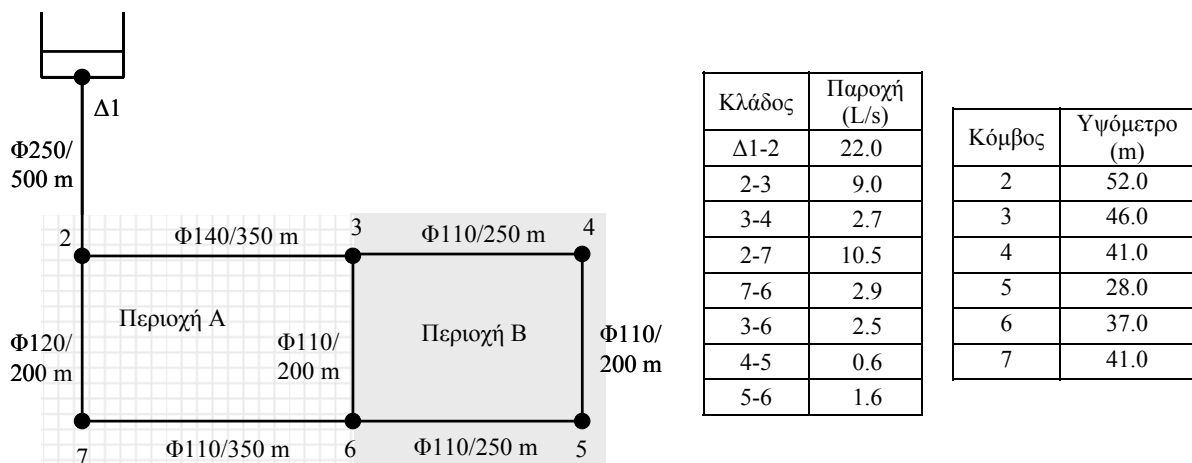


Στην οριζοντιογραφία του Σχήματος απεικονίζονται οι κύριοι κλάδοι, με τα αντίστοιχα μήκη (σε m) και διαμέτρους (σε mm), του δικτύου διανομής ενός οικισμού, που περιλαμβάνει δύο περιοχές. Στην περιοχή Α εξυπηρετούνται αστικές, αποκλειστικά, χρήσεις, ενώ στην περιοχή Β εξυπηρετούνται αστικές και τουριστικές χρήσεις, με την πυκνότητα των μόνιμων κατοίκων να εκτιμάται στο 40% σε σχέση με την αντίστοιχη της περιοχής Α. Ο οικισμός τροφοδοτείται από τη δεξαμενή Δ1, ανώτατης στάθμης +68 m και ωφέλιμου ύψους 3 m. Το δίκτυο έχει επιλυθεί για το δυσμενέστερο σενάριο έκτακτης λειτουργίας, θεωρώντας ενεργοποίηση ενός πυροσβεστικού κρουνού στον κόμβο 7, ονομαστικής παροχής 5 L/s. Τα αποτελέσματα της επίλυσης, που αναφέρονται στις παροχές των κλάδων, καθώς και τα υψόμετρα εδάφους των κόμβων, δίνονται στους σχετικούς Πίνακες.



Ζητείται:

- Να εκτιμηθούν τα ποσοστά της αστικής και τουριστικής κατανάλωσης που εξυπηρετεί ο κόμβος 3, λαμβάνοντας υπόψη ότι κατά μήκος του κύριου τροφοδοτικού κλάδου Δ1-2 δεν πραγματοποιείται καμία χρήση νερού.
- Να υπολογιστεί η παροχή εξόδου ενός κόμβου της επιλογής σας, και με βάση αυτή να εκτιμηθεί ο πληθυσμός των μόνιμων κατοίκων, με δεδομένο ότι η μελέτη του δικτύου έχει γίνει για συντελεστές προσαύξησης $\lambda_H = 1.5$ και $\lambda_\Omega = 2.0$, και μέση κατά κεφαλή κατανάλωση 180 L/d.
- Να γίνει έλεγχος πιέσεων στους κόμβους 2 και 3 και να εντοπιστεί ο πλέον δυσμενής, με δεδομένο ότι στην περιοχή Α αναπτύσσονται διώροφα κτήρια, ενώ στην περιοχή Β αναπτύσσονται κτήρια έως τριών ορόφων.
- Να σχεδιαστούν, με τη μορφή σκαριφήματος, η μηκοτομή των αγωγών και η πιεζομετρική γραμμή κατά μήκος της διαδρομής Δ1-2-3.
- Επειδή προβλέπεται περαιτέρω ανάπτυξη των τουριστικών χρήσεων τα επόμενα έτη, που δεν έχουν ληφθεί υπόψη στη μελέτη, να σχολιάσετε τυχόν προβλήματα που θα δημιουργηθούν και να προτείνετε μέτρα αντιμετώπισής τους.

Ερώτημα (α)

Για την αστική χρήση γνωρίζουμε ότι η μεγαλύτερη πυκνότητα είναι στην περιοχή Α, για την οποία θέτουμε $\theta = 1$, ενώ για την περιοχή Β θέτουμε $\theta = 0.4$. Αντίστοιχα, για την τουριστική χρήση θέτουμε $\theta = 0$ για την περιοχή Α (στην οποία υπάρχουν μόνο μόνιμοι κάτοικοι) και $\theta = 1$ στην περιοχή Β. Στη συνέχεια, υπολογίζουμε το ισοδύναμο μήκος κάθε κλάδου, για τις δύο χρήσεις, με βάση τη σχέση:

$$L_{ij}^* = 0.5 \theta_{ij} L_{ij}$$

όπου L_{ij} το πραγματικό μήκος του κλάδου. Στον κλάδο 3-6, όπου υπάρχει αμφίπλευρη κατανάλωση, αλλά με διαφορετική πυκνότητα πληθυσμού, λαμβάνεται η μέση τιμή του συντελεστή θ .

Κλάδος	Πραγματικό μήκος, L_{ij}	Αστική χρήση		Τουριστική χρήση	
		θ_{ij}	Ισοδύναμο μήκος, L_{ij}^*	θ_{ij}	Ισοδύναμο μήκος, L_{ij}^*
Δ1-2	500	0	0	0	0
2-3	350	1	175	0	0
3-4	250	0.4	50	1	125
2-7	200	1	100	0	0
7-6	350	1	175	0	0
3-6	200	0.7	70	0.5	50
4-5	200	0.4	40	1	100
5-6	250	0.4	50	1	125

Στη συνέχεια, υπολογίζουμε το ισοδύναμο μήκος επιρροής κάθε κόμβου, αθροίζοντας τα επιμέρους ισοδύναμα μήκη των κλάδων που συντρέχουν σε αυτόν. Ο συντελεστής βάρους κάθε χρήσης ισούται με το λόγο του ισοδύναμου μήκους του κόμβου προς το άθροισμα των μηκών όλων των κόμβων.

Κόμβος	Αστική χρήση		Τουριστική χρήση	
	Ισοδύναμο μήκος	Συντ. βάρους	Ισοδύναμο μήκος	Συντ. βάρους
2	275	0.208	0	0.000
3	295	0.223	175	0.219
4	90	0.068	225	0.281
5	90	0.068	225	0.281
6	295	0.223	175	0.219
7	275	0.208	0	0.000
Σύνολο	1320	1.000	800	1.000

Συνεπώς, ο κόμβος 3 εξυπηρετεί το 22.3% της αστικής και το 21.9% της τουριστικής κατανάλωσης.

Ερώτημα (β)

Αρχικά, υπολογίζουμε την παροχή εξόδου σε κάποιον κόμβο που εξυπηρετεί αστικές, αποκλειστικά, χρήσεις. Στον κόμβο 2, η παροχή εξόδου, όπως προκύπτει από την εξίσωση συνέχειας, είναι:

$$c_2 = Q_{12} - Q_{23} - Q_{27} = 22.0 - 9.0 - 10.5 = 2.5 \text{ L/s}$$

Η παροχή αυτή, με βάση τα στοιχεία του ερωτήματος (α), αποτελεί το 20.8% της μέγιστης ωριαίας αστικής κατανάλωσης. Συνεπώς, η τελευταία θα ισούται με $2.5 / 0.208 = 12.0 \text{ L/s}$. Η αντίστοιχη μέση ημερήσια τιμή της, για τιμές συντελεστών προσαύξησης $\lambda_H = 1.5$ και $\lambda_\Omega = 2.0$, ισούται με $12.0 / 1.5 / 2.0 = 4.0 \text{ L/s}$. Τελικά, για μέση κατά κεφαλή κατανάλωση 180 L/ημέρα προκύπτει ότι πληθυσμός των μόνιμων κατοίκων, με βάση τον οποίο έχει γίνει η μελέτη, είναι:

$$Π = 4.0 \times 86\,400 / 180 = 1920 \text{ άτομα}$$

Ερώτημα (γ)

Αρχικά, υπολογίζουμε τις ενεργειακές απώλειες κατά μήκος των κλάδων 1-2 και 2-3, για πλαστικούς αγωγούς PVC 10 atm. Οι απώλειες υπολογίζονται με βάση τα γνωστά γεωμετρικά χαρακτηριστικά (μήκος, εσωτερική διάμετρος), για ισοδύναμη τραχύτητα $\varepsilon = 1.0 \text{ mm}$, και για τη δεδομένη παροχή των αντίστοιχων κλάδων. Από την επίλυση του σχετικού προβλήματος υδραυλικής προκύπτει ότι $\Delta h_{1-2} = 1.65 \text{ m}$ και $\Delta h_{2-3} = 2.58 \text{ m}$. Τα ενεργειακά υψόμετρα στους κόμβους υπολογίζονται με υψόμετρο αναφοράς την κατώτατη στάθμη ύδατος της δεξαμενής, ήτοι $h_1 = 68.0 - 3.0 = 65.0 \text{ m}$. Συνεπώς:

$$h_2 = h_1 - \Delta h_{1-2} = 63.35 \text{ m}$$

$$h_3 = h_2 - \Delta h_{2-3} = 60.77 \text{ m}$$

Τα αντίστοιχα ύψη πίεσης προκύπτουν αφαιρώντας το υψόμετρο εδάφους, οπότε:

$$p_2 = h_2 - z_2 = 63.35 - 52.00 = 11.35 \text{ m}$$

$$p_3 = h_3 - z_3 = 60.77 - 46.00 = 14.77 \text{ m}$$

Τα απαιτούμενα (ελάχιστα) ύψη πίεσης εκτιμώνται με βάση τον μέγιστο αριθμό ορόφων που εξυπηρετεί κάθε κόμβος, από την εμπειρική σχέση $p_{\min} = 4(n + 1)$. Συνεπώς, το ύψος πίεσης που πρέπει να εξασφαλίζεται στους κόμβους 2 και 3 είναι 12 και 16 m, αντίστοιχα. Από τα αποτελέσματα της υδραυλικής επίλυσης προκύπτει έλλειμμα πίεσης 0.65 m για τον κόμβο 2 και 1.22 m για τον κόμβο 3, που για τον λόγο αυτό θεωρείται ο πλέον δυσμενής.

Ερώτημα (δ)

Με γνωστά τα τοπογραφικά και ενεργειακά υψόμετρα των κόμβων 1, 2 και 3, χαράσσουμε τη μηκοτομή της εδάφους και της πιεζομετρικής γραμμής. Οι αγωγοί ύδρευσης τοποθετούνται 1 m κάτω από τη στάθμη του εδάφους.

Ερώτημα (ε)

Με βάση τη διερεύνηση του ερωτήματος (γ), προέκυψε μικρό έλλειμμα πίεσης στο δίκτυο, σε συνθήκες έκτακτης λειτουργίας. Συγκεκριμένα, το μέγιστο έλλειμμα εμφανίστηκε στον κόμβο 3, και εκτιμάται σε 1.22 m, τιμή που μπορεί να θεωρηθεί οριακά αποδεκτή. Ωστόσο, με την αναμενόμενη αύξηση των τουριστικών χρήσεων θα υπάρξει επιβάρυνση του δικτύου, με συνέπεια την περαιτέρω μείωση των πιέσεων στους κόμβους. Συνεπώς, θα πρέπει να ληφθεί μέριμνα ώστε να περιοριστούν οι ενεργειακές απώλειες. Μια τεχνικά πρόσφορη λύση, που είναι και η πλέον οικονομική (δεδομένου ότι δεν απαιτεί εκτεταμένες επεμβάσεις, με αντικατάσταση υφιστάμενων τμημάτων του δικτύου από αγωγούς μεγαλύτερης διαμέτρου), είναι η τοποθέτηση ενός παράλληλου τροφοδοτικού αγωγού στο τμήμα Δ1-2, ώστε η παροχή σχεδιασμού να επιμεριστεί σε δύο αγωγούς. Εναλλακτικά, μπορεί να αναζητηθεί μια υψηλότερη θέση της δεξαμενής (ή η κατασκευή μιας επικουρικής δεξαμενής, με διαχωρισμό του δικτύου σε ζώνες), το οποίο εξαρτάται από τις τοπογραφικές συνθήκες και απαιτεί περαιτέρω αναλύσεις.