

Θέμα 1^ο

Για παλιούς αγωγών αμβρίων να προσδιοριστεί η παροχή που μπορεί να παροχετεύσει ο αγωγός με εσωτερική διάμετρο $D=800\text{mm}$ να θεωρηθεί συντελεστής Manning $n_0=0,016\text{ s/m}^{1/3}$, κλίση εδάφους $S_{AB}=0,0044$.

Λύση	ΔΕΔΟΜΕΝΑ	Ζητούμενα	Αλγεβρ.
1 ^ο Βήμα	Υπολογισμός Q_0, V_0		

$$Q_0 = \frac{\pi}{4^{5/3}} \cdot \frac{1}{n_0} \cdot D^{8/3} \cdot S_{AB}^{1/2} = \frac{\pi}{4^{5/3}} \cdot \frac{1}{0,016} \cdot 0,8^{8/3} \cdot 0,0044^{1/2}$$

$$= 0,712\text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_0 = \frac{4Q_0}{\pi D^2} = \frac{4 \cdot 0,712}{\pi \cdot 0,8^2} = 1,418\text{ m/s}$$

2^ο Βήμα

Από νομογράφηση για $y/D=0,8 \Rightarrow \frac{Q}{Q_0}=0,87$ και $\frac{V}{V_0}=1,01$

και για μεταβλητό η

3^ο Βήμα

$$\text{Αρα } Q = 0,87 \cdot Q_0 = 0,87 \cdot 0,712 = 0,619\text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = 1,01 \cdot V_0 = 1,01 \cdot 1,418 = 1,432\text{ m/s}$$

Έλεγχος περιοριστικών διατάξεων

Έλεγχος 1 (Έλεγχος για ελάχιστη διάμετρο)

Για όμβρια $D \geq 400 \text{ m}$ (ισχύει, $D = 300 \text{ m}$)

Έλεγχος 2 (Για μέγιστα ποσοστά πλήρωσης)

$\frac{y}{D} \leq 0,8$ (για παλιούς), ισχύει

Έλεγχος 3 (Για μέγιστες ταχύτητες ροής $V_{\max}$)

Για όμβρια πρέπει $V \leq 6 \text{ m/s}$, ισχύει ($V = 1,432 \text{ m/s}$)

Έλεγχος 4 (Για ελάχιστες ταχύτητες ροής)

Πρέπει $V > 0,6 \text{ m/s}$, ισχύει ($V = 1,432 \text{ m/s}$)

Έλεγχος 5 (Έλεγχος για ελάχιστες κλίσεις)

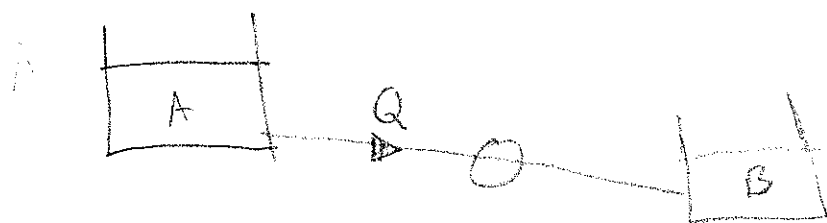
Για αγωγούς όμβριων για τους ελληνικούς κανονισμούς πρέπει

$V_0 > V_{0, \min} = 1,11 \text{ m/s}$, ισχύει ($V_0 = 1,419 \text{ m/s}$)

Θέμα 2^ο

(3)

Αγωγός μήκους $L = 5500 \text{ m}$, εσωτερικής διαμέτρου $D = 300 \text{ mm}$ και τραχύτητας $K = 0,04 \text{ mm}$ μεταφέρει νερό μεταξύ δυο δεξαμενών με μέση υψομετρική διαφορά στις στάθμες της ελεύθερης επιφάνειας $\Delta Z = 33 \text{ m}$, Οι τοπικές απώλειες είναι οι εξής: απώλειες εισόδου στον αγωγό είναι $0,5 \frac{V^2}{2g}$, απώλειες εξόδου από τον αγωγό είναι $\frac{V^2}{2g}$ και οι απώλειες στη δικλείδα ρύθμισης παροχής είναι $8 \frac{V^2}{2g}$. Να προσδιοριστεί η παροχή Q μεταξύ των δυο δεξαμενών. Δίνεται $\nu = 1,13 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$



Λύση

Εφαρμόζω ΑΔΕ μεταξύ των δυο δεξαμενών

$$H_A = H_B + \sum h_f + \sum h_{\text{τοπ}}$$

$$Z_A = Z_B + f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} + 0,5 \cdot \frac{V^2}{2g} + 8 \cdot \frac{V^2}{2g} + \frac{V^2}{2g}$$

$$Z_A - Z_B = \Delta Z = 33 = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} + 9,5 \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (1)$$

Η (1) θα λυθεί με επαναλήψεις θεωρώντας αυθαίρετα μια αρχική τιμή ταχύτητας V

Εστω αρχική τιμή ταχύτητας $V = 2 \text{ m/s}$

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu} = \frac{2 \cdot 0,3}{1,13 \cdot 10^{-6}} = 530.973,45$$

$$f = \frac{0,25}{\left[\log \left(\frac{5,74}{Re^{0,9}} + \frac{v/D}{3,7} \right) \right]^2} = \frac{0,25}{\left[\log \left(\frac{5,74}{530973,45^{0,9}} + \frac{0,04/300}{3,7} \right) \right]^2}$$

$$= 0,01475$$

Αντικαθιστώ το f στην (1)

$$33 = 0,01475 \cdot \frac{5500}{0,3} \cdot \frac{v^2}{2g} + 9,5 \frac{v^2}{2g}$$

$$33 = 279,917 \frac{v^2}{2g} +$$

$$v = 1,52 \text{ m/s} \neq 2 \text{ m/s}$$

1^η Εναλλαγή για $v = 1,52 \text{ m/s}$

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu} = \frac{1,52 \cdot 0,3}{1,13 \cdot 10^{-6}} = 403.539,82$$

$$f = \frac{0,25}{\left[\log \left(\frac{5,74}{403.539,8^{0,9}} + \frac{0,04/300}{3,7} \right) \right]^2} = 0,01519$$

$$33 = 0,01519 \cdot \frac{5500}{0,3} \cdot \frac{v^2}{2g} + 9,5 \frac{v^2}{2g}$$

$$33 = 287,983 \frac{v^2}{2g}$$

$$v = 1,499 \text{ m/s} \neq 1,52$$

2^η Εναλλαγή για $v = 1,499$

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu} = \frac{1,499 \cdot 0,3}{1,13 \cdot 10^{-6}} = 397.964,6$$

$$f = \frac{0,25}{\left[\log \left(\frac{5,74}{397.964,6^{0,9}} + \frac{0,04/300}{3,7} \right) \right]^2} = 0,01522$$

$$33 = 0,01522 \cdot \frac{5500}{0,3} \cdot \frac{v^2}{2g} + 9,5 \frac{v^2}{2g}$$

$$288,53 \cdot \frac{v^2}{2g} = 33 \Rightarrow v = 1,498 \text{ m/s}$$

(Παύλ κινείται με προηγούμενο v)

$$\text{Άρα } v = 1,498 \text{ m/s και } Q = v \cdot A = 1,498 \cdot 3,14 \cdot \frac{0,3^2}{4} = 0,1058 \text{ m}^3/\text{s}$$

Θέμα 3^ο β) ADE από $A \rightarrow \Lambda$
 $Z_A = Z_\Lambda + \frac{p_A}{\rho g} + \frac{v^2}{2g} + f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} + 0,5 \cdot \frac{v^2}{2g} \Rightarrow \frac{p_A}{\rho g} = 6,028 \text{ m}$

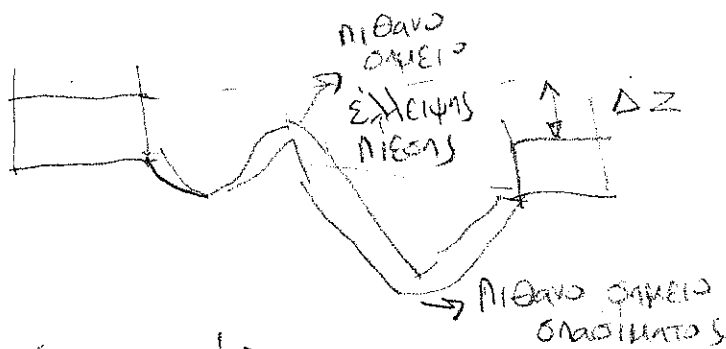
Αγωγός μήκους $L = 4000 \text{ m}$, εσωτερικής διαμέτρου $D = 246,8 \text{ mm}$ και τραχύτητας

$k = 0,1 \text{ mm}$ μεταφέρει νερό μεταξύ δύο δεξαμενών με μέση υψομετρική διαφορά

στις στάθμες της ελεύθερης επιφανείας $\Delta Z = 20 \text{ m}$. Να προσδιοριστεί

α) η παροχή Q μεταξύ των δύο δεξαμενών β) πόση πρέπει να είναι η νέα τιμή της D για να αυξηθεί η παροχή κατά 20%. Δίνεται $v = 1,13 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ για 15°C . Οι τριβικές απώλειες έχουν συμπεριληφθεί μέσα στο συντελεστή

τραχύτητας k .



Λύση

Εφαρμόζω τον τύπο

$$v = -2 \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot h_f \cdot D}{L}} \cdot \log \left(\frac{k}{3,7 \cdot D} + \frac{2,51 \cdot v}{D} \cdot \sqrt{\frac{L}{2g \cdot h_f \cdot D}} \right)$$

Για $L = 4000 \text{ m}$, $D = 0,2468 \text{ m}$, $h_f = 20 \text{ m}$, $k = 0,001$, $v = 1,13 \cdot 10^{-6}$

$$\text{Προκύπτει } v = 0,912 \text{ m/s και } Q = v \cdot A = 0,912 \cdot 3,14 \cdot \frac{0,2468^2}{4} = 0,0436 \text{ m}^3/\text{s}$$

Για $D=277,6\text{ mm}$ και με τα άλλα δεδομένα ίδια

με εφαρμογή του τύπου

$$V = 0,985 \text{ m/s} \text{ και } Q = 0,0596 \text{ m}^3/\text{s} > 1,2 \cdot 0,0436 = 0,052$$

Αρα η $D_{\text{εσ}} = 277,6$ με καλύπτει

Θεμα 4^ο

Απο τη δεξαμενή Α ρέει νερό. Στο ακρό του δικτύου Β

ρέει ελεύθερα νερό στην ατμόσφαιρα. Η υψομετρική διαφορά

των δύο σταθμών των δεξαμενών είναι $\Delta z = 6\text{ m}$ και στο σημείο

Υ υπάρχει αντλία που προσφέρει ενέργεια με ύψος αντλίας $H_{\text{αντλ}} = 2\text{ m}$

Στο παρακάτω πίνακα δίνονται τα χαρακτηριστικά των σωλήνων του συστήματος. Ζητούνται α) η συνολική παροχή β) η παροχή Q_2

στον σωλήν (2) γ) αν ο συντελεστής απώλειας είναι $\eta = 0,7$ να υπολογισθεί η ισχύς της αντλίας. Τι ισχύς λαμβάνει πραγματικά το ρευστό; Οι τοπικές απώλειες έχουν ενσωματωθεί εμμέσως στο

συντελεστή τριβής

α/α	L (m)	$D_{\text{εσ}}$ (mm)	f	$R = 8fL / (3\eta^2 D^5)$
1	4000	600	0,021	89,348
2	1500	400	0,021	254,432
3	2200	500	0,021	122,279
4	1300	600	0,021	29,038

Λύση

Βρίσκω R_{12}

$$R_2, R_3 \text{ παράλληλοι} \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{R_{23}}} = \frac{1}{\sqrt{R_2}} + \frac{1}{\sqrt{R_3}} = \frac{1}{\sqrt{254,432}} + \frac{1}{\sqrt{122,279}}$$

$$R_{23} = 42,649$$

$$R_{15} = R_1 + R_{23} + R_4$$

$$= 89,348 + 42,649 + 29,038 = 161,035$$

Εφαρμοζω HAE στο $A \rightarrow B$

$$H_A + H_{aveA} = H_r + \sum h_F$$

$$Z_A + H_{aveA} = Z_r + \frac{V_B^2}{2g} + R_{15} \cdot Q_{01}^2$$

$$(Z_A - Z_r) + H_{aveA} = \frac{(4Q/\pi D^2)^2}{2g} + R_{15} Q^2$$

$$(Z_A - Z_r) + H_{aveA} = \frac{16 Q^2}{\pi^2 D^4 \cdot 2g} + R_{15} \cdot Q^2$$

$$3 + 21 = \frac{8 Q^2}{3,14^2 \cdot 0,6^4 \cdot 9,81} + 161,035 Q^2$$

$$27 = 161,673 Q^2$$

$$Q_{01} = 0,4086 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_1 = \frac{4 \cdot 0,4086}{\pi \cdot 0,6^2} = 1,446 \text{ m/s (ΣΕΚΤΗ)}$$

B) Ισορροπία $h_{F2} = h_{F3}$

$$R_2 \cdot Q_2^2 = R_3 \cdot Q_3^2$$

$$254,432 \cdot Q_2^2 = 122,279 \cdot Q_3^2$$

$$Q_2 = 0,6932 Q_3 \quad (1) \Rightarrow (1), (2) \quad Q_3 = 0,2413 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Ομως } Q_2 + Q_3 = Q_{01} = 0,4086 \quad (2) \quad Q_2 = 0,1673 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_2 = \frac{4 \cdot 0,1673}{\pi \cdot 0,4^2} = 1,332 \text{ m/s (ΣΕΚΤΗ)}$$

$$V_3 = \frac{4 \cdot 0,2413}{\pi \cdot 0,5^2} = 1,229 \text{ m/s (ΣΕΚΤΗ)}$$

$$\delta) P_{\text{avc}\lambda} = \frac{\rho \cdot g \cdot Q_{\lambda} H_{\text{avc}\lambda}}{\eta} = \frac{1000 \cdot 9,81 \cdot 0,408621}{0,7} = 120.250,9 \text{ Watt}$$

Το ρεύστο λαμβάνει ενέργεια

$$E = \rho \cdot g \cdot Q_{\lambda} H_{\text{avc}\lambda} = 84.175,68 \text{ Watt}$$