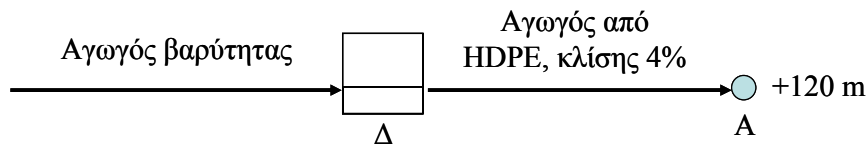


Εξετάζεται η χωροθέτηση της δεξαμενής ρύθμισης Δ και η διαστασιολόγηση του κύριου τροφοδοτικού αγωγού ΔΑ υπό μελέτη οικισμού της εργατικής εστίας, με αμφιθεατρική διάταξη. Το χαμηλότερο υψόμετρο του οικισμού είναι +75 m, ενώ το μεγαλύτερο υψόμετρο ταυτίζεται με την κεφαλή του δικτύου διανομής και είναι +120 m. Στην περιοχή θα κατασκευαστούν διαμερίσματα σε τριώροφες κατοικίες, που θα κληρωθούν για 400 οικογένειες. Η ημερήσια κατά κεφαλή κατανάλωση εκτιμάται σε 180 L. Επιπλέον, το δίκτυο διανομής θα εξυπηρετεί πυροσβεστικούς κρουνούς, ονομαστικής παροχής 5 L/s, καθώς και μικρές βιομηχανικές μονάδες 12ωρης λειτουργίας, η συνολική ζήτηση των οποίων εκτιμάται σε 100 m<sup>3</sup>/ημέρα.



Ζητούνται:

- Το υψόμετρο του πυθμένα της δεξαμενής, θεωρώντας ωφέλιμο ύψος 5.0 m και αποκλείοντας το ενδεχόμενο διαχωρισμού του δικτύου σε πιεζομετρικές ζώνες. Αιτιολογείστε την επιλογή σας, λαμβάνοντας υπόψη ότι η τροφοδοσία της δεξαμενής θα γίνεται μέσω αγωγού βαρύτητας.
- Η παροχή σχεδιασμού των αγωγών ανάντη και κατάντη της δεξαμενής (στην τελευταία περίπτωση, θεωρήστε ταυτόχρονη ενεργοποίηση δύο κρουνών).
- Η διάμετρος του κύριου τροφοδοτικού αγωγού, ώστε να εξασφαλίζεται η απαιτούμενη πίεση στον κόμβο κεφαλής, θεωρώντας την ελάχιστη στάθμη λειτουργίας που προκύπτει από το ερώτημα (α). Δίνεται ότι η κατά μήκος κλίση της διαδρομής ΔΑ είναι 4% και ότι θα χρησιμοποιηθούν σωλήνες από πολυαιθυλαίνιο.
- Εξηγείστε το σκεπτικό χωροθέτησης της δεξαμενής, εφόσον η τροφοδοσία της γίνει μέσω καταθλιπτικού αγωγού.

### Ερώτημα (α)

Αφού η δεξαμενή τροφοδοτείται μέσω αγωγού βαρύτητας, είναι επιθυμητό να τοποθετηθεί σε όσο το δυνατό μεγαλύτερο υψόμετρο, ώστε να μεγιστοποιηθεί το ενεργειακό διαθέσιμο του δικτύου. Από την άλλη πλευρά, για να αποφευχθεί η δημιουργία πιεζομετρικών ζωνών, θα πρέπει η διαφορά υψομέτρου μεταξύ της ανώτατης στάθμης ύδατος (ΑΣΥ) και του χαμηλότερου σημείου του οικισμού να μην ξεπερνά τα 70 m. Με βάση το παραπάνω σκεπτικό, η ΑΣΥ της δεξαμενής τοποθετείται σε απόλυτο υψόμετρο  $75 + 70 = +145$  m. Αφού το ωφέλιμο ύψος της δεξαμενής είναι 5.0 m, τότε η κατώτατη στάθμη ύδατος (ΚΣΥ) θα βρίσκεται στα +140 m, που σημαίνουν ότι ο πυθμένας της δεξαμενής θα είναι λίγο χαμηλότερα, στα +139.8 m (στη δεξαμενή αφήνεται πάντοτε ένα περιθώριο 20-30 cm από τον πυθμένα μέχρι την υδροληψία).

### Ερώτημα (β)

Ο αγωγός ανάντη (εξωτερικό υδραγωγείο) θα σχεδιαστεί με τη μέγιστη ημερήσια παροχή, ενώ ο κατάντη θα σχεδιαστεί με την παροχή έκτακτης λειτουργίας (μέγιστη ωριαία + πυρκαγιά).

Στον οικισμό αναπτύσσονται δύο χρήσεις νερού, αστική και βιομηχανική. Για την αστική χρήση, ο πληθυσμός σχεδιασμού, θεωρώντας τετραμελείς οικογένειες, είναι 1600 άτομα. Για μέση κατά κεφαλή ζήτηση 180 L/d., και θεωρώντας τους τυπικούς συντελεστές προσαύξησης  $\lambda_H = 1.5$  και  $\lambda_\Omega = 2.0$ , προκύπτει η μέγιστη ημερήσια παροχή ίση με 5.0 L/s και μέγιστη ωριαία παροχή ίση με 10.0 L/s. Όσον αφορά στις βιομηχανικές χρήσεις, θεωρείται σταθερή ημερήσια παροχή ίση με 1.2 L/s (που ισοδυναμεί με ημερήσιο όγκο νερού 100 m<sup>3</sup>). Η παροχή αιχμής (μέγιστη ωριαία) προκύπτει με βάση τις ώρες λειτουργίας των βιομηχανικών μονάδων. Για 12ωρη λειτουργία, ισχύει  $\lambda_\Omega = 24/12 = 2.0$ , οπότε η αντίστοιχη μέγιστη ωριαία παροχή υπολογίζεται σε 2.3 L/s.

Με βάση τα παραπάνω υπολογίζονται οι παροχές σχεδιασμού των δύο κλάδων ως εξής:

$$Q_{BAP} = 5.0 + 1.2 = 6.2 \text{ L/s}$$

$$Q_{\Delta A} = 10.0 + 2.3 + 2 \times 5 = 22.3 \text{ L/s}$$

### Ερώτημα (γ)

Για να επαρκούν οι πιέσεις στον κόμβο Α, θα πρέπει να μπορούν να εξυπηρετούνται κτήρια έως τριών ορόφων, που συνεπάγεται ένα ελάχιστο ύψος πίεσης  $4 \times (3 + 1) = 16 \text{ m}$ , που συνεπάγεται ελάχιστο ενεργειακό υψόμετρο  $h_A = 120 + 16 = 136 \text{ m}$ . Ο έλεγχος γίνεται θεωρώντας τη δεξαμενή στην κατώτατη στάθμη της, δηλαδή στα +140 m. Συνεπώς, το ελάχιστο ενεργειακό διαθέσιμο (γραμμικές απώλειες) κατά μήκος του κύριου τροφοδοτικού αγωγού Δ-Α θα είναι  $h_f = 140 - 136 = 4 \text{ m}$ .

Το μήκος του αγωγού υπολογίζεται με βάση την κλίση του δρόμου και τα υψόμετρα ανάντη (που ταυτίζεται με την Κ.Σ.Υ. της δεξαμενής, δηλαδή +140 m) και κατόντη (+120 m). Για υψομετρική διαφορά  $16 + 4 = 20 \text{ m}$  και κλίση εδάφους 4%, προκύπτει μήκος αγωγού ίσο με 500 m. Συνεπώς, η κλίση της πιεζομετρικής γραμμής ισούται με  $J = 6 / 500 = 1.2\%$  (προφανώς μικρότερη από την κλίση του εδάφους).

Με γνωστά την παροχή σχεδιασμού ( $Q = 22.3 \text{ L/s}$ ), την υδραυλική κλίση ( $J = 0.012$ ) και το συντελεστή τραχύτητας ( $\varepsilon = 1.0 \text{ mm}$ ), υπολογίζεται η διάμετρος του αγωγού, που στρογγυλεύεται στην αμέσως μεγαλύτερη διάμετρο εμπορίου. Για τον συγκεκριμένο κλάδο, η απαιτούμενη διάμετρος ανέρχεται σε 162 mm, που για αγωγό HDPE 10 atm αντιστοιχεί σε διάμετρο εμπορίου  $\varnothing 200 \text{ mm}$ .

### Ερώτημα (δ)

Αν η δεξαμενή τροφοδοτούταν μέσω καταθλιπτικού αγωγού, στον σχεδιασμό θα έπρεπε να ληφθεί υπόψη και το κόστος άντλησης. Στην περίπτωση αυτή, προκύπτει ένα πρόβλημα αντικρουόμενων κριτηρίων, αφού από την μία πλευρά είναι επιθυμητό η δεξαμενή να τοποθετηθεί όσο το δυνατό πιο ψηλά επιτρέπει ο έλεγχος των μέγιστων πιέσεων (ώστε να μεγιστοποιηθεί το ενεργειακό διαθέσιμο, επιτρέποντας έτσι τη χρήση μικρών διαμέτρων στο δίκτυο διανομής), και από την άλλη ζητείται η τοποθέτηση της δεξαμενής όσο το δυνατό πιο χαμηλά επιτρέπει ο έλεγχος των ελάχιστων πιέσεων (τουλάχιστον 16 m πάνω από την κεφαλή), ώστε να ελαχιστοποιηθεί το κόστος άντλησης. Προφανώς, η βέλτιστη λύση είναι σε κάποιο ενδιάμεσο υψόμετρο, που προκύπτει με ταυτόχρονη ελαχιστοποίηση του κόστους κατασκευής (= κόστος αγωγών δικτύου) και του κόστους λειτουργίας του καταθλιπτικού αγωγού (= κόστος άντλησης).