

# Ochrona przeciwdźwiękowa

(wykład 2 – 06.03.2008)

Józef Kotus

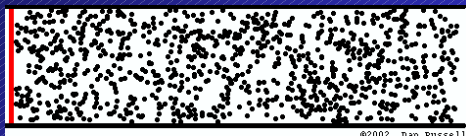
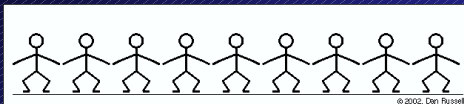
Pojęcia podstawowe i zależności fizyczne

Wpływ hałasu na jakość życia i zdrowie człowieka

Straty związane z występowaniem hałasu

## Pojęcia podstawowe i zależności fizyczne

**Hałasem** nazywa się wszystkie niepożądane, nieprzyjemne, dokuczliwe lub szkodliwe drgania mechaniczne ośrodka sprężystego, działające za pośrednictwem powietrza na organ słuchu i inne elementy organizmu ludzkiego



## Pojęcia podstawowe i zależności fizyczne

### Prędkość dźwięku, długość fali akustycznej

$$c = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

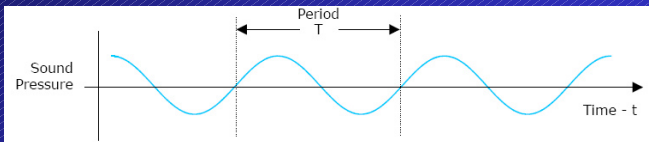
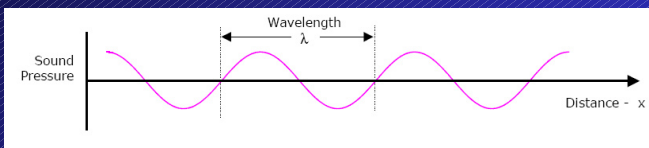
$$c = \sqrt{\gamma RT} = 20.05\sqrt{T} (^{\circ}K) \quad (\text{meters/second}) \quad ^{\circ}K = ^{\circ}C + 273.15$$

$$= 49.03\sqrt{T} (^{\circ}R) \quad (\text{feet/second}) \quad ^{\circ}R = ^{\circ}F + 459.7$$

example: @ 20°C c = 343 m / sec or 1126 ft / sec

$$c = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}}$$

where :  $\gamma = \frac{C_p}{C_v} = 1.4$  for air and  $P = \rho RT$  (Ideal Gas Law)



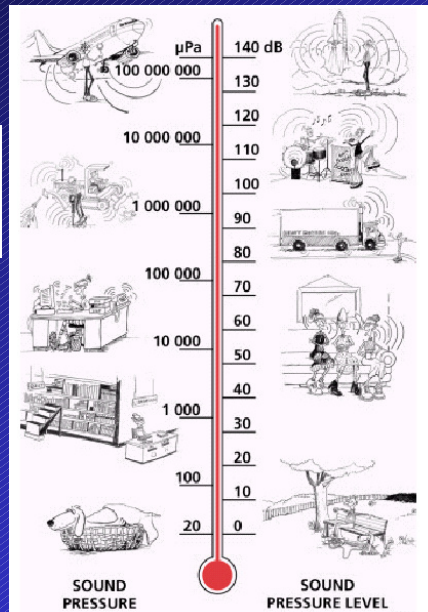
$$c = f\lambda$$

## Pojęcia podstawowe i zależności fizyczne

### Poziom ciśnienia akustycznego

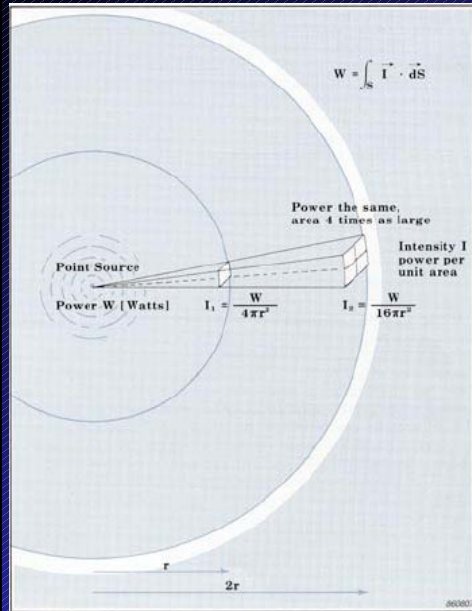
$$L_p = 10 \log_{10} \frac{p^2}{p_0^2} = 20 \log_{10} \frac{p}{p_0}$$

where:  $L_p$  = sound pressure level.  
 $p$  = measured pressure level.  
 $p_0$  = reference pressure value =  $0.00002 = 20 \cdot 10^{-6}$  Pascal.





## Pojęcia podstawowe i zależności fizyczne



**Natężenie dźwięku** – moc akustyczna źródła przypadająca na jednostkową powierzchnię prostopadłą do kierunku rozchodzenia się fali dźwiękowej.

$$L_I = 10 \log_{10} \frac{I}{I_{ref}} \quad I_{ref} = 10^{-12} \text{ watts / m}^2$$

$$I = \frac{1}{T} \int_0^T p u dt = \frac{\langle p^2 \rangle}{\rho c} = \frac{p_{rms}^2}{\rho c}$$

## Pojęcia podstawowe i zależności fizyczne

If intensity is uniform over area  $S$  (assuming spherical spreading)

for a spherical source:  $W = I \cdot S$

$$L_W = 10 \log_{10} \frac{W}{W_{REF}} = 10 \log_{10} \frac{I \cdot S}{W_{REF}}$$

$$= 10 \log_{10} \frac{I}{I_{REF}} + 10 \log_{10} \frac{S}{S_0}$$

$$S_0 = 1.0 \text{ m}^2$$

$$\text{since: } W_{REF} = 10^{-12} \text{ watts} = 10^{-12} \text{ watts / m}^2 \times 1.0 \text{ m}^2 = I_{REF} \times 1.0 \text{ m}^2$$

$$\text{So: } L_W = L_I + 10 \log_{10} \frac{S}{S_0} \quad (L_I = L_W @ S = 1.0 \text{ m}^2)$$

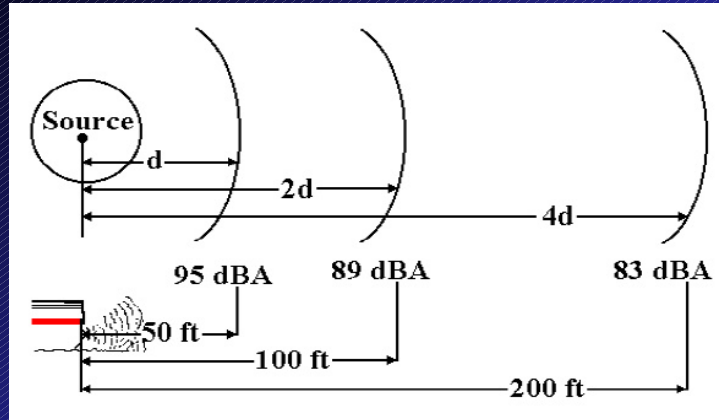
$$\text{and since } W = \frac{P_{RMS}^2}{\rho c} \cdot 4\pi r^2 = I \cdot S$$

$$L_W = 10 \log_{10} \frac{P_{RMS}^2}{P_{REF}^2} + 10 \log_{10} \left[ \frac{4\pi r^2 P_{REF}^2}{W_{REF} \rho c} \right]$$

using  $\rho c = 415 \text{ N sec / m}^3$ ,  $W_{REF} = 10^{-12} \text{ watts}$ ,  $P_{REF} = .00002 \text{ Pa}$ , we get:

$$L_W = L_P + 20 \log_{10} r + 11 \text{ dB} \quad \text{Equation A}$$

## Pojęcia podstawowe i zależności fizyczne

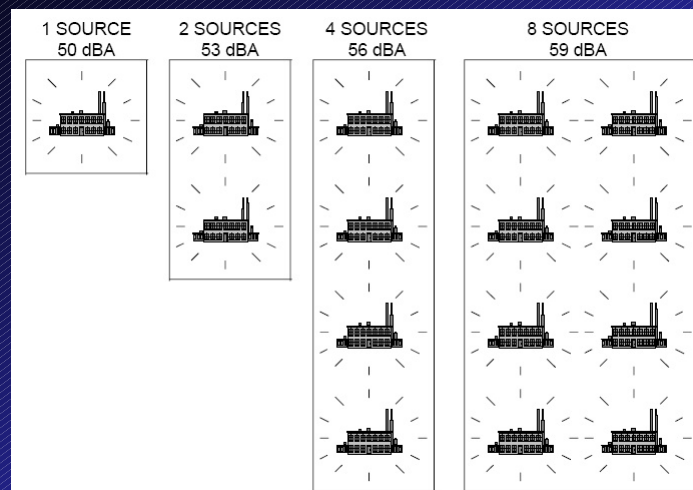


$$\Delta SPL = L_{R_1} - L_{R_2} = 20 \log_{10} \frac{r_2}{r_1}$$

Source,  $L_w$

$r_1$   $L_{p_1}$   $r_2$   $L_{p_2}$

## Pojęcia podstawowe i zależności fizyczne

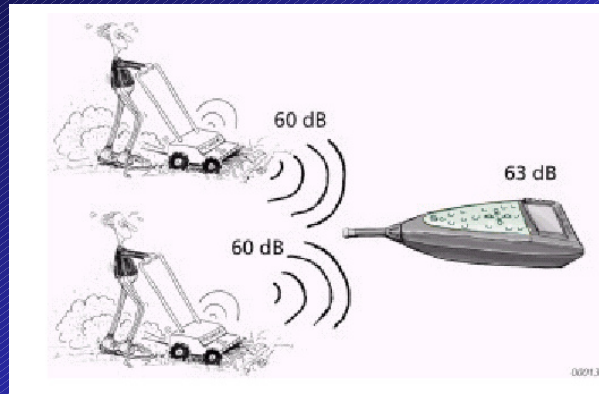


$$P_T^2 = \sum_{i=1}^n P_1^2 + \sum P_1^2 + P_2^2 + \dots P_n^2$$

## Pojęcia podstawowe i zależności fizyczne

Sumowanie poziomów dźwięku

$$L_{\text{result}} = 10 \cdot \log \left( 10^{\frac{L_{p1}}{10}} + 10^{\frac{L_{p2}}{10}} + 10^{\frac{L_{p3}}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_{pn}}{10}} \right)$$



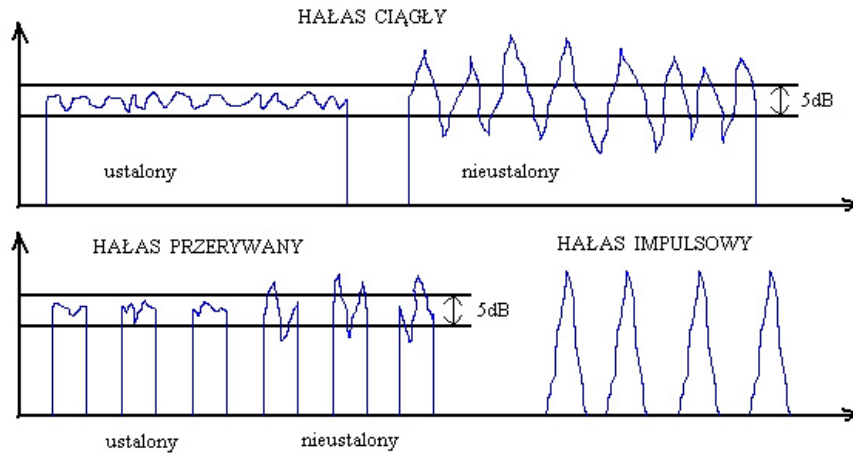
## Pojęcia podstawowe i zależności fizyczne

**FON** [gr.], jednostka poziomu głośności dźwięku; liczbowo równy poziomowi natężenia tonu (w decybelach) o częst. 1 kHz, którego głośność jest równa głośności tego dźwięku.

**SON** [łac.], jednostka umownej skali głośności dźwięku, wyrażająca subiektywną ocenę głośności tonu; 1 s. odpowiada poziomowi głośności 40 fonów przy częst. 1000 Hz.

**NOYS** [ang.], umowna jednostka hałaśliwości równa dokuczliwości, jaką (wg przeciętnego obserwatora) sprawia hałas o widmie ciągłym zawartym w pasmie częst. 910–1010 Hz i natężeniu 40 dB.

## Przebieg czasowy różnych rodzajów hałasu:



## Wskaźniki hałasu

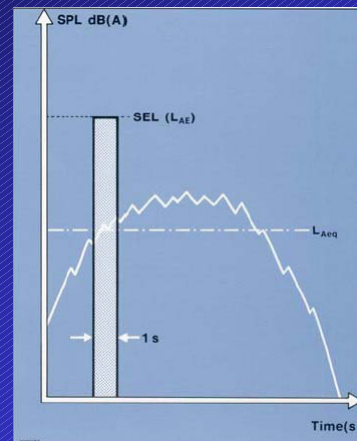
### Poziom równoważny

$$L_{EQ} = 10 \log_{10} \left[ \frac{1}{T} \int_0^T \frac{P_A^2(t)}{P_{REF}^2} dt \right] \quad P_A = \text{rms A-weighted pressure}$$

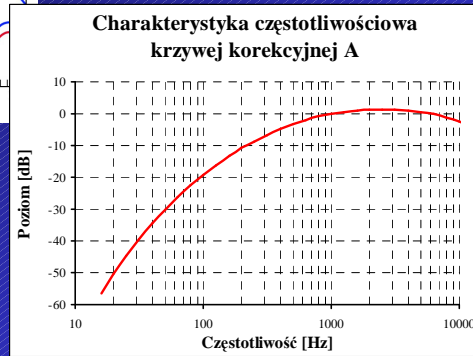
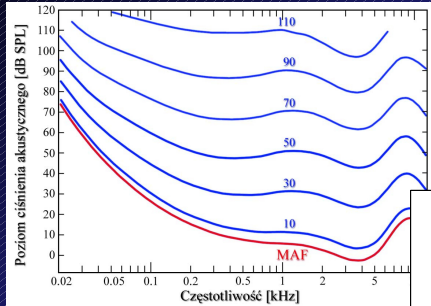
$$L_{EQ} = 10 \log_{10} \left[ \frac{1}{T} \int_0^T 10^{L_A/10} dt \right] \quad L_A = \text{A-weighted level (dBA)}$$

where  $P_{REF}$  = reference pressure =  $20 \mu Pa$

$$L_{Aeq} = 10 \cdot \log_{10} \left( \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N 10^{0.1 \cdot L_{AdBi}} \right)$$



## Pojęcia podstawowe i zależności fizyczne



## Pojęcia podstawowe i zależności fizyczne

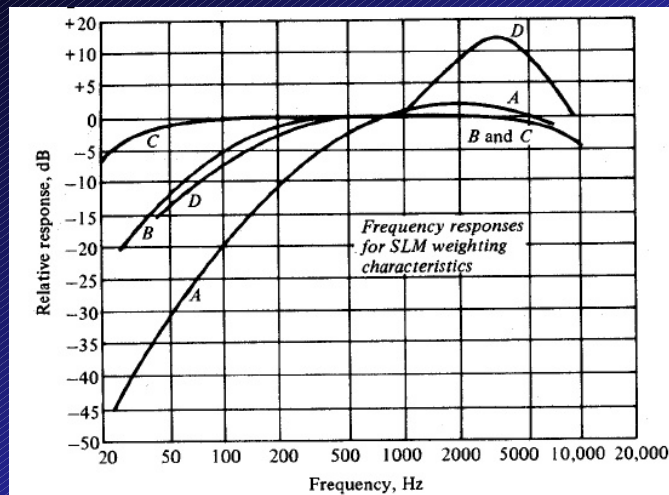


Figure 1.12 Frequency characteristics of the A, B, C, and D weighting networks.



## Dopuszczalne poziomy hałas

Wybrane dopuszczalne poziomy hałas w środowisku dla dróg lub linii kolejowych  
(wyrażone równoważnym poziomem dźwięku A w [dB])

Przeznaczenie terenu	Dopuszczalny poziom hałasu	
	Pora dzienna	Pora nocna
Tereny w strefie śródmiejskiej miast powyżej 100 tys. Mieszkańców, ze zwartą zabudową.	65	55
Tereny zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej i zamieszkania zbiorowego.	60	50

Dopuszczalne poziomy dźwięku A w pomieszczeniach przeznaczonych do przebywania ludzi

Przeznaczenie terenu	Poziom równoważny dla dnia w [dB] od wszystkich źródeł
pomieszczenia do pracy umysłowej wymagającej silnej koncentracji uwagi	35
Sale konferencyjne, audytoria, sale wykładowe	40

## Wpływ hałasu na jakość życia i zdrowie człowieka

Wpływa niekorzystnie na samopoczucie, zakłóca sen, powoduje zmęczenie, obniża zdolność koncentracji

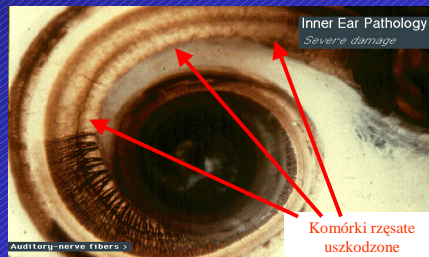
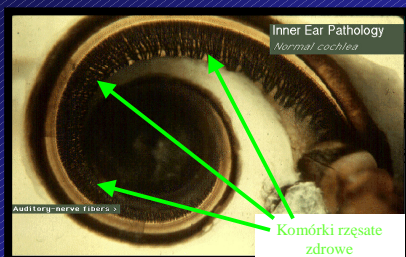
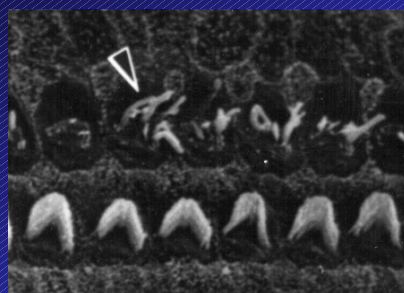
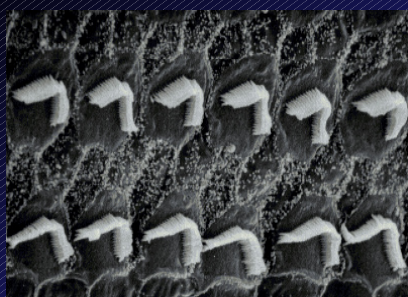
**Jest przyczyną powstawania ubytków słuchu**

Utrudnia komunikowanie się oraz percepcję ważnych sygnałów akustycznych

## Subiektywne pomiary hałasu

Badania tego rodzaju przeprowadza się głównie w formie ankiet. Możliwy do zastosowania jest tu elektroniczny sposób ankietyzacji (np. poprzez sieć Internet). Subiektywne badania hałasu są szczególnie istotne, jeśli ich wyniki można skorelować z rezultatami pomiarów obiektywnych. Reprezentatywny przykład wyników takich działań przedstawić można na podstawie skali ocen opracowanych dla hałasu komunikacyjnego (PZH).

Uciążliwość	$L_{Aeq}$ [dB]
Mała	< 52
Średnia	52 .. 62
Duża	63 .. 70
Bardzo duża	> 70



## Straty związane z występowaniem hałasu

Straty bezpośrednie

Straty pośrednie

Inne...