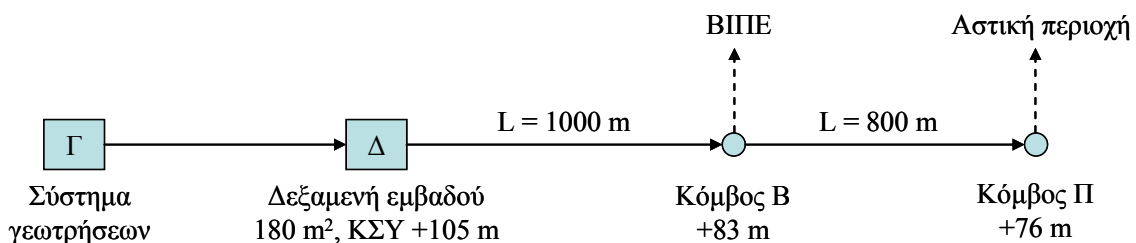


Στο σκαρίφημα απεικονίζεται η γενική διάταξη και χαρακτηριστικά μεγέθη των έργων υδροδότησης της αστικής περιοχής Π, που περιλαμβάνουν το σύστημα γεωτρήσεων Γ, τον καταθλιπτικό αγωγό ΓΔ, τη δεξαμενή Δ και τον κύριο τροφοδοτικό αγωγό ΔΠ. Κατάντη της δεξαμενής, εξετάζεται η υδροδότηση της βιομηχανικής περιοχής (ΒΠΠΕ) από τη θέση Β. Οι ημερήσιες ανάγκες της ΒΠΠΕ εκτιμώνται σε 800 m^3 , για 12ωρη λειτουργία των βιομηχανικών μονάδων (από τις 6:00 έως τις 18:00). Για το σκοπό αυτό, μελετώνται οι αναγκαίες παρεμβάσεις για την ενίσχυση του υφιστάμενου συστήματος.



1. Να εκτιμηθεί ο συντελεστής ωριαίας αιχμής (λ_Ω) της αστικής περιοχής Π, λαμβάνοντας υπόψη ότι την πρόσφατη θερινή περίοδο, η παραγωγή των γεωτρήσεων την ημέρα αιχμής ανήλθε σε 2100 m^3 (για 18ωρη λειτουργία του καταθλιπτικού αγωγού από τις 6:00 έως τις 24:00 με σταθερή παροχή), ενώ την ώρα αιχμής της ζήτησης καταγράφηκε μείωση της στάθμης νερού στη δεξαμενή κατά 0.35 m.
2. Να εκτιμηθούν οι παροχές σχεδιασμού των αγωγών ΓΔ, ΔΒ και ΒΠ, μετά την προσθήκη της ΒΠΠΕ στο σύστημα, θεωρώντας ότι δεν θα μεταβληθούν οι ανάγκες της αστικής περιοχής και οι ώρες άντλησης. Στα σενάρια έκτακτης λειτουργίας του δικτύου, θεωρήστε ταυτόχρονη λειτουργία δύο πυροσβεστικών κρουών, συνολικής παροχής 10 L/s .
3. Να εκτιμηθεί ο απαιτούμενος ρυθμιστικός όγκος για την εξυπηρέτηση της ΒΠΠΕ και να σχεδιαστούν τα αντίστοιχα αθροιστικά διαγράμματα εισροών-εκροών.
4. Να ελεγχθεί αν ο υφιστάμενος κύριος τροφοδοτικός αγωγός από PVC 10.0 atm, διαμέτρου $\Phi 315 \text{ mm}$, μπορεί να εξασφαλίσει ύψος πίεσης 20 m στους κόμβους Β και Π, και αν όχι να προτείνετε (χωρίς υπολογισμούς) τρόπο ενίσχυσής του.

Ερώτημα 1

Ο συντελεστής λ_Ω ορίζεται ως ο λόγος της μέγιστης ωριαίας παροχής (Q_Ω) προς τη μέγιστη ημερήσια (Q_H). Την ώρα αιχμής (κατά την οποία προφανώς λειτουργούσε ο καταθλιπτικός αγωγός), εισήλθαν στη δεξαμενή $2100 / 18 = 116.7 \text{ m}^3$ (ο αγωγός λειτουργεί με σταθερή παροχή), ενώ υπήρξε μείωση του αποθηκευμένου όγκου της δεξαμενής κατά $0.35 \times 180 = 63.0 \text{ m}^3$. Συνεπώς, ο όγκος εκροής προς το δίκτυο διανομής ήταν $116.7 + 63.0 = 179.7 \text{ m}^3$, που αντιστοιχεί σε ωριαία παροχή $Q_\Omega = 179.7 / 3600 = 0.0499 \text{ m}^3/\text{s}$ ή 49.9 L/s . Η μέγιστη ημερήσια ζήτηση ταυτίζεται με την παραγωγή των γεωτρήσεων, οπότε η αντίστοιχη παροχή ισούται με $Q_H = 2100 / 86400 = 0.0243 \text{ m}^3/\text{s}$ ή 24.3 L/s . Συνεπώς, $\lambda_\Omega = 49.9 / 24.3 = 2.05$, τιμή που κρίνεται εύλογη για αστική περιοχή με οικιακές χρήσεις.

Ερώτημα 2

Αρχικά εκτιμώνται τα χαρακτηριστικά μεγέθη ζήτησης της ΒΙΠΕ. Η μέγιστη ημερήσια παροχή της ισούται με $Q_H = 800 / 86400 = 0.0093 \text{ m}^3/\text{s}$ ή 9.3 L/s (δεν υπάρχουν εποχιακές διακυμάνσεις της ζήτησης), ενώ η μέγιστη ωριαία παροχή της ισούται με $Q_\Omega = (24 / 12) \times Q_H = 18.5 \text{ L/s}$ (λαμβάνεται 12ωρη λειτουργία των βιομηχανιών).

Η παροχή σχεδιασμού του εξωτερικού υδραγωγείου ΓΔ ισούνται με τη συνολική (για την πόλη και τη ΒΙΠΕ) μέγιστη ημερήσια παροχή, προσαυξημένη με βάση τις ώρες λειτουργίας του καταθλιπτικού αγωγού, ήτοι $Q_{\Gamma\Delta} = (24 / 18) \times (24.3 + 9.3) = 44.8 \text{ L/s}$.

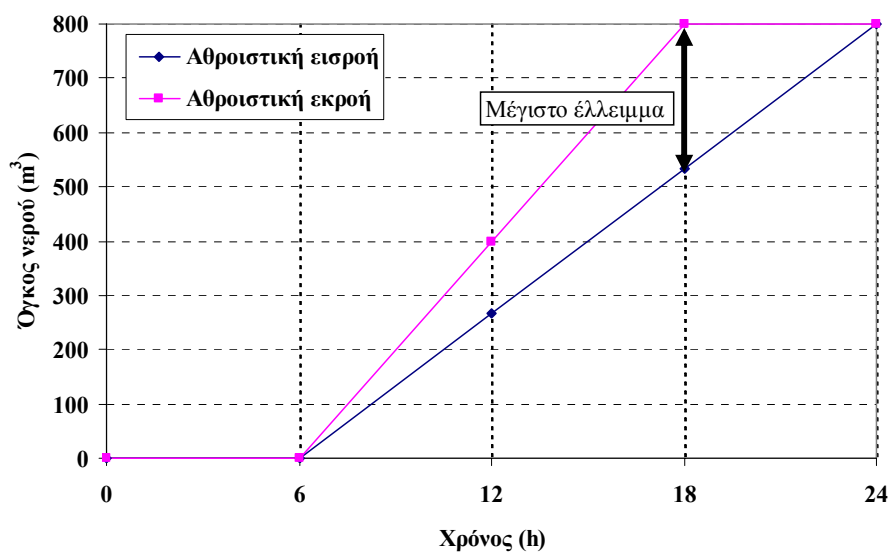
Η παροχή σχεδιασμού του κύριου τροφοδοτικού αγωγού ΔΒ (από τη δεξαμενή μέχρι τον κόμβο τροφοδοσίας της ΒΙΠΕ) ισούνται με τη συνολική (για την πόλη και τη ΒΙΠΕ) μέγιστη ωριαία παροχή, στην οποία προστίθεται η παροχή πυρκαγιάς, ήτοι $Q_{\Delta\text{B}} = 49.9 + 18.5 + 10.0 = 78.4 \text{ L/s}$ (θεωρείται ότι ενεργοποιούνται δύο κρουνοί, είτε σε μία μόνο περιοχή είτε από ένας σε κάθε περιοχή).

Τέλος, το κατάντη τμήμα ΒΠ σχεδιάζεται για το δυσμενές σενάριο μέγιστης ωριαίας κατανάλωσης στην πόλη και ενεργοποίησης δύο πυροσβεστικών κρουνών, ήτοι $Q_{\Delta\text{B}} = 49.9 + 10.0 = 59.9 \text{ L/s}$.

Ερώτημα 3

Ο καταθλιπτικός αγωγός καλείται να μεταφέρει την ημερήσια ζήτηση των 800 m^3 από τις 6:00 έως τις 24:00 (συνολικά 18 ώρες) με σταθερό ρυθμό, ενώ η βιομηχανική κατανάλωση πραγματοποιείται στο διάστημα από τις 6:00 έως τις 18:00 (συνολικά 12 ώρες), επίσης με σταθερό ρυθμό. Ο υπολογισμός του όγκου ρύθμισης μπορεί να γίνει αναλυτικά, μέσω του πίνακα χρονικής κατανομή των εισροών και εκροών, με βάση τον οποίο προκύπτει ένα μέγιστο έλλειμμα νερού 266.7 m^3 . Στο ίδιο αποτέλεσμα καταλήγουμε γραφικά, από το διάγραμμα αθροιστικών εισροών και εκροών, με το οποίο προκύπτει ότι το έλλειμμα ισούται με $(18 - 12) / 18 \times 800 = 0.333 \times 800 = 266.7 \text{ m}^3$.

Χρονικό διάστημα	Εισροή (m^3)	Αθροιστική εισροή (m^3)	Εκροή (m^3)	Αθροιστική εκροή (m^3)	Διαφορά (m^3)
0:00 – 6:00	0	0	0	0	0
6:00 – 12:00	266.7	266.7	400.0	400.0	-133.3
12:00 – 18:00	266.7	533.3	400.0	800.0	-266.7
18:00 – 24:00	266.7	800.0	0	800.0	0



Ερώτημα 4

Με γνωστές τις παροχές σχεδιασμού των αγωγών ΔΒ και ΒΠ (0.0784 και 0.0599 m³/s, αντίστοιχα), επιλύεται η γενικευμένη εξίσωση Manning για διάμετρο 0.285 m (για PVC 10.0 atm, Φ315 mm) και συντελεστή τραχύτητας 1.0 mm, οπότε η κλίση της πιεζομετρικής γραμμής των δύο τμημάτων ισούται με $J_{\Delta B} = 0.0074$ και $J_{B\Pi} = 0.0044$, αντίστοιχα. Συνεπώς, οι ενεργειακές απώλειες στον αγωγό ΔΒ είναι $h_{f\Delta B} = 0.0074 \times 1000 = 7.4$ m, ενώ στον αγωγό ΒΠ είναι $h_{fB\Pi} = 0.0044 \times 800 = 3.5$ m. Θεωρώντας την δεξαμενή στην κατώτατη στάθμη (+105 m), και αφαιρώντας τις απώλειες από ανάντη προς κατάντη, προκύπτουν τα ενεργειακά υψόμετρα των δύο κόμβων, ήτοι $H_B = 105.0 - 7.4 = 97.6$ m και $H_{\Pi} = 97.6 - 3.5 = 94.1$ m. Αφαιρώντας το υψόμετρο εδάφους, προκύπτουν τα αντίστοιχα ύψη πίεσης, ήτοι $P_B = 97.6 - 83.0 = 14.6$ m και $P_{\Pi} = 94.1 - 76.0 = 18.1$ m. Και οι δύο τιμές υπολείπονται της ζητούμενης πίεσης των 20 m, με το έλλειμμα πίεσης να ανέρχεται σε 5.4 m στον κόμβο Π και σε 1.9 m στον Β.

Επειδή μεταξύ των δύο κόμβων κρισιμότερος είναι ο ανάντη (κόμβος Β, από τον οποίο τροφοδοτείται η ΒΠΕ), αρκεί να εξασφαλιστεί οριακή επάρκεια πίεσης στον εν λόγω κόμβο προκειμένου να ικανοποιείται ο έλεγχος στον κατάντη κόμβο Π. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με ενίσχυση του τμήματος ΔΠ, είτε με αλλαγή διαμέτρου είτε (τεχνικά και οικονομικά προτιμότερο, αν ο υφιστάμενος αγωγός δεν είναι πολύ παλιός) με την προσθήκη παράλληλου ανακουφιστικού αγωγού.