

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ .....

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΘΕΩΡΙΑΣ (Μονάδες 3, Διάρκεια 20')

ΠΑΡΑΛΛΑΓΗ Α

Απαντήστε στις ακόλουθες ερωτήσεις, σημειώνοντας στο αντίστοιχο τετραγωνίδιο τη σωστή απάντηση (μόνο μία απάντηση σε κάθε τριάδα). Η σωστή απάντηση σε κάθε ερώτηση βαθμολογείται με 0.3 μονάδες και η λανθασμένη με -0.15 (η μη απάντηση βαθμολογείται με 0).

- Κατά τον σχεδιασμό καταθλιπτικού αγωγού, το κόστος άντλησης στην περιοχή των πολύ μεγάλων διαμέτρων:
  - τείνει να σταθεροποιηθεί προς μία ελάχιστη τιμή.**
  - μειώνεται με γραμμικό ρυθμό αντί για εκθετικό, όπως συμβαίνει στην περιοχή των μικρών διαμέτρων.
  - τείνει να σταθεροποιηθεί προς μία μέγιστη τιμή.**
- Στις παρασιτικές εισροές των αγωγών ακαθάρτων συμπεριλαμβάνονται, μεταξύ άλλων:
  - τα προϊόντα μεταβολισμού των μικροβίων και λοιπών παράσιτων οργανισμών που υπάρχουν στα λύματα.
  - οι εισροές ομβρίων από τα καλύμματα των φρεατίων επίσκεψης του δικτύου ακαθάρτων.**
  - οι αιωρούμενες στερεές ουσίες.
- Ποιο από τα παρακάτω μοντέλα πρόγνωσης της εξέλιξης του πληθυσμού είναι ρεαλιστικό να εφαρμόζεται σε μελέτες εκτίμησης της υδρευτικής κατανάλωσης στην Ελλάδα;
  - Μοντέλα γραμμικής αύξησης.
  - Μοντέλα γεωμετρικής αύξησης.
  - Μοντέλα λογιστικής καμπύλης.**
- Τα συστήματα διήθησης ομβρίων δεν είναι κατάλληλα σε περιοχές με:
  - πυκνή αστική δόμηση, διότι χρειάζονται μεγάλες ελεύθερες επιφάνειες πρασίνου για να αποδώσουν.**
  - σχετικά υψηλή στάθμη υδροφόρου ορίζοντα, διότι περιορίζεται η διηθητική ικανότητα του εδάφους.
  - ήδη κατασκευασμένο δίκτυο ομβρίων, διότι το κόστος ανάπτυξης τέτοιων συστημάτων είναι ασύμφορα υψηλό, συγκριτικά με το όφελος που προσφέρουν.
- Στον κεντρικό υδρομετρητή τετραώροφου κτηρίου μετρήθηκε ότι τις ώρες αιχμής το διαθέσιμο ύψος πίεσης, με αναφορά στη στάθμη του εδάφους, δεν υπερβαίνει τα 12 m. Αυτό σημαίνει ότι:
  - Το νερό φτάνει, έστω και οριακά, στην ταράτσα, αλλά δεν διαθέτει την απαιτούμενη πίεση των 4 m.
  - Εξυπηρετούνται ομαλά μόνο οι χαμηλοί όροφοι του κτηρίου.**
  - Υπάρχει σημαντικός κίνδυνος ανάπτυξης υποπίεσεων, ειδικά στον τελευταίο όροφο του κτηρίου.
- Κατά τον έλεγχο παλιού αγωγού ομβρίων προέκυψε ότι η παροχή αιχμής που αντιστοιχεί στην περίοδο επαναφοράς με την οποία έγινε ο σχεδιασμός του αγωγού είναι ελάχιστα μικρότερη της παροχής πλήρωσης. Αυτό σημαίνει ότι:
  - ο αγωγός μπορεί να θεωρηθεί οριακά επαρκής, υπό την προϋπόθεση ότι τηρούνται οι περιορισμοί ταχύτητας.
  - πρέπει να γίνει πύκνωση των φρεατίων υδροσυλλογής, ώστε να ενισχυθεί η παροχαρακτηριστική του αγωγού.
  - ο αγωγός θα μπορεί οριακά να μεταφέρει την υπόψη παροχή, αλλά η ροή θα παρουσιάζει αστάθειες.**
- Κατά την υδραυλική ανάλυση δικτύου διανομής στο στάδιο του σχεδιασμού, προέκυψε ότι το ύψος πίεσης που αναπτύσσεται στον κόμβο εισόδου είναι αρκετά μεγαλύτερο από το ελάχιστο απαιτούμενο. Στην περίπτωση αυτή:
  - ενδεχομένως υπάρχει δυνατότητα μείωσης της διαμέτρου του κύριου τροφοδοτικού αγωγού.**
  - είναι επιθυμητό να τοποθετηθεί φρεάτιο στον κόμβο εισόδου, για καταστροφή της πλεονάζουσας ενέργειας.
  - το δίκτυο πρέπει διαχωριστεί σε πιεζομετρικές ζώνες, εκτός και αν τίθενται περιορισμοί από την τοπογραφία.
- Το οικονομικό επίπεδο διαρροών είναι το σημείο στο οποίο:
  - το κόστος επισκευών του δικτύου γίνεται ίσο με το κόστος των απωλειών νερού.
  - το άθροισμα του κόστους των απωλειών και του κόστους επισκευών ελαχιστοποιείται.**
  - κάθε  $m^3$  απωλειών έχει κόστος ίσο με την τιμή πώλησης του  $m^3$  νερού στους καταναλωτές.
- Σε υδρευτικό αγωγό δεδομένης διαμέτρου, η κινητική ενέργεια είναι γραμμικά ανάλογη της κλίσης ενέργειας:
  - για πολύ μικρή τραχύτητα.
  - για πολύ μεγάλη τραχύτητα.**
  - για πολύ μικρή παροχή.
- Σε συναρμογή αγωγού ακαθάρτων για μετάβαση από μικρότερη σε μεγαλύτερη διάμετρο με υποκρίσιμη ροή, όπου οι άντρες των αγωγών τοποθετούνται σε περασιά, στον ανάντη αγωγό συνήθως:
  - σηματίζεται καμπύλη κατάπτωσης.**
  - σχηματίζεται καμπύλη υπερύψωσης.
  - η ροή είναι ομοιόμορφη.

### Άσκηση υδρεύσεων (μονάδες 4.5)

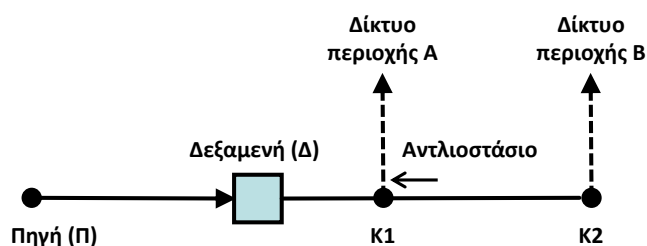
Στο σκαρίφημα απεικονίζεται η γενική διάταξη των κύριων υδροδοτικών έργων πόλης, που περιλαμβάνει την πηγή Π, με στάθμη υδροληψίας +190 m, τον χαλύβδινο αγωγό βαρύτητας Π-Δ, μήκους 5000 m και διαμέτρου Ø300 mm, την δεξαμενή Δ, εμβαδού 400 m<sup>2</sup>, και τον αγωγό Δ-K1-K2 από PVC 10 atm, διαμέτρου Ø450 mm, που τροφοδοτεί τα ανεξάρτητα δίκτυα διανομής των περιοχών Α και Β. Τα υψόμετρα εδάφους των κόμβων Κ1 και Κ2 είναι +139.5 και +120.2 m, αντίστοιχα, ενώ τα μήκη των τμημάτων Δ-K1 και Κ1-K2 είναι 1200 και 1700 m, αντίστοιχα. Κατά την ημέρα αιχμής της περασμένης θερινής περιόδου, ο αγωγός βαρύτητας λειτούργησε μόνο 14 ώρες, λόγω βλάβης, ενώ οι επιπλέον ανάγκες της πόλης καλύφθηκαν από το υφιστάμενο απόθεμα της δεξαμενής. Στην αρχή του 24ώρου αιχμής, η στάθμη της δεξαμενής ήταν στα +151.5 m, ενώ στο τέλος μειώθηκε στα +148.3 m. Την τελευταία ώρα, η οποία συνέπεσε με την περίοδο βλάβης του αγωγού και την αιχμή της κατανάλωσης, καταγράφηκε πτώση στάθμης 1.15 m, ενώ η πίεση που μετρήθηκε στον κόμβο Κ2 ήταν 2.1 atm.

(α) Εκτιμήστε τον όγκο νερού που μεταφέρθηκε μέσω του αγωγού ΠΔ την ημέρα αιχμής (1.0 μονάδα).

(β) Εκτιμήστε τον όγκο που καταναλώθηκε την ημέρα και ώρα αιχμής, και τον συντελεστή  $\lambda_{\Omega}$  (1.0 μονάδα).

(γ) Εκτιμήστε το ύψος πίεσης στον κόμβο Κ1 και τις παροχές εξόδου προς τις περιοχές Α και Β, κατά την ώρα αιχμής (1.5 μονάδα).

(δ) Με βάση το διαθέσιμο ύψος πίεσης την ώρα αιχμής, εκτιμήστε την απαιτούμενη ισχύ αντλιοστασίου που θα πρέπει να τοποθετηθεί αμέσως κατάντη του κόμβου Κ1, ώστε να υδροδοτεί κτήρια έως 5 ορόφων στην περιοχή του αντλιοστασίου (1.0 μονάδα).



Υπόδειξη: Στους υδραυλικούς υπολογισμούς των ερωτημάτων (α) και (γ) θεωρήστε την μέση στάθμη της δεξαμενής για το αντίστοιχο χρονικό διάστημα (ημέρα και ώρα), ενώ ως ισοδύναμη τραχύτητα αγωγών εφαρμόστε την τυπική τιμή  $\epsilon = 1.0$  mm.

© Α. Ευστρατιάδης, Π. Κοσιέρης, Χ. Μακρόπουλος & Δ. Κουτσογιάννης

### Άσκηση αποχετεύσεων (μονάδες 3.5)

Συλλεκτήρας ομβρίων ημιαστικής περιοχής, διαμέτρου 120 cm, έχει τοποθετηθεί με την ελάχιστη κλίση, δεδομένου ότι το έδαφος είναι σχεδόν οριζόντιο. Ο αγωγός είχε σχεδιαστεί ώστε να αποχετεύει έκταση 7.0 ha, με χρόνο συγκέντρωσης 30 min. Η όμβρια καμπύλη με την οποία έγιναν οι υδρολογικοί υπολογισμοί, δίνεται από τη σχέση  $i = 170 (T^{0.12} - 0.35) / (1 + d/0.25)^{0.60}$ , όπου  $i$  η ένταση βροχής σε mm/h,  $d$  η διάρκεια βροχής σε h και  $T$  η περίοδος επαναφοράς σε έτη, που κατά τον σχεδιασμό είχε καθοριστεί σε 10 έτη. Ωστόσο, η τιμή αυτή δεν θεωρείται πλέον ασφαλής, και αποφασίστηκε να αυξηθεί στα 20 έτη, ώστε να εξασφαλίζεται ικανοποιητική αντιπλημμυρική προστασία της περιοχής.

(α) Εκτιμήστε τον συντελεστή απορροής που είχε υιοθετηθεί στη μελέτη του αγωγού, με δεδομένο ότι ο αγωγός επαρκούσε οριακά για να αποχετεύσει την παροχή δεκαετίας (1.0 μονάδα).

(β) Ελέγξτε εάν ο υφιστάμενος αγωγός μπορεί να αποχετεύσει την παροχή που αντιστοιχεί στην αναθεωρημένη περίοδο επαναφοράς, έστω και με βάθος ροής που παραβιάζει το όριο των προδιαγραφών (1.0 μονάδα).

(γ) Σχεδιάστε νέο αγωγό που θα μπορεί να μεταφέρει την επιπρόσθετη παροχή σε σχέση με την παροχή σχεδιασμού του υφιστάμενου (1.0 μονάδα).

(δ) Εναλλακτικά, εξετάστε τη δυνατότητα συγκράτησης των πλημμυρικών παροχών εντός της λεκάνης, με την κατασκευή τάφρων διήθησης, κατάλληλου μήκους, που θα αναπτυχθούν στους κήπους των κατοικιών, με μέση έκταση αδιαπέρατων επιφανειών 100 m<sup>2</sup>. Δίνεται ότι, για κατασκευαστικούς λόγους, το πλάτος κάθε τάφρου είναι 2.0 m, ενώ το βάθος τους δεν μπορεί να υπερβαίνει το 1.0 m, λόγω της υψηλής στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα. Κατά τον σχεδιασμό των τάφρων υποθέστε λόγο κενών 30%, ρυθμό διήθησης 10 mm/h, και διάρκεια βροχής ίση με τον χρόνο συγκέντρωσης της λεκάνης (0.5 μονάδα).

© Δ. Κουτσογιάννης, Χ. Μακρόπουλος, Α. Ευστρατιάδης & Π. Κοσιέρης