

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ  
ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΥΠΟΔΟΜΩΝ / Γ.Δ.Υ.Κ.Υ.  
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΤΙΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ & ΕΓΓΕΙΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ  
(ΤΜΗΜΑ ΜΕΛΕΤΩΝ)

**ΜΕΛΕΤΗ ΕΓΓΕΙΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ  
ΠΑΡΑΛΙΜΝΙΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΑΜΒΡΑΚΙΑΣ, ΑΜΦΙΛΟΧΙΑΣ  
ΝΟΜΟΥ ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ**

ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ  
ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΠΟΧΕΤΕΥΤΙΚΩΝ – ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΤΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

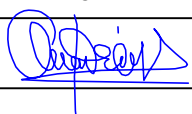

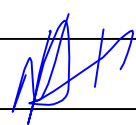
ΑΝΑΔΟΧΟΙ  
ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΜΕΛΕΤΩΝ ΤΕΜ ΑΕ - ΧΩΡΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΕ (ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ)  
ΧΡ. ΜΩΥΣΙΔΗΣ. (Η/Μ ΜΕΛΕΤΗ), ΔΙΚΤΥΟ ΑΕ (ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ)  
Γ. ΜΑΥΡΙΔΗΣ (ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ), Γ. ΣΙΓΑΛΟΣ (ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ)

ΑΘΗΝΑ ΙΟΥΝΙΟΣ 2017

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ  
ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΥΠΟΔΟΜΩΝ / Γ.Δ.Υ.Κ.Υ.  
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΤΙΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ & ΕΓΓΕΙΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ (ΤΜΗΜΑ ΜΕΛΕΤΩΝ)

ΜΕΛΕΤΗ ΕΓΓΕΙΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ  
ΠΑΡΑΛΙΜΝΙΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΑΜΒΡΑΚΙΑΣ, ΑΜΦΙΛΟΧΙΑΣ  
ΝΟΜΟΥ ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ  
Έργο : 199ΣΜ07200004 της ΣΑΜ072

ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ  
ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ  
ΑΠΟΧΕΤΕΥΤΙΚΩΝ - ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΤΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

ΑΝΑΔΟΧΟΣ		ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΜΕΛΕΤΩΝ ΤΕΜ ΑΕ - ΧΩΡΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΕ Χ. ΜΩΥΣΙΔΗΣ - ΔΙΚΤΥΟ ΑΕ - Γ. ΜΑΥΡΙΔΗΣ - Γ. ΣΙΓΑΛΟΣ			
			ΗΜΕΡ/ΝΙΑ	ΥΠΟΓΡΑΦΗ	
ΟΙ ΣΥΝΤΑΞΑΝΤΕΣ		ΤΕΜ ΑΕ	Γ. ΛΥΜΠΕΡΗΣ ΠΟΛ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ 2017	
		ΧΩΡΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΕ	Μ. ΚΑΚΑΝΗ ΠΟΛ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ		
		Ο ΕΚΠΡΟΣΩΠΟΣ	Ν. ΛΑΜΠΡΟΠΟΥΛΟΣ ΤΟΠ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ		
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΤΙΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΓΓΕΙΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ	ΔΙΕΥΘΥΝΟΥΣΑ ΥΠΗΡΕΣΙΑ	ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ			
		Η ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΡΙΑ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	Θ. ΜΑΛΟΥΧΟΥ ΠΟΛ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ		
		Η ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ	Θ. ΜΑΛΟΥΧΟΥ ΠΟΛ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ		
		Ο ΤΜΗΜΑΤΑΡΧΗΣ Δ/ΣΑΣ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ	Ι. ΚΑΝΕΛΛΟΠΟΥΛΟΣ ΤΟΠ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ		
	ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ	ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ			
		Η ΔΙΕΥΘΥΝΤΡΙΑ	Γ. ΚΑΣΤΡΑΝΤΑ ΠΟΛ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ		

Εγκρίθηκε με την ΔΑΕΕ/οικ1908/5-12-2017/Φ. Αμβρακίας Απόφαση

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>1.</b>	<b>ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ</b>	<b>3</b>
1.1.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΑΡΟΧΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ, ΡΕΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΤΑΦΡΩΝ	3
<b>2.</b>	<b>ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ</b>	<b>6</b>
2.1.	ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΤΑΦΡΟΥ	6
2.2.	ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΤΗΤΑ ΑΓΩΓΩΝ	7
2.3.	ΕΛΕΓΧΟΣ ΟΡΙΑΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ	8
2.3.1	Μέθοδος ειδικών ενεργειών (για οχετούς με έλεγχο εισόδου)	8
2.3.2	Για οχετούς με “έλεγχο εξόδου” (outlet control)	8
2.4.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΚΑΤΑΒΑΘΜΩΝ	9
2.5.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΛΛΕΠΑΛΛΗΛΩΝ ΚΑΤΑΒΑΘΜΩΝ ΣΕ ΜΙΚΡΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΥΣ (ΒΑΘΜΙΔΩΤΩΝ ΤΑΦΡΩΝ)	10
<b>3.</b>	<b>ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ</b>	<b>11</b>
3.1.	ΕΛΕΓΧΟΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΡΕΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΤΑΦΡΩΝ	11
3.2.	ΈΛΕΓΧΟΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΟΧΕΤΩΝ ΣΤΗΝ Ε.Ο.	17
3.3.	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΝΕΩΝ ΤΑΦΡΩΝ	18
3.4.	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΝΕΩΝ ΟΧΕΤΩΝ	22
3.5	ΕΛΕΓΧΟΣ ΝΕΩΝ ΟΧΕΤΩΝ ΣΕ ΟΡΙΑΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ (ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΑΠΟ ΤΡΑΠΕΖ. ΤΑΦΡΟ ΣΕ ΟΧΕΤΟ)	24
3.6	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΝΑΒΑΘΜΩΝ	32

## 1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ

Παρακάτω παρατίθενται οι αρχές-παραδοχές που λήφθηκαν υπόψη στο σχεδιασμό των έργων, και οι οποίες βασίζονται στα εγκεκριμένα πρότυπα (ΟΜΟΕ-ΑΣΥΕΟ, Ο.Σ.Μ.Ε.Ο.) με τα οποία σχεδιάζονται τα έργα διευθέτησης ρεμάτων καθώς και τα αντιπλημμυρικά-αποστραγγιστικά έργα στην χώρα μας αλλά και διεθνώς.

### 1.1. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΑΡΟΧΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ, ΡΕΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΤΑΦΡΩΝ

Αναλυτικοί υπολογισμοί των πλημμυρικών παροχών των λεκανών και των κύριων τάφρων έγιναν στα πλαίσια της Υδρολογικής μελέτης. Ο τρόπος υπολογισμού και οι εκτιμήσεις των πλημμυρικών παροχών παρατίθενται με λεπτομέρεια στο τεύχος της Υδρολογικής μελέτης.

Ακολούθησε επίγεια τοπογραφική αποτύπωση και επανειλημμένες επιτόπου επισκέψεις από τα αποτελέσματα των οποίων αναθεωρήθηκε κατά τι ο αρχικός σχεδιασμός των αντιπλημμυρικών και αποστραγγιστικών έργων. Η περιορισμένη αναθεώρηση συνίσταται στις λεπτομέρειες των τάφρων, στην κατάργηση κάποιων αρχικά προταθέντων έργων, προσθήκη κάποιων άλλων και η αναθεώρηση της κατανομής των πλημμυρικών παροχών στις προτεινόμενες τάφρους με βάση τα λεπτομερέστερα στοιχεία εδάφους.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρατίθενται οι αλλαγές που έγιναν σε σχέση με τις προτάσεις της Υδρολογικής μελέτης.

Ονομασία ρέματος/τάφρου	Q m <sup>3</sup> /s	Αλλαγές σε σχέση με τις προτάσεις της Υδρολογικής μελέτης
1T2.1	7.00	Παρόδια τάφος στο ίχνος υφιστάμενης χωμάτινης. Παραλαμβάνει τμήμα των απορροών της λεκάνης Λ8 και τις οδηγεί στην τάφρο 1T3.
1T8.1	11.13	Αλλαγή παροχής. Δέχεται το 50% της παροχής της λεκάνης Λ26 (22.26 m <sup>3</sup> /s) όπως υπολογίστηκε στην Υδρολογική μελέτη και μεταφέρει τα όμβρια σε υφιστάμενη τάφρο κοντά στη λίμνη. Καταργείται ο οχετός στην Ε.Ο. και η κατάντη αυτού τάφος, υποδειχθείσα ως 1T8 στην Υδρολογική μελέτη.
1T8.2	11.13	Παρόδια τάφος, δέχεται το 50% της παροχής της εξωτερικής λεκάνης Λ26 (22.26 m <sup>3</sup> /s) όπως υπολογίστηκε στην Υδρολογική μελέτη και μεταφέρει τα όμβρια στον υφιστάμενο Κ.Ο.13.
1T8	11.13	Η σημειωθείσα στην Υδρολογική μελέτη τάφος 1T8 μετατοπίζεται κατάντη του Κ.Ο.13.

Ονομασία ρέματος/τάφρου	Q m <sup>3</sup> /s	Αλλαγές σε σχέση με τις προτάσεις της Υδρολογικής μελέτης
3T1	10.94	Αλλαγή παροχής σχεδιασμού. Δέχεται την απορροή της λεκάνης Λ28 2 (9.5 m <sup>3</sup> /s) αλλά επιπλέον και το 20% της παροχής της Λ29 (20%×7.18 m <sup>3</sup> /s).
3T	18.82	Αλλαγή παροχής σχεδιασμού. Δέχεται τις παροχές της λεκάνης Λ29 (7.18 m <sup>3</sup> /s), της Λ30 (2.14 m <sup>3</sup> /s) και της Λ28 (9.5 m <sup>3</sup> /s).
3T2	3.57	Αλλαγή παροχής σχεδιασμού. Δέχεται τις παροχές της λεκάνης Λ30 (2.14 m <sup>3</sup> /s) και το 20% της παροχής της Λ29 (20%×7.18 m <sup>3</sup> /s).
4T1	1.00	Παρόδια τάφρος, απαιτείται για την καθοδήγηση των απορροών στον Κ.Ο. 10. Μικρή παροχή, λαμβάνεται συμβατικά 1m <sup>3</sup> /s.
5TA1	6.67	Παρόδια τάφρος μεταξύ Ε.Ο. και παράπλευρου. Απαιτείται για να οδηγηθεί τμήμα (περί το 1/3) των απορροών της εξωτερικής λεκάνης Λ33(2.59 m <sup>3</sup> /s) στον Κ.Ο. 9.
5T3	18.48	Πρόκειται για τη οδό του Ριβίου που έχει μετατραπεί σε ρέμα. Παραλαμβάνει το σύνολο της παροχής των λεκανών Λ32.1, Λ32.2 και Λ33 (21.07 m <sup>3</sup> /s). Η παροχή σχεδιασμού απομειώνεται κατά το τμήμα των απορροών που παραλαμβάνει η 5TA1.
5TA	28.48	Κύρια τάφρος εκτόνωσης των απορροών της περιοχής Ριβίου. Αποχετεύει το σύνολο των απορροών των 5T3, 5TA1, 5T1
5TA3	1.00	Παρόδια τάφρος, απαιτείται για την καθοδήγηση των απορροών στον Κ.Ο. 8. Μικρή παροχή, λαμβάνεται συμβατικά 1m <sup>3</sup> /s.
5TB	<2.0	Παρόδια τάφρος, απαιτείται για την καθοδήγηση των απορροών στον Κ.Ο. 7. Μικρή παροχή, λαμβάνεται συμβατικά 2m <sup>3</sup> /s.
6T1.1	3.51	Παρόδια τάφρος, απαιτείται για την καθοδήγηση των απορροών στον Κ.Ο. 6. Εκτιμάται ότι μεταφέρει εξωτερική παροχή της λεκάνης Λ34.2 (3.51 m <sup>3</sup> /s).
6T1.2	1.00	Παρόδια τάφρος, απαιτείται για την καθοδήγηση των απορροών στον Κ.Ο. 5. Μικρή παροχή, λαμβάνεται συμβατικά 1m <sup>3</sup> /s.

Ονομασία ρέματος/τάφρου	Q m <sup>3</sup> /s	Αλλαγές σε σχέση με τις προτάσεις της Υδρολογικής μελέτης
6T2	10.62	Αλλαγή παροχής σχεδιασμού. Εκτονώνει τον Κ.Ο. 4 παραλαμβάνοντας τις παροχές της 6T2.1 και επιπλέον το 50% των απορροών της λεκάνης Λ38.2 (50% $\times$ 3.79 m <sup>3</sup> /s).
6T2.1	8.72	Παρόδια τάφρος, αποχετεύει το 1/3 της λεκάνης Λ36 (33% $\times$ 20.48) και το 50% της λεκάνης Λ35.2 (50% $\times$ 3.79)
6T3.2	6.83	Παρόδια τάφρος, σχεδιάστηκε ώστε να αποχετεύει το 1/3 της λεκάνης Λ36 (33% $\times$ 20.48)
6T3.1	6.83	Παρόδια τάφρος, σχεδιάστηκε ώστε να αποχετεύει το 1/3 της λεκάνης Λ36 (33% $\times$ 20.48)
6TB.1	1.00	Παρόδια τάφρος, απαιτείται για την καθοδήγηση των απορροών στον Κ.Ο. 5. Μικρή παροχή, λαμβάνεται συμβατικά 1m <sup>3</sup> /s.
6TB.2	1.00	Παρόδια τάφρος, απαιτείται για την καθοδήγηση των απορροών στον Κ.Ο. 4. Μικρή παροχή, λαμβάνεται συμβατικά 1m <sup>3</sup> /s.
6T3	13.65	Κύρια τάφρος εκτόνωσης του Κ.Ο. 9Α, παραλαμβάνει τις παροχές των 6T3.1 και 6T3.2
6T8	0.50	Παρόδια τάφρος, δέχεται τις απορροές των εκατέρωθεν οδών. Μικρή παροχή, λαμβάνεται συμβατικά 0.5m <sup>3</sup> /s.

## 2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Γίνεται χρήση του ημιεμπειρικού τύπου των Manning-Strickler

$$Q = A \times V \text{ (m}^3\text{/s)}$$

$$V = (1/n) \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

όπου

Q	η παροχή σε m <sup>3</sup> /s
A	η υγρά διατομή σε m <sup>2</sup>
V	η μέση ταχύτητα ροής σε m/s. Με την παραδοχή των χωματοουργικών διαμορφώσεων στις διατομές των τάφρων η μέγιστη ταχύτητα ροής δεν ξεπερνά το 1,5m/s.
n	συντελεστής τραχύτητας Manning
R	η υδραυλική ακτίνα σε m
S	η κλίση της γραμμής ενέργειας

ο συντελεστής n λαμβάνεται ως εξής:

n = 0.012	για οχετούς (έλεγχος μέγιστης ταχύτητας)
n = 0.018	για οχετούς (έλεγχος πληρότητας)
n = 0.016	για σωληνωτούς αγωγούς
n = 0.016	σε τάφρους επενδεδυμένες με σκυρόδεμα
n = 0.025	σε καθαρισμένες χωμάτινες τάφρους
n = 0.030-0.040	σε τάφρους με βλάστηση και μεγάλη ανομοιομορφία κοίτης
n = 0.025	σε τάφρους επενδεδυμένες με σαρζανέτ

### 2.1. ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΤΑΦΡΟΥ

Γενικά, η επένδυση εφαρμόζεται όταν:

- ο Η κατά μήκος κλίση  $i < 0.3\%$  για υδραυλικούς και κατασκευαστικούς λόγους
- ο Όταν  $\max V > 1.00 \text{ m/s}$  για γαιώδεις πυθμένες και  $\max 5.00 \text{ m/s}$  για βραχώδεις πυθμένες

Στην παρούσα μελέτη προτείνεται γενικά επένδυση με λιθοπληρούμενα συρματοκιβώτια (έναντι χρήσης σκυροδέματος) για λόγους περιβαλλοντικούς και αισθητικούς αλλά και για λόγους αντοχής στο χρόνο και οικονομίας. Εξάιρεση αποτελούν οι παρόδιες τάφροι μεταξύ

Ε.Ο. και παράπλευρων όπου η έλλειψη χώρου απαιτεί την κατασκευή ορθογωνικών τάφρων από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Όσον αφορά τις τάφρους με λιθοπληρούμενα συρματοκιβώτια, επιλέχθηκε είτε η τραπεζοειδής διατομή με επένδυση στρωμνών πάχους 0.30m όπου είναι δυνατός ο περιορισμός των μέγιστων ταχυτήτων κάτω των 5.0m/s, όπως ορίζουν οι σχετικές προδιαγραφές, ενώ για μεγαλύτερες ταχύτητες (έως 7 m/s) χρησιμοποιήθηκε η ορθογωνική διατομή με κλιμακωτά πρηνή από λιθοπληρούμενα συρματοκιβώτια πάχους 0.50m.

## 2.2. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΤΗΤΑ ΑΓΩΓΩΝ

Οι συνήθεις προδιαγραφές ορίζουν ότι οι κάτωθι ελάχιστες διαστάσεις αγωγών και μέγιστες πληρότητες πρέπει να τηρούνται:

- εγκάρσιοι οχετοί ανεξαρτήτως παροχής και βάθους ροής  $L_w=1,00$ ,  $L_h=2,00$
- το ελεύθερο περιθώριο (freeboard) πάνω από το μέγιστο βάθος ροής (για την παροχή υπολογισμού) στις κάθε είδους τάφρους των έργων με εξαίρεση τις αβαθείς πλευρικές ορίζεται από τον παρακάτω πίνακα:

Τάφρος	Ελεύθερο περιθώριο	
	υποκρίσιμη ροή	υπερκρίσιμη ροή
ορθογωνική	$0.1 \times H_e$	$0.20 \times d$
τραπεζοειδής	$0.2 \times H_e$	$0.25 \times d$

όπου  $H_e$  είναι το ύψος της γραμμής ενέργειας και  $d$  το βάθος ροής.

Στην προκειμένη περίπτωση, οι παραπάνω παραδοχές δεν τηρήθηκαν στις ακόλουθες περιπτώσεις:

1. Υφιστάμενοι οχετοί στην Ε.Ο. θεωρήθηκαν επαρκείς εφόσον η πλημμυρική παροχή διέρχεται ελεύθερα ανεξάρτητα από το διαθέσιμο ελεύθερο ύψος.
2. Κάποιοι νέοι οχετοί κάτω από αγροτικές οδούς έχουν διαθέσιμο ελεύθερο ύψος (freeboard) μικρότερο του 1.0m για λόγους υψομετρικούς.
3. Εγινε αποδεκτό μικρότερο ελεύθερο περιθώριο (freeboard) στις τάφρους στις χαμηλές περιοχές κοντά στη λίμνη.



Οι παραπάνω διαφοροποιήσεις έγιναν για λόγους οικονομίας των έργων και θεωρούνται αποδεκτές δεδομένων των χρήσεων γης στην περιοχή μελέτης.

## **2.3. ΕΛΕΓΧΟΣ ΟΡΙΑΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ**

Για οχετούς που βρίσκονται στην πορεία ρεμάτων ή τάφρων γίνεται έλεγχος των οριακών συνθηκών σύμφωνα με τις παρακάτω μεθόδους.

### **2.3.1 Μέθοδος ειδικών ενεργειών (για οχετούς με έλεγχο εισόδου)**

Εξετάζονται οι συνθήκες μετάβασης στην είσοδο του τεχνικού (Van Te Chow, ch.17-8).

Υπολογίζεται η ειδική ενέργεια ομοιόμορφης ροής  $E_{ox}$  και η κρίσιμη ειδική ενέργεια  $E_{cr}$  στον οχετό. Αντίστοιχα υπολογίζεται και η ειδική ενέργεια της ροής  $E$  ανάντη του οχετού (στην προσαγωγή τάφρο). Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει:

$$E \geq E_{cr} + \text{απώλειες στην είσοδο}$$

έτσι ώστε η ροή να έχει τη δυνατότητα να περάσει από τον οχετό. Σε διαφορετική περίπτωση, δηλαδή αν  $E < E_{cr}$ , τότε η στάθμη του νερού ανάντη θα ανέλθει (ενδεχομένως και με υδραυλικό άλμα αν η ροή ανάντη είναι υπερκρίσιμη) μέχρις ότου αποκτηθεί η απαιτούμενη ειδική ενέργεια  $E_{cr}$ .

Οι απώλειες στην είσοδο είναι της τάξης των  $0.4-0.5 \times v^2/(2g)$ , όπου  $v$  είναι η ταχύτητα εισόδου στον οχετό (βλ.π.χ “Computer Applications in Hydraulic Engineering”, HAESTAD Press).

Σε περίπτωση που  $E = E_{cr} + \text{απώλειες στην είσοδο}$ , η ροή θα εισέλθει στον αγωγό με το κρίσιμο βάθος ροής και κατόπιν σταδιακά θα τείνει προς το κανονικό βάθος ροής.

### **2.3.2 Για οχετούς με “έλεγχο εξόδου” (outlet control)**

Υπολογίζεται το βάθος ροής στην έξοδο του οχετού από τα κατάντη (TW) καθώς και το κρίσιμο βάθος ροής στον οχετό ( $y_c$ ). Θεωρείται ως αρχικό βάθος ροής για τον προς τα ανάντη υπολογισμό του προφίλ ροής το μεγαλύτερο από τα TW,  $y_c$ .

Λαμβάνοντας υπόψη τις απώλειες στην έξοδο του οχετού, τις γραμμικές απώλειες κατά μήκος του οχετού και τις απώλειες στην είσοδο του οχετού, υπολογίζεται το βάθος ροής στην είσοδο του οχετού ( $y_{in}$ ). Σε περίπτωση που το βάθος αυτό ( $y_{in}$ ) είναι μεγαλύτερο από το βάθος ροής που υπολογίσθηκε με ελεύθερη συνθήκη εξόδου ( $H_{wi}$ ), δηλαδή  $y_{in} > H_{wi}$ , τότε ο οχετός λειτουργεί με συνθήκη “ελέγχου εξόδου”.

Για τον υπολογισμό της υπερύψωσης της στάθμης του νερού ανάντη του οχετού, όταν αυτός λειτουργεί υπό συνθήκη “ελέγχου εξόδου”, χρησιμοποιείται η προαναφερθείσα μέθοδος των

ειδικών ενεργειών με τη διαφοροποίηση ότι αντί της  $E_{cr}$  στην είσοδο του οχετού θεωρείται η  $E$  με βάση τον από κατάντη υπολογισμό  $y$  και  $v$ .

## 2.4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΚΑΤΑΒΑΘΜΩΝ

Οι υδραυλικές συνθήκες ροής σε αναβαθμό δίδονται από τις παρακάτω εξισώσεις (κατά Ven te Chow, "Open Channel Hydraulics"):

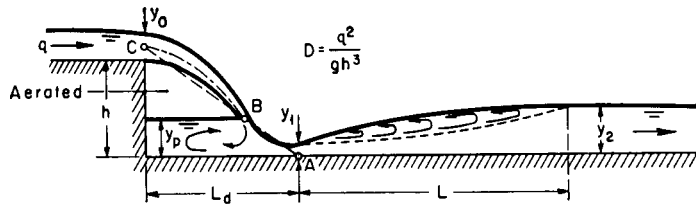


FIG. 15-18. Flow geometry of a straight drop spillway.

$$L_d/h = 4.30 \times D^{0.27}$$

$$y_p/h = 1.00 \times D^{0.22}$$

$$y_1/h = 0.54 \times D^{0.425}$$

$$y_2/h = 1.66 \times D^{0.27}$$

$$\text{όπου } D = q^2 / (g \times h^3)$$

$$q = \text{η ροή (m}^3/\text{s-m)}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

Το μήκος του άλματος  $L$  εξαρτάται από το βάθος της ροής κατάντη και τον αριθμό Froude στη θέση 1, και προκύπτει από το διάγραμμα που ακολουθεί.

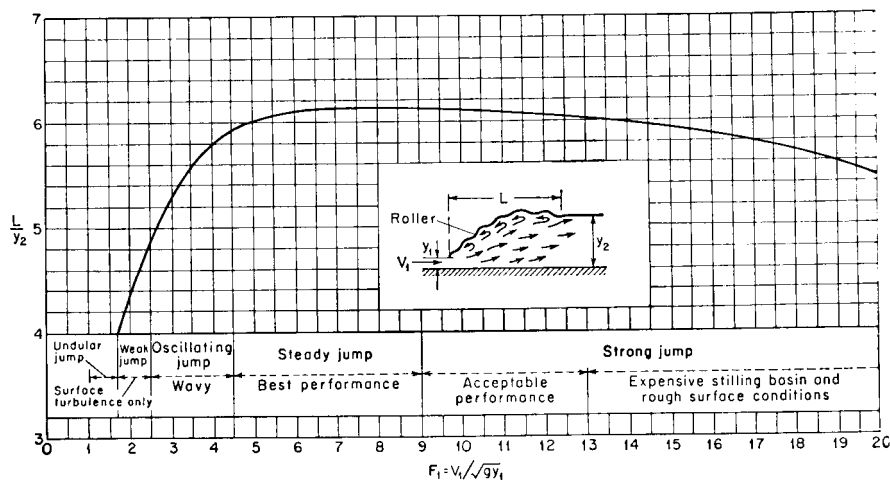


FIG. 15-4. Length in terms of sequent depth  $y_2$  of jumps in horizontal channels. (Based on data and recommendations of U.S. Bureau of Reclamation [34].)

Σε περίπτωση που το βάθος ροής κατάντη είναι μικρότερο από το βάθος  $y_2$ , τότε το υδραυλικό άλμα μεταφέρεται προς τα κατάντη. Σε αντίθετη περίπτωση, το άλμα μπορεί να είναι και βυθισμένο (βλ. Ven te Chow, σελ.423).

## **2.5. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΛΛΕΠΑΛΛΗΛΩΝ ΚΑΤΑΒΑΘΜΩΝ ΣΕ ΜΙΚΡΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΥΣ (ΒΑΘΜΙΔΩΤΩΝ ΤΑΦΡΩΝ)**

Ο υπολογισμός βασίζεται στην ημι-εμπειρική μέθοδο που παρουσιάζεται στο “Hydraulic Design of Stepped Cascades, Channels, Weirs and Spillways” του Hubert Chanson, 1994.

Η ροή με διαδοχικές πτώσεις (nappe flow) και πλήρη δημιουργία υδραυλικού άλματος σε κάθε “πάτημα” βαθμίδας είναι δυνατή όταν η μέση κλίση είναι μικρότερη του 20% και ταυτόχρονα ισχύει για το κρίσιμο βάθος ροής  $dc$  σε σχέση με το ύψος  $H$  κάθε βαθμίδας:

$$dc/h < 1/3$$

όπου το κρίσιμο βάθος ροής  $dc$  δίδεται από τη σχέση:

$$dc = [Q^2 / (g \times b^2)]^{1/3}$$

όπου  $Q$  είναι η παροχή και  $b$  το πλάτος της τάφρου.

Όταν η παραπάνω συνθήκη δεν ισχύει (λόγω μεγάλης κατά μήκος κλίσης), η ροή είναι συνεχής (skimming flow). Τέτοιου είδους ροή ξεκινά όταν (για περίπου οριζόντιες βαθμίδες):

$$dc/h > 1.057 - 0.465 * (h/L) \text{ όπου } L \text{ το πλάτος της βαθμίδας.}$$

### **3. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ**

#### **3.1. ΕΛΕΓΧΟΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΡΕΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΤΑΦΡΩΝ**

Μετά τις επίγειες τοπογραφικές αποτυπώσεις προέκυψε ότι ο έλεγχος των περισσότερων υφιστάμενων χωμάτινων τάφρων έχει περισσότερο ποιοτικό χαρακτήρα και μόνον σε ορισμένες από αυτές μπορεί να ποσοτικοποιηθεί για τους εξής λόγους:

1. Τα “ορεινά” τμήματα των ρεμάτων έχουν υπερβολικά ακανόνιστες διατομές που καθιστούν πρακτικά αδύνατο τον ουσιαστικό υπολογισμό υδραυλικών στοιχείων ροής.
2. Τα πεδινά τμήματα των ρεμάτων ή τάφρων διακόπτονται από ιδιοκτησίες ή/και πρόχειρες γεφυρώσεις που πρακτικά ακυρώνουν τη λειτουργία της τάφρου υπό συνθήκες πλημμυρικής παροχής.
3. Κάποιες υφιστάμενες παρόδιες τάφροι διακόπτονται από προσβάσεις κάτω από τις οποίες υπάρχουν σωληνωτοί αγωγοί με προφανή υδραυλική ανεπάρκεια.

Έτσι, η αναφορά σε “έλεγχο” των υφιστάμενων τάφρων που γίνεται στον παρακάτω πίνακα έχει αναγκαστικά ποιοτικό χαρακτήρα αφού ο υδραυλικός υπολογισμός στις περισσότερες από αυτές δεν έχει νόημα.

## Έλεγχος υφιστάμενων τάφρων

Ρέμα/τάφος	Πλημμυρική Q	Κατά μήκος κλίση	πλάτος στο ύψος της όχθης	Βάθος	παρατηρήσεις	ελάχ. απαιτούμενες διαστάσεις (πλ. x υψ.)
m <sup>3</sup> /s			m	m		m x m
1T1.1	16.96	0.019	3.5	0.4-0.5	Δεν επαρκεί.	4x1.0 τραπ.
1T1 (τμ.2)	17.94	0.055	7.5	0.7-0.8	Δεν υπάρχει παντού σαφής κοίτη, επαρκεί υδραυλικά αλλά με πολύ μεγάλες ταχύτητες ροής	4x1.5 ορθ.
1T1 (τμ.1)	31.23	0.006-0.04			Δεν υπάρχει κοίτη, νέα τάφος. Δύο τμήματα με διαφορετικές κλίσεις	6x1.5 ορθ ή 6.0x1.5 τραπ.
1T2	14.54	0.008-0.03	9.5-11.0	έως 1.0	Δεν υπάρχει σαφής κοίτη.	4.0x1.0 τραπ.
1T2.1	7	0.005-0.0390	7.0	1.0-1.5	Υφιστάμενη χωμάτινη. Επαρκεί αλλά υπόκειται σε διάβρωση.	1x1.5 τραπ.
1T3	10.46	0.025	4.0		Υπάρχει κοίτη μόνον σε τμήμα (ανάντη). Δεν επαρκεί.	2.0x1.0 τραπ.
1T5 τμ.2	6.44	0.06	7.5-15.0	0.6-1.0	Σαφής κοίτη, μεγάλη διαφορά στην κατά μήκος κλίση στο ανάντη και κατάντη του δρόμου τμήμα - μεγάλες ανομοιομορφίες στην κοίτη λόγω διάβρωσης.	2.0x1.5 ορθογ. Με αναβαθμούς 0.5m
1T5 τμ.1		0.061				2.0x1.0 τραπ.
1T6	4.55	0.029-0.07			Δεν υπάρχει σαφής κοίτη	2.0x1.5 ορθογ. με αναβαθμούς 0.5m

Ρέμα/τάφρος	Πλημμυρική Q	Κατά μήκος κλίση	πλάτος στο ύψος της όχθης	Βάθος	παρατηρήσεις	ελάχ. απαιτούμενες διαστάσεις (πλ. x υψ.)
m <sup>3</sup> /s			m	m		m x m
1T7 τμ.2	4.93	0.02-0.07	9.5-13	1.0-2.0	Σαφής κοίτη ανάντη, δεν υπάρχει κοίτη στο κατάντη 1/3- μεγάλες ανομοιομορφίες στην κοίτη λόγω διάβρωσης	2.0x1.5 ορθογ. με αναβαθμούς 0.5m
1T8.1	11.13	0.008-0.05			δεν υπάρχει κοίτη	2.0x1.50 ορθ
1T8.2	11.13	0.006-0.016	7.0	0.80-0.90	Υπάρχει κοίτη που κατά τμήματα επαρκεί αλλά υπόκειται σε διάβρωση.	3.0x1.5 ορθ
1T8 v	11.13	0.045	4.0-8.0	0.50-0.60	Υπάρχει ακανόνιστη κοίτη, δεν επαρκεί το βάθος	3.0x1.0 τραπ.
2T1	5.25	0.003	9.0	2.0-3.0	Υπάρχει ακανόνιστη κοίτη σε τμήμα με σχεδόν μηδενική κατά μήκος κλίση.	2.0x1.50 τραπ.
2T	5.25	0.0467	5	1.0-1.5	Ακανόνιστη κοίτη, υπόκειται σε διάβρωση	2.0x1.0 τραπ.
3T1	10.94	0.0056			Δεν υπάρχει κοίτη τάφρου	3.0x1.50 ορθ.
3T	18.82	0.0324			δεν υπάρχει κοίτη τάφρου	4.0x1.5 τραπ.
3T2	3.568	0.006-0.028			Δεν υπάρχει κοίτη τάφρου	2.0x1.0 ορθ
4T	11.74	0.10	10.0	2.0	Σαφής κοίτη μόνον σε τμήμα. Πολύ μεγάλη κατά μήκος κλίση με ανομοιομορφίες, υπόκειται σε διάβρωση.	3.0x1.5 ορθογ. με αναβαθμούς 0.5m
4T1	1	0.007-0.06			Δεν υπάρχει τάφρος	1.0x1.0 ορθ

Ρέμα/τάφρος	Πλημμυρική Q	Κατά μήκος κλίση	πλάτος στο ύψος της όχθης	Βάθος	παρατηρήσεις	ελάχ. απαιτούμενες διαστάσεις (πλ. x υψ.)
m <sup>3</sup> /s			m	m		m x m
5T1	3.33	0.020	1.0	1.0	Υπάρχει παρόδια τάφρος που επαρκεί οριακά (y=0.82m, v=4.80m/s). Η τάφρος αντικαθίσταται κατά τμήματα από σωλ. αγωγούς (θα λειτουργούν υπό πίεση). Προτείνεται αντικατάσταση των σωληνωτών αγωγών ορθογων. 1.0x1.0 (ή Φ1200).	1.0x1.0 ορθ
5TA1	6.67	0.017-0.03			Δεν υπάρχει τάφρος	2.0x1.00 ορθ
5T3	18.48	0.02-0.07	15.00	έως 3	Το ρέμα έχει γίνει αγροτικός δρόμος.	3.0x1.50 ορθ.
5T	21.07	0.02-0.04	7.0-12.0	έως 2	Υπάρχει κοίτη τάφρο με μεγάλη ανομοιομορφία πυθμένα. Επαρκεί αλλά υπόκειται σε διάβρωση	4.0x1.50 ορθ με αναβ
5TA	28.48	0.0358	5.00	έως 1.50	Υπάρχει σαφής κοίτη. Δεν επαρκεί υδραυλικά λόγω ανομοιομορφιών και κινδύνου διάβρωσης	4.0x1.5 ορθ
5TA3	1.0	0.005-0.07			Δεν υπάρχει τάφρος	1.0x1.0 ορθ
5TB (κατάντη)	<2.0	0.015-0.05			Δεν υπάρχει τάφρος	1.0x1.0 ορθ
5TB (κατάντη)	<2.0	0.05	11.0	1.0	Επαρκεί η υφιστ. χωμάτινη τάφρος πλάτους 11-12μ (y=0.13m, v=1.60m/s)	
5T2	2.59	0.0067-0.10			Δεν υπάρχει παντού σαφής κοίτη.	2.0x1.0 ορθ

Ρέμα/τάφρος	Πλημμυρική Q	Κατά μήκος κλίση	πλάτος στο ύψος της όχθης	Βάθος	παρατηρήσεις	ελάχ. απαιτούμενες διαστάσεις (πλ. x υψ.)
m <sup>3</sup> /s			m	m		m x m
6TA	3.2	0.0356-0.075	8.0.	1.0	Υπάρχει χωμάτινη τάφρος. Επαρκεί αλλά υπόκειται σε διάβρωση.	2.0x1.0 τραπ.
6T1	3.51	0.019-0.0375	2.0-3.0	0.40	Δεν επαρκεί.	2.0x1.0 τραπ.
6T1.1	3.51	0.0117-0.051			Δεν υπάρχει κοίτη τάφρου.	2.0x1.0 ορθ
6T1.2	1	0.005-0.019			Δεν υπάρχει κοίτη τάφρου.	1.0x1.0 ορθ
6T2	10.62	0.005-0.044	5.00	0.80	Δεν υπάρχει παντού σαφής κοίτη. Δεν επαρκεί υδραυλικά.	3.0x1.5 τραπ.
6T2.1	8.72	0.006-0.017			Δεν υπάρχει κοίτη τάφρου.	3.0x1.20 ορθ
6T3.2	6.83	0.0078			Δεν υπάρχει κοίτη τάφρου.	2.0x1.20 ορθ
6T3.1	6.83	0.0074			Δεν υπάρχει κοίτη τάφρου.	2.0x1.20 ορθ
6TB.1	1.0	0.0106			Δεν υπάρχει κοίτη τάφρου.	1.0x1.0 ορθ
6TB.2	1.0	0.002-0.03			Δεν υπάρχει κοίτη τάφρου.	1.0x1.0 ορθ
6T3	13.65	0.0325	4.0-6.0	0.20-0.40	Υπάρχει μικρή αβαθής τάφρος. Δεν επαρκεί.	4.0x1.00 τραπ.
6T4 τμ1	4.09	0.004-0.01	2.0-4.0	αβαθμής	Υπάρχει χωμ. τάφρος δίπλα σε ασφαλτόδρομο. Δεν επαρκεί.	2.0x1.0 ορθ
6T4.1	0.50	0.0096			Δεν υπάρχει κοίτη τάφρου. συμβατ. 0.5 m <sup>3</sup> /s	1.0x0.5 ορθ



Ρέμα/τάφρος	Πλημμυρική Q	Κατά μήκος κλίση	πλάτος στο ύψος της όχθης	Βάθος	παρατηρήσεις	ελάχ. απαιτούμενες διαστάσεις (πλ. x υψ.)
m <sup>3</sup> /s			m	m		m x m
6T4.2	0.50				συμβατ. 0.5 m <sup>3</sup> /s	1.0x0.5 ορθ
6T4.3	2.05	0.0084			συμβ. 50%x6T4	1.0x1.0 ορθ
6T7 τμ4	26.48	0.017-0.0317	5.00	0.50	Υπάρχει χωμάτινη τάφρος δίπλα στην αγροτική οδό. Δεν επαρκεί.	4.0x1.5 τραπ.
6T8	0.5	0.017			Δεν υπάρχει κοίτη τάφρου.	0.5x0.5 ορθ
6T τμ.5-τμ.2	5.78-7.23	0.0088-0.021	2.0-8.0	αβαθής	Δεν υπάρχει κοίτη σε όλο το μήκος. Η αβαθής τάφρος δεν επαρκεί.	2.0x1.0 τρ
6T τμ 1	33.71	0.008	4.0-12.0	>1.9	Κοίτη με μεγάλη ανομοιομορφία στο πλάτος και βάθος, με μεγάλη ανάπτυξη βλάστησης. Στο σύνολό της δεν επαρκεί.	6.0x1.5 τρ
1T	28.18-60.07	0.001-0.005			Δεν υπάρχει κοίτη τάφρου.	6.0x1.5 τρ

### 3.2. ΈΛΕΓΧΟΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΟΧΕΤΩΝ ΣΤΗΝ Ε.Ο.

Ο έλεγχος των υφιστάμενων οχετών στην Ε.Ο. έγινε με βάση τις τοπογραφικές αποτυπώσεις που έγιναν στα πλαίσια της παρούσας μελέτης.

Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται τα αποτελέσματα των υδραυλικών υπολογισμών.

#### Έλεγχος υφιστάμενων οχετών (από Βορρά προς Νότο)

Ονομασία οχετού	Διαστάσεις (πλ. x υψ.) m x m	Κατά μήκος κλίση	Βάθος ροής m	Ταχύτητα ροής m/s	Παρατηρήσεις
K.O.16	4.0x1.70	0.0187	0.73	5	ΕΠΑΡΚΕΙ
K.O.15	6.0x1.60	0.0321	0.27	3.95	ΕΠΑΡΚΕΙ
K.O.14	6.0x1.50	0.0167	0.28	2.91	ΕΠΑΡΚΕΙ
K.O.12	2.0x1.20	0.0412	0.49	5.37	ΕΠΑΡΚΕΙ
K.O.11	2.0x1.70	0.0103			ΔΕΝ ΕΠΑΡΚΕΙ, ανακατασκευάζεται
K.O.11-N	4.0x2.00	0.05	0.58	8.17	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ K.O.11
K.O.10	2.0x1.50 θολ	0.1239	0.59	10.93	ΕΠΑΡΚΕΙ
K.O.8	4.0x3.50	0.007	1.32	3.99	ΕΠΑΡΚΕΙ
K.O.9	4.0x1.40	0.0234	0.41	4.12	ΕΠΑΡΚΕΙ
K.O.7	2.0x1.80 θολ	μικρή παροχή			ΕΠΑΡΚΕΙ
K.O.6	2.0x1.60	0.005	0.73	2.21	ΕΠΑΡΚΕΙ
K.O.5	2.0x1.40	0.0344	0.4	4.44	ΕΠΑΡΚΕΙ
K.O.4	2.0x1.80 θ	0.0463	0.77	6.87	ΕΠΑΡΚΕΙ
K.O.3	2.0x0.70	0.004	0.56	1.78	ΕΠΑΡΚΕΙ
K.O.2	2.0x1.80	0.0385	0.26	3.82	
K.O.1	2.0x1.2	0.01	1.03	3.53	ΔΕΝ ΕΠΑΡΚΕΙ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΑ
K.O.1-N	2.0x2.0	0.02	0.79	4.56	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ K.O.1

### 3.3. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΝΕΩΝ ΤΑΦΡΩΝ

Στον πίνακα που ακολουθεί παρατίθενται τα υδραυλικά στοιχεία των νέων προτεινόμενων τάφρων υπό συνθήκες ομοιόμορφης ροής.

Ρέμα/ τάφρος	Παροχή σχεδιασμού m <sup>3</sup> /s	Κατά μήκος κλίση	ελάχ. απαιτούμενες διαστάσεις (πλ. x υψ.) m x m	επένδυση	ταχύτητα ροής m/s	βάθος ροής m
1T1.1	16.96	0.019	4x1.0 τραπ.	στρώμες	3.98	0.82
1T1 (τμ.2)	17.94	0.055	4x1.5 ορθ.	λιθοπλ. συρματ.	6.14	0.71
1T1 (τμ.1)	31.23	0.04	6x1.5 ορθ	λιθοπλ. συρματ.	6.10	0.85
		0.0317	6x1.5 ορθ		5.64	0.92
		0.0169	6x1.5 τραπ.	στρώμες	4.33	0.97
		0.0123	6x1.5 τραπ.		3.88	1.06
		0.0059	6x1.5 τραπ.		3.01	1.30
1T2	14.54	0.00833	4.0x1.0 τραπ.	στρώμες	2.85	0.94
		0.0277	4.0x1.0 τραπ.		4.33	0.67
		0.019	4.0x1.0 τραπ.		3.80	0.75
		0.0217	4.0x1.0 τραπ.		3.98	0.72
		0.016	4.0x1.0 τραπ.		3.58	0.78
		0.01	4.0x1.0 τραπ.		3.04	0.90
1T2.1	7.00	0.0390	1x1.0 τραπ.	στρώμες	3.26	0.91
		0.0170	1x1.5 τραπ.		2.59	1.05
		0.0045	1x1.5 τραπ.		2.00	1.23
1T3	10.46	0.025	2.0x1.0 τραπ.	στρώμες	4.11	0.80
		0.0330			4.54	0.74
		0.0220			3.92	0.82
1T5 τμ.2	6.44	0.06	2.0x1.5 ορθ. με αναβαθμ. 0.5m	λιθοπλ. συρματ.	5.17	0.62
1T5 τμ.1		0.061	2.0x1.0 τραπ.	στρώμες	4.68	0.50
1T6	4.55	0.07	2.0x1.5 ορθ. με αναβαθμ. 0.5m	λιθοπλ. συρματ.	4.92	0.46
		0.064	2.0x1.5 τραπ.	στρώμες	4.50	0.39
		0.05	2.0x1.0 τραπ.		4.13	0.42
		0.029	2.0x1.0 τραπ.		3.41	0.49
1T7 τμ.2	4.93	0.07	2.0x1.5 ορθ. με αναβαθμ. 0.5m	λιθοπλ. συρματ.	5.04	0.49
		0.091	2.0x1.5 ορθ	λιθοπλ. συρματ.	5.45	0.45
		0.0361	2.0x1.0 τραπ.	στρώμες	3.78	0.48
		0.0675	2.0x1.0 τραπ.	στρώμες	4.70	0.40
1T7 τμ.1		0.0225	2.0x1.0 τραπ.	στρώμες	3.20	0.55
1T8.1	11.13	0.049	2.0x1.50 ορθ	οπλ. σκυροδ.	7.74	0.72
		0.00833	2.0x2.0 ορθ		3.62	1.54
		0.0286	2.0x1.50 ορθ		5.83	0.96
		0.018	2.0x1.50 ορθ		4.90	1.14
		0.017	2.0x1.50 τραπ.	στρώμες	3.63	0.91

Ρέμα/ τάφρος	Παροχή σχεδιασμού m <sup>3</sup> /s	Κατά μήκος κλίση	ελάχ. απαιτούμενες διαστάσεις (πλ. x υψ.) m x m	επένδυση	ταχύτητα ροής m/s	βάθος ροής m
1T8.2	11.13	0.0062 0.016 0.033 0.0132	3.0x1.2 ορθ.	οπλ. σκυροδ	3.56 4.98 6.37 4.65	1.04 0.75 0.58 0.80
1T8	11.13	0.045 0.04	3.0x1.0 τραπ. 3.0x1.0 τραπ.	στρώμνες στρώμνες	4.93 4.73	0.58 0.60
2T1	5.25	0.003 0.0103 0.0058	2.0x1.50 τραπ. 2.0x1.50 τραπ. 2.0x1.50 ορθ	χωμ στρώμνες οπλ. σκυροδ.	1.57 2.46 2.66	0.97 0.70 0.99
2T	5.25	0.0467	2.0x1.0 τραπ.	στρώμνες	4.21	0.46
3T1	10.94	0.0056	3.0x1.50 ορθ.	οπλ. σκυροδ.	3.14	1.16
3T	18.82	0.0324	4.0x1.5 τραπ.	στρώμνες	4.95	0.74
3T2	3.568	0.0281 0.0167 0.00833 0.0059	2.0x1.0 ορθ	οπλ. σκυροδ.	4.52 3.80 2.97 4.33	0.40 0.47 0.60 0.41
4T (τμ.2)	11.74	0.07	3.0x1.5 ορθ. με αναβαθμ. 0.5m	λιθοπλ. συρματ.	6.18	0.63
4T (τμ.1)	11.74	0.0481	4.0x1.0 τραπ.	στρώμνες	4.87	0.51
4T1	1.00	0.007 0.034 0.056	1.0x1.0 ορθ	οπλ. σκυροδ.	2.06 3.64 4.33	0.49 0.27 0.23
5T1 τμ1	3.33	0.018605	1.0x1.0 ορθ	οπλ. σκυροδ.		
5T1 τμ2	3.33	0.018605	1.0x1.0 ορθ	οπλ. σκυροδ.		
5TA1	6.67	0.017 0.0315	2.0x1.00 ορθ	οπλ. σκυροδ.	4.37	1.02
5T3	18.48	0.07 0.0668 0.0481 0.0365 0.0438 0.0219	3.0x1.50 ορθ 3.0x1.50 σχετος 3.0x1.50 σχετος 3.0x1.50 ορθ 3.0x1.50 ορθ 4.0x1.20 σχετος	οπλ. σκυροδ.	8.92 8.78 7.84 7.12 7.59 5.70	0.69 0.70 0.79 0.87 0.81 0.81
5T	21.07	0.04 0.021 0.038	4.0x1.50 ορθ με αναβ	λιθοπλ. συρματ.	5.83 4.67 5.73	0.90 1.13 0.92
5TA	28.48	0.0358 0.0375	4.0x1.5 ορθ 4.0x1.5 ορθ	λιθοπλ. συρματ. λιθοπλ. συρματ.	6.15 6.25	1.16 1.14

Ρέμα/ τάφρος	Παροχή σχεδιασμού m <sup>3</sup> /s	Κατά μήκος κλίση	ελάχ. απαιτούμενες διαστάσεις (πλ. x υψ.) m x m	επένδυση	ταχύτητα ροής m/s	βάθος ροής m
5TA3	1.0	0.005 0.046 0.07	1.0x1.0 ορθ	οπλ. σκυροδ.	1.66 4.04 4.67	0.60 0.25 0.21
5TB	<2.0	0.015 0.037 0.053	1.0x1.0 ορθ	οπλ. σκυροδ.	2.99 4.52 4.77	0.67 0.44 0.42
5T2	2.59	0.0067 0.06 0.032 0.119	2.0x1.0 ορθ	οπλ. σκυροδ.	2.30 5.22 4.24 6.51	0.56 0.25 0.31 0.20
6TA	3.2	0.0356 0.0399 0.0419 0.075	2.0x1.0 τραπ.	στρώμνες	3.30 3.43 3.49 4.26	0.38 0.37 0.36 0.31
6T1	3.51	0.0375 0.0197	2.0x1.0 τραπ.	στρώμνες	3.45 2.76	0.39 0.47
6T1.1	3.51	0.0117 0.0175 0.027 0.041 0.051	2.0x1.0 ορθ	οπλ. σκυροδ.	3.03 3.53 4.09 4.83 5.49	0.58 0.50 0.43 0.36 0.32
6T1.2	1.00	0.019 0.0056 0.015	1.0x1.0 ορθ	οπλ. σκυροδ.	2.72 1.73 2.50	0.37 0.58 0.40
6T2	10.62	0.044 0.0328 0.005	3.0x1.5 τραπ.	στρώμνες	4.83 4.36 2.24	0.57 0.62 1.04
6T2.1	8.72	0.01675	2.0x1.20 ορθ	οπλ. σκυροδ.	4.87	0.90
		0.0058	3.0x1.20 ορθ	οπλ. σκυροδ.	3.24	0.90
6T3.2	6.83	0.0078	2.0x1.20 ορθ	οπλ. σκυροδ.	2.46	0.99
6T3.1	6.83	0.0074	2.0x1.20 ορθ	οπλ. σκυροδ.	3.39	1.01
6TB.1	1.0	0.0106	1.0x1.0 ορθ	οπλ. σκυροδ.	3.38	0.30
6TB.2	1.0	0.03 0.0133 0.0019	1.0x1.0 ορθ	οπλ. σκυροδ.	2.77 2.30 1.13	0.36 0.42 0.88
		0.0325 0.012			4.48 3.18	0.62 0.82
6T3	13.65	0.0325 0.012	4.0x1.00 τραπ.	στρώμνες	4.48 3.18	0.62 0.82
6T4 τμ1	4.09	0.004	2.0x1.0 ορθ	οπλ. σκυροδ.	2.36	0.86
6T4 τμ2	4.09	0.0122	2.0x1.0 ορθ	οπλ. σκυροδ.	3.53	0.58
6T4 τμ3	4.09	0.0105	1.0x1.0 τραπ	στρώμνες	2.39	0.78
6T4 τμ4	2.05	0.0063	1.0x1.0 τραπ	στρώμνες	1.88	0.88
6T4.1	0.50	0.0096	1.0x0.5 ορθ	οπλ. σκυροδ.	1.61	0.31

Ρέμα/ τάφρος	Παροχή σχεδιασμού m <sup>3</sup> /s	Κατά μήκος κλίση	ελάχ. απαιτούμενες διαστάσεις (πλ. x υψ.) m x m	επένδυση	ταχύτητα ροής m/s	βάθος ροής m
6T4.2	0.50		1.0x0.5 ορθ	οπλ. σκυροδ.	1.90	0.26
6T4.3	2.05	0.0084	1.0x1.0 ορθ	οπλ. σκυροδ.	3.08	0.64
6T7 τμ4	26.48	0.0317	4.0x1.5 τραπ.	στρώμνες	5.45	0.91
6T7 τμ3		0.0155			4.23	1.11
6T7 τμ2		0.0085			3.42	1.30
6T7 τμ1		0.025			5.31	1.25
6T8	0.5	0.017 0.023	0.5x0.5 ορθ	οπλ. σκυροδ.	2.37 2.67	0.42 0.37
6T τμ.5	5.784	0.0088 0.0214	2.0x1.0 τρ	στρώμνες	2.46 3.81	0.75 0.54
6T τμ 4	7.23	0.03	2.0x1.0 τρ	στρώμνες	3.95	0.62
		0.0183			3.31	0.71
		0.012			3.95	0.62
6T τμ 3	7.23	0.0176	2.0x1.0 ορθ.	οπλ. σκυροδ.	4.74	0.76
6T τμ 2	7.23	0.012	2.0x1.0 τρ	σαρζ	2.84	0.80
		0.034			4.13	0.60
6T τμ 1	33.71	0.0079	6.0x1.5 τρ	στρώμνες	3.41	1.25
		0.0081	6.0x1.5 τρ		3.44	1.25
		0.0064	6.0x1.5 τρ		3.12	1.35
1T	28.18	0.009	6.0x1.5 τρ	στρώμνες	3.40	1.09
		0.006	6.0x1.5 τρ		2.94	1.23
		0.008			3.20	1.14
		0.007			3.10	1.17
		0.003	8.0x1.5 τρ		2.95	1.22
		0.002	8.0x1.7 τρ		1.92	1.44
	53.28	0.0025	10.0x2.0 τρ		2.44	1.74
	60.07	0.0025	10.0x2.0 τρ		2.53	1.86

### 3.4. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΝΕΩΝ ΟΧΕΤΩΝ

Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται τα υδραυλικά στοιχεία των νέων προτεινόμενων κιβωτιοειδών οχετών.

#### Υδραυλικά στοιχεία ομοιόμορφης ροής νέων οχετών (από Βορρά προς Νότο)

Ονομασία οχετού	Διαστάσεις (πλ. x υψ.) m x m	Περιγραφή/θέση	Κατά μήκος κλίση	Βάθος ροής m	Ταχύτητα ροής m/s
Κ.Ο. 1Τ1.1-Ν	4x2.0	πρόσβαση σε Ε.Ο. από αγρ. Οδό	0.019	0.8	5.28
Κ.Ο.1Τ1-Ν	6.0x2.0	στην Ε.Ο.	0.025	0.8	6.48**
Κ.Ο. 1Τ2.1-Ν1 Ν2 Ν3	2.0x2.0	3 προσβ. Από αγρ. Οδό στην Ε.Ο.	0.017	0.82	4.26
Κ.Ο.1Τ6-Ν	2.0x2.0	νέος οχετός σε ασφαλτ. Αγροτική οδό	0.0785	0.37	4.83
Κ.Ο. 2Τ.1-Ν1	2.0x2.0	αποκατ. Πρόσβασης στην Ε.Ο.	0.003	1.27	2.07
Κ.Ο. 2Τ.1-Ν2	2.0x1.5	αντικατάσταση υφ. σωληνωτού σε προσβ. Στην Ε.Ο.	0.01	0.81	3.25
Κ.Ο. 3Τ1-Ν	3.0x2.0	αποκατ. προσβάσης στην ΕΟ	0.0056	1.16	3.14
Κ.Ο.11-Ν	4.0x2.00	νέος Κ.Ο. στην Ε.Ο. σε αντικατάσταση ανεπαρκούς υφιστάμενου	0.05	0.58	8.17**
Κ.Ο.3Τ2-Ν	2x1.50	αντικ. σωληνωτού στην 3Τ2	0.008	0.67	2.7

Ονομασία οχετού	Διαστάσεις (πλ. x υψ.) m x m	Περιγραφή/θέση	Κατά μήκος κλίση	Βάθος ροής m	Ταχύτητα ροής m/s
5T3	3.0x1.50	Διευθέτηση 5T3	0.067	0.70	8.78**
	3.0x1.50	Διευθέτηση 5T3	0.0481	0.79	7.84**
	4.0x1.20	Διευθέτηση 5T3	0.0219	0.81	5.70
K.O.1-N	2.0x2.0	νέος Κ.Ο. στην Ε.Ο. σε αντικατάσταση ανεπαρκούς υφιστάμενου	0.02	0.79	4.56
K.O.1T-N3	6.0x2.0	τεχνικό σε αγροτική οδό	0.0114	1.10	4.29
K.O.1T-N2	2x4.0x2.0	τεχνικό σε αγροτική οδό	0.002	1.39	2.54
K.O. 1T-N1	3x4.0x3.0	τεχνικό σε αγροτική οδό	0.0025	1.56	3.21

\*\* απαιτείται τοποθέτηση στρώσης φθοράς



### 3.5 ΕΛΕΓΧΟΣ ΝΕΩΝ ΟΧΕΤΩΝ ΣΕ ΟΡΙΑΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ (ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΑΠΟ ΤΡΑΠΕΖ. ΤΑΦΡΟ ΣΕ ΟΧΕΤΟ)

#### PROGRAM CULVERT - ΟΧΕΤΟΣ 1Τ1.1-N

STOIXEIA TAFROY: Q, S0, B, m1, m2, Cn

16.960 0.019000 4.0 1.500 1.500 0.025000

normal flow depth = 0.816570  
 velocity = 3.98475  
 Froude = 1.56049  
 sp. energy = 1.62586  
 critical flow depth = 1.06357  
 critical flow veloc = 2.84992  
 cr. sp. energy = 1.47754

STOIXIA OXETOY: B, H, s0, n, entrance loss

4.0 1.50 0.019000 0.018000 0.100000

Headwall-wingwall parameters K, M (FHWA)

0.0260 1.0000 0.0385 0.8100

normal flow depth = 0.803767  
 velocity = 5.28506  
 Froude = 1.87861  
 sp. energy = 2.22741  
 critical flow depth = 1.22378  
 critical flow veloc = 3.46469  
 cr. sp. energy = 1.83560  
 required upstream depth in DITCH  
 y= 1.74760 v= 1.46566

**PROGRAM CULVERT – OXETOS 1T1-N**

designer: Iraklis Valioulis - 2000

STOIXEIA TAFROY: Q, S0, B, m1, m2, Cn

31.230 0.055000 6.0 1.500 1.500 0.025000

normal flow depth = 0.688748

velocity = 6.45659

Froude = 2.65620

sp. energy = 2.81350

critical flow depth = 1.25576

critical flow veloc = 3.15457

cr. sp. energy = 1.76296

STOIXIA OXETOY: B, H, s0, n, entrance loss

6.0 2.00 0.025000 0.018000 0.100000

Headwall-wingwall parameters K, M (FHWA)

0.0260 1.0000 0.0385 0.8100

normal flow depth = 0.803967

velocity = 6.48305

Froude = 2.30531

sp. energy = 2.94617

critical flow depth = 1.40298

critical flow veloc = 3.70995

cr. sp. energy = 2.10450

required upstream depth in DITCH

y= 0.688748 v= 6.44708

**PROGRAM CULVERT OXETOS 1T2.1-N**

designer: Iraklis Valioulis - 2000

STOIXEIA TAFROY: Q, S0, B, m1, m2, Cn

7.000 0.017000 1.0 1.500 1.500 0.025000

normal flow depth = 0.905384

velocity = 3.28831

Froude = 1.38110

sp. energy = 1.45650

critical flow depth = 1.06239

critical flow veloc = 2.54048

cr. sp. energy = 1.39134

STOIXIA OXETOY: B, H, s0, n, entrance loss

2.0 2.00 0.017000 0.018000 0.100000

Headwall-wingwall parameters K, M (FHWA)

0.0260 1.0000 0.0385 0.8100

normal flow depth = 0.822971

velocity = 4.26274

Froude = 1.49678

sp. energy = 1.74911

critical flow depth = 1.07697

critical flow veloc = 3.24985

cr. sp. energy = 1.61528

required upstream depth in DITCH

y= 1.53941 v= 1.37415

**PROGRAM CULVERT – OXETOΣ 1T6**

designer: Iraklis Valioulis - 2000

STOIXEIA TAFROY: Q, S0, B, m1, m2, Cn

4.550 0.070000 2.0 0.300 0.300 0.025000

normal flow depth = 0.433926

velocity = 4.93128

Froude = 2.45764

sp. energy = 1.67335

critical flow depth = 0.775921

critical flow veloc = 2.62632

cr. sp. energy = 1.12748

STOIXIA OXETOY: B, H, s0, n, entrance loss

2.0 2.00 0.078500 0.018000 0.100000

Headwall-wingwall parameters K, M (FHWA)

0.0260 1.0000 0.0385 0.8100

normal flow depth = 0.356636

velocity = 6.38759

Froude = 3.41043

sp. energy = 2.43621

critical flow depth = 0.807630

critical flow veloc = 2.81688

cr. sp. energy = 1.21206

required upstream depth in DITCH

y= 0.433926 v= 4.92244

**PROGRAM CULVERT – OXETOS 2T1-N1**

designer: Iraklis Valioulis - 2000

STOIXEIA TAFROY: Q, S0, B, m1, m2, Cn

5.250 0.003000 2.0 1.500 1.500 0.025000

normal flow depth = 0.970395

velocity = 1.57551

Froude = 0.604939

sp. energy = 1.09691

critical flow depth = 0.738398

critical flow veloc = 2.28794

cr. sp. energy = 1.00520

STOIXIA OXETOY: B, H, s0, n, entrance loss

2.0 2.00 0.003000 0.018000 0.100000

Headwall-wingwall parameters K, M (FHWA)

0.0260 1.0000 0.0385 0.8100

normal flow depth = 1.26574

velocity = 2.06401

Froude = 0.588540

sp. energy = 1.48288

critical flow depth = 0.894733

critical flow veloc = 2.93384

cr. sp. energy = 1.33344

required upstream depth in DITCH

y= 1.29541 v= 1.02781

**PROGRAM CULVERT-OXETOS 2T1-N2**

designer: Iraklis Valioulis - 2000

STOIXEIA TAFROY: Q, S0, B,m1,m2,Cn

5.250 0.010300 2.0 1.500 1.500 0.025000

normal flow depth = 0.701250

velocity = 2.46306

Froude = 1.08456

sp. energy = 1.01046

critical flow depth = 0.734250

critical flow veloc = 2.30548

cr. sp. energy = 1.00516

STOIXIA OXETOY: B, H, s0, n, entrance loss

2.0 2.00 0.010000 0.018000 0.100000

Headwall-wingwall parameters K, M (FHWA)

0.0260 1.0000 0.0385 0.8100

normal flow depth = 0.810068

velocity = 3.25046

Froude = 1.14951

sp. energy = 1.34858

critical flow depth = 0.889067

critical flow veloc = 2.95253

cr. sp. energy = 1.33338

required upstream depth in DITCH

y= 1.29526 v= 1.02799

**PROGRAM CULVERT- OXETOS 3T1**

designer: Iraklis Valioulis - 2000

STOIXEIA TAFROY: Q, S0, B,m1,m2,Cn

10.940 0.005600 3.0 0.010 0.010 0.016000

normal flow depth = 1.06131

velocity = 3.41432

Froude = 1.06299

sp. energy = 1.65548

critical flow depth = 1.10531

critical flow veloc = 3.28711

cr. sp. energy = 1.65603

STOIXIA OXETOY: B, H, s0, n, entrance loss

3.0 2.00 0.005600 0.018000 0.100000

Headwall-wingwall parameters K, M (FHWA)

0.0260 1.0000 0.0385 0.8100

normal flow depth = 1.16033

velocity = 3.13314

Froude = 0.931518

sp. energy = 1.66066

critical flow depth = 1.11332

critical flow veloc = 3.27548

cr. sp. energy = 1.66015

required upstream depth in DITCH

y= 1.32732 v= 2.73528

**PROGRAM CULVERT-OXETOS 3T2**

designer: Iraklis Valioulis - 2000

STOIXEIA TAFROY: Q, S0, B, m1, m2, Cn

3.570 0.006000 2.0 0.010 0.010 0.016000

normal flow depth = 0.674646

velocity = 2.64663

Froude = 1.02673

sp. energy = 1.03166

critical flow depth = 0.686646

critical flow veloc = 2.59070

cr. sp. energy = 1.02873

STOIXIA OXETOY: B, H, s0, n, entrance loss

2.0 1.50 0.006000 0.018000 0.100000

Headwall-wingwall parameters K, M (FHWA)

0.0260 1.0000 0.0385 0.8100

normal flow depth = 0.737456

velocity = 2.43044

Froude = 0.899910

sp. energy = 1.03853

critical flow depth = 0.691457

critical flow veloc = 2.58151

cr. sp. energy = 1.03112

required upstream depth in DITCH

y= 0.831644 v= 2.13746



### 3.6 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΝΑΒΑΘΜΩΝ

Υδραυλικές συνθήκες κατάντη αναβαθμού  $h=0.5$  m

#### Τάφρος 1Τ5

$$\text{Για } Q=6.44 \text{ m}^3/\text{s} \quad q=6.44/2=3.22 \text{ m}^3/\text{s-m} \quad D=q^2/(g \times h^3)=8.46$$

$$\text{Βάθος ροής στο χαμηλό σημείο} \quad y_1 = h \times 0.54 \times 8.46^{0.425} = 0.67 \text{ m}$$

$$\text{Μήκος πτώσης} \quad L_d = h \times 4.30 \times 8.46^{0.27} = 3.83 \text{ m}$$

$$\text{Βάθος } y_2 \quad y_2 = h \times 1.66 \times 8.46^{0.27} = 1.47 \text{ m} > 0.62$$

$$\text{Μήκος άλματος} \quad F_1 = q/(g \times y_1)^{1/2} = 1.26, \text{ και από διάγραμμα} \\ L \sim 3 \times y_2 = 3.78 \text{ m}$$

Στην πραγματικότητα το άλμα είναι μικρότερο αφού η ροή κατάντη είναι υπερκρίσιμη με βάθος  $\sim 0,62\text{m}$ , επομένως το μήκος  $L$  είναι ελάχιστο. Η ελάχιστη απόσταση μεταξύ αναβαθμών είναι  $10.0\text{m} > L + L_d = 7.61\text{m}$ .

#### Τάφρος 1Τ6

$$\text{Για } Q=4.55 \text{ m}^3/\text{s} \quad q=4.55/2=2.28 \text{ m}^3/\text{s-m} \quad D=q^2/(g \times h^3)=4.24$$

$$\text{Βάθος ροής στο χαμηλό σημείο} \quad y_1 = h \times 0.54 \times 4.24^{0.425} = 0.50 \text{ m}$$

$$\text{Μήκος πτώσης} \quad L_d = h \times 4.30 \times 4.24^{0.27} = 3.18 \text{ m}$$

$$\text{Βάθος } y_2 \quad y_2 = h \times 1.66 \times 4.24^{0.27} = 1.23 \text{ m} > 0.46$$

$$\text{Μήκος άλματος} \quad F_1 = q/(g \times y_1)^{1/2} = 1.03, \text{ και από διάγραμμα} \\ L \sim 3 \times y_2 = 3.69 \text{ m}$$

Στην πραγματικότητα το άλμα είναι μικρότερο αφού η ροή κατάντη είναι υπερκρίσιμη με βάθος  $\sim 0,46\text{m}$ , επομένως το μήκος  $L$  είναι ελάχιστο. Επειδή όμως η απόσταση μεταξύ αναβαθμών είναι πολύ μικρή ( $5.0\text{m}$ ) ελέγχεται αν πρόκειται για ροή με συνεχείς πτώσεις (nappe flow) ή συνεχής (skimming flow).

Το κρίσιμο βάθος ροής είναι:

$$d_c = [Q^2 / (g \times b^2)]^{1/3} = 0.81\text{m} \quad \text{και όπου } d_c/h = 0.81/0.5 = 1.62 > 1/3$$

$$\text{και } d_c/h > 1.057 - 0.465 * (h/L) = 1.01$$

επομένως προκύπτει συνεχής ροή η οποία εγκιβωτίζεται στην προτεινόμενη ορθογωνική τάφρο πλάτους  $2.0\text{m}$  και βάθους  $1.50\text{m}$ .

**Τάφρος 1Τ7**

Για  $Q=4.93 \text{ m}^3/\text{s}$        $q=4.93/2=2.47 \text{ m}^3/\text{s-m}$        $D=q^2/(g x h^3)=4.98$

Βάθος ροής στο χαμηλό σημείο       $y_1 = h \times 0.54 \times 4.98^{0.425} = 0.53 \text{ m}$

Μήκος πτώσης       $L_d = h \times 4.30 \times 4.98^{0.27} = 3.32 \text{ m}$

Βάθος  $y_2$        $y_2 = h \times 1.66 \times 4.98^{0.27} = 1.28 \text{ m} > 0.49$

Μήκος άλματος       $F_1 = q/(g x y_1)^{1/2} = 1.09$ , και από διάγραμμα

$L \sim 3 x y_2 = 3.84 \text{ m}$

Στην πραγματικότητα το άλμα είναι μικρότερο αφού η ροή κατάντη είναι υπερκρίσιμη με βάθος  $\sim 0,49\text{m}$ , επομένως το μήκος  $L$  είναι ελάχιστο. Η ελάχιστη απόσταση μεταξύ αναβαθμών είναι  $10.0\text{m} > L + L_d = 7.06\text{m}$ .

**Τάφρος 4Τ**

Για  $Q=11.74 \text{ m}^3/\text{s}$        $q=11.74/3=3.91 \text{ m}^3/\text{s-m}$        $D=q^2/(g x h^3)=12.47$

Βάθος ροής στο χαμηλό σημείο       $y_1 = h \times 0.54 \times 12.47^{0.425} = 0.79 \text{ m}$

Μήκος πτώσης       $L_d = h \times 4.30 \times 12.47^{0.27} = 4.25 \text{ m}$

Βάθος  $y_2$        $y_2 = h \times 1.66 \times 12.47^{0.27} = 1.64 \text{ m} > 0.63$

Μήκος άλματος       $F_1 = q/(g x y_1)^{1/2} = 1.40$ , και από διάγραμμα

$L \sim 3.4 x y_2 = 5.58\text{m}$

Στην πραγματικότητα το άλμα είναι μικρότερο αφού η ροή κατάντη είναι υπερκρίσιμη με βάθος  $\sim 0,63\text{m}$ , επομένως το μήκος  $L$  είναι ελάχιστο. Η ελάχιστη απόσταση μεταξύ αναβαθμών είναι  $10.0\text{m} > L + L_d = 9.82\text{m}$ .

**Τάφρος 5Τ**

Για  $Q=21.07 \text{ m}^3/\text{s}$        $q=21.07/4=5.27 \text{ m}^3/\text{s-m}$        $D=q^2/(g x h^3)=22.65$

Βάθος ροής στο χαμηλό σημείο       $y_1 = h \times 0.54 \times 22.65^{0.425} = 1.02 \text{ m}$

Μήκος πτώσης       $L_d = h \times 4.30 \times 22.65^{0.27} = 4.99 \text{ m}$

Βάθος  $y_2$        $y_2 = h \times 1.66 \times 22.65^{0.27} = 1.93 \text{ m} > 0.90$

Μήκος άλματος       $F_1 = q/(g x y_1)^{1/2} = 1.67$ , και από διάγραμμα

$L \sim 4.0 x y_2 = 7.72\text{m}$

Στην πραγματικότητα το άλμα είναι μικρότερο αφού η ροή κατάντη είναι υπερκρίσιμη με βάθος  $\sim 0,90\text{m}$ , επομένως το μήκος  $L$  είναι μικρότερο. Η ελάχιστη απόσταση μεταξύ αναβαθμών είναι  $20.0\text{m} > L+L_d = 12.71\text{m}$ .