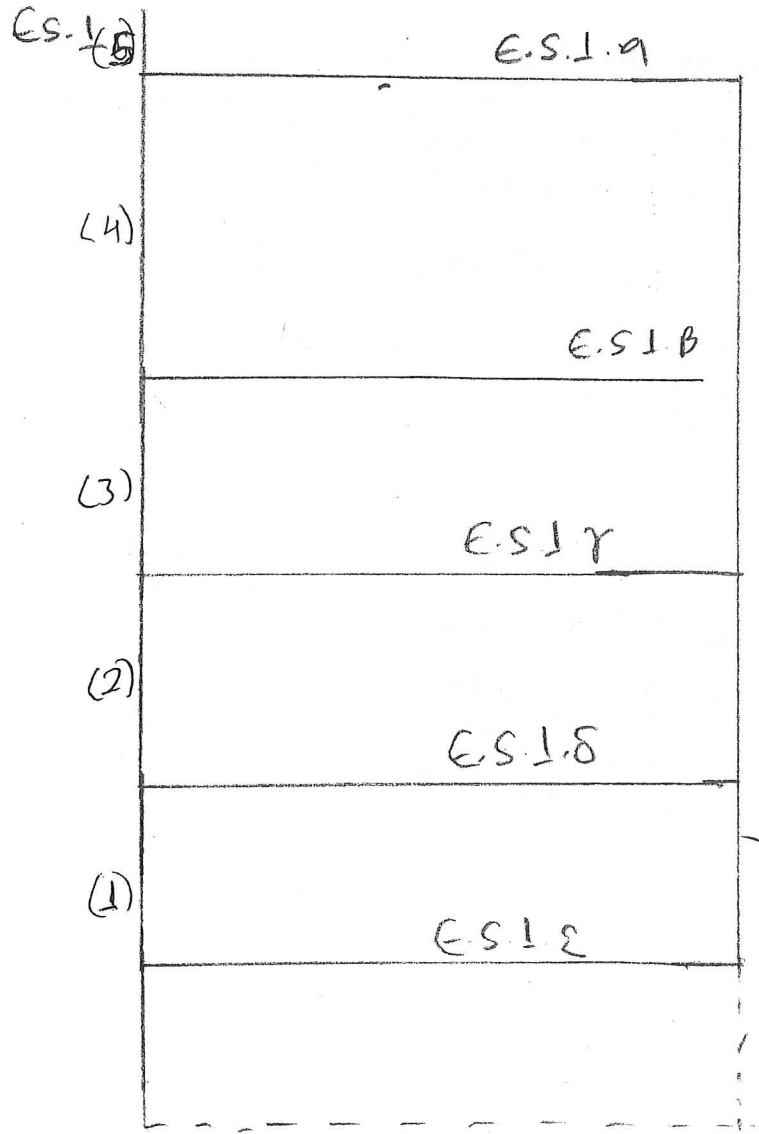


Άσκηση Τσακίρη

Παράδειγμα Υπολογισμού Αρδευτικού Δικτύου Διωρύγων

Δίνεται οριζοντιογραφία του δικτύου των Τριτεύουσων Διωρύγων

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 | 171,2 |
| 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 $q_c = 0,87 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$ με συντελεστή προσαύξησης των ανηκών 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 επιρριμτό πλάτος πυθμένα $b = 0,5 \text{ m}$ και κλίση πρανών $z = 1,5$. (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 ($K_s = 1,2$, $K_T = 1,3$)

β) ο υδραυλικός υπολογισμός των τριτεύουσων διωρύγων και της δευτερεύουσας Διώρυγας

Λύση

α) Γίνεται έλεγχος της αρδευτικής κεφαλής

Βρίσκω την προσαυξημένη ειδική παροχή

$$q'_c = c \cdot q_c = 1,2 \cdot 0,87 = 1,04 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$$

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

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

Άρα η αρδευτική κεφαλή των 60 l/s επαρκεί.

Στη συνέχεια υπολογίζονται οι παροχές των τμημάτων της
 δευτερεύουσας με βάση την ακόλουθη εξίσωση

$$Q = \frac{K_s}{E_x} \cdot q_0' \cdot \sum_{i=1}^S A_i = \frac{1,2}{0,9 \cdot 0,95} \cdot 1,04 \sum_{i=1}^S A_i$$

| Αύξων Αρ. Τμήματος Δευτερεύουσας από Κατάβαση | Αρροιακή Εκταση ha | Ελάχιστη Ανατουμενη Παροχη (l/s) | Αρχικά Επιβεβληση l/s | Παροχη Σχεδιασμου 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 |

Υψος

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

Βρισκει απο αναλυση $S_0 = 0,0006 \sim \frac{3,05-2,5}{1100-250}$

Qτριζ = 60 l/s

Απο νομογράφηση 426 σελ. 8.12 για $S_0 = 0,0006$ και $Q = 60$ l/s προκοντει Ε240 (πλάτος ποταμου $b = 0,6$ m - υψος τοιχωμάτων $0,4$ m)

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

Απο νομογράφηση σελ. 421 για $z=0$ και $\bar{F}_n = 0,153$ προκοντει

$\frac{y_n}{b} = 0,41 \Rightarrow y_n = 0,25$ m $v = \frac{Q}{A} = \frac{0,06}{0,6 \cdot 0,25} = 0,4$ m/s (λεηλετητή)

Υπολογισμός Υψομέτρου σταθμού νερού

Υπάρχουν διαφόρες λύσεις

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

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

Υψ. σταθ. νερού = + 3,20m

Υψόμετρο νερού στη θέση Α100 $\approx 3,2 - 0,0006 \cdot (1100 - 605) = 2,9$ m

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

↓
Σημείο Γωνιά του Ε.Σ.Ι.Ε

Επειδή είναι η στροφή βάσει +60m.

Το υψόμετρο στη θέση 0 είναι 3,8m (το έχει η αρχική Ε.Σ.Ι.Ε)

Στο Ε.Σ.Ι.Ε βγαίνει $3,46 + 0,0006 \cdot 250 = 3,63$

Παιρνει μηχ (3,8, 63) = 3,8 m

Η οπίσθια στη δίοδο στο σημείο που ενώνει Ε.Σ.Ι.Ε και Ε.Σ.Ι.Β

Θα είναι $3,8 + 0,1 = 3,9$ m

Τριτεύουσα διαρροή Ε.Σ.Ι.Σ

ελάχιστη
κλίση (οικωμικ
↑ - λεπτομερική)

Τη σπάει σε δύο κλίσεις (από 0 μέχρι 360 $S_0 = 0,0004$)

και από 360 μέχρι 860 $S_0 = 0,0018 \rightarrow = \left(\frac{3,5 - 2,6}{850 - 360} \right)$

οπότε προκύπτουν και διαφορετικές διατομές για κάθε τμήμα

Για $S_0 = 0,0018$ και $Q = 60 \text{ l/s}$ στο νομογράφημα σελ. 426

πάρω σε μια ΕΙ40 με $b = 0,4$ και υψος στήθους $0,35$

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

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

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0,06}{0,4 \cdot 0,25} = 0,3 \text{ m/s}$$

Υπολογισμός υψόμετρου στάθμης νερού

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

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

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

Για το 1^ο τμήμα $S_0 = 0,0004$ και $Q = 60 \text{ l/s}$ σελ. 426
 $\rightarrow (240, b = 0,6 \text{ m})$
 $y = 0,4 \text{ m}$

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

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

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

Υψόμετρο σταθμ. νερού στη θέση 0

$$3,65 + 360 \cdot 0,0004 = \boxed{3,8 \text{ m}}$$

Άρα η Δ/θ υψοσά αναντή $3,8 + 0,1 = \boxed{3,9 \text{ m}}$

Υπολογισμός Τριτεύουσας Διάφορας Ε.Σ.Ι.γ

Τη χωρίζει σε 2 τμήματα

από 0-225 $S_0 = 0,0004$ (ελάχιστη κλίση)

225-860 $S_0 = 0,0012 = \frac{3,85-3,1}{850-225}$

Για $S_0 = 0,0012$ και $Q = 60 \text{ l/s} \Rightarrow \epsilon 160$ ($b = 0,4 \text{ m}$)

$$\bar{F}_n = \frac{Q \cdot n}{b_0^{8/3} \cdot S_0^{1/2}} = \frac{0,06 \cdot 0,016}{0,4^{8/3} \cdot 0,0016^{1/2}} = 0,276$$

Για $\bar{F}_n = 0,276$ και $Z=0 \Rightarrow \frac{y}{b} \approx 0,72 \Rightarrow y_1 \approx 0,29 \text{ m}$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0,06}{0,4 \cdot 0,29} = 0,52 \text{ m/s}$$

Υψόμετρο σταθμής νερού

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

Στη θέση 0+860 $\Rightarrow 3,65 - (860-520) \cdot 0,0012 = 3,26 \text{ m}$

Για το τμήμα 0-225

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

$$\bar{F}_n = \frac{0,06 \cdot 0,016}{0,6^{8/3} \cdot 0,0004^{1/2}} = 0,187 \text{ και } Z=0 \Rightarrow \frac{y}{b} \approx 0,47$$

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

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

Υψόμετρο σταθμής νερού στη 0+225 $3,65 + 0,0012 \cdot (520-225) = 4,0 \text{ m}$

Υψόμετρο θέση 0

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

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

Υπολογισμός Τριτεύουσας Διάταξης ΕΣ.Ι.β

Τη χωρίζει σε 2 τμήματα
 από 0-410m $S_0 = 0,0004$ (ελάχιστη κλίση)
 410-860 $S_0 = 0,00125$

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

(οριακά ≤ 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 νομογραφική σελ. 422 για $\bar{F}_n = 0,313$ και $Z = 0 \Rightarrow \bar{y} \approx 0,70$

Ύψομετρο στάθμης νερού

$$y_1 = 0,29 \text{ m}$$

στη θέση 0+410 έχω μέγιστο $4,5 \text{ m}$

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0,06}{0,4 \cdot 0,29} = 0,52 \text{ m/s}$$

Άρα η στάθμη νερού είναι $4,5 + 0,15 = 4,65 \text{ m}$

Η στάθμη νερού στο 0+860 είναι

$$4,65 - 0,00125 \cdot (860 - 410) = 4,1 \text{ m}$$

Για το τμήμα 0-410 $S_0 = 0,0004$ και $Q = 60 \text{ l/s} \Rightarrow$ Επιλέγω Ε240

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

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

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

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

Ύψομετρο στάθμης νερού στη θέση 0

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

Ανάγει στην υδροληψία $4,81 + 0,10 = 4,91 \text{ m}$

Τριτεταύσια διώρυγα Ε.Σ.1. α

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

$$\bar{F}_n = \frac{Q \cdot n}{b_0^{8/3} \cdot S_0^{1/2}} = \frac{0,06 \cdot 0,016}{0,6^{8/3} \cdot 0,0005^{1/2}} = 0,187$$

$$\Gamma \text{λα } \bar{F}_n = 0,187 \text{ κ } \quad \Rightarrow \quad \frac{y}{b} = 0,47 \Rightarrow y_n = 0,28 \text{ m}$$

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

Υψόμετρα σταθμής νερού

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

$$\text{Αρα } \text{Υψ. σταθ. νερού} = 4,65 + 0,15 = 4,8 \text{ m}$$

Υψ. σταθμής νερού στη θέση 0

$$4,8 + 850 \cdot 0,0005 = 5,14 \dots$$

$$\text{Αναγν } 5,14 + 0,1 = 5,24 \text{ m}$$

Αναστροφολόγηση Δευτερεύουσας Διώρυγας (Τραπεζοειδούς διατομή $b = 0,5 \text{ m}$)

Τμήμα μεταξύ Τριτεταύσιων Διώρυγαν Ε.Σ.18, ε και Ε.Σ.1. γ

Υψόμετρο σταθμής νερού στο κάτω τμήμα 3,9

-||- -||- -||- αναγν -||- 4,09

$$S = \frac{4,09 - 3,9}{225} = 0,00084$$

$$\bar{F}_n = \frac{Q \cdot n}{b_0^{8/3} \cdot S_0^{1/2}} = \frac{0,12 \cdot 0,016}{0,5^{8/3} \cdot 0,00084^{1/2}} = 0,4206 \stackrel{z=1,5}{\Rightarrow} \frac{y_n}{b} = 0,5 \Rightarrow y_n = 0,25 \text{ m}$$

$$\bar{F}_n' = \frac{Q \cdot n'}{b_0^{8/3} \cdot S_0^{1/2}} = \frac{0,12 \cdot 0,013}{0,5^{8/3} \cdot 0,00084^{1/2}} = 0,342 \stackrel{z=1}{\Rightarrow} \frac{y_n'}{b} = 0,46 \Rightarrow y_n' = 0,23 \text{ m}$$

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

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

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

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0,12}{(0,5+1,5 \cdot 0,25) \cdot 0,25} = 0,55 \text{ (9)} = 0,527 \text{ m/s}$$

ΕΙΛΤΡΕΤΗ

Διαστασιολόγηση Δευτιούσας Διώρυγας μεταξυ

E.S.I. β και E.S.I. γ ($Q=120 \text{ l/s}$, $b_0=0,5m$, $Z=1,5$)

Υψόμετρο στάθμης νερού στο κατάντη τμήμα 4,19m

-||- -||- -||- στο ανάντη τμήμα 4,40

νερού στην αρχή της Τριτεύουσας E.S.I. β)

$$S = \frac{4,40 - 4,19}{250} = 0,00084$$

$$\bar{F}_n = \frac{Q \cdot n}{b_0^{8/3} \cdot S^{1/2}} = \frac{0,12 \cdot 0,016}{0,5^{8/3} \cdot 0,00084^{1/2}} = 0,4206 \Rightarrow \bar{y}_n = 0,5m \Rightarrow y_n = 0,25m$$

$$\bar{F}_{n'} = \frac{Q \cdot n'}{b_0^{8/3} \cdot S^{1/2}} = \frac{0,12 \cdot 0,013}{0,5^{8/3} \cdot 0,00084^{1/2}} = 0,3417 \Rightarrow \bar{y}_{n'} = 0,46m \Rightarrow y_{n'} = 0,23m$$

$$\bar{F}_c = \frac{Q}{b_0^{5/2} \cdot \sqrt{S}} = \frac{0,12}{0,5^{5/2} \cdot 0,00084^{1/2}} = 0,2167 \Rightarrow \bar{y}_c = 0,307 \Rightarrow y_c = 0,15m$$

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

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

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0,12}{(0,5+1,5 \cdot 0,25) \cdot 0,25} = 0,55 \text{ m/s (μέσα στην όριμη)}$$

Διαστασιολόγηση Δευτιούσας Διώρυγας μεταξυ

E.S.I. α και E.S.I. β. ($Q=180 \text{ l/s}$, $b_0=0,5m$, $Z=1,5$)

Υψόμετρο στάθμης νερού στο κατάντη τμήμα 4,91m

-||- -||- -||- στο ανάντη τμήμα 5,07m

$$S = \frac{5,07 - 4,91}{200} = 0,0008$$

$$\bar{f}_n = \frac{Q \cdot n}{b_0 \cdot S^{1/2}} = \frac{0,18 \cdot 0,016}{0,5 \cdot 0,0008^{1/2}} = 0,646 \Rightarrow y_n \leq 0,31 \text{ m}$$

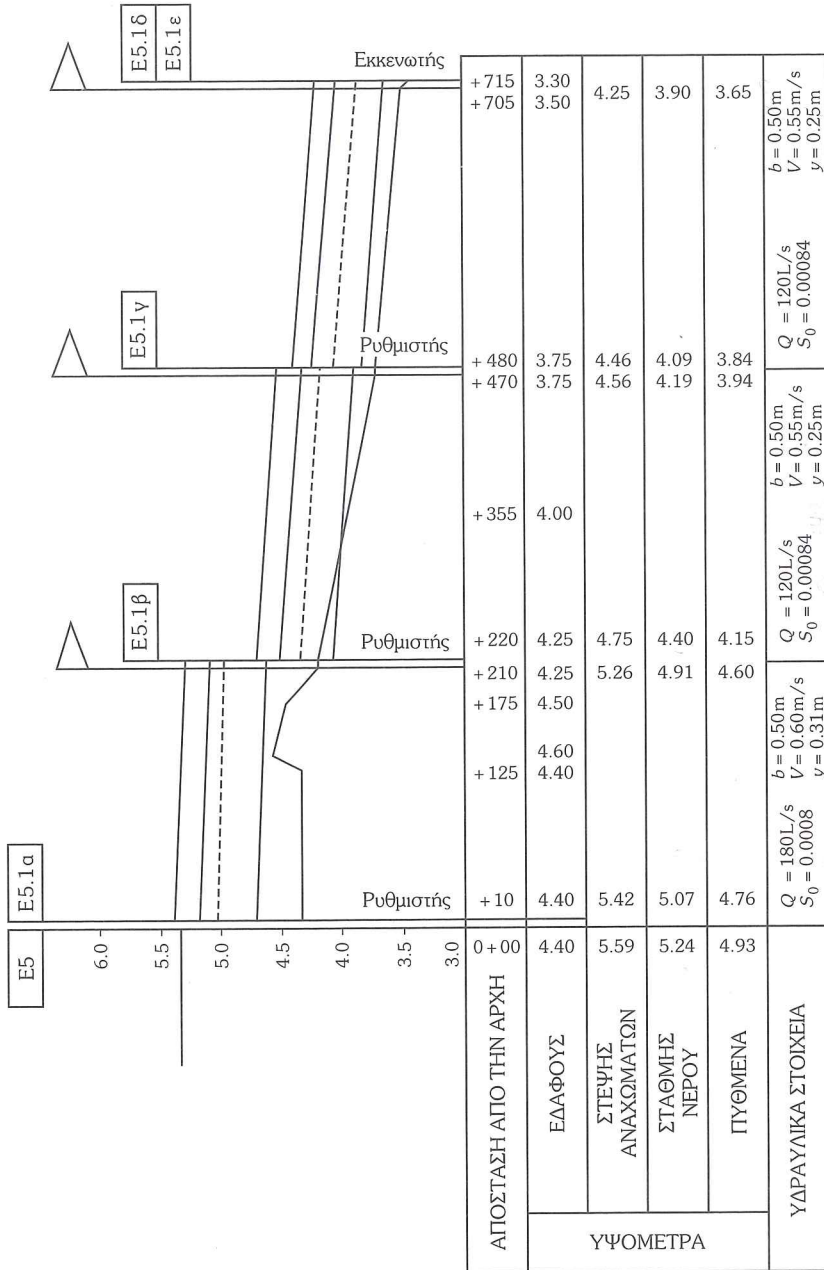
$$\bar{f}_{n'} = \frac{Q \cdot n'}{b_0 \cdot S^{1/2}} = \frac{0,18 \cdot 0,013}{0,5 \cdot 0,0008^{1/2}} = 0,525 \Rightarrow y_{n'} \leq 0,29$$

$$\bar{f}_c = \frac{Q}{b_0 \cdot S^{1/2} \cdot \sqrt{g}} = \frac{0,18}{0,5 \cdot 0,81^{1/2}} = 0,325 \Rightarrow y_c \leq 0,19 \text{ m}$$

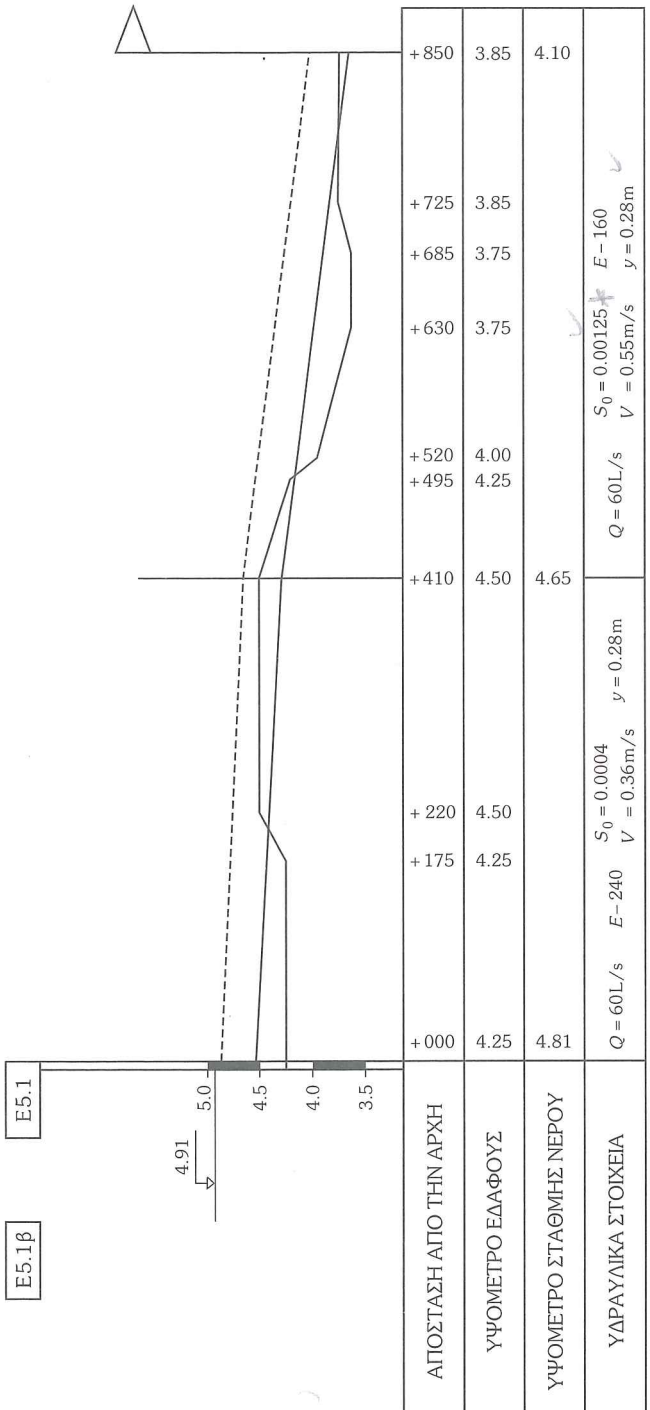
Ισχύουν $y_n > y_c$ και $y_{n'} > y_c$ (υποκρίσιμη ροή)

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0,18}{(0,5 + 1,5 \cdot 0,31) \cdot 0,31} = 0,60 \text{ m/s (και σε αυτή την ταχύτητα)}$$

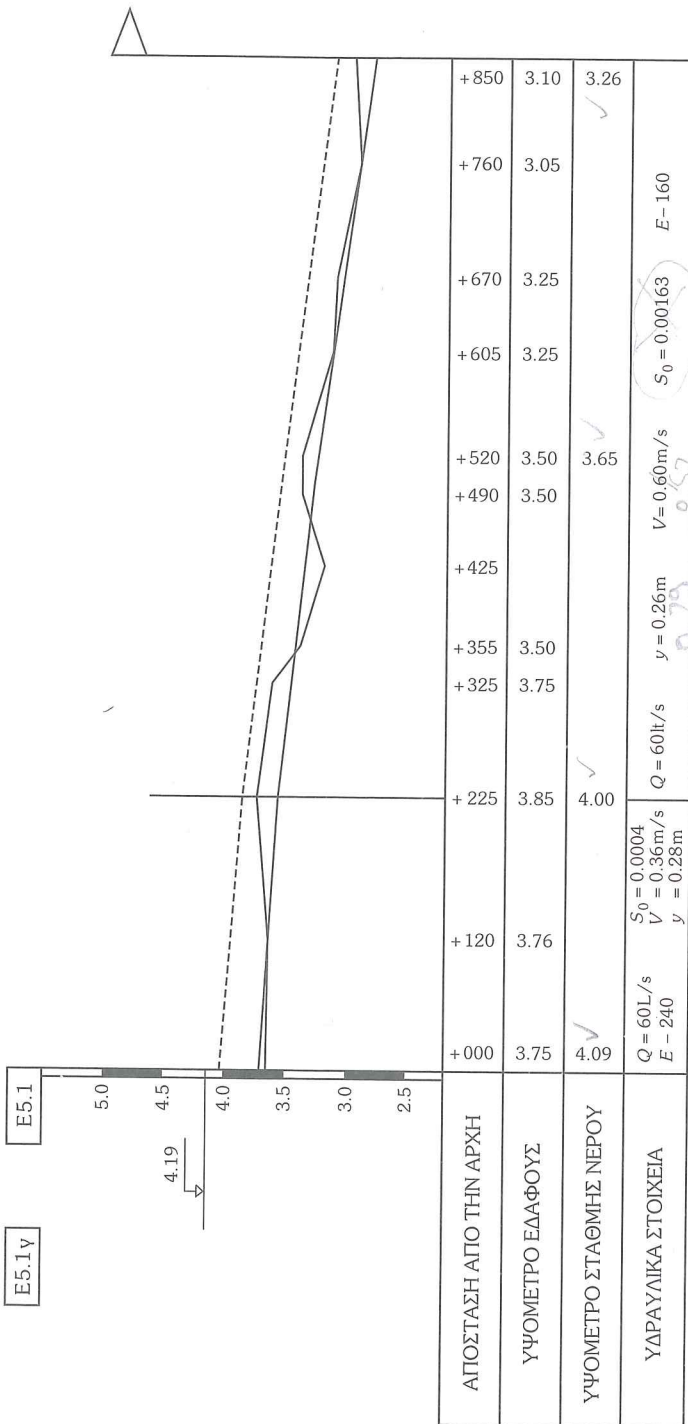
$$\text{Για } Q = 180 \text{ l/s} \Rightarrow f = 0,35 \text{ m}$$



Σχ. 8.33: Μπλοκομή της δευτερεύουσας διάρρυγας E5.1.

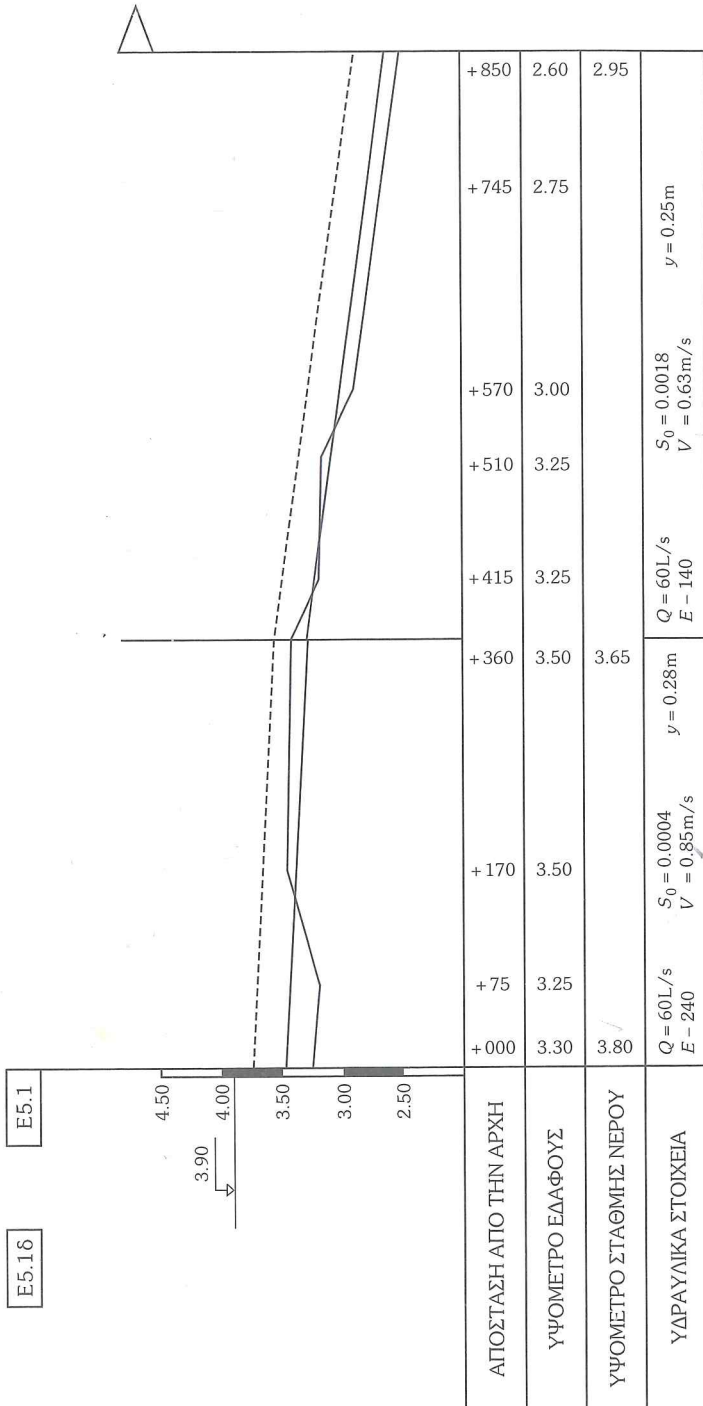


Σχ. 8.35: Μικτομή της τριτεύουσας διώρυγας E5.1β.



$S_0 = 0.0012$

Σχ. 8.36: Μικτομή της τριτεύουσας διάφυγας Ε5.1γ.



0.36

Σχ. 8.37: Μικτομή της τριπεύσας διώρυγας Ε5.16.

