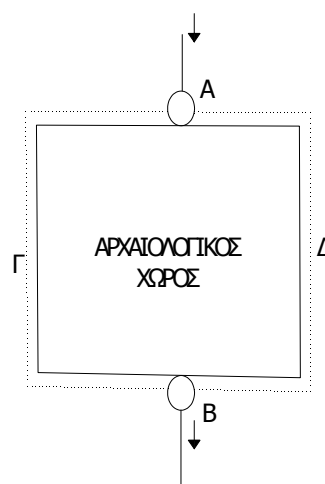


Μάθημα: Τυπικά Υδραυλικά Έργα – Δίκτυα αποχέτευσης

Άσκηση ΑΕ6: Σχεδιασμός εξωτερικού αγωγού ακαθάρτων με παρεμβολή αρχαιολογικού χώρου (εξέταση Οκτωβρίου 2006)

Σύνταξη και επίλυση άσκησης: Η. Βασιλόπουλος

Η πορεία εξωτερικού αγωγού αποχέτευσης ακαθάρτων διακόπτεται από την ανακάλυψη σημαντικού αρχαιολογικού χώρου, σύμφωνα με το σκαρίφημα. Η συνέχεια του αγωγού από το φρεάτιο Α έως το φρεάτιο Β είναι δυνατή μέσα από τις δύο ακόλουθες πορείες:



α) την ΑΓΒ, μήκους 600 m.

β) την ΑΔΒ, μήκους 500 m.

Το υψόμετρο της άντυγας του αγωγού στο Α είναι 48.0 m, ενώ στο Β 42.0 m. Στο σημείο Α ο αγωγός καταλήγει με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

α) εξυπηρετεί πληθυσμό (σχεδιασμός) 6000 κατοίκων, εγκαταστημένων σε έκταση 250 στρεμμάτων, με μέση κατανάλωση ύδατος 180 L/κ/d.

β) εξυπηρετεί βιομηχανίες με σταθερή παροχή σε όλη την περίοδο λειτουργίας τους 10 L/s.

γ) εξυπηρετεί τουριστικές εγκαταστάσεις 700 κλινών, ενώ είναι γνωστό ότι η μέγιστη ημερήσια επιβάρυνση του δικτύου ακαθάρτων ανά τουρίστα είναι 240 L/d.

δ) στο σύνολό του βρίσκεται πάνω από το φρεάτιο οριζοντα.

Κατάντη του Α δεν υπάρχουν ανθρώπινες δραστηριότητες οποιουδήποτε είδους.

Η πορεία ΑΓΒ προβλέπεται στο σύνολό της πάνω από το φρεάτιο οριζοντα, με τις παρασιτικές εισροές να θεωρούνται μηδενικές, ενώ κατά την ΑΔΒ ο αγωγός εμβαπτίζεται σε υδροφορέα συνολικής έκτασης (θεωρούμενης σταθερής) 2 εκταρίων.

Να επιλεγεί η πλέον συμφέρουσα, οικονομικά, χάραξη μεταξύ των ΑΓΒ και ΑΔΒ.

Δίνονται σε ευρώ οι ανά μέτρο μήκους δαπάνες κατασκευής των αγωγών ανά διάμετρο (περιέχονται ανηγμένες και οι τιμές των φρεατίων επίσκεψης).

Διάμετρος	200	250	300	350	400	500	600
Δαπάνη	50	56	68	75	86	110	150

Στην περίπτωση της εμβαπτισης, θα προβλεφθεί αύξηση 12%, ώστε να ληφθούν υπόψη οι απαιτούμενες στην περίπτωση πρόσθετες δαπάνες.

Να ληφθεί υπόψη ότι σε όλο το δίκτυο δεν υπάρχουν παρασιτικές εισροές, πλην των διηθήσεων.

## 1. Φορτία μέχρι το Α

1.1 Μέση ημερήσια κατανάλωση ύδατος μόνιμων κατοίκων:

$$\frac{6.000 \cdot 180}{86.400} \text{ lt/s}$$

1.1.1 Μέση ημερήσια επιβάρυνση δικτύου ακαθάρτων από μόνιμους κατοίκους:

$$\left(\frac{6.000*180}{86.400}\right)*0,8 \text{ lt/s}$$

1.1.2 Μέγιστη ημερήσια επιβάρυνση δικτύου ακαθάρτων από μόνιμους κατοίκους :

$$\frac{1,5*0,8*6.000*180}{86.400} = 15 \text{ lt/s}$$

1.2 Μέγιστη ημερήσια επιβάρυνση δικτύου ακαθάρτων από τουρίστες :

$$\frac{700*240}{86.400} = 1,94 \text{ lt/s}$$

1.3 Αθροιστική μέγιστη ημερήσια επιβάρυνση δικτύου ακαθάρτων από μόνιμους κατοίκους και τουρίστες :

$$15+1,94 = 16,94 \text{ lt/s}$$

1.4 Συντελεστής αιχμής :

$$P = \frac{1,5+2,5}{16,94^{1/2}} = 2,11$$

1.5 Μέγιστη στιγμιαία παροχή :

$$Q_p = (2,11)*(16,94) = 35,74 \text{ lt/s}$$

1.6 Παροχές διηθήσεων :

Ανά εκτάριο (1 Ha = 10 στρέμματα):

$$q_i = \frac{0,5}{25^{0,3}} = 0,19 \text{ lt/s/Ha}$$

Επειδή η προηγούμενη τιμή υπερβαίνει το όριο των 0,16 lt/s/Ha, υιοθετούμε την τιμή του ορίου. Κατά συνέπεια, η συνολική παροχή διηθήσεων για τα 25 Ha, ανάντη του Α, θα είναι:

$$Q_{\Delta} = (0,16)*(25) = 4 \text{ lt/s}$$

1.7 Συνολική παροχή μέχρι το Α

Είναι:

$$Q = 35,74 + 4 + 10 = 49,74 \text{ lt/s}$$

(Από την εκφώνηση, η παροχή των βιομηχανικών λυμάτων, είναι σταθερή και ίση με 10 lt/s).

## 2. Φορτία μετά το Α

2.1 Φορτία κατά την πορεία ΑΓΒ

Μεταξύ των Α και Β, οι οποιοσδήποτε παρασιτικές εισροές θεωρούνται μηδενικές. Κατά συνέπεια, η παροχή σχεδιασμού στην πορεία ΑΓΒ, θα είναι εκείνη στο σημείο Α, δηλαδή 49,74 lt/s.

2.2 Φορτία κατά την πορεία ΑΔΒ

Προστίθεται η παροχή διήθησης, λόγω εμβάπτισης του αγωγού στο σχετικό υδροφορέα, έκτασης 2 Ha. Είναι:

$$q_i = \frac{1}{2^{0,25}} = 0,84 \text{ lt/s/Ha}$$

ή συνολικά :  $Q_{\Delta} = (2) * (0,84) = 1,68 \text{ lt/s}$

Κατά συνέπεια η παροχή σχεδιασμού θα είναι:  $Q_{\Delta} = (49,74) + (1,68) = 51,42 \text{ l/s}$

### 3. Υδραυλική επίλυση διαδρομής ΑΓΒ

Η κλίση του αγωγού είναι :

$$J = \frac{48 - 42}{600} = 0,01$$

Η ελάχιστη κλίση του αγωγού για  $Q = 49,74 \text{ lt/s}$ , είναι:  $J_{\min} = 0,0011$ . Κατά συνέπεια θα χρησιμοποιήσω ως τιμή κλίσης την  $J = 0,01$ . Θεωρώ ότι η διάμετρος του αγωγού θα βρίσκεται στο διάστημα  $0,2 \leq D \leq 0,4$  (οι τιμές σε μέτρα). Τότε, θα είναι:

$$(Y/D) = 0,5 \rightarrow (Q/Q_o) = 0,4 \rightarrow Q_o = \frac{Q}{0,4} = \frac{49,74}{0,4} = 124,35 \text{ lt/s}$$

Είναι όμως:

$$Q_o = \frac{(\pi) * (D^{8/3}) * J^{1/2}}{(4^{5/3}) * (n_o)},$$

Οπότε:  $D = 0,35 \text{ m}$ , τιμή που κείται στο υιοθετηθέν διάστημα.

Έλεγχοι:

α) Για  $D = 35 \text{ cm}$ , είναι:

$$Q_o = \left( \frac{\pi * (0,35)^2}{4} \right) * \left( \frac{1}{0,015} * \left( \frac{0,35}{4} \right)^{2/3} * (0,01)^{1/2} \right) = (0,9621) * (1,314) = 126,42 \text{ lt/s}$$

$$(Q/Q_o) = \left( \frac{49,74}{126,42} \right) = 0,4 \rightarrow (Y/D) = 0,49 < 0,5$$

Ικανοποιείται το πρώτο κριτήριο.

β) Για  $(Y/D) = 0,49 \rightarrow (V/V_o) = 0,8$ . Οπότε :  $V = (0,8) * (1,314) = 1,05 \text{ m/s} < 3 \text{ m/s}$ .

Ικανοποιείται και το β' κριτήριο.

γ)  $V_{\min} = 0,54$ ,  $V_o = (0,54) * (1,314) = 0,71 \text{ m/s} > 0,3 \text{ m/s}$ . Ικανοποιείται και το τρίτο κριτήριο, οπότε λύση είναι η  $D=35 \text{ cm}$  για τη διαδρομή ΑΓΒ.

### 4. Υδραυλική επίλυση κατά τη διαδρομή ΑΔΒ

Η κλίση του αγωγού είναι:  $J = \frac{48 - 42}{500} = 1,2\%$

Η τιμή αυτή είναι μεγαλύτερη από την ελάχιστη  $J_{\min} = 0,0011$ . Κατά συνέπεια χρησιμοποιώ την τιμή:  $J = 0,012$ .

α) Δοκιμάζω την τιμή  $D=30$  cm:

$$Q_o = \left( \frac{\pi * (0,3)^2}{4} \right) * \left( \frac{1}{0,015} * \left( \frac{0,3}{4} \right)^{2/3} * (0,012)^{1/2} \right) = 91,8 \text{ lt/s}$$

Ο λόγος  $(Q/Q_o)$ , θα είναι:

$$(Q/Q_o) = \left( \frac{51,42}{91,80} \right) = 0,56 \rightarrow (Y/D) > 0,5$$

Η τιμή αυτή απορρίπτεται. Δοκιμάζω την επόμενη τιμή του εμπορίου:  $D=35$  cm.

Είναι τώρα:

$$Q_o = \left( \frac{\pi * (0,35)^2}{4} \right) * \left( \frac{1}{0,015} * \left( \frac{0,35}{4} \right)^{2/3} * (0,012)^{1/2} \right) = (0,09621) * (1,439) = 138,47 \text{ lt/s}$$

$$(Q/Q_o) = \left( \frac{51,42}{138,47} \right) = 0,37$$

κατά συνέπεια:  $(Y/D) = 0,47 < 0,5$ . Το πρώτο κριτήριο ικανοποιείται.

β) Για  $(Y/D) = 0,47$ , είναι  $(V/V_o) = 0,76$ ,

Οπότε:  $V = (0,76) * (1,439) = 1,09 \text{ m/s} < 3 \text{ m/s}$ . Το β' κριτήριο ικανοποιείται.

γ)  $V_{\min} = 0,54 V_o = (0,54) * (1,439) = 0,78 \text{ m/s} > 0,3 \text{ m/s}$ .

Και το τρίτο κριτήριο ικανοποιείται. Κατά συνέπεια, η λύση για την πορεία ΑΔΒ, είναι εκείνη της διαμέτρου  $D = 35$  cm.

## 5. Οικονομική σύγκριση

α) Πορεία ΑΓΒ ( $D=35$  cm): Κόστος :  $(600 \text{ μ.μ.}) * (75 \text{ €/μ.μ.}) = 45.000 \text{ €}$ .

β) Πορεία ΑΔΒ ( $D=35$  cm): Κόστος :  $(500 \text{ μ.μ.}) * (75 \text{ €/μ.μ.}) * (1,12) = 42.000 \text{ €}$ .

Πιο οικονομική και κατά συνέπεια η λύση που ακολουθείται είναι η πορεία ΑΔΒ.