

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο – Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Τομέας Υδατικών Πόρων

Μάθημα: Τυπικά Υδραυλικά Έργα – Δίκτυα αποχέτευσης

Άσκηση ΑΕ5: Επιλογή κλίσης αγωγού ακαθάρτων με τεχνικά και οικονομικά κριτήρια (εξέταση Αυγούστου 2006)

Σύνταξη και επίλυση άσκησης: Η. Βασιλόπουλος

---

Κατά τη διάρκεια εκπόνησης μελέτης δικτύου ακαθάρτων, ο μελετητής αντιμετωπίζει το πρόβλημα επιλογής κλίσης, κατάντη της διατομής Α, μεταξύ των δύο ακόλουθων λύσεων :

- α) την υιοθέτηση ελάχιστης κλίσης, ώστε να αποφύγει την εμβάπτιση τού αγωγού σε υπόγειο υδροφορέα, μέγιστης στάθμης 96.9 m, ή
- β) τη βύθιση σε αυτόν, υιοθετώντας κλίση μεγαλύτερη από την ελάχιστη.

Είναι γνωστό ότι μέχρι τη διατομή Α, όπου το υψόμετρο της άντυγας είναι 98.0 m:

- α) εξυπηρετούνται 6000 κάτοικοι (πληθυσμός σχεδιασμού), που κατοικούν σε έκταση 300 στρεμμάτων
- β) η διαδρομή τού αγωγού προβλέπεται πάνω από τον φρεάτιο ορίζοντα.

Γενικότερα στην περιοχή (ανάντη και κατάντη τής διατομής Α), η μέγιστη ημερήσια επιβάρυνση του αποχετευτικού δικτύου ανά κάτοικο είναι 180 L, ενώ η βιομηχανική επιβάρυνση είναι σταθερή και ίση με 9 L/s.

Κατάντη τής ίδιας διατομής, το συνολικό μήκος τού αγωγού είναι 400 m, με την κλίση τού εδάφους ίση με 1.0%, ενώ η αποχετευόμενη έκταση είναι ίση με 170 στρέμματα. Κριτήριο επιλογής είναι η οικονομικότητα της λύσης. Στη συνέχεια παρατίθενται οι τιμές κατασκευής των αγωγών ανά διάμετρο (περιέχονται ανηγμένες και οι τιμές των φρεατίων επίσκεψης, σε ευρώ):

Φ200: 50 , Φ250: 56 Φ300: 68 , Φ350: 75 , Φ400: 86, Φ500:110, Φ600: 15

Στη λύση της βύθισης, θα πρέπει ο σχετικός προϋπολογισμός να αυξηθεί κατά 15%, ώστε να ληφθούν υπόψη οι πρόσθετες δαπάνες μεγαλύτερου σκάμματος, άντλησης και υπερδιαστασιολόγησης των διαφόρων μονάδων της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων.

Να γίνει συγκριτική αξιολόγηση των λύσεων και να επιλεγεί η οικονομικότερη, περιγράφοντας συνοπτικά τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κάθε λύσης.

## 1.ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΑΡΟΧΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Η παροχή που προέρχεται από την ανθρώπινη δραστηριότητα στο σημείο Α ,είναι :

Α) από τούς μόνιμους κατοίκους

$$\text{Μέγιστη ημερήσια φόρτιση} = 6000 \cdot 180 / 86400 = 12.51/s$$

$$\text{Συντελεστής αιχμής : } P = 1.5 + 2.5 / (12.5)^{0.5} = 2.21$$

$$\text{Παροχή αιχμής} = 2.21 \cdot 12.5 = 27.59 \text{ l/s}$$

B) από τη βιομηχανία 9.0 l/s

Σύνολο 36.59 l/s

Κατάντη του ίδιου σημείου οι παρασιτικές εισροές (πού είναι μόνο διηθήσεις) διαμορφώνονται ανάλογα με την πορεία πού θα ακολουθήσει ο αγωγός.

**Πρώτη περίπτωση :** αγωγός πάνω από το φρεάτιο ορίζοντα

Αποχετευόμενη έκταση :  $300 + 170 = 470$  στρέμματα = 47Ha

$$Q_1 = 0.5/(47)^{0.3} = 0.157 \text{ l/s/Ha} .$$

Για τα 47 Ha,  $Q_{\delta} = 47 * 0.157 = 7.4 \text{ l/s}$

Οπότε η παροχή σχεδιασμού είναι :  $Q = 36.59 + 7.4 = 43.99 \text{ l/s}$

**Δεύτερη περίπτωση:** αγωγός βυθιζόμενος

Για την περιοχή πού είναι πάνω από το φρεάτιο ορίζοντα

$$Q_2 = 0.5/(30)^{0.3} = 0.18 \text{ l/s/Ha} . \text{ Υιοθετώ την τιμή } 0.16 \text{ l/s/Ha}$$

Για την περιοχή πού είναι κάτω από το φρεάτιο ορίζοντα

$$Q_3 = 1/(17)^{0.25} = 0.492 \text{ l/s/Ha}$$

$$Q_{\Delta} = 0.16 * 30 + 0.492 * 17 = 13.16 \text{ l/s}$$

Οπότε η παροχή σχεδιασμού είναι:  $Q = 36.59 + 13.16 = 49.75 \text{ l/s}$

## 2.ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΠΙΛΥΣΗ

**Πρώτη περίπτωση :** αγωγός πάνω από το φρεάτιο ορίζοντα

Από πίνακα σ. 84, για  $Q=43,99 \text{ l/s}$ ,  $J=0.0011$  και  $D=50 \text{ cm}$ .

(ελέγχονται κατά σειρά  $(\psi/D)$ ,  $V$ ,  $V_{\min}$ )

Σε μήκος 400μ., ύψος άντλησης :  $400 - (0.0011) * 400 = 97.56 \mu$ .

$$\text{Ύψος πυθμένα } 97.56 - 0.50 = 97.06 \mu$$

$$\text{Ύψος σκάμματος } 97.06 - (0.1 + 0.05) = 96.91 \mu$$

**Δεύτερη περίπτωση :** αγωγός βυθιζόμενος

Χρησιμοποιώ την κλίση τού εδάφους

$$Q=49.75 \text{ l/s}, J = 0.01$$

Δοκιμάζω την  $D= 30 \text{ cm}$

$$Q_0 = \left( \frac{\pi D^2}{4} \right) * \left( \frac{1}{n_0} * \left( \frac{D}{4} \right)^{2/3} * J^{1/2} \right) = 83.81 \text{ l/s}$$

$(Q/Q_0) = 49.75/83.81 = 0.594$  , οπότε  $(\psi/d) > 0.5$ , άρα η  $D=30 \text{ cm}$  απορρίπτεται.

Δοκιμάζω την αμέσως μεγαλύτερη ,  $D=35 \text{ cm}$ .

$$Q_0 = \left( \frac{\pi D^2}{4} \right) * \left( \frac{1}{n_0} * \left( \frac{D}{4} \right)^{2/3} * J^{1/2} \right) = 0.096 * 1.313 = 126.42 \text{ l/s}$$

$(Q/Q_0) = (49.75/126.42) = 0.39$  , οπότε  $(\psi/d) = 0.49 < 0.5$  (ικανοποίηση 1<sup>ου</sup> κριτηρίου.)

Για  $(\psi/d) = 0.49$ ,  $(V/V_0) = 0.79$ , οπότε  $V = 0.79 * 1.313 = 1.04 \text{ m/s} < 3 \text{ m/s}$   
(ικανοποίηση 2<sup>ου</sup> κριτηρίου.)

$V_{\min} = 0.54 * V_0 = 0.54 * 1.313 = 0.71 > 0.3 \text{ m/s}$  (ικανοποίηση 3<sup>ου</sup> κριτηρίου.)

Συμπέρασμα : στην πρώτη περίπτωση λύση είναι η  $D = 50 \text{ cm}$  και στη δεύτερη η  $D = 35 \text{ cm}$  .

## ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΛΥΣΕΩΝ

**Πρώτη περίπτωση :** αγωγός πάνω από το φρεάτιο ορίζοντα

Κόστος :  $110 * 400 = 44.000 \text{ Ευρώ}$

**Δεύτερη περίπτωση:** αγωγός βυθιζόμενος

Κόστος :  $75 * 1.15 * 400 = 34.500 \text{ Ευρώ}$ .

Συμπέρασμα η δεύτερη περίπτωση προσφέρει οικονομικότερη λύση.

Όταν ο αγωγός είναι μόνιμα πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα η κατασκευή είναι πιο εύκολη, για λόγους άντλησης, αντιστήριξης κλπ, απαιτούνται μικρότερες μονάδες στην εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων και η λειτουργία του αγωγού είναι πιο εύκολη.