

Acoustic intensity

The effects of noise on the human body

PAUL, MUREȘAN^a

“COLEGIUL NAȚIONAL “VASILE LUCACIU”

Specializarea: Matematică - Informatică

Email: muresan.paul@cjexmm.ro

Abstract

*The research paper has **the effects of sound wave intensity on human health** as object of study. Sound has four characteristics, of which one is its intensity. We experimentally demonstrated by measuring perceived sound intensity and actual sound intensity level that the two do not determine a linear difference. Above a certain sound intensity threshold, sound can have unwanted effects on the body. With the help of a specific measuring instrument, we studied the noise level to which students and teachers in an educational unit are exposed.*

Keywords: Acoustic, Acoustic Intensity, Noise pollution.



Introducere

Sunetele sunt senzații auditive care pot fi plăcute sau deranjante. O succesiune nearmonioasă de sunete poartă numele de zgomot. Unele zgomote pot fi inofensive, însă altele pot deveni intolerabile și chiar dăunătoare. Undele sonore se pot propaga într-un mediu elastic, solid (metal, sticlă, diferite membrane), lichid (apa) sau gazos (coloane de aer), dar nu în vid.

Acustica, sunetul

Acustica este știința care studiază producerea, propagarea și recepționarea sunetelor.

Sunetul reprezintă senzația produsă de undele sonore asupra analizorului auditiv.

Sunetele sunt de două tipuri: pure și compuse. Sunetele compuse sunt formate prin suprapunerea sunetului fundamental și a armonicilor sale.

Caracteristica unui sunet este dată de : înălțimea, intensitatea și timbrul lui.

Caracteristicile sunetului

Timbrul

Timbrul reprezintă calitatea sunetelor complexe de intensități și frecvențe egale de a putea fi diferențiate subiectiv în funcție de compoziția lor spectrală.

Înălțimea

Din punct de vedere fizic, înălțimea sunetului este acea calitate determinată de frecvența oscilațiilor sonore.

O ureche umană sănătoasă percepe unde sonore cu frecvențe între 20Hz și 20 000 Hz.

Sunetele cu o frecvență mai mică de 20Hz se numesc infrasunete, iar cele peste 18 kHz (=18000 Hz) poartă denumirea de ultrasunete.

Intensitatea (I)

Intensitatea sonoră este puterea acustică recepționată pe unitatea de arie. Astfel, ea este definită de

$$I = \frac{E}{\Delta t \cdot S}$$

relația:

unde E este energia transferată în timpul Δt printr-o suprafață de arie S perpendiculară pe direcția de propagare a sunetului.

Intensitatea acustică este o mărime fizică scalară și se măsoară în W/m^2 .

Nivelul intensității sonore (L)

Senzația auditivă nu este proporțională cu intensitatea acustică. Acest lucru s-a dovedit prin introducerea unui difuzor care produce un anumit sunet într-o sală în care deja funcționează un difuzor ce reproduce același sunet. Astfel, senzația auditivă nu s-a modificat, ascultătorul nepercepând un sunet de două ori mai puternic, dar intensitatea acustică s-a dublat. De aceea s-a creat noțiunea numită *nivelul intensității sonore*, corelată cu senzația auditivă a aparatului auditiv.

Această mărime fizică se măsoară cu ajutorul **sonometrului**. Instrumentul este alcătuit dintr-un microfon, un amplificator și un voltmetru gradat în decibeli.

Nivelul intensității sonore = logaritmul zecimal al raportului dintre intensitatea acustică măsurată și intensitatea acustică de referință, intensitatea minimă audibilă la 1000 Hz,

$$L = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

$I_0 = 10^{-12} W/m^2$:

(legea fizico-psihică a lui Weber-Fechner)

unde L este nivelul intensității acustice (simbol provenit din limba engleză, *level* = nivel) și I este intensitatea sonoră.

Se observă că dependența nu este una liniară, de aceea, dacă intensitatea acustică se dublează, nivelul intensității acustice crește doar cu 3 decibeli.

2.2.1 Experiment – măsurarea nivelului de intensitate sonoră și a intensității sunetului:

Experimentul a fost realizat prin bunăvoința Cabinetului Stomatologic s.c. Megdent s.r.l. Pentru demonstrarea experimentală a dependenței logaritmice pe care o are intensitatea acustică comparativ cu nivelul intensității sonore am folosit: două compresoare medicale (aparate care produc aer comprimat necesar aparatelor pneumatice) care produc un zgomot de 75,3 dB, respectiv 76,2 dB și un sonometru (Brüel & Kjør



type 2236 cu precizie de $\pm 1,5$ dB).

Mod de lucru

Într-o cameră bine izolată fonic, cu un nivel de intensitate a sunetului de 0dB, am pornit un compresor medical care, verificând cu sonometrul, producea un zgomot de 75,3 dB. Am introdus al doilea compresor (care producea 76,2 dB) și am măsurat cu ajutorul sonometrului, iar nivelul de zgomot din cameră era un zgomot de 78,7 dB.

Considerații teoretice

$$\Rightarrow 75,3dB = \log_{10} \left(\frac{I_1}{I_0} \right) \Leftrightarrow I_1 = 33884,4 W/m^2$$

Dacă I_1 este intensitatea acustică din cameră când a fost doar un compresor pornit.

Observăm că intensitatea sonoră a primului compresor este $33884,4 W/m^2$.

Notăm I_2 intensitatea acustică din cameră când este doar al doilea compresor pornit.

$$\Rightarrow 76,2dB = \log_{10} \left(\frac{I_2}{I_0} \right) \Leftrightarrow I_2 = 41686,9 W/m^2$$

Fie L_2 este nivelul intensității sunetului din încăperea după pornirea celui de-al doilea compresor medical.

$$33884,4 W/m^2 + 41686,9 W/m^2 = 75571,3 W/m^2$$

În cazul a două compresoare intensitatea sunetului ajunge la valoarea

Conform legii lui Weber-Fechner ar trebui să obținem:

$$L_2 = \log_{10} \left(\frac{75571,3 W/m^2}{I_0} \right) \Leftrightarrow L_2 = 78,78dB$$

Surse de erori

Diferența de $78,78 dB - 78,70 dB = 0,08 dB$ a fost cauzată de imprecizia sonometrului de $\pm 1,5 dB$.

Poluarea fonică

Omul este supus zilnic undelor sonore cauzate de activitățile cotidiene și industriale. Peste un anumit prag nivelul lor de intensitate sonoră poate deveni dăunător.

Medicii au constatat că atunci când numărul de decibeli crește, zgomotul începe să devină greu de suportat. În general, un nivel mai mic de 30 dB este inofensiv organismului uman, dar expunerea repetată la o intensitate sonoră ridicată generează efecte negative precum: oboseala auditivă, tulburări de somn, anxietate, scăderea atenției, hipertensiune arterială, tulburări digestive, etc.

Poluarea fonică are loc inclusiv în instituțiile de învățământ, motiv pentru care am realizat un experiment pentru a verifica nivelul intensității sonore.

| Intensitatea (dB) | Exemplificare |
|-------------------|--|
| 140 | Pragul dureros |
| 130 | Avion cu reacție în timpul decolării |
| 120 | Motorul pornit al avionului cu reacție |
| 110 | Concert rock |
| 100 | Ciocan pneumatic |
| 90 | Zgomot de stradă |
| 80 | Zgomotul trenului |
| 70 | Aspirator |
| 50-60 | Zgomot într-un birou aglomerat |
| 40 | Conversație |
| 20 | Biblioteca |
| 10 | Sunetele naturii |
| 0 | Prag auditiv |

Experiment – realizarea unei hărți sonore în incinta Colegiului Național “Vasile Lucaciu”:

În acest experiment mi-am propus să măsoz nivelul de intensitate a sunetului la care sunt expusi elevii și profesorii în diferite locații din școala mea.

Mod de lucru

S-a folosit ca dispozitiv de măsurare a nivelului de intensitate aplicația “Decibel X: dB sound level meter” (instalată din App Store: <https://apps.apple.com/us/app/decibel-x-db-sound-level-meter/id448155923>). Au fost notate datele numerice specifice fiecărei locații din incintă, la aceeași oră. Diferitele intensități măsurate au fost evidențiate în culori diferite conform descrierii anexate desenelor.

Instituția are 3 nivele, identice ca suprafață și dispoziție: Parter (*Fig.1*), Etajul 1 (*Fig. 2*), Etajul 2 (*Fig.3*).

În urma măsurătorilor am constatat că în Colegiul Național “Vasile Lucaciu” există zone cu un nivel de intensitate sonoră mai mare de 75 dB care pot genera efecte negative atât elevilor cât și profesorilor.

Pentru a evita aceste consecințe, se pot sugera o serie de măsuri de reducere a poluării fonice:

- Crearea unei “perdele vegetale” între clădirea colegiului și străzile aglomerate (presupune plantarea mai multor copaci în linie pentru a forma un “zid” împotriva zgomotelor);
- Folosirea materialelor fonoabsorbante în construcția clădirii (de exemplu utilizarea geamurilor izolatoare fonice)
- Introducerea panourilor fonoabsorbante pe pereții liceului pentru a reduce nivelul intensității sunetului la trecerea sa de “perdeaua vegetală”.

Bibliografie

[1] <http://users.utcluj.ro/~mbirlea/e/05e.htm>

[2] Rodica Ionescu-Andrei, Cristina Onea, Ion Toma, *Fizică – Manual pentru clasa a XI-a F1 Editura Art Educațional*, pag. 61-63

[3] Mihai Popescu, Valerian Tomescu, Mihai Sandu, *Fizică clasa a XI-a Editura EDUCAȚIONAL*, pag. 64-65

[4] Constantin Mantea, Mihaela Garabet, *Fizică – Manual pentru clasa a XI-a F2 Editura ALL* pag. 46-47

[5] Wikipedia, „Intensitate sonoră,” 15 05 2022. [Interactiv].

Available: https://ro.wikipedia.org/wiki/Intensitate_sonor%C4%83.

[6] <https://apps.apple.com/us/app/decibel-x-db-sound-level-meter/id448155923>

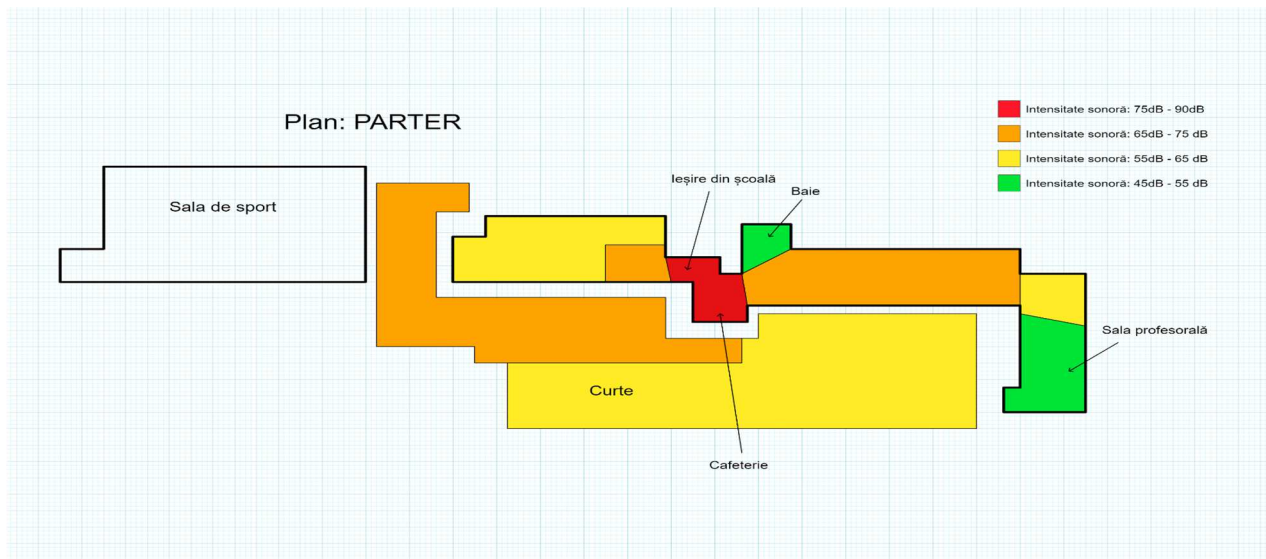


Fig.1

Fig. 2

Fig.3

