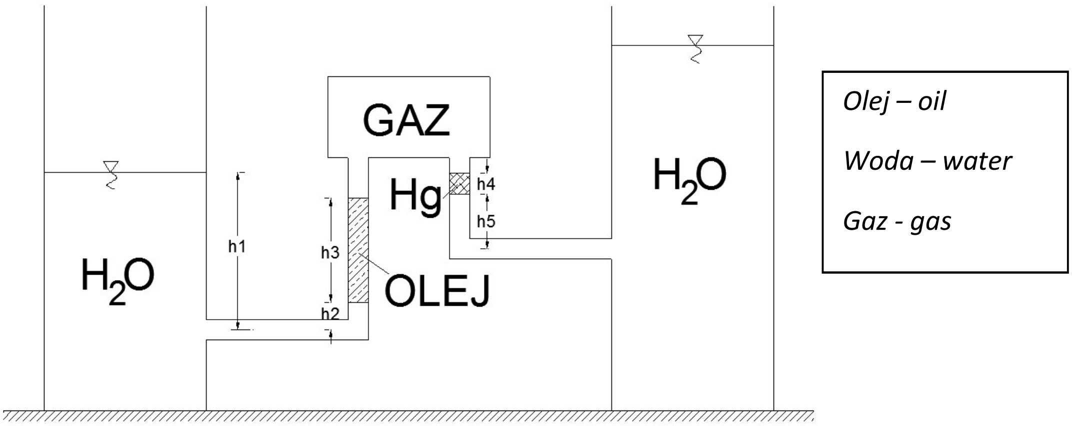
CLASSES 5

Task 3.1. Calculate the difference in the levels of water levels in tanks, if h_1 = 1.5 m; h_2 = 0,25 m; h_3 = 0,50 m, h_4 = 0,1 m; h_5 = 0,35 m. $\rho_O = 0{,}7\ \rho_{H20}$; $\rho_{Hg} = 13{,}6\ \rho_{H20}$.. Tank inlets are located 1 and 2 m above the foundation level, respectively. Take gas density equal to 0.



Task 3.2. Draw a graph of hydrostatic pressure and total pressure on the vertical wall of a tank filled with water and calculate what values they take at a depth of 10 m knowing that the atmospheric pressure is 1020 hPa.

Task 3.3. In a tank with a height of h = 5 m, completely filled with water, there are two rectangular flaps, each with dimensions of a x b = 2 x 3 m. Calculate the hydrostatic pressure values pressing on each flap knowing that the first flap is vertical and the second flap horizontally to the water surface. The upper edges of the flaps are 1.5 m below the water level.

ZAD. 3.1.

Przyjmijmy poziomy odniesienia na osi kolanek:

* α-α - lewe kolanko
* β-β - prawe kolanko

Z uwagi, że przyjęto gęstość gazu równą 0, dlatego ciśnienie gazu w każdym punkcie środkowego zbiornika jest takie samo, a więc przyjmujemy, że na zwierciadła rtęci (lewe i prawe) działa ta sama wartość p_G.

Liczymy ciśnienie:

* α-α:
  * z lewej strony:

    $p_{\alpha-\alpha,L} = p_a + \gamma_w \cdot h_1$
  * z prawej strony:

    $p_{\alpha-\alpha,P} = p_G + \gamma_0 \cdot h_3 + \gamma_w h_2$
* β-β
  * z lewej strony

    $p_{\beta-\beta,L} = p_G + \gamma_{Hg} \cdot h_4 + \gamma_w \cdot h_5$
  * z prawej strony: (przyjmijmy wzniesienie zwierciadła wody w zbiorniku nad osią prawego rurociągu – h_6)

$p_{\beta-\beta,P} = p_a + \gamma_w \cdot h_6$

Przyjmijmy poziomy odniesienia na osi kolanek: - Let's take reference levels on the elbow axis:

- α – α – lewe kolanko - α - α - left elbow
- β - β - prawe kolanko - β - β - right elbow

Z uwagi, że przyjęto gęstość gazu równą 0, dlatego ciśnienie gazu w każdym punkcie środkowego zbiornika jest takie same, a więc przyjmujemy, że na zwierciadła rtęci (lewe i prawe) działa ta sama wartość p_G. - Due to the gas density equal to 0, therefore the gas pressure at each point of the middle tank is the same, so we assume that mercury mirrors (left and right) have the same p_G value.

Liczymy ciśnienie: - Calculate the pressure

Z lewej strony – On the left side

Z prawej strony - On the right side

Z lewej strony - On the left side

Z prawej strony: (przyjmujemy wzniesienie wody w zbiorniku nad osią prawego rurociągu h_6) - On the right: (we assume a water elevation in the tank above the axis of the right pipeline h6

Ciśnienia na tym samym poziomie są równe, więc:

$p_{\alpha-\alpha,L} = p_{\alpha-\alpha,P}$ $\qquad$ $p_{\beta-\beta,L} = p_{\beta-\beta,P}$

$\Downarrow$ $\qquad$ $\Downarrow$

$p_a + \gamma_w \cdot h_1 = p_G + \gamma_o \cdot h_3 + \gamma_w \cdot h_2$ $\qquad$ $p_G + \gamma_{Hg} \cdot h_4 + \gamma_w \cdot h_5 = p_a + \gamma_w \cdot h_6$

$\Downarrow$ $\qquad$ $\Downarrow$

$\boxed{p_G} = p_a + \gamma_w \cdot h_1 - \gamma_o \cdot h_3 - \gamma_w \cdot h_2$ $\qquad$ $\gamma_w \cdot h_6 = p_G + \gamma_{Hg} \cdot h_4 + \gamma_w \cdot h_5 - p_a$

$\Downarrow$

$$\gamma_w \cdot h_6 = p_a + \gamma_w \cdot h_1 - \underbrace{\gamma_o \cdot h_3}_{0,7\gamma_w \cdot h_3} - \gamma_w \cdot h_2 + \underbrace{\gamma_{Hg} \cdot h_4}_{13,6\gamma_w \cdot h_4} + \gamma_w \cdot h_5 - p_a$$

$$\gamma_w \cdot h_6 = \gamma_w \cdot h_1 - \gamma_w \cdot 0,7h_3 - \gamma_w \cdot h_2 + \gamma_w \cdot 13,6h_4 + \gamma_w \cdot h_5$$

$$h_6 = h_1 - 0,7h_3 - h_2 + 13,6h_4 + h_5$$

$$h_6 = 1,5 - 0,7 \cdot 0,5 - 0,25 + 13,6 \cdot 0,1 + 0,35 = 2,61\ m.$$

Różnica poziomów wody:

$$\Delta h = \big||1m + h_1| - |2m + h_c|\big| = |(1 + 1,5) - (2 + 2,61)| =$$

$$\Delta h = 2,11\ m$$

Ciśnienia na tym samym poziomie są równe, więc: - The pressures at the same level are equal, so:

Różnica poziomów wody: - Water level difference:

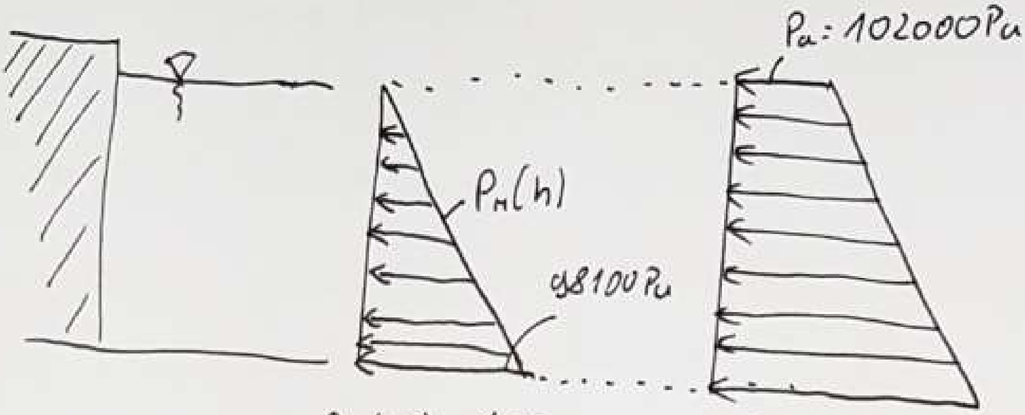
ZAD. 3.2.

Parcie hydrostatyczne

$p_H = \gamma \cdot h \longrightarrow p_H \Rightarrow p_H(h)$

Parcie całkowite

$p = p_a + p_H \longrightarrow p \Rightarrow p(h)$



$p_H(10) = \gamma \cdot 10 = 9810 \frac{N}{m^3} \cdot 10m = \underline{98100\ Pa}$

$p(10) = p_a + p_H(10) = 102000\ Pa + 98100\ Pa = \underline{200100\ Pa}$

Parcie hydrostatyczne: - Hydrostatic pressure:

Parcie całkowite: - total pressure

ZAD. 3.3.

Parcie hydrostatyczne na powierzchnie płaską można obliczyć na 3 sposoby:

* $P = z_s \cdot A \cdot \gamma$

  z_s - zagłębienie środka ciężkości figury płaskiej

  A - pole figury płaskiej

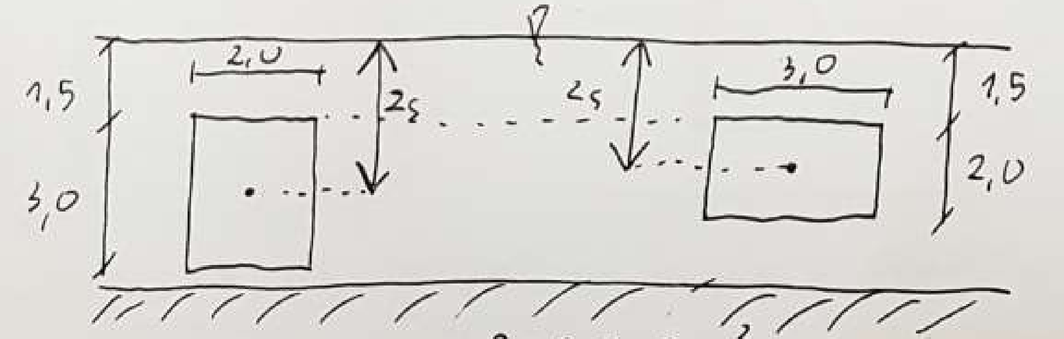
* $P = \gamma \cdot \int_{z_1}^{z_2} A(z)dz$

  z_1, z_2 - granice zagłębienia klapy

  $A(z)$ - pole powierzchni w funkcji zagłębienia

* $P = \gamma \cdot V$

  V - objętość wykresu parcia



1. Metoda $A = 2 \cdot 3 = 6 m^2$

$z_s = 1,5 + \frac{1}{2} \cdot 3 = 3,0 m$ $z_s = 1,5 + \frac{1}{2} \cdot 2,0 = 2,5 m$

$P = z_s \cdot A \cdot \gamma = 3 \cdot 6 \cdot 9810$ $P = z_s \cdot A \cdot \gamma = 2,5 \cdot 6 \cdot 9810$

$P = 176580 N$ $P = 147\,150 N$

(4

Parcie hydrostatyczne na powierzchnie płaską można policzyć na 3 sposoby: - Hydrostatic pressure on a flat surface can be calculated in 3 methods:

Zagłębienie środka ciężkości figury płaskiej – The center of gravity (center of mass) of the flat figure

Pole figury płaskiej – Area of flat figure

Granice zagłębienia klapy – Flap depression limits

Pole powierzchni w funkcji zagłębienia – Surface area as a function of cavity

Objętość wykresu parcia – Pressure plot (grpah) volume

1 Metoda – First method

2 Metoda.

$A(z) = b \cdot z$ - prostokąt

$b = 2{,}0\ m$

$P = \gamma \cdot \int_{z_1}^{z_2} b \cdot z\, dz$

$z_1 = 1{,}5\ m$

$z_2 = 4{,}5\ m$

$b = 2{,}0\ m$

$P = \gamma \cdot \int_{z_1}^{z_2} b \cdot z\, dz$

$z_1 = 1{,}5\ m$

$z_2 = 3{,}5\ m$

$P = \gamma \cdot b \cdot \int_{z_1}^{z_2} z\, dz = \gamma \cdot b \cdot \frac{1}{2} z^2 \Big|_{z_1}^{z_2} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot b \cdot (z_2^2 - z_1^2)$

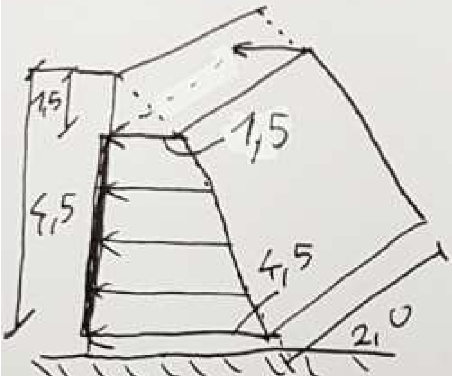
$P = \frac{1}{2}\, 9810 \cdot 2 \cdot (4{,}5^2 - 1{,}5^2)$

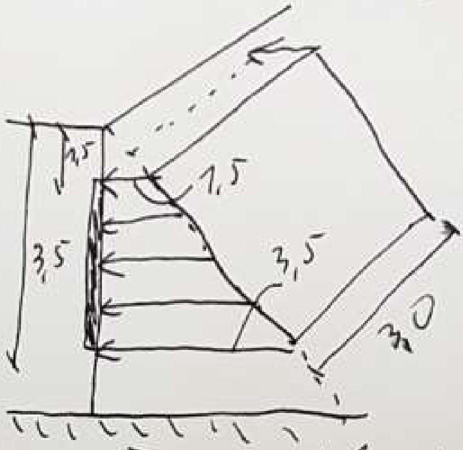
$P = 176580\ N$

$P = \frac{1}{2} \cdot 9810 \cdot 3 \cdot (3{,}5^2 - 1{,}5^2)$

$P = 147150\ N$

3. Metoda





$V = \underbrace{\frac{1}{2}(a+b) \cdot h}_{\text{Trapez}} \cdot b$ – objętość bryły o podstawie trapezu.

$V = \frac{1}{2}(1{,}5+4{,}5) \cdot 3 \cdot 2 = 18\ m^3$

$V = \frac{1}{2} \cdot (1{,}5+3{,}5) \cdot 2 \cdot 3 = 15\ m^3$

$P = \gamma \cdot V = 9810 \cdot 18$

$P = 176580\ N$

$P = \gamma \cdot V = 9810 \cdot 15$

$P = 147150\ N$

2 Metoda – Second Method

Prostokąt – Rectangular

3. Metoda – Third method

Objętość bryły o podstawie trapezu - The volume of the trapezoidal body