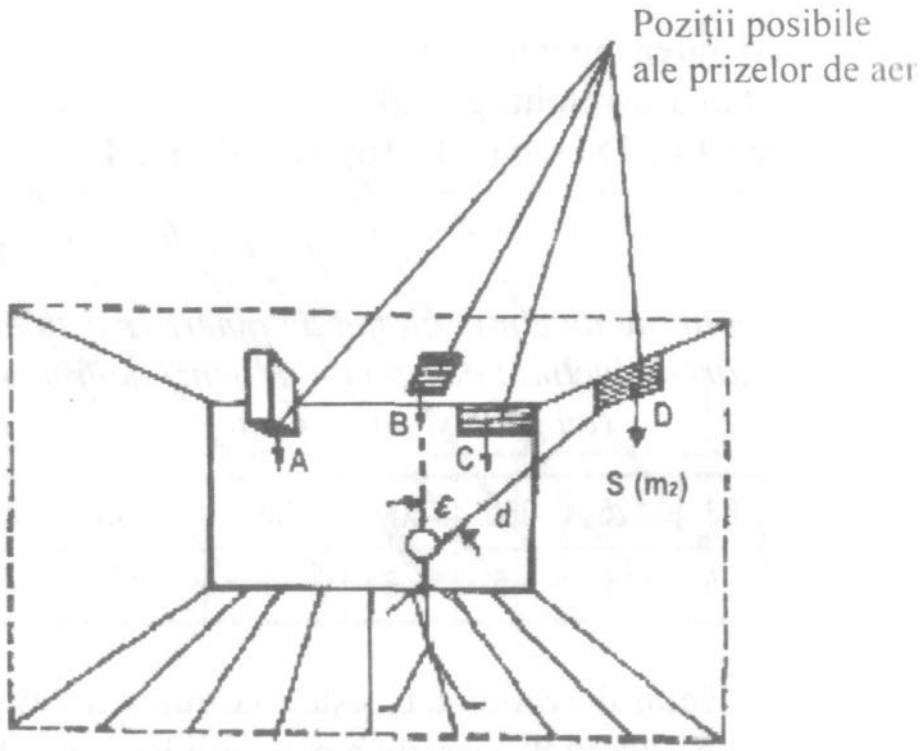


Fig. A12.14. Determinarea elementelor geometrice pentru obținerea factorului de directivitate Q

A 12.7. Procedură de determinare a nivelului de zgomot ce se transmite într-o încăpere de către o instalație VCA exemplu de calcul

Problema: Încăperea care se ventilează reprezintă o sală de club cu volumul de 700 m^3 (7 x 16.7 x 6 m) şi suprafața echivalenții de absorbție acustică de 100 m^2 U.A., în toată banda de frecvențe 0) 8000 Hz.

Centrala VCA conține un ventilator centrifugal cu aripi înclinate înapoi, cu următoarele caracteristici:

- debit nominal $Q = 14000\ m^3/h$
- presiune statică $p_o = 50$ mm col. H_2O
- turație nominală ventilator $n_v = 680$ rot/min.
- turație nominală motor $n_m = 1000$ rot/min.

Aerul se introduce în sală prin anemostate de plafon cu următoarele caracteristici:

- suprafața gurilor de ventilare $S = 0{,}15\ m^2$
- viteza jetului de aer $v = 1{,}5$ m/s

Schema instalației de ventilare este prezentată în figura A1

Se cere să se dimensioneze sistemele de atenuare ale instal şi să se verifice anemostatele de plafon astfel încât spectrul nivelului de zgomot în sală să fie limitat superior de curba de zgomot C_Z30,

Rezolvare: **Etape de calcul**

a) Calculul nivelului global de putere acustică al ventilatorului şi repartiția acestuia în benzi de frecvență de 1/1 octavă:

1° Calculul nivelului global de puterea acustică al ventilatorului cu relația (A 12.4):

$L_{v,p} = 22 + 10 \lg 14000 + 20 \lg 50 = 97{,}4$ [dB]

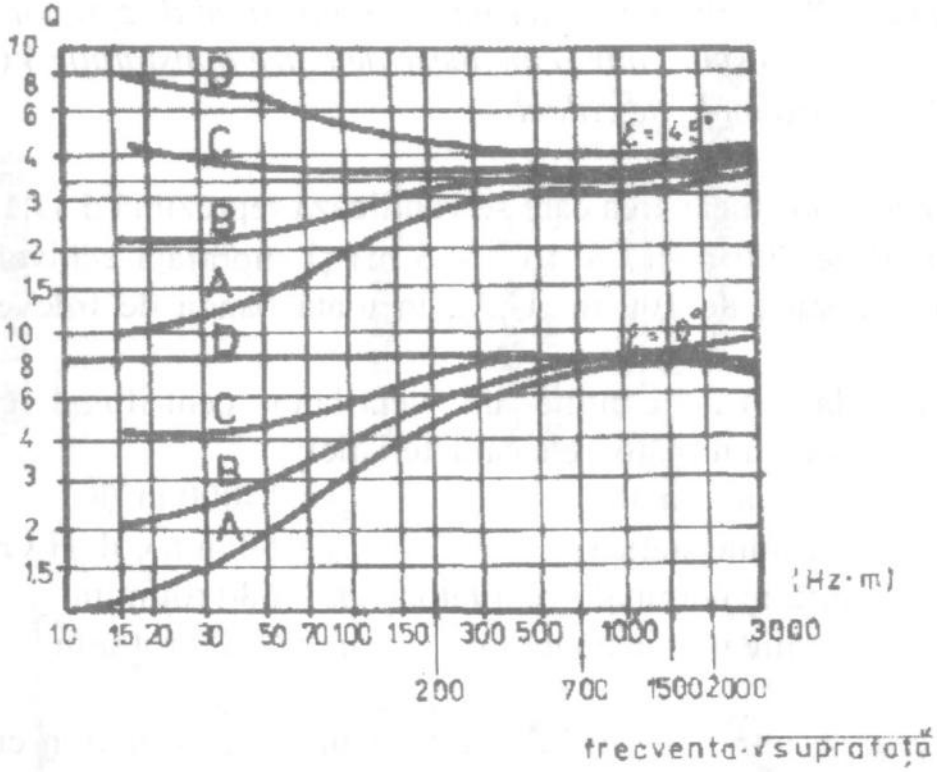


Fig. A12.15. Determinarea factorului de directivitate Q

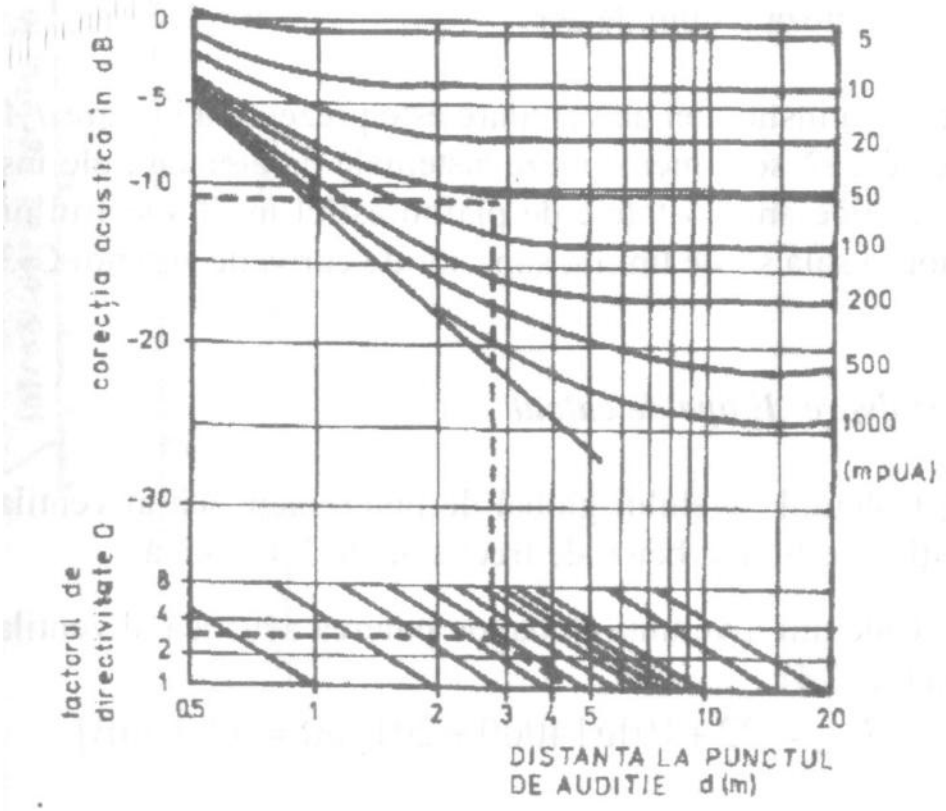


Fig. A12.16. Determinarea corecției acustice a încăperii

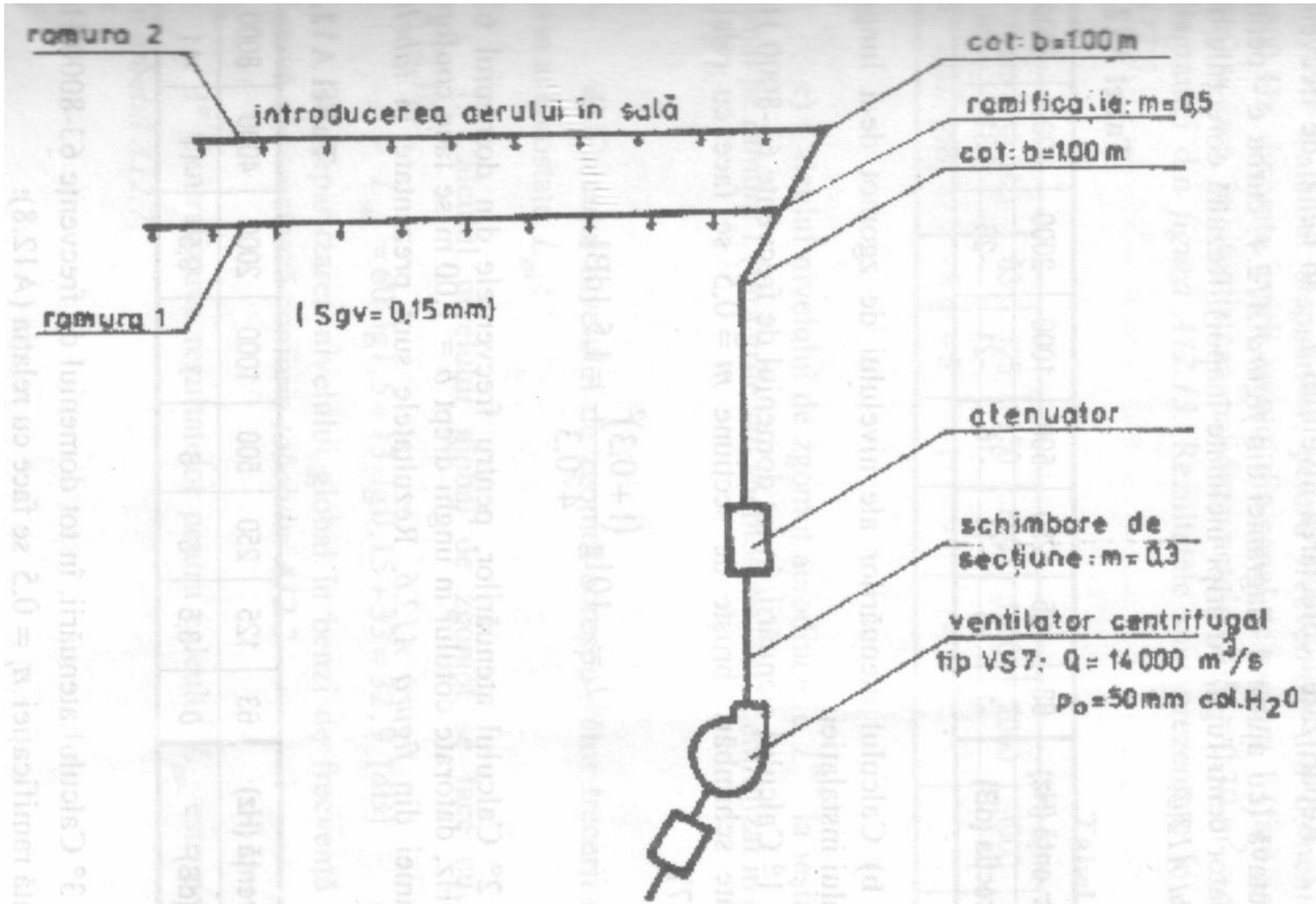


Fig. A12.17. Schema instalației VCA

2° Repartizarea/corectarea nivelului $L_{v,p}$, în benzi de frecvență 1/1 octavă (cu ajutorul diagramei din figura A12.4, curba **c** - pentru ventilator centrifugal cu aripi înclinate înapoi). Rezultă corecțiile din tabelul A12.3.

Tabel A12.3

Frecvență (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Corecția (dB)	-1	-6	-11	-16	-21	-26	-31	-36

b) Calculul atenuărilor ale nivelului de zgomot de-a lungul traseului instalației:

1° Calculul atenuării, în tot domeniul de frecvențe 63-8000 Hz datorate schimbării bruşte de secțiune m = 0,5 se face cu relația (A12.7):

$$\Delta L = -10 \lg \frac{(1+0,3)^2}{4 \cdot 0,3} = 1,5 \text{ [dB]}$$

2° Calculul atenuărilor, pentru frecvențele din domeniul 8000 Hz, datorate cotului în unghi drept b = 1,00 m se face conform diagramei din figura A12.6. Rezultatele sunt prezentate în tabelul A 12.4.

Tabel A12.4

Frecvență (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
ΔL (dB)	0	-3,5	-6	-6	-7	-9,5	-11	-11

3° Calculul atenuării, în tot domeniul de frecvențe 63-8000 Hz datorată ramificației n_i = 0,5 se face cu relația (A 12.8):

$$\Delta L = -10 \lg \frac{1}{0,5} = -3 \text{ [dB]}$$

4° Calculul atenuărilor, pentru frecvențele din domeniul 63-8000 Hz, datorate ieşirii aerului din canal pe ramura 1 (fără anemostate) se face, în situația cea mai dezavantajoasă S_i = 0,30 m^2, conform diagramei din figura Al2.ll. Rezultatele sunt prezentate în tabelul A12.5.

Tabel A12.5

Frecvență (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
ΔL (dB)	- 9	- 5	- 1	-	-	-	-	-

c) Calculul nivelului de zgomot aerodinamic Z_v^{aer} la ieşirea din canal pe ramura 1 (fără grile sau anemostate) este centralizat în tabelul A 12.6.

d) Calculul nivelului de zgomot corespunzător trecerii aerului prin aremostate L_{ga}:

1° Calculul nivelului global de zgomot se face cu relația A 12.16):

L_{ga} = 60 lgl,5 + 13 lg0,15 + 33 = 32,9 [dB]

2° Repartizarea nivelului global în benzi de frecvență de 1/1 octavă se corectează conform tabelului A12.2.

3° Centralizarea rezultatelor pentru calculul L_{ga} este prezentat in tabelulA12.7.

Tabel A12.6

Calculul nivelului de zgomot aerodinamic la ieşirea din canal (fără grile sau anemostate), L_v^{aer}

Nivele de zgomot şi atenuări ale acestora (dB)	Frecvenţa (Hz)							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Nivel de zgomot produs de ventilator (dB)								
Nivel global de putere acustică L_p (dB)	97,4							
Corecţii pentru repartizarea nivelului L_p în benzi de frecvenţă (dB)	- 1	- 6	- 11	- 16	- 21	- 26	- 31	- 36
Nivel de zgomot produs de ventilator la refularea aerului $L_{v.p}$ (dB)	96,4	91,4	86,4	81,4	76,4	71,4	66,4	61,4
Atenuări naturale ale nivelului de zgomot ΔL_c^n pe parcursul instalaţiei (dB)								
Schimbarea bruscă de secţiune (dB)	- 1,5	- 1,5	- 1,5	- 1,5	- 1,5	- 1,5	- 1,5	- 1,5
Cot în unghi drept (dB)	0	- 3,5	- 6	- 6	- 7	- 9,5	- 11	- 11
Ramificaţie (dB)	- 3	- 3	- 3	- 3	- 3	- 3	- 3	- 3
La ieşirea din canal (dB)	- 9	- 5	- 1	0	0	0	0	0
TOTAL atenuări naturale (dB)	- 13,5	- 13	- 11,5	- 10,5	- 11,5	- 14	- 15,5	- 15,5
Nivel de zgomot aerodinamic la ieşirea din canal $L_v^{aer} = L_{v.p} + \Delta L_c^n$ (dB)	82,9	78,4	74,9	70,9	64,9	57,4	50,9	45,9

Tabel A12.7

Calculul nivelului de zgomot corespunzător trecerii aerului prin anemostate L_{ga}

Nivele de zgomot şi corecţii ale acestora (dB)	Frecvenţa (Hz)							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Nivel global de zgomot L_{ga} (dB)	32,9							
Corecţia (dB)	- 5	- 6	- 5	- 6	- 7	- 10	- 15	- 20
Nivelul de zgomot corespunzător trecerii aerului prin anemostate L_{ga} (dB)	27,9	26,9	27,9	26,9	25,9	22,9	17,9	12,9

e) Calculul nivelului de zgomot aerodinamic transmis la punctul de recepţie $L^{aer}_{v,r}$:

1° Calculul corecţiei acustice datorată încăperii ΔL_A - se consideră că situaţia cea mai dezavantajoasă din punct de vedere acustic se găseşte în punctele situate pe verticala gurilor de ventilare (la nivelul spectatorilor). Corecţiile pentru benzile de frecvenţă de 1/1 octavă din domeniul 63-8000 Hz se determină conform graficelor din figurile A12.14,A12.15şi A12.16.

Factorii de directivitate Q corespunzători fiecărei benzi de frecvenţă sunt determinaţi din diagrama din figura A12.15 (curba B) pentru $\varepsilon = 0^0$ şi S = 0,15 m^2.

Corecţiile acustice sunt determinate din diagrama din figura A 12.16 pentru A = 10 m^2 U.A. şi d = 6 - 1,5 = 4,5 m. Rezultatele sunt centralizate în tabelul A 12.8.

Tabel A12.8

Calculul corecţiei acustice datorată încăperii ΔL_A

Frecvenţa f (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$f\sqrt{S}$ (Hzm)	24,4	48,4	96,8	193,6	387,3	774,6	1549,2	3098,4
Factorul de directivitate Q	2,3	2,9	4	5,6	6,8	7,3	7,4	7,2
Corecţia acustică ΔL_A (dB)	-14	-14	-13	-13	-12	-12	-12	-12

2° Calculul nivelului de zgomot aerodinamic transmis la punctul de recepție $L^{aer}_{v,r}$ se face cu relația $L^{aer}_{v,r} = L^{aer}_{v} + \Delta L_A$. Rezultatele, în benzile de frecvență din domeniul 63-8000 Hz, sunt centralizate la tabelul A 12.9.

Tabel A12.9

Calculul nivelului de zgomot aerodinamic transmis la punctul de recepție L_v^{aer}

Frecvența *f* (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Nivel de zgomot aerodinamic L_V^{aer} (dB)	82,9	78,4	74,9	70,9	64,9	57,4	50,9	45,9
Corecția acustică ΔL_A (dB)	-14	-14	-13	-13	-12	-12	-12	-12
Nivelul de zgomot aerodinamic transmis la punctul de recepție L_V^{aer} (dB)	68,9	64,4	61,9	57,9	52,9	45,4	38,9	33,9

f) Calculul nivelului de zgomot corespunzător trecerii aerului pun anemostate transmis la punctul de recepție $L_{ga,r}$ şi verificarea condiției admisibile de confort acustic pentru nivelul de zgomot $L_{ga,r}$.

1° Calculul corecției acustice datorată încăperii ΔL_A - conform (A12.7e)l°.

2° Calculul nivelului de zgomot $L_{ga,r}$ se face cu relația:

$L_{ga,r} = L_{ga} + \Delta L_A$

Rezultatele, în benzile de frecvență din domeniul 63-8000 Hz, sunt centralizate în tabelul A12.10.

3° Verificarea condiției admisibile de confort acustic pentru nivelul de zgomot $L_{ga,r}$, în toate benzile de frecvență de 1/1 octavă din domeniul 63-8000 Hz, se face cu relația $L_{ga,r}$ (f) < L_{ad} (f), pentru curba de zgomot C_z30. În tabelul A12.10 sunt prezentate valorile corespunzătoare curbei C/30 în domeniul de frecvențe 63-8000 Hzz; se observă că este îndeplinită condiția acoperitoare.

g) Determinarea sistemelor de atenuare suplimentare:

1° Determinarea necesarului suplimentar de atenuare ΔL_{nec} toate benzile de frecvență de 1/1 octavă din domeniul 63-8000 Hz face cu relația:

$$\Delta L_{nec} \geq \left(L^{aer}_{v,r} - L_{ga,r}\right) - 10\lg\left(10^{\frac{L^{aer}_{v,r} - L_{ga,r}}{10}} - 1\right) \text{ [dB]}$$

rezultatele fiind centralizate în tabelul A 12.11.

Tabel A12.10

Calculul nivelului de zgomot aerodinamic transmis la punctul de recepție $L_{ga,r}$

Frecvența f (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Nivelul de zgomot corespunzător trecerii aerului prin anemostate L_{ga} (dB)	27,9	26,9	27,9	26,9	25,9	22,9	17,9	12,9
Corecția acustică ΔL_A (dB)	- 14	- 14	- 13	- 13	- 12	- 12	- 12	- 12
Nivelul de zgomot $L_{ga,r}$ (dB)	13,9	12,9	14,9	13,9	13,9	10,9	5,9	0,9
L_{ad} – C_z30 (dB)	60	50	42	36	30	27	25	24

Tabel A12.11

Dimensionarea sistemelor de atenuare suplimentare

Frecvența f (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Nivelul de zgomot $L^{aer}_{v.r}$ (dB)	68,9	64,4	61,9	57,9	52,9	45,4	38,9	33,9
Nivelul de zgomot $L_{ga.r}$ (dB)	13,9	12,9	14,9	13,9	13,9	10,9	5,9	0,9
L_{ad} – C_z30 (dB)	60	50	42	36	30	27	25	24
Necesarul de atenuare ΔL_{nec} (dB)	8,9	14,4	19,9	21,9	22,9	18,4	13,9	9,9
Atenuator activ lamelar R1 ΔL_R (dB)	14	16	26	40	56	74	67	50

2° Alegerea sistemelor de atenuare - se adoptă un atenuator activ lamelar-rectangular tip Rl (figura .412.11), având următoarele iracteristici dimensionale:

- lungimea l = 2.00 m:
- grosimea lamelelor g =100 mm;
- distanța dintre lamele d = 100 m.

Atenuările ΔL_R pentru frecvențele din domeniul considerat lini trecute în tabelul A 12.11, fiind îndeplinită condiția de asigurare a atenuării suplimentare:

$$\mathbf{\Delta L_R \geq AL_{nec}} .$$