

# Paine

- Paine  $p$  kuvaa voiman  $F$  vaikutusta pinta-alayksikköä  $A$  kohti

$$p = \frac{F}{A}$$

- Paineen yksikkö on  $[p] = [F]/[A] = 1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ Pa}$  (pascal)
- Painemittareissa usein käytetty yksikkä on 1 bar (baari) = 100 000 Pa.
- Painemittarit ilmoittavat tyypillisesti ylipaineen eli sen, kuinka paljon esimerkiksi renkaan sisällä oleva paine on suurempi kuin ilmapaine.
- Normaali ilmanpaine (1 atm) on 101 325 Pa  $\approx$  101,3 kPa
- Ilmanpaine syntyy yläpuolella olevan ilmamassan painosta
- Nesteissä ja kaasuissa paine aiheutuu aineen rakenneosasten törmäyksistä, jolloin paine vaikuttaa yhtä suurena kaikkiin suuntiin.

# Hydrostaattinen paine

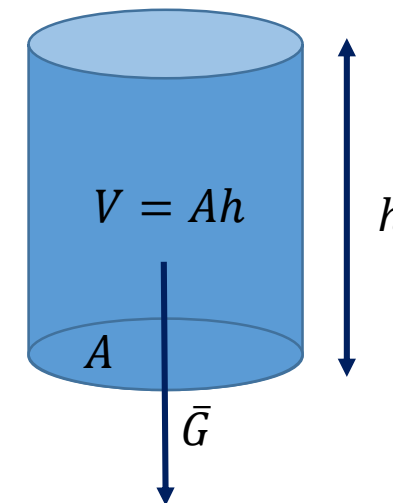
- Nesteen (tai kaasun) omasta painosta johtuvaa painetta kutsutaan hydrostaattiseksi paineeksi  $p_h$ .
- Hydrostaattisen paineen suuruus syvyydellä  $h$  voidaan laskea kaavalla

$$p_h = \rho gh.$$

Tässä  $\rho$  on väliaineen tiheys.

- Hydrostaattinen paine kasvaa siis suoraan verrannollisesti syvyyteen nähden.
- Kokonaispaine  $p$  saadaan lisäämällä hydrostaattiseen paineeseen ulkoinen ilmanpaine  $p_0$ .

$$p = p_0 + p_h = p_0 + \rho gh.$$



Syvyydellä  $h$  pinta-alalle  $A$  kohdistuva yläpuolisen nestepatsaan paino on

$$G = mg = \rho Vg = \rho Ahg.$$

Tämä aiheuttaa paineen

$$p_h = \frac{G}{A} = \frac{\rho Ahg}{A} = \rho gh.$$

### Tehtävä 6.15, s. 81.

a) Paine-ero matkustamon paineen ja normaalin ilmapaineen välillä on  $p = 24\,325\text{ Pa}$ .

$$p := 1 \cdot \text{atm} - 77000 \cdot \text{Pa} \quad 24325 \cdot \text{Pa}$$

Paineen määritelmästä  $p = \frac{F}{A}$  saadaan voimaksi  $F = pA$ . Kun  $A = 65\text{ mm}^2$ , paine-ero aiheuttaa tärykalvoon voiman  $F \approx 1,581\text{ N} \approx 1,6\text{ N}$ .

$$a := 65 \cdot \text{mm}^2 \quad 0.000065 \cdot \text{m}^2$$

$$p \cdot a \quad 1.58113 \cdot \text{N}$$

b) Paine-ero on nyt  $p = 35\text{ kPa}$ . Tämä aiheutuu hydrostaattisesta paineesta  $p = p_h = \rho gh$ .

Käytetään veden tiheydelle arvoa  $\rho = 1000\text{ kg/m}^3$  (tai  $1\text{ kg/l}$ ) ja ratkaistaan kysytty syvyys  $h$  laskinohjelmalla:

$$p := 35 \cdot \text{kPa} \quad 35000 \cdot \text{Pa}$$

$$\rho := \frac{1000 \cdot \text{kg}}{\text{m}^3} \quad 1000 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{solve}(p = \rho \cdot g \cdot h, h) \quad h = 3.56901 \cdot \text{m}$$

Tasaamatta painetta voidaan siis sukeltaa korkeintaan 3,6 metrin syvyydelle.