

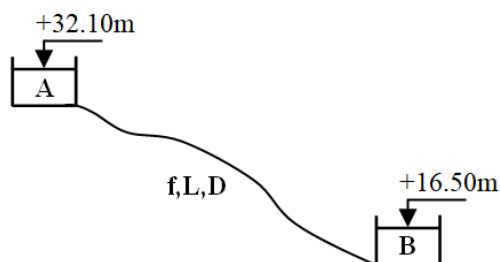
ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:

ΕΝΟΤΗΤΑ 1: ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΑΓΩΓΩΝ ΥΠΟ ΠΙΕΣΗ

Άσκηση 1 (5.0 μονάδες). 8 ερωτήσεις x 0.625/ερώτηση

1. Οι δεξαμενές Α και Β, του Σχήματος 1, συνδέονται με σωλήνα διαμέτρου D , μήκους L και τραχύτητας f , για τον οποίο ισχύει $fL/D=100$. Λαμβάνοντας υπόψη τις τοπικές απώλειες, η μέση ταχύτητα της ροής είναι ίση με:

- (α) 1.2 m/s
- (β) 1.5 m/s
- (γ) 1.7 m/s
- (δ) 2.0 m/s
- (ε) Δεν ισχύει κανένα από τα παραπάνω.



Σχήμα 1

2. Σε σύστημα τριών σωλήνων σε σειρά με τα ίδια χαρακτηριστικά L , k_s και f , όπου $D_1 > D_2 > D_3$:

- (α) Ισχύει $V_1 < V_2 < V_3$.
- (β) Ισχύει $V_1 > V_2 > V_3$.
- (γ) Ισχύει $Q_1 = Q_2 = Q_3$.
- (δ) Ισχύει $Q_1 > Q_2 > Q_3$.
- (ε) Ισχύουν τα (α) και (γ).

3. Θεωρήστε τις ακόλουθες περιπτώσεις ροής: (1) από δεξαμενή σε σωλήνα 0.50 m, και (2) από σωλήνα διαμέτρου 0.50 m σε δεξαμενή. Τότε:

- (α) Οι τοπικές απώλειες είναι μεγαλύτερες στο (1).
- (β) Οι τοπικές απώλειες είναι μεγαλύτερες στο (2).
- (γ) Οι τοπικές απώλειες είναι ίσες επειδή η σχετική μεταβολή της γεωμετρίας είναι η ίδια.
- (δ) Ο συντελεστής τοπικών απωλειών στην (1) είναι ίσος με 1.0.
- (ε) Ισχύουν τα (β) και (δ).

4. Σε σύστημα 3 παράλληλων σωλήνων με τα ίδια χαρακτηριστικά L , k_s και f ισχύει $D_1 > D_2 > D_3$. Τότε:

- (α) Ισχύει $Q_1 = Q_2 = Q_3$.
- (β) Ισχύει $Q_1 > Q_2 > Q_3$.
- (γ) Ισχύει $Q_1 < Q_2 < Q_3$.
- (δ) Ισχύει $Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$.
- (ε) Ισχύουν τα (β) και (δ).

5. Στις διατομές Α και Β ενός σωλήνα σταθερής διαμέτρου D , στον οποίο ρέει νερό, μετρήθηκαν οι πιέσεις και τα υψόμετρα στο ύψος του άξονα. Προέκυψε ότι $p_A = 210700$ Pa, $z_A = 12$ m, $p_B = 200900$ Pa, $z_B = 18$ m. Ισχύει ότι:

- (α) Η ροή είναι από το Α στο Β και οι απώλειες ενέργειας είναι ίσες με 5 m.
- (β) Η ροή είναι από το Α στο Β και οι απώλειες ενέργειας είναι ίσες με 3 m.
- (γ) Η ροή είναι από το Β στο Α και οι απώλειες ενέργειας είναι ίσες με 5 m.
- (δ) Η ροή είναι από το Β στο Α και οι απώλειες ενέργειας είναι ίσες με 3 m.
- (ε) Δεν ισχύει κανένα από τα παραπάνω.

6. Παροχή $Q=120$ L/s νερού διέρχεται από αγωγό διαμέτρου $D=250$ mm και τραχύτητας $f=0.0124$. Η ταχύτητα τριβής u_* είναι ίση με:

- (α) 0.10 m/s
- (β) 0.50 m/s
- (γ) 0.80 m/s
- (δ) 1.00 m/s
- (ε) Δεν ισχύει κανένα από τα παραπάνω.

7. Σε σύστημα 2 παράλληλων σωλήνων με την ίδια τραχύτητα f ισχύουν: $V_1=2V_2$ και $D_1=2D_2$. Τότε:

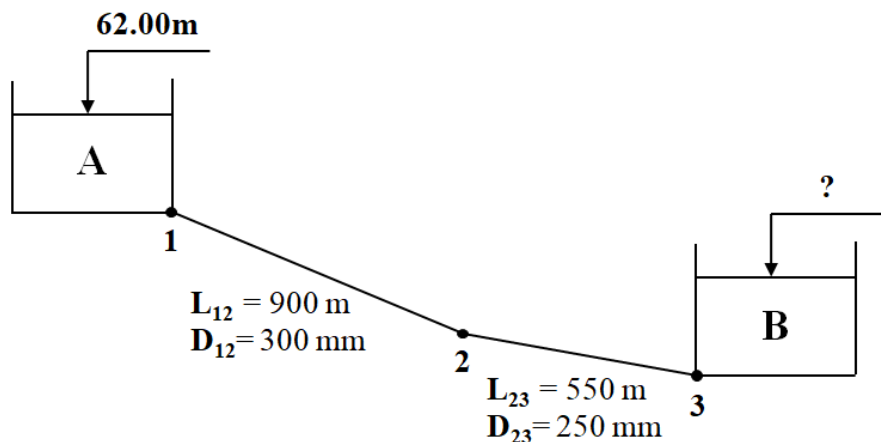
- (α) Ισχύει $L_1=L_2$
- (β) Ισχύει $L_1<L_2$
- (γ) Ισχύει $L_1=2 L_2$
- (δ) Ισχύει $L_1=4 L_2$
- (ε) Δεν ισχύει κανένα από τα παραπάνω.

8. Η κατανομή ταχυτήτων ροής u (σε m/s) σε σωλήνα υπολογίζεται από την εξίσωση $u = 1.0 - r^2$, όπου r (cm) είναι η απόσταση από τον άξονα του σωλήνα. Τότε:

- (α) Η διάμετρος του σωλήνα είναι ίση με 1.0 cm.
- (β) Η διάμετρος του σωλήνα είναι ίση με 2.0 cm.
- (γ) Η μέση ταχύτητα της ροής είναι ίση με 1.0 m/s.
- (δ) Ισχύουν τα (β) και (γ).
- (ε) Δεν ισχύει κανένα από τα παραπάνω.

Άσκηση 2 (5.0 μονάδες)

Στο υδραγωγείο του Σχήματος 2, η παροχή νερού $Q=150$ L/s μεταφέρεται με λείους σωλήνες από τη δεξαμενή Α στη δεξαμενή Β με το σύστημα των αγωγών (1-2) και (2-3) σε σειρά (βλ. Σχήμα 2).



Σχήμα 2. Σκαρίφημα της μηκοτομής του υδραγωγείου

(α) Υπολογίστε τη στάθμη της δεξαμενής Β, λαμβάνοντας υπόψη τις τοπικές απώλειες. Θεωρήστε ότι στους κόμβους 1 και 2 η συστολή είναι απότομη. (2.5 μονάδες)

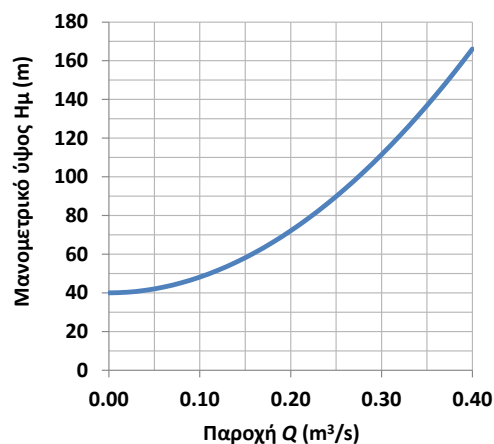
(β) Σχεδιάστε σε σκαρίφημα τη ΓΕ και την ΠΓ. (1.0 μονάδα)

(γ) Υπολογίστε την παροχή του συστήματος, στην περίπτωση που αντικαθιστούσαμε τους αγωγούς (1-2) και (2-3) με έναν αγωγό (1-2-3) ενιαίας διαμέτρου $D=300$ mm και μήκους $L=1450$ m, αμελώντας τις τοπικές απώλειες και θεωρώντας δεδομένη τη στάθμη της δεξαμενής Β, που υπολογίσατε στο ερώτημα (α). (1.5 μονάδα)

ΕΝΟΤΗΤΕΣ 2 & 3: ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΑ-ΥΔΡΕΥΣΕΙΣ

Άσκηση 3 (5.0 μονάδες)

Η υδροδότηση μιας μικρής πόλης γίνεται μέσω χαλύβδινου καταθλιπτικού αγωγού, μήκους 2000 m, που μεταφέρει νερό από τα έργα υδροληψίας στη δεξαμενή. Το αντλιοστάσιο αποτελείται από τρεις όμοιες παράλληλες αντλίες, ισχύος 60 kW η καθεμία, η μία απ' τις οποίες είναι εφεδρική. Τη χειμερινή περίοδο λειτουργεί μία μόνο αντλία, ενώ την ημέρα αιχμής λειτουργούν δύο αντλίες, για διάστημα 18 ωρών. Στο σχήμα δίνεται η καμπύλη μανομετρικού ύψους-παροχής του καταθλιπτικού αγωγού, ενώ η χαρακτηριστική καμπύλη της αντλίας προσεγγίζεται από την εξίσωση $H_m = a - bQ$, όπου H_m το μανομετρικό ύψος (m), Q η παροχή (m^3/s), $a = 100$ m και $b = 500$ s/m². Με βάση τα παραπάνω στοιχεία εκτιμήστε:



- (α) την παροχή, το μανομετρικό ύψος και τον βαθμό απόδοσης της μίας αντλίας και του συστήματος των δύο αντλιών, εντοπίζοντας γραφικά το αντίστοιχο σημείο λειτουργίας τους (2.0 μονάδες)
- (β) την υψομετρική διαφορά αντλιοστασίου-δεξαμενής και τη διάμετρο του καταθλιπτικού αγωγού, εφόσον η σχέση μανομετρικού ύψους-παροχής έχει υπολογιστεί για ισοδύναμη τραχύτητα 1 mm (1.5 μονάδα)
- (γ) την ζήτηση νερού την ημέρα αιχμής και την απαιτούμενη ωφέλιμη χωρητικότητα της δεξαμενής, κάνοντας εύλογες παραδοχές, όπου απαιτείται (1.5 μονάδα)

© Α. Ευστρατιάδης, Π. Κοσσιέρης, Χ. Μακρόπουλος, Δ. Κουτσογιάννης

Άσκηση 4 (5.0 μονάδες)

Εξετάζεται η αντικατάσταση του κύριου τροφοδοτικού αγωγού του δικτύου διανομής παραθαλάσσιου οικισμού με σημαντική τουριστική ανάπτυξη, καθώς ο υφιστάμενος χαλύβδινος αγωγός, μήκους 1800 m και διαμέτρου 250 mm, παρουσιάζει λειτουργικά προβλήματα, ιδιαίτερα τη θερινή περίοδο. Ο αγωγός συνδέει τη δεξαμενή, κατώτατης στάθμης ύδατος +65 m, με τον κόμβο εισόδου του δικτύου, σε υψόμετρο +45 m, στην περιοχή του οποίου αναπτύσσονται έως τριώροφα κτήρια. Λαμβάνοντας ως πληθυσμό σχεδιασμού 5000 μόνιμους κατοίκους και 3000 τουρίστες, και κάνοντας εύλογες παραδοχές, όπου απαιτείται:

- (α) Εκτιμήστε την παροχή σχεδιασμού του εξωτερικού υδραγωγείου, δεδομένου ότι η μεταφορά του νερού στη δεξαμενή γίνεται μέσω καταθλιπτικού αγωγού 20ωρης λειτουργίας, και του κύριου τροφοδοτικού αγωγού του δικτύου διανομής, με την υπόθεση ενεργοποίησης δύο πυροσβεστικών κρουνών, ονομαστικής παροχής 5.0 L/s έκαστος (2.0 μονάδες)
- (β) Ελέγξτε αν για την παροχή σχεδιασμού που εκτιμήσατε θα μπορούν να υδροδοτηθούν ομαλά τα κτήρια στην είσοδο του δικτύου διανομής, με διατήρηση του υφιστάμενου χαλύβδινου αγωγού (1.5 μονάδα)
- (γ) Επιλέξτε τη διάμετρο εμπορίου του νέου τροφοδοτικού αγωγού από υλικό της επιλογής σας, ώστε να εξασφαλίζεται το αναγκαίο ύψος πίεσης στην είσοδο του δικτύου διανομής (1.0 μονάδα)
- (δ) Εξετάστε αν υπάρχει ανάγκη δημιουργίας πιεζομετρικών ζωνών στο δίκτυο διανομής (0.5 μονάδες)

© Α. Ευστρατιάδης, Π. Κοσσιέρης, Χ. Μακρόπουλος, Δ. Κουτσογιάννης

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:

ΕΝΟΤΗΤΑ 1: ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΑΓΩΓΩΝ ΥΠΟ ΠΙΕΣΗ

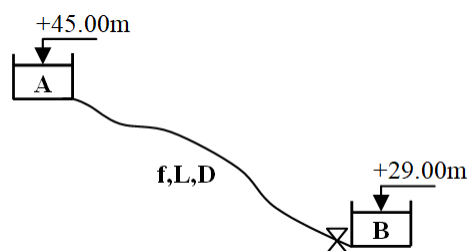
Άσκηση 1 (5.0 μονάδες). 8 ερωτήσεις x 0.625/ερώτηση

1. Σε σύστημα 3 παράλληλων σωλήνων με τα ίδια χαρακτηριστικά L , k_s και f ισχύει $D_1 > D_2 > D_3$:

- (α) Ισχύει $Q_1 = Q_2 = Q_3$.
- (β) Ισχύει $Q_1 > Q_2 > Q_3$.
- (γ) Ισχύει $Q_1 < Q_2 < Q_3$.
- (δ) Ισχύει $Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$
- (ε) Ισχύουν τα (β) και (δ).

2. Παροχή Q μεταφέρεται από τη δεξαμενή Α στη Β, του Σχήματος 1, μέσω σωλήνα διαμέτρου D και μήκους L , ο οποίος φέρει δικλίδα με συντελεστή απωλειών k , ανάντη της δεξαμενής Β. Η μέση ταχύτητα ροής στο σωλήνα είναι 1.5 m/s και ισχύει $fL/D = 120$, όπου f είναι ο συντελεστής τριβής της ροής στο σωλήνα. Λαμβάνοντας υπόψη τις τοπικές απώλειες, ο συντελεστής k της δικλίδας είναι ίσος με:

- (α) 13.0
- (β) 15.0
- (γ) 16.0
- (δ) 18.0
- (ε) Δεν ισχύει κανένα από τα παραπάνω.



Σχήμα 1

3. Παροχή $Q = 120 \text{ L/s}$ νερού διέρχεται από αγωγό διαμέτρου $D = 250 \text{ mm}$ και τραχύτητας $f = 0.0124$. Η ταχύτητα τριβής u_* είναι ίση με:

- (α) 0.10 m/s
- (β) 0.50 m/s
- (γ) 0.80 m/s
- (δ) 1.00 m/s
- (ε) Δεν ισχύει κανένα από τα παραπάνω.

4. Σε σύστημα τριών σωλήνων σε σειρά με τα ίδια χαρακτηριστικά L , k_s και f , όπου $D_1 > D_2 > D_3$:

- (α) Ισχύει $V_1 < V_2 < V_3$.
- (β) Ισχύει $V_1 > V_2 > V_3$.
- (γ) Ισχύει $Q_1 = Q_2 = Q_3$.
- (δ) Ισχύει $Q_1 > Q_2 > Q_3$.
- (ε) Ισχύουν τα (α) και (γ).

5. Στις διατομές Α και Β ενός σωλήνα σταθερής διαμέτρου D , στον οποίο ρέει νερό, μετρήθηκαν οι πιέσεις και τα υψόμετρα στο ύψος του άξονα. Προέκυψε ότι $p_A = 210700 \text{ Pa}$, $z_A = 12 \text{ m}$, $p_B = 200900 \text{ Pa}$, $z_B = 18 \text{ m}$. Ισχύει ότι:

- (α) Η ροή είναι από το Α στο Β και οι απώλειες ενέργειας είναι ίσες με 5 m .
- (β) Η ροή είναι από το Α στο Β και οι απώλειες ενέργειας είναι ίσες με 3 m .
- (γ) Η ροή είναι από το Β στο Α και οι απώλειες ενέργειας είναι ίσες με 5 m .
- (δ) Η ροή είναι από το Β στο Α και οι απώλειες ενέργειας είναι ίσες με 3 m .
- (ε) Δεν ισχύει κανένα από τα παραπάνω.

6. Θεωρήστε τις ακόλουθες περιπτώσεις ροής: (1) από δεξαμενή σε σωλήνα 0.50 m, και (2) από σωλήνα διαμέτρου 0.50 m σε δεξαμενή. Τότε:

- (α) Οι τοπικές απώλειες είναι μεγαλύτερες στο (1).
- (β) Οι τοπικές απώλειες είναι μεγαλύτερες στο (2).
- (γ) Οι τοπικές απώλειες είναι ίσες επειδή η σχετική μεταβολή της γεωμετρίας είναι η ίδια.
- (δ) Ο συντελεστής τοπικών απωλειών στην (1) είναι ίσος με 1.0.
- (ε) Ισχύουν τα (β) και (δ).

7. Σε σύστημα 2 παράλληλων σωλήνων με την ίδια τραχύτητα f ισχύουν: $V_1=2V_2$ και $D_1=2D_2$. Τότε:

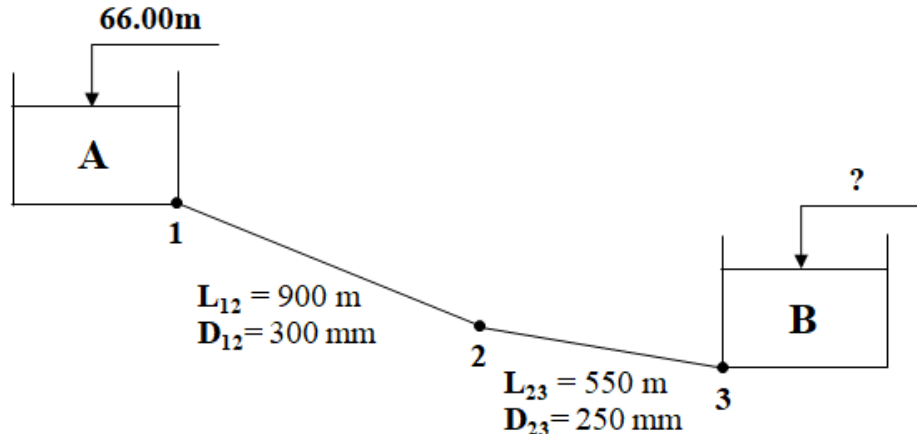
- (α) Ισχύει $L_1=L_2$
- (β) Ισχύει $L_1<L_2$
- (γ) Ισχύει $L_1=2 L_2$
- (δ) Ισχύει $L_1=4 L_2$
- (ε) Δεν ισχύει κανένα από τα παραπάνω.

8. Η κατανομή ταχυτήτων ροής u (σε m/s) σε σωλήνα υπολογίζεται από την εξίσωση $u = 1.0 - r^2$, όπου r (cm) είναι η απόσταση από τον άξονα του σωλήνα. Τότε:

- (α) Η διάμετρος του σωλήνα είναι ίση με 1.0 cm.
- (β) Η διάμετρος του σωλήνα είναι ίση με 2.0 cm.
- (γ) Η μέση ταχύτητα της ροής είναι ίση με 1.0 m/s.
- (δ) Ισχύουν τα (β) και (γ).
- (ε) Δεν ισχύει κανένα από τα παραπάνω.

Άσκηση 2 (5.0 μονάδες)

Στο υδραγωγείο του Σχήματος 2, η παροχή νερού $Q=170$ L/s μεταφέρεται με λείους σωλήνες από τη δεξαμενή Α στη δεξαμενή Β με το σύστημα των αγωγών (1-2) και (2-3) σε σειρά (βλ. Σχήμα 2).



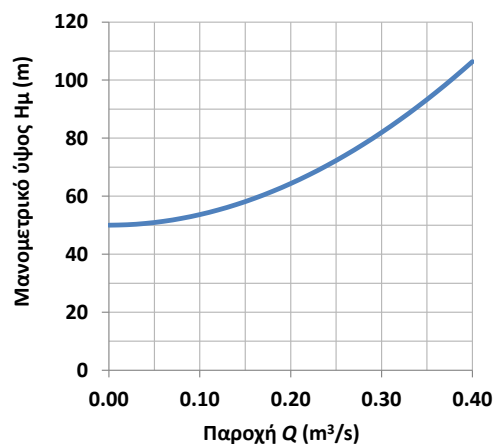
Σχήμα 2. Σκαρίφημα της μηκοτομής του υδραγωγείου

- (α) Υπολογίστε τη στάθμη της δεξαμενής Β, λαμβάνοντας υπόψη τις τοπικές απώλειες. Θεωρήστε ότι στους κόμβους 1 και 2 η συστολή είναι απότομη. (2.5 μονάδες)
- (β) Σχεδιάστε σε σκαρίφημα τη ΓΕ και την ΠΓ. (1.0 μονάδα)
- (γ) Υπολογίστε την παροχή του συστήματος, στην περίπτωση που αντικαθιστούσαμε τους αγωγούς (1-2) και (2-3) με έναν αγωγό (1-2-3) ενιαίας διαμέτρου $D=300$ mm και μήκους $L=1450$ m, αμελώντας τις τοπικές απώλειες και θεωρώντας δεδομένη τη στάθμη της δεξαμενής Β, που υπολογίσατε στο ερώτημα (α). (1.5 μονάδα)

ΕΝΟΤΗΤΕΣ 2 & 3: ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΑ-ΥΔΡΕΥΣΕΙΣ

Άσκηση 3 (5.0 μονάδες)

Η υδροδότηση μιας μικρής πόλης γίνεται μέσω χαλύβδινου καταθλιπτικού αγωγού, μήκους 1800 m, που μεταφέρει νερό από τα έργα υδροληψίας στη δεξαμενή. Το αντλιοστάσιο αποτελείται από τρεις όμοιες παράλληλες αντλίες, ισχύος 55 kW η καθεμία, η μία απ' τις οποίες είναι εφεδρική. Τη χειμερινή περίοδο λειτουργεί μία μόνο αντλία, ενώ την ημέρα αιχμής λειτουργούν δύο αντλίες, για διάστημα 20 ωρών. Στο σχήμα δίνεται η καμπύλη μανομετρικού ύψους-παροχής του καταθλιπτικού αγωγού, ενώ η χαρακτηριστική καμπύλη της αντλίας προσεγγίζεται από την εξίσωση $H_{\mu} = a - b Q$, όπου H_{μ} το μανομετρικό ύψος (m), Q η παροχή (m^3/s), $a = 90$ m και $b = 450$ s/m². Με βάση τα παραπάνω στοιχεία εκτιμήστε:



- (α) την παροχή, το μανομετρικό ύψος και τον βαθμό απόδοσης της μίας αντλίας και του συστήματος των δύο αντλιών, εντοπίζοντας γραφικά το αντίστοιχο σημείο λειτουργίας τους (2.0 μονάδες)
- (β) την υψομετρική διαφορά αντλιοστασίου-δεξαμενής και τη διάμετρο του καταθλιπτικού αγωγού, εφόσον η σχέση μανομετρικού ύψους-παροχής έχει υπολογιστεί για ισοδύναμη τραχύτητα 1 mm (1.5 μονάδα)
- (γ) την ζήτηση νερού την ημέρα αιχμής και την απαιτούμενη ωφέλιμη χωρητικότητα της δεξαμενής, κάνοντας εύλογες παραδοχές, όπου απαιτείται (1.5 μονάδα)

© Α. Ευστρατιάδης, Π. Κοσσιέρης, Χ. Μακρόπουλος, Δ. Κουτσογιάννης

Άσκηση 4 (5.0 μονάδες)

Εξετάζεται η αντικατάσταση του κύριου τροφοδοτικού αγωγού του δικτύου διανομής παραθαλάσσιου οικισμού με σημαντική τουριστική ανάπτυξη, καθώς ο υφιστάμενος χαλύβδινος αγωγός, μήκους 2100 m και διαμέτρου 300 mm, παρουσιάζει λειτουργικά προβλήματα, ιδιαίτερα τη θερινή περίοδο. Ο αγωγός συνδέει τη δεξαμενή, κατώτατης στάθμης ύδατος +62 m, με τον κόμβο εισόδου του δικτύου, σε υψόμετρο +38 m, στην περιοχή του οποίου αναπτύσσονται έως τετραώροφα κτήρια. Λαμβάνοντας ως πληθυσμό σχεδιασμού 4500 μόνιμους κατοίκους και 3500 τουρίστες, και κάνοντας εύλογες παραδοχές, όπου απαιτείται:

- (α) Εκτιμήστε την παροχή σχεδιασμού του εξωτερικού υδραγωγείου, δεδομένου ότι η μεταφορά του νερού στη δεξαμενή γίνεται μέσω καταθλιπτικού αγωγού 18ωρης λειτουργίας, και του κύριου τροφοδοτικού αγωγού του δικτύου διανομής, με την υπόθεση ενεργοποίησης δύο πυροσβεστικών κρουνών, ονομαστικής παροχής 5.0 L/s έκαστος (2.0 μονάδες)
- (β) Ελέξτε αν για την παροχή σχεδιασμού που εκτιμήσατε θα μπορούν να υδροδοτηθούν ομαλά τα κτήρια στην είσοδο του δικτύου διανομής, με διατήρηση του υφιστάμενου χαλύβδινου αγωγού (1.5 μονάδα)
- (γ) Επιλέξτε τη διάμετρο εμπορίου του νέου τροφοδοτικού αγωγού από υλικό της επιλογής σας, ώστε να εξασφαλίζεται το αναγκαίο ύψος πίεσης στην είσοδο του δικτύου διανομής (1.0 μονάδα)
- (δ) Εξετάστε αν υπάρχει ανάγκη δημιουργίας πιεζομετρικών ζωνών στο δίκτυο διανομής (0.5 μονάδες)

© Α. Ευστρατιάδης, Π. Κοσσιέρης, Χ. Μακρόπουλος, Δ. Κουτσογιάννης

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:
ΕΝΟΤΗΤΑ 1: ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΑΓΩΓΩΝ ΥΠΟ ΠΙΕΣΗ

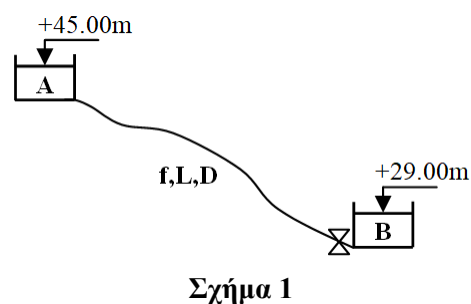
Άσκηση 1 (5.0 μονάδες). 8 ερωτήσεις x 0.625/ερώτηση

1. Σε σύστημα 3 παράλληλων σωλήνων με τα ίδια χαρακτηριστικά L , k_s και f ισχύει $D_1 > D_2 > D_3$:

- (α) Ισχύει $Q_1 = Q_2 = Q_3$.
- (β) Ισχύει $Q_1 > Q_2 > Q_3$.
- (γ) Ισχύει $Q_1 < Q_2 < Q_3$.
- (δ) Ισχύει $Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$
- (ε) Ισχύουν τα (β) και (δ).

2. Παροχή Q μεταφέρεται από τη δεξαμενή Α στη Β, του Σχήματος 1, μέσω σωλήνα διαμέτρου D και μήκους L , ο οποίος φέρει δικλίδα με συντελεστή απωλειών k , ανάντη της δεξαμενής Β. Η μέση ταχύτητα ροής στο σωλήνα είναι 1.5 m/s και ισχύει $fL/D = 120$, όπου f είναι ο συντελεστής τριβής της ροής στο σωλήνα. Λαμβάνοντας υπόψη τις τοπικές απώλειες, ο συντελεστής k της δικλίδας είναι ίσος με:

- (α) 13.0
- (β) 15.0
- (γ) 16.0
- (δ) 18.0
- (ε) Δεν ισχύει κανένα από τα παραπάνω.



3. Παροχή $Q = 120 \text{ L/s}$ νερού διέρχεται από αγωγό διαμέτρου $D = 250 \text{ mm}$ και τραχύτητας $f = 0.0124$. Η ταχύτητα τριβής u_* είναι ίση με:

- (α) 0.10 m/s
- (β) 0.50 m/s
- (γ) 0.80 m/s
- (δ) 1.00 m/s
- (ε) Δεν ισχύει κανένα από τα παραπάνω.

4. Σε σύστημα τριών σωλήνων σε σειρά με τα ίδια χαρακτηριστικά L , k_s και f , όπου $D_1 > D_2 > D_3$:

- (α) Ισχύει $V_1 < V_2 < V_3$.
- (β) Ισχύει $V_1 > V_2 > V_3$.
- (γ) Ισχύει $Q_1 = Q_2 = Q_3$.
- (δ) Ισχύει $Q_1 > Q_2 > Q_3$.
- (ε) Ισχύουν τα (α) και (γ).

5. Στις διατομές Α και Β ενός σωλήνα σταθερής διαμέτρου D , στον οποίο ρέει νερό, μετρήθηκαν οι πιέσεις και τα υψόμετρα στο ύψος του άξονα. Προέκυψε ότι $p_A = 210700 \text{ Pa}$, $z_A = 12 \text{ m}$, $p_B = 200900 \text{ Pa}$, $z_B = 18 \text{ m}$. Ισχύει ότι:

- (α) Η ροή είναι από το Α στο Β και οι απώλειες ενέργειας είναι ίσες με 5 m .
- (β) Η ροή είναι από το Α στο Β και οι απώλειες ενέργειας είναι ίσες με 3 m .
- (γ) Η ροή είναι από το Β στο Α και οι απώλειες ενέργειας είναι ίσες με 5 m .
- (δ) Η ροή είναι από το Β στο Α και οι απώλειες ενέργειας είναι ίσες με 3 m .
- (ε) Δεν ισχύει κανένα από τα παραπάνω.

6. Θεωρήστε τις ακόλουθες περιπτώσεις ροής: (1) από δεξαμενή σε σωλήνα 0.50 m, και (2) από σωλήνα διαμέτρου 0.50 m σε δεξαμενή. Τότε:

- (α) Οι τοπικές απώλειες είναι μεγαλύτερες στο (1).
- (β) Οι τοπικές απώλειες είναι μεγαλύτερες στο (2).
- (γ) Οι τοπικές απώλειες είναι ίσες επειδή η σχετική μεταβολή της γεωμετρίας είναι η ίδια.
- (δ) Ο συντελεστής τοπικών απωλειών στην (1) είναι ίσος με 1.0.
- (ε) Ισχύουν τα (β) και (δ).

7. Σε σύστημα 2 παράλληλων σωλήνων με την ίδια τραχύτητα f ισχύουν: $V_1=2V_2$ και $D_1=2D_2$. Τότε:

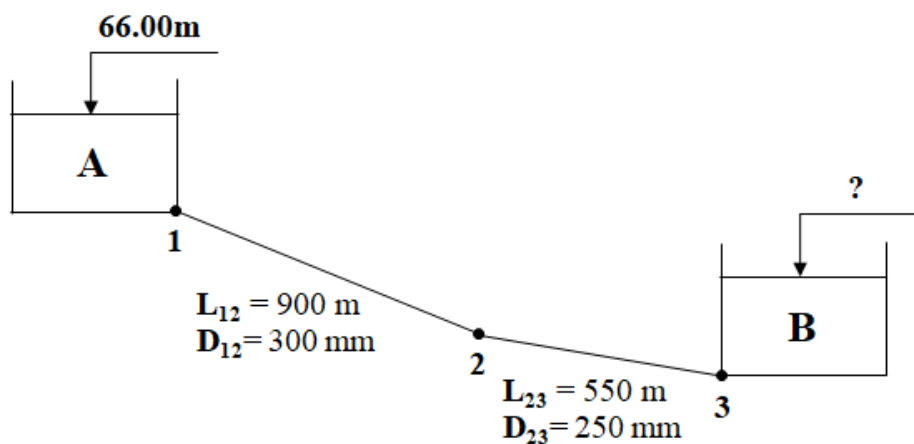
- (α) Ισχύει $L_1=L_2$
- (β) Ισχύει $L_1<L_2$
- (γ) Ισχύει $L_1=2 L_2$
- (δ) Ισχύει $L_1=4 L_2$
- (ε) Δεν ισχύει κανένα από τα παραπάνω.

8. Η κατανομή ταχυτήτων ροής u (σε m/s) σε σωλήνα υπολογίζεται από την εξίσωση $u = 1.0 - r^2$, όπου r (cm) είναι η απόσταση από τον άξονα του σωλήνα. Τότε:

- (α) Η διάμετρος του σωλήνα είναι ίση με 1.0 cm.
- (β) Η διάμετρος του σωλήνα είναι ίση με 2.0 cm.
- (γ) Η μέση ταχύτητα της ροής είναι ίση με 1.0 m/s.
- (δ) Ισχύουν τα (β) και (γ).
- (ε) Δεν ισχύει κανένα από τα παραπάνω.

Άσκηση 2 (5.0 μονάδες)

Στο υδραγωγείο του Σχήματος 2, η παροχή νερού $Q=170$ L/s μεταφέρεται με λείους σωλήνες από τη δεξαμενή Α στη δεξαμενή Β με το σύστημα των αγωγών (1-2) και (2-3) σε σειρά (βλ. Σχήμα 2).



Σχήμα 2. Σκαρίφημα της μηκοτομής του υδραγωγείου

(α) Υπολογίστε τη στάθμη της δεξαμενής Β, λαμβάνοντας υπόψη τις τοπικές απώλειες. Θεωρήστε ότι στους κόμβους 1 και 2 η συστολή είναι απότομη. (2.5 μονάδες)

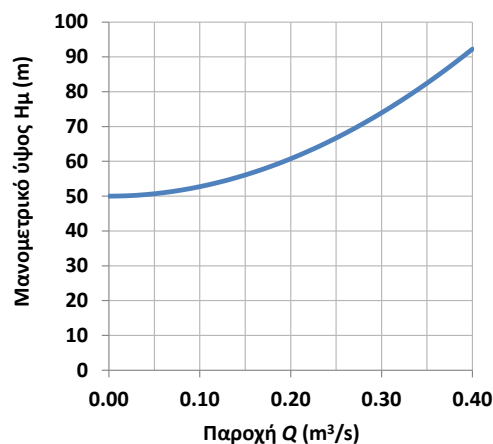
(β) Σχεδιάστε σε σκαρίφημα τη ΓΕ και την ΠΓ. (1.0 μονάδα)

(γ) Υπολογίστε την παροχή του συστήματος, στην περίπτωση που αντικαθιστούσαμε τους αγωγούς (1-2) και (2-3) με έναν αγωγό (1-2-3) ενιαίας διαμέτρου $D=300$ mm και μήκους $L=1450$ m, αμελώντας τις τοπικές απώλειες και θεωρώντας δεδομένη τη στάθμη της δεξαμενής Β, που υπολογίσατε στο ερώτημα (α). (1.5 μονάδα)

ΕΝΟΤΗΤΕΣ 2 & 3: ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΑ-ΥΔΡΕΥΣΕΙΣ

Άσκηση 3 (5.0 μονάδες)

Η υδροδότηση μιας μικρής πόλης γίνεται μέσω χαλύβδινου καταθλιπτικού αγωγού, μήκους 2500 m, που μεταφέρει νερό από τα έργα υδροληψίας στη δεξαμενή. Το αντλιοστάσιο αποτελείται από τρεις όμοιες παράλληλες αντλίες, ισχύος 45 kW η καθεμία, η μία απ' τις οποίες είναι εφεδρική. Τη χειμερινή περίοδο λειτουργεί μία μόνο αντλία, ενώ την ημέρα αιχμής λειτουργούν δύο αντλίες, για διάστημα 20 ωρών. Στο σχήμα δίνεται η καμπύλη μανομετρικού ύψους-παροχής του καταθλιπτικού αγωγού, ενώ η χαρακτηριστική καμπύλη της αντλίας προσεγγίζεται από την εξίσωση $H_{\mu} = a - b Q$, όπου H_{μ} το μανομετρικό ύψος (m), Q η παροχή (m^3/s), $a = 80$ m και $b = 400$ s/m². Με βάση τα παραπάνω στοιχεία εκτιμήστε:



- (α) την παροχή, το μανομετρικό ύψος και τον βαθμό απόδοσης της μίας αντλίας και του συστήματος των δύο αντλιών, εντοπίζοντας γραφικά το αντίστοιχο σημείο λειτουργίας τους (2.0 μονάδες)
- (β) την υψομετρική διαφορά αντλιοστασίου-δεξαμενής και τη διάμετρο του καταθλιπτικού αγωγού, εφόσον η σχέση μανομετρικού ύψους-παροχής έχει υπολογιστεί για ισοδύναμη τραχύτητα 1 mm (1.5 μονάδα)
- (γ) την ζήτηση νερού την ημέρα αιχμής και την απαιτούμενη ωφέλιμη χωρητικότητα της δεξαμενής, κάνοντας εύλογες παραδοχές, όπου απαιτείται (1.5 μονάδα)

© Α. Ευστρατιάδης, Π. Κοσσιέρης, Χ. Μακρόπουλος, Δ. Κουτσογιάννης

Άσκηση 4 (5.0 μονάδες)

Εξετάζεται η αντικατάσταση του κύριου τροφοδοτικού αγωγού του δικτύου διανομής παραθαλάσσιου οικισμού με σημαντική τουριστική ανάπτυξη, καθώς ο υφιστάμενος χαλύβδινος αγωγός, μήκους 1300 m και διαμέτρου 250 mm, παρουσιάζει λειτουργικά προβλήματα, ιδιαίτερα τη θερινή περίοδο. Ο αγωγός συνδέει τη δεξαμενή, κατώτατης στάθμης ύδατος +63 m, με τον κόμβο εισόδου του δικτύου, σε υψόμετρο +43 m, στην περιοχή του οποίου αναπτύσσονται έως τριώροφα κτήρια. Λαμβάνοντας ως πληθυσμό σχεδιασμού 6000 μόνιμους κατοίκους και 2000 τουρίστες, και κάνοντας εύλογες παραδοχές, όπου απαιτείται:

- (α) Εκτιμήστε την παροχή σχεδιασμού του εξωτερικού υδραγωγείου, δεδομένου ότι η μεταφορά του νερού στη δεξαμενή γίνεται μέσω καταθλιπτικού αγωγού 20ωρης λειτουργίας, και του κύριου τροφοδοτικού αγωγού του δικτύου διανομής, με την υπόθεση ενεργοποίησης τριών πυροσβεστικών κρουνών, ονομαστικής παροχής 5.0 L/s έκαστος (2.0 μονάδες)
- (β) Ελέξτε αν για την παροχή σχεδιασμού που εκτιμήσατε θα μπορούν να υδροδοτηθούν ομαλά τα κτήρια στην είσοδο του δικτύου διανομής, με διατήρηση του υφιστάμενου χαλύβδινου αγωγού (1.5 μονάδα)
- (γ) Επιλέξτε τη διάμετρο εμπορίου του νέου τροφοδοτικού αγωγού από υλικό της επιλογής σας, ώστε να εξασφαλίζεται το αναγκαίο ύψος πίεσης στην είσοδο του δικτύου διανομής (1.0 μονάδα)
- (δ) Εξετάστε αν υπάρχει ανάγκη δημιουργίας πιεζομετρικών ζωνών στο δίκτυο διανομής (0.5 μονάδες)

© Α. Ευστρατιάδης, Π. Κοσσιέρης, Χ. Μακρόπουλος, Δ. Κουτσογιάννης

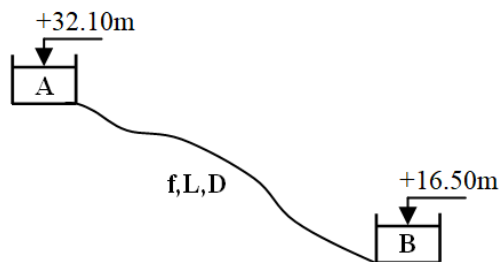
ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:

ΕΝΟΤΗΤΑ 1: ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΑΓΩΓΩΝ ΥΠΟ ΠΙΕΣΗ

Άσκηση 1 (5.0 μονάδες). 8 ερωτήσεις x 0.625/ερώτηση

1. Οι δεξαμενές Α και Β, του Σχήματος 1, συνδέονται με σωλήνα διαμέτρου D , μήκους L και τραχύτητας f , για τον οποίο ισχύει $fL/D=100$. Λαμβάνοντας υπόψη τις τοπικές απώλειες, η μέση ταχύτητα της ροής είναι ίση με:

- (α) 1.2 m/s
- (β) 1.5 m/s
- (γ) 1.7 m/s
- (δ) 2.0 m/s
- (ε) Δεν ισχύει κανένα από τα παραπάνω.



Σχήμα 1

2. Σε σύστημα τριών σωλήνων σε σειρά με τα ίδια χαρακτηριστικά L , k_s και f , όπου $D_1 > D_2 > D_3$:

- (α) Ισχύει $V_1 < V_2 < V_3$.
- (β) Ισχύει $V_1 > V_2 > V_3$.
- (γ) Ισχύει $Q_1 = Q_2 = Q_3$.
- (δ) Ισχύει $Q_1 > Q_2 > Q_3$.
- (ε) Ισχύουν τα (α) και (γ).

3. Θεωρήστε τις ακόλουθες περιπτώσεις ροής: (1) από δεξαμενή σε σωλήνα 0.50 m, και (2) από σωλήνα διαμέτρου 0.50 m σε δεξαμενή. Τότε:

- (α) Οι τοπικές απώλειες είναι μεγαλύτερες στο (1).
- (β) Οι τοπικές απώλειες είναι μεγαλύτερες στο (2).
- (γ) Οι τοπικές απώλειες είναι ίσες επειδή η σχετική μεταβολή της γεωμετρίας είναι η ίδια.
- (δ) Ο συντελεστής τοπικών απωλειών στην (1) είναι ίσος με 1.0.
- (ε) Ισχύουν τα (β) και (δ).

4. Σε σύστημα 3 παράλληλων σωλήνων με τα ίδια χαρακτηριστικά L , k_s και f ισχύει $D_1 > D_2 > D_3$. Τότε:

- (α) Ισχύει $Q_1 = Q_2 = Q_3$.
- (β) Ισχύει $Q_1 > Q_2 > Q_3$.
- (γ) Ισχύει $Q_1 < Q_2 < Q_3$.
- (δ) Ισχύει $Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$.
- (ε) Ισχύουν τα (β) και (δ).

5. Στις διατομές Α και Β ενός σωλήνα σταθερής διαμέτρου D , στον οποίο ρέει νερό, μετρήθηκαν οι πιέσεις και τα υψόμετρα στο ύψος του άξονα. Προέκυψε ότι $p_A = 210700$ Pa, $z_A = 12$ m, $p_B = 200900$ Pa, $z_B = 18$ m. Ισχύει ότι:

- (α) Η ροή είναι από το Α στο Β και οι απώλειες ενέργειας είναι ίσες με 5 m.
- (β) Η ροή είναι από το Α στο Β και οι απώλειες ενέργειας είναι ίσες με 3 m.
- (γ) Η ροή είναι από το Β στο Α και οι απώλειες ενέργειας είναι ίσες με 5 m.
- (δ) Η ροή είναι από το Β στο Α και οι απώλειες ενέργειας είναι ίσες με 3 m.
- (ε) Δεν ισχύει κανένα από τα παραπάνω.

6. Παροχή $Q=120 \text{ L/s}$ νερού διέρχεται από αγωγό διαμέτρου $D=250 \text{ mm}$ και τραχύτητας $f=0.0124$. Η ταχύτητα τριβής u_* είναι ίση με:

- (α) 0.10 m/s
- (β) 0.50 m/s
- (γ) 0.80 m/s
- (δ) 1.00 m/s
- (ε) Δεν ισχύει κανένα από τα παραπάνω.

7. Σε σύστημα 2 παράλληλων σωλήνων με την ίδια τραχύτητα f ισχύουν: $V_1=2V_2$ και $D_1=2D_2$. Τότε:

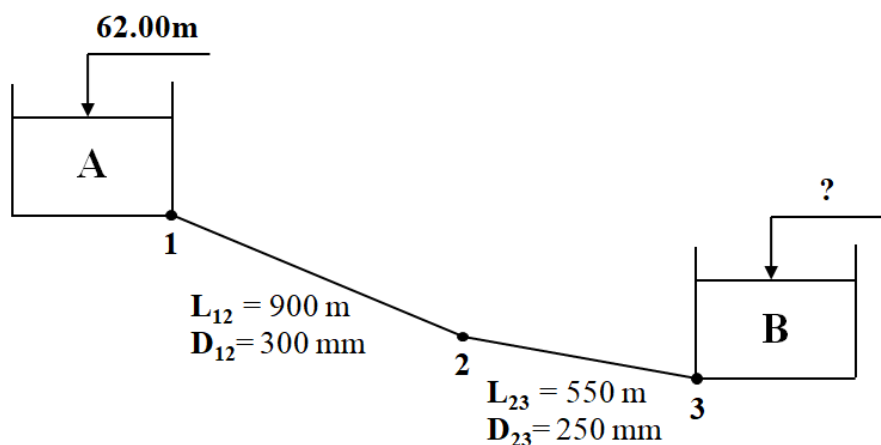
- (α) Ισχύει $L_1=L_2$
- (β) Ισχύει $L_1<L_2$
- (γ) Ισχύει $L_1=2 L_2$
- (δ) Ισχύει $L_1=4 L_2$
- (ε) Δεν ισχύει κανένα από τα παραπάνω.

8. Η κατανομή ταχυτήτων ροής u (σε m/s) σε σωλήνα υπολογίζεται από την εξίσωση $u = 1.0 - r^2$, όπου r (cm) είναι η απόσταση από τον άξονα του σωλήνα. Τότε:

- (α) Η διάμετρος του σωλήνα είναι ίση με 1.0 cm .
- (β) Η διάμετρος του σωλήνα είναι ίση με 2.0 cm .
- (γ) Η μέση ταχύτητα της ροής είναι ίση με 1.0 m/s .
- (δ) Ισχύουν τα (β) και (γ).
- (ε) Δεν ισχύει κανένα από τα παραπάνω.

Άσκηση 2 (5.0 μονάδες)

Στο υδραγωγείο του Σχήματος 2, η παροχή νερού $Q=150 \text{ L/s}$ μεταφέρεται με λείους σωλήνες από τη δεξαμενή Α στη δεξαμενή Β με το σύστημα των αγωγών (1-2) και (2-3) σε σειρά (βλ. Σχήμα 2).



Σχήμα 2. Σκαρίφημα της μηκοτομής του υδραγωγείου

(α) Υπολογίστε τη στάθμη της δεξαμενής Β, λαμβάνοντας υπόψη τις τοπικές απώλειες. Θεωρήστε ότι στους κόμβους 1 και 2 η συστολή είναι απότομη. (2.5 μονάδες)

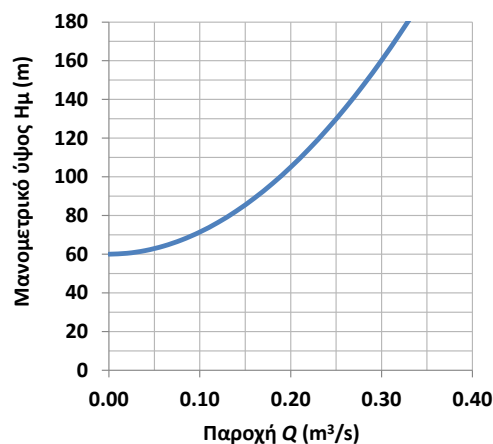
(β) Σχεδιάστε σε σκαρίφημα τη ΓΕ και την ΠΓ. (1.0 μονάδα)

(γ) Υπολογίστε την παροχή του συστήματος, στην περίπτωση που αντικαθιστούσαμε τους αγωγούς (1-2) και (2-3) με έναν αγωγό (1-2-3) ενιαίας διαμέτρου $D=300 \text{ mm}$ και μήκους $L=1450 \text{ m}$, αμελώντας τις τοπικές απώλειες και θεωρώντας δεδομένη τη στάθμη της δεξαμενής Β, που υπολογίσατε στο ερώτημα (α). (1.5 μονάδα)

ΕΝΟΤΗΤΕΣ 2 & 3: ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΑ-ΥΔΡΕΥΣΕΙΣ

Άσκηση 3 (5.0 μονάδες)

Η υδροδότηση μιας μικρής πόλης γίνεται μέσω χαλύβδινου καταθλιπτικού αγωγού, μήκους 1250 m, που μεταφέρει νερό από τα έργα υδροληψίας στη δεξαμενή. Το αντλιοστάσιο αποτελείται από τρεις όμοιες παράλληλες αντλίες, ισχύος 90 kW η καθεμία, η μία απ' τις οποίες είναι εφεδρική. Τη χειμερινή περίοδο λειτουργεί μία μόνο αντλία, ενώ την ημέρα αιχμής λειτουργούν δύο αντλίες, για διάστημα 18 ωρών. Στο σχήμα δίνεται η καμπύλη μανομετρικού ύψους-παροχής του καταθλιπτικού αγωγού, ενώ η χαρακτηριστική καμπύλη της αντλίας προσεγγίζεται από την εξίσωση $H_m = a - bQ$, όπου H_m το μανομετρικό ύψος (m), Q η παροχή (m^3/s), $a = 150$ m και $b = 750$ s/m². Με βάση τα παραπάνω στοιχεία εκτιμήστε:



- (α) την παροχή, το μανομετρικό ύψος και τον βαθμό απόδοσης της μίας αντλίας και του συστήματος των δύο αντλιών, εντοπίζοντας γραφικά το αντίστοιχο σημείο λειτουργίας τους (2.0 μονάδες)
- (β) την υψομετρική διαφορά αντλιοστασίου-δεξαμενής και τη διάμετρο του καταθλιπτικού αγωγού, εφόσον η σχέση μανομετρικού ύψους-παροχής έχει υπολογιστεί για ισοδύναμη τραχύτητα 1 mm (1.5 μονάδα)
- (γ) την ζήτηση νερού την ημέρα αιχμής και την απαιτούμενη ωφέλιμη χωρητικότητα της δεξαμενής, κάνοντας εύλογες παραδοχές, όπου απαιτείται (1.5 μονάδα)

© Α. Ευστρατιάδης, Π. Κοσσιέρης, Χ. Μακρόπουλος, Δ. Κουτσογιάννης

Άσκηση 4 (5.0 μονάδες)

Εξετάζεται η αντικατάσταση του κύριου τροφοδοτικού αγωγού του δικτύου διανομής παραθαλάσσιου οικισμού με σημαντική τουριστική ανάπτυξη, καθώς ο υφιστάμενος χαλύβδινος αγωγός, μήκους 1500 m και διαμέτρου 300 mm, παρουσιάζει λειτουργικά προβλήματα, ιδιαίτερα τη θερινή περίοδο. Ο αγωγός συνδέει τη δεξαμενή, κατώτατης στάθμης ύδατος +66 m, με τον κόμβο εισόδου του δικτύου, σε υψόμετρο +42 m, στην περιοχή του οποίου αναπτύσσονται έως τετραώροφα κτήρια. Λαμβάνοντας ως πληθυσμό σχεδιασμού 6500 μόνιμους κατοίκους και 1500 τουρίστες, και κάνοντας εύλογες παραδοχές, όπου απαιτείται:

- (α) Εκτιμήστε την παροχή σχεδιασμού του εξωτερικού υδραγωγείου, δεδομένου ότι η μεταφορά του νερού στη δεξαμενή γίνεται μέσω καταθλιπτικού αγωγού 18ωρης λειτουργίας, και του κύριου τροφοδοτικού αγωγού του δικτύου διανομής, με την υπόθεση ενεργοποίησης τριών πυροσβεστικών κρουνών, ονομαστικής παροχής 5.0 L/s έκαστος (2.0 μονάδες)
- (β) Ελέξτε αν για την παροχή σχεδιασμού που εκτιμήσατε θα μπορούν να υδροδοτηθούν ομαλά τα κτήρια στην είσοδο του δικτύου διανομής, με διατήρηση του υφιστάμενου χαλύβδινου αγωγού (1.5 μονάδα)
- (γ) Επιλέξτε τη διάμετρο εμπορίου του νέου τροφοδοτικού αγωγού από υλικό της επιλογής σας, ώστε να εξασφαλίζεται το αναγκαίο ύψος πίεσης στην είσοδο του δικτύου διανομής (1.0 μονάδα)
- (δ) Εξετάστε αν υπάρχει ανάγκη δημιουργίας πιεζομετρικών ζωνών στο δίκτυο διανομής (0.5 μονάδες)

© Α. Ευστρατιάδης, Π. Κοσσιέρης, Χ. Μακρόπουλος, Δ. Κουτσογιάννης