

8.1 Äänen voimakkuus

8.1 Äänen voimakkuus

- Äänen **intensiteetti** on äänen teho pinta-alaa kohden, $I = \frac{P}{A}$.
- Intensiteetin yksikkö on $[I] = \frac{[P]}{[A]} = \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$.
- **Äänekkyystaso** kuvaa kuuloaistimuksen voimakkuutta. Äänekkyystason yksikkö on **foni**.
- Äänen **intensiteettitaso** L kuvaa äänen voimakkuutta logaritmisella asteikolla. Intensiteettitaso on yksikkö on **desibeli, dB**.

$$L = 10 \cdot \lg\left(\frac{I}{I_0}\right) \text{ dB} \quad , \text{ missä } I_0 \text{ on intensiteettitasovertailuarvo}$$

- (MAOL: $I_0 = 1 \cdot 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$)
- Aina kun intensiteetti kymmenkertaistuu, kasvaa intensiteettitaso 10 desibelillä
(jos intensiteetti kaksinkertaistuu, intensiteettitaso kasvaa 3 dB)
- **Infra-** ja **ultraääni** ovat ääntä, joiden taajuus on ihmisen kuuloalueen ulkopuolella. Infraäänin taajuus on alle 20 Hz , ja ultraäänin taajuus on yli 20 kHz .

ESIM1

a) Auton äänentoistojärjestelmän tuottaman äänen intensiteetti on $3,9 \cdot 10^{-4} \text{ W/m}^2$. Kuinka suuri on äänen intensiteettitaso autossa?

$$I = 3,9 \cdot 10^{-4} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$L = 10 \cdot \lg\left(\frac{I}{I_0}\right) \text{ dB} = 10 \cdot \lg\left(\frac{3,9 \cdot 10^{-4} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}{1 \cdot 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}\right) \text{ dB}$$

$$L \approx 86 \text{ dB}$$

$$10 \cdot \log_{10}(3.9 \cdot 10^{-4} / 1 \cdot 10^{-12}) = 85,910646070264992065$$

b) Koulun ruokalassa mitataan äänen intensiteettitasoksi 78 dB.
Kuinka suuri on äänen intensiteetti?

$$L = 78 \text{ dB} \quad I = ?$$

$$L = 10 \cdot \lg\left(\frac{I}{I_0}\right) \text{ dB}$$

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

$$\text{Ratkaise: } \left\{ I = I_0 \cdot 10^{\frac{1}{10}L} \right\}$$

$$\left\{ I = I_0 \cdot 10^{\frac{1}{10}L} \right\}$$

Sijoita, $I_0 = 1 \cdot 10^{-12}$, $L = 78$:

$$\left\{ I = 1 \cdot 10^{-12} \cdot 10^{\frac{1}{10} \cdot 78} \right\}$$

\$2

$$\approx \left\{ I = 0.000063095734448 \right\}$$

$$I \approx 6,3 \cdot 10^{-5} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

"Käsin"

$$L = 10 \cdot \lg\left(\frac{I}{I_0}\right) \text{ dB} \quad || \quad 10 \text{ dB}$$

$$\frac{L}{10 \text{ dB}} = \lg\left(\frac{I}{I_0}\right) \quad || \quad 10^{(\quad)}$$

(potenssiinkorotus ja logaritmi kumoaa toisensa, kun sama kanta)

$$10^{\left(\frac{L}{10 \text{ dB}}\right)} = \frac{I}{I_0}$$

$$I = I_0 \cdot 10^{\left(\frac{L}{10 \text{ dB}}\right)} = 1 \cdot 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 10^{\left(\frac{78 \text{ dB}}{10 \text{ dB}}\right)}$$

$$I \approx 6,3 \cdot 10^{-5} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$1\text{e-}12 * 10^{(78/10)} \\ = 6,30957344480193249434\text{e-}5$$

Intensiteetti pienenee, kun etäännytään äänen lähteestä.

Intensiteetti pienenee kääntäen verrannollisesti etäisyyden neliöön: $I \sim \frac{1}{r^2}$

eli $I_1 \cdot r_1^2 = I_2 \cdot r_2^2$

(tai $\frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$)

Esim. Katuporan intensiteettitaso on metrin etäisyydellä 120 dB. Kuinka kaukana voi olla ilman kuulosuojaimia (eli äänen voimakkuus on 85 dB)?

$$L = 120 \text{ dB}$$

$$L = 10 \cdot \lg\left(\frac{I}{I_0}\right) \text{ dB}$$

(ratkaistaan kaavasta I vaikka Geogebraalla)

$$I_1 = I_0 \cdot 10^{\left(\frac{L}{10 \text{ dB}}\right)} = 1 \cdot 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 10^{\left(\frac{120 \text{ dB}}{10 \text{ dB}}\right)}$$

$$= 1 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$I_2 = I_0 \cdot 10^{\left(\frac{L}{10 \text{ dB}}\right)} = 1 \cdot 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 10^{\left(\frac{85 \text{ dB}}{10 \text{ dB}}\right)}$$

$$= 0,000316... \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$1\text{e-}12 * 10^{(120/10)}$$

$$= 1$$

$$1\text{e-}12 * 10^{(85/10)}$$

$$= 0,00031622776601683793$$

Intensiteetti on kääntäen verrannollinen etäisyyden neliöön:

$$I_1 \cdot r_1^2 = I_2 \cdot r_2^2 \quad || \quad r_1 = 1 \text{ m}$$

$$r_2^2 = \frac{I_1 \cdot r_1^2}{I_2}$$

$$r_2 = \sqrt{\frac{I_1 \cdot r_1^2}{I_2}}$$

$$r_2 \approx 56 \text{ m}$$

$$\text{sqrt}(1 * 1^2 / 0,00031622776601683793)$$

$$= 56,23413251903490832401$$

8.2 Ääni ympäristössämme

8.2. Ääni ympäristössämme

- Akustiikka on tieteenala, jossa tutkitaan ääntä.
- Akustiikan huomioiminen on oleellinen osa rakennusten, tilojen ja koneiden suunnittelua.
- Kaikuluotaus ja ultraäänitutkimus perustuvat äänen heijastumiseen rajapinnoista.
- Melua voidaan vähentää pienentämällä melunlähteen tuottamaa ääntä tai käyttämällä melua absorboivia ja heijastavia materiaaleja.