Θέμα 5

$L_1 = 4300m$ $D_1 = 250mm$ $k_1 = 1mm$ $k_1/D_1 = 0.004$

$L_2 = 1000m$ $D_2 = 200mm$ $k_2 = 2mm$ $k_2/D_2 = 0.01$

$\Delta z = 47m$ (A→B)

$\nu = 10^{-6}$

1. Οι δύο αγωγοί είναι συνδεδεμένοι σε σειρά, άρα από Α.Δ.Μ. $Q_1 = Q_2 = Q$

Από Α.Δ.Ε. για τις επιφάνειες των δεξαμενών:

$$z_A + \cancel{\frac{P_{atm}}{\rho g}} + \cancel{\frac{v_A^2}{2g}} = z_B + \cancel{\frac{P_{atm}}{\rho g}} + \cancel{\frac{v_B^2}{2 \cdot g}} + \Sigma hf \Rightarrow \Sigma hf = \Delta z = 47m$$

Στο σημείο σύνδεσης $1^{ης}$ δεξαμενής και $1^{ου}$ αγωγού:

$k = 0.5$. $\frac{D_2}{D_1} = \frac{200}{250} = 0,8 \Rightarrow k = 0.7 \cdot \left(1 - \frac{D_2}{D_1}\right) = 0.14$

Λόγω σύνδεσης των αγωγών

$$\Sigma hf = 0.5 \cdot \frac{V_1^2}{2g} + \frac{8 \cdot f_1 \cdot L_1 \cdot Q^2}{g \cdot \pi^2 \cdot D_1^2} + k \cdot \frac{V_2^2}{2 \cdot g} + \frac{8 \cdot f_2 \cdot L_2 \cdot Q^2}{g \cdot \pi^2 \cdot D_2^2} + \frac{V_2^2}{2g} = \Delta z = 47m$$

Από τον ορισμό της παροχής: $V_i = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D_i^2}$. $Re_i = \frac{V_i \cdot D_i}{\nu}$

$$f_i = \frac{0.25}{\left(\mathrm{Log}\left(\frac{5.74}{Re_i^{0.9}} + \frac{k_i/D_i}{3.7}\right)\right)^2}$$ (Σχέση Swamme - Jain)

Επίλυση με δοκιμές ή τη χρήση Excel, ως προς το Q.

Από Excel: $Q = 0,047842266051592 \ m^3/s \Rightarrow$

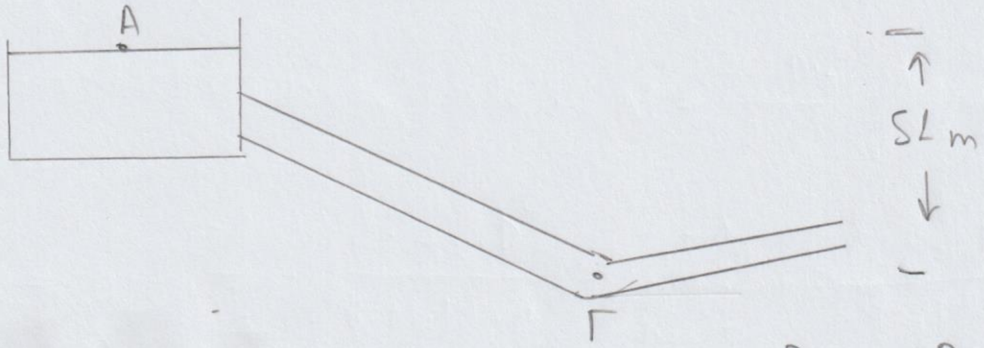
$\Rightarrow Q \simeq 0.047842 \ m^3/s$

$V_1 = 0,9746\ m/s$ $\quad Re_1 = 215627,13291$ $\quad f_1 = 0,0291$

$V_2 = 1,5229\ m/s$ $\quad Re_2 = 269533,91614$ $\quad f_2 = 0,0383$

$Q = 0,047842\ m^3/s$

2.



Δουλεύω με σχετικές πιέσεις, οπότε $P_{atm} = 0$.

Αριστερά του Γ:

$$z_A = z_\Gamma + \frac{P_{\Gamma-}}{\rho \cdot g} + \frac{v_1^2}{2g} + 0.5 \cdot \frac{v_1^2}{2g} + \frac{8 \cdot f_1 \cdot L_1 \cdot Q^2}{g \cdot \pi^2 \cdot D_1^5} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{P_{\Gamma-}}{\rho \cdot g} = \Delta z - \frac{v_1^2}{2g} - \Sigma h f_{A \to \Gamma-} = 26,670 m$$

Δεξιά του Γ

$$z_A = z_\Gamma + \frac{P_{\Gamma+}}{\rho \cdot g} + \frac{v_2^2}{2g} + 0.5 \cdot \frac{v_1^2}{2g} + \frac{8 \cdot f_1 \cdot L_1 \cdot Q^2}{g \cdot \pi^2 \cdot D_1^5} + 0.14 \cdot \frac{v_2^2}{2g}$$

$$\Rightarrow \frac{P_{\Gamma+}}{\rho \cdot g} = \Delta z - \frac{v_2^2}{2g} - \Sigma h f_{A \to \Gamma+} = 26,584 m$$

$\frac{P_{\Gamma+}}{\rho \cdot g} = 26,584\ m > -8\ m$. Δεν έχουμε σπηλαίωση.

3.3.

Επειδή $\Delta z = 47\ m = σταθ$, οι απώλειες ενέργειας παραμένουν σταθερές, άρα $hf = σταθ$. Από την σχέση $hf = R \cdot Q^2$, όπου $R = \frac{8 \cdot f \cdot L}{g \cdot \pi^2 \cdot D^5}$, αντιλαμβανόμαστε ότι η αντίσταση αυξάνεται κατά μεγάλο βαθμό, αν μειωθεί η διάμετρος του αγωγού. Επομένως, επειδή $hf = σταθ$, και R αυξάνει, η παροχή Q μειώνεται, για να ισχύει η ισότητα.

4.

Αύξηση παροχής κατά 10%. $\Rightarrow Q' = 1,1 \cdot Q = 0,0526262\ m^3/s$

$\Rightarrow Q' \simeq 0,052626\ m^3/s$.

Από τον ορισμό της παροχής, και την εξίσωση Swamme-Jain για γραμμικές απώλειες:

$v_1' = 1,0726\ m/s$ $\quad hf_1' = 29,3511\ m$

$v_2' = 1,6760\ m/s$ $\quad hf_2' = 27,4165\ m$

Από Α.Δ.Ε. για $A \to B$

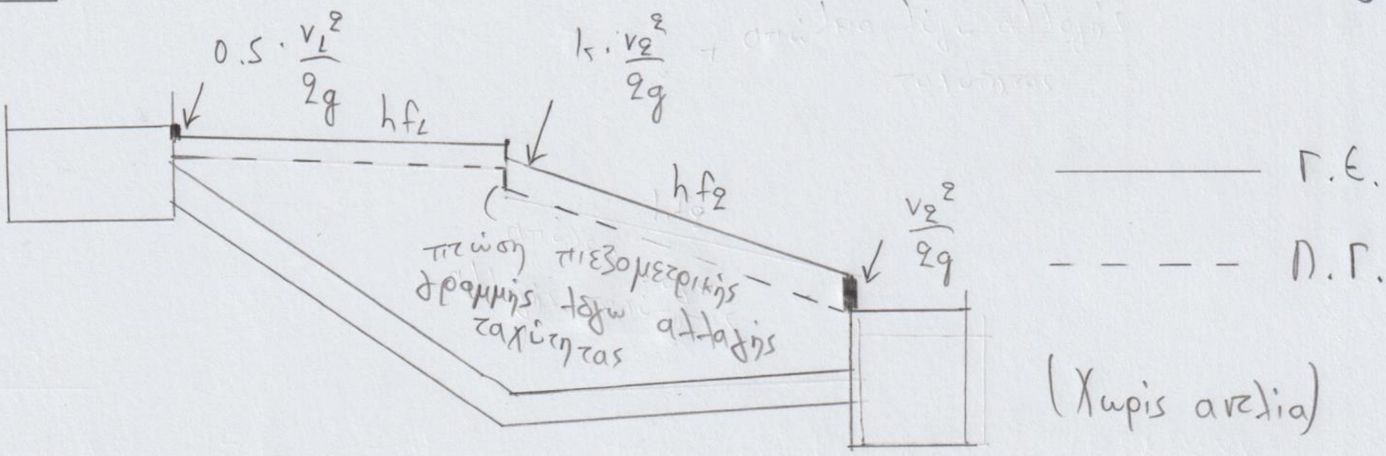
$$z_A + H_M = z_B + \Sigma hf_{A \to B} \Rightarrow H_M = -\Delta z + \Sigma hf_{A \to B}$$

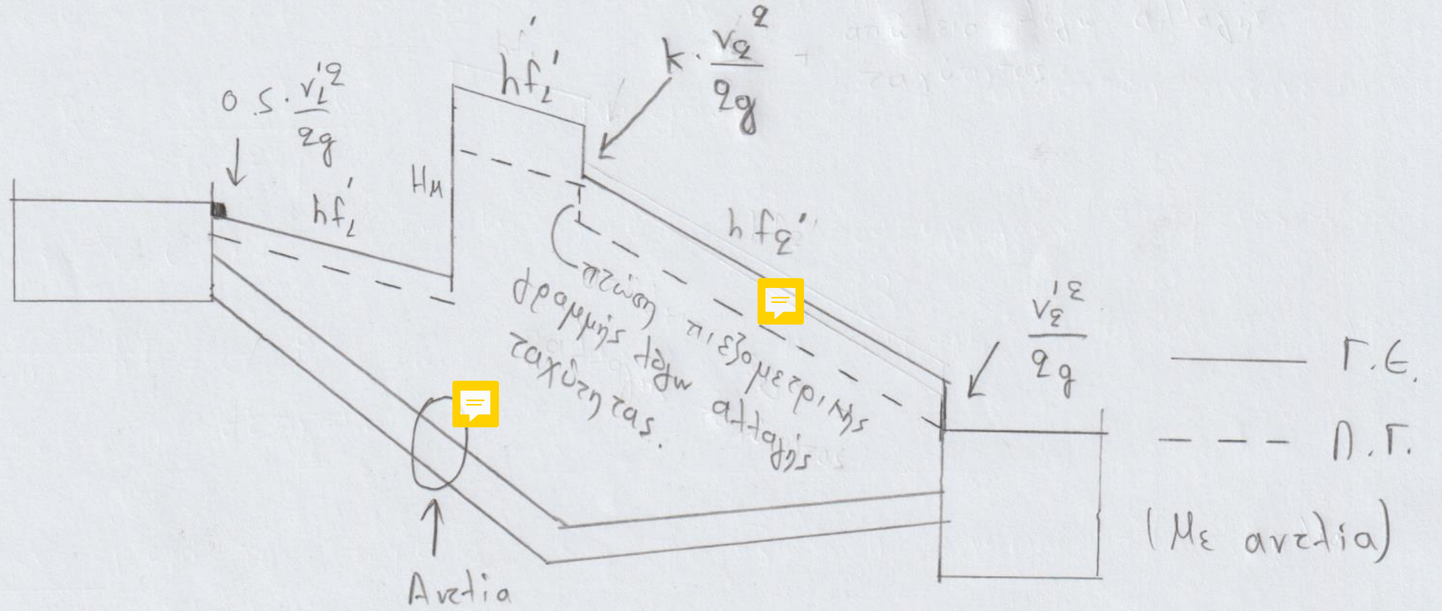
$$\Sigma hf_{A \to B} = 0.5 \cdot \frac{v_1'^2}{2g} + hf_1' + 0.14 \cdot \frac{v_2'^2}{2g} + hf_2' + \frac{v_2'^2}{2g} = 56,9601\ m$$

Άρα $H_M = 9,9601\ m$

$$P = \frac{\rho \cdot g \cdot Q' \cdot H_M}{n} = 7345,7311\ Watt$$

5.





$$Π.Γ. = Γ.Ε. - \frac{v^2}{2g}$$