# Äänen voimakkuus

Ääni on aalto, eli se kuljettaa energiaa. Energiasta saadaan teho, kun mitataan siirtynyt energia jossakin ajassa. ( Watti ilmaisee kuinka paljon energiaa siirtyy sekunnissa, esim. läppärin teho on noin 100 W, joka vastaa aika hyvin ihmiskehoa). Jos teho suhteutetaan vielä pinta-alaan, eli kuinka paljon tulee energiaa jossakin ajassa johonkin pintaan, niin puhutaan intensiteetistä (I). Esim. Auringon intensiteetti maapallolla on noin 150 W/m^2

Tätä samaa voidaan soveltaa äänelle. Sille on tehty logaritminen asteikko, ns. desibeli-asteikko, joka ilmaisee intensiteettitason.

# MAFY

äänen intensiteettitaso

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

$L =$ intensiteettitaso

$I =$ äänen intensiteetti

$I_0 =$ äänen intensiteetin vertailuarvo

$I_0 = 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$

Tämä on ns. kuulokynnys, eli pienin intensiteetti, jonka ihmiskorva havaitsee

Kaskelotti pystyy vedessä tuottamaan jopa 190 dB äänen. Kuinka suurta energiaa se vastaa?
MAFY:

$L = 10 \lg\left(\frac{I}{I_0}\right)$ Tästä pitää nyt ratkaista I.

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

$$10^{\frac{L}{10}} = \frac{I}{I_0}$$

$$I = I_0 \cdot 10^{\frac{L}{10}} = 10^{-12}\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2} \cdot 10^{\frac{190}{10}} = 10^7\ \frac{W}{m^2} = 10\,000\,000\ \frac{J}{s \cdot m^2}$$

---

$$\mathrm{solve}\left(\mathsf{L} = 10 \cdot \log_{10}\left(\frac{\mathsf{I}}{\mathsf{i}}\right),\ \mathsf{I}\right)$$

$$\rightarrow\ \left\{\mathsf{I} = \mathsf{i} \cdot 10^{\frac{1}{10}\mathsf{L}}\right\}$$

---

Ihminen pystyy huutamaan maksimissaan noin 130 dB. Muutetaan tämä edellisen esimerkin mukaan energiaksi.

$$I = I_0 \cdot 10^{\frac{L}{10}} = 10^{-12} \frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2} \cdot 10^{\frac{130}{10}} = 10 \frac{W}{m^2} = 10 \ \frac{J}{s \cdot m^2}$$

Yksi kaskelotti töräyttää yhtä voimakkaan äänen kuin miljoona ihmistä huutaisi täysillä.

Pistoolirapu napasuttaa 210 dB

$$I = I_0 \cdot 10^{\frac{L}{10}} = 10^{-12} \frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2} \cdot 10^{\frac{210}{10}} = 10^9 \ \frac{W}{m^2} = 1\,000\,000\,000 \ \frac{J}{s \cdot m^2}$$

Vastaa noin miljardin ihmisen huutoa.