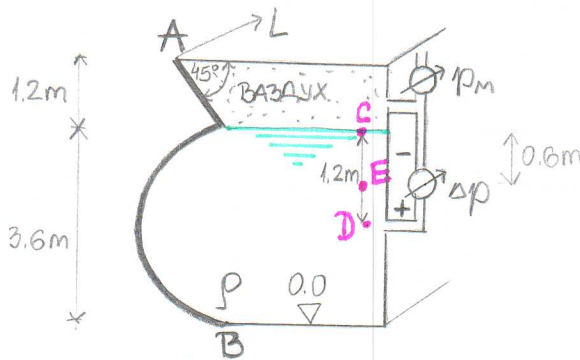


### ЗАДАТАК 3.1

$\Pi = 5.04m$



УЛАЗНИ ПОДАЦИ:

$L = 3m$  (димензија управна на уршет)

$a = 1.2$

$\Delta p = 10 kPa$

$p_m = 24 kPa$

### • ГУСТИНА ФЛУИДА И ПИЈЕЗОМЕТАРСКА КОТА:

$p_m = p_c = p_m^- = 24 kPa$

$\Delta p = p_m^+ - p_m^- \Rightarrow p_m^+ = \Delta p + p_m^- = 10 kPa + 24 kPa \Rightarrow p_m^+ = p_e = 34 kPa$

$z_c = 3.6m ; z_D = 3.6m - 0.6m = 3.0m$

(1)  $\Pi = \frac{p_c}{\rho g} + z_c$   
 (2)  $\Pi = \frac{p_e}{\rho g} + z_e$   
 (1) = (2)  $\Rightarrow \frac{p_c}{\rho g} + z_c = \frac{p_e}{\rho g} + z_e$

$\frac{1}{\rho g} (p_e - p_c) = z_c - z_e \Rightarrow \rho = \frac{p_e - p_c}{g(z_c - z_e)} = \frac{34 kPa - 24 kPa}{9.81 m/s^2 \cdot (3.6m - 3.0m)}$

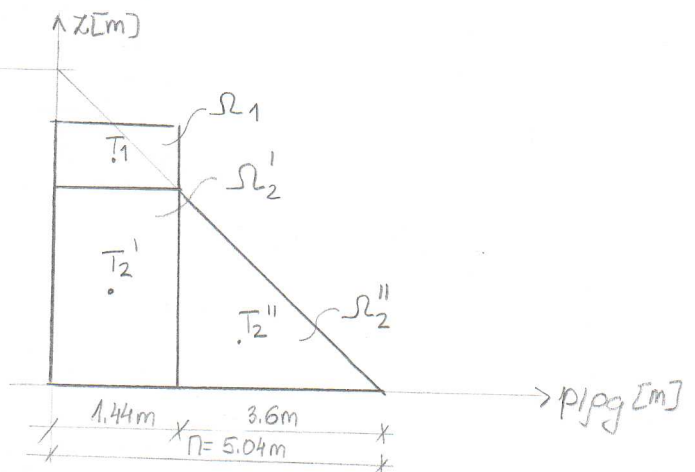
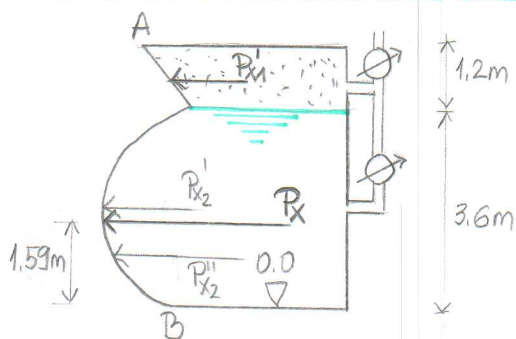
$\rho = 1.699 kg/m^3$

$\Pi = \frac{p_c}{\rho g} + z_c = \frac{24 kPa}{1.699 kg/dm^3 \cdot 9.81 m/s^2} + 3.6m$

$\Pi = 5.04m$

### • ХОРИЗОНТАЛНА КОМПОНЕНТА ХИДРОСТАТИЧКЕ СИЛЕ:

$\Pi = 5.04m$



$P_{x1}' = P_{max} = p_{max} \cdot A_x = 24 kPa \cdot 1.2m$

$P_{x1}' = 28.8 kN$

$P_{x2}' = \rho g \Omega_2' \cdot L = 1.699 kg/dm^3 \cdot 9.81 m/s^2 \cdot (1.44m \cdot 3.6m) \cdot 3m$

$P_{x2}' = 259.21 kN$

$P_{x2}'' = \rho g \cdot \Omega_2'' \cdot L = 1.699 kg/dm^3 \cdot 9.81 m/s^2 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 3.6m \cdot 3.6m) \cdot 3m$

$P_{x2}'' = 324.01 kN$

**ИНТЕНЗИТЕТ:**  $P_x = P_{x1}' + P_{x2}' + P_{x2}'' = 28.8 \text{ kN} + 259.21 \text{ kN} + 324.01 \text{ kN}$

$P_x = 612.02 \text{ kN}$

**СМЈЕР ДЈЕЛОВАЊА:**  $P_{T1}, P_{T2}', P_{T2}'' > 0 \Rightarrow$  КА КОНТУРИ

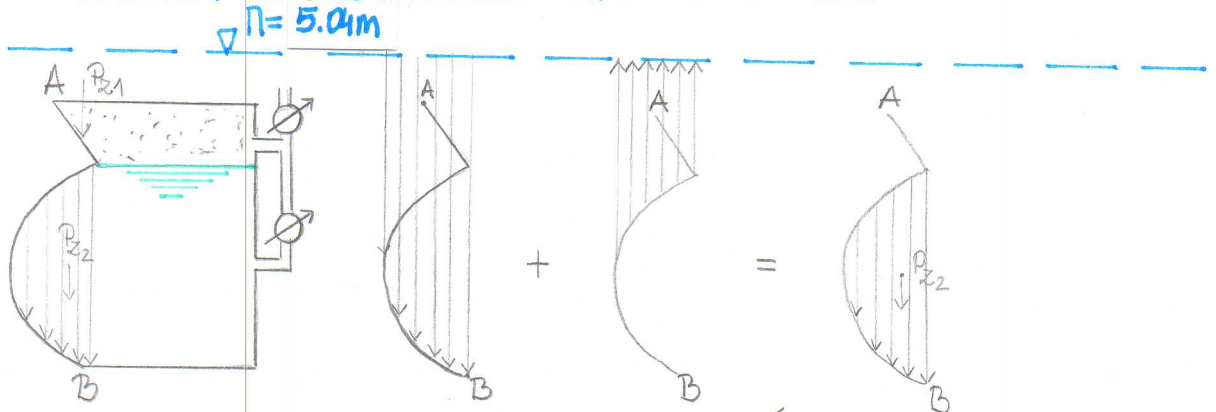
**МЈЕСТО ДЈЕЛОВАЊА:**  $Z_x = ?$  ИЗ  $\Sigma M_B^{\oplus \downarrow}$

$P_x \cdot Z_x = \Sigma P_{xi} \cdot Z_{Ti}$

$612.02 \text{ kN} \cdot Z_x = 28.8 \text{ kN} \cdot (3.6 \text{ m} + 0.6 \text{ m}) + 259.21 \text{ kN} \cdot \frac{3.6 \text{ m}}{2} + 324.01 \text{ kN} \cdot \frac{1}{3} \cdot 3.6 \text{ m}$

$Z_x = \frac{976.35 \text{ kNm}}{612.02 \text{ kN}} \Rightarrow Z_x = 1.59 \text{ m}$

**• ВЕРТИКАЛНА КОМПОНЕНТА ХИДРОСТАТИЧКЕ СИЛЕ:**



$P_{z1} = \rho \cdot a \cdot h \cdot A_z = 24 \text{ kPa} \cdot (1.2 \text{ m} \cdot \cos 45^\circ)$

$P_{z1} = 20.36 \text{ kN}$

$P_{z2} = \rho g V = 1.699 \text{ kg/dm}^3 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot \left( \frac{3.6 \text{ m}^2}{8} \cdot 3 \text{ m} \right)$

$P_{z2} = 81.002 \text{ kN}$

**ИНТЕНЗИТЕТ:**  $P_z = P_{z1} + P_{z2} = 20.36 \text{ kN} + 81.002 \text{ kN}$

$P_z = 101.36 \text{ kN}$

**СМЈЕР ДЈЕЛОВАЊА:**  $P_T > 0 \Rightarrow$  КА КОНТУРИ

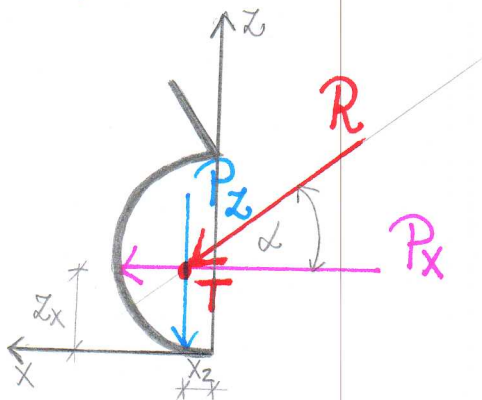
**МЈЕСТО ДЈЕЛОВАЊА:**  $X_z = ?$  ИЗ  $\Sigma M_B^{\oplus \downarrow}$

$P_z \cdot X_z = P_{z1} \cdot X_{T1} + P_{z2} \cdot X_{T2}$

$101.36 \text{ kN} \cdot X_z = 20.36 \text{ kN} \cdot (0.6 \text{ m} \cdot \cos 45^\circ) + 101.36 \text{ kN} \cdot \frac{4 \cdot 1.8 \text{ m}}{3 \cdot 3.14}$

$X_z = \frac{86.11 \text{ kNm}}{101.36 \text{ kN}} \Rightarrow X_z = 0.849 \text{ m}$

## • ИНТЕНЗИТЕТ И ПОЛОЖАЈ РЕЗУЛТАНТЕ



$$P_z = 101.36 \text{ kN}$$

$$P_x = 612.02 \text{ kN}$$

$\alpha$  - УГАО КОЈИ РЕЗУЛТАНТА ЗАКЛАПА СА ХОРИЗОНТАЛНОМ ОСОМ И КОЈИ ДЕФИНИШЕ ПОЛОЖАЈ РЕЗУЛТАНТЕ

ИНТЕНЗИТЕТ:

$$|R| = \sqrt{P_x^2 + P_z^2} = \sqrt{612.02^2 \text{ kN}^2 + 101.36^2 \text{ kN}^2}$$

$$|R| = 620.36 \text{ kN}$$

ПОЛОЖАЈ:

$$\tan \alpha = \frac{P_z}{P_x} = \frac{101.36 \text{ kN}}{612.02 \text{ kN}} = 0.166$$

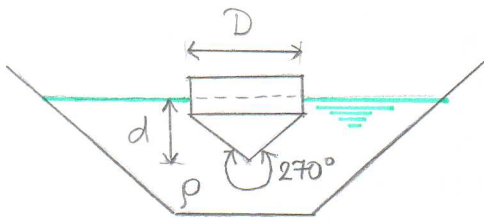
$$\tan \alpha = 0.166 \Rightarrow \alpha = \arctan 0.166$$

$$\alpha = 9.4^\circ$$

МЈЕСТО ДЈЕЛОВАЊА: резултанта дјелује у тачки T која има координате  $X_z, Z_x$  (претходно израчунаше)

$$T(X_z; Z_x) = T(0.849; 1.59)$$

### ЗАДАТАК 3.2



УЛАЗНИ ПОДАЦИ:

$$L = 72 \text{ m}$$

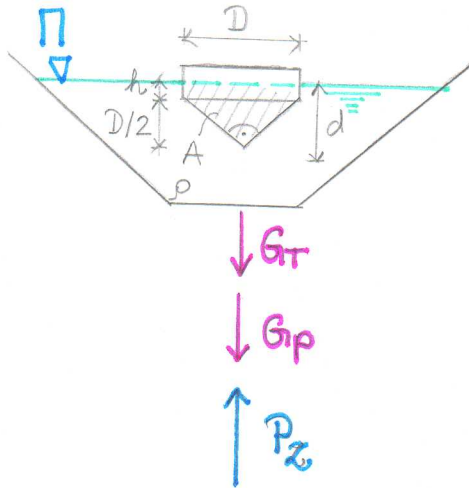
$$D = 12 \text{ m}$$

$$d = 7.12 \text{ m}$$

$$M_p = 4.8 \text{ t/m} = 4.8 \cdot 10^3 \text{ kg/m}$$

$$\rho = 1 \text{ kg/dm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3$$

МАСА ШЛУНКА КОЈЕ НОСИ ПЛОВИЛО:  $M_T = ?$

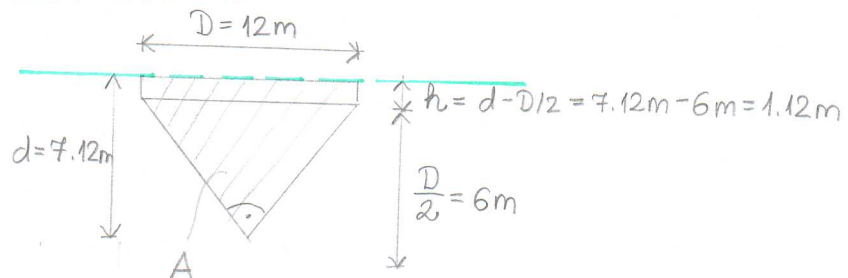


ЗАДАТАК ЈЕ ЗАСНОВАН НА АРХИМЕДОВОМ ЗАКОНУ:

"На свако тијело потопљено у течности дјелује сила потиска која је једнака тежини тијелом потиснутог тежаксти!"

ДАКЛЕ, СИЛАМА ТЕЖИНЕ ТЕРЕТА ( $G_T$ ) И ТЕЖИНЕ ПЛОВИЛА ( $G_P$ ) СУПРОСТАВЛА СЕ ВЕРТИКАЛНА КОМПОНЕНТА ХИДРОСТАТИЧКЕ СИЛЕ ( $P_z$ )

УРОВЕНА ПОВРШИНА А:



$$A = D \cdot h + \frac{1}{2} D \cdot \frac{D}{2} = 12 \text{ m} \cdot 1.12 \text{ m} + \frac{1}{2} 12 \text{ m} \cdot \frac{12 \text{ m}}{2} \Rightarrow A = 49.44 \text{ m}^2$$

Масу шлунка одређујемо изједначавањем сила:

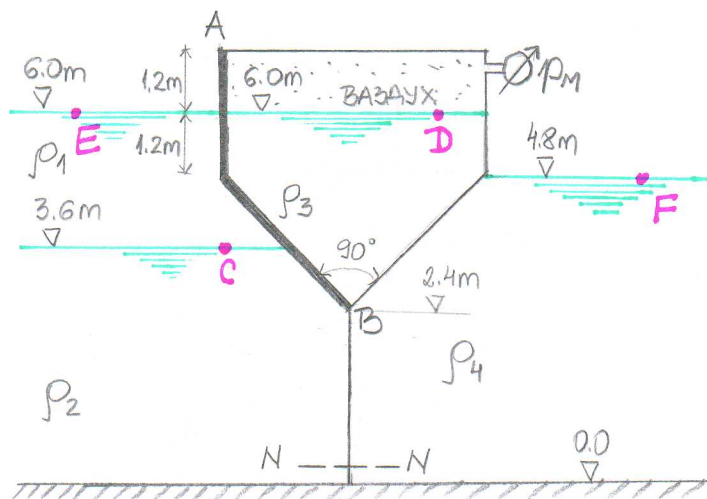
$$G_T + G_P = P_z$$

$$(M_T + M_p) \cdot g = \rho g A \cdot L$$

$$M_T + 4.8 \text{ t/m} = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 49.44 \text{ m}^2 \cdot 72 \text{ m}$$

$$M_T + 4.8 \cdot 10^3 \text{ kg/m} = 3.56 \cdot 10^6 \text{ kg/m} \Rightarrow M_T = 3555.2 \text{ t/m}$$

### ЗАДАТАК 3.3



УЛАЗНИ ПОДАЦИ:

$$\begin{aligned}
 a &= 1.2 & z_E &= 6.0 \text{ m} \\
 \rho_1 &= 0.8 \text{ kg/dm}^3 & z_C &= 3.6 \text{ m} \\
 \rho_2 &= 1.2 \text{ kg/dm}^3 & z_D &= 6.0 \text{ m} \\
 \rho_3 &= 1.0 \text{ kg/dm}^3 & z_F &= 4.8 \text{ m} \\
 \rho_4 &= 1.15 \text{ kg/dm}^3 & L &= 1 \text{ m} \\
 p_M &= 3.6 \text{ kPa} = p_D
 \end{aligned}$$

а) ПИЈЕЗОМЕТАРСКЕ КОТЕ ФЛУИДА 1-4:

$$* \Pi_1 = \frac{p_E}{\rho_1 g} + z_E = 0 + 6.0 \text{ m} \Rightarrow \Pi_1 = 6.0 \text{ m}$$

$$* \Pi_2 = \frac{p_C}{\rho_2 g} + z_C; \quad p_C = ? \quad p_C = \rho_1 g (\Pi_1 - z_C) = 0.8 \text{ kg/dm}^3 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot (6.0 \text{ m} - 3.6 \text{ m})$$

$$\boxed{p_C = 18.83 \text{ kPa}} \Rightarrow \Pi_2 = \frac{18.83 \text{ kPa}}{1.2 \text{ kg/dm}^3 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2} + 3.6 \text{ m} \Rightarrow \boxed{\Pi_2 = 5.19 \text{ m}}$$

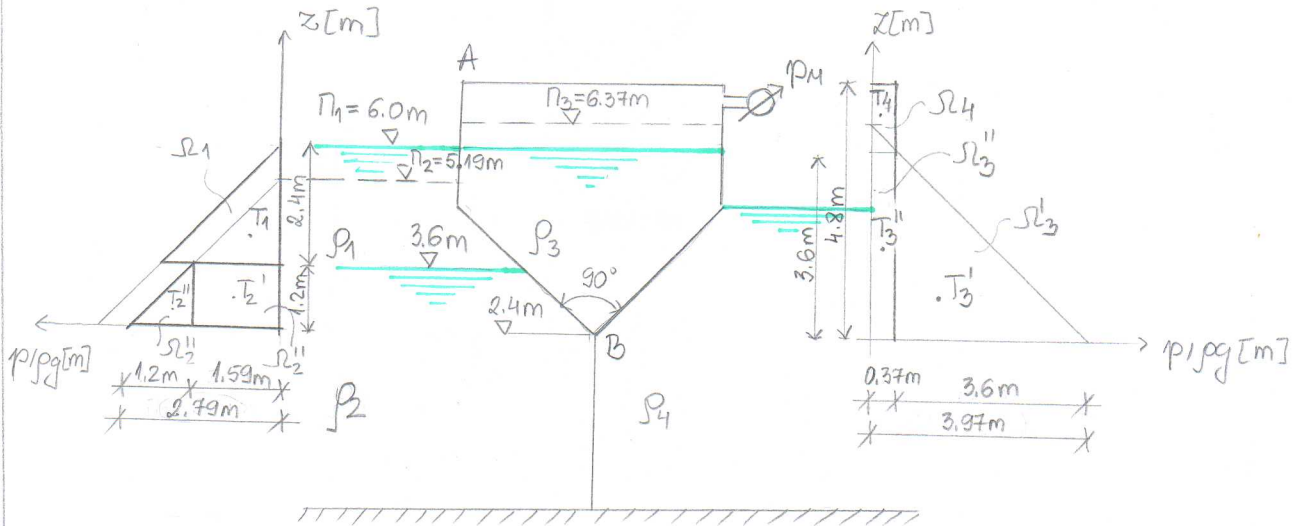
$$* \Pi_3 = \frac{p_D}{\rho_3 g} + z_D \Rightarrow \Pi_3 = \frac{3.6 \text{ kPa}}{1.0 \text{ kg/dm}^3 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2} + 6.0 \text{ m} \Rightarrow \boxed{\Pi_3 = 6.37 \text{ m}}$$

$$* \Pi_4 = \frac{p_F}{\rho_4 g} + z_F = 0 + 4.8 \text{ m} \Rightarrow \boxed{\Pi_4 = 4.8 \text{ m}}$$

б) УКУПНА ХИДРОСТАТИЧКА СИЛА НА ЗИД А-В:

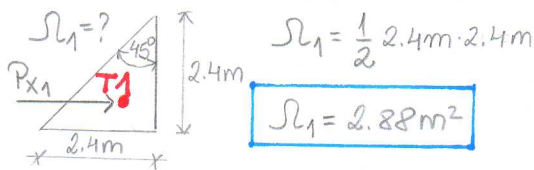
Укупну хидростатичку силу на зид А-В ћемо пронаћи као резултатну хоризонталне и вертикалне компоненте.

# • ХОРИЗОНТАЛНА КОМПОНЕНТА ХИДРОСТАТИЧКЕ СИЛЕ НА ЗИД АВ

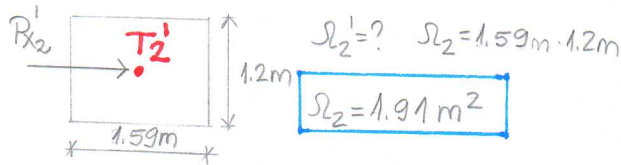


## ИНТЕНЗИТЕТ:

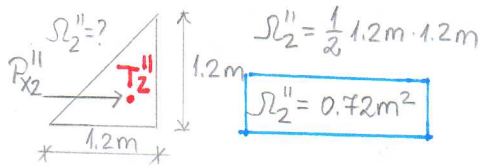
$$* P_{x1} = \rho_1 g \cdot \Omega_1 \cdot L = 0.8 \text{ kg/dm}^3 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot 2.88 \text{ m}^2 \cdot 1 \text{ m} \Rightarrow P_{x1} = 22.60 \text{ kN}$$



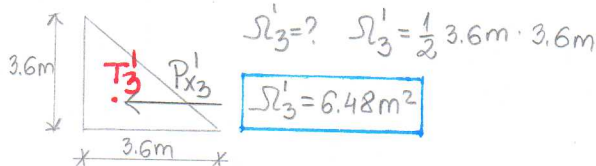
$$* P_{x2}^I = \rho_2 g \cdot \Omega_2^I \cdot L = 1.2 \text{ kg/dm}^3 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot 1.91 \text{ m}^2 \cdot 1 \text{ m} \Rightarrow P_{x2}^I = 22.48 \text{ kN}$$



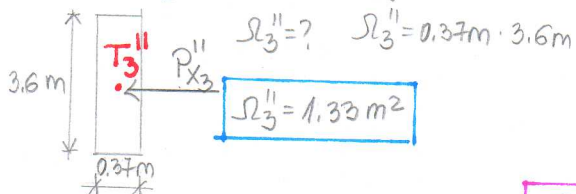
$$* P_{x2}^{II} = \rho_2 g \cdot \Omega_2^{II} \cdot L = 1.2 \text{ kg/dm}^3 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot 0.72 \text{ m}^2 \cdot 1 \text{ m} \Rightarrow P_{x2}^{II} = 8.47 \text{ kN}$$



$$* P_{x3}^I = \rho_3 g \cdot \Omega_3^I \cdot L = 1.0 \text{ kg/dm}^3 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot 6.48 \text{ m}^2 \cdot 1 \text{ m} \Rightarrow P_{x3}^I = 63.57 \text{ kN}$$



$$* P_{x3}^{II} = \rho_3 g \cdot \Omega_3^{II} \cdot L = 1.0 \text{ kg/dm}^3 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot 1.33 \text{ m}^2 \cdot 1 \text{ m} \Rightarrow P_{x3}^{II} = 13.05 \text{ kN}$$



$$* P_{x4} = p_T \cdot A_x = 3.6 \text{ kPa} \cdot 1.2 \text{ m} \Rightarrow P_{x4} = 4.32 \text{ kN}$$

**ИНТЕНЗИТЕТ:**  $P_x = \sum P_{xi} = -P_{x1} - P_{x2}'' - P_{x2}'' + P_{x3}' + P_{x3}'' + P_{x4}$

$$P_x = -22.6 \text{ kN} - 22.48 \text{ kN} - 8.47 \text{ kN} + 63.57 \text{ kN} + 13.05 \text{ kN} + 4.32 \text{ kN}$$

$$P_x = 27.39 \text{ kN}$$

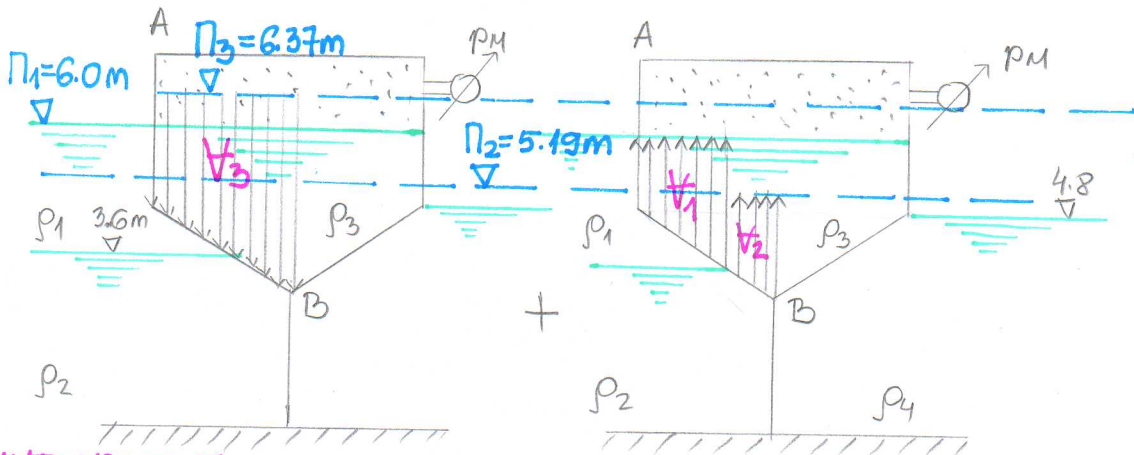
**СМЈЕР ДЈЕЛОВАЊА:** као континуури

**МЈЕСТО ДЈЕЛОВАЊА:**  $z_x = ?$  из  $\sum M_B^{\oplus} \Rightarrow P_x \cdot z_x = \sum P_{xi} \cdot z_{Ti}$

$$27.39 \text{ kN} \cdot z_x = -22.6 \text{ kN} \left( \frac{1}{3} \cdot 2.4 \text{ m} + 1.2 \text{ m} \right) - 22.48 \text{ kN} \cdot 0.6 \text{ m} - 8.47 \text{ kN} \cdot \frac{1}{3} \cdot 1.2 \text{ m} + 63.57 \text{ kN} \cdot \frac{1}{3} \cdot 3.6 \text{ m} + 13.05 \text{ kN} \cdot 1.8 \text{ m} + 4.32 \text{ kN} (3.6 \text{ m} + 0.6 \text{ m})$$

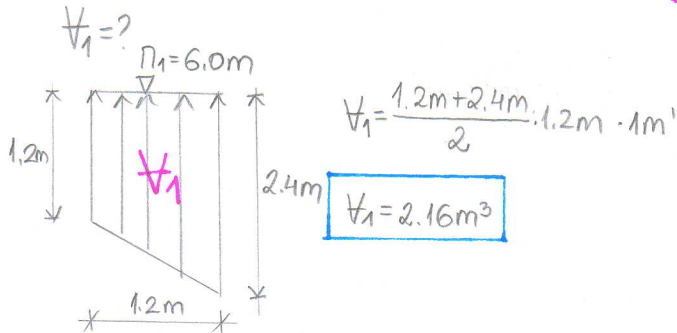
$$z_x = \frac{55.842 \text{ kNm}}{27.39 \text{ kN}} \Rightarrow z_x = 2.04 \text{ m}$$

**• ВЕРТИКАЛНА КОМПОНЕНТА ХИДРОСТАТИЧКЕ СИЛЕ НА ЗИД АВ**

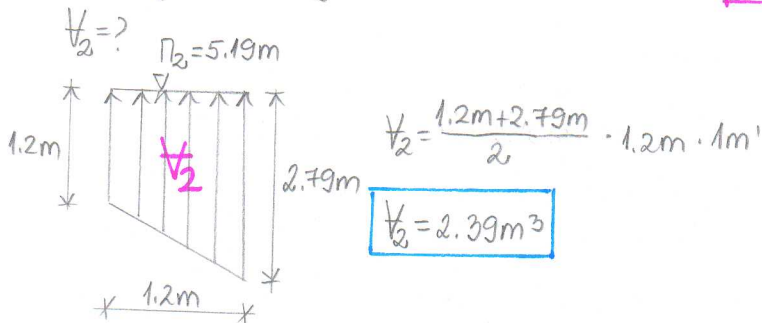


**ИНТЕНЗИТЕТ:**

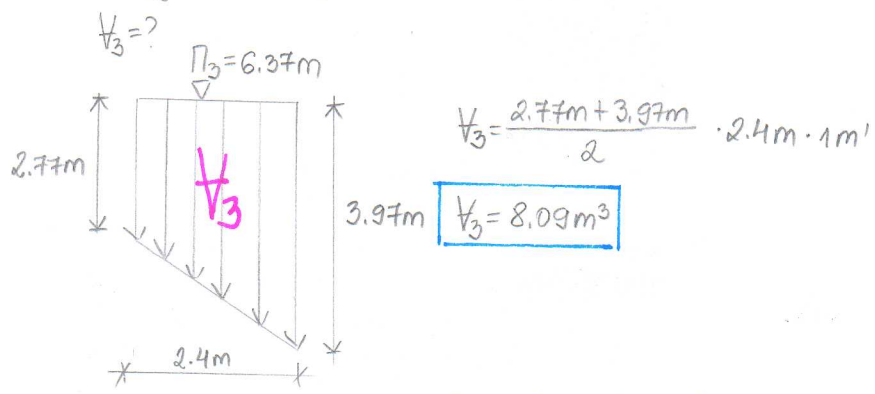
$$* P_{z1} = \rho_1 \cdot g \cdot V_1 = 0.8 \text{ kg/dm}^3 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot 2.16 \text{ m}^3 \Rightarrow P_{z1} = 16.95 \text{ kN}$$



$$* P_{z2} = \rho_2 \cdot g \cdot V_2 = 1.2 \text{ kg/dm}^3 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot 2.39 \text{ m}^3 \Rightarrow P_{z2} = 28.13 \text{ kN}$$



\*  $P_{z3} = \rho_3 g V_3 = 1.0 \text{ kg/dm}^3 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot 8.09 \text{ m}^3 \Rightarrow P_{z3} = 79.34 \text{ kN}$

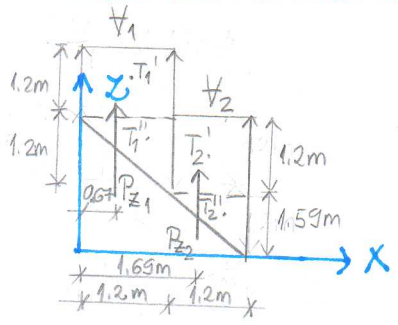


**ИНТЕНЗИТЕТ:**  $P_z = \sum P_{zi} = P_{z3} - P_{z2} - P_{z1} = 79.34 \text{ kN} - 28.13 \text{ kN} - 16.95 \text{ kN}$   
 $P_z = 34.26 \text{ kN}$

**СМЕР ДЈЕЛОВАЊА:** у смеру деловања силе  $P_{z3}$  - КА КОНТУРИ

**МЕСТО ДЈЕЛОВАЊА:**  $X_z = ?$  из  $\sum M_B^{\oplus} \Rightarrow P_z \cdot X_z = \sum P_{zi} \cdot X_{Ti}$

**ЖЕЛИШТА ЗАПРЕМИНА:**

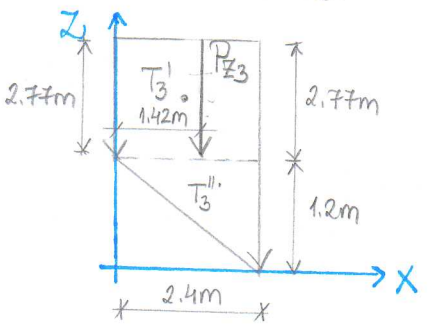


\* ЗАПРЕМИНА  $V_1$ :  
 $X_{T1} = \frac{X_{T1'} \cdot V_1' + X_{T1''} \cdot V_1''}{V_1}$   
 $X_{T1} = \frac{0.6 \cdot (1.2 \cdot 1.2 \cdot 1 \text{ m}^3) + 0.8 \text{ m} \cdot (1.2 \cdot 1.2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 \text{ m}^3)}{2.16 \text{ m}^3}$   
 $X_{T1} = 0.67 \text{ m}$

\* ЗАПРЕМИНА  $V_2$ :  
 $X_{T2} = \frac{X_{T2'} \cdot V_2' + X_{T2''} \cdot V_2''}{V_2} = \frac{(1.2 + 0.6) \text{ m} \cdot (1.2 \cdot 1.2 \cdot 1 \text{ m}^3) + (1.2 + 0.8) \text{ m} \cdot (1.2 \cdot 1.2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 \text{ m}^3)}{2.39 \text{ m}^3}$

$X_{T2} = 1.69 \text{ m}$

\* ЗАПРЕМИНА  $V_3$ :



$X_{T3} = \frac{X_{T3'} \cdot V_3' + X_{T3''} \cdot V_3''}{V_3}$   
 $X_{T3} = \frac{1.2 \text{ m} \cdot (2.77 \text{ m} \cdot 2.77 \text{ m} \cdot 1 \text{ m}) + 1.6 \text{ m} \cdot (1.2 \text{ m} \cdot 2.4 \text{ m} \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 \text{ m})}{8.09 \text{ m}^3}$

$X_{T3} = 1.42 \text{ m}$

$P_z \cdot X_z = P_{z3} \cdot X_{T3} - P_{z2} \cdot X_{T2} - P_{z1} \cdot X_{T1}$   
 $34.26 \text{ kN} \cdot X_z = 79.34 \text{ kN} \cdot 1.42 \text{ m} - 28.13 \text{ kN} \cdot 1.69 \text{ m} - 16.95 \text{ kN} \cdot 0.67 \text{ m}$

$34.26 \text{ kN} \cdot X_z = 53.77 \text{ kNm} \Rightarrow X_z = 1.57 \text{ m}$

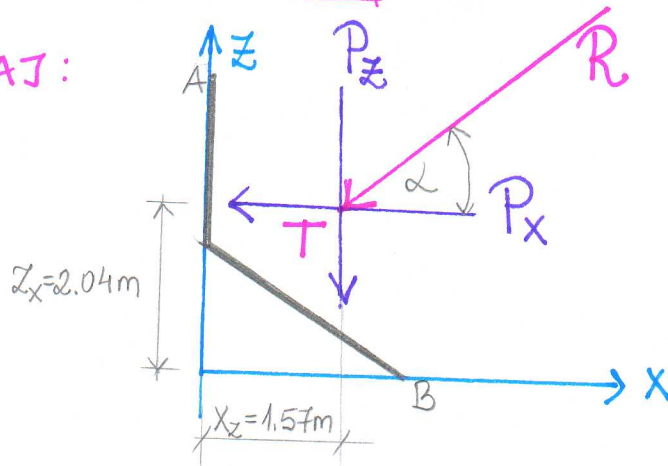


• ИНТЕНЗИТЕТ, СМЈЕР И МЈЕСТО ДЈЕЛОВАЊА РЕЗУЛТАНТЕ (УКУПНА ХИДРОСТАТИЧКА СИЛА НА ЗИД АВ)

ИНТЕНЗИТЕТ:  $R = \sqrt{P_x^2 + P_z^2} = \sqrt{27.39^2 \text{ kN}^2 + 34.26^2 \text{ kN}^2}$

$R = 43.86 \text{ kN}$

ПОЛОЖАЈ:



Положај резултанта је дефинисан углом  $\alpha$ :

$$\tan \alpha = \frac{P_z}{P_x} = \frac{34.26 \text{ kN}}{27.39 \text{ kN}} = 1.25 \Rightarrow \alpha = \arctan 1.25$$

$\alpha = 51.3^\circ$

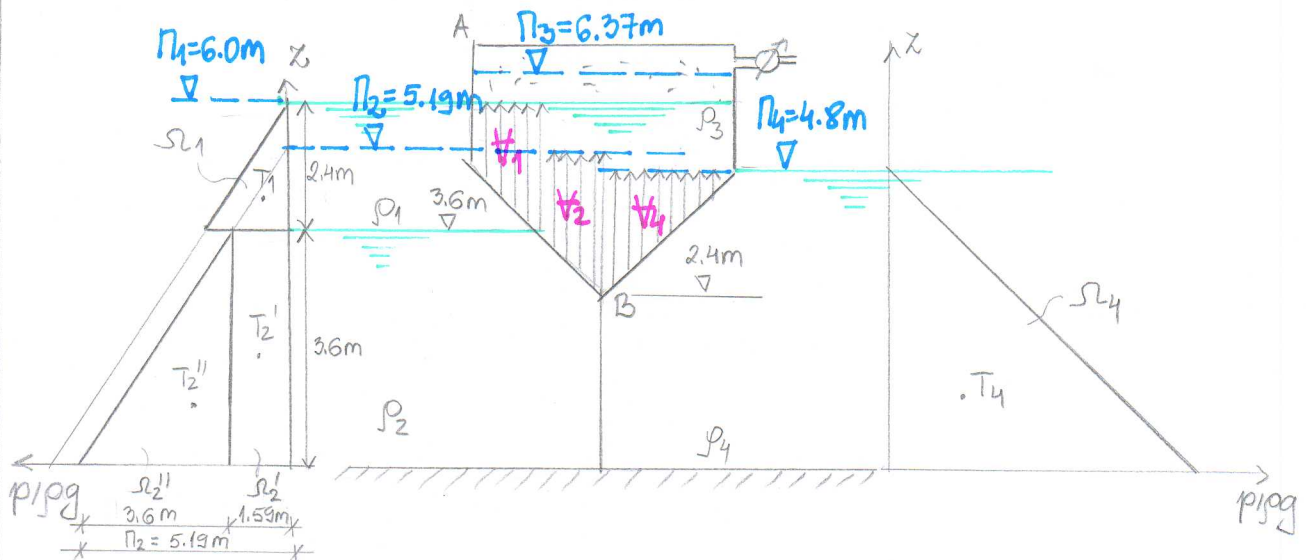
МЈЕСТО ДЈЕЛОВАЊА: дефинисано положајем тачке  $T(x_z; z_x)$

$T(x_z; z_x) = T(1.57; 2.04 \text{ m})$  у односу на

узуртани координатни систем

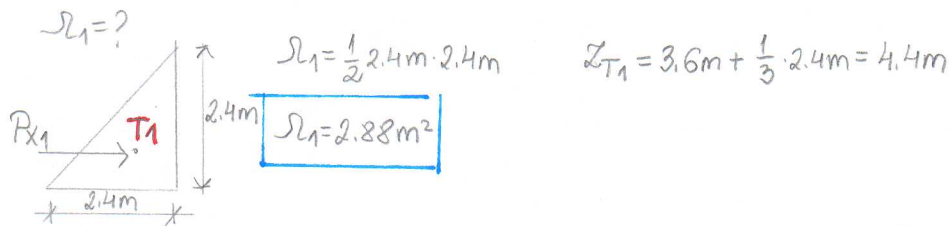
# С) МОМЕНТ ОД ХИДРОСТАТИЧКИХ СИЛА У ПРЕСЈЕКУ N-N:

\* ХОРИЗОНТАЛНЕ И ВЕРТИКАЛНЕ СИЛЕ КОЈЕ ЋЕ ДАТИ МОМЕНТ У ПРЕСЈЕКУ N-N:

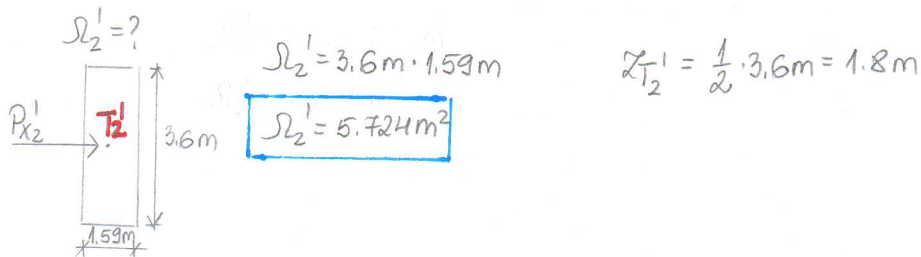


ХОРИЗОНТАЛНЕ СИЛЕ:

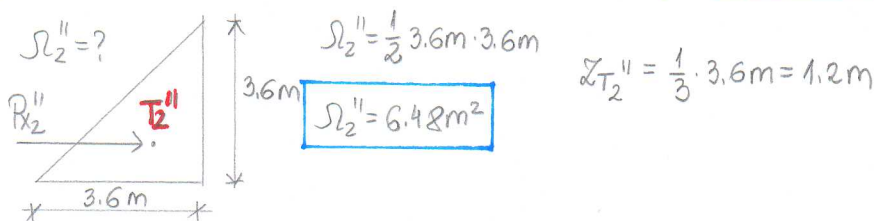
$$* P_{X1} = \rho_1 g \Omega_1 = 0.8 \text{ kg/dm}^3 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot 2.88 \text{ m}^2 \Rightarrow P_{X1} = 22.60 \text{ kN}$$



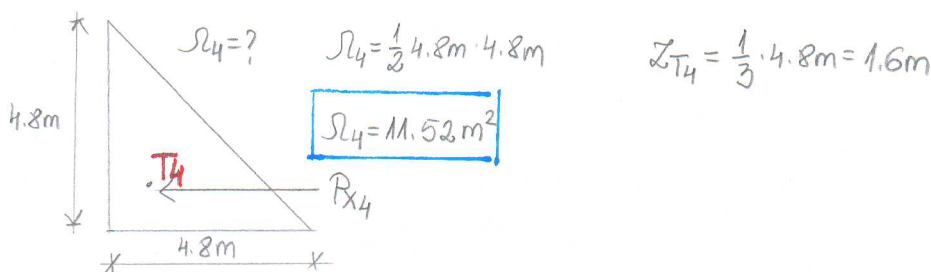
$$* P_{X2}' = \rho_2 g \Omega_2' = 1.2 \text{ kg/dm}^3 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot 5.724 \text{ m}^2 \Rightarrow P_{X2}' = 67.38 \text{ kN}$$



$$* P_{X2}'' = \rho_2 \cdot g \cdot \Omega_2'' = 1.2 \text{ kg/dm}^3 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot 6.48 \text{ m}^2 \Rightarrow P_{X2}'' = 76.28 \text{ kN}$$



$$* P_{X4} = \rho_4 g \cdot \Omega_4 = 1.15 \text{ kg/dm}^3 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot 11.52 \text{ m}^2 \Rightarrow P_{X4} = 129.96 \text{ kN}$$

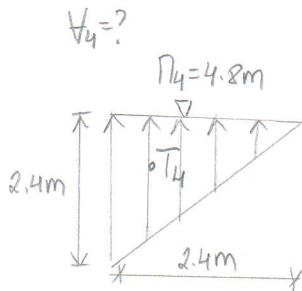


ВЕРТИКАЛНЕ СИЛЕ:

\*  $P_{z1} = \rho_1 g V_1 \Rightarrow P_{z1} = 16.95 \text{ kN}$  (сила је иста као хоризонтална вертикална компонента хидростатичке силе од б)

\*  $P_{z2} = \rho_2 g V_2 \Rightarrow P_{z2} = 28.13 \text{ kN}$

\*  $P_{z4} = \rho_4 g V_4 = 1.15 \text{ kg/cm}^3 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot 2.88 \text{ m}^3 \Rightarrow P_{z4} = 32.49 \text{ kN}$



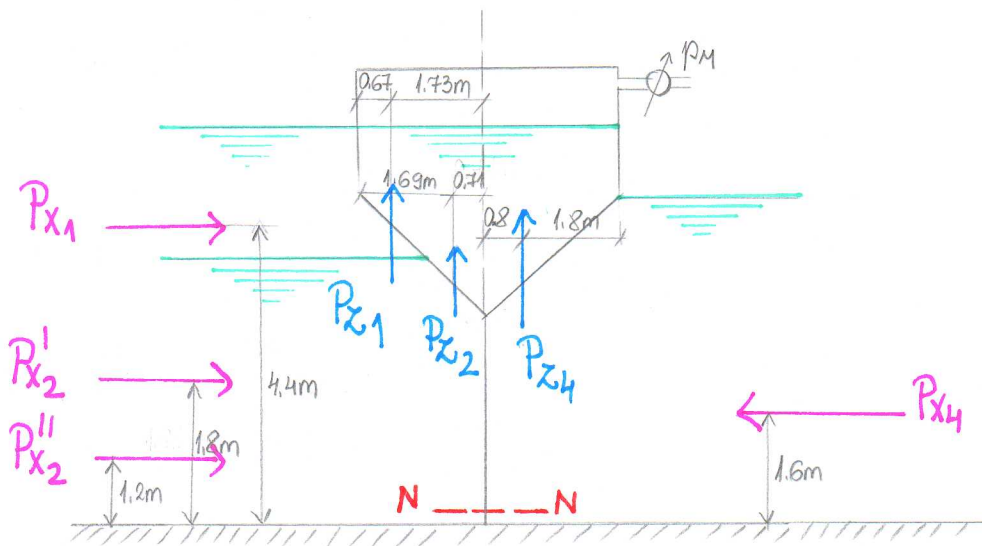
$V_4 = \frac{1}{2} \cdot 2.4 \text{ m} \cdot 2.4 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} = 2.88 \text{ m}^3$

$V_4 = 2.88 \text{ m}^3$

$x_{T4} = \frac{1}{3} \cdot 2.4 \text{ m} = 0.8 \text{ m}$

Вертикална компонента силе тежине, али и хидростатичке силе флуида з се занемарује јер не даје момент у пресеку N-N због симетријности суда. Уколико би суд био асиметричан тј. да би и тежините суда било измештено у односу на пресек N-N и сила тежине, као и вертикална компонента хидростатичке силе, би добиле крак који би значајно са интензивирао давао момент. Тако да очигледно на манометру не доприноси пројекти моменти у пресеку N-N.

**ПРИКАЗ СВИХ СИЛА КОЈЕ ДАЈУ МОМЕНТ У ПРЕСЈЕКУ N-N**



$\sum M_{N-N}^{\oplus \downarrow} = P_{x1} \cdot 4.4 \text{ m} + P_{x2}^I \cdot 1.8 \text{ m} + P_{x2}^{II} \cdot 1.2 \text{ m} + P_{z1} \cdot 1.73 \text{ m} + P_{z2} \cdot 0.71 \text{ m} - P_{z4} \cdot 0.8 \text{ m} - P_{x4} \cdot 1.6 \text{ m}$

$\sum M_{N-N}^{\oplus \downarrow} = 22.6 \text{ kN} \cdot 4.4 \text{ m} + 67.38 \text{ kN} \cdot 1.8 \text{ m} + 76.28 \text{ kN} \cdot 1.2 \text{ m} + 16.95 \text{ kN} \cdot 1.73 \text{ m} + 28.13 \text{ kN} \cdot 0.71 \text{ m} - 32.49 \text{ kN} \cdot 0.8 \text{ m} - 129.96 \text{ kN} \cdot 1.6 \text{ m}$

$\sum M_{N-N}^{\oplus \downarrow} = 127.63 \text{ kNm}$