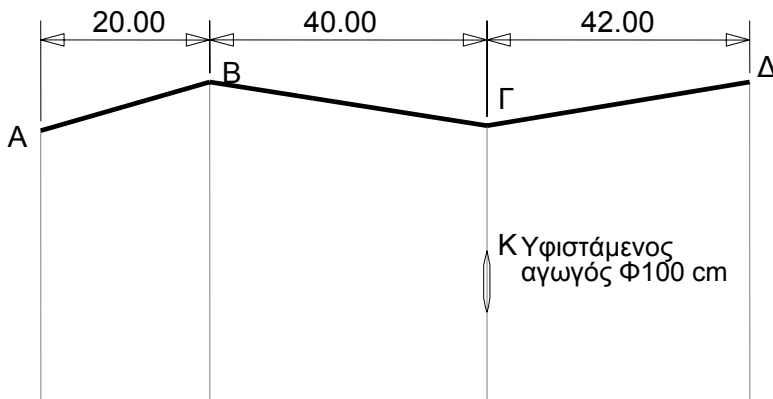


ΑΣΚΗΣΕΙΣ (ΘΕΜΑΤΑ ΑΠΟ ΠΑΛΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ)

Ενδιάμεση εξέταση Νοεμβρίου 1992



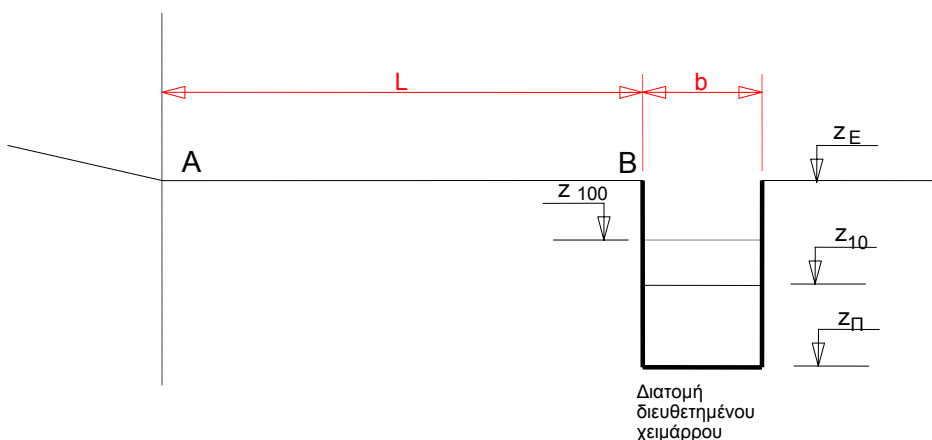
Σε οικισμό που διαθέτει στοιχειώδες δίκτυο ομβρίων αποφασίστηκε να γίνει βελτίωση και επέκταση του δικτύου. Στο σχήμα φαίνεται σκαρίφημα μηκοτομής μιας οδού, όπου προβλέπεται κατασκευή αγωγού στο τμήμα ΑΒΓ με ενιαία κλίση και διάμετρο. Ο αγωγός αυτός θα εκβάλλει στον υφιστάμενο αγωγό Κ (εγκάρσιο στη μηκοτομή) διαμέτρου 100 cm, ο οποίος ελέγχθηκε και επαρκεί για να δεχτεί τα όμβρια του νέου αγωγού. Ζητείται η διαστασιολόγηση, ο έλεγχος και σκαρίφημα μηκοτομής του νέου αγωγού καθώς και σκαρίφημα της συμβολής του με τον Κ.

Δίνονται:

1. Επιφάνεια που θα αποχετεύεται μέσω του νέου αγωγού: 4.0 ha
2. Μέσος συντελεστής απορροής: 50%
3. Περίοδος επαναφοράς μελέτης: 5 έτη
4. Χρόνος εισόδου: 10 min
5. Όμβρια καμπύλη $i = aT^b / t^c$ (i : mm/h, t : h, T : έτη), όπου $a = 15.0$, $b = 0.2$, $c = 0.5$
6. Υψόμετρα εδάφους και άντυνας αγωγού ως εξής:

ΣΗΜΕΙΟ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)
A	47.00
B	47.50
Γ	47.00
Δ	47.50
K	45.00

Τελική εξέταση Φεβρουαρίου 1993



Στο σχήμα φαίνεται η διατομή διευθετημένου χειμάρρου που διασχίζει οικισμό. Τα γεωμετρικά και υδραυλικά χαρακτηριστικά της διατομής είναι τα ακόλουθα:

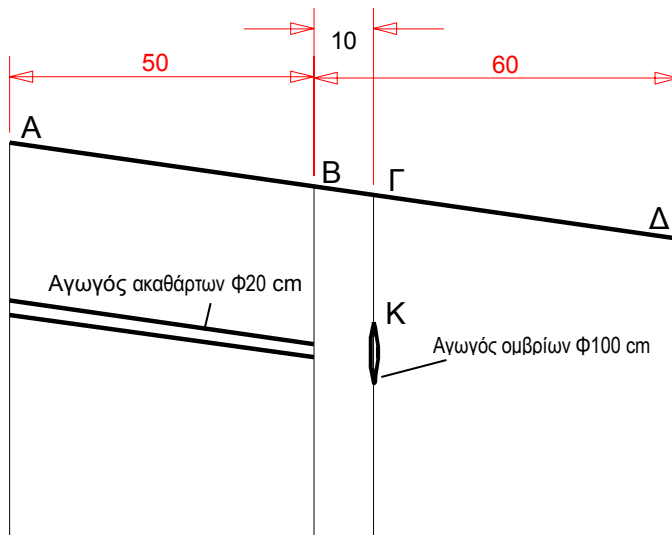
- Πλάτος $b = 5.00$ m
- Υψόμετρο πυθμένα $z_{\Pi} = +178.90$ m
- Υψόμετρο εδάφους $z_E = +183.00$ m

- Στάθμη πλημμύρας δεκαετίας $z_{10} = +180.90$ m
- Στάθμη πλημμύρας εκατονταετίας $z_{100} = +181.90$ m
- Ταχύτητα πλημμύρας δεκαετίας $V_{10} = 2.50$ m/s

Μελετάται η κατασκευή του αγωγού ομβρίων AB, μήκους $L = 85.00$ m, που θα εκβάλλει στο χείμαρρο. Το έδαφος στο τμήμα AB είναι πρακτικά οριζόντιο. Ζητούνται:

1. Η διαστασιολόγηση και ο υδραυλικός έλεγχος του αγωγού AB αν η παροχή σχεδιασμού του είναι $Q = 238.0$ L/s. Το ελάχιστο βάθος είναι 1.00 m. Να θεωρηθεί ότι η στάθμη στο χείμαρρο είναι η z_{10} .
2. Σκαρίφημα της μηκοτομής του αγωγού και λεπτομέρειες της μηκοτομής στις θέσεις A και B.
3. Ο υπολογισμός των συνθηκών ροής στον αγωγό AB για την παραπάνω παροχή σχεδιασμού του (και για γεωμετρικά χαρακτηριστικά όπως υπολογίστηκαν στα παραπάνω ερωτήματα), αν η στάθμη στο χείμαρρο είναι η z_{100} . Θα είναι δυνατή η διοχέτευση της παροχής αυτής; Ποια θα είναι η στάθμη νερού στο φρεάτιο A;

Επαναληπτική εξέταση Σεπτεμβρίου 1993



Στο σχήμα δίνεται σκαρίφημα της μηκοτομής εδάφους της οδού ABΓΔ, η οποία έχει ενιαία κλίση 1.4%. Το υψόμετρο του σημείου A είναι +98.00 m. Ζητείται η διαστασιολόγηση, ο έλεγχος και η χάραξη της μηκοτομής του αγωγού ακαθάρτων στο τμήμα ΒΓ, καθώς και σκαρίφημα του φρεατίου στη θέση Β. Ήδη έχει διαστασιολογηθεί και χαραχθεί στο παραπάνω σκαρίφημα μηκοτομής το τμήμα AB του αγωγού. Το τμήμα αυτό έχει τοποθετηθεί στο ελάχιστο βάθος, το οποίο έχει θεωρηθεί 2.0 m. Ακόμη, στη μηκοτομή έχει χαραχθεί ο εγκάρσιος αγωγός ομβρίων που περνάει κάτω από το σημείο Γ. Το βάθος ΓΚ (όπου Κ είναι η άντυγα του αγωγού) είναι 1.7 m, ενώ το πάχος των τοιχωμάτων του αγωγού ομβρίων είναι 20 cm. Για τον

υπολογισμό της παροχής του αγωγού να θεωρηθεί εξυπηρετούμενος πληθυσμός 1000 κατοίκων, μέση ετήσια παροχή ύδρευσης 150 L/κατ/ημ και πρόσθετες εισροές 20% της παροχής αιχμής ακαθάρτων.

Ενδιάμεση εξέταση Νοεμβρίου 1993

Μετά από ισχυρή βροχόπτωση μικρής διάρκειας σε αστική περιοχή, που εκτιμήθηκε ότι αντιστοιχεί σε περίοδο επαναφοράς 5 ετών διαπιστώθηκε ότι ένα τμήμα αγωγού ομβρίων δεν λειτουργεί ικανοποιητικά, αφήνοντας τα όμβρια να τρέχουν στο δρόμο. Μετά από αυτό, προκύπτει η ανάγκη να εξακριβωθεί η αιτία αυτής της αστοχίας, η οποία μπορεί να είναι είτε (α) υδραυλικά ανεπαρκής διατομή του αγωγού, είτε (β) ανεπαρκής αριθμός ή εσφαλμένη τοποθέτηση φρεατίων υδροσυλλογής, είτε (γ) εμφράξεις ή προβλήματα στη συντήρηση του αγωγού και των φρεατίων. Από μια πρώτη έρευνα αποκλείστηκε το ενδεχόμενο (β).

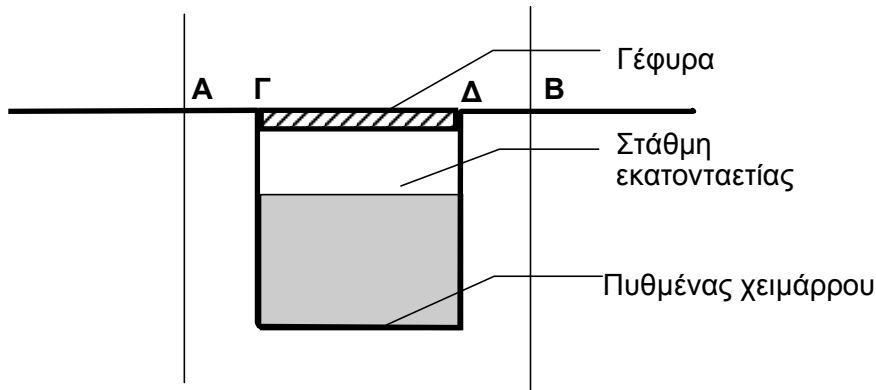
Ζητούνται:

1. Να εξακριβωθεί ποιο από τα ενδεχόμενα (α) ή (γ) είναι η πιθανότερη αιτία της αστοχίας.
2. Σε περίπτωση που η αιτία είναι η (α) να προταθούν, να διαστασιολογηθούν και να ελεγχθούν τα έργα που πρέπει να γίνουν για να λυθεί το πρόβλημα. Σε αντίθετη περίπτωση (αιτία (γ)) να υπολογιστεί ποια είναι η οριακή ένταση βροχής για την οποία επαρκεί ο υφιστάμενος αγωγός ομβρίων, αν με κατάλληλη συντήρηση αρθούν τα αίτια που προκάλεσαν το πρόβλημα.

Δεδομένα:

1. Αποχετευόμενη έκταση του εν λόγω τμήματος αγωγού: 30 ha.
2. Συντελεστής απορροής: 0.45 κατά μέσο όρο.
3. Χρόνος συγκέντρωσης αγωγού: 13 min.
4. Όμβρια καμπύλη για $T = 5$: $i = m / t^n$, όπου i η ένταση σε mm/h, t η διάρκεια βροχής σε h, $m = 25$ και $n = 0.6$.
5. Διάμετρος αγωγού: $D = 80$ cm.
6. Κλίση αγωγού (ίδια με την κλίση εδάφους): $J = 3\%$.

Τελική εξέταση Φεβρουαρίου 1994



Κεντρικός αγωγός ακαθάρτων συνανά στη μέσα στην πόλη διαδρομή του διευθετημένο χειμάρρο, του οποίου η διατομή φαίνεται στο σχήμα. Η χάραξη του αγωγού θα πρέπει να διέλθει από τη διατομή Α στη διατομή Β. Ζητούνται:

1. Να περιγραφούν οι διάφορες λύσεις διάβασης του αγωγού από τη διατομή Α

στη διατομή Β και να σχολιαστούν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους.

2. Αν επιλεγεί η λύση της ανάρτησης του αγωγού από τη γέφυρα ΓΔ, ποιο υλικό αγωγού πρέπει να επιλεγεί και γιατί;
3. Στην ίδια λύση να διαστασιοποιηθεί και να υπολογιστεί ο αγωγός ΑΒ και να δοθούν τα βάθη του στις θέσεις Α και Β. Να θεωρηθεί ότι οι δρόμοι στην περιοχή αριστερά και δεξιά της γέφυρας είναι πρακτικά οριζόντιοι και ότι ο αγωγός δεν θα πρέπει να κινδυνεύει από την πλημμύρα εκατονταετίας.

Δίνονται:

Υψόμετρο καταστρώματος γέφυρας: + 107.0 m

Υψόμετρο πυθμένα χειμάρρου: +100.0 m

Στάθμη πλημμύρας εκατονταετίας: + 105.0 m

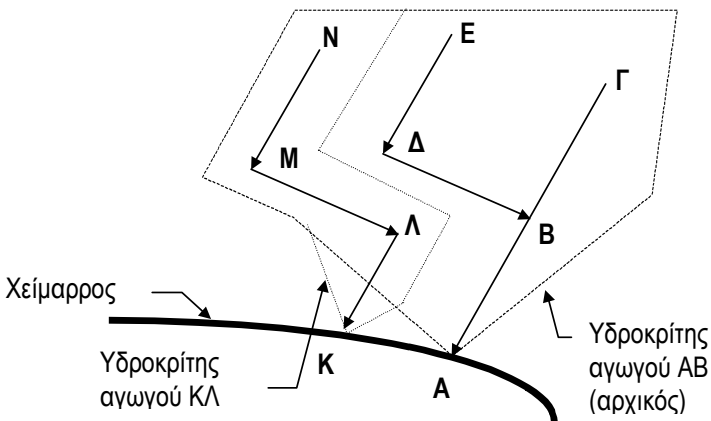
Μήκη: ΑΓ = ΔΒ = 10 m, ΓΔ = 20 m.

Εξυπηρετούμενος πληθυσμός από τον κεντρικό αγωγό: 10 000 κάτοικοι

Μέγιστη ημερήσια κατανάλωση νερού: 200 L/ημ /κατ

Εισροές: 40% της παροχής αιχμής ακαθάρτων

Επαναληπτική εξέταση Σεπτεμβρίου 1994



Το τμήμα ΑΒ του αγωγού ομβρίων ΑΒΓ/ΒΔΕ διαπιστώθηκε ότι είναι ανεπαρκές για τη διοχέτευση της απορροής πενταετίας της λεκάνης του, εμβαδού 22.5 ha, η οποία φαίνεται στο σχήμα. Μελετάται η ανακούφισή του με την κατασκευή του νέου αγωγού ΚΛΜΝ, ο οποίος θα αποχετεύει λεκάνη έκτασης 8.8 ha, το μεγαλύτερο τμήμα της οποίας, εμβαδού 8.2 ha, προηγουμένως αποχετεύονταν μέσω του ΑΒ.

Ζητούνται:

1. Ο έλεγχος της επάρκειας του ΑΒ πριν

και μετά την κατασκευή του ΚΛΜΝ.

2. Η διαστασιολόγηση και τα χαρακτηριστικά ροής του ΚΛ.

Δίνονται:

1. Ομβρία καμπύλη πενταετίας: $i = 25.7 t^{-0.54}$ (t σε h, i σε mm/h).
2. Χρόνοι συγκέντρωσης ΑΒ και ΚΛ : 13.4 και 12.2 min, αντίστοιχα.
3. Μέσος συντελεστής απορροής: 0.48.
4. Διάμετρος ΑΒ: 80 cm
5. Κλίση ΑΒ: 2.0%
6. Υψόμετρα εδάφους στα Κ και Λ: +52.00 και +52.85 m, αντίστοιχα.
7. Μήκος ΚΛ: 65 m.
8. Στάθμη πλημμύρας 100ετίας χειμάρρου στην περιοχή του Κ: +49.80 m

Ενδιάμεση εξέταση Νοεμβρίου 1994

Η χάραξη του εξωτερικού συλλεκτήρα ακαθάρτων πόλης 150 000 κατοίκων, ο οποίος οδηγεί τα λύματα στην εγκατάσταση επεξεργασίας, περιλαμβάνει τμήμα μήκους 250 m στο οποίο η κλίση εδάφους είναι 5%. Να γίνει η διαστασιολόγηση και ο έλεγχος και να σχεδιαστεί σκαρίφημα της μηκοτομής του αγωγού στο τμήμα αυτό (με τα απαραίτητα τεχνικά έργα) σε τρόπο ώστε:

1. Η ταχύτητα να μην υπερβαίνει τα 3.0 m/s.
2. Το ελάχιστο βάθος του αγωγού να είναι 1.5 m.
3. Το βάθος εκσκαφής να μην υπερβαίνει τα 4.5 m.

Επιπλέον δίνονται:

1. Μέση ημερήσια κατανάλωση νερού: 200 L/(κάτ. ημ.).
 2. Παρασιτικές εισροές: 50% της παροχής αιχμής ακαθάρτων.
-

Τελική εξέταση Φεβρουαρίου 1995

Η μελέτη αποχέτευσης ακαθάρτων μεγάλης πόλης προέβλεπε την κατασκευή τμήματος του κεντρικού συλλεκτήρα μήκους 500 m με διάμετρο 100 cm. Σύμφωνα με τη μελέτη το βάθος ροής σε αυτό το τμήμα αγωγού ήταν 0.58 m και η ταχύτητα 2.5 m/s. Στο στάδιο της κατασκευής δεν βρέθηκαν στο εμπόριο σωλήνες με αυτή τη διάμετρο και αποφασίστηκε να τροποποιηθεί η μελέτη και να κατασκευαστεί δίδυμος αγωγός (δηλαδή δύο παράλληλοι αγωγοί ίδιας διατομής) με μικρότερη διάμετρο. Να υπολογιστεί η διάμετρος του δίδυμου αγωγού και τα χαρακτηριστικά ροής σε αυτόν.

Επαναληπτική εξέταση Σεπτεμβρίου 1995

Σε δεδομένη λεκάνη απορροής μελετάται αγωγός ομβρίων με κλίση 0.7% και διάμετρο 80 cm, ο οποίος θα αποχετεύει την παροχή 5ετίας με βάθος ροής 53 cm. Ποιά θα πρέπει να είναι η διάμετρος του παράλληλου αγωγού ακαθάρτων που θα αποχετεύει την ίδια λεκάνη με την ίδια κλίση, και ποιά θα είναι τα χαρακτηριστικά ροής του;

Δίνονται οι ακόλουθες παραδοχές μελέτης:

1. Όμβρια καμπύλη 5ετίας: $i = 20.5 / t^{0.61}$ (t σε h, i σε mm/h).
 2. Χρόνος συρροής αγωγού ομβρίων: 13.5 min.
 3. Συντελεστής απορροής: 0.40.
 4. Πυκνότητα πληθυσμού μελέτης της περιοχής: 80 κάτοικοι/ha.
 5. Κατά κεφαλήν μέγιστη μηνιαία παροχή ακαθάρτων: 200 L/κάτ./ημ.
 6. Παρασιτικές εισροές δικτύου ακαθάρτων: 50% της παροχής αιχμής.
-

Ενδιάμεση εξέταση Νοεμβρίου 1995

Αγωγός ακαθάρτων με κλίση 1.2% αποχετεύει οικιστική έκταση 80 ha με πυκνότητα πληθυσμού 95 κάτοικοι/ha. Ζητούνται:

1. Η παροχή σχεδιασμού, η διαστασιολόγηση και ο υδραυλικός έλεγχος του αγωγού σε περίπτωση που οι παρασιτικές εισροές προέρχονται μόνο από διηθήσεις, με δεδομένο ότι το ανάντη δίκτυο κατασκευάζεται με ελαστικούς δακτυλίους στεγανοποίησης αρμών και στεγανά φρεάτια.
2. Η επί τοις εκατό αύξηση της παροχής σχεδιασμού και η αντίστοιχη απαιτούμενη αύξηση της διαμέτρου, σε περίπτωση που στις παραπάνω παρασιτικές εισροές προστίθενται και εισροές από παράνομες συνδέσεις ομβρίων που προέρχονται από το 1.0% της αποχετευόμενης επιφάνειας.

Επιπλέον δίνονται:

1. Μέση ημερήσια κατανάλωση νερού: 200 L/(κάτ. ημ.).
 2. Όμβρια καμπύλη 5ετίας: $i = 20.8 / t^{0.62}$ (t σε h, i σε mm/h).
 3. Τυπικός χρόνος συγκέντρωσης ομβρίων: 8 min.
 4. Εκτίμηση συντελεστή απορροής επιφανειών με παράνομες συνδέσεις: 0.80.
-

Τελική εξέταση Φεβρουαρίου 1996

Το τμήμα AB, μήκους 200 m, του κεντρικού αγωγού ακαθάρτων μιας κομόπολης βρίσκεται σε δρόμο πρακτικώς οριζόντιο. Ανάντη του τμήματος αυτού ο αγωγός έχει διάμετρο 25 cm και φτάνει στο σημείο A

με βάθος (μετρούμενο από την άντυγα) 2.2 m. Να μελετηθούν οι εξής δύο λύσεις χάραξης της μηκοτομής του αγωγού στο τμήμα AB:

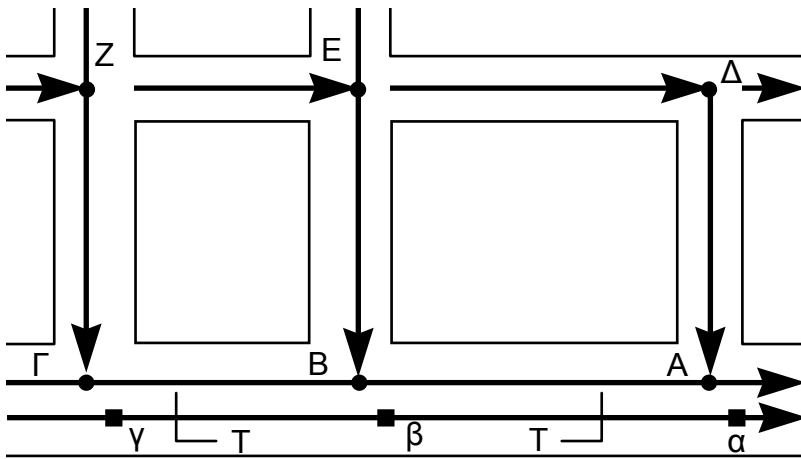
1. Με την ελάχιστη επιτρεπτή κλίση.
2. Με κλίση τέτοια ώστε να μην αλλάξει η διάμετρός του στη διατομή A.

Να περιγραφούν τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των δύο λύσεων και να υπολογιστεί η διαφορά του όγκου εκσκαφών στις δύο περιπτώσεις.

Επιπλέον δίνονται:

- Σημερινός πληθυσμός που εξυπηρετείται από τον αγωγό: 1 500 κάτοικοι.
- Αναμενόμενο ποσοστό αύξησης πληθυσμού ανά δεκαετία: 5%.
- Περίοδος σχεδιασμού: 40 χρόνια.
- Εκτίμηση μέσης ετήσιας κατανάλωσης νερού στο τέλος της περιόδου σχεδιασμού: 210 L / (κατ. ημ.)
- Εκτίμηση των παρασιτικών εισροών στο τέλος της περιόδου σχεδιασμού: 50% της παροχής αιχμής ακαθάρτων.
- Πλάτος σκάμματος τοποθέτησης του αγωγού: $\pi = D + 0.50$ m, όπου D η διάμετρος.
- Βάθος σκάμματος τοποθέτησης του αγωγού: $\alpha = \beta + D + 0.10$ m, όπου β το βάθος από το οδόστρωμα μέχρι την άντυγα.

Επαναληπτική εξέταση Σεπτεμβρίου 1996



Στο διπλανό σχήμα φαίνεται τμήμα του τοπογραφικού διαγράμματος μιας πόλης κλίμακας 1:2000 με σχεδιασμένα τα δίκτυα αποχέτευσης ομβρίων και ακαθάρτων. Συγκεκριμένα, φαίνεται το τμήμα αβγ ενός αγωγού ομβρίων, το τμήμα ABΓ ενός δευτερεύοντα αγωγού ακαθάρτων, καθώς και οι τριτεύοντες αγωγοί ακαθάρτων που συμβάλλουν στο τμήμα ABΓ. Ζητούνται:

1. Η διαστασιολόγηση και ο έλεγχος των αγωγών ομβρίων βγ και αβ.
2. Η διαστασιολόγηση και ο έλεγχος και των αγωγών ακαθάρτων BE, BΓ και AB.
3. Προσεγγιστικό σκαρίφημα της κατακόρυφης τομής TT με τις θέσεις των αγωγών ομβρίων και ακαθάρτων.

Δεδομένα:

1. Μήκη αγωγών: $B\Gamma = \beta\gamma = 58$ m, $AB = \alpha\beta = 97$ m, $BE = 75$ m.
2. Κατά μήκος κλίσεις οδών: $J_{AB\Gamma} = 0.8\%$ (σταθερή σε όλο το μήκος), $J_{BE} = 1.5\%$.
3. Ελάχιστο βάθος αγωγών ομβρίων: 1.0 m. Ελάχιστο βάθος αγωγών ακαθάρτων, γενικά: 2.0 m. Ελάχιστο βάθος αγωγών ακαθάρτων σε δρόμο με παράλληλο αγωγό ομβρίων: 1.0 m κάτω από τον πυθμένα του αγωγού ομβρίων.
4. Συνολικές αποχετευόμενες εκτάσεις τμημάτων αγωγών: $F_{\beta\gamma} = 7.8$ ha, $F_{\alpha\beta} = 9.3$ ha, $F_{BE} = 1.6$ ha, $F_{B\Gamma} = 8.7$ ha, $F_{AB} = 10.6$ ha.
5. Όμβρια καμπύλη πενταετίας: $i = 25.7 t^{-0.54}$ (t σε h, i σε mm/h).
6. Συντελεστής απορροής, γενικά: 0.5.
7. Χρόνος συγκέντρωσης αγωγού βγ: 13.5 min.
8. Πυκνότητα πληθυσμού μελέτης: 120 κάτοικοι/ha.
9. Μέγιστη ημερήσια κατανάλωση υδρευτικού νερού: 190 L/(ημέρα κάτοικο).
10. Παρασιτικές εισροές: 30% της παροχής αιχμής ακαθάρτων.
11. Διάμετρος ανάντη αγωγού ομβρίων στη θέση γ: 0.60 m. Διάμετρος ανάντη αγωγού ακαθάρτων στη θέση E: 0.20 m. Διάμετρος ανάντη αγωγού ακαθάρτων στη θέση Γ: 0.20 m.

12. Βάθος ανάντη αγωγού ομβρίων στη θέση γ: 1.00 m. Βάθος ανάντη αγωγού ακαθάρτων στη θέση Ε: 2.00 m. Βάθος ανάντη αγωγού ακαθάρτων στη θέση Γ: 2.60 m (όλα τα βάθη αναφέρονται στην άντυγα του αγωγού).

Υπόδειξη: Για τη διαστασιολόγηση των αγωγών ακαθάρτων ξεκινήστε υποθέτοντας την ελάχιστη διάμετρο, η οποία ως γνωστόν (βλ. Εφαρμογή 4.12.α, σελ. 85 βιβλίου Δ. Κουτσογιάννη) είναι επαρκής για το μεγαλύτερο ποσοστό του δευτερεύοντος και τριτεύοντος δικτύου.

Ενδιάμεση εξέταση Μαΐου 1997

Παντοροϊκός αποχετευτικός αγωγός Α που κατασκευάστηκε πριν 30 χρόνια κατέστη υδραυλικά ανεπαρκής, λόγω της έντονης αστικοποίησης της περιοχής. Έτσι, μελετάται η ανακούφισή του, με την κατασκευή ενός νέου αγωγού Β, στον οποίο θα υπερχειλίζει τμήμα της παροχής του Α, σε περίπτωση πολύ ισχυρών καταιγίδων, και θα οδηγείται σε παρακείμενο χείμαρρο.

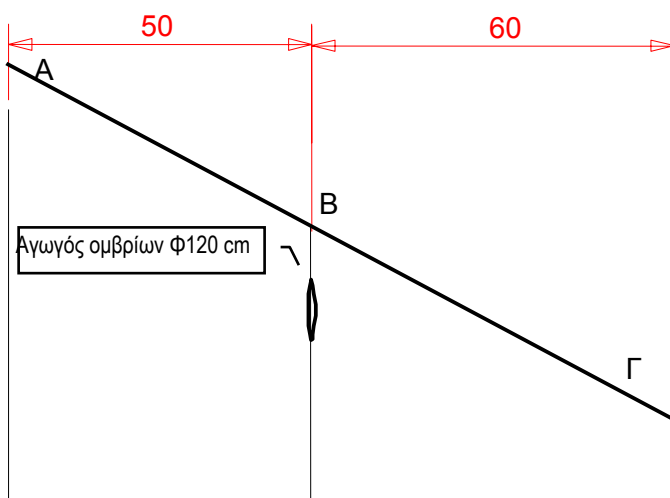
Ζητούνται:

1. Η παροχή αιχμής ακαθάρτων του αγωγού Α.
2. Η παροχή ομβρίων του αγωγού Α για περίοδο επαναφοράς 10 και 50 χρόνια.
3. Η ασφαλής παροχή που μπορεί να διοχετεύσει ο αγωγός Α, τηρώντας τα όρια των ελληνικών προδιαγραφών.
4. Η παροχή σχεδιασμού, η διαστασιολόγηση και ο υδραυλικός έλεγχος του αγωγού Β για περίοδο επαναφοράς σχεδιασμού 50 χρόνια.
5. Ο έλεγχος των συνθηκών ροής από πλευράς πιθανότητας παραγωγής υδροθείου (μέσω του δείκτη Ρομερογ) στην περίπτωση που ο αγωγός Α λειτουργεί με την παροχή αιχμής ακαθάρτων και παρασιτικές εισροές ίσες με 50% της παροχής αιχμής ακαθάρτων, χωρίς παροχές ομβρίων.

Επιπλέον δίνονται:

1. Η διατομή του παντοροϊκού αγωγού Α είναι κυκλική με διάμετρο 1.3 m.
2. Οι κλίσεις των αγωγών Α και Β είναι 0.9% και 0.7%, αντίστοιχα.
3. Η έκταση που αποχετεύει ο αγωγός Α είναι 26 ha και η πυκνότητα πληθυσμού σε αυτή είναι 95 κάτ./ha.
4. Η μέση ημερήσια κατανάλωση νερού στην πόλη είναι 200 L/(κάτ. ημ.).
5. Η παραγωγή BOD₅ είναι 70 g/(κάτ. ημ.) και η θερμοκρασία των λυμάτων είναι 18°C.
6. Η όμβρια καμπύλη περιοχής είναι $i = 20.8 T^{0.19} / d^{0.62}$, όπου i η ένταση βροχής σε mm/h, d η διάρκεια σε h και T η περίοδος επαναφοράς σε έτη.
7. Ο χρόνος συγκέντρωσης ομβρίων στον αγωγό Α είναι 13 min.
8. Ο συντελεστής απορροής της περιοχής εκτιμάται σε 0.65.

Τελική εξέταση Ιουνίου 1997



Στο διπλανό σχήμα φαίνεται σκαρίφημα της μηκοτομής εδάφους της οδού ΑΒΓ, όπου προβλέπεται να τοποθετηθεί τμήμα του κεντρικού συλλεκτήρα ακαθάρτων μιας πόλης. Στη θέση Β η χάραξη του αγωγού συναντά υπαρκτό εγκάρσιο αγωγό ομβρίων. Το ελάχιστο βάθος για το συλλεκτήρα ακαθάρτων είναι 2.0 m. Ζητείται η χάραξη (σε σκαρίφημα μηκοτομής), η διαστασιολόγηση και ο έλεγχος του υπό μελέτη τμήματος του κεντρικού συλλεκτήρα ακαθάρτων με βάση τα ακόλουθα κριτήρια, κατά σειρά προτεραιότητας: (α) το βάθος να μην είναι μικρότερο από το ελάχιστο (β) να ικανοποιούνται τα όρια των προδιαγραφών

(ειδικότερα, η μέγιστη ταχύτητα να μην υπερβαίνει τα 3 m/s), (γ) να ελαχιστοποιείται κατά το δυνατόν η διάμετρος, και (δ) να ελαχιστοποιούνται κατά το δυνατόν οι εκσκαφές.

Δίνονται τα ακόλουθα:

1. Εξυπηρετούμενος πληθυσμός μελέτης (ίδιος σε όλη τη διαδρομή ΑΒΓ): 78 000 κάτοικοι
2. Μέγιστη ημερήσια παροχή ύδρευσης: 240 L/ημ./κατ.
3. Έκταση εξυπηρετούμενης περιοχής (για εκτίμηση παρασιτικών εισροών) 520 ha.
4. Υψόμετρα εδάφους στα σημεία Α, Β και Γ: +45.30, +41.50 και +36.90 m, αντίστοιχα.
5. Υψόμετρο εξωτερικού πυθμένα αγωγού ομβρίων στη θέση Β: +38.70 m.
6. Διάμετρος συλλεκτήρα ανάντη της θέσης Α: 40 cm
7. Βάθος συλλεκτήρα ανάντη της θέσης Α ίσο με το ελάχιστο.

Επαναληπτική εξέταση Σεπτεμβρίου 1997

Σχεδιάζεται αγωγός ομβρίων που αποχετεύει έκταση 24 ha μέσου συντελεστή απορροής 0.60, με χρόνο συγκέντρωσης 14 min, για εναλλακτικές τιμές της περιόδου επαναφοράς (α) 5 χρόνια και (β) 25 χρόνια. Η όμβρια καμπύλη της περιοχής είναι $i = 15 T^{0.23} / d^{0.48}$, όπου i η ένταση βροχής σε mm/h, T η περίοδος επαναφοράς σε έτη και d η διάρκεια βροχής σε h. Ζητούνται

1. Η παροχή σχεδιασμού του αγωγού στις περιπτώσεις (α) και (β).
2. Η διάμετρος του αγωγού και ο υδραυλικός έλεγχος στις περιπτώσεις (α) και (β), αν η κλίση του αγωγού είναι 1.0%.
3. Η κλίση και η ταχύτητα που αγωγού στην περίπτωση (β) σε τρόπο ώστε να επαρκεί η διάμετρος που υπολογίστηκε για την περίπτωση (α).
4. Η έκταση που θα πρέπει να αποχετεύει ανεξάρτητα ένας συμπληρωματικός ανακουφιστικός αγωγός, σε τρόπο ώστε ο υπό μελέτη αγωγός, αν σχεδιαστεί όπως στο ερώτημα 2 για την περίπτωση (α), να μπορεί να γίνει επαρκής για την περίπτωση (β).

Δεύτερη επαναληπτική εξέταση Σεπτεμβρίου 1997

Να υπολογιστεί η έκταση που μπορεί να εξυπηρετηθεί κατ' ελάχιστο και κατά μέγιστο, σε τρόπο ώστε να ικανοποιούνται τα όρια των σχετικών προδιαγραφών, (α) από αγωγό ομβρίων διαμέτρου 70 cm και (β) από αγωγό ακαθάρτων ίδιας διαμέτρου, σε περιοχή με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

1. Όμβρια καμπύλη περιόδου επαναφοράς σχεδιασμού: $i = 25.3 t^{-0.53}$ (t σε h, i σε mm/h).
2. Συντελεστής απορροής: 0.5.
3. Χρόνος συγκέντρωσης: 12.0 min.
4. Πυκνότητα πληθυσμού μελέτης: 100 κάτοικοι/ha.
5. Μέγιστη ημερήσια κατανάλωση υδρευτικού νερού: 160 L/(ημέρα κάτοικο).
6. Παρασιτικές εισροές: 20% της παροχής αιχμής ακαθάρτων.

Ενδιάμεση εξέταση Μαΐου 1998

Η χάραξη ενός αγωγού ακαθάρτων διέρχεται από μια περιοχή μήκους 250 m όπου η κλίση του εδάφους είναι αντίθετη της φοράς ροής και ίση με 0.7%. Ανάντη της περιοχής αυτής ο αγωγός έχει διάμετρο ίση με την ελάχιστη και βάθος 2.00 m. Να γίνει διαστασιολόγηση και υδραυλικός έλεγχος του αγωγού στο εν λόγω τμήμα για δύο εναλλακτικές κλίσεις τοποθέτησης του, οι οποίες να επιλεγούν σε τρόπο ώστε το βάθος τοποθέτησης του αγωγού να μην υπερβαίνει σε κανένα σημείο τα 5.0 m.

Επιπλέον δίνονται:

- Σημερινός πληθυσμός που εξυπηρετείται από τον αγωγό: 700 κάτοικοι.
- Αναμενόμενο ποσοστό αύξησης πληθυσμού ανά δεκαετία: 10%.

- Περίοδος σχεδιασμού: 40 χρόνια.
- Εκτίμηση μέγιστης ημερήσιας παροχής ακαθάρτων, ανηγμένης ανά κάτοικο, στο τέλος της περιόδου σχεδιασμού: 210 L/(κατ. ημ.)
- Εκτίμηση των παρασιτικών εισροών στο τέλος της περιόδου σχεδιασμού: 50% της παροχής αιχμής ακαθάρτων.

Τελική εξέταση Ιουνίου 1998

Αγωγός ακαθάρτων με διάμετρο 30 cm και κλίση 2.3% εξυπηρετεί πληθυσμό 7 000 κατοίκων.

1. Να βρεθούν τα όρια διακύμανσης (ελάχιστη και μέγιστη τιμή) της παροχής του αγωγού για τον παραπάνω πληθυσμό, αν η μέγιστη ημερήσια παροχή ύδρευσης είναι 200 L/ημ./κατ και οι παρασιτικές εισροές είναι 40% της παροχής ακαθάρτων. Υποθέστε ότι

$$\frac{\text{ελάχιστη στιγμιαία παροχή ακαθάρτων}}{\text{μέση ημερήσια παροχή ακαθάρτων}} = \frac{\text{μέση ημερήσια παροχή ακαθάρτων}}{\text{μέγιστη στιγμιαία παροχή ακαθάρτων}}$$

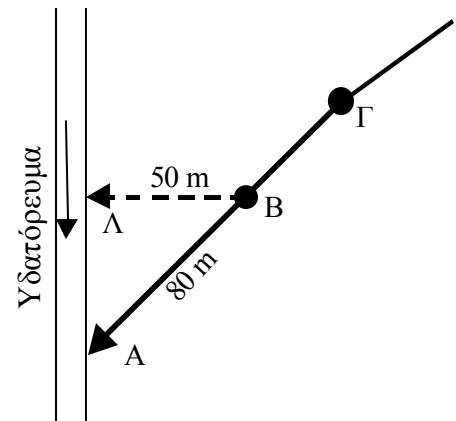
2. Να βρεθούν τα όρια διακύμανσης (ελάχιστη και μέγιστη τιμή) του βάθους ροής και της ταχύτητας του αγωγού. Να ελεγχθεί αν επιτυγχάνεται αυτοαερισμός του αγωγού για συγκέντρωση ενεργού BOD 180 mg/L.
3. Να υπολογιστεί ο επιπλέον πληθυσμός που θα μπορούσε να εξυπηρετήσει ο αγωγός χωρίς να δημιουργηθεί πρόβλημα στην επάρκειά του. (Υπόδειξη: Μπορείτε να αποφύγετε τις δοκιμές αν υπολογίσετε πρώτα την μέγιστη στιγμιαία παροχή ακαθάρτων Q_P για συνθήκες οριακής επάρκειας και στη συνέχεια εκφράσετε τη μέγιστη ημερήσια παροχή ακαθάρτων Q_H συναρτήσει της Q_P : προκύπτει τότε δευτεροβάθμια εξίσωση ως προς $\sqrt{Q_H}$).

Επαναληπτική εξέταση Σεπτεμβρίου 1998

Το τμήμα AB του αγωγού ομβρίων ABΓ... του σχήματος, 10 χρόνια μετά την κατασκευή του, κατέστη υδραυλικά ανεπαρκές λόγω υπέρμετρης αστικοποίησης της λεκάνης που αποχετεύει. Για το λόγο αυτό μελετάται η κατασκευή του ανακουφιστικού αγωγού ΒΛ. Η παροχή του AB είχε εκτιμηθεί στη φάση της μελέτης σε 1.6 m³/s, υποθέτοντας συντελεστή απορροής 0.40. Η σημερινή τιμή του συντελεστή απορροής εκτιμάται σε 0.60.

Ζητούνται:

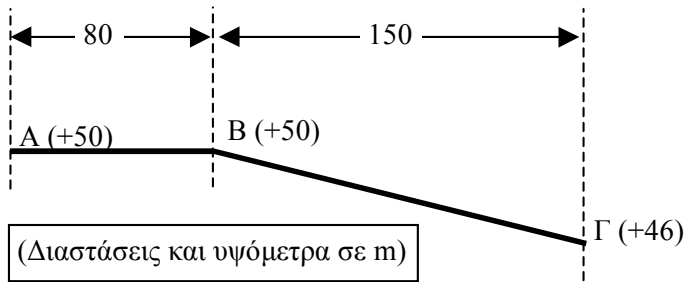
1. Για τον αγωγό AB: Να ελεγχθεί αν είχε γίνει σωστά η διαστασιολόγησή του με τις παραδοχές της μελέτης του και να επαληθευθεί ότι δεν επαρκεί στις σημερινές συνθήκες.
2. Για τον ανακουφιστικό αγωγό ΒΛ: Να γίνει η διαστασιολόγηση και ο υδραυλικός έλεγχός του. Επίσης, να ελεγχθούν οι συνθήκες εκβολής του αν στο υδατόρευμα το βάθος ροής είναι 1.8 m και η ταχύτητα ροής 3.0 m/s.



Δίνονται τα ακόλουθα χαρακτηριστικά υψόμετρα σε m.

	Έδαφος	Άντυγα αγωγού	Πυθμένας αγωγού
A	83.48	82.48	81.48
B	84.44	83.44	82.44
Λ	83.59		
Υδατόρευμα στο A			79.30
Υδατόρευμα στο Λ			79.40

Ενδιάμεση εξέταση Ιουνίου 1999



Τα τμήματα AB και ΒΓ αγωγού ακαθάρτων με μηκοτομή εδάφους όπως στο σχήμα, έχουν παροχές σχεδιασμού 61 και 92 L/s, αντίστοιχα, ενώ το ελάχιστο βάθος τοποθέτησης των αγωγών είναι 2 m. Να διαστασιολογηθούν και να ελεγχθούν οι αγωγοί στα δύο τμήματα σε τρόπο ώστε να ελαχιστοποιούνται κατά το δυνατό οι εκσκαφές, χωρίς όμως η διάμετρος να υπερβεί τα 40 cm σε κανένα τμήμα. Επίσης να γίνει σκαρίφημα της μηκοτομής του αγωγού.

Τελική εξέταση Ιουλίου 1999

Τα λύματα παραλιακής κωμόπολης Α, που ως τώρα διατίθενται στη θάλασσα χωρίς επεξεργασία, αποφασίστηκε να μεταφερθούν στην υπό κατασκευή εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων γειτονικής κωμόπολης Β, σε απόσταση 4.3 km. Ο αγωγός μεταφοράς που θα απαιτηθεί, χαράσσεται κατά μήκος υφιστάμενης παραλιακής οδού, η οποία μπορεί να θεωρηθεί πρακτικώς οριζόντια με στάθμη οδοστρώματος +7.00 m. Ο σημερινός κεντρικός αγωγός ακαθάρτων της Α έχει διάμετρο 25 cm, παροχή σχεδιασμού 17 L/s, και βάθος 3.00 m στο σημείο όπου θα ξεκινήσει ο νέος αγωγός μεταφοράς. Ζητείται:

- να διαστασιολογηθεί και να ελεγχθεί ο νέος αγωγός μεταφοράς,
- να περιγραφούν τα άλλα έργα που θα απαιτηθούν (χωρίς υπολογισμούς) και
- να γίνει σκαρίφημα μηκοτομής του αγωγού,

σε τρόπο ώστε (α) ο αγωγός να μην τοποθετηθεί κάτω από τη στάθμη της θάλασσας και (β) ο συνολικός χρόνος παραμονής των λυμάτων στο δίκτυο να μην ξεπερνά τις 3 h σε συνθήκες μέγιστης παροχής. Εκτιμάται ότι, σε αυτές τις συνθήκες, τη στιγμή που τα λύματα θα εισέρχονται στο νέο αγωγό μεταφοράς θα έχουν ήδη παραμείνει στο δίκτυο επί χρόνο 1 h το πολύ.

Επαναληπτική εξέταση Σεπτεμβρίου 1999

Πόσο πληθυσμό μπορεί να εξυπηρετήσει αγωγός ακαθάρτων διαμέτρου 25 cm αν τοποθετηθεί κάτω από δρόμο πρακτικά οριζόντιο (α) με την ελάχιστη κλίση και (β) με κλίση διπλάσια απ' την ελάχιστη; Ποια είναι η διαφοροποίηση στις απαιτούμενες εκσκαφές στη δεύτερη περίπτωση, σε σχέση με την πρώτη, αν το μήκος του αγωγού είναι 100 m και το πλάτος εκσκαφής είναι κατά 0.5 m μεγαλύτερο από τη διάμετρο του αγωγού; Να θεωρηθεί μέση ημερήσια κατανάλωση νερού 150 L / (κατ. ημ.) και ποσοστό παρασιτικών εισροών 20% της παροχής αιχμής ακαθάρτων.

Ενδιάμεση εξέταση Μαΐου 2000

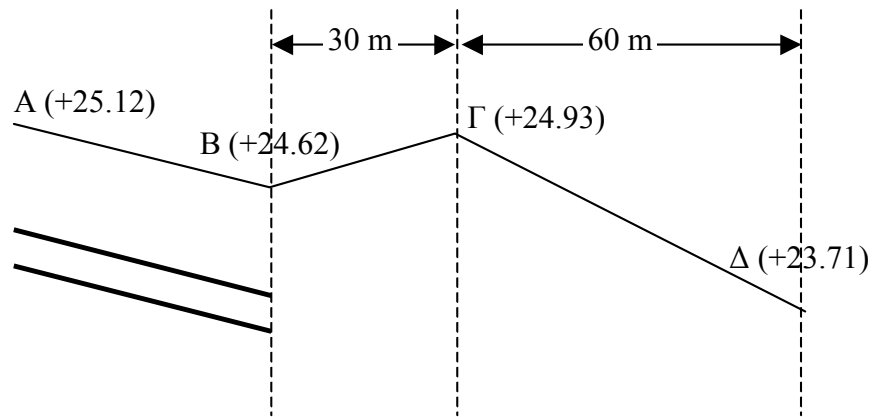
Να υπολογιστεί η μέγιστη κλίση με την οποία μπορεί να τοποθετηθεί αγωγός ομβρίων διαμέτρου 1.0 m που βρίσκεται σε βάθος 1.0 m (μετρούμενο από την άντυγα του αγωγού), σε τρόπο ώστε, όταν λειτουργεί σε μόνιμη ομοιόμορφη ροή με το μέγιστο επιτρεπόμενο ποσοστό πλήρωσης, η γραμμή ενέργειάς του να μην ξεπερνά τη στάθμη του εδάφους. Επίσης, να υπολογιστεί η έκταση που μπορεί να αποχετεύσει ο αγωγός αυτός αν η ένταση βροχής σχεδιασμού είναι 75 mm/h και ο συντελεστής απορροής είναι 50%.

Τελική εξέταση Ιουνίου 2000

Το τελικό τμήμα του κεντρικού συλλεκτήρα ακαθάρτων οικισμού, το οποίο χαράσσεται έξω από τα όρια του οικισμού, μελετάται με τις ακόλουθες παραδοχές:

- Σημερινός πληθυσμός: 1800 κάτοικοι.
- Αναμενόμενο ποσοστό αύξησης πληθυσμού: 1% ετησίως.

- Περίοδος σχεδιασμού: 40 χρόνια.
- Εκτίμηση μέγιστης ημερήσιας παροχής ακαθάρτων, ανηγμένης ανά κάτοικο, στο τέλος της περιόδου σχεδιασμού: 210 L/(κατ. ημ.).
- Εκτίμηση των παρασιτικών εισροών στο τέλος της περιόδου σχεδιασμού: 50% της παροχής αιχμής.



Για το τμήμα AB του συλλεκτήρα έχει επιλεγεί διάμετρος 30 cm και το βάθος στο θέση B είναι 1.0 m. Να μελετηθεί το τμήμα BΓΔ του συλλεκτήρα σε τρόπο ώστε:

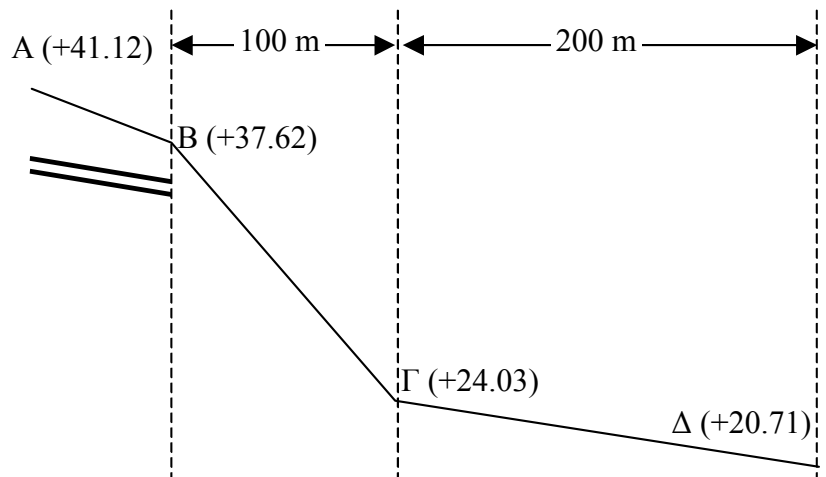
- Η διάμετρος του αγωγού, ει δυνατόν, να μην υπερβεί τη διάμετρο του τμήματος AB.
- Το βάθος του αγωγού να μην είναι μικρότερο από 1.0 m.
- Οι εκσκαφές να είναι οι ελάχιστες δυνατές (χωρίς όμως να παραβιάζονται οι πιο πάνω συνθήκες).

Συγκεκριμένα, να γίνει διαστασιολόγηση και υδραυλικός έλεγχος του αγωγού και να δοθεί σκαρίφημα της μηκοτομής του.

Επαναληπτική εξέταση Σεπτεμβρίου 2000

Το τελικό τμήμα του κεντρικού συλλεκτήρα ακαθάρτων πόλης, το οποίο χαράσσεται έξω από τα όριά της, μελετάται με τις ακόλουθες παραδοχές:

- Σημερινός πληθυσμός: 15 000 κάτοικοι.
- Αναμενόμενο ποσοστό αύξησης πληθυσμού: 1% ετησίως.
- Περίοδος σχεδιασμού: 40 χρόνια.
- Εκτίμηση μέγιστης ημερήσιας παροχής ακαθάρτων, ανηγμένης ανά κάτοικο, στο τέλος της περιόδου σχεδιασμού: 210 L/(κατ. ημ.)
- Εκτίμηση των παρασιτικών εισροών στο τέλος της περιόδου σχεδιασμού: 50% της παροχής αιχμής



Για το τμήμα AB του συλλεκτήρα έχει επιλεγεί διάμετρος 40 cm και το βάθος στο θέση B είναι 1.0 m. Να μελετηθεί το τμήμα BΓΔ του συλλεκτήρα σε τρόπο ώστε η ταχύτητα να μην ξεπερνά τα 3 m/s και το βάθος του αγωγού:

- να μην είναι μικρότερο από 1.0 m σε κανένα σημείο,
- να μην είναι μεγαλύτερο από 4.5 m σε κανένα σημείο,
- στο σημείο Δ (θέση εισόδου στην εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων) να είναι 1.0 m

Συγκεκριμένα, να γίνει διαστασιολόγηση και υδραυλικός έλεγχος του αγωγού και να δοθεί σκαρίφημα της μηκοτομής του.

Τελική εξέταση Ιουνίου 2001

Ποια είναι η μέγιστη κλίση με την οποία μπορεί να τοποθετηθεί αγωγός ακαθάρτων διαμέτρου 50 cm;

Πως θα υλοποιηθεί αυτή η κλίση αν σε μήκος 400 m η κλίση του οδοστρώματος είναι διπλάσια από την κλίση του αγωγού; (Να δοθεί σκαρίφημα με χαρακτηριστικά μήκη και βάθη.)

Ποια παροχή μπορεί να μεταφέρει ο αγωγός με αυτή την κλίση;

Πόσο πληθυσμό μπορεί να εξυπηρετήσει ο εν λόγω αγωγός αν η μέση ημερήσια κατανάλωση νερού είναι 160 L / (κατ. ημ.) και το ποσοστό των παρασιτικών εισροών είναι 40% της μέγιστης παροχής ακαθάρτων;

Επαναληπτική εξέταση Σεπτεμβρίου 2001

Οι κάτοικοι κατά μήκος μια οδού στα χαμηλά σημεία πόλης διαμαρτυρήθηκαν στη δημοτική αρχή για συχνές πλημμύρες στην οδό. Κατόπιν αυτού έγινε επί τόπου διερεύνηση του προβλήματος και διαπιστώθηκε ότι στην οδό αυτή υπάρχει αγωγός ομβρίων διαμέτρου 50 cm με κλίση 1.0%, ενώ δεν βρέθηκε στα αρχεία μελέτη για τον υπόψη αγωγό. Παράλληλα, επί χάρτου διερεύνηση έδειξε ότι ο αγωγός αποχετεύει συνολική έκταση 7 ha με συντελεστή απορροής 0.60 έχοντας συνολικό χρόνο συγκέντρωσης περί τα 12 min. Από πρόσφατη υδρολογική μελέτη άλλου έργου σε γειτονική περιοχή βρέθηκε ότι η όμβρια καμπύλη 10 ετών εκφράζεται από τη σχέση $i = 45 / d^{0.60}$, όπου i η ένταση βροχής σε mm/h και d η διάρκεια σε h. Ζητούνται:

- η περιγραφή εναλλακτικών πιθανών αιτιών του προβλήματος (πριν την υδρολογική/υδραυλική ανάλυση)·
- ο εντοπισμός της πιθανότερης απ' αυτές, μετά από υδραυλικό έλεγχο του αγωγού· και
- ολοκληρωμένη πρόταση-μελέτη ορθής αντιμετώπισης του προβλήματος.

Τελική εξέταση Σεπτεμβρίου 2002

Τη δεκαετία του 1960 μελετήθηκε και κατασκευάστηκε δίκτυο ομβρίων σε πόλη, το οποίο σήμερα επανεξετάζεται με στόχο τη βελτίωσή του. Στα πλαίσια της επανεξέτασης, αναθεωρούνται τα κριτήρια σχεδιασμού, δεδομένου ότι η αστικοποίηση των τελευταίων ετών επέφερε αύξηση των συντελεστών απορροής και μείωση των χρόνων συγκέντρωσης των λεκανών. Παράλληλα, έγινε εκ νέου κατάρτιση όμβριων καμπυλών με βάση νεότερα δεδομένα και βρέθηκε ότι οι εντάσεις βροχής είναι μεγαλύτερες απ' αυτές που είχαν εκτιμηθεί παλιότερα. Αποφασίστηκε επίσης να αυξηθούν οι περιόδοι επαναφοράς σχεδιασμού με στόχο την βελτίωση της αξιοπιστίας του δικτύου και της ποιότητας ζωής του πληθυσμού.

Σε αυτό το πλαίσιο επανεξετάζεται κατασκευασμένος αγωγός ομβρίων με διάμετρο 100 cm και κλίση 1% που αποχετεύει έκταση 15 ha. Τα κριτήρια και χαρακτηριστικά μεγέθη σχεδιασμού του αγωγού τόσο στη φάση της αρχικής μελέτης, όσο και σήμερα δίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

	Αρχική φάση (1960)	Φάση επανεξέτασης (2000)
Περίοδος επαναφοράς, T (έτη)	5	10
Όμβρια καμπύλη (i σε mm/h, d σε h, T σε έτη)	$i = 22 T^{0.15} / d^{0.65}$	$i = 40 (T^{0.2} - 0.4) / (d + 0.2)^{0.8}$
Συντελεστής απορροής	0.50	0.70
Χρόνος συγκέντρωσης (min)	15	12

Ζητούνται:

- Να δειχτεί η επάρκεια του αγωγού με τα κριτήρια του 1960.
- Να δειχτεί η ανεπάρκεια του αγωγού με τα σημερινά κριτήρια.
- Να προσδιοριστεί το ποσοστό της αποχετευόμενης έκτασης του αγωγού που πρέπει να «αποσπαστεί» απ' αυτόν με την κατασκευή άλλου ανακουφιστικού αγωγού, ώστε ο υπό μελέτη αγωγός να επαρκεί και πάλι, με τα σημερινά κριτήρια σχεδιασμού.

Επαναληπτική εξέταση Οκτωβρίου 2002

Σε μεγάλη πόλη κατασκευάστηκε το 1992 Κεντρικός Αγωγός Αποχέτευσης Ακαθάρτων (ΚΑΑΑ) με περίοδο σχεδιασμού 40 χρόνια (1992-2032), παροχή σχεδιασμού (στο τέλος της περιόδου σχεδιασμού) 1.20 m³/s, διάμετρο 100 cm και κλίση 0.8%. Λίγο μετά την πλήρη λειτουργία του αγωγού, η στιγμιαία μέγιστη παροχή

(παροχή αιχμής) που μετρήθηκε (ακάθαρτα και παρασιτικές εισροές) ήταν $0.84 \text{ m}^3/\text{s}$, ενώ δέκα χρόνια μετά βρέθηκε να είναι $1.10 \text{ m}^3/\text{s}$. Ζητούνται:

(α) Να δειχτεί η επάρκεια του ΚΑΑΑ για την παροχή σχεδιασμού του.

(β) Με την παραδοχή ότι το ποσοστό ετήσιας αύξησης της παροχής αιχμής του αγωγού είναι σταθερό ανά έτος και ότι η μελλοντική τιμή του ποσοστού αυτού θα είναι ίδια με αυτή της δεκαετίας που πέρασε, να εκτιμηθεί σε ποιο έτος (n^*) θα καταστεί ανεπαρκής ο ΚΑΑΑ.

(γ) Και πάλι με την παραδοχή ότι το ετήσιο ποσοστό αύξησης της παροχής θα παραμείνει το ίδιο και στο απώτερο μέλλον, να διαστασιολογηθεί Συμπληρωματικός Κεντρικός Αγωγός Αποχέτευσης Ακαθάρτων (ΣΚΑΑΑ) με την ίδια κλίση όπως ο ΚΑΑΑ, ο οποίος θα πρέπει να έχει τεθεί σε λειτουργία λίγο πριν το έτος n^* , σε τρόπο ώστε ο συνδυασμός των δύο (ΚΑΑΑ και ΣΚΑΑΑ) να είναι επαρκής για 40 επιπλέον χρόνια με αφετηρία το έτος n^* .

Ενδιάμεση εξέταση Μαΐου 2003

Κεντρικός αγωγός ακαθάρτων εξυπηρετεί πληθυσμό σχεδιασμού 2500 κατοίκων με μέση ημερήσια υδρευτική παροχή $200 \text{ L}/\text{κατ.}/\text{ημ.}$. Εκτιμάται ότι οι παρασιτικές εισροές στον αγωγό θα φτάνουν στο 50% της παροχής αιχμής ακαθάρτων. Ένα τμήμα του αγωγού τοποθετείται κάτω από σχεδόν οριζόντια οδό. (α) Να δοθούν τα γεωμετρικά και υδραυλικά χαρακτηριστικά σχεδιασμού του αγωγού, με κριτήριο την ελαχιστοποίηση των εκσκαφών, και να γίνουν οι απαραίτητοι έλεγχοι της υδραυλικής λειτουργίας του. (β) Να εξεταστεί αν είναι τεχνικά εφικτή η μείωση κατά 10 cm της διαμέτρου του αγωγού που υπολογίστηκε στο προηγούμενο ερώτημα. Σε περίπτωση που είναι εφικτή, να δοθούν τα νέα γεωμετρικά και υδραυλικά χαρακτηριστικά σχεδιασμού του αγωγού και να γίνουν οι απαραίτητοι έλεγχοι της υδραυλικής λειτουργίας του. Σε αντίθετη περίπτωση, να περιγραφούν οι λόγοι που καθιστούν μη εφικτή τη μείωση της διαμέτρου.

Τελική εξέταση Ιουλίου 2003

Σε δρόμο με κλίση 6% έχει τοποθετηθεί παράλληλα με το οδόστρωμα αγωγός ομβρίων διαμέτρου 1.0 m σε βάθος 1.0 m (μετρούμενο από την άντυγα). Η έκταση που αποχετεύει είναι 22 ha , ο συντελεστής απορροής είναι 0.50 , ο χρόνος συγκέντρωσης είναι 13 min και η όμβρια καμπύλη της περιοχής είναι $i = 27.0 (T^{0.18} - 0.4) / d^{0.6}$, όπου i η ένταση βροχής σε mm/h , T η περίοδος επαναφοράς σε έτη και d η διάρκεια βροχής σε ώρες. Να υπολογιστούν:

- Η μέγιστη παροχή που μπορεί να μεταφέρει ο αγωγός με κριτήριο το ποσοστό πλήρωσης να μην υπερβεί το επιτρεπόμενο από τις ελληνικές προδιαγραφές.
- Η μέγιστη παροχή που μπορεί να μεταφέρει ο αγωγός με κριτήριο η ταχύτητα να μην υπερβεί την επιτρεπόμενη από τις ελληνικές προδιαγραφές.
- Η μέγιστη παροχή που μπορεί να μεταφέρει ο αγωγός με κριτήριο η ενέργεια της ροής να μην επιτρέπει την ανάβλυση ομβρίων στο οδόστρωμα.
- Η περίοδος επαναφοράς στην οποία αντιστοιχεί η παροχή που ικανοποιεί και τα τρία πιο πάνω κριτήρια.

Επαναληπτική εξέταση Σεπτεμβρίου 2003

Τα λύματα πόλης οδηγούνται μέσω κεντρικού αγωγού διαμέτρου 50 cm σε φρεάτιο Α με υψόμετρο εδάφους 148.33 m και βάθος (μετρούμενο από την άντυγα) 3.80 m , και από εκεί διατίθενται σε παρακείμενο υδατόρευμα. Σήμερα μελετάται η κατασκευή εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων σε δύο εναλλακτικές θέσεις: τη θέση Β σε απόσταση 800 m από το Α και σε υψόμετρο εδάφους 148.00 m , και τη θέση Γ σε απόσταση 1200 m από το Α και σε υψόμετρο εδάφους 139.00 m . Η εγκατάσταση επεξεργασίας και ο αγωγός που θα μεταφέρει τα λύματα από τη θέση Α στην εγκατάσταση μελετώνται για πληθυσμό σχεδιασμού $22\,000$ κατοίκων, μέγιστη ημερήσια παροχή ακαθάρτων ανά κάτοικο $210 \text{ L}/(\text{κατ. ημ.})$ και ποσοστό παρασιτικών εισροών 50% της παροχής αιχμής. Καθεμιά από τις δύο εναλλακτικές χαράξεις ΑΒ και ΑΓ μπορεί να θεωρηθεί ότι έχει πρακτικώς ομοιόμορφη κλίση εδάφους, ενώ το ελάχιστο βάθος επικάλυψης του αγωγού είναι 1.0 m

Να γίνει διαστασιολόγηση και υδραυλικός έλεγχος των δύο εναλλακτικών λύσεων του αγωγού μεταφοράς των λυμάτων από τη θέση Α στη θέση της εγκατάστασης επεξεργασίας Β ή Γ και να συζητηθούν τα τεχνικά και οικονομικά πλεονεκτήματα των δύο εναλλακτικών λύσεων.

Ενδιάμεση εξέταση Ιουνίου 2004

Νησιωτικός Δήμος περιλαμβάνει τέσσερις παραλιακούς οικισμούς με τουριστική ανάπτυξη, οι οποίοι αναπτύσσονται σε μέτωπο ακτής συνολικού μήκους 4.0 km. Μελετάται η αποχέτευση των τεσσάρων οικισμών με κοινό κύριο συλλεκτήρα σε παραλιακή οδό, η οποία συνδέει τους και τους τέσσερις οικισμούς, εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων σε απόσταση 1.0 km δυτικά του δυτικότερου οικισμού και διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων στη θάλασσα. Η παραλιακή οδός μπορεί να θεωρηθεί πρακτικώς οριζόντια με στάθμη οδοστρώματος +4.50 m. Η κλίση του κεντρικού συλλεκτήρα έχει επιλεγεί 2.0 m/km, το ελάχιστο βάθος του (μετρούμενο από την άντυγα) 2 m και το μέγιστο βάθος τέτοιο ώστε η άντυγα του αγωγού να μην τοποθετείται κάτω από τη στάθμη της θάλασσας.

1. Να γίνει σκαρίφημα της μηκοτομής του αγωγού και να τοποθετηθούν τα απαραίτητα έργα για τη λειτουργία του.
2. Να διαστασιολογηθεί το πιο κατάντη τμήμα του αγωγού από το δυτικότερο οικισμό μέχρι την εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων, αν ο πληθυσμός σχεδιασμού των τεσσάρων οικισμών είναι αθροιστικά 8000 κάτοικοι, η μέση ημερήσια παροχή ύδρευσης 150 L/d/κάτοικο και οι παρασιτικές εισροές 50% της παροχής αιχμής ακαθάρτων.
3. Να ελεγχθεί αν στο πιο πάνω τμήμα του αγωγού μπορεί να μειωθεί η κλίση και πόσο χωρίς να αλλάξει η διάμετρος και χωρίς η ταχύτητα για το 10% της παροχεταιυκτικότητας του αγωγού να γίνει μικρότερη από 0.3 m/s.

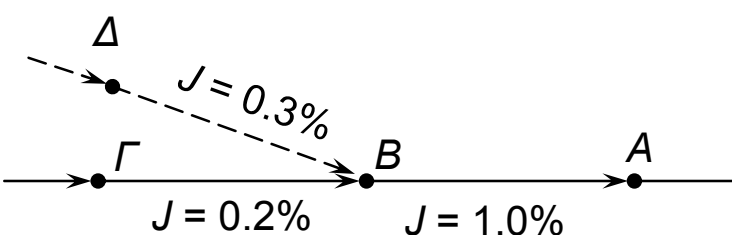
Τελική εξέταση Ιουνίου 2004

Παντοροϊκός αποχετευτικός αγωγός που κατασκευάστηκε πριν 60 χρόνια ελέγχεται ως προς την επάρκειά του στις σημερινές συνθήκες. Ο αγωγός αποχετεύει αστική έκταση 10 ha με σημερινή πυκνότητα πληθυσμού 100 κάτ./ha. Η διατομή του αγωγού είναι κυκλική με διάμετρο 1.0 m και η κλίση του στο πιο κρίσιμο τμήμα 0.6%. Η μέγιστη ημερήσια κατανάλωση νερού στην πόλη είναι 200 L/d/κάτ. Η όμβρια καμπύλη της περιοχής είναι $i = 28 T^{0.15} / d^{0.6}$, όπου i η ένταση βροχής σε mm/h, d η διάρκεια σε h και T η περίοδος επαναφοράς σε έτη. Ο χρόνος συγκέντρωσης ομβρίων στον αγωγό Α είναι 14 min και ο συντελεστής απορροής της περιοχής για τις σημερινές συνθήκες εκτιμάται σε 0.65.

Ζητούνται:

1. Η παροχή ομβρίων του αγωγού Α για περίοδο επαναφοράς 2 και 10 έτη.
2. Η παροχή αιχμής ακαθάρτων του αγωγού σε απόλυτο μέγεθος και ως ποσοστό της παροχής ομβρίων περιόδου επαναφοράς 2 και 10 ετών.
3. Το βάθος και η ταχύτητα ροής σε συνθήκες παροχής αιχμής ακαθάρτων χωρίς βροχή ή παρασιτικές εισροές.
4. Η ασφαλής παροχή που μπορεί να διοχετεύσει ο αγωγός Α, τηρώντας τα όρια των ελληνικών προδιαγραφών.
5. Η διατύπωση των τελικών συμπερασμάτων ως προς την επάρκεια του αγωγού και (σε περίπτωση που διαπιστώνονται προβλήματα) των προτάσεων για την επίλυση των προβλημάτων.

Επαναληπτική εξέταση Σεπτεμβρίου 2004



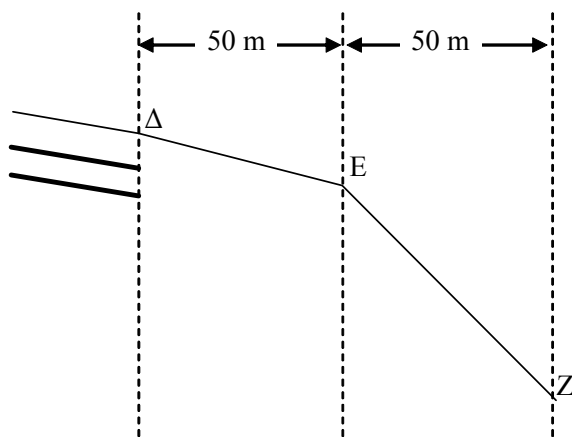
Τα τμήματα ΒΓ και ΑΒ αγωγού ομβρίων έχουν κοινή διάμετρο 1.0 m, κλίσεις όπως στο σχήμα και αποχετεύουν συνολική έκταση 5.0 και 5.5 ha, αντίστοιχα. Η όμβρια καμπύλη της περιοχής είναι $i = 32 T^{0.16} / d^{0.62}$, όπου i η ένταση βροχής σε mm/h, d η διάρκεια σε h και T η περίοδος επαναφοράς σε έτη, η οποία για το

συγκεκριμένο έργο θεωρείται 10 χρόνια. Ο χρόνος συγκέντρωσης ομβρίων στα τμήματα ΒΓ και ΑΒ είναι 14 και 15 min, αντίστοιχα, ενώ ο συντελεστής απορροής της περιοχής για τις σημερινές συνθήκες εκτιμάται σε 0.65. Κατά τη διάρκεια ισχυρών βροχοπτώσεων παρατηρήθηκε ότι ο δρόμος κατά μήκος του τμήματος ΒΓ πλημμυρίζει.

Ζητούνται:

1. Να διατυπωθεί μια υποθετική ερμηνεία γιατί εμφανίζονται προβλήματα στο τμήμα ΒΓ και όχι στο ΑΒ.
2. Να ελεγχθεί η ερμηνεία με τους κατάλληλους υδραυλικούς υπολογισμούς.
3. Να εξεταστούν οι επιπτώσεις στην υδραυλική λειτουργία των τμημάτων ΑΒ και ΒΓ από την προσθήκη του αγωγού ΒΔ, όπως στο σχήμα, με δεδομένα ότι (α) ο ΒΔ αποχετεύει το 40% της έκτασης που αποχετεύονταν στο ΒΓ και μόνο, και (β) ο χρόνος συγκέντρωσης του ΒΔ είναι ίδιος με αυτόν του ΒΓ. Ειδικότερα, να ελεγχθεί αν η προσθήκη του ΒΔ λύνει το πρόβλημα του ΒΓ.
4. Να διαστασιολογηθεί ο αγωγός ΔΒ.

Ενδιάμεση εξέταση Ιουνίου 2005



Μελετάται η χάραξη σε μηκοτομή του κεντρικού αποχετευτικού αγωγού μιας πόλης, με παροχή σχεδιασμού $0.75 \text{ m}^3/\text{s}$, ο οποίος μεταφέρει τα ακάθαρτα όλης της πόλης στην εγκατάσταση επεξεργασίας έξω από την πόλη. Το ελάχιστο βάθος τοποθέτησης του αγωγού στην περιοχή εκτός της πόλης έχει καθοριστεί στο 1 m. Έχει ήδη ολοκληρωθεί η διαστασιολόγηση του αγωγού μέχρι τη θέση Δ και καθορίστηκε ότι αμέσως ανάντη του Δ ο αγωγός τοποθετείται σε βάθος 1 m και έχει διάμετρο 0.8 m. Για το τμήμα ΔΕΖ του αγωγού, με υψόμετρα εδάφους +52.00, +51.50 και +49.50 στα σημεία Δ, Ε και Ζ αντίστοιχα, εξετάζονται δύο

εναλλακτικές λύσεις: (α) η λύση που αντιστοιχεί στις ελάχιστες δυνατές εκσκαφές και (β) η λύση ενιαίας κλίσης αγωγού στο τμήμα ΔΕΖ. Να γίνει η διαστασιολόγηση και ο έλεγχος του αγωγού για καθεμιά από τις δύο λύσεις και να υποδειχτεί η προτιμητέα λύση.

© Δ. Κουτσογιάννης