

# Măsurări sonometrice



# Măsurări sonometrice

**Sunetul** este o formă de energie transportată prin unde mecanice prin intermediul unui mediu solid, lichid sau gazos. Se manifestă prin vibrații asupra timpanului urechii.

**Energia sunetului**

$$E \sim A^2 f^2$$

A = amplitudinea vibrației

f = frecvența sunetului

**Puterea acustică (sonora)**

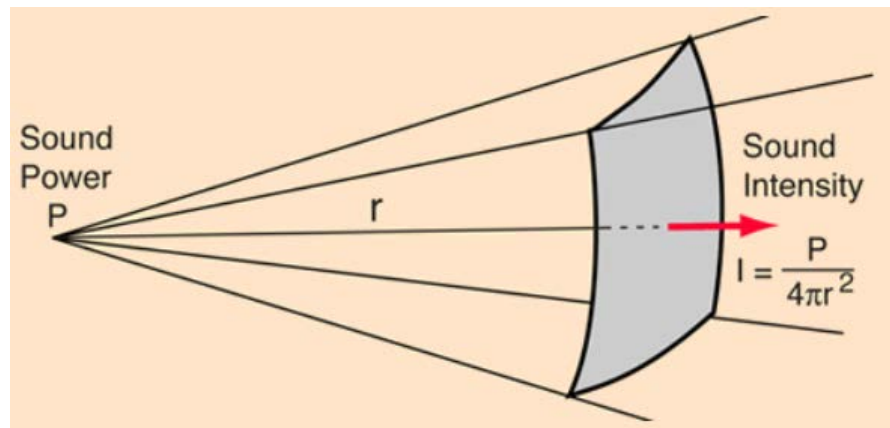
$$P_a = \frac{dE}{dt} \text{ [W]}$$

**Intensitatea sunetului**

$$I = \frac{P_a}{S} \left[ \frac{W}{m^2} \right]$$

I descrește cu pătratul distanței de la sursa de sunet.

$$I = \frac{P_a}{4\pi r^2} \left[ \frac{W}{m^2} \right]$$



# Măsurări sonometrice

$$p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \frac{N}{m^2} = \frac{p_a}{5 \cdot 10^9}$$

$p_0$  = pragul de audibilitate (sensibilitate) al urechii umane la 4 kHz.

$p_a$  = presiunea atmosferică

Exprimarea intensității sunetului în dB:

$$I[dB] = 10 \log \left( \frac{I}{I_0} \right) = 10 \log \left( \frac{p^2}{p_0^2} \right) = 20 \log \left( \frac{p}{p_0} \right) \quad I = pV$$

$p$  = presiunea sonoră

$I_0$  = intensitatea sunetului de referință, corespunzătoare pragului  $p_0$ , la 4 kHz.

$V$  = viteza sunetului prin mediul de propagare

$p$  = presiunea sonoră

$I_0$  = intensitatea sunetului de referință, corespunzătoare pragului  $p_0$ , la 4 kHz.

$V$  = viteza sunetului prin mediul de propagare

$$I_0 |_{4 \text{ kHz}} = 10^{-12} \text{ W/m}^2 \text{ (0 dB)}$$

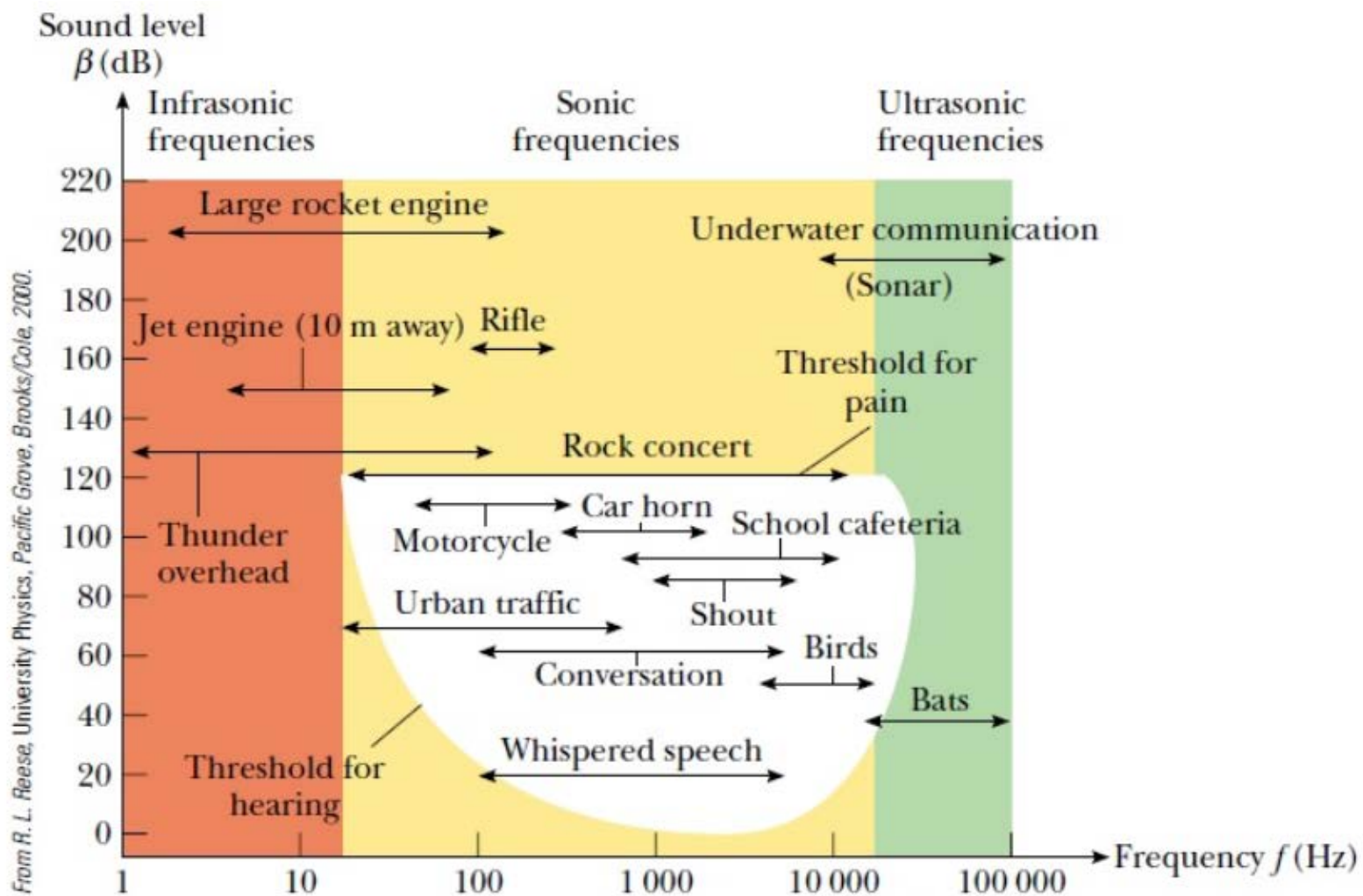
$$I_0 |_{1 \text{ kHz}} = 2,5 \cdot 10^{-12} \text{ W/m}^2 \text{ (4 dB)}$$

# Măsurări sonometrice

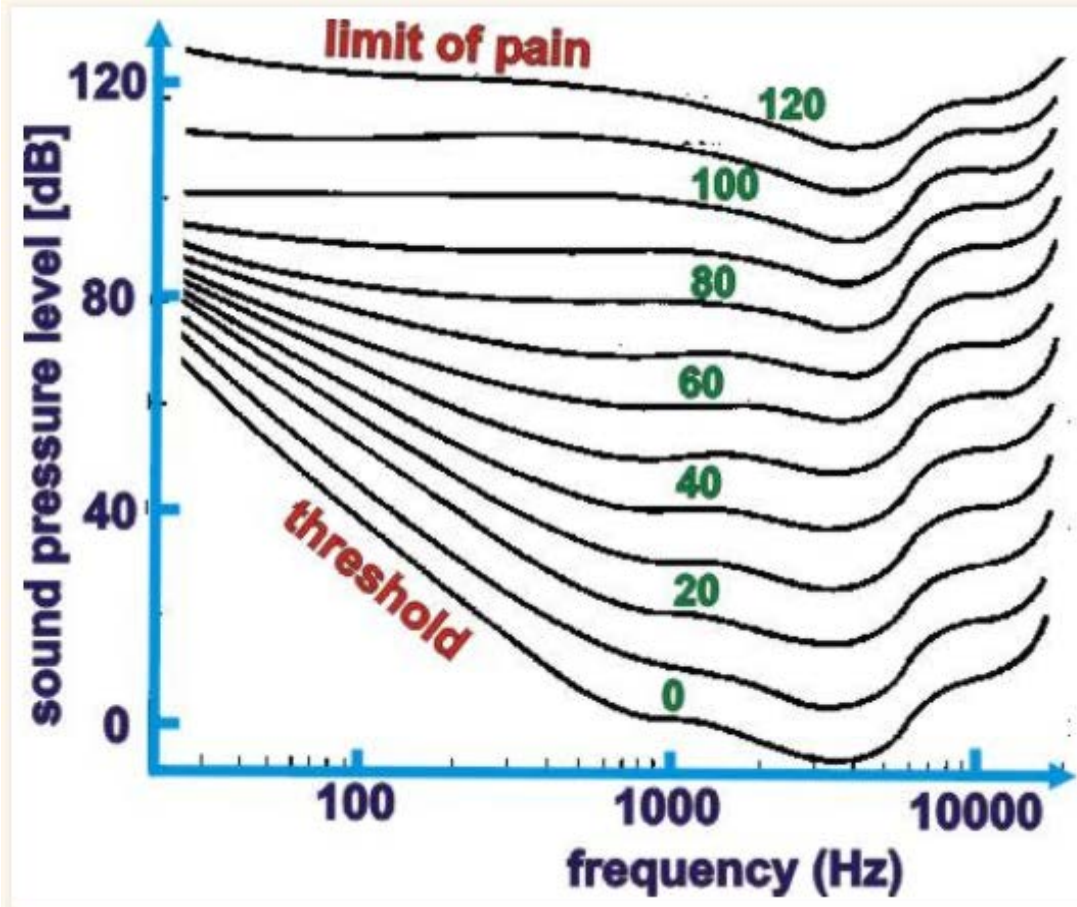
Exemple si efecte ale sunetului

| Nivel I [dB] | Nivel I [W/m <sup>2</sup> ] | Exemplu/efect  |
|--------------|-----------------------------|--|
| 0            | $1 \times 10^{-12}$         | Referința la 4000 Hz   |
| 10           | $1 \times 10^{-11}$         | Foșnetul frunzelor   |
| 20           | $1 \times 10^{-10}$         | Fluierat la distanța de 1 m  |
| 30           | $1 \times 10^{-9}$          | Casă liniștită   |
| 40           | $1 \times 10^{-8}$          | Casă obișnuită   |
| 50           | $1 \times 10^{-7}$          | Birou obișnuit, muzică liniștită   |
| 60           | $1 \times 10^{-6}$          | Conversație normală  |
| 70           | $1 \times 10^{-5}$          | Birou zgomotos, trafic aglomerat   |
| 80           | $1 \times 10^{-4}$          | Radio dat tare   |
| 90           | $1 \times 10^{-3}$          | Motor camion greu. Expunerea prelungită poate dăuna auzului                |
| 100          | $1 \times 10^{-2}$          | Fabrică zgomotoasă, sirenă la 30 m. Expunerea la 8 ore dăunătoare auzului. |
| 110          | $1 \times 10^{-1}$          | Dăunător la expunere 30 minute   |
| 120          | 1                           | Concert rock, ciocan pneumatic. Prag de durere                             |
| 140          | $1 \times 10^2$             | Avion cu reacție la 30 m. Durere, deteriorarea auzului în câteva secunde   |
| 160          | $1 \times 10^4$             | Spargerea timpanului   |

## Exemple de zgomote de intensitati si frecvente diferite

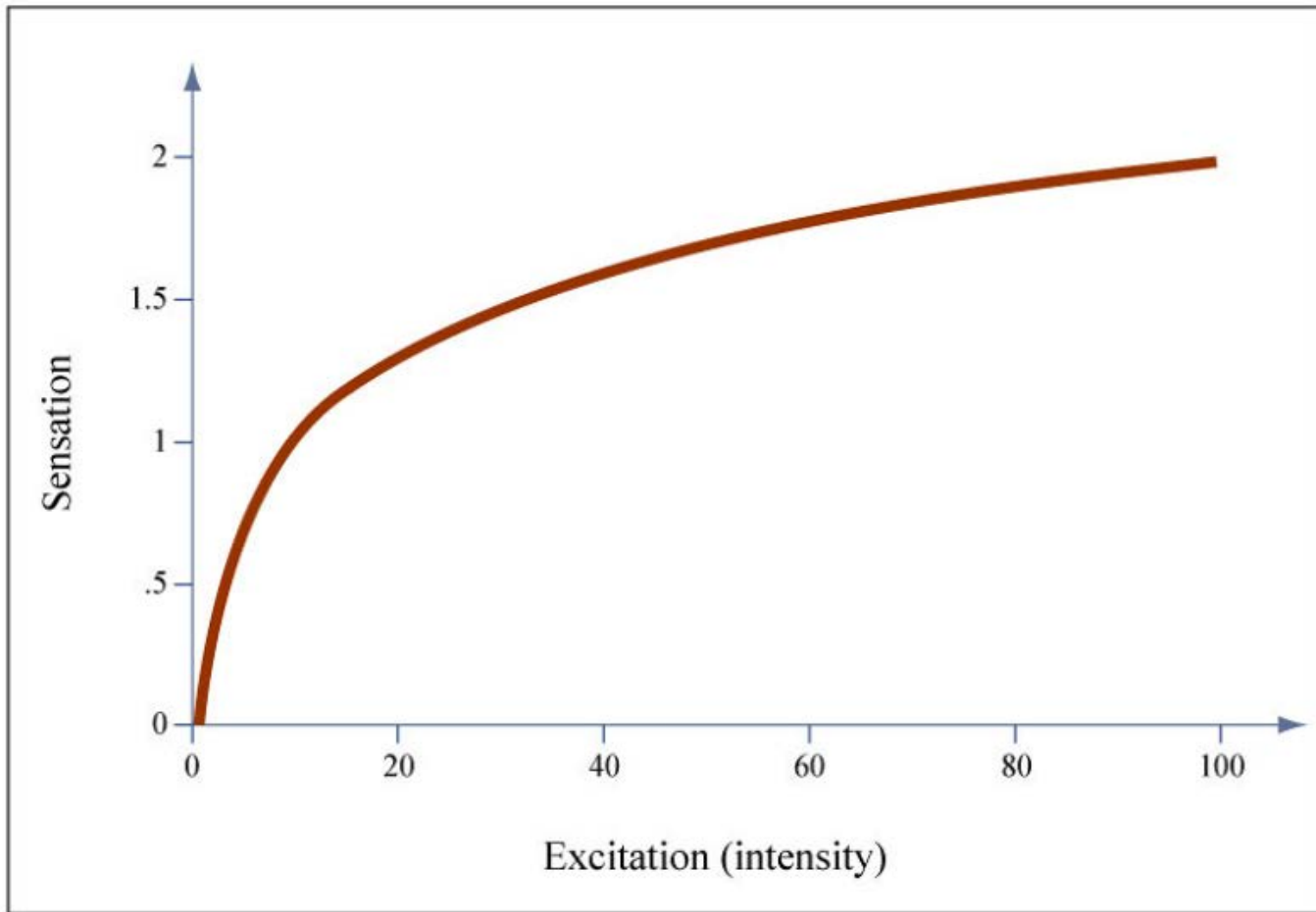


## Sensibilitatea urechii umane în funcție de frecvență





## Sensibilitatea urechii umane în funcție de intensitatea sunetului





# Octave



A<sub>4</sub>: 440 Hz (standard pitch)    A<sub>5</sub>: 880 Hz    A<sub>6</sub>: 1760 Hz    A<sub>7</sub>: 3520 Hz

440 Hz Span

880 Hz Span

1760 Hz Span

## Octave în muzică

## Octave în sonometrie

| Center Frequency | Lower Frequency | Upper Frequency | Band Range (Upper Freq – Lower Freq) |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|
| 16               | 11              | 22              | 11                                   |
| 31.5             | 22              | 44              | 22                                   |
| 63               | 44              | 88              | 44                                   |
| 125              | 88              | 177             | 89                                   |
| 250              | 177             | 355             | 178                                  |
| 500              | 355             | 710             | 355                                  |
| 1000             | 710             | 1420            | 710                                  |
| 2000             | 1420            | 2840            | 1420                                 |
| 4000             | 2840            | 5680            | 2840                                 |
| 8000             | 5680            | 11360           | 5680                                 |
| 16000            | 11360           | 22720           | 11360                                |





# Hărți de zgomot

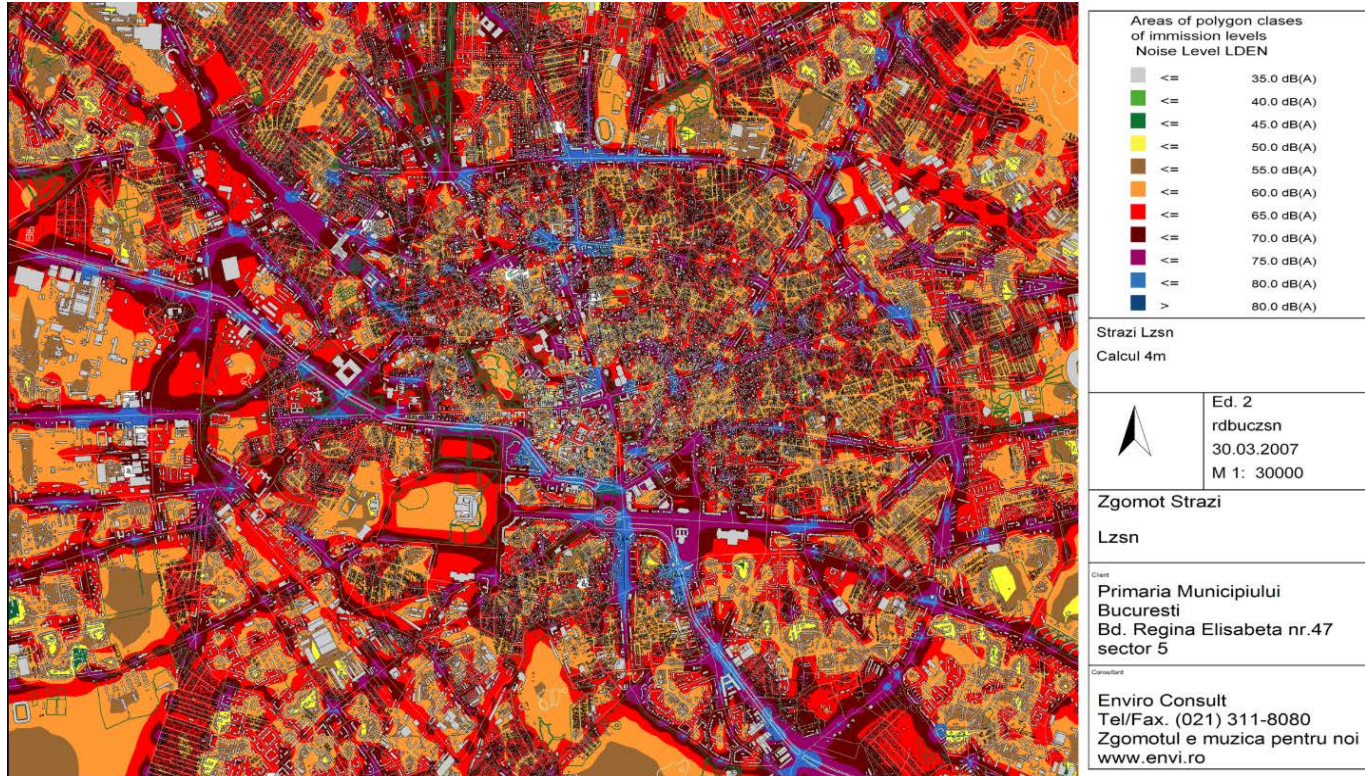
Europa: Directiva 2002/49/EC din 29 iunie 2002

Romania: HG 321/2005

Prin realizarea hărților de zgomot se asigură:

- a) determinarea expunerii la zgomotul ambiant, prin realizarea cartarii zgomotului cu metodele de evaluare prevazute in HG;
- b) asigurarea accesului publicului la informatiile cu privire la zgomotul ambiant si a efectelor sale;
- c) adoptarea, pe baza rezultatelor cartarii zgomotului, a planurilor de actiune pentru prevenirea si reducerea zgomotului ambiant

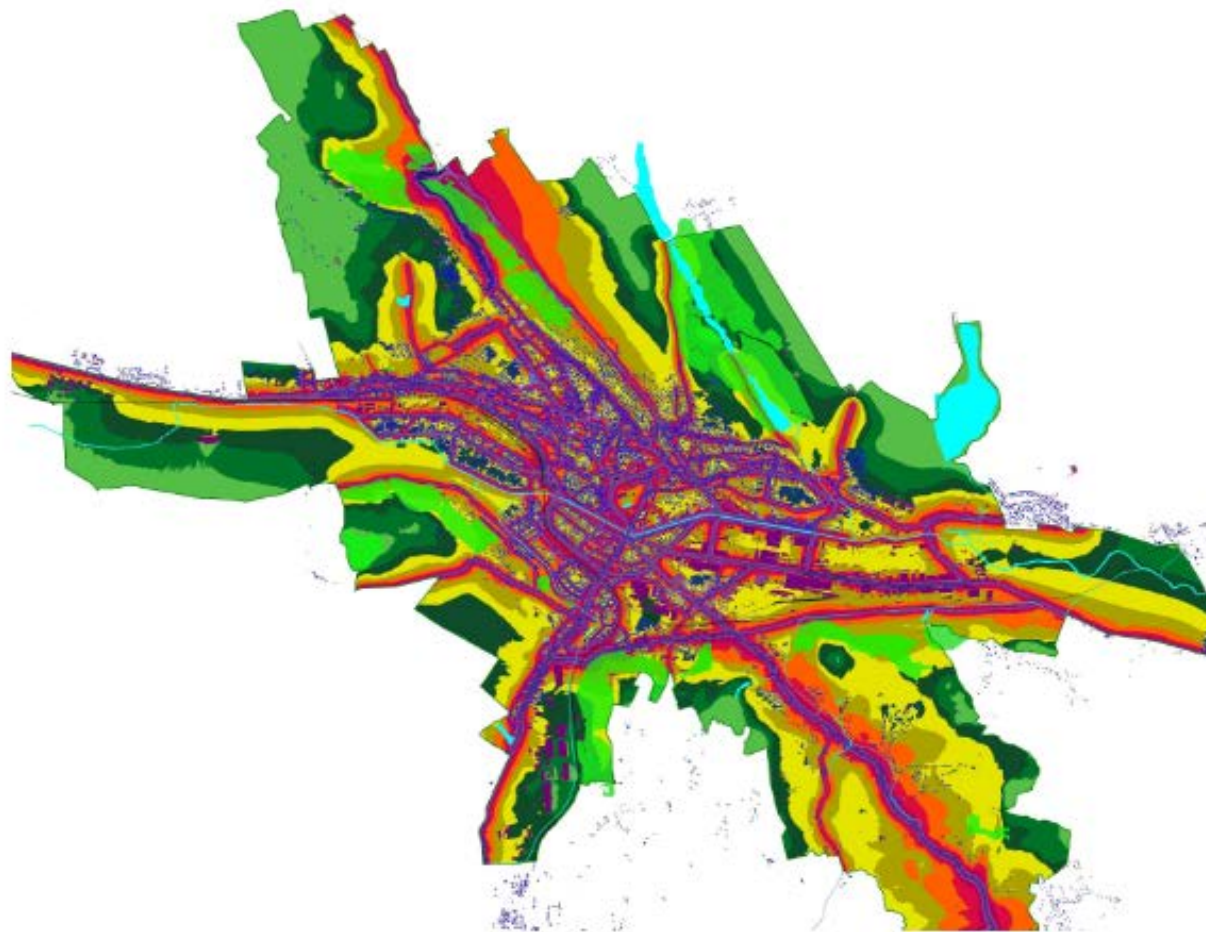
# Hărți de zgomot



| Interval (dB) | Culoare         |
|---------------|-----------------|
| Sub 35        | Verde deschis   |
| 35-40         | Verde           |
| 40-45         | Verde închis    |
| 45-50         | Galben          |
| 50-55         | Ocru            |
| 55-60         | Portocaliu      |
| 60-65         | Cinabru         |
| 65-70         | Roșu carmin     |
| 70-75         | Lila            |
| 75-80         | Albastru        |
| 80-85         | Albastru închis |

Harta de zgomot a municipiului București

# Hărți de zgomot



| Interval (dB) | Culoare         |
|---------------|-----------------|
| Sub 35        | Verde deschis   |
| 35-40         | Verde           |
| 40-45         | Verde închis    |
| 45-50         | Galben          |
| 50-55         | Ocru            |
| 55-60         | Portocaliu      |
| 60-65         | Cinabru         |
| 65-70         | Roșu carmin     |
| 70-75         | Lila            |
| 75-80         | Albastru        |
| 80-85         | Albastru închis |

Harta de zgomot a municipiului Iași



# Hărți de zgomot

## Indicatori de zgomot

Nivelul zi-seară-noapte  $L_{zsn}$

$$L_{zsn} = 10 \log \frac{1}{24} \left( 12 \cdot 10^{\frac{L_{zi}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{seara}-5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{noapte}-10}{10}} \right)$$

|                |               |
|----------------|---------------|
| $L_{zi}$ ,     | 07-19, 12 ore |
| $L_{seara}$ ,  | 19-23, 4 ore  |
| $L_{noapte}$ , | 23-07, 8 ore  |

Zone liniștite în municipiul Iași  $L_{aech} < 45$  dBA

- Grădina Botanică
- Parcul Copou -
- Parcul Expoziției -
- Pădurea Șorogari -
- Pădurea Țicău -
- Pădurea Ciric -
- Pădurea Valea Ursului -
- Pădurea Cetățuia -
- Pădurea Breazu



# Hărți de zgomot

## Limite de zgomot

**Standardul SR 10009:2017, Acustică.** *Limite admisibile ale nivelului de zgomot din mediul ambiant* stabilește limitele admisibile ale nivelului de zgomot exterior, diferențiate pe zone și spații funcționale, așa cum sunt ele definite în reglementările tehnice specifice privind sistematizarea localităților și protecția mediului.

| Spații funcționale      | Nivel presiune acustică echivalent ponderat A<br>$L_{Aech}$ (dBA) |
|-------------------------|---|
| Străzi tehnice cat. I   | 75-80   |
| Străzi tehnice cat. II  | 70  |
| Străzi tehnice cat. III | 65  |
| Zona feroviară          | 70  |
| Pasaje pietonale        | 65  |
| Parcare auto            | 90  |
| Parcuri                 | 60  |
| Piețe alimentare        | 70  |
| Scoli                   | 85  |
| Zona industrială        | 65  |
| Spații de recreere      | 45  |

# Măsurări sonometrice

**SR ISO 1996-1:2016** - Acustică. *Descrierea, măsurarea și evaluarea zgomotului ambiant. Partea 1: Mărimi fundamentale și metode de evaluare*

**SR ISO 1996-2:2008** - Acustică. *Descrierea, măsurarea și evaluarea zgomotului din mediul ambiant. Partea 2: Determinarea nivelurilor de zgomot din mediul ambiant*

**SR EN ISO 3744:2010** - Acustica. *Determinarea nivelurilor de putere acustica ale surselor de zgomot utilizând presiunea acustică. Metoda Tehnică în condiții apropiate de cele ale unui câmp liber deasupra unui plan reflectant.*

**SR EN ISO3746:2012** – Acustica. *Determinarea nivelurilor de putere acustică emise de sursele de zgomot utilizând presiunea acustică. Metoda de control care utilizează o suprafață de măsurare înconjurătoare, deasupra unui plan reflectant.*

**SR EN ISO 9614 -1 și 2:2009** – *Determinarea nivelurilor de putere acustică a surselor de zgomot utilizând intensitatea acustică. Partea 1: Măsurarea în puncte discrete. Partea 2: Măsurarea prin baleiere.*



# Măsurări sonometrice

## Sonometre

Aparate pentru măsurarea nivelelor de zgomot prin măsurarea presiunii sonore.

Funcțiuni minime:

- Măsurarea nivelelor de presiune sonoră cu ponderare în timp
- Măsurarea nivelelor de presiune sonoră cu ponderare în frecvență
- Măsurarea nivelelor echivalente de expunere la zgomot pe anumite perioade de timp
- Măsurarea nivelelor de presiune sonoră pe octave de frecvență
- Posibilitatea de salvare a valorilor și/sau transmiterea acestora la distanță.
- Posibilitatea de efectuare a unor calcule statistice.

