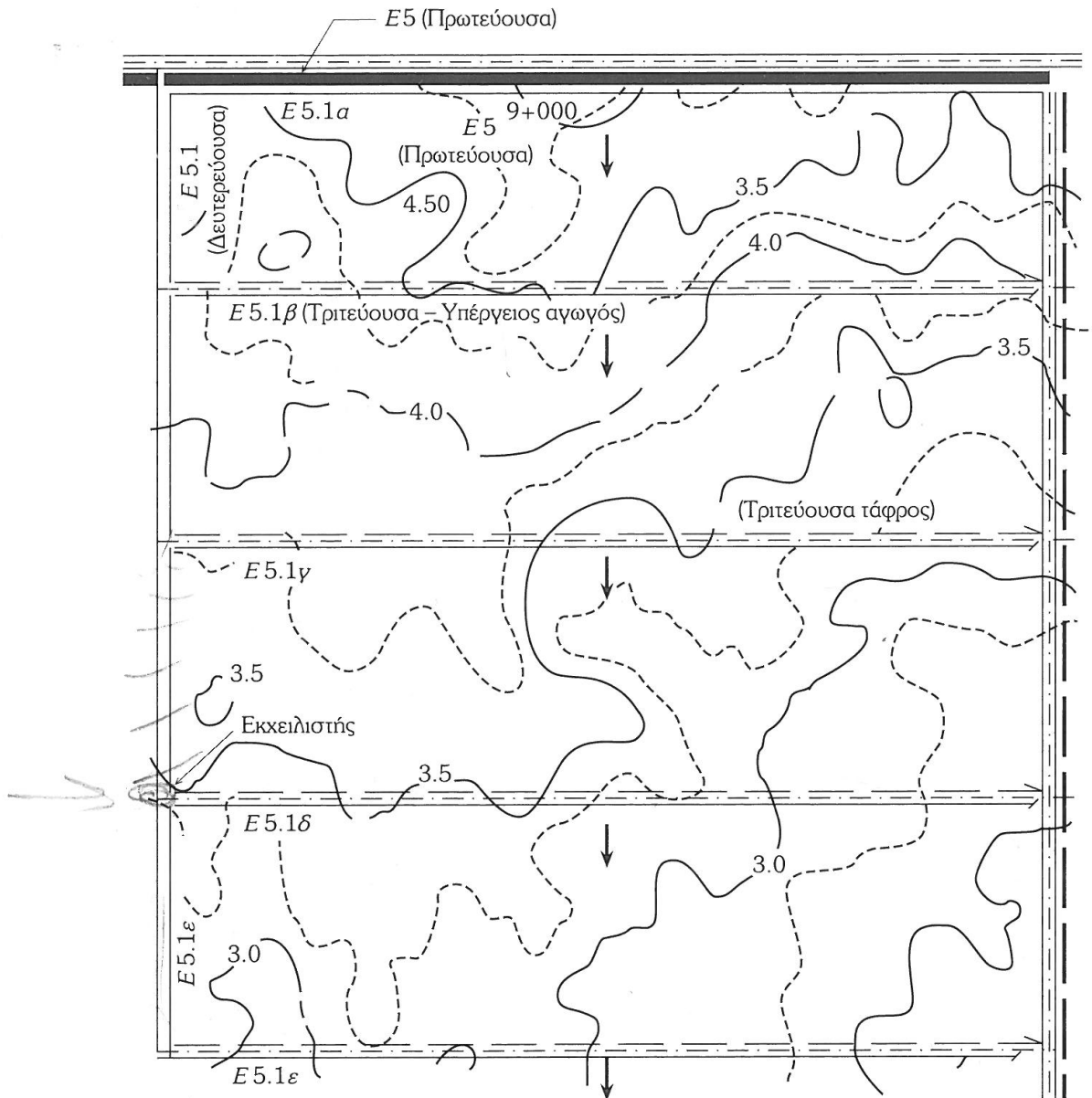


### 8.5.7 Παράδειγμα Υπολογισμού Αρδευτικού Δικτύου Διωρύγων

Δεδομένα:

1. Οριζοντιογραφία του δικτύου των Τριτεουσών διωρύγων E5.1α, E5.1β, E5.1γ, E5.1δ και E5.1ε που τροφοδοτούνται από τη Δευτερεύουσα διώρυγα E5.1 (Σχήμα 8.32).



Σχ. 8.32: Οριζοντιογραφία του δικτύου των διωρύγων.\*

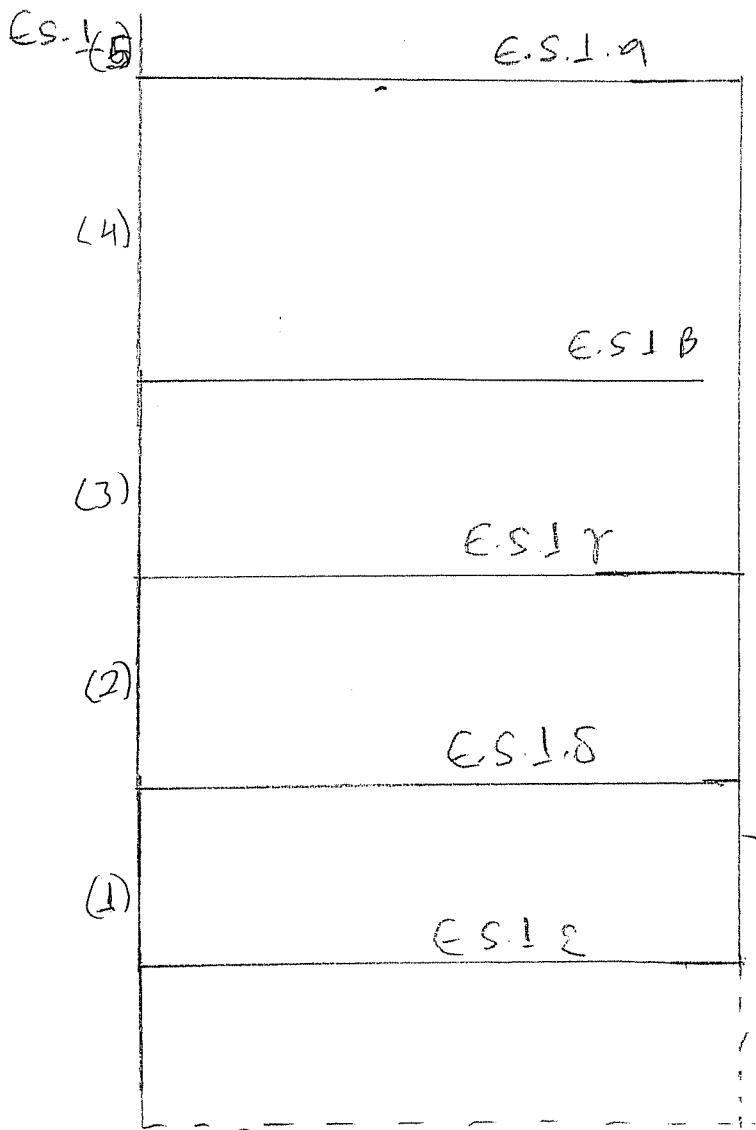
\* Η Οριζοντιογραφία του δικτύου των διωρύγων του Σχήματος 8.32 αποτελεί επεξεργασμένη μορφή τμήματος του δικτύου των έργων του Νέστου (Τσακίρης, 1991).

# Άσκηση Τσακίρη

Παράδειγμα Υπολογισμού Αρδευτικού Δικτύου Διωρύχων

Δίνεται οριζοντιογραφία του δικτύου των Τριτεύουσων Διωρύχων

Ε.Σ.Ι.α, Ε.Σ.Ι.β, Ε.Σ.Ι.γ, Ε.Σ.Ι.δ και Ε.Σ.Ι.ε που τροφοδοτούνται από τη Δευτερεύουσα Διώρυγα Ε.Σ.Ι όπως στο Σχήμα



Η αρδευόμενη έκταση που αντιστοιχεί σε κάθε διώρυγα δίνεται στον πίνακα που ακολουθεί.

Τριτεύουσα Διώρυγα	Πλάτος m	Μήκος m	Έκταση ha
Ε.Σ.Ι.α	200	860	17,2
Ε.Σ.Ι.β	250	860	21,5
Ε.Σ.Ι.γ	250	860	21,5

Ε.Σ.Ι.Δ	250	860	21,5
Ε.Σ.Ι.Ε	250	860	21,5

Θα χρησιμοποιηθεί αρδευτική κεφαλή  $Q = 60 \text{ l/s}$ . Η ειδική συνεχή παροχή στο αγροτεμάχιο είναι  $q_c = 0,97 \text{ l/s}\cdot\text{ha}$  με συντελεστή προσαύξησης των αντληών σε νερό  $c = 1,2$

Η στάθμη νερού στις τριτεύουσες διώρυγες είναι 15-20cm πάνω από την επιφάνεια του αρδευόμενου εδάφους. Το φορτίο παροχέτευσης από δευτερεύουσα προς τριτεύουσα είναι της τάξης των 10cm.

Οι τριτεύουσες είναι ορθογωνικής διατομής ενώ οι δευτερεύουσες είναι τραπεζοειδούς διατομής με επιχωμητό πλάτος πυθμένα  $b = 0,5 \text{ m}$  και κλίση πρανήν  $z = 1,5$ . Συντελεστής Manning  $n = 0,016$

Οι απώλειες νερού για τις τριτεύουσες είναι της τάξης του 10% ( $E_d = 0,9$ ) και για τις δευτερεύουσες είναι 5% ( $E_c = 0,95$ )

Ζητούνται

- α) Ο υπολογισμός παροχών στα τμήματα της δευτερεύουσας σύμφωνα με το συνεχές σύστημα διανομής ( $K_s = 1,2$ ,  $V_T = 1,3$ )
- β) ο υδραυλικός υπολογισμός των τριτευουσών διωρύγων και της δευτερεύουσας διώρυγας

Λύση

α) Γίνεται έλεγχος της αρδευτικής κεφαλής

Βρίσκω την προσαυξημένη ειδική παροχή  $q'_c = c \cdot q_c = 1,2 \cdot 0,97 = 1,04 \text{ l/s}\cdot\text{ha}$

Υπολογίζεται η απαιτούμενη παροχή της τριτεύουσας που αρδεύει την μεγαλύτερη έκταση (δυσμενέστερη περίπτωση)

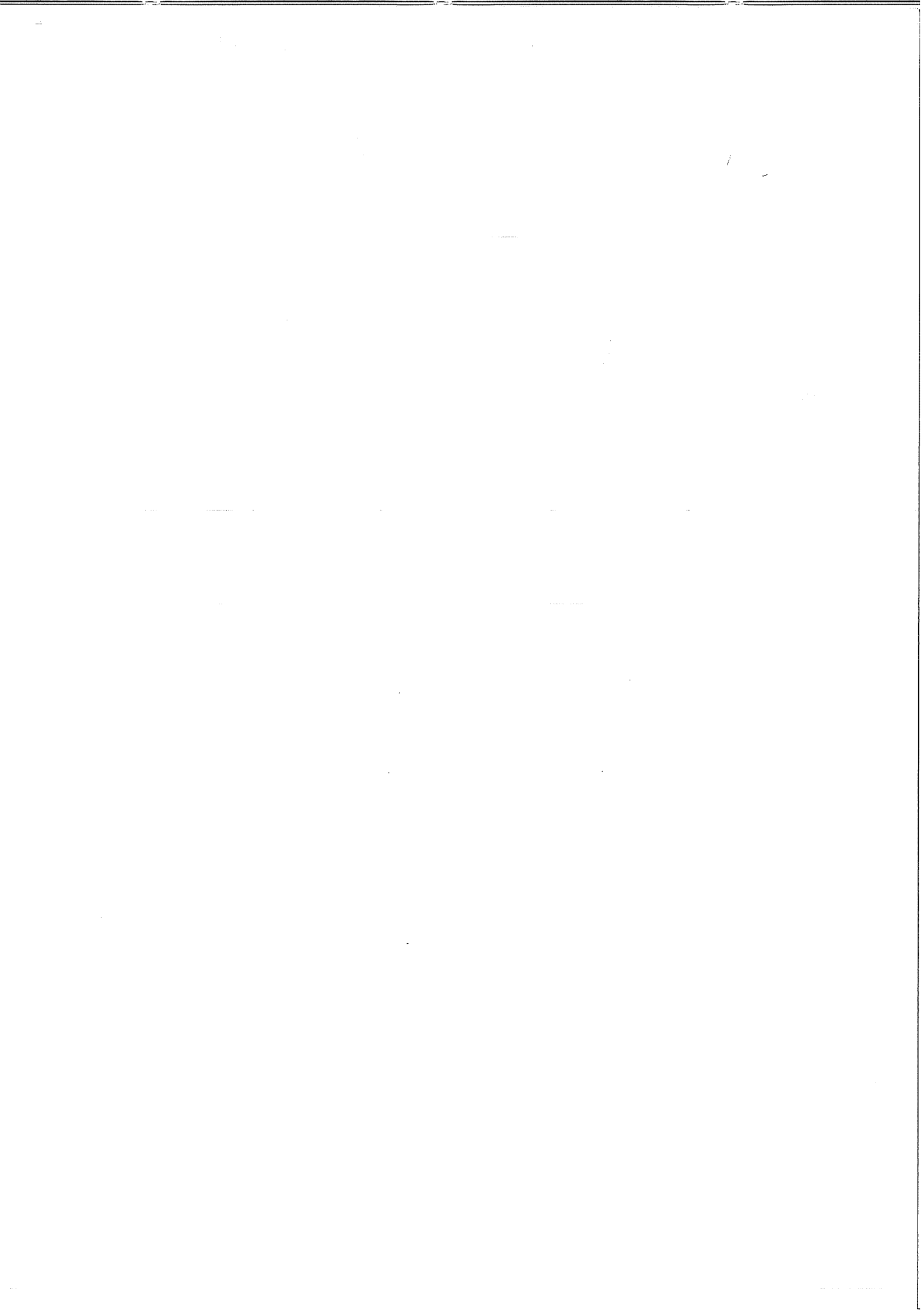
$$Q = \frac{K_T}{E_d} \cdot q'_c \cdot A_{\text{πικ}} = \frac{1,3}{0,9} \cdot 1,04 \cdot 21,5 = 32,3 \text{ l/s} < 60 \text{ l/s}$$

Άρα η αρδευτική κεφαλή των 60 l/s επαρκεί.

ΣΤΗ ΣΥΝΕΧΕΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΝΤΑΙ ΟΙ ΠΑΡΟΧΕΣ ΤΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΥΣΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΑΚΟΛΟΥΘΗ ΕΞΙΣΩΣΗ

$$Q = \frac{K_s}{E_x} \cdot a_c' \cdot \sum_{i=1}^S A_i = \frac{1,2}{0,9 \cdot 0,95} \cdot 1,04 \sum_{i=1}^S A_i$$

Αύξων Αρ. Τμήματος Δευτερεύουσας απο Κατάταξη	Αθροιστική Έκταση m <sup>2</sup>	Ελάχιστη Αναπαικτέμη Παροχή (l/s)	Αρχικά Επιλεγόμενη l/s	Παροχή Σχεδιασμού l/s
5	103,2	150,64	300	180
4	86	125,53	240	180
3	64,5	94,15	180	120
2	43	62,76	120	120
1	21,5	31,38	60	60



Τριτεύουσα Ε.Σ.Ι.Ε (παιρνει μαζί και το τελευταίο κομμάτι της διαμόρφωσης δευτερεύουσας)

Βρίσκει από ανάλυση  $S_0 = 0,0006$

$Q_{\text{τριζ}} = 60 \text{ l/s}$

Από νομογράφηση 426 σελ. 8.12 για  $S_0 = 0,0006$  και  $Q = 60 \text{ l/s}$   
 Προκύπτει Ε240 κατάτος ποσοφια  $b = 0,6 \text{ m}$  - υψος τοιχωμαζων  $0,4 \text{ m}$

$$\bar{f}_n = \frac{Q \cdot n}{b^{8/3} \cdot S_0^{1/2}} = \frac{0,06 \cdot 0,016}{0,6^{8/3} \cdot 0,0006^{1/2}} = 0,153$$

Από νομογράφηση σελ. 421 για  $z=0$  και  $\bar{f}_n = 0,153$  προκύπτει

$\frac{y_n}{b} = 0,41 \Rightarrow y_n = 0,25 \text{ m}$

$v = \frac{Q}{A} = \frac{0,06}{0,6 \cdot 0,25} = 0,4 \text{ m/s}$  (λεηκενιτή)

Υπολογισμός υψομέτρου σταθμού νερού

Υπάρχουν διάφορες λύσεις

Αυτός στη θέση 0+605 έχει υψ. επιφ = 3,05m (τοπικό μεγιστώ)

προσέσαι + 15cm για να βρει σταθμό νερού  $\Rightarrow$  στη θέση 0+605m

υψ. σταθ. νερού = + 3,20m

υψομέτρο νερού στη θέση 1100  $\approx 3,2 - 0,0006 \cdot (1100 - 605) = 2,9 \text{ m}$

υψομέτρο νερού στη θέση 0+250  $\Rightarrow 3,2 + 0,0006 \cdot (605 - 250) = 3,42 \text{ m}$

↓  
 Πυκνότητα Ε.Σ.Ι.Ε

Επειδή είναι η στροφή βάσει +60m.

Το υψομέτρο στη θέση 0 είναι 3,8m (το έχει ηρεμιαρο Ε.Σ.Ι.Δ)

Στο Ε.Σ.Ι.Ε βγαίνει  $3,42 + 0,0006 \cdot 250 = 3,57$

Παιρνει τηχ  $(3,8, 3,57) = 3,8 \text{ m}$

Η στήλη του νερού στη δίοση στο σημείο που ενώνεται Ε.Σ.Ι.Ε και Ε.Σ.Ι.Δ

Θα είναι  $3,8 + 0,1 = 3,9 \text{ m}$

# Τριτεύουσα διαφύγη Ε. Σ. Ι. Δ

Τη σπείρει σε δύο κλίσεις (από 0 μέχρι 360  $S_0 = 0,0004$ )  
 και από 360 μέχρι 860  $S_0 = 0,0018$   
 οπότε προκρίνεται και διαφορετικές διατομές για κάθε τμήμα

Για  $S_0 = 0,0018$  και  $Q = 60 \text{ l/s}$  από νομογράφημα σελ. 426  
 πάω σε μια Ε140 με  $b = 0,4$  και υψος σπύρου  $0,25$

$$\bar{F}_n = \frac{Q \cdot \eta}{b_0^{8/3} \cdot S_0^{1/2}} = \frac{0,06 \cdot 0,016}{0,4^{8/3} \cdot 0,0018^{1/2}} = 0,26$$

Από νομογράφημα για  $z=0$  και  $\bar{F}_n = 0,26 \Rightarrow \frac{y_n}{b} = 0,62 \Rightarrow y_n = 0,25 \text{ m}$

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0,06}{0,4 \cdot 0,25} = 0,6 \text{ m/s}$$

Υπολογισμός υψόμετρου στάθμης νερού

Στη θέση 0+360 υψόμετρο εδάφους μέγιστο  $+3,5 \text{ m}$

Υψόμετρο στάθμης νερού στο 0+360  $3,5 + 0,15 = 3,65 \text{ m}$

στη θέση 0+850 Υψ. Σταθ. νερού  $= 3,65 - (850 - 360) \cdot 0,0018 = 2,78 \text{ m}$

Για το 2<sup>ο</sup> τμήμα  $S_0 = 0,0004$  και  $Q = 60 \text{ l/s}$  σελ. 426  
 $\rightarrow$  (240,  $b = 0,6 \text{ m}$ )

$$\bar{F}_n = \frac{Q \cdot \eta}{b_0^{8/3} \cdot S_0^{1/2}} = \frac{0,06 \cdot 0,016}{0,6^{8/3} \cdot 0,0004^{1/2}} = 0,187$$

Από νομογράφημα σελ 421 για  $z=0 \Rightarrow \frac{y_n}{b} = 0,46 \Rightarrow y_n = 0,28 \text{ m}$

Υψόμετρο σταθμ. νερού στη θέση 0

$$3,65 + 0,1 = 3,60 + 0,2 = 3,8 \text{ m}$$

Αρα η **απόσταση** αναντή  $3,8 + 0,1 = 3,9 \text{ m}$

Υπολογισμός Τριτεύουσας Διάταξης Ε.Σ.Ι.γ

Τη χωρίζει σε 2 τμήματα

$$\text{από } 0-225 \quad S_0 = 0,0004$$

$$225-860 \quad S_0 = 0,00163$$

Για  $S_0 = 0,00163$  και  $Q = 60 \text{ l/s} \Rightarrow \epsilon \neq 60$  ( $b = 0,4 \text{ m}$ )

$$\bar{F}_n = \frac{Q \cdot n}{b_0^{3/2} \cdot S_0^{1/2}} = \frac{0,06 \cdot 0,016}{0,4^{3/2} \cdot 0,00163^{1/2}} = 0,276$$

Για  $\bar{F}_n = 0,276$  και  $Z=0 \Rightarrow \frac{y}{b} \approx 0,65 \Rightarrow y_n \approx 0,26$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0,06}{0,4 \cdot 0,26} \approx 0,6 \text{ m}$$

Υψόμετρο οριζώντων νερού

$$\Sigma \text{στη θέση } 0+520 \Rightarrow 3,5 + 0,15 = 3,65 \text{ m}$$

$$\Sigma \text{στη θέση } 0+860 \Rightarrow 3,65 - (860 - 520) \cdot 0,00163 = 3,11 \approx \text{Υψόμετρο εδράνου}$$

$$\text{Προσέχουμε } 3,11 + 0,15 = 3,26 \text{ στη θέση } 0+860$$

Για το τμήμα 0-225

$$S_0 = 0,0004 \text{ και } Q = 60 \text{ l/s} \Rightarrow \epsilon = 240$$
 ( $b = 0,6 \text{ m}$ )

$$\bar{F}_n = \frac{0,06 \cdot 0,016}{0,6^{3/2} \cdot 0,0004^{1/2}} = 0,187 \text{ και } Z=0 \Rightarrow \frac{y}{b} \approx 0,47$$

$$y_n \approx 0,28 \text{ m}$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0,06}{0,28 \cdot 0,6} = 0,36 \text{ m/s}$$

Υψόμετρο οριζώντων νερού στη 0+225

$$3,85 + 0,15 = 4,0 \text{ m}$$

Υψόμετρο θέση 0

$$4 + 225 \cdot 0,0004 = 4,09 \text{ m}$$

$$\text{Αναστέγει στη θέση } 4,09 + 1 = 4,19 \text{ m}$$



# Υπολογισμός Τριτεύουσας Διάφυγας Ε.Σ.Ι.β

Τη χωρίζει σε 2 τμήματα

$$\text{απο } 0-410 \text{ m } S_0 = 0,0004$$

$$410-860 \text{ m } S_0 = 0,00125$$

Για  $S_0 = 0,00125$  και  $Q = 60 \text{ l/s}$  προκύπτει από ντογραφική σελ. 426

$$(\text{οριακά } \leq 160) \Rightarrow b = 0,4$$

$$\bar{F}_n = \frac{Q \cdot n}{b^{8/3} \cdot S_0^{1/2}} = \frac{0,06 \cdot 0,016}{0,4^{8/3} \cdot 0,00125^{1/2}} = 0,313$$

Από ντογραφική σελ. 422 για  $\bar{F}_n = 0,313$  και  $Z = 0 \Rightarrow \bar{y} \approx 0,7$

Υψόμετρο στάθμης νερού

$$y_1 = 0,28 \text{ m}$$

στη θέση 0+410 εκω μέχρις 4,5m

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0,06}{0,4 \cdot 0,28} = 0,5357 \text{ m/s}$$

Άρα η στάθμη νερού είναι  $3,5 + 0,15 = 3,65 \text{ m}$

Η στάθμη νερού στο 0+850 είναι

$$4,65 - 0,00125 \cdot (850 - 410) = 4,1 \text{ m}$$

Για το τμήμα 0-410  $S_0 = 0,0004$  και  $Q = 60 \text{ l/s} \Rightarrow$  Επιλογή Ε 240

$$(b = 0,6 \text{ m})$$

$$\bar{F}_n = \frac{Q \cdot n}{b^{8/3} \cdot S_0^{1/2}} = \frac{0,06 \cdot 0,016}{0,6^{8/3} \cdot 0,0004^{1/2}} = 0,187$$

Από ντογραφική σελ. 421  $\frac{y}{b} \leq 0,47 \Rightarrow y_1 \leq 0,28 \text{ m}$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0,06}{0,6 \cdot 0,28} = 0,36 \text{ m/s}$$

Υψόμετρο στάθμης νερού στη θέση 0

$$4,65 + 0,0004 \cdot 410 = 4,81 \text{ m}$$

Ανάγει στην κρήνη 4,81 + 0,10 = 4,91 m

Τριτερεύουσα διώρυγα Ε.Σ.1. α

$$S_0 = 0,0005 \text{ και } Q = 60 \text{ l/s} \Rightarrow \epsilon = 240 \text{ (} b = 0,6 \text{ m)}$$

$$\bar{F}_n = \frac{Q \cdot n}{b_0^{8/3} \cdot S_0^{1/2}} = \frac{0,06 \cdot 0,016}{0,6^{8/3} \cdot 0,0005^{1/2}} = 0,168$$

$$\Gamma \text{ και } \bar{F}_n = 0,168 \text{ και } z = \frac{y}{b} = 0,47 \Rightarrow y_n = 0,28 \text{ m}$$

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0,06}{0,28 \cdot 0,6} = 0,36 \text{ m/s}$$

Υψόμετρα σταθμής νεφού

Στη θέση 0+850 στο υψ. δίνω προσθετω 0,15 m

$$\text{Αρα } \gamma_{\psi} \text{ σταθμ. νεφού} = 4,65 + 0,15 = 4,8 \text{ m}$$

Υψ.μ. σταθμής νεφού στη θέση 0

$$4,8 + 850 \cdot 0,0005 = 5,23 \text{ m}$$

$$\text{Αναγει } 5,23 + 0,1 = 5,33 \text{ m}$$

Διαστασιολογηση Δευτερεύουσας Διώρυγας ( Τριτερεύουσας Διάτομη  $b = 0,5 \text{ m}$  )

Τμήμα μεταξύ Τριτερεύουσων Διώρυγων Ε.Σ.1δ, ε και Ε.Σ.1 γ

Υψόμετρο σταθμής νεφού στο κάτω τμήμα 3,9

$$\text{---||--- ||--- ||--- αναγει ---||--- 4,09}$$

$$S = \frac{4,09 - 3,9}{250} = 0,00076$$

$$\bar{F}_n = \frac{Q \cdot n}{b_0^{8/3} \cdot S_0^{1/2}} = \frac{0,12 \cdot 0,016}{0,5^{8/3} \cdot 0,00076^{1/2}} = 0,4422 \Rightarrow \frac{z=1,5}{b} y_n = 0,5204 \Rightarrow y_n = 0,26 \text{ m}$$

$$\bar{F}_n' = \frac{Q \cdot n'}{b_0^{8/3} \cdot S_0^{1/2}} = \frac{0,12 \cdot 0,013}{0,5^{8/3} \cdot 0,00076^{1/2}} = 0,3599 \Rightarrow \frac{z=1}{b} y_n' = 0,4715 \Rightarrow y_n' = 0,24 \text{ m}$$

$$\bar{F}_c = \frac{Q}{b_0^{5/2} \cdot g^{1/2}} = \frac{0,12}{0,5^{5/2} \cdot 9,81^{1/2}} = 0,2167 \Rightarrow \frac{y_c}{b} = 0,307 \Rightarrow y_c = 0,15 \text{ m}$$

$y_n > y_c$  και  $y_n' > y_c \Rightarrow$  βλ υποκρίσιμη

Απο νομογράφημα σελ. 418  
 για  $Q=120D \Rightarrow F \leq 0,35m$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0,12}{(0,5 + 1,5 \cdot 0,26) \cdot 0,26} = 0,52 m/s$$

ΕΙΛΠΡΕΤΗ

Διαστασιολόγηση Δευτούσας Διώρυγας μεταξύ

Ε.Σ.Ι. Β και Ε.Σ.Ι. Γ ( $Q=120 l/s$ )  $b_0=0,5m, z=1,5$

Υψόμετρο στάθμης νερού στο κατάντη τμήμα 4,19m

-||- -||- -||- στο ανάντη τμήμα 4,81m (υψ.στάθμης

νερού στην αρχή της Τριτεύουσας Ε.Σ.Ι. Β)

$$S = \frac{4,81 - 4,19}{250} = 0,00248$$

$$\bar{F}_n = \frac{Q \cdot n}{b_0^{8/3} \cdot S^{1/2}} = \frac{0,12 \cdot 0,016}{0,5^{8/3} \cdot 0,00248^{1/2}} = 0,2448 \Rightarrow \bar{y}_n = 0,3858 \Rightarrow y_n \leq 0,19m$$

$$\bar{F}_{n'} = \frac{Q \cdot n'}{b_0^{8/3} \cdot S^{1/2}} = \frac{0,12 \cdot 0,013}{0,5^{8/3} \cdot 0,00248^{1/2}} = 0,1989 \Rightarrow \bar{y}_{n'} = 0,3454 \Rightarrow y_{n'} \leq 0,17m$$

$$\bar{F}_c = \frac{Q}{b_0^{5/2} \cdot \sqrt{S}} = \frac{0,12}{0,5^{5/2} \cdot 0,81^{1/2}} = 0,2167 \Rightarrow \bar{y}_c = 0,307 \Rightarrow y_c \leq 0,15m$$

Ισχύουν  $y_n > y_c$  και  $y_{n'} > y_c$  (έχω υποκρίσιμη ροή)

Απο νομογράφημα σελ. 418 για  $Q=120l \Rightarrow F \leq 0,35m$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0,12}{(0,5 + 1,5 \cdot 0,19) \cdot 0,19} = 0,8 m/s \text{ (μέσα σε όριον)}$$

Διαστασιολόγηση Δευτούσας Διώρυγας μεταξύ

Ε.Σ.Ι. Α και Ε.Σ.Ι. Β ( $Q=180 l/s, b_0=0,5m, z=1,5$ )

Υψόμετρο στάθμης νερού στο κατάντη τμήμα 4,91m

-||- -||- -||- στο ανάντη τμήμα 5,23m

$$S = \frac{5,23 - 4,91}{200} = 0,0016$$

$$\hat{f}_n = \frac{Q \cdot n}{b_0^{8/3} \cdot S^{1/2}} = \frac{0,18 \cdot 0,016}{0,5^{8/3} \cdot 0,0016^{1/2}} = 0,457 \Rightarrow y_n \approx 0,27 \text{ m}$$

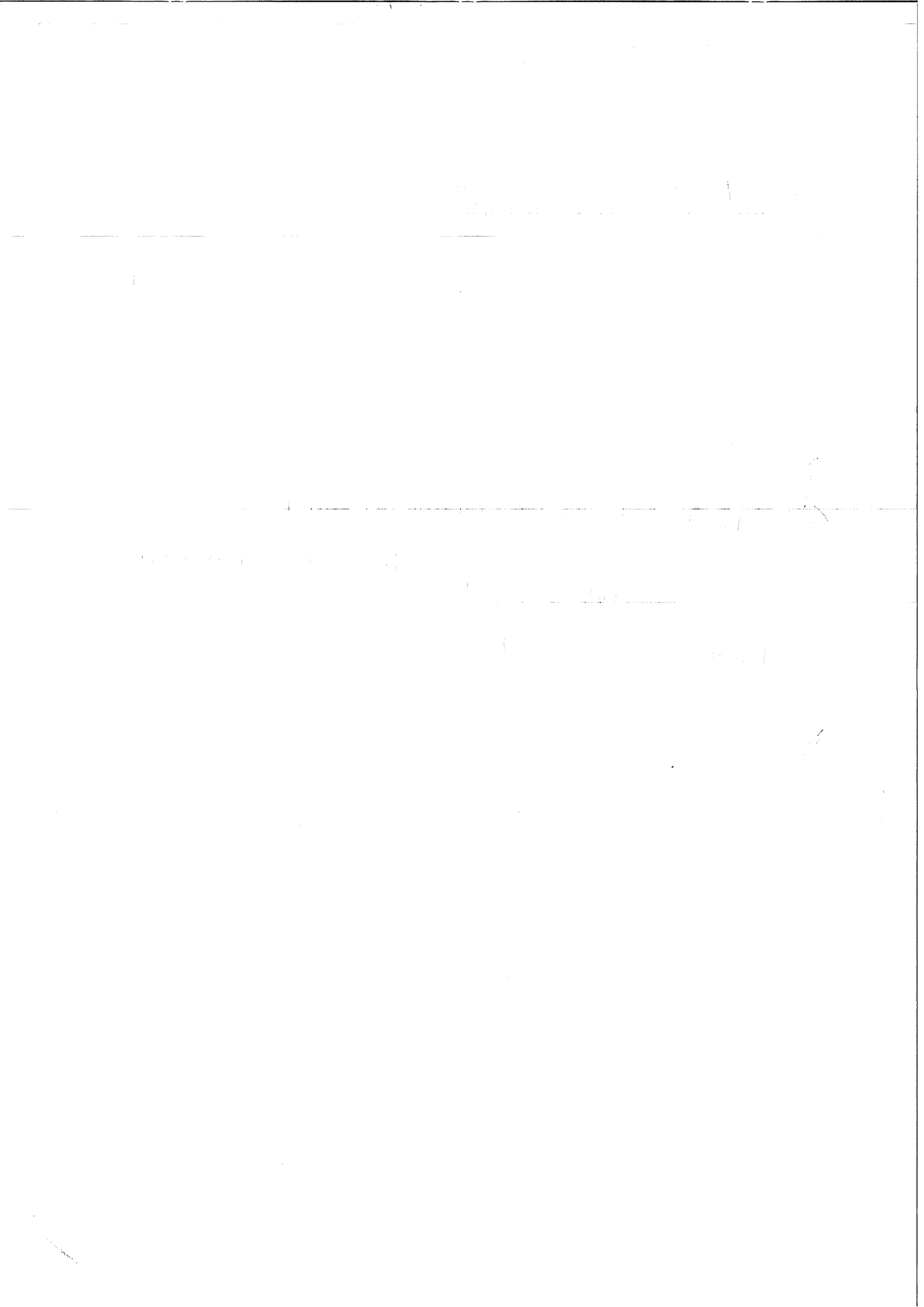
$$\hat{f}_{n'} = \frac{Q \cdot n'}{b_0^{8/3} \cdot S^{1/2}} = \frac{0,18 \cdot 0,013}{0,5^{8/3} \cdot 0,0016^{1/2}} = 0,371 \Rightarrow y_{n'} \approx 0,24 \text{ m}$$

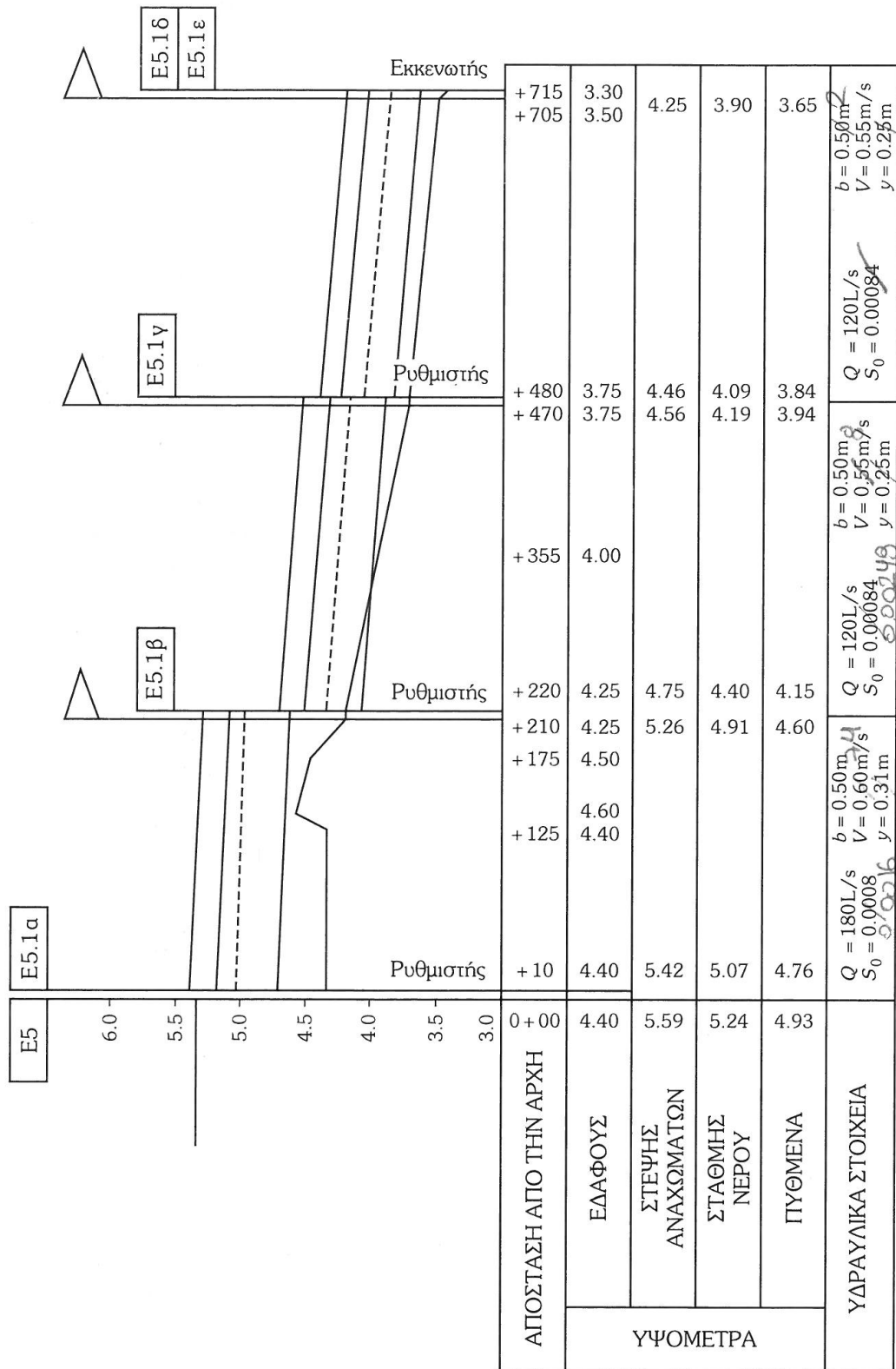
$$\hat{f}_c = \frac{Q}{b_0^{5/2} \cdot \sqrt{S}} = \frac{0,18}{0,5^{5/2} \cdot 0,91^{1/2}} = 0,325 \Rightarrow y_c \approx 0,19 \text{ m}$$

Γιατί  $y_n > y_c$  και  $y_{n'} > y_c$  (υποκρίσιμη ροή)

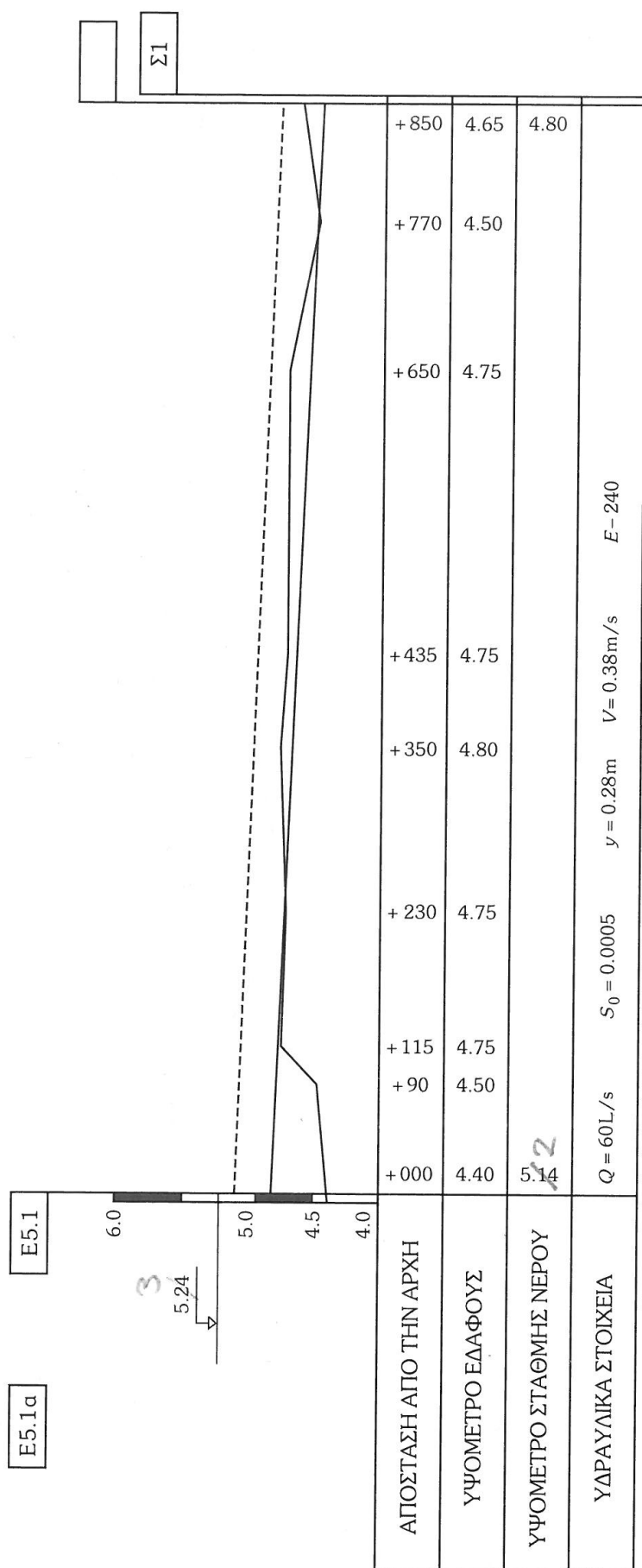
$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0,18}{(0,5 + 1,5 \cdot 0,27) \cdot 0,27} = 0,74 \text{ m/s (ανοδική ταχύτητα)}$$

$$\text{Για } Q = 180 \text{ l/s} \Rightarrow f = 0,35 \text{ m}$$

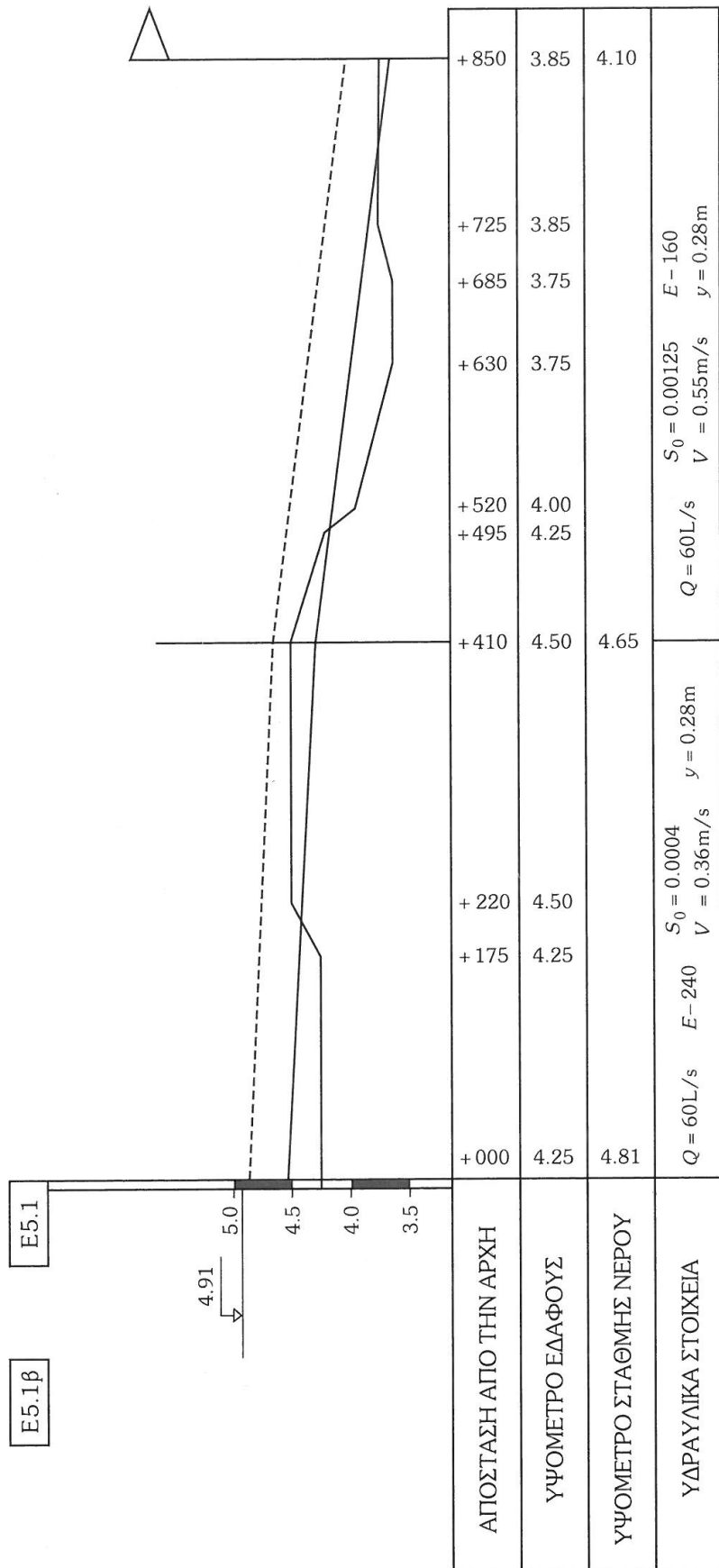




Σχ. 8.33: Μικροτομή της δευτερεύουσας διώρυγας Ε5.1.

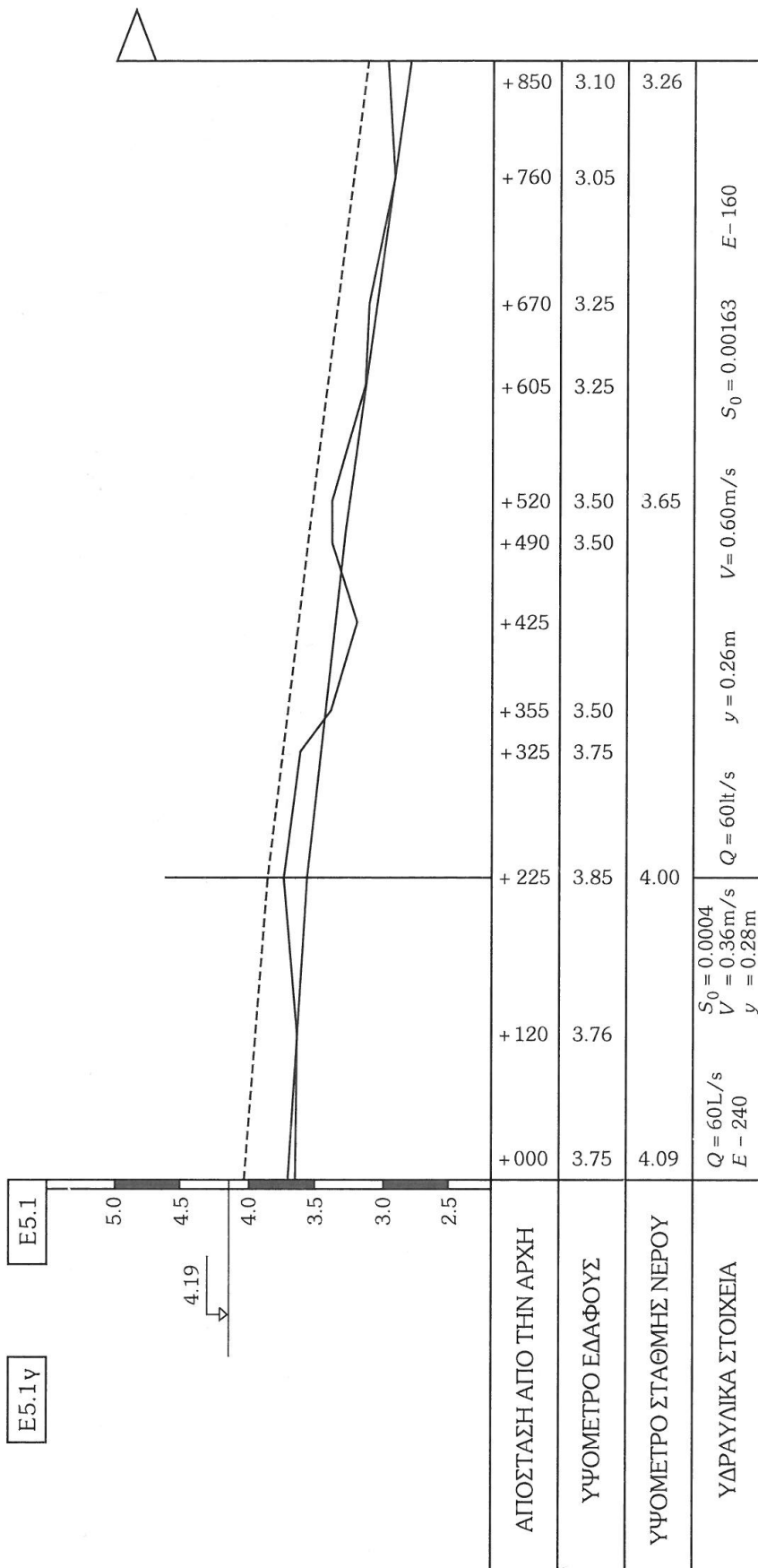


Σχ. 8.34: Μηκτομή της τριπεύουσας διώρυγας E5.1α.

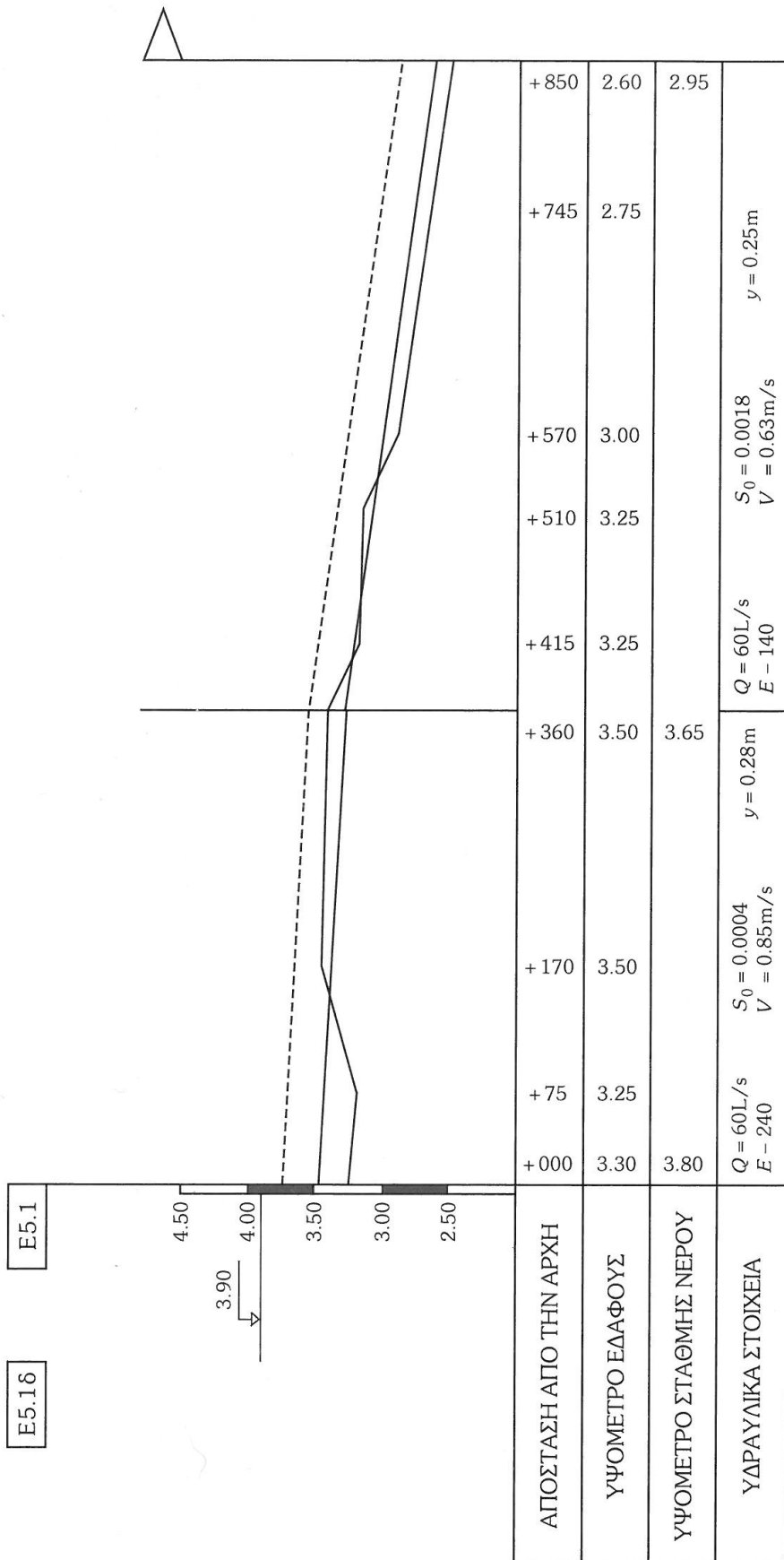


Σχ. 8.35: Μηκοιομή της τριπεύουσας διώρυγας Ε5.1β.

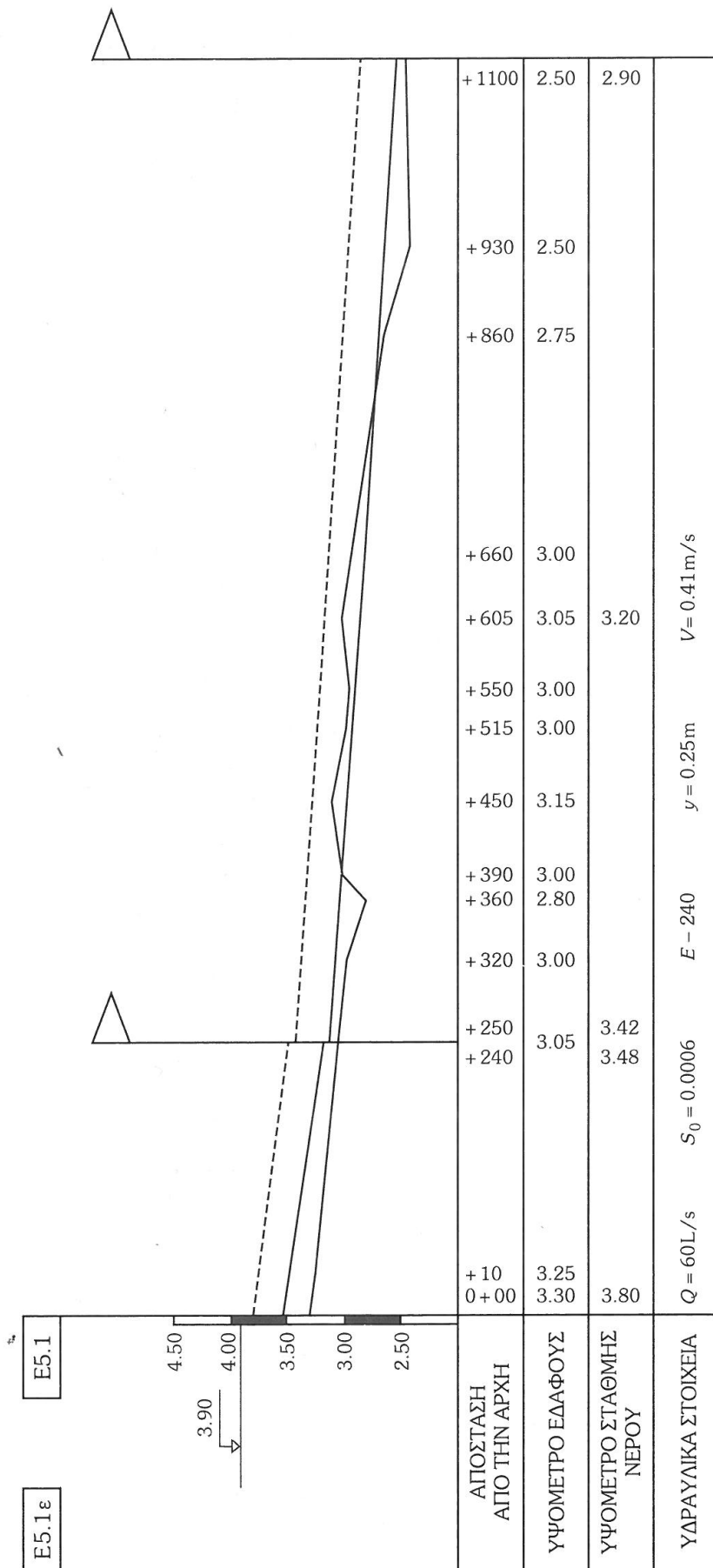




Σχ. 8.36: Μπκοτομή της τριπεύουσας διώρυγας Ε5.1Υ.



Σχ. 8.37: Μηκοτομή της ιριτεύουσας διώρυγας E5.16.



Σχ. 8.38: Μπκοιομή της τριπεύουσας διώρυγας Ε5.1ε.