

Σχέδιο Τεχνικών Έργων (Συγκοινωνιακά - Υδραυλικά)



Γ' ΕΠΑ.Λ.

ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ, ΔΟΜΗΜΕΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ & ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»

**ΣΧΕΔΙΟ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ
(ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ - ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ)**

ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ

Παρασκευή Τζαλαβρά

Αρχιτέκτων Μηχανικός - R.W.T.H Aachen

Δημήτρης Βαλασσόπουλος

Πολ. Μηχανικός - Γεωπόνος M.Sc

Dipl. Informatique I.U.T. Grenoble

ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ

Δημήτρης Βαλασσόπουλος

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΡΙΣΗΣ

Στεφανάκη Μαρία

Αρχιτέκτων Μηχανικός

Καραγεώργος Νίκος

Πολιτικός Μηχανικός - Υγιεινολόγος - Περιβαλλοντολόγος

Τσίρος Δημήτρης

Πολιτικός Μηχανικός - Υγιεινολόγος - Περιβαλλοντολόγος

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

Π. Τζαλαβρά
Αρχιτέκτων Μηχανικός
R.W.T.H Aachen

Δ. Βαλασσόπουλος
Πολιτικός Μηχανικός
Γεωπόνος (M.Sc)

Η συγγραφή και η επιστημονική επιμέλεια του βιβλίου πραγματοποιήθηκε
υπό την αιγίδα του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

ΣΧΕΔΙΟ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ (ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ - ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ)

Γ' ΕΠΑ.Λ.

Ειδικότητα: Τεχνικών Δομικών Έργων και Γεωπληροφορικής

ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ, ΔΟΜΗΜΕΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
& ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ
«ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»

Σημείωση:

Το δεσμευτικό μέγεθος εκτύπωσης του βιβλίου δεν επιτρέπει πολλά σχέδια να εμφανίζονται στην πραγματική τους κλίμακα σχεδίασεως, όπως αυτή είναι σημειωμένη στο αντίστοιχο σχέδιο. Οι καθηγητές στα πλαίσια των ασκήσεων θα μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές στη σχεδίαση των σχημάτων αυτών με την κλίμακα που αναγράφεται στο σχέδιο.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Αντικείμενο του μαθήματος “Σχέδιο Τεχνικών Έργων” σελ. 13

2ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Γενική παρουσίαση των συγκοινωνιακών έργων και των επιμέρους τμημάτων τους 18

3ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Συσχέτιση του μαθήματος “Σχέδιο Τεχνικών Έργων” με το αντίστοιχο θεωρητικό στον τομέα των Συγκοινωνιακών Έργων

A΄ Ορισμοί 21

B΄ Στάδια μελέτης 26

4ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Σχέδιο Οδοποιίας 28

5ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Τοπογραφικό σχέδιο

5.1 Γενικά 33

5.2 Κλίμακα σχεδίου 33

5.3 Κάναβος 36

5.4 Κατασκευή όνυχια 50

5.5 Συμβατικές παραστάσεις και συμβολισμοί στο Τοπογραφικό σχέδιο 51

6ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Οριζοντιογραφία της οδού

6.1 Γενικά 57

6.2 Ισοκλινής γραμμή 58

6.3 Πολυγωνική γραμμή 60

6.4	Καμπύλες συναρμογής	σελ. 61
6.5	Πύκνωση της καμπύλης	67
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α	71

7ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Μηκοτομή της οδού

7.1	Γενικά	79
7.2	Ισοκλινής γραμμή	79
7.3	Ερυθρά γραμμή	80
7.4	Υπολογισμός υψομέτρων	81
7.5	Χιλιομέτρηση της μηκοτομής	83
7.6	Κατασκευή του καταρράκτη	84

8ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Διατομή της οδού

8.1	Γενικά	85
8.2	Σχέδιο τυπικής διατομής	85
8.3	Λεπτομερείς τομές του οδοστρώματος	91
8.4	Διατομές	91

9ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Τεχνικά έργα οδοποιίας

9.1	Γενικά	95
9.2	Γέφυρες	98
9.3	Τάφροι	100
9.4	Οχετοί	106

10ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Γενική παρουσίαση των Υδραυλικών Έργων

10.1	Γενικά	108
------	--------	-----

10.2 Μελέτη Υδραυλικών Έργων	σελ. 109
10.3 Ορισμοί	110
11ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ	
Φράγματα - Αναχώματα	
11.1 Γενικά	112
11.2 Αναχώματα λιμνοδεξαμενών	112
11.2.2 Προδιαγραφές κατασκευής	113
11.3.1 Αναχώματα αντιπλημμυρικής προστασίας	113
11.3.2 Προδιαγραφές κατασκευής	114
11.4 Απλά αναχώματα ποταμών	115
11.5 Ανάλυση σχεδίων αναχωμάτων	115
11.6 Φράγματα	122
11.6.1 Περιγραφή φραγμάτων	123
11.6.2 Συνοδευτικά έργα φραγμάτων	125
11.6.3 Σχέδια Φραγμάτων	125
12ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ	
Υδραυλικά Κανάλια	
12.1 Γενικά	129
12.2 Τεχνική περιγραφή-Προδιαγραφές κατασκευής	129
12.3 Ανάλυση σχεδίων υδραυλικών καναλιών	131

13ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Φρεάτια

13.1 Γενικά

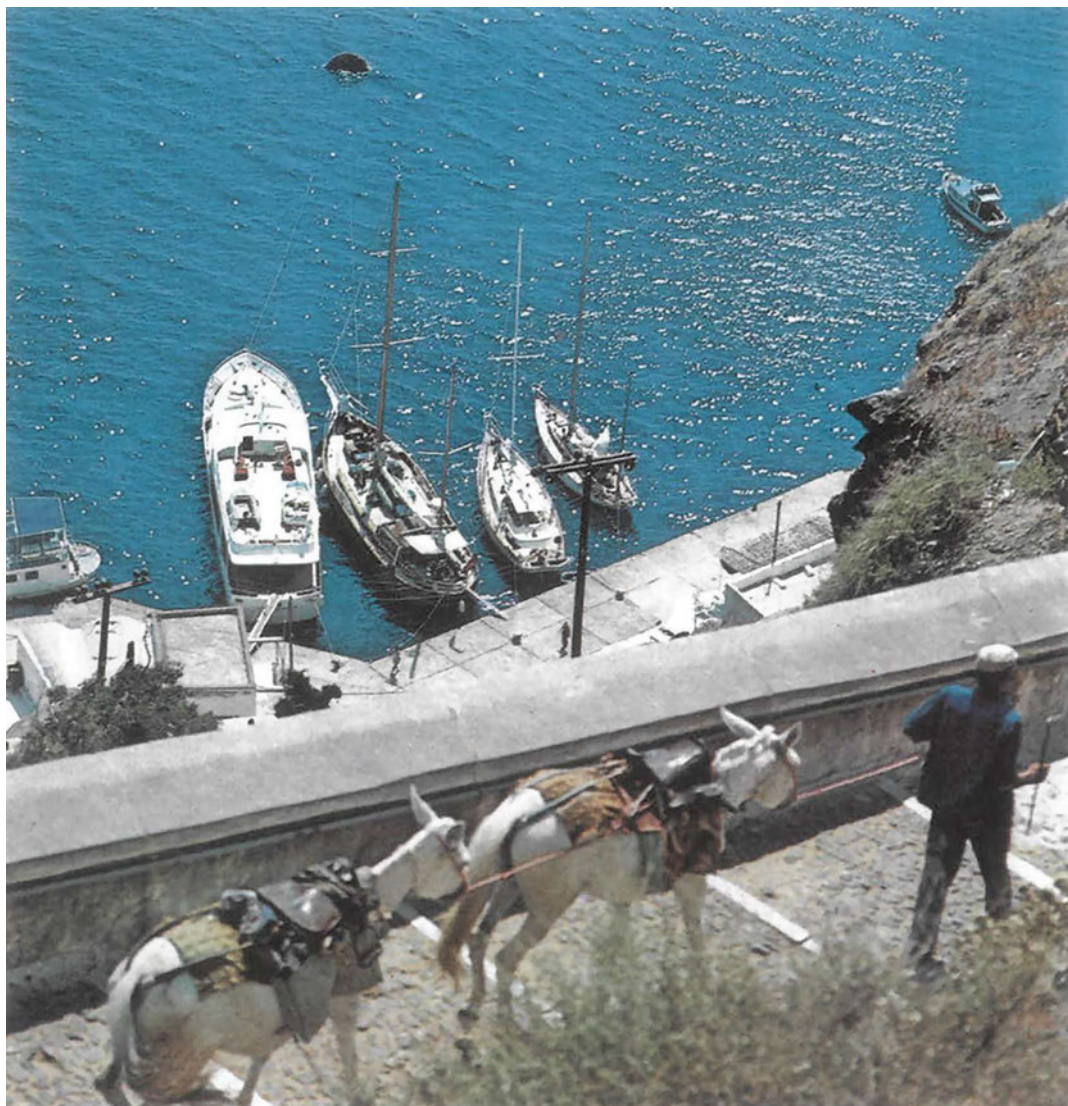
σελ. 137

13.2 Ανάλυση σχεδίων φρεατίων

138

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

151



...ξεχασμένα μεταφορικά μέσα.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν βοήθημα, με τίτλο “Σχέδιο Τεχνικών Έργων - Συγκοινωνιακά και Υδραυλικά” απευθύνεται στους μαθητές του δευτέρου κύκλου των Τ.Ε.Ε., οι οποίοι θα ακολουθήσουν την κατεύθυνση των “Σχεδιαστών τεχνικών έργων και με τη βοήθεια Η/Υ”.

Ελπίζουμε να τους βοηθήσει στην εκμάθηση των βασικών κανόνων του Τοπογραφικού σχεδίου, του σχεδίου Οδοποιίας και του σχεδίου των τεχνικών έργων της Οδοποιίας και των Υδραυλικών Έργων και να τους χρησιμεύσει στα πρώτα τους βήματα κατά την επαγγελματική τους πορεία.

Λεπτομερέστερες γνώσεις και εμπειρία θα αποκτήσουν κατά τη συνέχιση των σπουδών τους σε ανώτερες βαθμίδες καθώς και εργαζόμενοι υπό την εποπτεία των υπεύθυνων των έργων μηχανικών και του λοιπού τεχνικού προσωπικού.

Οι συγγραφείς ευχαριστούν όλους όσους συνέβαλαν με οποιοδήποτε τρόπο, στην παρουσίαση αυτού του βιβλίου.

Ιδιαίτερως όμως θέλουν να ευχαριστήσουν θερμά τη συνάδελφό τους Κα Μαρία Βανιώτου, Πολιτικό Μηχανικό - Δρ. Συγκοινωνιολόγο Ε.Ν.Ρ.Σ Paris, για την ουσιαστική συμμετοχή της στα πρώτα εννέα κεφάλαια του βιβλίου αυτού.

Ευχαριστούν επίσης τον συνάδελφο Σταμάτη Νικολαΐδη, Τοπογράφο Μηχανικό - Μ.Σ.σ Μηχανικής Αυτοκινητοδρόμων και Κυκλοφοριακής Τεχνικής για τις πολύτιμες συμβουλές του.

Σε όλους τους μαθητές του δευτέρου κύκλου των Τ.Ε.Ε. ευχόμαστε καλή πρόοδο στα μαθήματά τους και κάθε καλό στη ζωή τους.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το βιβλίο “Σχέδιο Τεχνικών Έργων” εισάγει τους μαθητές στη μέθοδο σχεδίασης Τεχνικών Έργων χωρίς χρήση Ηλεκτρονικού Υπολογιστή (Η/Υ).

Τα προγράμματα Η/Υ για την εκπόνηση των μελετών οδοποιίας, τεχνικών έργων και υδραυλικών έργων, καθώς και για τη σύνταξη όλων των απαραίτητων σχεδίων, αποτελούν ένα εξαιρετικά σημαντικό βοήθημα, το οποίο συντελεί στην ταχεία πρόοδο των σχετικών εργασιών και στην αποφυγή υπολογιστικών λαθών. Από την άλλη πλευρά όμως, είναι απολύτως απαραίτητο ο τεχνικός να είναι σε θέση να εργαστεί και αυτοδύναμα, χωρίς χρήση Η/Υ, αλλά και να είναι ικανός να ελέγξει ανά πάσα στιγμή, αν το πρόγραμμα, το οποίο χρησιμοποίησε, του έδωσε σωστά και εφαρμόσιμα στην πράξη αποτελέσματα.

Για τους προαναφερθέντες λόγους το βιβλίο αυτό περιέχει, σε απλή μορφή, όλα τα βήματα που ακολουθεί ο τεχνικός στις μελέτες. Είναι χωρισμένο σε δεκατρία κεφάλαια, τα οποίαπραγματεύονται τα εξής θέματα:

- Στο **1ο Κεφάλαιο** υπάρχει μια πολύ σύντομη παρουσίαση του αντικειμένου του μαθήματος “Σχέδιο συγκοινωνιακών και υδραυλικών τεχνικών έργων” και παρατίθενται έγχρωμες φωτογραφίες και απλά σχέδια από διάφορα έργα.
- Το **2ο Κεφάλαιο** μας δίνει μια γενική παρουσίαση των συγκοινωνιακών έργων κάνοντας μια ιστορική αναδρομή από την αρχαιότητα έως σήμερα. Στη συνέχεια αναφέρονται ποια είναι τα συγκοινωνιακά έργα - μεγάλοι οδικοί άξονες, επαρχιακό δίκτυο δρόμων, σιδηροδρομικό δίκτυο, λιμάνια και αεροδρόμια - καθώς και τα επί μέρους αναγκαία τεχνικά έργα που διαμορφώνουν ένα σωστό συγκοινωνιακό και επικοινωνιακό δίκτυο.
- Το **3ο Κεφάλαιο** υπενθυμίζει στο μαθητή βασικούς ορισμούς της Οδοποιίας που θα τον διευκολύνουν στην παρακολούθηση και κατανόηση του μαθήματος του Σχεδίου Τεχνικών Έργων. Στην ίδια ενότητα παρουσιάζονται σε συντομία όλα τα στάδια μιας πλήρους μελέτης ενός συγκοινωνιακού έργου.
- Στο **4ο Κεφάλαιο** αναλύονται τα βασικά στοιχεία ενός σχεδίου Οδοποιίας που είναι η Οριζοντιογραφία, η Μηκοτομή και οι Διατομές της Οδού. Δίνονται μάλιστα τα αναγκαία μεγέθη για κάθε επί μέρους σχέδιο Οδοποιίας που είναι απαραίτητα για κάθε στάδιο μελέτης.
- Το **5ο Κεφάλαιο** ασχολείται με το τοπογραφικό σχέδιο. Εξηγεί, με πολλά παραδείγματα τι είναι η κλίμακα ενός σχεδίου και τι είναι οι ισουψείς καμπύλες. Παρουσιάζει αναλυτικά την κατασκευή ενός τοπογραφικού κάρναβου που είναι ένα απαραίτητο βοήθημα στη σχεδίαση των συγκοινωνιακών έργων και δίνει τον τρόπο κατασκευής του “όνυχα” για τις περιπτώσεις που το σχέδιο δεν χωρά στα πλαίσια

του ύψους του χαρτιού σχεδίασης. Τέλος παρουσιάζεται ένας κατάλογος με όλα τα γνωστά τοπογραφικά σύμβολα.

- Το **6ο Κεφάλαιο** παρουσιάζει αναλυτικά τον τρόπο χάραξης της οδού σε οριζοντιογραφία, αρχίζοντας από την ισοκλινή και την πολυγωνική γραμμή και καταλήγοντας στις καμπύλες συναρμογής - κυκλικά τόξα και κλωθοειδείς -. Στο τέλος της ενότητας αυτής σε Παράρτημα υπάρχουν οι “Πίνακες χαράξεων οδού με τόξα συναρμογής” του Δ.Χατζηνικολή που βοηθούν στη σωστή σχεδίαση ενός δρόμου.

- **7ο Κεφάλαιο** Εδώ αναπτύσσονται οι έννοιες και ο τρόπος σχεδίασης της μηκοτομής της οδού, δηλαδή η κλίμακα σχεδίασης, το επίπεδο αναφοράς, η “ερυθρά γραμμή” κ.λ.π. Παρουσιάζεται επίσης και η κατασκευή του “καταρράκτη” που εμφανίζεται στις περιπτώσεις που η μηκοτομή δεν μπορεί να σχεδιαστεί στο μέγεθος του χαρτιού σχεδίασης.

- Στο **8ο Κεφάλαιο** παρουσιάζεται, παράλληλα με τα σχέδια, η έννοια της τυπικής διατομής καθώς και τρόπος σχεδίασης των τομών του οδοστρώματος μαζί με όλες τις απαραίτητες λεπτομέρειες.

- Στο **9ο Κεφάλαιο** που είναι το τελευταίο της ομάδας “Σχέδιο συγκοινωνιακών έργων” περιλαμβάνει τα τεχνικά έργα οδοποιίας. Αναπτύσσεται ο σκοπός της κατασκευής των τεχνικών έργων οδοποιίας και παρουσιάζονται σχέδια - σε κάτοψη, τομή και όψη - γεφυρών, τάφρων και οχετών.

- Από το **10ο Κεφάλαιο** και μέχρι το 13ο κεφάλαιο παρουσιάζονται ορισμένα βασικά υδραυλικά έργα. Το 10ο κεφάλαιο δίνει μια γενική παρουσίαση των υδραυλικών έργων, τι είναι δηλαδή τα υδραυλικά έργα, σε τι αποσκοπούν και πώς εξελίχθηκαν ιστορικά. Στη ίδια ενότητα δίνονται τα στάδια μιας υδραυλικής μελέτης και παράλληλα υπενθυμίζονται μερικοί βασικοί ορισμοί των υδραυλικών έργων.

- Το **11ο Κεφάλαιο** παρουσιάζει τα αναχώματα και τα φράγματα. Στην ενότητα “αναχώματα” δίνονται λεπτομερή σχέδια διαφόρων αναχωμάτων καθώς και οι προδιαγραφές κατασκευής τους. Για την ενότητα “φράγματα” δίνεται μια σχετικά αναλυτική παρουσίαση τι είναι φράγμα, τι μορφές φραγμάτων έχουμε και ποια είναι τα συνοδευτικά έργα των φραγμάτων.

- Το **12ο Κεφάλαιο** ασχολείται με τα υδραυλικά κανάλια ή υδραυλικές διώρυγες. Παράλληλα με την ανάλυση των σχεδίων δίνεται μια τεχνική περιγραφή των καναλιών καθώς και οι προδιαγραφές κατασκευής τους.

- Στο τελευταίο **13ο Κεφάλαιο** υπάρχει μια σύντομη παρουσίαση, μαζί με τεχνικά στοιχεία κατασκευής του έργου “φρεάτιο”. Δίνονται σχέδια για διάφορες μορφές φρεατίων παράλληλα με την ανάλυση κάθε σχεδίου.

1ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ “ΣΧΕΔΙΟ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ”

Το αντικείμενο του μαθήματος “Σχέδιο Τεχνικών Έργων” είναι η κατανόηση και η σχεδίαση των βασικών μερών των **συγκοινωνιακών** (επαρχιακό και εθνικό δίκτυο, σιδηροδρομικό δίκτυο, αεροδρόμια, λιμάνια, γέφυρες και άλλα σχετικά τεχνικά έργα) και **υδραυλικών** (φράγματα, αρδευτικά δίκτυα, αντιπλημμυρικά έργα, υδρεύσεις και αποχετεύσεις πόλεως καθώς και όλα τα τεχνικά που συμπληρώνουν τα προηγούμενα έργα) **έργων** σύμφωνα με τα σε πρόχειρη μορφή σχέδια του μελετητή μηχανικού, τα οποία όμως θα πρέπει να είναι ακριβή όσον αφορά στις κατασκευαστικές λεπτομέρειες και στις διαστάσεις τους.

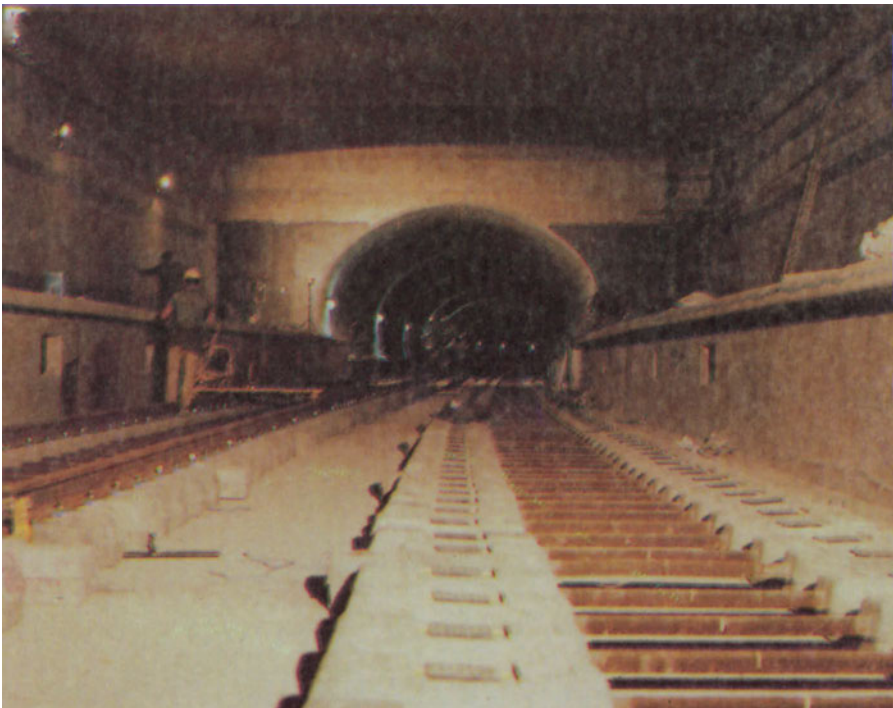
Για παράδειγμα, οι μαθητές θα πρέπει να μπορούν να καθαρογράψουν μία οριζοντιογραφία, μία μηκοτομή και διατομές της οδοποιίας από τα σχέδια με τις διαστάσεις του μελετητή μηχανικού σύμφωνα με τα τις υπάρχουσες προδιαγραφές. Επίσης, θα πρέπει να μπορούν να σχεδιάσουν σύμφωνα με υποδείγματα σχεδίων μικρά τεχνικά έργα, όπως οχετούς, μικρές γέφυρες, τοίχους αντιστήριξης, φρεάτια απορροής ομβρίων κλπ., στις θέσεις που προκαθορίζει ο μελετητής μηχανικός. Στη συνέχεια του κεφαλαίου παρατίθενται σχήματα, σκίτσα και φωτογραφίες διαφόρων τεχνικών έργων.



Σήραγγα από τον οδικό άξονα Π.Α.Θ.Ε. (Πατρών - Αθηνών - Θεσσαλονίκης - Ευζώνων)



Ανισόπεδος κόμβος στην Π.Α.Θ.Ε.



Σήραγγα από το ΜΕΤΡΟ Αθηνών



Εργασίες κατασκευής γέφυρας Ρίου-Αντιρρίου



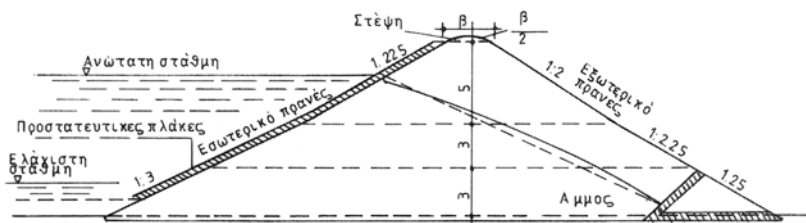
Οδικόί άξονες Ευρώπης



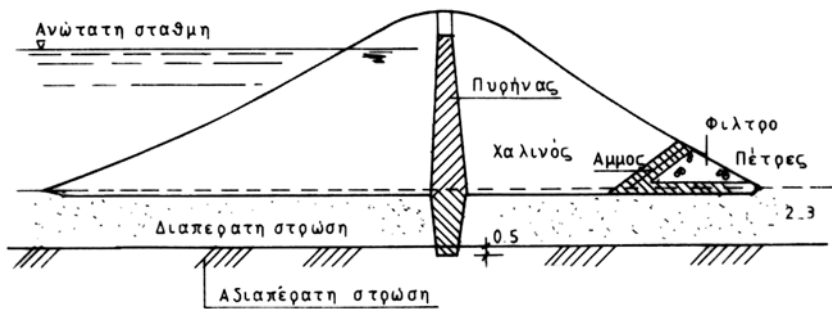
Γέφυρα Χαλκίδας



Μονότοξο πέτρινο γεφύρι



Τομή φράγματος με φίλτρο



Τομή φράγματος με αργιλικό πυρήνα

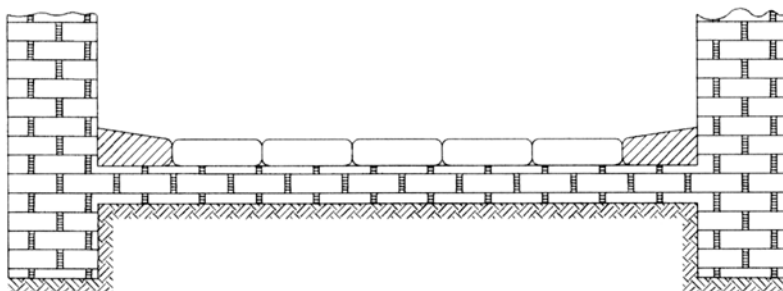


Φράγμα Μαραθιά Μυκόνου

2ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΓΕΝΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥΣ”

Συγκοινωνιακά έργα ονομάζονται τα έργα που έχουν κατασκευαστεί για να εξυπηρετήσουν τις μετακινήσεις προσώπων και αγαθών. Η σπουδαιότητά τους υπήρξε τεράστια από τη αρχαία ακόμα εποχή και η δημιουργία τους προέκυψε και προκύπτει από την έμφυτη στον άνθρωπο ανάγκη για μετακίνηση και επικοινωνία. Στη σημερινή μάλιστα εποχή, όπου τα μεταφορικά μέσα έχουν σημειώσει τεράστια εξέλιξη και η επικοινωνία επιτυγχάνεται μέσα σε ελάχιστο χρόνο, η νοοτροπία των ανθρώπων σχετικά με τις μετακινήσεις έχει μεταβληθεί εντελώς σε σύγκριση με παλαιότερες εποχές: ο χρόνος διαδρομής για τεράστιες αποστάσεις έχει ελαχιστοποιηθεί, ενώ η επικοινωνία μεταξύ δυσπρόσιτων σημείων δεν παρουσιάζει σχεδόν κανένα πρόβλημα.



Σχήμα 2.1

Από την εποχή που ο άνθρωπος ανακάλυψε τον τροχό έφτιαξε οχήματα, όπως δείχνουν παραστάσεις σε αρχαιολογικά ευρήματα. Όσοι λαοί είχαν εύκολη πρόσβαση σε ποταμούς και θάλασσες χρησιμοποίησαν πλωτά μέσα. Δρόμοι στρωμένοι με πλάκες κατασκευάστηκαν ακόμα και το 2500 π.Χ. (βλέπε σχήμα 2.1), αλλά η Ρωμαϊκή Αυτοκρατορία ήταν εκείνη που για πρώτη φορά κατασκεύασε ολοκληρωμένο δίκτυο δρόμων για την



Σχήμα 2.2

μετακίνηση κυρίως των στρατευμάτων της (βλέπε σχήμα 2.2).

Μέρος αυτού του δικτύου αποτελεί και η δική μας Εγνατία Οδός στη Βόρεια Ελλάδα. Οι Ρωμαίοι χάραξαν και κατασκεύασαν δρόμους με κατεύθυνση από Δύση προς Ανατολή αφηφώντας, όπου χρειαζόταν, τους ορεινούς όγκους, οι οποίοι, σχεδόν στην ολότητά τους, κατευθύνονται από Βορρά προς Νότο και δημιουργούν μεταξύ τους κοιλάδες, καθιστώντας έτσι ευκολότερη την κατασκευή δρόμων στην κατεύθυνση Βορρά - Νότου. Είναι χαρακτηριστικό δε το ότι μόνο την τελευταία δεκαετία η Ευρωπαϊκή Ένωση αποφάσισε να προτείνει και να χρηματοδοτήσει την κατασκευή δρόμων και σιδηροδρομικών γραμμών στην κατεύθυνση Δύσης - Ανατολής, παρατηρώντας το πόσο φτωχό ήταν το συγκοινωνιακό δίκτυο αυτής της κατεύθυνσης σε σχέση με το αντίστοιχο Βορρά - Νότου.

Και στη χώρα μας, οι κυριότεροι δρόμοι κατευθύνονται από Βορρά προς Νότο, ενώ υπάρχει δυσκολία επικοινωνίας μεταξύ Ανατολής και Δύσης, εκτός αν το δίκτυο διασχίζει παραλιακές ή πεδινές περιοχές. Μάλιστα η μόνη μεγάλη οδική αρτηρία που συνδέει το ανατολικό μέρος της χώρας με το δυτικό και με την Ευρώπη είναι η Εθνική Οδός Αθηνών - Πατρών. Η κατασκευή της Εγνατίας Οδού, που θα ακολουθήσει περίπου τη χάραξη της αρχαίας Εγνατίας Οδού, θα αποτελέσει ένα μεγάλο βήμα στην επικοινωνία μεταξύ του δυτικού και του ανατολικού κομματιού της χώρας. (βλέπε σχήμα 2.3)



Σχήμα 2.3

Συγκοινωνιακά έργα αποτελούν οι δρόμοι, οι σιδηροδρομικές συνδέσεις, τα λιμάνια και τα αεροδρόμια. Τα συγκοινωνιακά έργα ανάλογα με τον κυκλοφοριακό φόρτο, με το πλήθος των ατόμων που τα χρησιμοποιούν, με τους στόχους και τις περιοχές που εξυπηρετούν μπορεί να είναι μικρά ή μεγάλα και η λειτουργία τους να απαιτεί πληθώρα μικρών ή μεγάλων τεχνικών έργων. Τα περισσότερα συγκοινωνιακά έργα κατασκευάζονται για να εξυπηρετούν μετακινήσεις προσώπων και αγαθών. Υπάρχουν και άλλα που π.χ. χρησιμοποιούνται για τις ανάγκες του στρατού ή για να μπορεί κάποιος να θαυμάσει ένα ωραίο τοπίο όπως είναι τα διάφορα τελεφερίκ (π.χ. Λυκαβητού).

Άμεσα συνδεδεμένα με τα συγκοινωνιακά έργα είναι και τα διάφορα δίκτυα που εξυπηρετούν τις λειτουργίες τους. Τέτοια είναι τα δίκτυα των επικοινωνιών, ύδρευσης, αποχέτευσης κ.α.

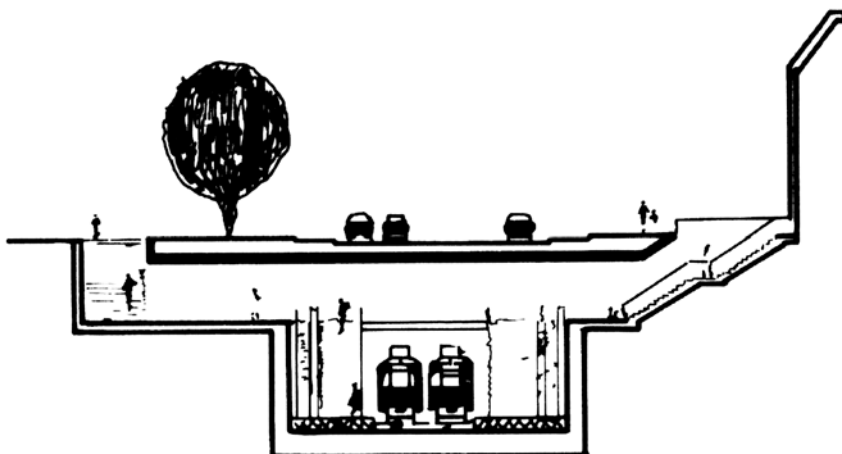
Με την πάροδο του χρόνου και την εξέλιξη των αναγκών και της τεχνολογίας κάποια συγκοινωνιακά έργα εγκαταλείπονται όπως παλαιοί επαρχιακοί δρόμοι ή βελτιώνονται και άλλα νέα κατασκευάζονται για να μας εξυπηρετούν ταχύτερα και ασφαλέστερα. Έτσι, σε όλο και περισσότερες χώρες τα νέα συγκοινωνιακά έργα

μελετώνται με τέτοιο τρόπο ώστε να συνδυάζονται μεταξύ τους αλλά και με τα ήδη υπάρχοντα, δημιουργείται δηλαδή άμεση πρόσβαση από το ένα συγκοινωνιακό μέσο στο άλλο: ο σιδηρόδρομος και το μετρό φθάνουν μέσα στο λιμάνι και το αεροδρόμιο, δρόμοι κατασκευάζονται για να συνδέσουν λιμάνι και αεροδρόμιο ή αεροδρόμια μεταξύ τους, προβλέπεται η μετεπιβίβαση από το ιδιωτικό αυτοκίνητο ή την αστική συγκοινωνία στο σιδηρόδρομο ή το μετρό μέσα στον ίδιο το σταθμό (βλέπε σχήμα 2.4), οι περιφερειακοί δρόμοι παρακάμπτουν τα κέντρα των πόλεων και συνδέουν υπεραστικούς δρόμους μεταξύ τους αποφεύγοντας την κυκλοφοριακή συμφόρηση κλπ.

Μέρος των συγκοινωνιακών έργων, και ιδίως των οδικών, θεωρείται και το άμεσο περιβάλλον τους, γιατί η μορφή του επιδρά σημαντικά στην συμπεριφορά των οδηγών των οχημάτων και επομένως στην ασφάλεια των μετακινήσεων και των μεταφορών.

Είναι προφανές ότι πολύ σπουδαίο ρόλο παίζει η σωστή χωροθέτηση των συγκοινωνιακών έργων, η οποία επηρεάζει την ανάπτυξη της χώρας και, κατά συνέπεια, τη διεθνή θέση της, το βιοτικό επίπεδο, την υγεία και γενικότερα τη ζωή των κατοίκων. Επιδρά επίσης στην κατάσταση του περιβάλλοντος, όχι μόνο του άμεσου, αλλά και του ευρύτερου: είναι μεγάλης σπουδαιότητας η προστασία του περιβάλλοντος και κατά την κατασκευή και κατά τη λειτουργία των συγκοινωνιακών έργων, ενώ οι συνέπειες, ανάλογα και με τις κλιματολογικές συνθήκες, μπορούν να μεταφερθούν σε μεγάλες αποστάσεις, ακόμη και εκτός της χώρας που τις προκάλεσε.

Τέλος, τα συγκοινωνιακά έργα πρέπει να συντηρούνται σωστά, γιατί αποτελούν εθνικό κεφάλαιο, που κληρονομείται από γενιά σε γενιά. Εάν αφεθούν χωρίς συντήρηση, καταστρέφονται και η εκ νέου κατασκευή τους απαιτεί τεράστιες δαπάνες. Εκτός των παραπάνω η σωστή συντήρηση βοηθά στην ασφάλεια αλλά και στην προστασία του περιβάλλοντος. Επίσης πρέπει να επιτηρούνται από το Κράτος για να προλαμβάνεται η επικίνδυνη χρησιμοποίησή τους (π.χ. η ανάπτυξη πολύ μεγάλων ταχυτήτων κατά την οδήγηση).



Σχήμα 2.4

3ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ “ΣΧΕΔΙΟ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ” ΜΕ ΤΟ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΟ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΩΝ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

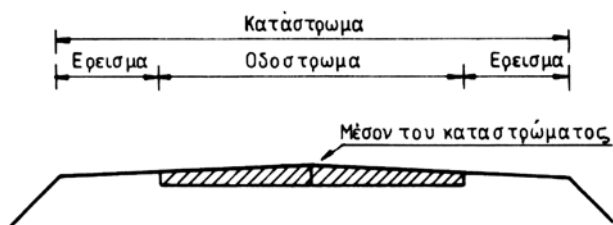
Θεωρούμε σκόπιμο να υπενθυμίσουμε στους μαθητές ορισμένες από τις βασικές έννοιες του μαθήματος της Οδοποιίας, σε τρόπο ώστε να τους διευκολύνουμε στην καλύτερη παρακολούθηση του μαθήματος του Σχεδίου Τεχνικών Έργων.

Α. Ορισμοί

Οδός ονομάζεται το τεχνικό έργο το οποίο υλοποιεί την σύνδεση μεταξύ δυο σημείων μίας περιοχής διευκολύνοντας την μεταξύ αυτών κυκλοφορία ανθρώπων και αγαθών μέσω οχημάτων με ασφάλεια και άνεση.

Οδοποιία είναι η μελέτη και η κατασκευή της οδού και των σχετικών τεχνικών έργων σε τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η επιτυχία του στόχου της μετακίνησης των οχημάτων με ασφάλεια και άνεση.

Κατάστρωμα της οδού είναι η ανώτερη επιφάνεια της οδού, επάνω στην οποία γίνεται η κυκλοφορία των οχημάτων (οδόστρωμα), καθώς και η προσωρινή στάση ή κυκλοφορία για λόγους έκτακτης ανάγκης (ερείσματα, βλέπε σχήμα 3.1)



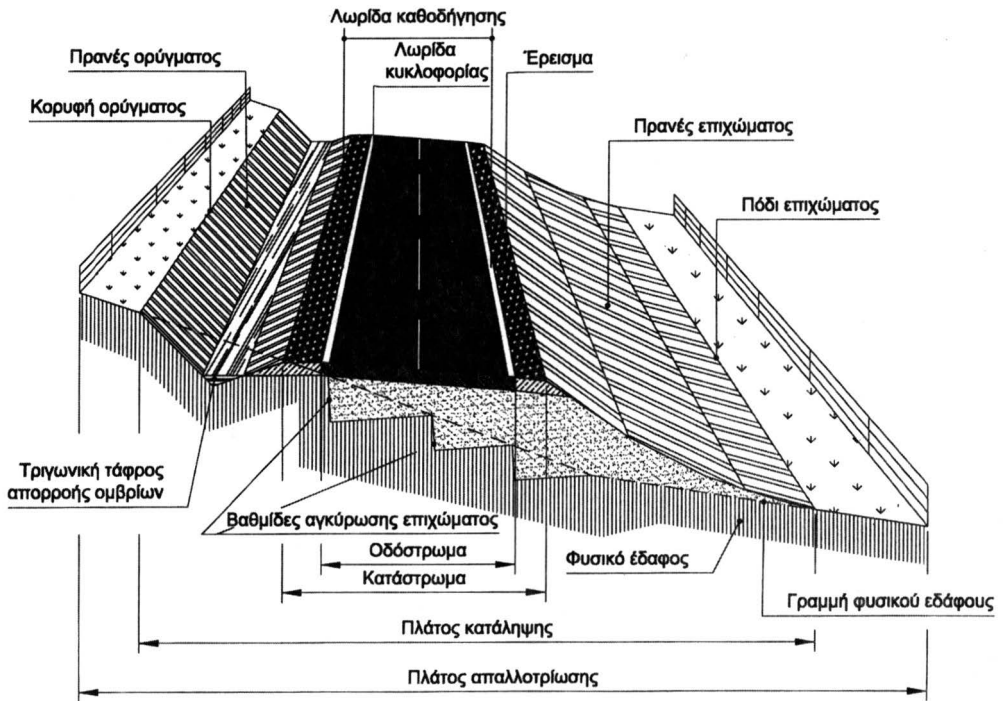
Σχήμα 3.1

Οδόστρωμα της οδού είναι η ανώτερη επιφάνεια της οδού που καταλαμβάνουν οι λωρίδες κυκλοφορίας των οχημάτων.

Άξονας της οδού είναι η γραμμή που σχηματίζεται στον χώρο από την αλληλουχία των σημείων του μέσου του καταστρώματος. Είναι δηλαδή η μεσαία άσπρη γραμμή που βλέπουμε στους αυτοκινητόδρομους και που συνήθως χωρίζει τις δύο διευθύνσεις κίνησης των οχημάτων.

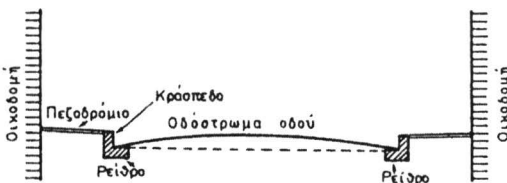
Ερείσματα είναι οι δύο ζώνες, κατά μήκος της οδού, που βρίσκονται εκατέρωθεν του οδοστρώματος και χρησιμοποιούνται, όπως και στο σχήμα 3.1 φαίνεται, για την προσωρινή στάση των οχημάτων ή για την κυκλοφορία σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης. Από κατασκευαστική άποψη χρησιμεύουν για τον εγκιβωτισμό (ένιςχυση

της σταθερότητας της κατασκευής) του οδοστρώματος. Το σχήμα 3.2 δίνει ένα γενικό προοπτικό σχέδιο ενός δρόμου με όλες τις απαραίτητες ενδείξεις.

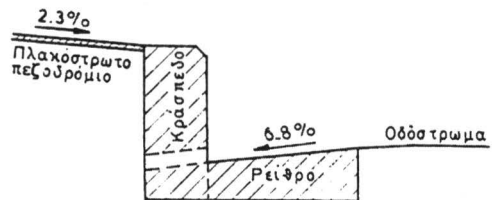


Σχήμα 3.2

Στις αστικές οδούς τα ερείσματα γίνονται υπερυψωμένα και αποτελούν τα **πεζοδρόμια** (βλέπε σχήματα 3.3α και 3.3β). Στα άκρα του οδοστρώματος κατασκευάζονται τα **ρείθρα**, μέσω των οποίων γίνεται η απορροή των ομβρίων υδάτων. Τα άκρα των πεζοδρομίων, που είναι κατακόρυφα, λέγονται **κράσπεδα**. Τα ρείθρα και τα κράσπεδα αντιστηρίζουν τα πεζοδρόμια και την επίστρωσή τους και εγκιβωτίζουν το οδόστρωμα.



Σχήμα 3.3 α



Σχήμα 3.3 β

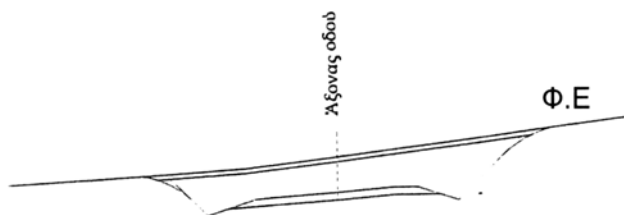
Τάφροι είναι οι κατασκευαστικές διαμορφώσεις, μετά το πέρας των ερεισμάτων και για όσο μήκος της οδού αυτό είναι απαραίτητο, δια μέσου των οποίων γίνεται η απορροή (δηλαδή η απομάκρυνση) των ομβρίων υδάτων από την οδό. Με πιο απλά λόγια είναι τα δύο πλαϊνά τριγωνικά αυλάκια που βλέπουμε στα δύο άκρα του δρόμου και που έχουν σκοπό τη συγκέντρωση και απομάκρυνση του νερού της βροχής.

Λωρίδες κυκλοφορίας: Η οδός, ανάλογα με την Κατηγορία στην οποία ανήκει, έχει ένα ορισμένο αριθμό λωρίδων κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση. Οι λωρίδες αυτές χωρίζονται μεταξύ τους με διαγραμμίσεις (λευκές γραμμές συνεχείς ή διακεκομμένες, μονές ή διπλές, παράλληλες γενικά προς τον άξονα της οδού) και έτσι διευκολύνεται η καθοδήγηση της κυκλοφορίας μιας σειράς οχημάτων σε κάθε λωρίδα κυκλοφορίας.

Ρεύμα ή κατεύθυνση κυκλοφορίας: κάθε οδός, εκτός από τις οδούς μονής κατεύθυνσης (μονόδρομους), έχει δυο κατευθύνσεις ή ρεύματα κυκλοφορίας, από την αφετηρία της προς το πέρας της και το αντίστροφο.

Οριογραμμές του οδοστρώματος είναι οι δυο λευκές συνεχείς γραμμές, οι παράλληλες προς τον άξονα της οδού, που διαχωρίζουν το οδοστρώμα από τα ερείσματα και σημαίνουν ότι τα οχήματα δεν πρέπει να κυκλοφορούν έξω από αυτές, εκτός εάν προκύψει κάποια έκτακτη ανάγκη.

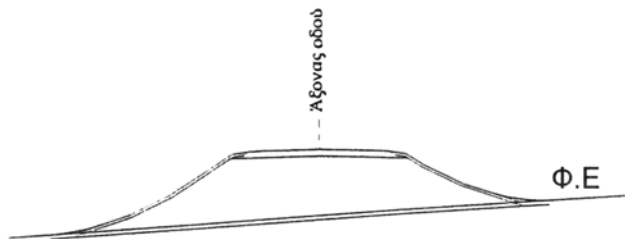
Οδός σε όρυγμα όταν ολόκληρο το κατάστρωμα της οδού βρίσκεται χαμηλότερα από την επιφάνεια του φυσικού εδάφους (Φ.Ε) (βλέπε σχήμα 3.4). Αυτό σημαίνει ότι, για την κατασκευή της οδού, χρειάζεται να εκσκαφεί το φυσικό έδαφος.



Σχήμα 3.4

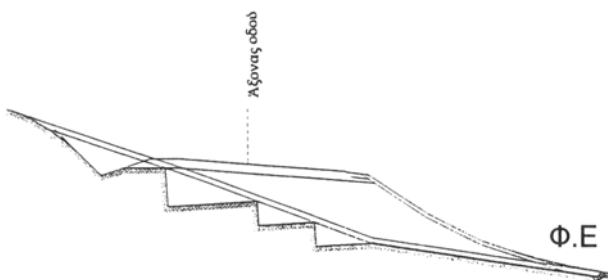
Οδός σε επίχωμα όταν ολόκληρο το κατάστρωμα της οδού βρίσκεται υψηλότερα από την επιφάνεια του φυσικού εδάφους (βλέπε σχήμα 3.5).

Αυτό σημαίνει ότι, για την κατασκευή της οδού, χρειάζεται να επιχωματωθεί το φυσικό έδαφος, συνήθως με την χρήση προϊόντων εκσκαφής ορυγμάτων, τα οποία λέγονται εκχώματα.



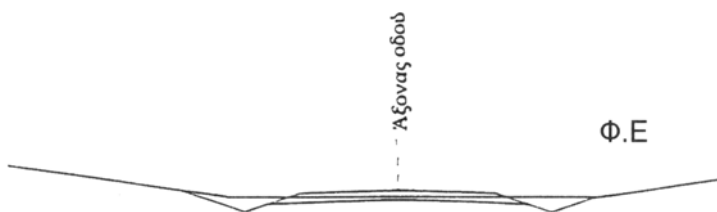
Σχήμα 3.5

Οδός σε μικτή διατομή όταν μέρος του καταστρώματος βρίσκεται χαμηλότερα και το υπόλοιπο μέρος υψηλότερα από το φυσικό έδαφος, οπότε στο πρώτο μέρος πρέπει να γίνει εκσκαφή και στο δεύτερο επιχωμάτωση. (βλέπε σχήμα 3.6).



Σχήμα 3.6

Οδός ισόπεδη όταν το κατάστρωμα της οδού βρίσκεται περίπου στην ίδια στάθμη με την επιφάνεια του φυσικού εδάφους (Φ.Ε) (βλέπε σχήμα 3.7).



Σχήμα 3.7

Χωματισμοί είναι το σύνολο των εργασιών εκσκαφής και επιχωμάτωσης που είναι απαραίτητες για την κατασκευή της οδού.

Πρανές ορύγματος είναι η κεκλιμένη επιφάνεια που διαμορφώνεται μετά την εκσκαφή του ορύγματος και η γραμμή που σχηματίζεται από τα κατώτερα σημεία της είναι η εξωτερική γραμμή του τέλους της τάφρου απορροής ομβρίων.

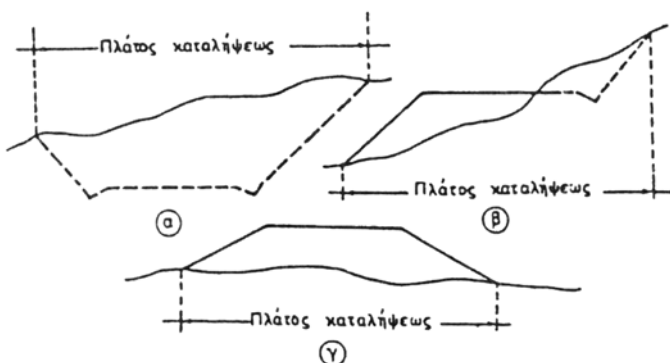
Φρύδι ή κορυφή πρανούς ορύγματος είναι η γραμμή που σχηματίζεται από την τομή της επιφάνειας του πρανούς του ορύγματος με την επιφάνεια του φυσικού

εδάφους (βλέπε σχήμα 3.2).

Πρανές επιχώματος είναι η κεκλιμένη επιφάνεια που διαμορφώνεται μετά την επιχωμάτωση του φυσικού εδάφους για την κατασκευή της οδού. Η γραμμή που σχηματίζεται από τα άνω σημεία αυτής της επιφάνειας αρχίζει μετά τον εξοπλισμό της οδού, ο οποίος είναι τοποθετημένος μετά το αντίστοιχο έρεισμα (βλέπε ξανά το σχήμα 3.2)

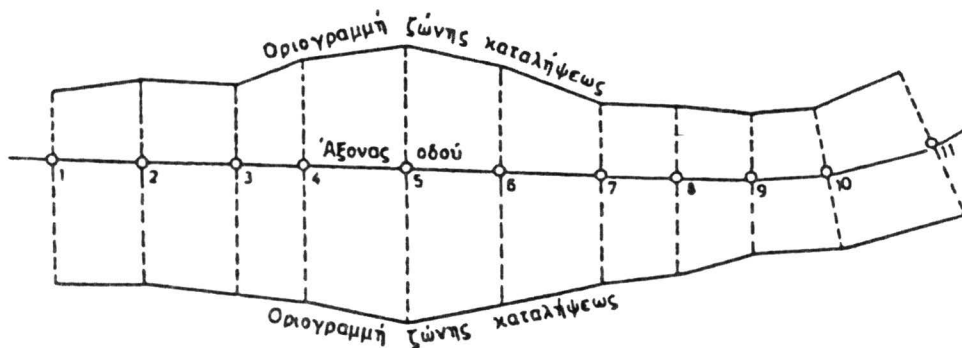
Πόδι επιχώματος είναι η γραμμή που σχηματίζεται από την τομή της επιφάνειας του πρανού του επιχώματος με την επιφάνεια του φυσικού εδάφους (βλέπε σχήμα 3.2).

Εύρος ή πλάτος κατάληψης είναι η οριζόντια απόσταση μεταξύ των τομών του φυσικού εδάφους από τα πρανή της οδού (βλέπε σχήματα 3.2 και 3.8 όπου α =οδός σε όρυγμα, β =μικτή διατομή οδού, γ =οδός σε επίχωμα).



Σχήμα 3.8

Ζώνη κατάληψης είναι η ζώνη του εδάφους που καταλαμβάνει η οδός μαζί με τα πρανή και έχει πλάτος το εύρος κατάληψης της οδού (βλέπε σχήμα 3.9).



Σχήμα 3.9

Β. Στάδια Μελέτης

Οι σημαντικές επιπτώσεις που έχει ένα έργο οδοποιίας στο περιβάλλον, στην οικονομία της χώρας και στην ζωή των κατοίκων της, καθώς επίσης και το τεράστιο κόστος του, δημιουργούν την ανάγκη αφ' ενός για σοβαρή μελέτη του έργου σε όλα τα στάδια της και αφ' ετέρου, για σωστή εφαρμογή της μελέτης κατά την κατασκευή. Τα στάδια της μελέτης που πρέπει να εκπονούνται, σύμφωνα και με την σχετική ισχύουσα Νομοθεσία, είναι τα εξής:

Μελέτη Σκοπιμότητας

Είναι η μελέτη που κρίνει αν το συγκεκριμένο έργο πρέπει να κατασκευαστεί, ποια χαρακτηριστικά οφείλει να έχει και ποια από τις προτεινόμενες εναλλακτικές λύσεις είναι σκόπιμο να προτιμηθεί. Επίσης, η μελέτη αυτή εξετάζει και την ιεράρχηση του έργου, σε σύγκριση και με άλλα έργα που πρέπει να υλοποιηθούν, από άποψη χρονικής σειράς. Π.χ. μια μελέτη σκοπιμότητας κρίνει αν δυο σημεία πρέπει να συνδεθούν, αν αυτό πρέπει να γίνει με οδό ή με σιδηρόδρομο, αν προέχει η σύνδεση αυτών των περιοχών έναντι άλλων κατασκευών σύνδεσης και σε ποια κατηγορία (π.χ. επαρχιακό ή εθνικό δίκτυο) θα πρέπει να ανήκει η οδός, αν τελικά η μελέτη προτείνει οδική σύνδεση.

Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων

Είναι η μελέτη που εξετάζει ποιες θα είναι οι επιπτώσεις του έργου στο περιβάλλον. Εκφράζει δε αρνητική γνώμη για την πραγματοποίησή του αν οι επιπτώσεις αυτές προβλέπονται βλαπτικές και δεν μπορούν να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά.

Κυκλοφοριακή Μελέτη

Η μελέτη αυτή γίνεται μέσα στα πλαίσια της “Μελέτης Σκοπιμότητας” και εξετάζει τα κυκλοφοριακά δεδομένα χωρίς την ύπαρξη του μελετώμενου έργου, καθώς και τις ανάγκες που ωθούν στην υλοποίησή του, καταλήγει δε σε προγνώσεις σχετικά με τα κυκλοφοριακά μεγέθη που θα παρουσιαστούν μετά την πιθανή κατασκευή του. Για όλα αυτά βασίζεται σε στατιστικές μεθόδους και στατιστικά στοιχεία (μετρήσεις) που έχουν σχέση με το συγκεκριμένο έργο καθώς και με παρόμοια έργα που έχουν ήδη κατασκευαστεί.

Γεωλογική και Εδαφοτεχνική Μελέτη

Οι μελέτες αυτές είναι πολύ σημαντικές γιατί προσδιορίζουν τα εδαφικά χαρακτηριστικά των περιοχών όπου θα κατασκευαστούν τα διάφορα τμήματα του έργου. Σε αυτές στηρίζονται οι επιλογές των χαρακτηριστικών του έργου, όπως το πάχος του οδοστρώματος, οι κλίσεις των πρανών κλπ. Στην έλλειψη τέτοιου

είδους μελετών ή στην λανθασμένη εκπόνησή τους οφείλεται κατά μεγάλο μέρος η αστοχία (τα προβλήματα που παρουσιάζονται μετά την κατασκευή) ορισμένων έργων οδοποιίας.

Μελέτη Οδοποιίας

Η μελέτη οδοποιίας γίνεται κατά στάδια, έτσι ώστε στα αρχικά στάδια να προσδιοριστεί επακριβώς η πιο συμφέρουσα λύση μεταξύ των πάρα πολλών που μπορεί να θεωρηθούν πιθανές για κατασκευή. Στα στάδια που προηγούνται της οριστικής μελέτης πρέπει να λαμβάνονται πάντοτε υπ' όψιν τα αποτελέσματα στα οποία κατέληξε η "Μελέτη Σκοπιμότητας", έτσι ώστε να μην προωθηθεί τελικά κάποια λύση που να μην πληροί τις προϋποθέσεις που τέθηκαν στην αρχή.

Τα στάδια της Μελέτης Οδοποιίας είναι τα εξής:

α) Αναγνωριστική (ή Προκαταρκτική) Μελέτη

Κατά το στάδιο αυτό ερευνάται σε ποιες ζώνες μπορεί να κατασκευαστεί το οδικό έργο. Η έρευνα αυτή γίνεται κατ' αρχήν επάνω σε χάρτη σε μικρή κλίμακα, π.χ. 1:50.000 ή 1:20.000 και οι επιλεγόμενες ζώνες εξετάζονται επί τόπου, στο έδαφος. Όσες τελικά θεωρηθούν από τον μελετητή ότι πρέπει να προταθούν, εξετάζονται λεπτομερέστερα, γίνεται σύγκριση μεταξύ τους και μια ή περισσότερες λύσεις προτείνονται για προώθηση στο επόμενο στάδιο της μελέτης οδοποιίας.

β) Προμελέτη

Κατά το στάδιο αυτό γίνεται ο προσδιορισμός της θέσης και των γεωμετρικών χαρακτηριστικών του οδικού έργου. Η ακρίβεια της Προμελέτης είναι βέβαια μεγαλύτερη από εκείνη της Αναγνωριστικής Μελέτης, αλλά εξαρτάται από την ακρίβεια του διαθέσιμου τοπογραφικού υπόβαθρου. Η χρησιμοποιούμενη κλίμακα είναι μεγαλύτερη από εκείνη της Αναγνωριστικής Μελέτης (π.χ. 1:5.000, 1:2.000 και 1:1.000). Γίνεται και κατά το στάδιο της Προμελέτης εξέταση διαφόρων πιθανών λύσεων και συγκριτική τους αξιολόγηση μετά και από επί τόπου επισκέψεις.

γ) Οριστική Μελέτη

Η κλίμακα για την εκπόνηση αυτού του σταδίου είναι η 1:1.000 ή 1:500 και απαιτείται μεγάλη ακρίβεια στην σχεδίαση και στους υπολογισμούς, γιατί αυτή η μελέτη υλοποιείται κατά την κατασκευή του έργου. Κατά το στάδιο αυτό γίνεται η οριστική μελέτη των τεχνικών έργων της οδού. Για όλα τα ανωτέρω είναι απαραίτητη η μετάβαση επί τόπου για την επίλυση των παρουσιαζόμενων προβλημάτων.

δ) Μελέτη Εφαρμογής

Μετά την έγκριση της "Οριστικής Μελέτης" από την αρμόδια Υπηρεσία του ΥΠΕΧΩΔΕ (Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων) γίνεται η εκπόνηση της "Μελέτης Εφαρμογής". Αυτή περιλαμβάνει την χάραξη του άξονα της οδού στο

έδαφος και την συμπλήρωση, όπου είναι ανάγκη, της οριστικής μελέτης με βάση τις επιπλέον πληροφορίες κατά την διάρκεια των εργασιών της χάραξης.

4ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΣΧΕΔΙΟ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ”

Το σχέδιο οδοποιίας χρησιμεύει στην εύκολη και ευανάγνωστη απεικόνιση της οδού επάνω στο χάρτη ή στην οθόνη ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή. Βασικά μέρη του σχεδίου οδοποιίας αποτελούν η Οριζοντιογραφία, η Μηκοτομή και οι Διατομές της οδού:

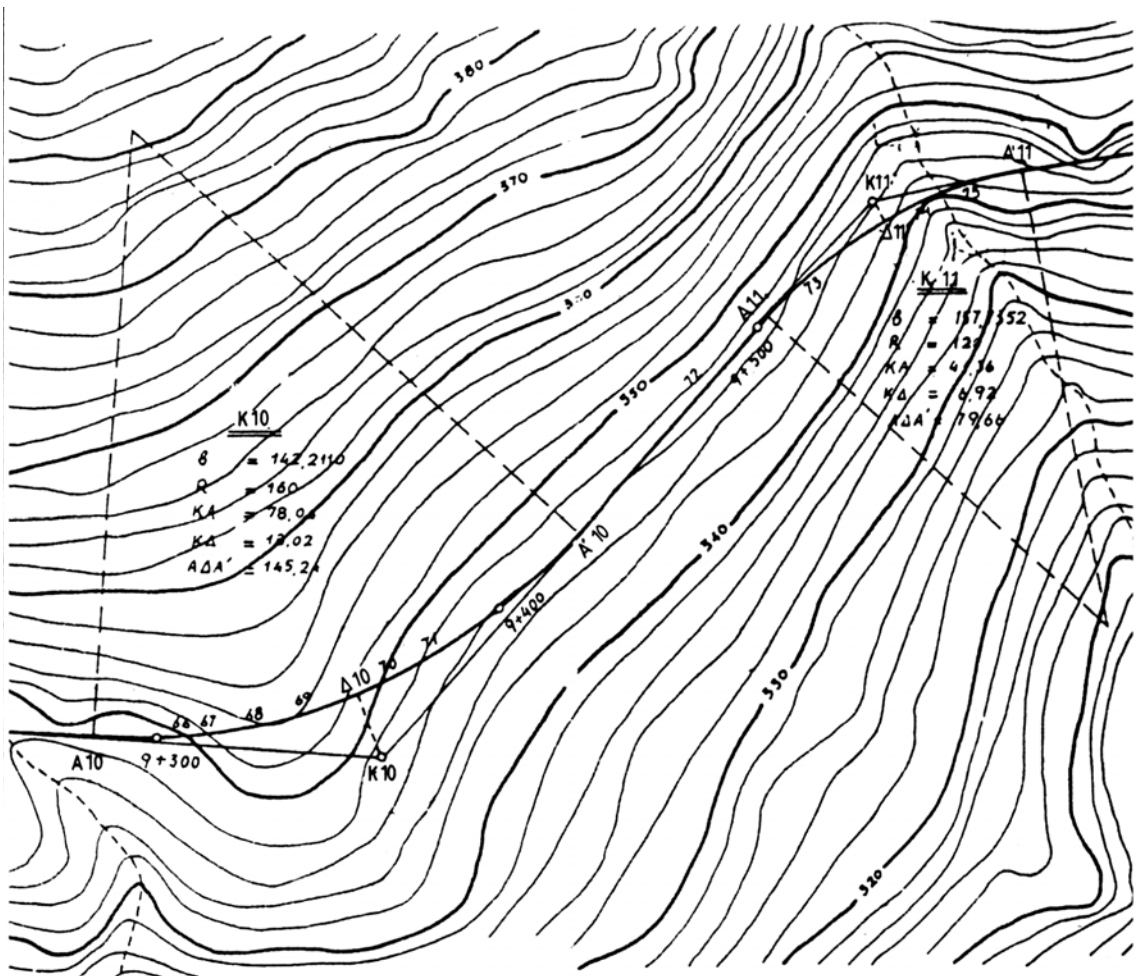
(α) Η Οριζοντιογραφία της οδού αποτελεί την ορθή προβολή της οδού επάνω σε ένα οριζόντιο επίπεδο (κάτοψη), στο οποίο απεικονίζεται συνήθως και η μορφολογία του εδάφους επί του οποίου θα κατασκευαστεί η οδός (βλέπε σχήμα 4.1). Για την απεικόνιση της οδού, του εδάφους αλλά και όλων των αντικειμένων και κατασκευών που βρίσκονται επάνω στο έδαφος χρησιμοποιούνται διάφορες συμβάσεις και συμβολισμοί. Για να σχεδιαστεί δηλαδή η Οριζοντιογραφία της οδού, πρέπει να είναι διαθέσιμη η απεικόνιση της μορφολογίας του εδάφους, με όλα τα αντικείμενα και τις κατασκευές που υπάρχουν επάνω του, είτε σχεδιασμένα σε χαρτί είτε σε ηλεκτρονική μορφή (σε αρχείο ηλεκτρονικού υπολογιστή). Αυτή η απαραίτητη απεικόνιση του εδάφους ονομάζεται Τοπογραφικό Υπόβαθρο ή Τοπογραφικό Διάγραμμα ή Ύψομετρική Οριζοντιογραφία. Ο χαρακτηρισμός “Ύψομετρική” οφείλεται στο ότι, επάνω στο επίπεδο χαρτί του Τοπογραφικού Διαγράμματος όπου έχει σχεδιαστεί η μορφολογία του εδάφους, μπορούμε να διαβάσουμε και τα υψόμετρα του εδάφους με την βοήθεια των ισούψων καμπυλών (τις οποίες θα εξετάσουμε στην συνέχεια, στην § 5.3.2), καθώς και με την αναγραφή των πραγματικών υψομέτρων όπου αυτό είναι απαραίτητο (π.χ. σε κορυφές υψωμάτων, πυθμένες λιμνών, διάφορες κατασκευές κλπ). Ανάλογα με το στάδιο της μελέτης Οδοποιίας, το οποίο εκπονείται, η Οριζοντιογραφία της οδού σχεδιάζεται με την κατάλληλη κλίμακα ανάλογα με το στάδιο της μελέτης για το οποίο εκπονείται (για την επεξήγηση της κλίμακας βλέπε § 5.2) περιλαμβάνει δε τα στοιχεία που είναι απαραίτητα για το αντίστοιχο “Στάδιο Μελέτης”.

Π.χ. στο **Στάδιο της Μελέτης Σκοπιμότητας**, η Οριζοντιογραφία μπορεί να σχεδιαστεί σε κλίμακα 1:50.000 και θα περιλαμβάνει μόνο τον άξονα του δρόμου,

χωρίς την σχεδίαση των λωρίδων κυκλοφορίας, των πινακίδων σήμανσης κλπ.

Στο **Στάδιο της Αναγνωριστικής Μελέτης** η Οριζοντιογραφία μπορεί να σχεδιαστεί σε κλίμακα 1:50.000 ή 1:20.000 και ούτε εδώ θα περιλαμβάνει άλλα στοιχεία πλην του άξονα του δρόμου.

Στο **Στάδιο της Προμελέτης**, η Οριζοντιογραφία μπορεί να σχεδιαστεί σε κλίμακα 1:5.000 ή 1:2.000 και, εκτός από τον άξονα, θα περιλαμβάνει και άλλα στοιχεία που κρίνεται απαραίτητο να απεικονισθούν, όπως το πλάτος της οδού, τα κυριότερα τεχνικά έργα κλπ. Για παράδειγμα, το πλάτος της οδού αν είναι της τάξης των 10 μέτρων και απεικονισθεί στην κλίμακα 1:5.000 του Τοπογραφικού Υποβάθρου, θα είναι της τάξης των 2 χιλιοστών, ενώ σε κλίμακα 1:2.000 θα είναι της τάξης των 5 χιλιοστών.



Σχήμα 4.1

Για τους λόγους αυτούς δεκαπλασιάζουμε την κλίμακα σχεδίασης του πλάτους της οδού. Δηλαδή, όταν η κλίμακα του Τοπογραφικού Διαγράμματος είναι π.χ. 1:5.000, το πλάτος του δρόμου θα είναι σε κλίμακα (1:5.000)×10, δηλαδή σε 1:500 και σύμφωνα με το προηγούμενο παράδειγμα, στην σχεδίαση θα καταλαμβάνει πλάτος της τάξης του 1 εκατοστού (από μισό εκατοστό εκατέρωθεν του άξονα), ενώ όταν η κλίμακα του Τοπογραφικού Διαγράμματος είναι 1:2.000, το πλάτος του δρόμου θα είναι σε κλίμακα (1:2.000)×10, δηλαδή σε 1:200. Σε αυτή την περίπτωση, σύμφωνα με το προηγούμενο παράδειγμα, στην σχεδίαση θα καταλαμβάνει πλάτος της τάξης των 2,5 εκατοστών (από 1,25 εκατοστά εκατέρωθεν του άξονα της οδού).

Στο **Στάδιο της Οριστικής Μελέτης**, η Οριζοντιογραφία σχεδιάζεται σε κλίμακα 1:1.000 ή 1:500 και περιλαμβάνει, εκτός από το πλάτος του δρόμου και όλα τα στοιχεία του Σταδίου της Οριστικής Μελέτης, δηλαδή τα μικρά και μεγάλα τεχνικά έργα, τις πινακίδες, τις διαγραμμίσεις, τον εξοπλισμό ασφαλείας (στηθαία, οριοδείκτες κλπ), τις ισόπεδες και ανισόπεδες διασταυρώσεις με άλλες οδούς κλπ. Σημειώνεται ότι όταν η οριζοντιογραφία σχεδιάζεται σε κλίμακα 1:500, τότε και το πλάτος της οδού απεικονίζεται σε κλίμακα 1:500

Χιλιομέτρηση της οδού:

Η χιλιομέτρηση είναι η αναγραφή, σε διάφορες θέσεις της οδού, της απόστασης (σε χιλιόμετρα) από την αφετηρία της. Κατά κανόνα αναγράφονται οι χιλιομετρικές θέσεις (χ.θ.) σε αποστάσεις ακεραίων χιλιομέτρων και μισών (0,5) χιλιομέτρων, καθώς και τα δεκατόμετρα.

Για την αφετηρία της χάραξης υπάρχουν δύο περιπτώσεις:

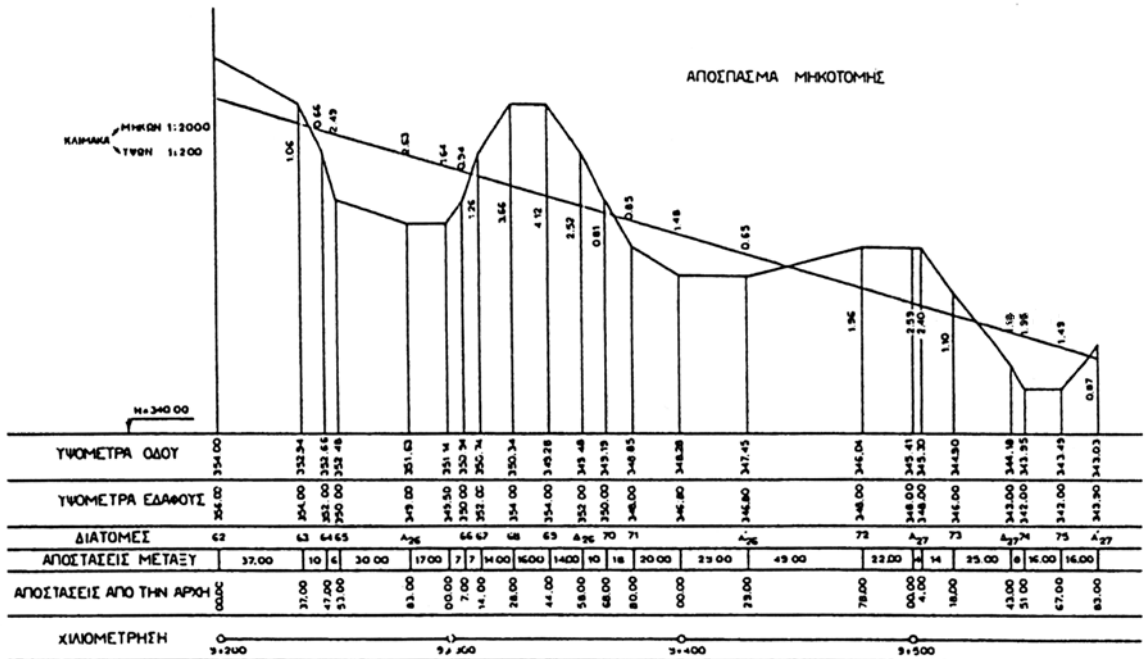
- 1) να συμπίπτει με το 0,00 χλμ.
- 2) η χιλιομετρική της θέση να έχει μια οποιαδήποτε άλλη τιμή, π.χ. να είναι η χ.θ. 453,12. Στην περίπτωση αυτή οι ανά χιλιόμετρο χ.θ. ξεκινάνε από την χ.θ. 454,00 και οι ανά μισό χιλιόμετρο από την χ.θ. 453,50.

Στα σχέδια των Μελετών Οδοποιίας οι χιλιομετρικές θέσεις δεν γράφονται σαν δεκαδικοί αριθμοί με υποδιαστολή, αλλά με + (συν), δηλαδή η χ.θ. 433,50 γράφεται 433+500. Επίσης, η αφετηρία γράφεται 0+000. Με τον ίδιο τρόπο αναγράφονται οι αποστάσεις σε οποιοδήποτε σημείο. Π.χ. το σημείο που απέχει 100 μέτρα από την αφετηρία γράφεται 0+100.

Σημεία, για τα οποία αναγράφεται οπωσδήποτε η χιλιομετρική θέση και στο σχέδιο της οριζοντιογραφίας και της μηκοτομής, είναι τα χαρακτηριστικά σημεία των καμπυλών της οριζοντιογραφίας όπως είναι τα σημεία $A, E_{\sigma}, \Omega, \Delta, \Omega', E_{\sigma}', A'$ του σχήματος 6.4.

β) **Η Μηκοτομή** της οδού αποτελεί την τομή του φυσικού εδάφους, καθώς και της επιφάνειας της οδού από ένα κατακόρυφο "επίπεδο", το οποίο διέρχεται ακριβώς από τον άξονα της οριζοντιογραφίας της οδού. Επειδή όμως ένα κατακόρυφο επίπεδο που διέρχεται ακριβώς από κάθε σημείο του άξονα της οδού δεν μπορεί να έχει επίπεδη μορφή, αφού η οδός, εκτός από τα ευθύγραμμα τμήματά της, έχει

και στροφές, δηλαδή καμπύλα τμήματα, για να μπορέσουμε να σχεδιάσουμε την μηκοτομή επάνω στο χαρτί πρέπει να φανταστούμε ότι τεντώνουμε τον άξονα της οδού, σαν να ήταν από εύκαμπτο υλικό, και τον κάνουμε ευθύγραμμο. Τότε και το κατακόρυφο "επίπεδο" που ακολουθεί τον άξονα σε όλα του τα σημεία θα πάρει πραγματικά επίπεδη μορφή και το σχέδιο που θα προκύψει θα παρουσιάζει αφ' ενός την μηκοτομή του εδάφους κατά μήκος του άξονα της οδού και, αφ'ετέρου, την μηκοτομή του ίδιου του άξονα της οδού. (βλέπε σχήμα 4.2).



Σχήμα 4.2

Συνήθως η μηκοτομή σχεδιάζεται στην κλίμακα, υπό την οποία έχει σχεδιαστεί και η Οριζοντιογραφία του ίδιου σταδίου της μελέτης, δηλαδή το μήκος της οδού απεικονίζεται στην ίδια κλίμακα με εκείνη του μήκους στην Οριζοντιογραφία. Όσον αφορά όμως στα υψόμετρα των σημείων της οδού, ακολουθείται η εξής μέθοδος:

* Επιλέγουμε ένα **Επίπεδο Αναφοράς**, το οποίο είναι ένα οριζόντιο επίπεδο που έχει υψόμετρο κατώτερο από τα υψόμετρα του φυσικού εδάφους από όπου διέρχεται η οδός. Π.χ. αν το κατώτερο υψόμετρο του φυσικού εδάφους είναι το 145,70 μ. επιλέγουμε σαν επίπεδο αναφοράς το οριζόντιο επίπεδο που έχει υψόμετρο $H = 140,00 \mu$.

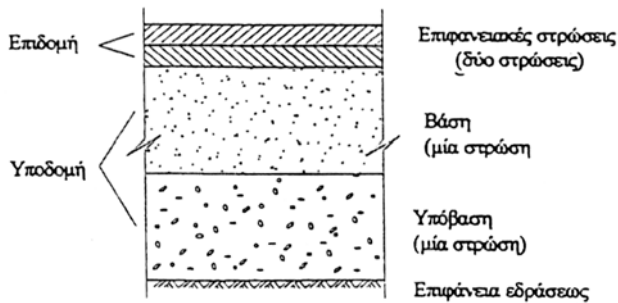
* Στη συνέχεια αφαιρούμε, για κάθε σημείο της μηκοτομής του εδάφους που τοποθετούμε επάνω στο σχέδιο της μηκοτομής, από το υψόμετρο του το υψόμετρο $H = 140,00 \mu$. και την διαφορά την μετράμε, σε άξονα κάθετο προς τον άξονα

του μήκους της μηκοτομής, υπό κλίμακα δεκαπλάσια από ό,τι η κλίμακα μήκους. Δηλαδή αν το μήκος της οδού είναι σχεδιασμένο στο σχέδιο της Μηκοτομής σε κλίμακα 1:5.000, τα ύψη θα σχεδιάζονται σε κλ. 1:500. Εάν η κλίμακα του μήκους είναι 1:1.000, η κλίμακα των υψών θα είναι 1:100 (ή 1:200).

γ) **Οι Διατομές** της οδού ή **Κατά Πλάτος Τομές** είναι οι τομές της οδού, σε διάφορα σημεία του άξονα της, από επίπεδα κατακόρυφα και κάθετα στον άξονα στα συγκεκριμένα σημεία (πιο αναλυτικά θα τα δούμε στο 8ο κεφάλαιο).

Σε μια διατομή της οδού (βλέπε σχήμα 4.3), η οποία δεν επεκτείνεται σε όλο το πλάτος του καταστρώματος, φαίνεται το φυσικό έδαφος, η υποδομή της οδού (υπόβαση και βάση) και η επιδομή της (στρώσεις οδοστρώματος, επιφανειακή στρώση κυκλοφορίας).

Οι διατομές σχεδιάζονται κυρίως για να χρησιμοποιηθούν στον υπολογισμό, των χωματισμών. Για τον λόγο αυτό γίνονται σε κλίμακα 1:100, σε μιλιμετρε χαρτί, σε τρόπο ώστε να είναι εύκολη η εμβαδομέτρηση της επιφάνειας της διατομής που είναι σε όρυγμα και της επιφάνειας της διατομής που είναι σε επίχωμα, για τον υπολογισμό, στην συνέχεια, των όγκων των ορυγμάτων και των όγκων των επιχωμάτων.



Σχήμα 4.3

Η ισχύουσα Νομοθεσία δεν καθιστά υποχρεωτική την σχεδίαση διατομών για στάδια προηγούμενα της οριστικής μελέτης. Στο στάδιο της προμελέτης οι χωματισμοί υπολογίζονται με βάση την μηκοτομή της οδού. Εάν όμως ο μελετητής Μηχανικός θέλει να υπολογιστούν οι χωματισμοί βάσει διατομών, τότε πρέπει να σχεδιαστεί μία τουλάχιστον διατομή για κάθε 20 μέτρα του άξονα της οδού. Οι διαδοχικές διατομές δεν πρέπει να απέχουν περισσότερο από 20 μέτρα, γιατί, διαφορετικά, ο υπολογισμός των χωματισμών θα είναι τελείως ανακριβής.

Στο στάδιο της Οριστικής Μελέτης σχεδιάζεται μια διατομή κάθε 10 μέτρα του άξονα της οδού.

5ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ”

5.1 Γενικά

Το “Τοπογραφικό Σχέδιο” απεικονίζει επάνω σε μία επίπεδη επιφάνεια (χαρτί ή οθόνη ηλεκτρονικού υπολογιστή) την μορφολογία του εδάφους και όλα τα σταθερά αντικείμενα ή κατασκευές που βρίσκονται επάνω στο έδαφος.

Επειδή το πραγματικό έδαφος δεν είναι επίπεδο, για να αποτυπωθεί επάνω σε μία επίπεδη επιφάνεια, όπως είναι το χαρτί, πρέπει όλα τα σημεία του να προβληθούν επάνω στην επίπεδη επιφάνεια με ορθή προβολή. Αυτή η προβολή των σημείων πρέπει όμως να συνοδεύεται και από πληροφορίες για το υψόμετρό τους, έτσι ώστε να μπορεί κανείς, κοιτάζοντας το τοπογραφικό σχέδιο, να αντιλαμβάνεται και το ανάγλυφο του εδάφους, δηλαδή τις υψομετρικές διαφορές μεταξύ των διαδοχικών σημείων του. Για τον σκοπό αυτό, η μορφολογία του εδάφους σχεδιάζεται συμβολικά μέσω των ισούψων καμπυλών, οι οποίες, όπως θα δούμε αναλυτικότερα στην συνέχεια, είναι νοητές καμπύλες, επάνω στην κάθε μία από τις οποίες όλα τα σημεία έχουν το ίδιο υψόμετρο.

Σε κάθε τοπογραφικό σχέδιο σημειώνεται με βέλος η διεύθυνση του Βορρά.

Εκτός από τις ισούψεις καμπύλες, επάνω στο τοπογραφικό σχέδιο σημειώνονται, όπου αυτό είναι απαραίτητο, και τα υψόμετρα διαφόρων μεμονωμένων σημείων, όπως είναι οι κορυφές των υψωμάτων κλπ.

Επίσης σχεδιάζονται στο τοπογραφικό σχέδιο και όσα σταθερά αντικείμενα ή κατασκευές υπάρχουν επί του εδάφους, είτε με την κάτοψή τους είτε με κάποιο σύμβολο που χρησιμοποιείται συμβατικά.

Η ακρίβεια του τοπογραφικού σχεδίου εξαρτάται από τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την αποτύπωση του εδάφους και από τους σκοπούς, για τους οποίους πραγματοποιείται η αποτύπωση αυτή.

Όσον αφορά στις μελέτες οδοποιίας, όπως έχουμε ήδη αναφέρει, ανάλογα με το εκπονούμενο στάδιο μελέτης χρησιμοποιούνται είτε χάρτες σε κλίμακα 1:50.000 (ή 1:20.000 που προκύπτουν από μεγέθυνση του 1:50.000) είτε Τοπογραφικό Υπόβαθρο σε κλ. 1:5.000, 1:2.000, 1:1.000 κλπ.

Το Τοπογραφικό Υπόβαθρο λέγεται και Τοπογραφικό Διάγραμμα, καθώς και Υψομετρική Οριζοντιογραφία.

5.2 Κλίμακα σχεδίου

Η απεικόνιση ή αποτύπωση ενός αντικειμένου επάνω σε χαρτί ή σε άλλο υπόβαθρο γίνεται υπό κάποια κλίμακα. Εάν το απεικονίσουμε σε φυσικό μέγεθος, τότε η κλίμακα που χρησιμοποιούμε λέγεται 1:1 (ένα προς ένα).

Εάν το απεικονίσουμε μειώνοντας τις διαστάσεις του στο μισό, τότε η κλίμακα λέγεται 1:2 (ένα προς δύο).

Εάν μειώσουμε τις διαστάσεις του εκατό φορές, τότε η κλίμακα λέγεται 1:100.

Παρατηρούμε ότι η κλίμακα εκφράζεται σαν κλάσμα.

Π.χ. η κλίμακα 1:2 έχει το κλάσμα $\frac{1}{2}$ (ένα προς δύο).

Όσο πιο μεγάλος είναι ο παρονομαστής της κλίμακας, τόσο πιο μικρή λέγεται η κλίμακα.

Π.χ. η κλίμακα 1:2000 είναι μεγαλύτερη από την κλίμακα 1:50.000, ενώ η κλίμακα 1:1.000.000 είναι πολύ μικρή.

Όπως έχουμε δει στα προηγούμενα κεφάλαια, οι κλίμακες που χρησιμοποιούνται στους χάρτες, στα “Τοπογραφικά Υπόβαθρα” και στις μελέτες οδοποιίας είναι μικρές, όπως 1:50.000, 1:20.000, 1:10.000, 1:5.000.

Όσο πιο προχωρημένο είναι το στάδιο της μελέτης και όσο μεγαλύτερη ακρίβεια απαιτείται τόσο μεγαλύτερη πρέπει να είναι η κλίμακα. Γι’ αυτό στις οριστικές μελέτες χρησιμοποιείται υπόβαθρο σε κλ. 1:1000 και ακόμα σε 1:500. Επίσης, οι διατομές σχεδιάζονται σε κλ. 1:100, και για να φαίνονται οι λεπτομέρειες (πάχη υπόβασης, βάσης, ασφαλτικών στρώσεων) αλλά και για την εμβαδομέτρηση, σε κάθε διατομή, της επιφάνειας του ορύγματος και του επιχώματος. Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, η εμβαδομέτρηση γίνεται για να υπολογιστούν στη συνέχεια οι όγκοι των χωματουργικών εργασιών.

Όταν λοιπόν μία διατομή είναι σχεδιασμένη σε μιλλιμετρέ χαρτί σε κλ. 1:100, το κάθε τετραγωνίδιο πλευράς 1 εκατοστού του σχεδίου αντιπροσωπεύει ένα τετράγωνο πλευράς 100 εκατοστών στην πραγματικότητα, δηλαδή 1 τετραγωνικό μέτρο (1m^2). Μετρώντας λοιπόν σε μία διατομή τον αριθμό των τετραγωνιδίων (πλευράς 1 εκ.) που είναι π.χ. σε όρυγμα, ξέρουμε την επιφάνεια του ορύγματος σε τετραγωνικά μέτρα.

Ο τρόπος με τον οποίο χρησιμοποιήσαμε την έννοια της κλίμακας στην προηγούμενη παράγραφο είναι και ο ασφαλέστερος για να αποφεύγονται τα λάθη και οι καθυστερήσεις στους υπολογισμούς. Δηλαδή εάν το σχέδιο είναι σε κλ. 1:K, τότε μία μονάδα μέτρησης επί του σχεδίου αντιπροσωπεύει K μονάδες μέτρησης στο πραγματικό έδαφος. Σαν μονάδα μέτρησης μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε όποια μας εξυπηρετεί, ανάλογα με την φάση της εργασίας στην οποία βρισκόμαστε.

1ο Παράδειγμα: Σε τοπογραφικά υπόβαθρο κλίμακας 1:20.000 μετράμε με υποδεκάμετρο μία απόσταση και έστω ότι είναι 5 εκατοστά. Για να βρούμε πόση είναι αυτή η απόσταση στην πραγματικότητα, χρησιμοποιούμε την απλή μέθοδο των τριών ως εξής:

1 εκατοστό επί του σχεδίου αντιπροσωπεύει 20.000 εκατοστά στο πραγματικό έδαφος

5 εκατοστά επί του σχεδίου πόσα (=X) εκατοστά είναι στο πραγματικό έδαφος;

$$X = 20.000 \text{ εκ.} \cdot X (5 \text{ εκ.} / 1 \text{ εκ.}) = 100.000 \text{ εκ.} = 1.000\text{μ.} = 1 \text{ χλμ.}$$

Άρα τα 5 εκατοστά που μετρήσαμε με το υποδεκάμετρο είναι στο πραγματικό έδαφος 1 χιλιόμετρο.

2ο Παράδειγμα: Σε τοπογραφικά υπόβαθρο κλίμακας 1:5.000 θέλουμε να σχεδιάσουμε ένα τετράγωνο γήπεδο πλευράς 300 μέτρων. Πρόκειται για το

αντίστροφο πρόβλημα. Χρησιμοποιούμε και πάλι την απλή μέθοδο των τριών ως εξής:

1 μέτρο επί του σχεδίου αντιπροσωπεύει 5.000 μέτρα στο πραγματικό έδαφος
Πόσα (=X) μέτρα επί του σχεδίου είναι 300 μέτρα στο πραγματικό έδαφος;

$$X = 1\mu \times (300\mu. / 5.000\mu.) = 0,06\mu. = 6 \text{ εκ.}$$

Επομένως στο σχέδιο σε κλίμακα 1:5.000 το τετράγωνο γήπεδο έχει πλευρά 6 εκατοστών

3ο Παράδειγμα: Σε τοπογραφικό υπόβαθρο κλίμακας 1:1000 μετράμε μία απόσταση και είναι 20 εκ. Θέλουμε να μεταφέρουμε αυτή την απόσταση σε τοπογραφικό υπόβαθρο κλίμακας 1:5.000.

Το παράδειγμα αυτό είναι συνδυασμός των δύο προηγούμενων.

Μετατρέπουμε κατ' αρχή την μετρηθείσα απόσταση σε πραγματική:

1 εκατοστό επί του σχεδίου αντιπροσωπεύει 1.000 εκατοστά στο πραγματικό έδαφος

20 εκατοστά επί του σχεδίου πόσα (X) εκατοστά είναι στο πραγματικό έδαφος;

$$X = 1.000 \text{ εκ.} \times (20 \text{ εκ.} / 1 \text{ εκ.}) = 20.000 \text{ εκ.} = 200\mu. \text{ πραγματική απόσταση}$$

Και στη συνέχεια μετατρέπουμε την πραγματική απόσταση των 200 μ. στην κλίμακα 1:5.000.

Έτσι έχουμε

1 μέτρο επί του σχεδίου αντιπροσωπεύει 5000 μέτρα στο πραγματικό έδαφος

Πόσα (=X) μέτρα επί του σχεδίου είναι 200 μέτρα στο πραγματικό έδαφος;

$$X = 1 \mu \times (200\mu. / 5.000\mu.) = 0,04\mu. = 4 \text{ εκ.}$$

Επομένως στο υπόβαθρο που είναι σε κλίμακα 1:5.000 η απόσταση που μας ενδιαφέρει αντιπροσωπεύεται από 4 εκ.

4ο Παράδειγμα: Σε τοπογραφικό υπόβαθρο 1:5.000 ένα ευθύγραμμο τμήμα ΑΒ έχει μήκος 4 εκ. και σε δεύτερο τοπογραφικό υπόβαθρο, άγνωστης κλίμακας, έχει μήκος 10 εκ.

Θέλουμε να υπολογίσουμε σε τι κλίμακα είναι το δεύτερο τοπογραφικό διάγραμμα.

Υπολογίζουμε κατ' αρχήν το μήκος ΑΒ σε πραγματικό έδαφος

1 εκ. επί του σχεδίου αντιπροσωπεύει 5.000 εκ. στο πραγματικό έδαφος

4 εκ. επί του σχεδίου πόσα (=X) εκ. είναι στο πραγματικό έδαφος;

$$X = 5.000 \text{ εκ.} \times (4 \text{ εκ.} / 1 \text{ εκ.}) = 20.000 \text{ εκ.} = 200\mu.$$

Υπολογίζουμε στη συνέχεια την άγνωστη κλίμακα:

10 εκ. = 0,10 μ. επί του σχεδίου αντιπροσωπεύουν 200 μ στο πραγματικό έδαφος

1 μ. επί του σχεδίου πόσα (=X) μ. είναι στο πραγματικό έδαφος;

$$X = 200 \mu \times (1\mu. / 0,10\mu.) = 2.000\mu.$$

Άρα η άγνωστη κλίμακα είναι η 1:2.000

Σημείωση 1η:

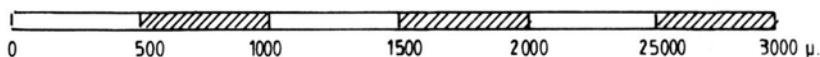
Υπάρχουν στο εμπόριο πλαστικές έτοιμες κλίμακες μήκους 30 εκ., σχήματος επιμήκους τριγωνικού πρίσματος, οι οποίες σε κάθε μία από τις τρεις πλευρές τους έχουν από δύο κλίμακες.

Για αρχιτεκτονικό σχέδιο, στην πλαστική κλίμακα υπάρχουν οι 1:20, 1:25, 1:50, 1:75, 1:100, 1:125.

Για τοπογραφικό σχέδιο, στην πλαστική κλίμακα υπάρχουν οι 1:100, 1:200, 1:250, 1:300, 1:400, 1:500.

Σημείωση 2η:

Γραφική κλίμακα: Η κλίμακα μπορεί να σημειώνεται και γραφικά στο περιθώριο ενός σχεδίου, όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα (βλέπε σχήμα 5.1).



Σχήμα 5.1

Για να βρούμε την πραγματική απόσταση μεταξύ δύο σημείων A και B ενός σχεδίου, το οποίο έχει την κλίμακα σε γραφική μορφή, μεταφέρουμε το μήκος του ευθύγραμμου τμήματος AB επάνω στην γραφική κλίμακα, χρησιμοποιώντας διαστημόμετρο ή άλλο μέσο. Τοποθετούμε το A στο μηδέν της κλίμακας και διαβάζουμε την ένδειξη της που αντιστοιχεί στο B.

5.3 Κάναβος

Ο κάναβος είναι ένα δίκτυο γραμμών επάνω σε μία επίπεδη επιφάνεια, οι οποίες είναι παράλληλες προς ένα σύστημα ορθογωνίων συντεταγμένων με άξονες x, y κάθετους μεταξύ τους. Οι γραμμές αυτές απέχουν μεταξύ τους σταθερή απόσταση (5 ή 10 εκατοστά) και κατά τον άξονα x και κατά τον άξονα y και, όπως τέμνονται, σχηματίζουν τετράγωνα. Για τα τοπογραφικά σχέδια, ο άξονας y του κανάβου συμπίπτει με την διεύθυνση του Βορρά.

Ανάλογα με την κλίμακα του σχεδίου που θα τοποθετήσουμε επάνω στον κάναβο, αλλάζει και το μήκος που αντιπροσωπεύουν στην πραγματικότητα τα 10 εκατοστά της πλευράς του κανάβου. Π.χ. εάν η κλίμακα του τοπογραφικού υποβάθρου, που θα τοποθετήσουμε στον κάναβο, είναι 1:1000, τα 10 εκ. θα αντιπροσωπεύουν στο πραγματικό έδαφος 100 μ.

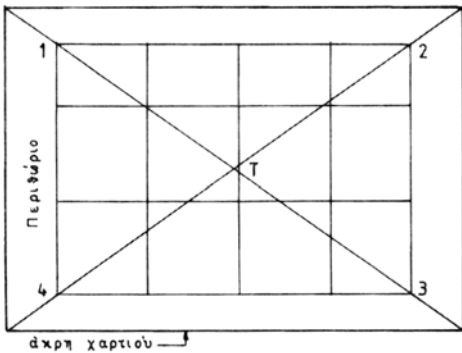
Εάν η κλίμακα είναι 1:5.000, τα 10 εκ. της πλευράς του κανάβου θα αντιπροσωπεύουν στο πραγματικό έδαφος 500 μ. (Ο υπολογισμός γίνεται όπως στα παραδείγματα της παρ 5.2).

Για την χάραξη του κανάβου χρησιμοποιείται ειδικό όργανο, ο συντεταγμενογράφος, που αποτελείται από δύο βραχίονες κάθετους μεταξύ τους, από τους οποίους ο ένας είναι σταθερός και ο άλλος ολισθαίνει επάνω στον σταθερό. Για την επισήμανση των σημείων υπάρχει ακίδα και μεγεθυντικός φακός για μεγάλη ακρίβεια.

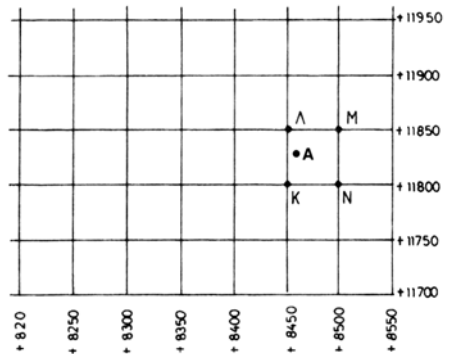
Επίσης ο κανάβος μπορεί να σχεδιαστεί με την βοήθεια ειδικής μεταλλικής πλάκας με τρύπες, οι οποίες αντιστοιχούν στις κορυφές των τετραγώνων (τομές των γραμμών) του. Από τις τρύπες τρυπάμε το χαρτί του σχεδίου και στη συνέχεια σχεδιάζουμε τις γραμμές του κανάβου ενώνοντας τις διαδοχικές τρύπες.

Τέλος, ο κανάβος σχεδιάζεται και με χρήση γεωμετρικών κατασκευών: Χαράσσονται οι διαγώνιοι του χαρτιού (που έχει σχήμα ορθογώνιου παραλληλόγραμμου). Από το σημείο τομής τους T μετράμε επί των διαγωνίων τμήματα T1, T2, T3 και T4, ίσα μεταξύ τους έτσι ώστε (βλέπε σχήμα 5.2) ενώνοντας τα σημεία 1, 2, 3, 4 ανά δύο να δημιουργείται ένα περιθώριο 3 εκ. (ή και μεγαλύτερο, ανάλογα με τις ανάγκες του σχεδίου). Υποδιαιρούμε στη συνέχεια τις πλευρές 1-2, 2-3, 3-4, 4-1 ανά 5 ή 10 εκ., ενώνουμε τα σημεία των υποδιαιρέσεων της κάθε πλευράς με τα αντίστοιχα σημεία της απέναντι πλευράς και έτσι σχηματίζεται ο κανάβος.

Όλες οι γραμμές του κανάβου έχουν καθορισμένες συντεταγμένες οι οποίες είναι σημειωμένες στο περιθώριο του χαρτιού του σχεδίου (βλέπε σχήμα 5.3).



Σχήμα 5.2



Σχήμα 5.3

5.3.1 Τοποθέτηση σημείων στον κανάβο

Για να τοποθετήσουμε ένα σημείο στον κανάβο, πρέπει να γνωρίζουμε τα εξής:

- τις συντεταγμένες του ως προς τους άξονες x και y (προς τους οποίους είναι παράλληλες οι πλευρές του κανάβου).
- την κλίμακα του σχεδίου στο οποίο ανήκει το σημείο.

Η τοποθέτηση γίνεται με τον ίδιο τρόπο με τον οποίο εντοπίζουμε ένα σημείο σε

σύστημα αξόνων x, y καθέτων μεταξύ τους, με την διαφορά ότι το σημείο τομής των αξόνων x, y το σημείο δηλαδή με συντεταγμένες $(0,0)$, συνήθως βρίσκεται εκτός του χαρτιού σχεδίασης. Για τον λόγο αυτό εξετάζουμε μεταξύ ποιων πλευρών του κανάβου βρίσκεται το σημείο μας, συγκρίνοντας τις συντεταγμένες του με τις συντεταγμένες των πλευρών του κανάβου και κατά τον άξονα x και κατά τον άξονα y .

Αφού λοιπόν εντοπίσουμε σε ποιο τετράγωνο του κανάβου βρίσκεται το σημείο που θέλουμε να τοποθετήσουμε, αφαιρούμε από τις συντεταγμένες του τις συντεταγμένες των κορυφών του τετραγώνου που έχουν μικρότερες τιμές απ' ό,τι οι συντεταγμένες του σημείου

Παράδειγμα: Έστω ότι θέλουμε να τοποθετήσουμε σε κάναβο το σημείο A (βλέπε το σχήμα 5.3) με συντεταγμένες:

$$x_A = 8.452,12 \mu.$$

$$y_A = 11.812,44 \mu.$$

και ότι η κλίμακα του σχεδίου θα είναι 1:500.

Η απόσταση των 10 εκ. μεταξύ των πλευρών του κανάβου αντιπροσωπεύει στην πραγματικότητα 50 μ.

Συγκρίνοντας τις συντεταγμένες του σημείου A με τις συντεταγμένες των πλευρών του κανάβου, βλέπουμε ότι το A εντοπίζεται στο τετράγωνο KLMN.

Αφαιρούμε από το X_A το X_K :

$$\Delta X = X_A - X_K = 8.452,12 \mu. - 8.450,00 \mu. = 2,12 \mu$$

Αφαιρούμε από τις y_A το y_K :

$$\Delta y = y_A - y_K = 11.812,44 \mu. - 11.800,00 \mu. = 12,44 \mu.$$

Στη συνέχεια τοποθετούμε το σημείο A στο τετράγωνο KLMN, θεωρώντας αρχή των αξόνων το K και συντεταγμένες του A τις $x = \Delta x = 2,12 \mu$, $y = \Delta y = 12,44 \mu$.

Μετατρέπουμε βέβαια τις x και y στην κλίμακα 1:500

1 μ. επί του σχεδίου αντιπροσωπεύει 500 μ. στο πραγματικό έδαφος
 x ; 2,12 μ

$$x = 1\mu \times \frac{2.12}{500\mu} = 0,00424\mu, \text{ δηλαδή } 4,20 \text{ χιλιοστά}$$

1 μ. επί του σχεδίου αντιπροσωπεύει 500 μ. στο πραγματικό έδαφος
 y ; 12,44 μ.

$$y = 1\mu. \times \frac{12.44}{500\mu} = 0,002488\mu, \text{ δηλαδή } 2,50 \text{ εκατοστά}$$

Όπως τοποθετήσαμε στον κάναβο το σημείο A, έτσι μπορούμε να τοποθετήσουμε και οποιοδήποτε σχήμα, εντοπίζοντας τα σημεία που το απαρτίζουν με βάση τις συντεταγμένες τους και ενώνοντας τα μεταξύ τους.

5.3.2. Ισοΰψείς καμπύλες

Όπως είδαμε στην § 5.1, οι ισοΰψείς καμπύλες είναι νοητές καμπύλες, επάνω στην

κάθε μία από τις οποίες όλα τα σημεία έχουν το ίδιο υψόμετρο.

Κάθε ισοϋψής καμπύλη δηλαδή είναι ο γεωμετρικός τόπος των σημείων που έχουν το υψόμετρο που χαρακτηρίζει αυτή την καμπύλη.

Τις καμπύλες αυτές θα μπορούσαμε να τις δούμε πραγματικά αν μπορούσαμε να τμήσουμε το έδαφος με οριζόντια διαδοχικά επίπεδα (παράλληλα προς το επίπεδο προβολής) τα οποία να απέχουν καθ' ύψος μεταξύ τους ίσες αποστάσεις. Αυτή η σταθερή καθ' ύψος απόσταση λέγεται ισοδιάσταση των ισοϋψών καμπυλών.

Με την σχεδίαση των προβολών των ισοϋψών σε οριζόντιο επίπεδο απεικονίζεται επάνω στο επίπεδο χαρτί ή στην οθόνη του ηλεκτρονικού υπολογιστή το ανάγλυφο του εδάφους.

Ανάλογα με την ακρίβεια που επιδιώκουμε και με τον σκοπό, για τον οποίο χρησιμοποιούμε το σχέδιο, σχεδιάζουμε τις ισοϋψείς καμπύλες με την ισοδιάσταση που μας εξυπηρετεί, δηλαδή μπορούμε να έχουμε ισοϋψείς ανά 1μ., ανά 2μ., ανά 10μ., ανά 20μ. κ.λ.π.

Τρόπος σχεδίασης ισοϋψών καμπυλών

Γνωρίζοντας τα υψόμετρα σημείων του εδάφους, μπορούμε να χαράξουμε τις ισοϋψείς καμπύλες ως εξής (βλέπε τα σχήματα 5.4 και 5.5):

α) Παίρνουμε δύο από τα σημεία με γνωστά υψόμετρα, π.χ. το Α με υψόμετρο 15,30μ. και το Β με υψόμετρο 20,46μ.: - Α(15,30), Β(20,46) - και τα ενώνουμε. Πρόκειται να χαράξουμε πέντε ισοϋψείς με ισοδιάσταση μεταξύ τους 1 μέτρο, δηλαδή εκείνες με υψόμετρο 16μ., 17μ., 18μ., 19μ. και 20μ., οι οποίες περιλαμβάνονται μεταξύ των υψομέτρων 15,30μ. και 20,46μ.

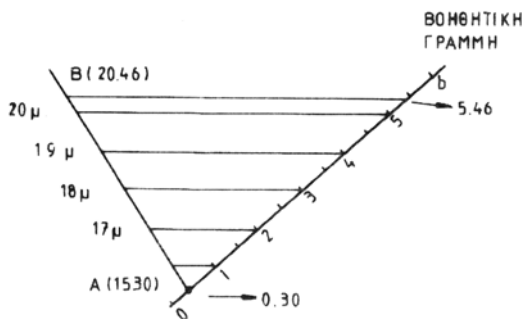
β) Χαράσσουμε μία βοηθητική ευθεία που διέρχεται από το Α. Επάνω σ' αυτή τοποθετούμε ένα υποδεκάμετρο, έτσι ώστε στο Α με υψόμετρο 15,30 να αντιστοιχεί υποδιαίρεση 0,30. Μπορούμε δηλαδή να τοποθετήσουμε το υποδεκάμετρο επί της βοηθητικής ευθείας, έτσι ώστε το Α να συμπίσει με την ένδειξη 0,30 ή 1,30 ή 2,30 κ.λ.π. Έστω ότι επιλέξαμε την ένδειξη 0,30 του υποδεκάμετρου.

γ) Επειδή έχουμε να χαράξουμε 5 ισοϋψείς, σημειώνουμε επάνω στη βοηθητική ευθεία, με την βοήθεια του υποδεκάμετρου, τις ενδείξεις του 1εκ., 2εκ., 3εκ., 4εκ. και 5εκ. Σημειώνουμε επίσης και μία τελευταία ένδειξη, την 5,46, επειδή μετά την πέμπτη ισοϋψή που θα χαράξουμε ακολουθεί το σημείο Β με υψόμετρο 20,46μ. (βλέπε σχήμα 5.4).

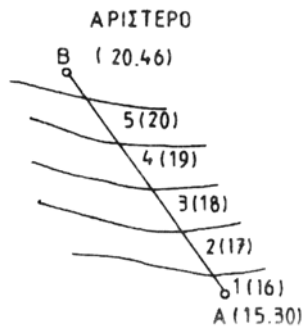
Ενώνουμε την ένδειξη 5,46 με το Β και από τις υπόλοιπες ενδείξεις φέρουμε γραμμές παράλληλες προς αυτή και βρίσκουμε τα σημεία τομής τους με την ΑΒ. Από αυτά τα πέντε σημεία τομής θα διέρχονται οι ισοϋψείς καμπύλες με υψόμετρο 16μ., 17μ., 18μ., 19μ. και 20μ.(βλέπε σχήμα 5.5).

δ) Επαναλαμβάνουμε τα ίδια βήματα μεταξύ και άλλων ζευγών σημείων με γνωστά υψόμετρα.

ε) Ενώνουμε τα σημεία που αντιστοιχούν σε κάθε μία ισοϋψή με ελεύθερο χέρι.



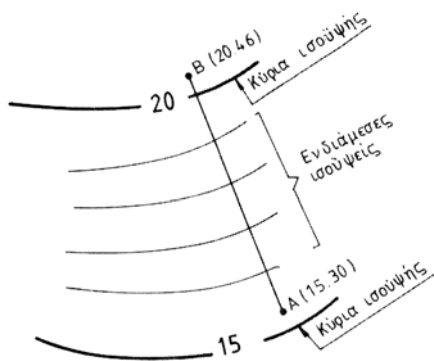
Σχήμα 5.4



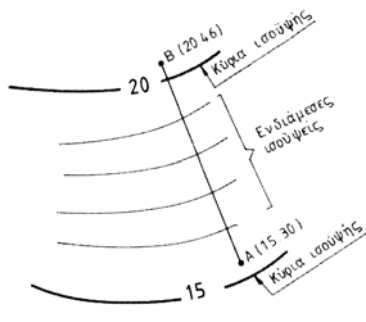
Σχήμα 5.5

στ) Κάθε 5η καμπύλη ονομάζεται κύρια και σχεδιάζεται με παχύτερη γραμμή και σε κάποιο σημείο διακόπτεται η συνέχειά της για να αναγραφεί σε τι υψόμετρο αντιστοιχεί. Οι υπόλοιπες ισοϋψείς ονομάζονται ενδιάμεσες. Στο παράδειγμα που χρησιμοποιήσαμε προηγουμένως, οι ισοϋψείς με υψόμετρο 15μ. και 20μ. θα σχεδιαστούν με παχύτερη γραμμή (βλέπε σχήμα 5.6).

Το υψόμετρο των ισοϋψών που σχεδιάζονται με παχύτερη γραμμή είναι πολλαπλάσιο του πενταπλάσιου της ισοδιάστασης των ισοϋψών. Δηλαδή, αν, όπως στο παράδειγμά μας, η ισοδιάσταση είναι 1 μ., το πενταπλάσιό της είναι 5μ. και οι ισοϋψείς με παχύτερη γραμμή είναι των 15μ. (=3 x 5μ.) και των 20μ. (=4 x 5μ.).



Σχήμα 5.6

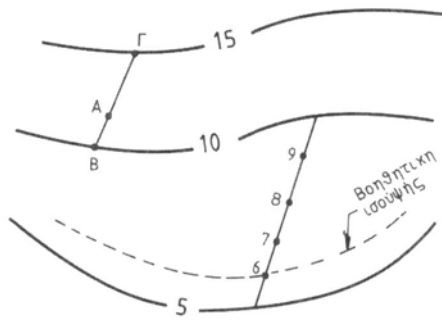


Σχήμα 5.7

ζ) Τα υψόμετρα των κύριων ισοϋψών καμπυλών αναγράφονται σε μικρό κενό που αφήνουμε κατά την σχεδιάσή τους. Φροντίζουμε ώστε τα αναγραφόμενα υψόμετρα να είναι τοποθετημένα περίπου το ένα κάτω από το άλλο ή να σχηματίζουν μια στήλη, για να διευκολύνουν στην ανάγνωση και στον γρήγορο υπολογισμό της ισοδιάστασης (βλέπε σχήμα 5.7).

η) Εκτός από τις κύριες και τις ενδιάμεσες ισοϋψείς, σχεδιάζονται, αν αυτό κρίνεται απαραίτητο, και βοηθητικές ισοϋψείς, με εστιγμένη γραμμή. Συνήθως, βοηθητικές ισοϋψείς χρειάζονται όταν οι ενδιάμεσες ισοϋψείς απέχουν πολύ μεταξύ τους επάνω στο σχέδιο, δηλαδή όταν στο πραγματικό έδαφος το υψόμετρο δεν μεταβάλλεται με

γρήγορο ρυθμό (μη έντονο ανάγλυφο του εδάφους) (βλέπε σχήμα 5.8). Στο παρακάτω σχήμα, για να βρούμε τα σημεία με υψόμετρο 6, 7, 8, 9 (μεταξύ των ισοϋψών με υψόμετρο 5 και 10) χαράσσουμε μία βοηθητική ευθεία και το τμήμα που είναι μεταξύ των ισοϋψών 5μ. και 10μ. το χωρίζουμε σε 5 ίσα τμήματα.



Σχήμα 5.8

θ) Για να υπολογίσουμε το υψόμετρο ενός τυχόντος σημείου A που βρίσκεται μεταξύ δύο ισοϋψών καμπυλών (βλέπε ξανά το σχήμα 5.8), χαράσσουμε μια τυχαία ευθεία που να διέρχεται από το A και να τέμνει τις ισοϋψείς εκατέρωθεν του A στα σημεία B και Γ. Μετράμε με υποδεκάμετρο τα ευθύγραμμα τμήματα ΒΓ και ΒΑ και χρησιμοποιούμε την απλή μέθοδο των τριών ως εξής:

Έστω ΒΓ=2 εκ. και ΒΑ=0,80 εκ.

Σε απόσταση 2 εκ. αντιστοιχεί υψομετρική διαφορά 5μ.

>> >> 0,80 εκ. πόση (= x) >> >> αντιστοιχεί;

$$X = 5\mu. \times (0,80 \text{ εκ.} / 2 \text{ εκ.}) = 2\mu.$$

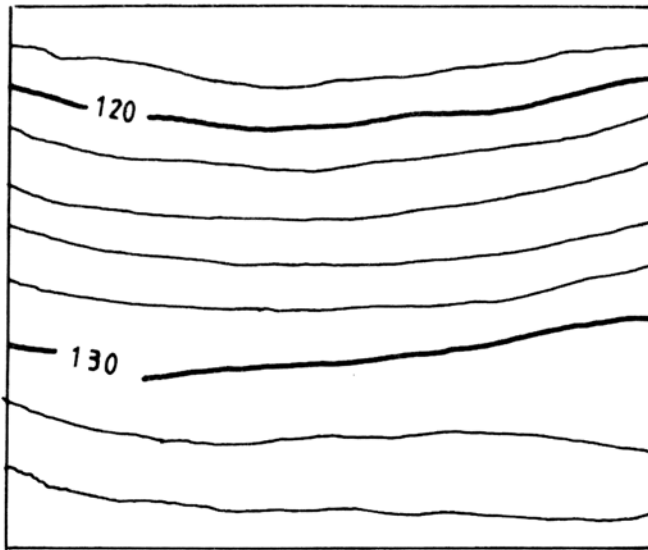
Άρα, το υψόμετρο του A είναι:

$$10\mu. (\text{υψόμετρο προηγούμενης ισοϋψούς}) + 2\mu. (\text{υψομετρική διαφορά μεταξύ B και A}) = 12\mu.$$

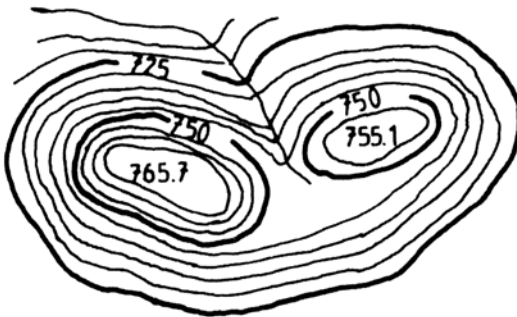
ι) Ενδεικτικά θα αναφέρουμε στη συνέχεια την ισοδιάσταση των ισοϋψών καμπυλών ανάλογα με την κλίμακα του σχεδίου:

Για την κλίμακα	1:50000	η ισοδιάσταση είναι	20μ.
>> >> >>	1:20000	>> >> >>	10μ.
>> >> >>	1:10000	>> >> >>	4μ.
>> >> >>	1:5000	>> >> >>	2μ.
>> >> >>	1:2000	>> >> >>	1μ.
>> >> >>	1:1000	>> >> >>	0,4μ.
>> >> >>	1:500	>> >> >>	0,2μ.

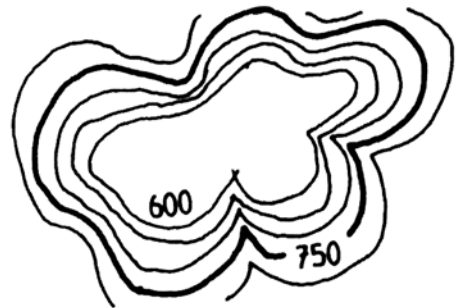
ια) Ακολουθούν τα σχήματα 5.9 έως 5.20, τα οποία παρουσιάζουν ορισμένες χαρακτηριστικές μορφές του εδάφους, όπως αυτές φαίνονται σχεδιασμένες με ισοϋψείς καμπύλες.



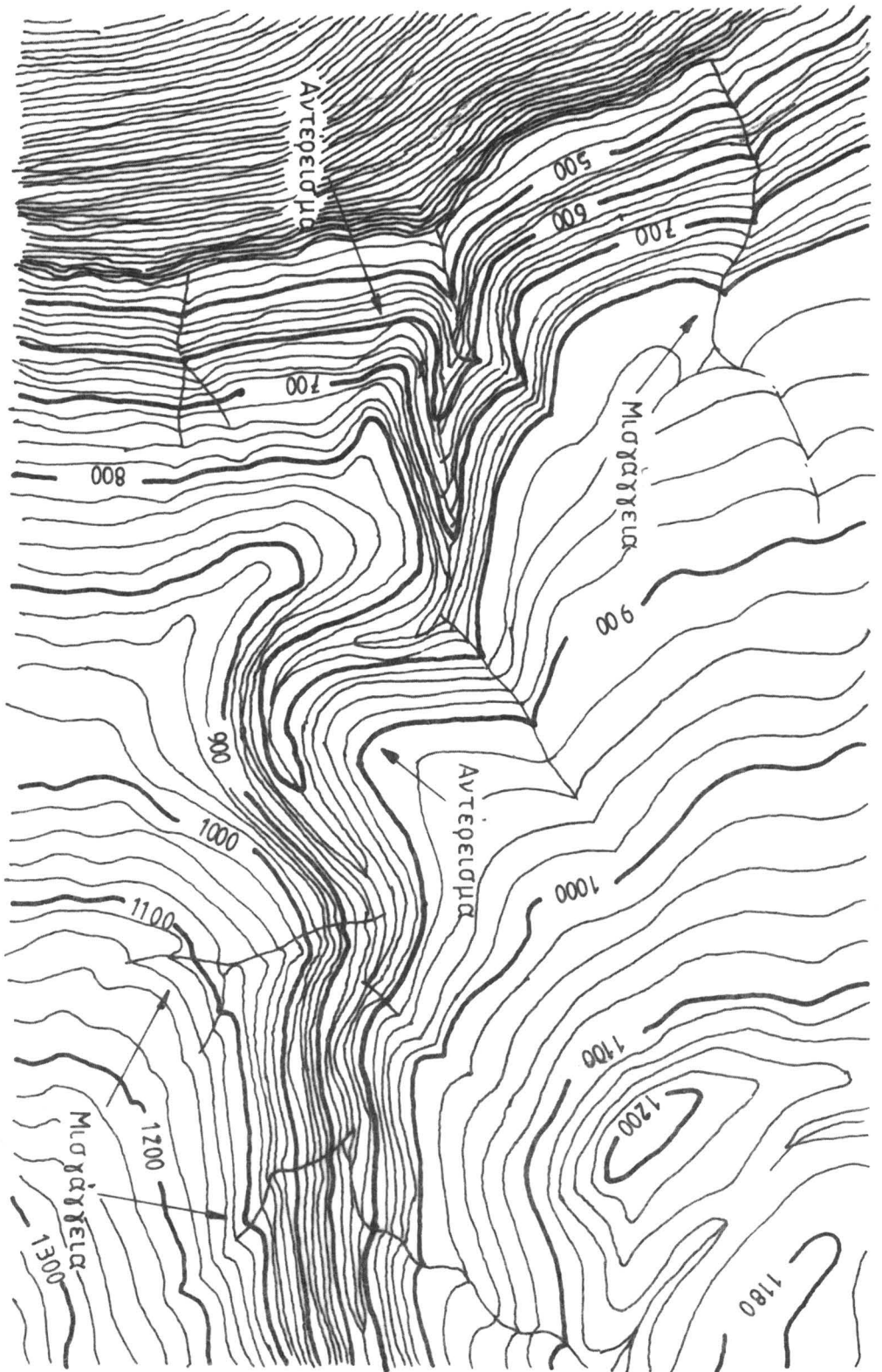
Σχήμα 5.9



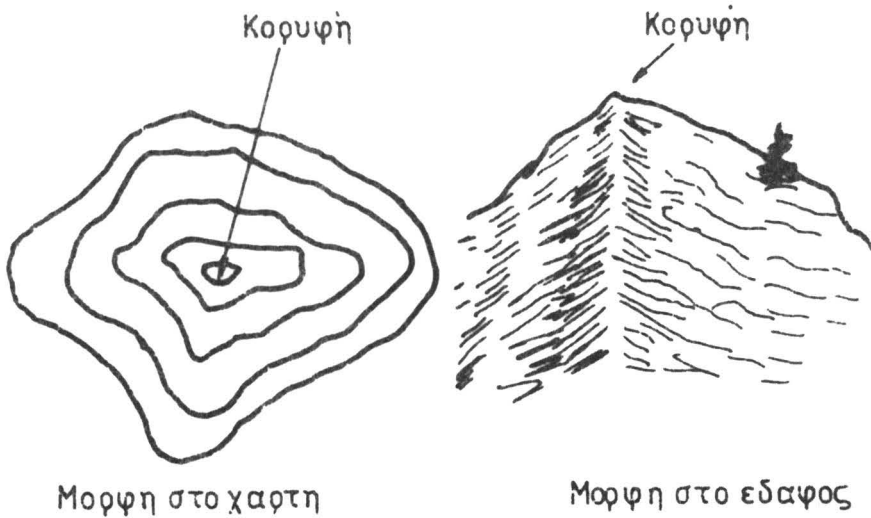
Σχήμα 5.10α



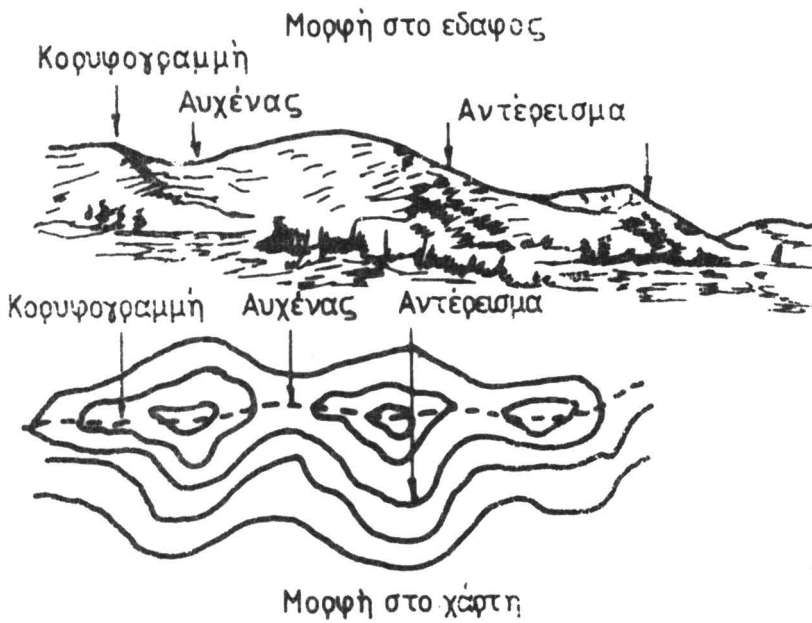
Σχήμα 5.10β



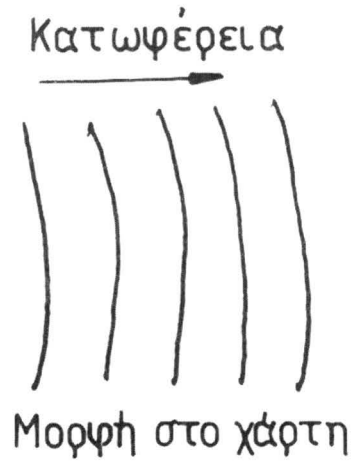
Σχήμα 5.11



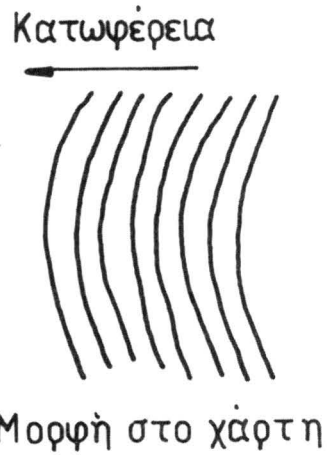
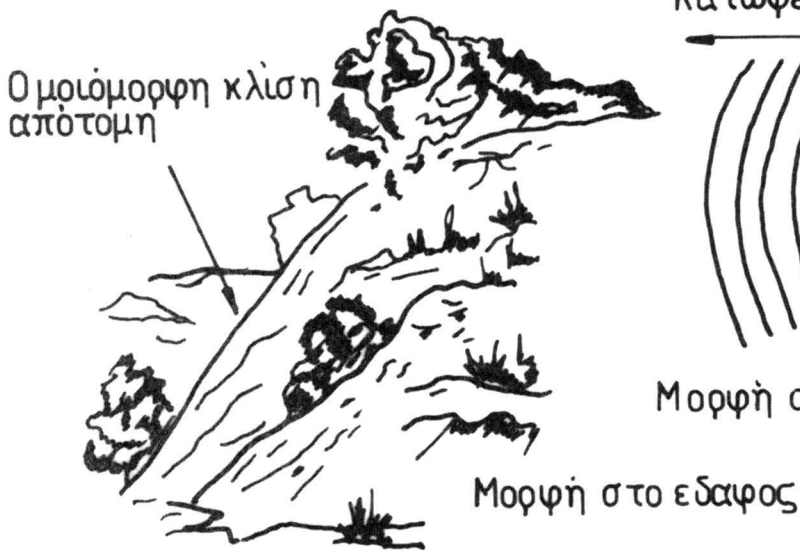
Σχήμα 5.12α



Σχήμα 5.12β



Σχήμα 5.13



Σχήμα 5.14



Σχήμα 5.15



Σχήμα 5.16



Σχήμα 5.17α



Σχήμα 5.17β

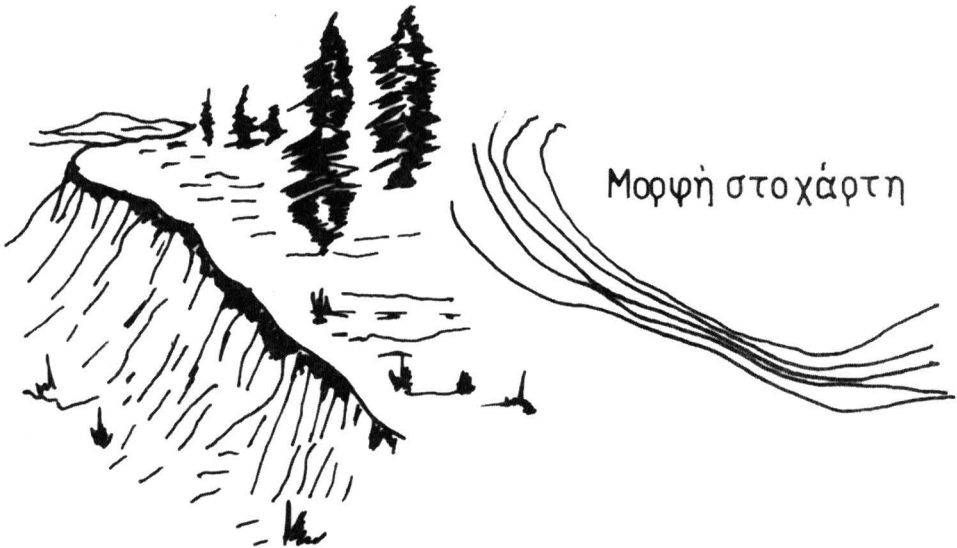
Μορφή στο έδαφος



Μορφή στο χάρτη



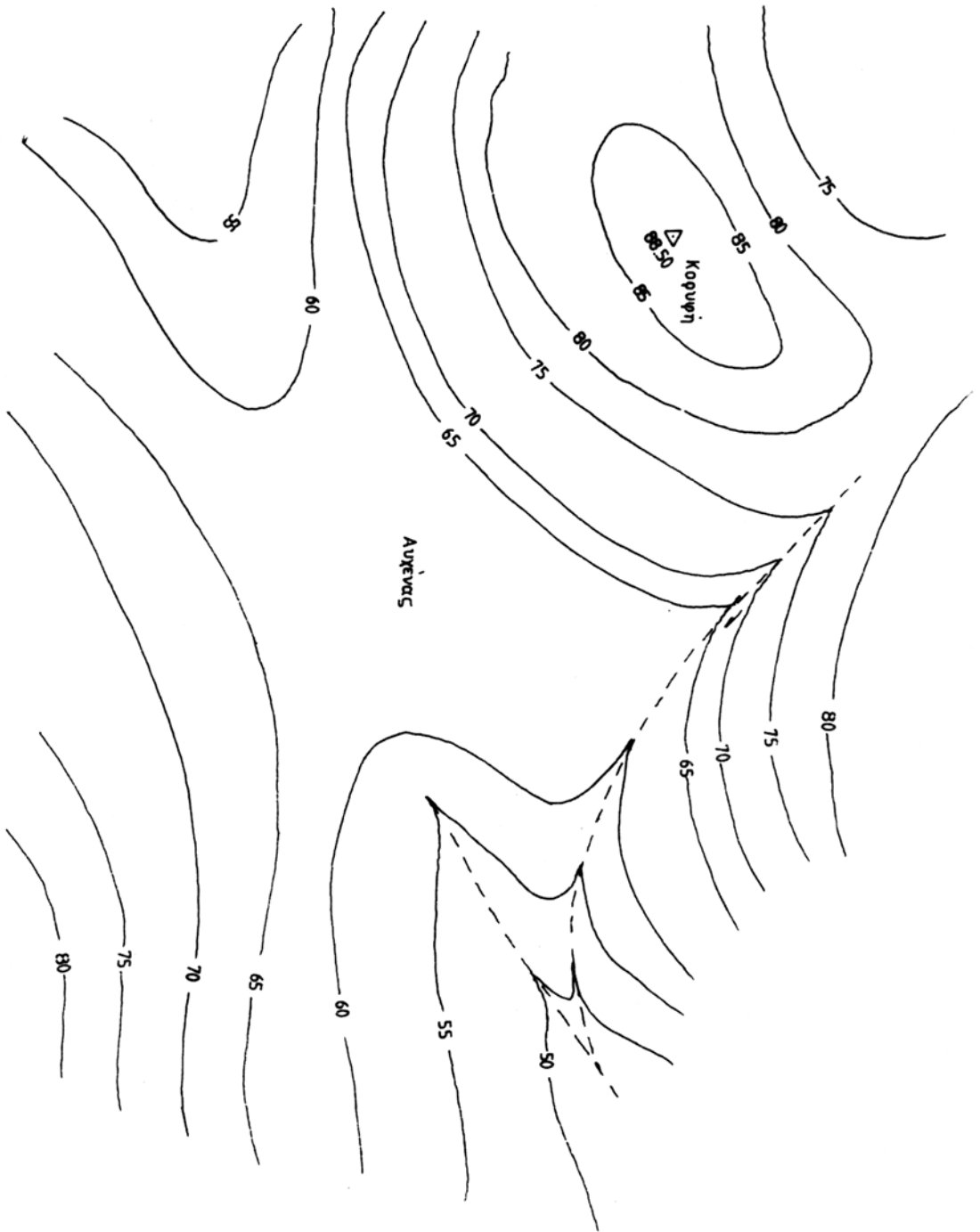
Σχήμα 5.18



Μορφή στο έδαφος

Σχήμα 5.19

Σχήμα 5.20

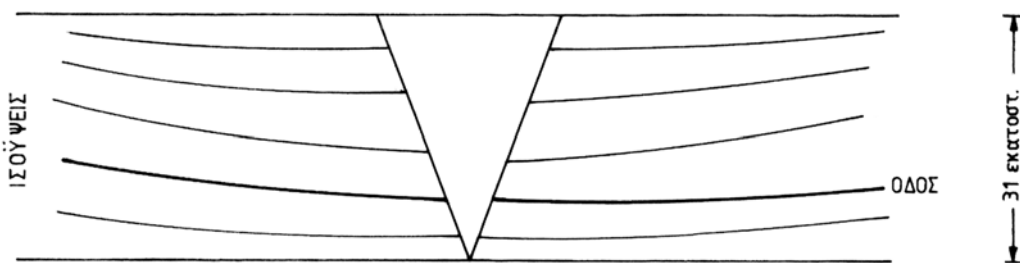


5.4. Κατασκευή όνυχα

Στα στάδια της προμελέτης και της οριστικής μελέτης το σχέδιο της οριζοντιογραφίας περιλαμβάνει την ζώνη εντός της οποίας σχεδιάζεται η οδός. Το σχέδιο γίνεται σε χαρτί ύψους 31εκ. και μήκους ίσου με το μήκος της οδού (τα μήκη αυτά μετατρέπονται στην κλίμακα του σχεδίου της οριζοντιογραφίας), δηλαδή σε ρολό χαρτί, το οποίο διπλώνεται στη συνέχεια.

Κατά την σχεδίαση συμβαίνει αρκετές φορές η χάραξη της οδού και της ζώνης να μην χωράει στα πλαίσια του ύψους του χαρτιού (των 31εκ.). Στις περιπτώσεις αυτές στρέφουμε την πορεία της ζώνης και της οδού, ώστε να επιστρέψει μέσα στα πλαίσια του ύψους του χαρτιού, διακόπτοντας το σχέδιο με ένα V του οποίου η κορυφή είναι είτε στο επάνω άκρο του χαρτιού είτε στο κάτω, ενώ τα δύο σκέλη του καταλήγουν στο άλλο άκρο του χαρτιού (βλέπε σχήμα 5.21).

Έτσι, για να δούμε την πορεία της ζώνης και της οδού χωρίς την διακοπή του V, διπλώνουμε το χαρτί κατά μήκος των δύο σκελών του V και ενώνουμε αυτές τις δύο ακμές.



Σχήμα 5.21

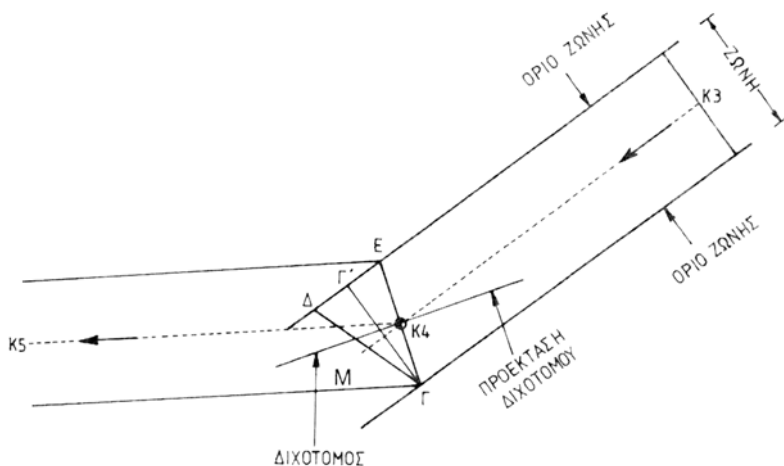
Κατασκευή της γωνίας V του όνυχα

Εάν ο άξονας της οδού, που η χάραξη του βασίζεται στην πολυγωνική γραμμή (βλέπε § 6.3), ακολουθεί την πορεία K3K4K5 (βλέπε σχήμα 5.22) και η πλευρά K4K5 κατευθύνεται έξω από το χαρτί σχεδίασης, προεκτείνουμε την K3K4 και πέραν του K4, ώστε να σχηματιστεί η παραπληρωματική (Ω) της γωνίας (K3K4K5) και φέρουμε την διχοτόμο αυτής της παραπληρωματικής γωνίας.

Από το K4 φέρουμε την κάθετο επ' αυτής της διχοτόμου και βρίσκουμε το σημείο τομής της Γ με την γραμμή που αποτελεί το όριο της ζώνης που μας ενδιαφέρει (εκείνο το όριο της ζώνης που βρίσκεται στο εξωτερικό της γωνίας (K3K4K5)). Η ίδια κάθετος τέμνει το άλλο όριο της ζώνης στο σημείο E.

Από το Γ φέρουμε την κάθετο στην K3K4, η οποία τέμνει το όριο της ζώνης που είναι στο εσωτερικό της γωνίας (K3K4K5) στο σημείο Γ' . Επ' αυτού του ορίου της ζώνης παίρνουμε τμήμα $\Gamma'\Delta$ ίσο με το $\Gamma'E$. Το σημείο E είναι συμμετρικό του Δ ως προς την $\Gamma'\Gamma$.

Η γωνία (E $\Gamma\Delta$) είναι η γωνία V του όνυχα.



Σχήμα 5.22

Η γωνία $K5K4M$ είναι η γωνία Ω .



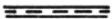







5.5. Συμβατικές παραστάσεις και συμβολισμοί στο Τοπογραφικό Σχέδιο

Για να μπορεί ένα τοπογραφικό σχέδιο να παρουσιάζει με τρόπο αναγνωρίσιμο όλα τα απαραίτητα στοιχεία, χρησιμοποιούνται διάφορες συμβάσεις και συμβολισμοί. Όσον αφορά στις συμβάσεις, πολλά πράγματα δεν παρουσιάζονται στις πραγματικές τους διαστάσεις. Για παράδειγμα, σε σχέδιο κλίμακας 1:100000, μία οδός ή μία σιδηροδρομική γραμμή παρουσιάζονται σαν γραμμές, χωρίς να απεικονίζεται το πλάτος τους. Επίσης αντικείμενα, όπως δένδρα, στύλοι δικτύων κοινής ωφέλειας, παρουσιάζονται σε όψη και όχι σε ορθή προβολή επάνω στο χαρτί σχεδίασης, και όχι με τις πραγματικές τους διαστάσεις (στην κλίμακα βέβαια του τοπογραφικού σχεδίου), για να είναι εύκολα αναγνωρίσιμα.

Υπάρχει μια σειρά από καθιερωμένους συμβολισμούς που χρησιμοποιούνται στο τοπογραφικό σχέδιο, η οποία παρουσιάζεται στην συνέχεια. Εάν κανείς κρίνει απαραίτητο να χρησιμοποιήσει κάποιο δικό του, μη καθιερωμένο σύμβολο, θα πρέπει να το σχεδιάσει με τέτοιο τρόπο, ώστε να απεικονίζει την πραγματικότητα και να είναι αναγνωρίσιμο. Θα πρέπει επίσης, στο υπόμνημα του σχεδίου, να το μνημονεύσει και να το επεξηγήσει.

Οι τοπογραφικοί συμβολισμοί (τοπογραφικά σύμβολα) θα πρέπει να σχεδιάζονται παράλληλα προς τον άξονα X ή τον άξονα Y του σχεδίου και όχι λοξά. Επίσης το επάνω μέρος του συμβόλου θα πρέπει να είναι προς την κατεύθυνση της αύξησης των συντεταγμένων του κανάβου (δεν θα πρέπει δηλαδή να σχεδιάζεται αναποδογυρισμένο).

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΩΝ

	Ανω των 20.000 κατοίκων
ΚΑΒΑΛΑ	
	5.001- 20.000 κάτοικοι
ΕΥΛΟΚΑΙΤΡΟ	
•	1.001-5.000 κάτοικοι
Σ ΧΗΜΑΤΑΡΙ	
○	Κάτω των 1.000 κατοίκων
Κ. ΒΟΥΡΛΑ	
ΚΑΤΕΡΙΝΗ ΑΡΝΑΙΑ	Πρωτεύουσα νομού (Τοπωνύμιο σε κίτρινο πλαίσιο)
	Οδός ταχείας κυκλοφορίας (Εθνική οδός).
	Οδός ασφαλτοστρωμένη
	Δευτερεύουσα οδός μη ασφαλτοστρωμένη
	Οδός με δυσχερή ή περιοδική βατότητα
	Οδός υπο κατασκευή ή επισκευή
	Σιδηροδρομική γραμμή
	Ακτοπλοϊκή γραμμή ή Γραμμή πορθμείου
	Σύνορα κρατών - Οδικό τελωνείο



Οδός 4 λωρίδων



Γέφυρα πεζών



Οδός 2 λωρίδων



Γέφυρα οιδηρ. γραμμής



Οδός υπό κατασκευή



Αρτεσιανό



Χωματόδρομος



Επίγειο μεγάλο υδραγωγείο



Διπλή σιδηρός γραμμή



Υπόγειο μεγάλο υδραγωγείο



Μονή σιδηρός γραμμή



















Σιδηρός σταθμός

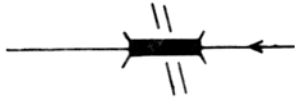


Ισοπεδη διασταύρωση οδού και
σιδηρός γραμμής



Οδογέφυρα

	Κτίσμα		Στύλος ΔΕΗ
	Μανδρότοιχος		Στύλος ΟΤΕ
	Μανδρότοιχος (μεσοτοιχία)		Τριγωνομετρικό σημείο
	Ξηρολιθιά		Στάση όδευσης
	Συρματοπλεγμα		Υψομετρική αφετηρία
	Οριο ιδιοκτησίας		Ραδιοφωνικός σταθμός
	Οδογέφυρα		Σταθμός ραντάρ
	σιδηροδρομική γέφυρα		
	Σήραγγα		



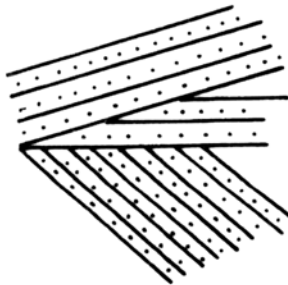
Υδραγωγείο



Μικρό φράγμα



Μεγάλο φράγμα



Καλλιέργειες

ΟΡΕΙΝΗ ΔΙΑΒΑΣΗ ΚΑΤΑΡΑΣ



1526
Δ

Ορεινή Διάβασις - υψόμετρο



Σταθμός διοδίων



ΑΡΧ. ΟΛΥΜΠΙΑ

Αρχαιολογικός Χώρος

ΜΝΗΜΕΙΟ ΖΑΛΟΓΓΟΥ
ΛΕΜΟΝΟΔΑΣΟΣ

Σημείο τοποθεσία με
ειδικό ενδιαφέρον



Μεσαιωνικό κτίσμα



Μ. ΒΛΑΧΕΡΝΩΝ

Βυζαντινός ναός εκκλησία μονή



Καμπιγκ



Πλάζ



Ιαματική πηγή



Σπηλαιο



Τούννελ



Αεροδρόμιο



Χιονοδρομικό κέντρο



Σταθμός ανεφοδιασμού θαλαμηγών

6ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ ΤΗΣ ΟΔΟΥ”

6.1. Γενικά

Όπως έχουμε ήδη εξηγήσει στο 4ο Κεφάλαιο, η Οριζοντιογραφία είναι η ορθή προβολή της οδού επάνω σε ένα επίπεδο.

Για να σχεδιάσουμε την Οριζοντιογραφία, μελετάμε κατ' αρχήν την πορεία του άξονα της οδού, δηλαδή μια συνεχή γραμμή αποτελούμενη από ευθύγραμμα τμήματα (ευθυγραμμίες) τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με καμπύλα τμήματα. Αυτά τα καμπύλα τμήματα διευκολύνουν την ομαλή πορεία των οχημάτων από το ένα ευθύγραμμο τμήμα στο επόμενο και γι' αυτό λέγονται καμπύλες συναρμογής. Μπορούν να έχουν διάφορες μορφές, όπως κυκλικά τόξα, συνδυασμό κυκλικών τόξων με κλωθοειδείς καμπύλες κλπ.

Το σημαντικότερο θέμα κατά την χάραξη του άξονα της οδού είναι να μεριμνήσει ο μελετητής Μηχανικός, ώστε κατά την διάρκεια της πορείας ενός οχήματος ο οδηγός αφ' ενός να μην εμποδίζεται στην αναγνώριση της πορείας της οδήγησης του και, αφ' ετέρου, να μην αντιμετωπίζει εκπλήξεις.

Θα πρέπει δηλαδή αφ' ενός η οδός να είναι αναγνωρίσιμη ή, όπως λέγεται, «αναγνώσιμη», να μην έχει προβλήματα ορατότητας και να μην δίνει λάθος εντυπώσεις. (Παράδειγμα λανθασμένης εντύπωσης αποτελεί η διέλευση μιας υπεραστικής οδού μέσα από ένα οικισμό, χωρίς η σήμανση και η διαμόρφωση αυτού του τμήματος της οδού να δίνει στον οδηγό να καταλάβει ότι θα πρέπει να προσαρμόσει ανάλογα την συμπεριφορά του και την ταχύτητα οδήγησης).

Αφ' ετέρου, δεν θα πρέπει η οδός να παρουσιάζει εκπλήξεις, δηλαδή ανομοιογένεια στα γεωμετρικά της χαρακτηριστικά, όπως κλειστές καμπύλες (στροφές) μετά από ευθυγραμμίες πολύ μεγάλου μήκους, στις οποίες ο οδηγός δεν προλαβαίνει να αντιδράσει και είναι πιθανό να πέσει θύμα τροχαίου ατυχήματος

Κατά την χάραξη της οδού ο Μελετητής Μηχανικός λαμβάνει υπ' όψη του ότι ο άξονας πρέπει:

α) να περάσει από ορισμένα υποχρεωτικά σημεία, όπως είναι η αφετηρία και το πέρας της χάραξης ή σημεία με προϋπάρχοντα τεχνικά έργα, τα οποία θα ενταχθούν στην οδό είτε οικισμοί κλπ.

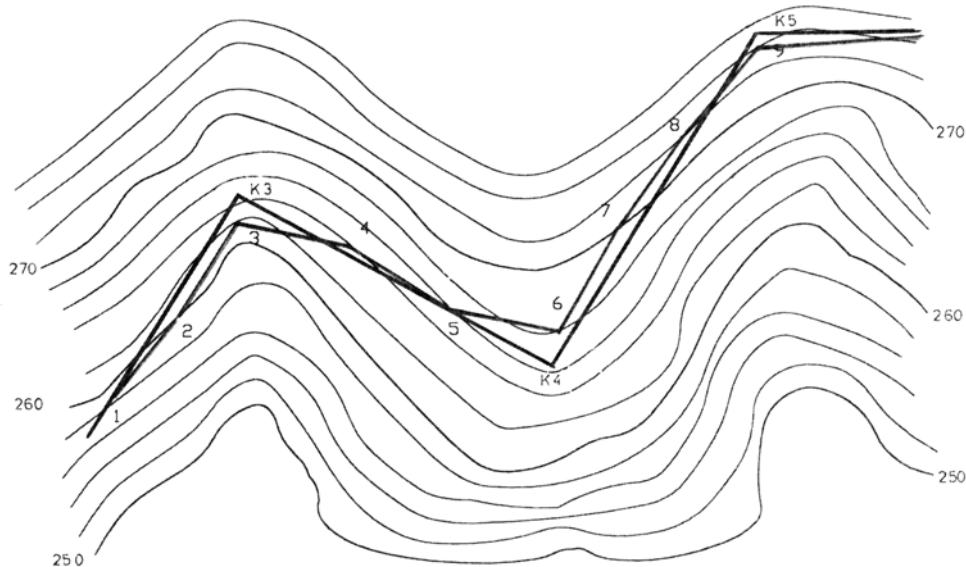
β) να αποφύγει ορισμένες περιοχές, δηλαδή να τις παρακάμψει (π.χ. οικισμούς).

γ) να περάσει μέσα από μια ορισμένη ζώνη εδάφους, π.χ. για γεωτεχνικούς λόγους

Στις επόμενες παραγράφους θα παρουσιάσουμε τον τρόπο χάραξης του άξονα της οδού σε οριζοντιογραφία χωρίς χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή. Ο τρόπος αυτός περιλαμβάνει, όπως θα δούμε, την χάραξη της ισοκλινούς γραμμής, της πολυγωνικής γραμμής και την προσαρμογή στην πολυγωνική γραμμή καμπύλων τμημάτων (κυκλικών τόξων και τόξων συναρμογής αποτελούμενων από τμήματα κλωθοειδούς καμπύλης).

6.2. Ισοκλινής γραμμή

Ορισμός: Ισοκλινής γραμμή καλείται μια τεθλασμένη γραμμή αποτελούμενη από ίσα μεταξύ τους ευθύγραμμο τμήματα τα οποία, όπως χαράσσονται επάνω στην υψομετρική οριζοντιογραφία (Τοπογραφικό Υπόβαθρο), έχουν όλα την ίδια κατά μήκος κλίση ενώ οι αρχές και τα πέρατά τους (κορυφές) βρίσκονται επάνω στις ισούψεις καμπύλες (βλέπε σχήμα 6.1).



Σχήμα 6.1

Τρόπος χάραξης: Έστω 1:Κ η κλίμακα του σχεδίου της υψομετρικής οριζοντιογραφίας επί της οποίας θα γίνει η οριζοντιογραφική μελέτη της οδού και έστω δ η ισοδιάσταση μεταξύ των διαδοχικών ισούψων καμπυλών. Τότε, για μια ορισμένη κατά μήκος κλίση i, κάθε ευθύγραμμο τμήμα της τεθλασμένης ισοκλινούς γραμμής θα έχει προβολή του πραγματικού μήκους του στο οριζόντιο επίπεδο

$$\lambda_{\pi} = \delta / i$$

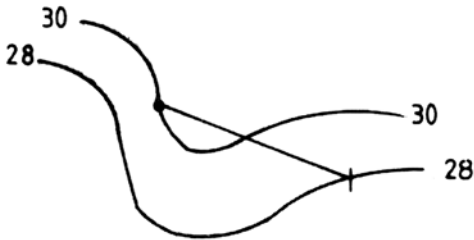
Το μήκος αυτό, για να μεταφερθεί στην υψομετρική Οριζοντιογραφία που διαθέτουμε, θα πρέπει να μετατραπεί στην προαναφερθείσα κλίμακα 1:Κ ως εξής:

$$\lambda_{\kappa} = \lambda_{\pi} \times (1/K)$$

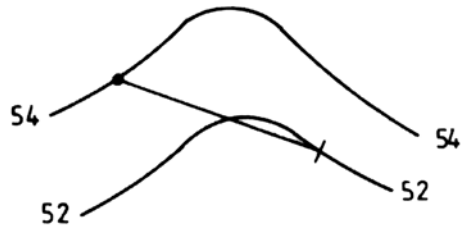
Το μήκος λ_{κ} των ευθύγραμμων τμημάτων της τεθλασμένης ισοκλινούς μεταφέρεται επάνω στην υψομετρική Οριζοντιογραφία με τον διαβήτη.

Επειδή δεχόμαστε ότι μεταξύ δύο ισούψων υπάρχει γραμμική μεταβολή του υψομέτρου (κατά την διεύθυνση την κάθετη στις ισούψεις) η ισοκλινής δεν θα

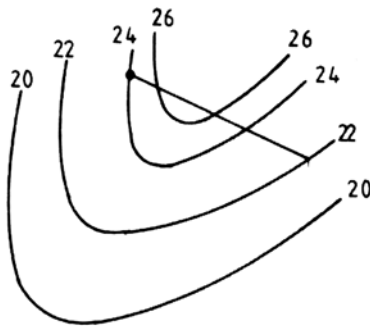
πρέπει, πηγαίνοντας από μια ισοϋψή στην επόμενη, να τέμνει ενδιάμεσα την ισοϋψή από την οποία ξεκίνησε ή να τέμνει ενδιάμεσα άλλες ισοϋψείς, όπως στα σχήματα που ακολουθούν (βλέπε σχήματα 6.2α, 6.2β και 6.2γ τα οποία παρουσιάζουν λανθασμένες χαράξεις ισοκλινών).



Σχήμα 6.2 α



Σχήμα 6.2 β



Σχήμα 6.2 γ

Χρησιμότητα: Εάν η οδός μπορούσε να ακολουθήσει ακριβώς την ισοκλινή τεθλασμένη γραμμή, η δαπάνη κατασκευής της θα ήταν η ελάχιστη δυνατή από άποψη χωματοουργικών εργασιών για τον εξής λόγο: Σε κάθε διατομή της οδού τα προκύπτοντα ορύγματα και επιχώματα έχουν στον άξονά της ύψος ίσο προς το μηδέν και γι' αυτό η ισοκλινής γραμμή καλείται και μηδενική ή οδηγήτρια γραμμή. Είναι προφανές ότι, σε μία καθορισμένη υψομετρική οριζοντιογραφία, δεδομένης κλίμακας 1:K, σε κάθε κατά μήκος κλίση i που μπορεί να επιλέξει κανείς για την χάραξη της οδού και με δεδομένη την αφετηρία (σημείο 1 στο σχήμα 6.1) αντιστοιχεί και μια ισοκλινής τεθλασμένη γραμμή. Η επιλογή της σωστής κατά μήκος κλίσης εξαρτάται από την εμπειρία του μελετητή Μηχανικού και βασίζεται στην φάση της αναγνώρισης της μελέτης οδοποιίας και στις προδιαγραφές οι οποίες, μεταξύ άλλων, καθορίζουν και την ελάχιστη και μέγιστη κατά μήκος κλίση για την μελετώμενη οδό.

Παράδειγμα: Δίδεται υψομετρική οριζοντιογραφία κλίμακας 1:2000, στην οποία οι ισοϋψείς καμπύλες έχουν ισοδιάσταση 2 μέτρα (βλέπε σχήμα 6.1) και ζητείται η χάραξη της ισοκλινούς τεθλασμένης γραμμής με αφετηρία το σημείο 1 για κατά μήκος κλίση της χάραξης της οδού ίση με 4,5%. Επίσης ζητείται η προβολή σε

οριζόντιο επίπεδο του πραγματικού μήκους του κλάδου (ευθύγραμμου τμήματος) της ισοκλινούς.

Για την χάραξη της ισοκλινούς πρέπει να υπολογιστεί το μήκος λ_k , με το οποίο θα ισούται το άνοιγμα του διαβήτη για την τοποθέτηση των διαδοχικών ευθύγραμμων τμημάτων (κλάδων) της ισοκλινούς επί της υψομετρικής οριζοντιογραφίας. Σύμφωνα με τα προαναφερθέντα, έχουμε

$$\lambda_k = \lambda_{\pi} \times (1/K) = (\delta/i) (1/K) \text{ άρα } \lambda_k = 0,011 \mu. = 1,1 \text{ εκ.}$$

Με άνοιγμα διαβήτη ίσο με 1,1 εκ. και με αφετηρία το σημείο 1 της ισοϋψούς των 258 μ. βρίσκουμε το σημείο 2 τέμνοντας με τον διαβήτη την επόμενη ισοϋψή των 260 μ., στη συνέχεια το σημείο 3, τοποθετώντας το διαβήτη στο σημείο 2 και τέμνοντας την επόμενη ισοϋψή των 262 μ. στο σημείο 3 και ούτω καθ' εξής. Τα τμήματα 1-2, 2-3, 3-4 κλπ. έχουν το καθένα κατά μήκος κλίση 4,5%.

Το πραγματικό μήκος της προβολής σε οριζόντιο επίπεδο καθενός από αυτά τα τμήματα είναι:

$$\lambda_{\pi} = \delta/i \text{ άρα } \lambda_{\pi} = 1 / 4,5\% = 1 / 0,045 = 22,22\mu.$$

(σημείωση: το σχήμα 6.1 δεν είναι σε κλίμακα 1/2.000, έτσι τα τμήματα 1-2, 2-3 κ.λ.π. δεν έχουν το άνοιγμα $\lambda_k = 1,1$ εκ.)

6.3. Πολυγωνική γραμμή

Ορισμός: Η πολυγωνική γραμμή είναι τεθλασμένη γραμμή περισσότερο τεταμένη απ' ό,τι η ισοκλινής γραμμή (δηλαδή με λιγότερες κορυφές και λιγότερα ευθύγραμμα τμήματα από την ισοκλινή, τα οποία δεν είναι κατ' ανάγκη ίσα μεταξύ τους) η οποία:

(α) είτε ακολουθεί την ισοκλινή, όταν πολλά διαδοχικά σημεία αυτής τυχαίνει να βρίσκονται σε ευθυγραμμία (βλέπε σημεία 6,7 του σχήματος 6.1), είτε διέρχεται διαδοχικά από την μια πλευρά της ισοκλινούς στην άλλη, έτσι ώστε να μην δημιουργούνται μεγάλες δαπάνες χωματοουργικών εργασιών, αφού οι χωματοουργικές εργασίες που προξενούνται όταν τμήμα της πολυγωνικής γραμμής είναι προς τα ανάντη της ισοκλινούς (ορύγματα) εξισορροπούνται από τις εργασίες που προξενούνται από το επόμενο ή το προηγούμενο τμήμα της πολυγωνικής που είναι προς τα κατόντη της ισοκλινούς (επιχώματα).

(β) έχει μεταξύ των κορυφών της αποστάσεις ικανές για την προσαρμογή καμπυλών, σύμφωνα πάντοτε με τις προδιαγραφές της μελέτης της οδού ώστε η πορεία της να μεταβληθεί από τεθλασμένη, σε διαδοχή ευθύγραμμων τμημάτων και καμπυλών, δηλαδή σε πραγματική χάραξη οδού (βλέπε σχήμα 6.1)

Με βάση την εμπειρία του, ο μελετητής Μηχανικός επιλέγει τις θέσεις των κορυφών της πολυγωνικής γραμμής, έτσι ώστε οι καμπύλες που θα προσαρμοστούν σε αυτές είτε να πλησιάζουν όσο το δυνατό περισσότερο προς την ισοκλινή γραμμή είτε να

διέρχονται από την μια πλευρά της ισοκλινούς προς την άλλη, με σκοπό πάντοτε την οικονομικότερη κατασκευή από πλευράς χωματοουργικών εργασιών.

Τρόπος χάραξης - Χρησιμότητα: Η μελέτη μιας οδού γίνεται με βάση τις ισχύουσες προδιαγραφές για τον τύπο και την κατηγορία της. Διαφορετικές προδιαγραφές ισχύουν π.χ. για μια αγροτική οδό και διαφορετικές για ένα αυτοκινητόδρομο. Σύμφωνα με την κατηγορία της οδού καθορίζεται η ταχύτητα μελέτης, η ελάχιστη ακτίνα καμπυλότητας για την Οριζοντιογραφία και την μηκοτομή της οδού, η ελάχιστη και η μέγιστη κατά μήκος κλίση κλπ.

Αν η μορφολογία του εδάφους δεν είναι η ίδια σε όλη τη ζώνη στην οποία θα κατασκευαστεί η οδός, τότε και οι προδιαγραφές μπορεί να διαφέρουν από τμήμα σε τμήμα της. Εάν δηλαδή μέρος της οδού διέρχεται από πεδινά εδάφη και άλλο μέρος από ορεινά, η ταχύτητα μελέτης και οι ελάχιστες ακτίνες θα είναι μικρότερες στο ορεινό τμήμα από ό,τι στο πεδινό, ενώ η μέγιστη κατά μήκος κλίση θα είναι μεγαλύτερη από ό,τι στο πεδινό, για να προσαρμοστεί καλύτερα η χάραξη στο έδαφος και να αποφευχθούν οι πολύ μεγάλες δαπάνες χωματοουργικών εργασιών. Οι διαφορές αυτές μεταξύ ορεινών και πεδινών τμημάτων πρέπει πάντοτε να είναι μεταξύ των ορίων που επιτρέπουν οι ισχύουσες Προδιαγραφές για την συγκεκριμένη κατηγορία της οδού. Ο μελετητής Μηχανικός, με βάση την μορφολογία του εδάφους, την κατηγορία της οδού και το είδος των περιοχών τις οποίες αυτή θα εξυπηρετεί, χωρίζει την οδό σε τμήματα, όσο το δυνατό μεγαλύτερου μήκους, μέσα στα οποία να υπάρχει ομοιογένεια, δηλαδή όχι μεγάλες διακυμάνσεις στις ακτίνες καμπυλότητας, στις κατά μήκος κλίσεις και στην ταχύτητα μελέτης. Η ομοιογένεια αυτή είναι απόλυτα αναγκαία για την επίτευξη ενός καλού επιπέδου οδικής ασφάλειας. Αντίθετα, η ανομοιογένεια και οι μεγάλες και ξαφνικές διακυμάνσεις διαφόρων χαρακτηριστικών της χάραξης εκπλήσσουν τον οδηγό και είναι πιθανοί λόγοι να προξενήσουν τροχαία ατυχήματα.

Επομένως, κατά την χάραξη της πολυγωνικής γραμμής πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη όλα τα προαναφερθέντα, ώστε να επιτευχθεί προσαρμογή προς την μορφή του εδάφους για την αποφυγή μεγάλου κόστους χωματοουργικών εργασιών και, συγχρόνως, όσο το δυνατό τεταμένη χάραξη, για να χρησιμοποιείται η οδός με ταχύτητες που να πλησιάζουν την ταχύτητα μελέτης, καθώς και ομοιομορφία της χάραξης επί όσο το δυνατό επιμηκέστερα τμήματα της οδού, για να αποφευχθούν τα τροχαία ατυχήματα.

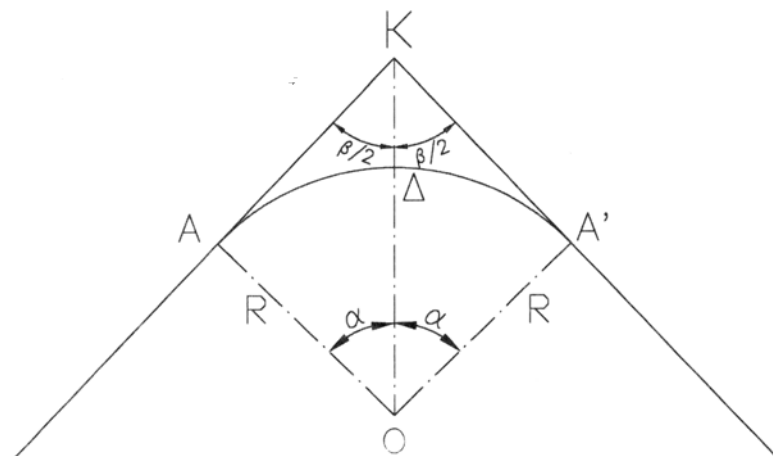
6.4. Καμπύλες συναρμογής (κυκλικά τόξα και κλωθοειδείς καμπύλες) Επεξηγήσεις-Χρησιμότητα

Όπως είδαμε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, στις κορυφές της πολυγωνικής γραμμής προσαρμόζονται καμπύλες, έτσι ώστε η χάραξη της οδού να μην είναι τεθλασμένη αλλά να αποτελείται από διαδοχή ευθυγράμμων τμημάτων και καμπύλων τμημάτων.

Τα ευθύγραμμα τμήματα της χάραξης έχουν μηδενική καμπυλότητα $1/R_e = 0$,

όπου R_e η ακτίνα καμπυλότητας και επομένως η ακτίνα καμπυλότητας των ευθυγράμμων τμημάτων ισούται με άπειρο: $R_e = \infty$

Εάν σε μία κορυφή K της πολυγωνικής προσαρμόσουμε ένα κυκλικό τόξο το οποίο έχει μία συγκεκριμένη ακτίνα καμπυλότητας R_k (βλέπε σχήμα 6.3) και το οποίο στην αρχή και στο πέρας του εφάπτεται στα δύο διαδοχικά ευθύγραμμο τμήματα της πολυγωνικής στα σημεία A και A' , τότε ένα όχημα που κινείται επί της οδού, όταν φθάσει στο σημείο επαφής A , θα πρέπει να περάσει από το ευθύγραμμο τμήμα με ακτίνα καμπυλότητας $R_e = \infty$ απότομα στο κυκλικό τόξο με ακτίνα καμπυλότητας R_k . Αντίστροφα, στο τέλος του κυκλικού τόξου (σημείο A') θα πρέπει να περάσει από το κυκλικό τόξο με ακτίνα R_k απότομα στο ευθύγραμμο τμήμα με ακτίνα $R_e = \infty$. Αυτές οι δύο απότομες αλλαγές της ακτίνας καμπυλότητας δημιουργούν πρόβλημα στην κίνηση του οχήματος.

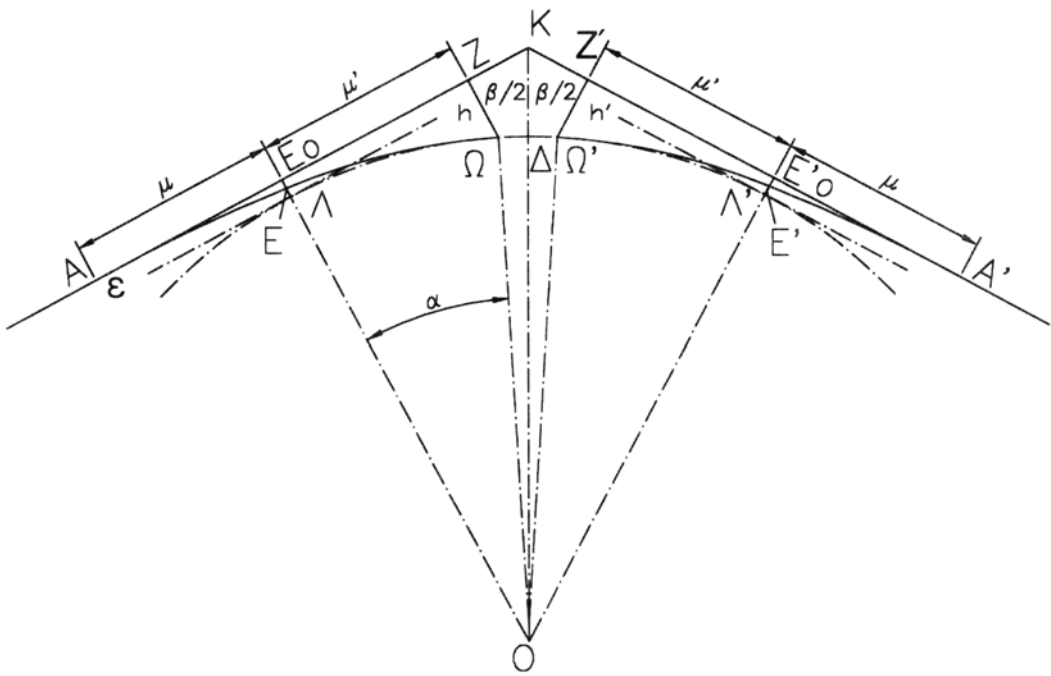


Σχήμα 6.3

Γι' αυτό μεταξύ του ευθύγραμμου τμήματος και του κυκλικού τόξου πρέπει να παρεμβληθεί ένα καμπύλο τμήμα μεταβλητής ακτίνας καμπυλότητας. Το καμπύλο αυτό τμήμα στην αρχή του, δηλαδή στο σημείο επαφής του με το ευθύγραμμο τμήμα πρέπει να έχει ακτίνα ίση με την $R_e = \infty$, ενώ στο πέρας του, δηλαδή στο σημείο επαφής με το κυκλικό τόξο πρέπει να έχει ακτίνα ίση με την R_k του κυκλικού τόξου. Τέτοιου είδους καμπύλη, δηλαδή μεταβλητής καμπυλότητας, την οποία χρησιμοποιούμε στην χάραξη της οριζοντιογραφίας των οδών, είναι η **κλωθοειδής καμπύλη** και επιτυγχάνει τη συναρμογή μεταξύ του ευθύγραμμου τμήματος και του κυκλικού τόξου (καμπύλη συναρμογής). Σημειώνουμε εδώ ότι, όταν η ακτίνα καμπυλότητας του κυκλικού τόξου R_k είναι πολύ μεγάλη, όπως συμβαίνει π.χ. στους αυτοκινητόδρομους, τότε δεν απαιτείται η παρεμβολή κλωθοειδούς μεταξύ ευθυγράμμων τμημάτων και κυκλικού τόξου. Επίσης, εκτός από τις κλωθοειδείς υπάρχουν και άλλες μορφές καμπυλών με μεταβλητή καμπυλότητα, οι οποίες χρησιμοποιούνται αντί για τις κλωθοειδείς, κυρίως όταν η μελέτη γίνεται με πρόγραμμα ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Τα γράμματα που χρησιμοποιούνται στις μελέτες οδοποιίας για τις κορυφές τις

πολυγωνικής και τις αρχές και τα πέρατα των κλωθοειδών καμπυλών και των κυκλικών τόξων φαίνονται στο σχήμα (6.4) και είναι τα $K, A, A', \Omega, \Omega'$. Ανάλογα με την αρίθμηση της κορυφής της πολυγωνικής αριθμούνται και τα υπόλοιπα γράμματα. Π.χ. στην κορυφή K_5 έχουμε και τα σημεία A_5, A_5', Ω_5 και Ω_5' κλπ.



Σχήμα 6.4

Τρόπος χάραξης: Ανάλογα με την κατηγορία της υπό μελέτη οδού είναι δεδομένη η ταχύτητα μελέτης V και η ελάχιστη επιτρεπόμενη ακτίνα κυκλικού τόξου R_{min} . Τα βήματα για να προσαρμόσουμε, σε κάθε κορυφή K της πολυγωνικής γραμμής, ένα καμπύλο τμήμα, που θα αποτελείται από τμήμα κλωθοειδούς $A\Omega$ -κυκλικό τόξο $\Omega\Delta\Omega'$ - τμήμα κλωθοειδούς $\Omega A'$, είναι τα εξής:

- α) Μετράμε με το βαθμογνωμόνιο τη γωνία β της κορυφής K και έστω ότι ισούται με β^g ή β^c (β βαθμούς).
- β) Επιλέγουμε μια ακτίνα R_k του κυκλικού τόξου $\Omega\Delta\Omega'$, μεγαλύτερη ή ίση της ελάχιστης επιτρεπόμενης R_{min} . Η επιλογή της ακτίνας βασίζεται στην εμπειρία του μελετητή. Δοκιμαστικά μπορεί κανείς να χρησιμοποιήσει τα κυκλικά τόξα από σκληρό πλαστικό που κυκλοφορούν στο εμπόριο, επάνω στα οποία είναι χαραγμένη η τιμή της ακτίνας καμπυλότητας σε κλίμακα 1:1000 (π.χ. $R=500$), προσαρμόζοντας τη χαραγμένη αυτή τιμή στην κλίμακα του σχεδίου επί της οποίας μελετά την οδό. Με τον τρόπο αυτό, δοκιμάζοντας διάφορα κυκλικά τόξα του εμπορίου μεταξύ των ευθύγραμμων τμημάτων της πολυγωνικής που σχηματίζουν τη γωνία β , καταλήγει κανείς στην επιλογή της ακτίνας καμπυλότητας R_k για τη συγκεκριμένη γωνία β .

Εάν η κλίμακα του τοπογραφικού υποβάθρου δεν είναι η 1:1000 αλλά κάποια άλλη, τότε πρέπει να βρούμε με ποια από τις πλαστικές καμπύλες θα σχεδιάσουμε το κυκλικό τόξο που μας ενδιαφέρει. Έστω ότι αυτό το κυκλικό τόξο έχει ακτίνα R_K και η υψομετρική οριζοντιογραφία είναι στην κλίμακα 1:α.

Για να βρούμε σε ποια πλαστική καμπύλη αντιστοιχεί η R_K στην κλίμακα 1:α, εφαρμόζουμε τη σχέση:

$$R_{\text{πλαστική}} = R_K \times (1/\alpha) / (1/1000) = R_K \times 1000/\alpha$$

Παράδειγμα: Θέλουμε να σχεδιάσουμε με πλαστική καμπύλη ένα κυκλικό τόξο ακτίνας $R_K = 1000 \mu$. σε τοπογραφικό υπόβαθρο κλίμακας 1:5000.

$$R_{\text{πλαστική}} = 1000 \mu \times (1/5000) / (1/1000) = 1000 \mu \times 1000/5000 = 200 \mu.$$

Άρα θα χρησιμοποιήσουμε την πλαστική καμπύλη που έχει επάνω της χαραγμένη την $R=200$.

γ) Από τη σχέση: $S = 0.03V^3/R_K$,

V η ταχύτητα μελέτης και

R_K η επιλεγείσα ακτίνα καμπυλότητας του κυκλικού τόξου, υπολογίζεται το μήκος S του τμήματος της κλωθοειδούς καμπύλης που θα χρησιμοποιηθεί εκατέρωθεν του κυκλικού για τη συναρμογή μεταξύ των ευθυγράμμων τμημάτων - σκελών της γωνίας β και του κυκλικού τόξου $\Omega\Delta\Omega'$.

δ) Επίσης, από τη σχέση: $\epsilon = S^2/24R_K$ όπου S το μήκος της κλωθοειδούς και R_K η επιλεγείσα ακτίνα καμπυλότητας του κυκλικού τόξου υπολογίζεται η εκτροπή ϵ των εφαπτομένων του κυκλικού τόξου. Η εκτροπή αυτή ϵ είναι η απόσταση κατά την οποία μετατοπίζονται, προς το εσωτερικό της γωνίας β (δηλαδή προς το κέντρο του κυκλικού τόξου) και παράλληλα προς τα σκέλη της γωνίας β οι εφαπτόμενες του κύκλου ακτίνας R_K στα σημεία Λ (βλέπε σχήμα 6.4). Τα δε σημεία E είναι τα σημεία τομής των τμημάτων της κλωθοειδούς $A\Omega$ και $\Omega'A'$ με τις καθέτους από το κέντρο του κύκλου ακτίνας R_K προς τα σκέλη της γωνίας β .

Το σημείο Δ είναι το σημείο τομής της γωνίας β με το κυκλικό τόξο $\Omega\Omega'$.

ε) Χαράσουμε το κυκλικό τόξο $\Omega\Delta\Omega'$. Επειδή δεν είναι εύκολο να χαράξουμε το κυκλικό τόξο $\Omega\Delta\Omega'$ με διαβήτη, γιατί κατά πάσα πιθανότητα το κέντρο του κύκλου θα βρίσκεται εκτός της υψομετρικής οριζοντιογραφίας, λόγω του μεγάλου μεγέθους της ακτίνας καμπυλότητας R_K , προσδιορίζουμε τη θέση των σημείων Ω , Δ και Ω' και τα ενώνουμε με το κυκλικό τόξο από σκληρό υλικό του εμπορίου που προαναφέραμε, μετατρέποντας την ακτίνα R_K στην κλίμακα της υψομετρικής οριζοντιογραφίας επί της οποίας εργαζόμαστε.

Παράδειγμα: Έστω ότι η υψομετρική οριζοντιογραφία επί της οποίας εργαζόμαστε είναι σε κλίμακα 1:2000 και ότι η ακτίνα που επιλέξαμε είναι $R_K = 400 \mu$.

1. Μετατρέπουμε την ακτίνα R_K στην κλίμακα 1:2000 (όπως μάθαμε στην § 5.2):

$$1 \mu. \quad 2000 \mu.$$

$$x \quad 400 \mu.$$

$$x = 0.20 \mu.$$

Για τη συνέχεια χρησιμοποιούμε τους <<Πίνακες χαράξεων οδών με τόξα συναρμογής>> του Δ. Χατζηνικολή, που θα αναφέρονται στο κείμενο που ακολουθεί σαν << Πίνακες Χατζηνικολή >> (βλέπε παράρτημα Α στο τέλος του βου κεφαλαίου).

2. Υπολογίζουμε το μήκος S του καθενός από τα δύο τμήματα της κλωθοειδούς ΑΩ και ΩΑ' που θα σχεδιαστούν εκατέρωθεν του κυκλικού τόξου ΩΔΩ', από την προαναφερθείσα σχέση, θεωρώντας ότι η ταχύτητα μελέτης είναι V= 100 χλμ/ωρα και επιλέγοντας ακτίνα καμπυλότητας R_κ=400 μ.

$$S = 0,03 V^3 / R_{\kappa} \text{ άρα } S = 75 \mu.$$

Επίσης υπολογίζουμε την εκτροπή ε

$$E = S^2 / 24 R_{\kappa} = 75^2 / (24 * 400) \text{ άρα } \epsilon = 0,60 \mu.$$

3. Η θέση των σημείων Ω, Δ, Ω' (άκρα και μέσο του κυκλικού τόξου) προσδιορίζεται ως εξής:

* **Σημείο Δ:** Φέρουμε την διχοτόμο της γωνίας β και επ' αυτής, μετράμε απόσταση ΚΔ = (R_κ/100) Χ Π + V,

Όπου R_κ = η επιλεγείσα ακτίνα καμπυλότητας του κυκλικού τόξου

Π = συντελεστής που λαμβάνεται από τους Πίνακες Χατζηνικολή (Πίνακες Β) με βάση την τιμή της γωνίας β σε βαθμούς G.

V = συντελεστής που λαμβάνεται από τους Πίνακες Χατζηνικολή με βάση την εκτροπή ε και την τιμή της γωνίας β σε βαθμούς.

Παράδειγμα: Έστω η γωνία β = 122,20 G, η επιλεγείσα ακτίνα R_κ = 400 μ.

και η υπολογισθείσα εκτροπή ε = 0,60 μ

Από τους Πίνακες Χατζηνικολή βρίσκουμε ότι: Π = 22,092 και V = 0,73

$$\text{Επομένως: } ΚΔ = (400 / 100) Χ 22,092 + 0,73 = 89,10 \mu.$$

Μετατρέπουμε την απόσταση ΚΔ = 89,10 μ. στην κλίμακα της υψομετρικής οριζοντιογραφίας και βρίσκουμε την θέση του σημείου Δ επί της διχοτόμου της γωνίας β

• **Σημεία Ω και Ω':** Για τον εντοπισμό των σημείων Ω και Ω' ακολουθούμε τα εξής βήματα:

1. Προσδιορίζουμε τις θέσεις των σημείων Α και Α' υπολογίζοντας τις αποστάσεις ΚΑ και ΚΑ' από την σχέση: ΚΑ = ΚΑ' = (R_κ /100) Χ Ι + VI

Όπου: · R_κ = η επιλεγείσα ακτίνα καμπυλότητας του κυκλικού τόξου

Ι = συντελεστής που λαμβάνεται από τους Πίνακες Χατζηνικολή (Πίνακες Β) με βάση την τιμή της γωνίας β σε βαθμούς G.

VI = συντελεστής που λαμβάνεται από τους Πίνακες Χατζηνικολή με βάση την τιμή της ακτίνας R_κ και της εκτροπής ε

Παράδειγμα: Χρησιμοποιώντας τις τιμές του προηγούμενου παραδείγματος, από τους Πίνακες Χατζηνικολή βρίσκουμε ότι:

$$I = 70,047 \text{ και } VI = 38,36$$

$$\text{Επομένως: } KA = KA' = (400/100) \times 70,047 + 38,36 = 318,55 \mu$$

Μετατρέπουμε αυτό το μήκος στην κλίμακα της υψομετρικής οριζοντιογραφίας και μετρώντας από την κορυφή Κ, βρίσκουμε τις θέσεις των σημείων Α και Α'.

2. Προσδιορίζουμε τις θέσεις των σημείων Ζ και Ζ' υπολογίζοντας τις αποστάσεις ΑΖ και Α'Ζ' από την σχέση: $AZ = A'Z' = \mu + \mu'$

όπου μ και μ' = συντελεστές που λαμβάνονται από τους Πίνακες Χατζηνικολή (Πίνακες Γ) με βάση την επιλεγείσα ακτίνα καμπυλότητας R_K το μήκος της κλωθοειδούς S και την υπολογισθείσα εκτροπή ϵ .

Παράδειγμα: Χρησιμοποιώντας τις τιμές του προηγούμενου παραδείγματος, από τους Πίνακες Χατζηνικολή βρίσκουμε ότι $\mu = 37,94$ και $\mu' = 37,90$

$$\text{Επομένως: } AZ = A'Z' = \mu + \mu' = 37,94 + 37,90 = 75,84 \mu.$$

Μετατρέπουμε την απόσταση $AZ = A'Z'$ στην κλίμακα της υψομετρικής οριζοντιογραφίας και, μετρώντας από το Α προς το Κ προσδιορίζουμε την θέση του σημείου Ζ, ενώ, μετρώντας από το Α' προς το Κ τοποθετούμε το Ζ'.

3. Στο σημείο Ζ φέρουμε την κάθετο στην ΚΑ και επ' αυτής μετράμε ένα τμήμα ΖΩ = $h = 4\epsilon$, όπου ϵ η υπολογισθείσα από την αρχή εκτροπή. Ομοίως προσδιορίζουμε την θέση του σημείου Ω' μετρώντας επί της καθέτου στην ΚΑ' τμήμα ίσο με Ζ'Ω' = $h = 4\epsilon$

$$\text{Επομένως } Z\Omega = Z'\Omega' = 4 \times 0,60 \mu = 2,40 \mu.$$

Μετατρέπουμε την απόσταση ΖΩ = ΖΩ' στην κλίμακα της υψομετρικής οριζοντιογραφίας και προσδιορίζουμε τα σημεία Ω και Ω'.

στ) Χαράσσουμε τα τμήματα της κλωθοειδούς καμπύλης συναρμογής ΑΩ και ΩΑ' μεταξύ των ευθύγραμμων τμημάτων της πολυγωνικής και του κυκλικού τόξου ΩΑΩ':

Για την χάραξη των δυο τμημάτων της κλωθοειδούς εκατέρωθεν του κυκλικού τόξου ακολουθούμε τα εξής βήματα:

1ο: Έχοντας ήδη βρει από τους Πίνακες Χατζηνικολή (Πίνακες Γ) την τιμή του μ , μετράμε από το Α προς το Κ τμήμα ΑΕο = $(\epsilon/2) = 0,30 \mu$, όπου: ϵ η υπολογισθείσα από την αρχή εκτροπή. Το ίδιο κάνουμε και από σημείο Α' προς το Κ: Α'Εο' = $\mu = 37,90 \mu$, Εο'Ε' = $0,30 \mu$.

(Σημείωση: Τα σημεία Εο και Εο' προσδιορίζονται και με άλλο τρόπο, υπολογίζοντας δηλαδή τις αποστάσεις ΚΕο = ΚΕο' από την σχέση:

$$ΚΕο = ΚΕο' = x I + IV$$

Όπου: $RK = \eta$ επιλεγείσα ακτίνα καμπυλότητας του κυκλικού τόξου
 $I =$ συντελεστής που λαμβάνεται από τους Πίνακες Χατζηνικολή (Πίνακες Β) με βάση την τιμή της γωνίας β σε βαθμούς G.

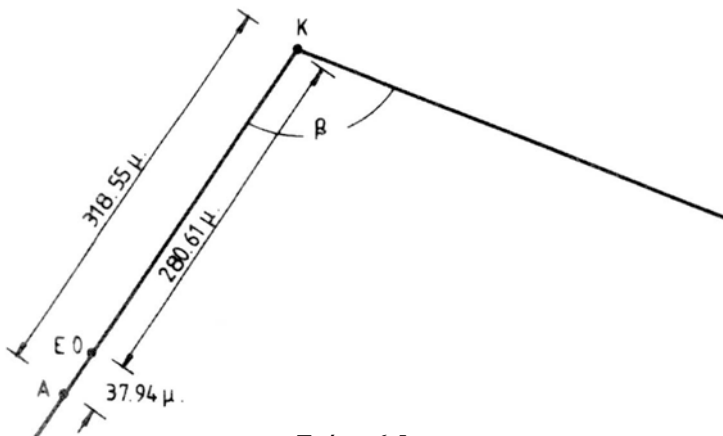
$IV =$ συντελεστής που λαμβάνεται από τους Πίνακες Χατζηνικολή με βάση την τιμή της γωνίας β σε βαθμούς G.

Παράδειγμα: Χρησιμοποιώντας τις τιμές του ίδιου παραδείγματος, από τους Πίνακες Χατζηνικολή βρίσκουμε ότι:

$$I = 70,047 \text{ και } IV = 0,42$$

$$\text{Επομένως: } KEo = KEo' = (400 / 100) \times 70,047 + 0,42 = 280,61 \text{ μ.}$$

Μετατρέπουμε αυτό το μήκος στην κλίμακα του τυπογραφικού υπόβαθρο και τοποθετούμε τα σημεία Eo και Eo' (βλέπε σχήμα 6.5)



Σχήμα 6.5

2ο: Με καμπυλόγραμμο ενώνουμε τα σημεία A, E και Ω και έχουμε την κλωθοειδή που ενώνει το σημείο A του ευθύγραμμου τμήματος με το κυκλικό τόξο ΩΔΩ'. Αντίστοιχα ενώνουμε τα σημεία Ω', E' και A' και έχουμε την κλωθοειδή που ενώνει το κυκλικό τόξο με το σημείο A' του ευθύγραμμου τμήματος.

ζ) Το μήκος του καμπύλου τμήματος (ΑΩΔΩ'Α') υπολογίζεται από την σχέση $(ΑΩΔΩ'Α') = (R_{\kappa} / 100) \times III + S$

Όπου R_{κ} = η επιλεγείσα ακτίνα καμπυλότητας του κυκλικού τόξου

III = συντελεστής που λαμβάνεται από τους Πίνακες Χατζηνικολή (Πίνακες Β) με βάση την τιμή της γωνίας β σε βαθμούς G.

S = το μήκος της κλωθοειδούς

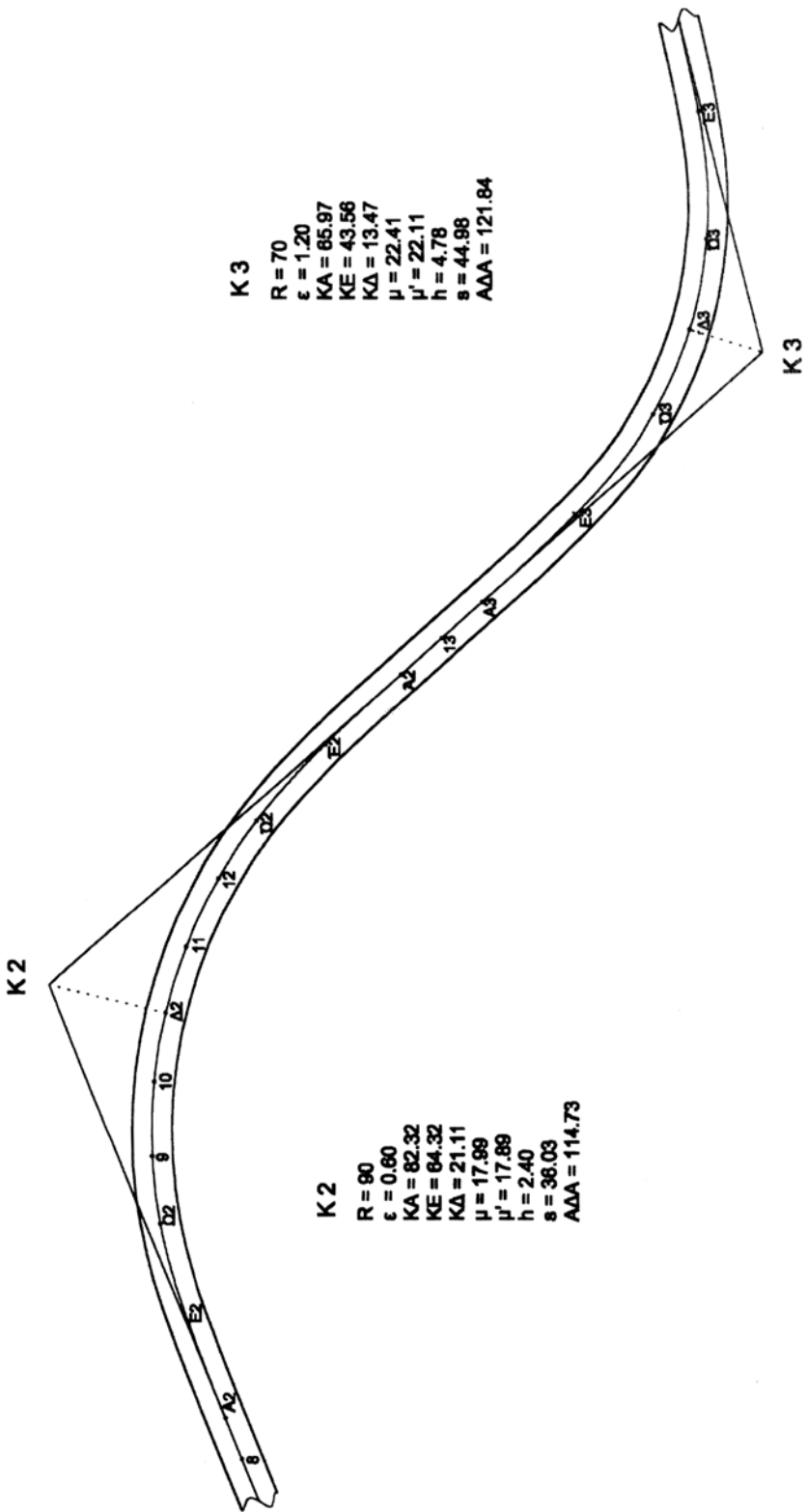
Παράδειγμα: Χρησιμοποιώντας τις τιμές του ίδιου παραδείγματος, από τους Πίνακες Χατζηνικολή βρίσκουμε ότι: III = 122,208

$$\text{Επομένως: } (ΑΩΔΩ'Α') = (400/100) \times 122,208 + 75 = 563,83\mu.$$

Σε κάθε κορυφή της Πολυγωνικής αναγράφουμε όλα τα υπολογισθέντα στοιχεία για την αντίστοιχη καμπύλη συναρμογής, όπως στο σχήμα 6.6.

6.5. Πύκνωση της καμπύλης (κλωθοειδούς και κυκλικού τόξου)

Όταν τα βασικά σημεία του καμπύλου τμήματος A, E, Ω, Δ, Ω', E', A' απέχουν το καθένα από το επόμενο περισσότερο από 20 μέτρα ή όταν πρέπει να απεικονιστούν και ενδιάμεσα χαρακτηριστικά σημεία της χάραξης (σε θέσεις π.χ. τεχνικών έργων ή αλλαγών του αναγλύφου του εδάφους), τότε παρεμβάλλουμε και αυτά τα σημεία μεταξύ των βασικών σημείων της καμπύλης, κάνοντας πύκνωση με τη βοήθεια των Πινάκων Χατζηνικολή.



Σχήμα 6.6

Εάν η πύκνωση γίνει με καρτεσιανές συντεταγμένες (άξονες x, y κάθετοι μεταξύ τους), χρησιμοποιούνται οι Πίνακες Γ του Δ.Χατζηνικολή. Για την περίπτωση χρησιμοποίησης πολικών συντεταγμένων υπάρχουν οι Πίνακες Δ .

α) Με σύστημα ορθογωνίων συντεταγμένων (άξονες x, y κάθετοι μεταξύ τους) (βλέπε σχήμα 6.7)

Το σημείο τομής των αξόνων x, y , δηλαδή η αφετηρία των μετρήσεων, είναι το σημείο E_0 και η θετική φορά του άξονα x συμπίπτει με τη φορά E_0K (όπου K η κορυφή της Πολυγωνικής). Τις συντεταγμένες x, y των σημείων της καμπύλης τις παίρνουμε από τους Πίνακες Γ , στους οποίους η τετμημένη y του τελευταίου σημείου της κλωθοειδούς πριν το Ω είναι τυπωμένη με πιο μαύρα στοιχεία. Οι επόμενες τιμές y αντιστοιχούν στο κυκλικό τόξο $\Omega\Delta\Omega'$.

Στην περίπτωση όπου η εκτροπή $\epsilon = 0$, το κυκλικό τόξο μπορεί να πυκνωθεί και με αφετηρία αξόνων το σημείο T τομής της εφαπτομένης του κυκλικού τόξου στο Ω με την AK .

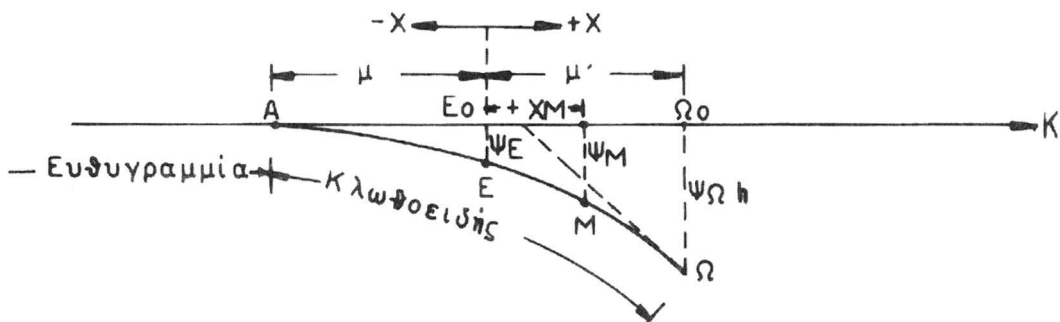
Στο παράδειγμα της καμπύλης που έχουμε ήδη χρησιμοποιήσει στην §6.4. είναι $R = 400\mu$. και $\epsilon = 0, 60 \mu$. Από τη σελίδα 131 των Πινάκων Γ που υπάρχει στην §6.4, από τη στήλη των y που αντιστοιχεί στην $\epsilon = 0,60$ βρίσκουμε τις τιμές για το τμήμα $A\Omega\Delta$ της καμπύλης $A\Omega\Delta\Omega'$:

για	$x = -30 \mu$.	, $y = 0,00\mu$.	Τα αρνητικά x μετρώνται από το E_0 με φορά προς το A .
	$x = -20$, $y = 0,03$	
	$x = -10$, $y = 0,12$	
	$x = 0$ (σημείο E)	, $y = 0,20$	
	$x = 10$, $y = 0,61$	
	$x = 20$, $y = 1,07$	----- περνάμε στην επόμενη σελίδα των Πινάκων Γ .
$x =$	30	, $y = 1,72$	
	$x = 36$, $y = 2,22$	=τελευταίο σημείο της κλωθοειδούς πριν το Ω .
	$x = 40$, $y = 2,61$	
	$x = 50$, $y = 3,74$	
	$x = 60$, $y = 5,13$	
	$x = 70$, $y = 6,77$	----- περνάμε στην επόμενη σελίδα των Πινάκων Γ .
	$x = 80$, $y = 8,68$	
	$x = 84$, $y = 9,52$	

Αντίστοιχη πύκνωση γίνεται από το A' προς το K με τις ανωτέρω τιμές αλλά με αφετηρία των μετρήσεων των x το E' ο, θετική φορά τη φορά του E' ο K και αρνητική την E' ο A' .

β) Με σύστημα πολικών συντεταγμένων (βλέπε σχήμα 6.8)

Ως πόλος λαμβάνεται το σημείο E_0 και χρησιμοποιούνται οι Πίνακες Δ του Χατζηνικολή.

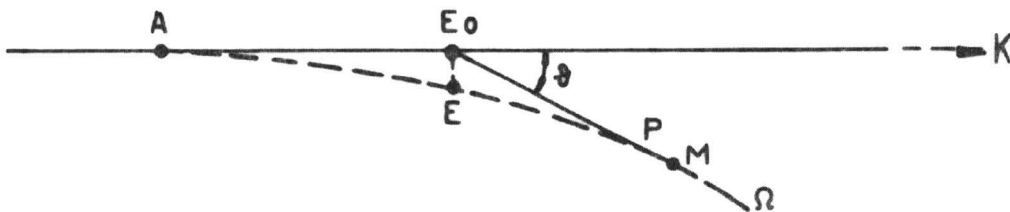


Σχήμα 6.7

Για $R = 400 \mu.$, όπως και στο προηγούμενο παράδειγμα, από τη στήλη $\epsilon = 0,60 \mu.$ (σελ. 215) έχουμε για το τμήμα $A\Omega\Delta$ της καμπύλης $A\Omega\Delta\Omega\Delta'$:
 Στο σημείο E, όπου $\theta = 100^\circ$, $\rho = 0,30 = \epsilon/2 = E_0E$, όπως έχουμε ήδη υπολογίσει στην §6.4.

Ακολουθως: για	$\rho = 12$, $\theta = 3,63g$	
	$\rho = 20,03$, $\theta = 3,40$	
	$\rho = 36,07$, $\theta = 3,93$	= τελευταίο σημείο της κλωθοειδούς πριν το Ω' .
	$\rho = 52,15$, $\theta = 4,88$	
	$\rho = 60,22$, $\theta = 5,43$	
	$\rho = 72,35$, $\theta = 6,29$	
	$\rho = 84,54$, $\theta = 7,18$	

Αντίστοιχη πύκνωση γίνεται και με πόλο το E' για το υπόλοιπο καμπύλο τμήμα $\Delta\Omega\Delta'$.



Σχήμα 6.8

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΠΙΝΑΚΕΣ
TABLES **B**

$\beta=122^\circ, 123^\circ$

β	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	β	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>
122.00	70.281	22.227	122.522	123.00	69.114	21.560	120.951
10	70.164	22.160	122.365	10	68.998	21.494	120.794
20	70.047	22.092	122.208	20	68.882	21.428	120.637
30	69.930	22.025	122.051	30	68.767	21.362	120.480
40	69.813	21.958	121.894	40	68.651	21.297	120.323
50	69.696	21.891	121.737	50	68.536	21.232	120.166
60	69.579	21.825	121.580	60	68.420	21.166	120.009
70	69.463	21.758	121.423	70	68.305	21.101	119.852
80	69.347	21.692	121.265	80	68.190	21.036	119.695
90	69.230	21.626	121.108	90	68.075	20.972	119.538

<i>IV</i>			<i>VI</i>								
ϵ	β		<i>R</i>	ϵ						<i>v</i>	
	122	123		3.00	2.40	1.80	1.20	0.90	0.60		0.30
3.0	2.11	2.07		123.11	123.11	123.11	123.11	123.30			
2.4	1.69	1.66	15	—	—	—	—	9.58	7.74	5.40	
1.8	1.27	1.24	20	—	—	—	12.77	10.98	8.88	6.20	20
1.2	0.84	0.83	25	—	—	—	14.20	12.21	9.88	6.91	
0.9	0.63	0.62	30	—	—	19.17	15.48	13.32	10.79	7.55	
0.6	0.42	0.41	35	—	—	20.62	16.66	14.34	11.63	8.14	
0.3	0.21	0.21	40	—	25.56	21.97	17.76	15.31	12.40	8.69	
			50	31.94	28.40	24.43	19.77	17.04	13.82	9.69	30
			60	34.82	30.97	26.65	21.59	18.60	15.10	10.60	
			70	37.46	33.34	28.70	23.25	20.05	16.28	11.43	
			80	39.92	35.53	30.61	24.81	21.39	17.38	12.20	
			90	42.23	37.60	32.39	26.26	22.65	18.41	12.93	40
			100	44.42	39.55	34.08	27.64	23.85	19.38	13.62	
			125	49.44	44.04	37.96	30.81	26.59	21.62	15.21	
			150	53.98	48.10	41.47	33.68	29.07	23.65	16.64	50
			175	58.14	51.83	44.70	36.31	31.36	25.51	17.95	
			200	62.03	55.29	47.71	38.76	33.48	27.24	19.18	60
			250	69.12	61.64	53.20	43.25	37.36	30.41	21.42	70
			300	75.52	67.37	58.19	47.30	40.87	33.27	23.44	
			350	81.42	72.64	62.72	51.02	44.09	35.91	25.31	80
			400	86.90	77.53	66.97	54.49	47.09	38.36	27.04	
			450	92.06	82.14	70.96	57.74	49.92	40.66	28.66	
			500	96.92	86.51	74.73	60.84	52.58	42.83	30.21	

ΠΙΝΑΚΕΣ
TABLES **B**

$$\beta = 124^{\circ} \ 125^{\circ}$$

β	I	II	III	β	I	II	III
124.00	67.960	20.907	119.381	125.00	66.818	20.269	117.810
10	67.845	20.843	119.223	10	66.704	20.206	117.653
20	67.731	20.778	119.066	20	66.591	20.143	117.496
30	67.616	20.714	118.909	30	66.478	20.080	117.338
40	67.502	20.650	118.752	40	66.364	20.018	117.181
50	67.387	20.586	118.595	50	66.251	19.955	117.024
60	67.273	20.523	118.438	60	66.138	19.893	116.867
70	67.159	20.459	118.281	70	66.026	19.830	116.710
80	67.045	20.395	118.124	80	65.913	19.768	116.553
90	66.932	20.332	117.967	90	65.800	19.707	116.396

IV			VI								
ϵ	β		R	ϵ						V	
	124	125		3.00	2.40	1.80	1.20	0.90	0.60		0.30
3.0	2.04	2.00									
2.4	1.63	1.60	15	—	—	—	—	—	7.73	5.39	
1.8	1.22	1.20	20	—	—	—	—	10.96	8.87	6.19	20
1.2	0.82	0.80	25	—	—	—	14.18	12.19	9.87	6.90	
0.9	0.61	0.60	30	—	—	—	15.46	13.30	10.78	7.54	
0.6	0.41	0.40	35	—	—	20.57	16.64	14.32	11.62	8.13	
0.3	0.20	0.20	40	—	—	21.92	17.74	15.29	12.39	8.68	
			50	—	28.34	24.38	19.75	17.02	13.81	9.68	30
			60	34.75	30.91	26.60	21.57	18.58	15.09	10.59	
			70	37.39	33.28	28.65	23.23	20.03	16.27	11.42	
			80	39.85	35.47	30.56	24.79	21.37	17.37	12.19	
			90	42.16	37.54	32.34	26.24	22.63	18.40	12.92	40
			100	44.35	39.49	34.03	27.62	23.83	19.37	13.61	
			125	49.37	43.98	37.91	30.79	26.57	21.61	15.20	
			150	53.91	48.04	41.42	33.66	29.05	23.64	16.63	50
			175	58.07	51.77	44.65	36.29	31.34	25.50	17.94	
			200	61.96	55.23	47.66	38.74	33.46	27.23	19.17	60
			250	69.05	61.58	53.15	43.23	37.34	30.40	21.41	70
			300	75.45	67.31	58.14	47.28	40.85	33.26	23.43	
			350	81.35	72.58	62.67	51.00	44.07	35.90	25.30	80
			400	86.83	77.47	66.92	54.47	47.07	38.35	27.03	
			450	91.99	82.08	70.91	57.72	49.90	40.65	28.65	
			500	96.85	86.45	74.68	60.82	52.56	42.82	30.20	

ΠΙΝΑΚΕΣ
TABLES

$R = 350$

ϵ	3.00	2.40	1.80	1.20	0.90	0.60	0.30	0
A	235.814	223.003	207.508	187.481	174.462	157.644	132.557	
s	158.88	142.09	123.03	100.43	86.97	71.01	50.20	
μ	79.31	70.95	61.45	50.18	43.46	35.49	25.10	
μ'	78.76	70.55	61.20	50.04	43.37	35.44	25.08	
h	11.98	9.59	7.19	4.80	3.60	2.40	1.20	
AT	106.21	94.93	82.15	67.02	58.02	47.36	33.48	
x	y	y	y	y	y	y	y	y
26	3.51	3.06	2.59	2.10	1.84	1.56	1.27	0.97
28	3.71	3.25	2.78	2.27	2.00	1.72	1.42	1.12
30	3.92	3.46	2.97	2.45	2.17	1.89	1.59	1.29
32	4.15	3.67	3.17	2.64	2.36	2.07	1.77	1.47
34	4.37	3.89	3.38	2.84	2.55	2.26	1.96	1.66
36	4.61	4.11	3.59	3.04	2.75	2.46	2.16	1.86
38	4.86	4.35	3.82	3.26	2.97	2.67	2.37	2.07
40	5.11	4.59	4.05	3.49	3.19	2.89	2.59	2.29
42	5.37	4.85	4.30	3.73	3.43	3.13	2.83	2.53
44	5.64	5.11	4.56	3.98	3.68	3.38	3.08	2.78
46	5.93	5.38	4.82	4.24	3.94	3.64	3.34	3.04
48	6.22	5.67	5.10	4.51	4.21	3.91	3.61	3.31
50	6.51	5.96	5.38	4.79	4.49	4.19	3.89	3.59
52	6.82	6.26	5.68	5.08	4.78	4.48	4.18	3.88
54	7.14	6.58	5.99	5.39	5.09	4.79	4.49	4.19
56	7.48	6.90	6.31	5.71	5.41	5.11	4.81	4.51
58	7.81	7.23	6.64	6.04	5.74	5.44	5.14	4.84
60	8.16	7.58	6.98	6.38	6.08	5.78	5.48	5.18
62	8.52	7.93	7.34	6.74	6.44	6.14	5.84	5.54
64	8.89	8.30	7.70	7.10	6.80	6.50	6.20	5.90
66	9.27	8.68	8.08	7.48	7.18	6.88	6.58	6.28
68	9.67	9.07	8.47	7.87	7.57	7.27	6.97	6.67
70	10.07	9.47	8.87	8.27	7.97	7.67	7.37	7.07
72	10.48	9.89	9.29	8.69	8.39	8.09	7.79	7.49
74	10.91	10.31	9.71	9.11	8.81	8.51	8.21	7.91
76	11.35	10.75	10.15	9.55	9.25	8.95	8.65	8.35
78	11.80	11.20	10.60	10.00	9.70	9.40	9.10	8.80

ΠΙΝΑΚΕΣ
TABLES

$R = 400$

ϵ	3.00	2.40	1.80	1.20	0.90	0.60	0.30	0
A	260.643	246.482	229.350	207.230	192.839	174.250	146.527	
s	169.84	151.88	131.50	107.76	92.97	75.91	53.68	
μ	84.79	75.85	65.69	53.65	46.46	37.94	26.83	
μ'	84.28	75.49	65.46	53.52	46.38	37.90	26.82	
h	11.98	9.59	7.19	4.80	3.60	2.40	1.20	
AT	113.49	101.44	87.79	71.60	62.02	50.63	35.79	
x	y	y	y	y	y	y	y	y
-75	0.00	0.00						
-70	0.01	0.00						
-65	0.02	0.00	0.00					
-60	0.04	0.01	0.00					
-55	0.07	0.02	0.00					
-50	0.10	0.05	0.01	0.00				
-45	0.15	0.08	0.03	0.01	0.00			
-40	0.22	0.13	0.05	0.01	0.00			
-35	0.30	0.19	0.09	0.03	0.01	0.00		
-30	0.40	0.26	0.14	0.05	0.02	0.00		
-25	0.52	0.36	0.21	0.09	0.05	0.01	0.00	
-20	0.67	0.48	0.30	0.15	0.08	0.03	0.01	
-15	0.83	0.62	0.41	0.22	0.14	0.07	0.02	
-10	1.03	0.78	0.55	0.32	0.22	0.12	0.04	
- 5	1.25	0.98	0.71	0.45	0.32	0.20	0.08	
E=0	1.50	1.20	0.90	0.60	0.45	0.30	0.15	0.00
+2	1.61	1.29	0.98	0.67	0.51	0.35	0.19	0.01
4	1.72	1.40	1.07	0.74	0.58	0.41	0.23	0.02
6	1.84	1.51	1.17	0.82	0.65	0.47	0.27	0.04
8	1.96	1.62	1.27	0.91	0.72	0.53	0.33	0.08
10	2.09	1.74	1.38	1.00	0.81	0.61	0.39	0.12
12	2.23	1.86	1.49	1.10	0.90	0.68	0.45	0.18
14	2.37	1.99	1.61	1.20	0.99	0.77	0.53	0.24
16	2.52	2.13	1.73	1.31	1.09	0.86	0.61	0.32
18	2.67	2.27	1.86	1.43	1.20	0.96	0.70	0.40
20	2.83	2.42	2.00	1.55	1.32	1.07	0.80	0.50
22	2.99	2.57	2.14	1.68	1.44	1.18	0.90	0.61

ΠΙΝΑΚΕΣ
TABLES

$R = 400$

ϵ	3.00	2.40	1.80	1.20	0.90	0.60	0.30	0
A	260.643	246.482	229.350	207.230	192.839	174.250	146.527	
s	169.84	151.88	131.50	107.36	92.97	75.91	53.68	
μ	84.79	75.85	65.69	53.65	46.46	37.94	26.83	
μ'	84.28	75.49	65.46	53.52	46.38	37.90	26.82	
h	11.98	9.59	7.19	4.80	3.60	2.40	1.20	
AT	113.49	101.44	87.79	71.60	62.02	50.63	35.79	
x	y	y	y	y	y	y	y	y
24	3.17	2.74	2.29	1.82	1.57	1.31	1.02	0.72
26	3.34	2.90	2.45	1.96	1.71	1.44	1.15	0.85
28	3.53	3.08	2.61	2.12	1.85	1.58	1.28	0.98
30	3.72	3.26	2.78	2.28	2.01	1.72	1.43	1.13
32	3.92	3.45	2.96	2.44	2.17	1.88	1.58	1.28
34	4.12	3.64	3.15	2.62	2.34	2.05	1.75	1.45
36	4.33	3.85	3.34	2.80	2.52	2.22	1.92	1.62
38	4.55	4.06	3.54	2.99	2.71	2.41	2.11	1.81
40	4.78	4.28	3.75	3.20	2.90	2.61	2.31	2.01
42	5.02	4.50	3.97	3.41	3.11	2.81	2.51	2.21
44	5.26	4.74	4.20	3.62	3.33	3.03	2.73	2.43
46	5.51	4.98	4.43	3.85	3.55	3.25	2.95	2.65
48	5.77	5.23	4.67	4.09	3.79	3.49	3.19	2.89
50	6.03	5.49	4.93	4.34	4.04	3.74	3.44	3.14
52	6.31	5.76	5.19	4.57	4.29	3.99	3.69	3.39
54	6.59	6.03	5.46	4.86	4.56	4.26	3.96	3.66
56	6.88	6.32	5.74	5.14	4.84	4.54	4.24	3.94
58	7.18	6.61	6.03	5.43	5.13	4.83	4.53	4.23
60	7.49	6.92	6.32	5.73	5.43	5.13	4.83	4.53
62	7.81	7.23	6.63	6.03	5.73	5.43	5.13	4.83
64	8.13	7.55	6.95	6.35	6.05	5.75	5.45	5.15
66	8.47	7.88	7.28	6.68	6.38	6.08	5.78	5.48
68	8.81	8.22	7.62	7.02	6.72	6.42	6.12	5.82
70	9.16	8.57	7.97	7.37	7.07	6.77	6.47	6.17
72	9.53	8.93	8.33	7.73	7.43	7.13	6.83	6.53
74	9.90	9.33	8.70	8.10	7.80	7.50	7.20	6.90
76	10.29	9.69	9.09	8.49	8.19	7.89	7.59	7.29

ΠΙΝΑΚΕΣ
TABLES

$R = 400$

ϵ	3.00	2.40	1.80	1.20	0.90	0.60	0.30	0
A	260.643	246.482	229.350	207.230	192.839	174.250	146.527	
s	169.84	151.88	131.50	107.36	92.97	75.91	53.68	
μ	84.79	75.85	65.69	53.65	46.46	37.94	26.83	
μ'	84.28	75.49	65.46	53.52	46.38	37.90	26.82	
h	11.98	9.59	7.19	4.80	3.60	2.40	1.20	
AT	113.49	101.44	87.79	71.60	62.02	50.63	35.79	
x	y	y	y	y	y	y	y	y
78	10.68	10.08	9.48	8.88	8.58	8.28	7.98	7.68
80	11.08	10.48	9.88	9.28	8.98	8.68	8.38	8.08
82	11.50	10.90	10.30	9.70	9.40	9.10	8.80	8.50
84	11.92	11.32	10.72	10.12	9.82	9.52	9.22	8.92

ΠΙΝΑΚΕΣ
TABLES Δ

$R = 400$

ϵ	3.00		2.40		1.80		1.20	
s	169.84		151.88		131.50		107.36	
μ	84.79		75.84		65.70		53.65	
ρ_0	85.13		76.08		65.85		53.73	
θ_0	8.989		8.042		6.967		5.690	
x	e	θ	e	θ	e	θ	e	θ
E	1.50	100.00	1.20	100.00	0.90	100.00	0.60	100.00
4	4.35	25.84	4.24	21.40	4.14	16.69	4.07	11.71
8	8.24	15.31	8.16	12.71	8.10	10.01	8.05	7.21
12	12.21	11.68	12.14	9.80	12.09	7.85	12.05	5.81
16	16.20	9.93	16.14	8.42	16.09	6.85	16.05	5.21
20	20.20	8.94	20.15	7.66	20.10	6.33	20.06	4.93
24	24.21	8.35	24.15	7.22	24.11	6.05	24.07	4.82
28	28.22	7.98	28.17	6.97	28.12	5.92	28.08	4.80
32	32.24	7.76	32.19	6.83	32.13	5.87	32.09	4.85
36	36.26	7.62	36.21	6.78	36.15	5.89	36.11	4.95
40	40.28	7.58	40.23	6.78	40.18	5.95	40.13	5.07
44	44.31	7.57	44.25	6.83	44.20	6.06	44.15	5.23
48	48.35	7.61	48.28	6.91	48.23	6.18	48.17	5.41
52	52.38	7.68	52.32	7.02	52.26	6.33	52.20	5.61
56	56.42	7.78	56.36	7.16	56.29	6.50	56.24	5.83
60	60.47	7.91	60.40	7.30	60.33	6.69	60.27	6.06
64	64.51	8.04	64.44	7.47	64.38	6.89	64.31	6.30
68	68.57	8.20	68.50	7.66	68.43	7.11	68.36	6.55
72	72.63	8.38	72.55	7.86	72.48	7.34	72.41	6.81
76	76.69	8.56	76.62	8.07	76.54	7.58	76.47	7.08
80	80.76	8.76	80.68	8.29	80.61	7.82	80.54	7.35
84	84.84	8.97	84.76	8.53	84.68	8.08	84.61	7.63

ΠΙΝΑΚΕΣ
TABLES Δ

$R = 400$

ε	0.90		0.60		0.30		0	
s	92.96		75.90		53.67		—	
μ	46.46		37.94		26.83		—	
ρ_0	46.52		37.97		26.84		—	
θ_0	4.929		4.024		2.847		—	
x	e	θ	e	θ	e	θ	e	θ
E	0.45	100.00	0.30	100.00	0.15	100.00	0	
4	4.04	9.11	4.02	6.43	4.01	3.62	4.00	0.32
8	8.03	5.75	8.02	4.23	8.01	2.61	8.00	0.64
12	12.03	4.75	12.02	3.63	12.01	2.41	12.00	0.95
16	16.04	4.34	16.02	3.43	16.01	2.43	16.00	1.27
20	20.04	4.19	20.03	3.40	20.02	2.54	20.01	1.59
24	24.05	4.16	24.04	3.46	24.02	2.71	24.01	1.91
28	28.06	4.21	28.04	3.58	28.03	2.91	28.02	2.23
32	32.07	4.31	32.06	3.74	32.04	3.14	32.03	2.55
36	36.09	4.45	36.07	3.93	36.05	3.40	36.04	2.87
40	40.11	4.61	40.09	4.14	40.07	3.66	40.05	3.19
44	44.13	4.81	44.10	4.37	44.08	3.94	44.07	3.51
48	48.15	5.02	48.13	4.62	48.11	4.23	48.09	3.83
52	52.18	5.25	52.15	4.88	52.13	4.52	52.11	4.15
56	56.21	5.49	56.18	5.15	56.16	4.81	56.14	4.47
60	60.25	5.74	60.22	5.43	60.19	5.11	60.17	4.79
64	64.29	6.00	64.26	5.71	64.23	5.41	64.21	5.11
68	68.33	6.27	68.30	5.99	68.27	5.72	68.25	5.44
72	72.38	6.55	72.35	6.29	72.32	6.02	72.30	5.76
76	76.44	6.83	76.41	6.58	76.38	6.33	76.35	6.09
80	80.50	7.12	80.47	6.88	80.43	6.65	80.41	6.41
84	84.57	7.41	84.54	7.18	84.51	6.96	84.47	6.73

7ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΜΗΚΟΤΟΜΗ ΤΗΣ ΟΔΟΥ”

7.1. Γενικά

Όπως ήδη εξηγήσαμε στο 4ο Κεφάλαιο, η **Μηκοτομή** ή κατά μήκος τομή της οδού είναι η τεταμένη προβολή της οδού σε ένα κατακόρυφο επίπεδο.

Στο σχέδιο της Μηκοτομής η γραμμή που αντιπροσωπεύει την πορεία του άξονα της οδού στην ανώτερη στάθμη (επιφάνεια κυκλοφορίας της οδού) λέγεται **ερυθρά γραμμή** ή απλώς ερυθρά και σχεδιάζεται με κόκκινο χρώμα.

Επάνω σ' αυτό το κατακόρυφο επίπεδο υπάρχει και η τεταμένη προβολή της κατά μήκος τομής του φυσικού εδάφους, η οποία ονομάζεται **γραμμή εδάφους**.

Η Μηκοτομή σχεδιάζεται σε ένα σύστημα ορθογωνίων συντεταγμένων. Στον άξονα x απεικονίζονται οι χιλιομετρικές θέσεις των διαφόρων σημείων του άξονα της οδού και στον άξονα y τα αντίστοιχα υψόμετρα αυτών των σημείων.

7.2. Κλίμακα σχεδίασης-Επίπεδο Αναφοράς

Η κλίμακα σχεδίασης μιας μηκοτομής, όπως έχουμε ήδη αναφέρει στο 4ο κεφάλαιο είναι η ίδια με εκείνη της αντίστοιχης οριζοντιογραφίας και εξαρτάται από το εκπονούμενο στάδιο της μελέτης οδοποιίας.

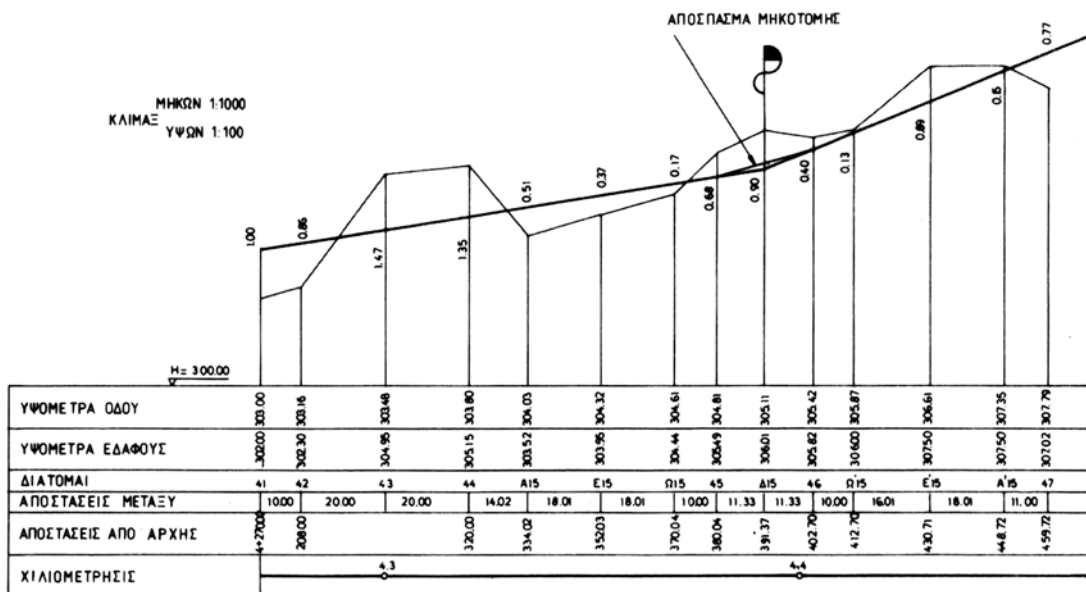
Όσον αφορά όμως στα υψόμετρα των σημείων του άξονα χρησιμοποιείται κλίμακα δεκαπλάσια απ' ό,τι η κλίμακα του μήκους (δηλαδή στον άξονα των y η κλίμακα που χρησιμοποιείται είναι δέκα φορές μεγαλύτερη από ότι στον άξονα των x). Όπως είδαμε στο 4ο Κεφάλαιο, πριν τοποθετήσουμε τα υψόμετρα στον άξονα y του σχεδίου, αφαιρούμε από όλα το ίδιο υψόμετρο, δηλαδή το υψόμετρο του Επιπέδου Αναφοράς. Αυτό γίνεται γιατί τα υψόμετρα της γραμμής του φυσικού εδάφους και της ερυθράς γραμμής έχουν αφετηρία μέτρησης την επιφάνεια της θάλασσας, πράγμα που εμποδίζει τη μέτρησή τους επί του άξονα y του σχεδίου στην επιθυμητή κλίμακα.

Για παράδειγμα, για ένα σημείο με υψόμετρο 280,35μ., αν στην αφετηρία (Επίπεδο Αναφοράς) των υψομέτρων πάρουμε το 0,00μ. (επιφάνεια της θάλασσας) και μετατρέψουμε το 280,35μ. στην κλίμακα υψών 1:100 του σχεδίου, θα έχει τεταγμένη στον άξονα των $y = 2,8035$ μέτρα:

1 μέτρο στο σχέδιο αντιπροσωπεύει 100 μέτρα στην πραγματικότητα. Πόσα (= x) μέτρα είναι στο σχέδιο τα πραγματικά 280,35 μέτρα;

$$x = 1\mu. \cdot 280,35\mu. / 100\mu. = 2,803\mu.$$

Στο σχέδιο Μηκοτομής που ακολουθεί φαίνεται το Επίπεδο Αναφοράς, το οποίο αντιπροσωπεύεται από μία ευθεία με υψόμετρο $H = 300\mu.$ (Βλέπε το σχήμα 7.1 που είναι σε σμίκρυνση. Το ίδιο σχήμα μπορεί να δοθεί σαν άσκηση και να σχεδιαστεί στις κλίμακες: μηκών 1:1.000 και υψών 1:1.000).



Σχήμα 7.1

7.3. Ερυθρά γραμμή

Η ερυθρά γραμμή, η οποία σχεδιάζεται με κόκκινο χρώμα, αποτελείται από ευθύγραμμα τμήματα με σταθερή κατά μήκος κλίση και από καμπύλες συναρμογής, οι οποίες είναι κυκλικά τόξα.

Τα κυκλικά τόξα διακρίνονται σε κοίλα και κυρτά, ανάλογα με το αν έχουν τα κοίλα προς τα κάτω ή προς τα άνω.

Όπως φαίνεται ενδεικτικά στα σκαριφήματα του σχήματος 7.2, κοίλες καμπύλες προσαρμόζονται είτε μεταξύ ευθύγραμμων τμημάτων αντίρροπης κατά μήκος κλίσης ($+i_1\%$ και $-i_2\%$) είτε μεταξύ τμημάτων αρνητικής κατά μήκος κλίσης ($-i_1\%$ και $-i_2\%$), όπου $i_1 > i_2$ είτε τέλος μεταξύ τμημάτων θετικής κατά μήκος κλίσης ($+i_1\%$ και $+i_2\%$), όπου $i_1 < i_2$.

Αντίστοιχα, κυρτές καμπύλες προσαρμόζονται είτε μεταξύ ευθύγραμμων τμημάτων αντίρροπης κατά μήκος κλίσης ($+j_1\%$ και $-j_2\%$) είτε μεταξύ τμημάτων θετικής κατά μήκος κλίσης ($+j_1\%$ και $+j_2\%$) όπου $j_1 > j_2$ είτε τέλος μεταξύ τμημάτων αρνητικής κατά μήκος κλίσης ($-j_1\%$ και $-j_2\%$), όπου $j_1 < j_2$.

Οι μέγιστες και ελάχιστες τιμές της κατά μήκος κλίσης και των ακτίνων καμπυλότητας των κυκλικών τόξων δίνονται από τις Προδιαγραφές για όλες τις Κατηγορίες των οδών. Σημειώνουμε ότι η ελάχιστη κατά μήκος κλίση πρέπει να έχει τέτοια τιμή ώστε να επιτρέπει την απορροή των ομβρίων υδάτων. Οι Γερμανικοί

Κανονισμοί προβλέπουν τιμή 1% για την ελάχιστη κατά μήκος κλίση.

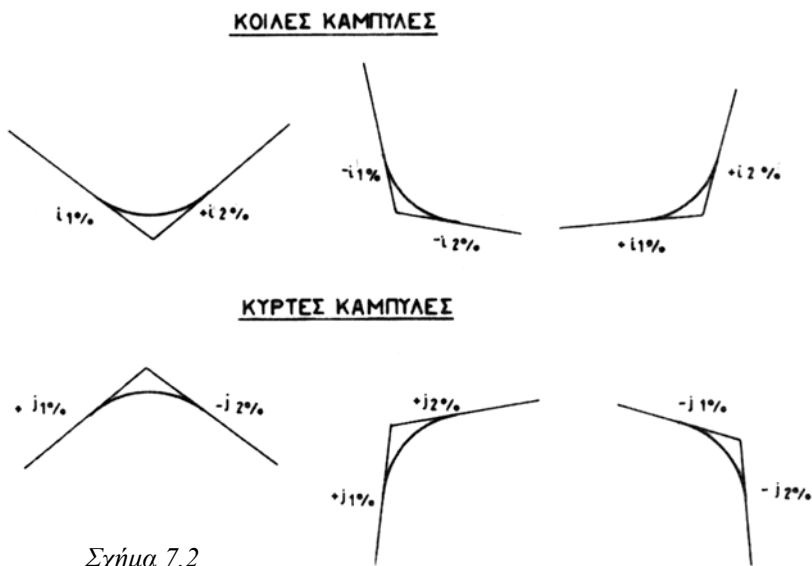
Όπως στην οριζοντιογραφία, έτσι και στη μηκοτομή η χάραξη του άξονα πρέπει:

α) να περάσει από ορισμένα υποχρεωτικά σημεία, μεταξύ των οποίων η αρχή και το τέλος της οδού.

β) να αποφύγει ορισμένες περιοχές του εδάφους, (λόγω π.χ. κακής ποιότητας του εδάφους). Για να γίνει αυτό, η ερυθρά θα πρέπει να περάσει είτε επάνω είτε κάτω από ορισμένα υψόμετρα.

γ) να περάσει μεταξύ δύο συγκεκριμένων υψομέτρων τα οποία έχουν μικρή διαφορά μεταξύ τους, π.χ. όταν πρέπει να διασταυρωθεί ισόπεδα με ήδη υπάρχοντα δρόμο.

δ) να κρατηθεί κάτω από ορισμένο υψόμετρο σε διάφορα τμήματά της, ώστε να μην προκύψει μεγάλος όγκος χωματισμών.



Σχήμα 7.2

7.4. Υπολογισμός υψομέτρων

7.4.1.Υψόμετρα του φυσικού εδάφους

Στη Μηκοτομή η γραμμή εδάφους είναι μία τεθλασμένη γραμμή που ενώνει τα σημεία τομής του άξονα της οδού με τις ισοϋψείς καμπύλες (βλέπε σχήμα 7.1). Ανάλογα με την επιθυμητή ακρίβεια του σχεδίου ή του σταδίου μελέτης μεταφέρονται στη μηκοτομή πολλά ή λιγότερα σημεία τομής του άξονα με τις ισοϋψείς, καθώς και ενδιάμεσα σημεία απαραίτητα για τη σωστή απεικόνιση του εδάφους, π.χ. κατώτερα σημεία μισογαγγειών. Αυτά τα σημεία τομής λαμβάνονται από το σχέδιο της οριζοντιογραφίας, στο οποίο διαβάζουμε και το υψόμετρο της ισοϋψούς την οποία τέμνει ο άξονας.

Επίσης, υπολογίζουμε τα υψόμετρα του εδάφους που αντιστοιχούν στα βασικά σημεία κάθε καμπύλης (A, Δ, A'), καθώς και τα σημεία που αντιστοιχούν στα ακέραια

εκατόμετρα και χιλιόμετρα της χιλιομέτρησης του άξονα της οδού. Τα υψόμετρα αυτά υπολογίζονται με παρεμβολή μεταξύ των εκατέρωθεν ευρισκομένων ισοϋψών (βλέπε § 5.3.2.η).

7.4.2. Υψόμετρα ερυθράς γραμμής

α) Για τα τμήματα με σταθερή κατά μήκος κλίση:

Γνωρίζοντας το υψόμετρο της αρχής A του τμήματος, υπολογίζουμε το υψόμετρο οποιουδήποτε άλλου σημείου B του ίδιου τμήματος, πολλαπλασιάζοντας την απόστασή του από την αρχή του τμήματος επί την κλίση $i\%$ και προσθέτοντας ή αφαιρώντας από το υψόμετρο της αρχής.

$$\text{Δηλαδή: } y_B = y_A + (AB) \cdot j/100 \quad (+ \text{ για ανωφέρεια, } - \text{ για κατωφέρεια)}$$

όπου $(AB) = x_B - x_A$ και i = απόλυτη τιμή της κατά μήκος κλίσης

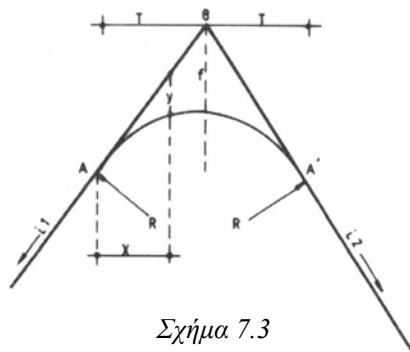
β) Για τα καμπύλα τμήματα συναρμογής (κυκλικά τόξα)

Έστω ένα τμήμα κυκλικού τόξου ακτίνας R που παρεμβάλλεται μεταξύ των τμημάτων με σταθερή κλίση $i_{1\%}$ το πρώτο και $i_{2\%}$ το δεύτερο (βλέπε σχήμα 7.3.)

Τα σημεία επαφής A και A' βρίσκονται σε απόσταση $T = (\Delta \cdot R/2)$ από το σημείο Θ της τομής των τμημάτων με σταθερές κλίσεις, όπου το T μετράται οριζόντια, δηλαδή επάνω στον άξονα x του μήκους της οδού. Στην σχέση αυτή οι κλίσεις εκφράζονται σε απόλυτες τιμές, δηλαδή χωρίς το πρόσημό τους.

Για να υπολογίσουμε τα υψόμετρα των σημείων της καμπύλης, για κάθε σημείο της καμπύλης (μέχρι το μέσο της) που απέχει απόσταση x από το A, υπολογίζουμε την υψομετρική διαφορά y μεταξύ του τμήματος σταθερής κλίσης και του καμπύλου τμήματος από την σχέση: $y = (X^2 / 2R)$ και το αφαιρούμε από το αντίστοιχο υψόμετρο του τμήματος σταθερής κλίσης, αν πρόκειται για κυρτή καμπύλη (ή το προσθέτουμε στο αντίστοιχο υψόμετρο του τμήματος σταθερής κλίσης, αν πρόκειται για κοίλη καμπύλη).

Το y του μέσου της καμπύλης ισούται με $f = (T^2 / 2R)$ και αφαιρείται (ή προστίθεται) από το υψόμετρο του σημείου Θ (τομή των δύο διαδοχικών τμημάτων σταθερής κλίσης).



Σχήμα 7.3

7.5. Χιλιομέτρηση της Μηκοτομής

Χρειάζεται ακρίβεια στην τοποθέτηση των βασικών σημείων $A, \Omega, \Delta, \Omega', A'$ των καμπύλων τμημάτων της οριζοντιογραφίας επάνω στον άξονα x της μηκοτομής.

Για τον λόγο αυτό, στο σχέδιο της οριζοντιογραφίας, για να υπολογίσουμε τα μήκη των ευθυγραμμίων, μετράμε τα μήκη των πλευρών της Πολυγωνικής και αφαιρούμε τα μήκη των εφαπτόμενων KA και KA' των καμπύλων τμημάτων, τα οποία έχουμε υπολογίσει σύμφωνα με την §6.4., τοποθετούμε δε και τα σημεία A και A' (αρχή και πέρας) κάθε οριζόντιας καμπύλης.

Αρχίζοντας από την αφητηρία της οριζόντιας χάραξης, η χιλιομετρική θέση του A της πρώτης καμπύλης ισούται με την χιλιομετρική θέση της αφητηρίας συν το μήκος της πρώτης ευθυγραμμίας. Η χιλιομετρική θέση του τέλους A' της πρώτης καμπύλης ισούται με την χιλιομετρική θέση της αρχής της συν το μήκος του καμπύλου τμήματος $A\Omega\Delta\Omega'$, όπως το έχουμε υπολογίσει σύμφωνα με την §6.4.

Οι χιλιομετρικές θέσεις και των άλλων βασικών σημείων υπολογίζονται ανάλογα. Π.χ. η χιλιομετρική θέση του Ω (τέλους της κλωθοειδούς = αρχή κυκλικού τόξου) ισούται με την χιλιομετρική θέση της αρχής της καμπύλης συν το μήκος της κλωθοειδούς.

Αφού λοιπόν υπολογιστούν με προσοχή οι χιλιομετρικές θέσεις για την οριζοντιογραφία, μεταφέρονται στον άξονα x της μηκοτομής.

Στο κάτω μέρος του σχεδίου της μηκοτομής αναγράφονται

- α)** το υψόμετρο του Επιπέδου Αναφοράς
- β)** τα υψόμετρα της οδού (της ερυθράς γραμμής)
- γ)** τα υψόμετρα του εδάφους (της γραμμής εδάφους)
- δ)** η αρίθμηση των θέσεων όπου έχουν ληφθεί διατομές (κατά πλάτος τομές). Στις θέσεις αυτές περιλαμβάνονται και τα βασικά σημεία των καμπυλών $A, E, \Omega, \Delta, \Omega', E', A'$.
- ε)** οι αποστάσεις (σε μέτρα) μεταξύ των διατομών
- στ)** οι αποστάσεις από την αφητηρία της χάραξης, οι οποίες αναγράφονται κάθετα στον άξονα x .
- ζ)** η χιλιομέτρηση, κάθε 100μ., που εκφράζεται σε χιλιόμετρα+εκατόμετρα
- η)** η κατά μήκος κλίση %. Αυτή γράφεται σαν κλάσμα, με “παρονομαστή” το μήκος του τμήματος με σταθερή κλίση (σε μέτρα)
- θ)** οι ευθυγραμμίες και οι καμπύλες του άξονα της οριζοντιογραφίας

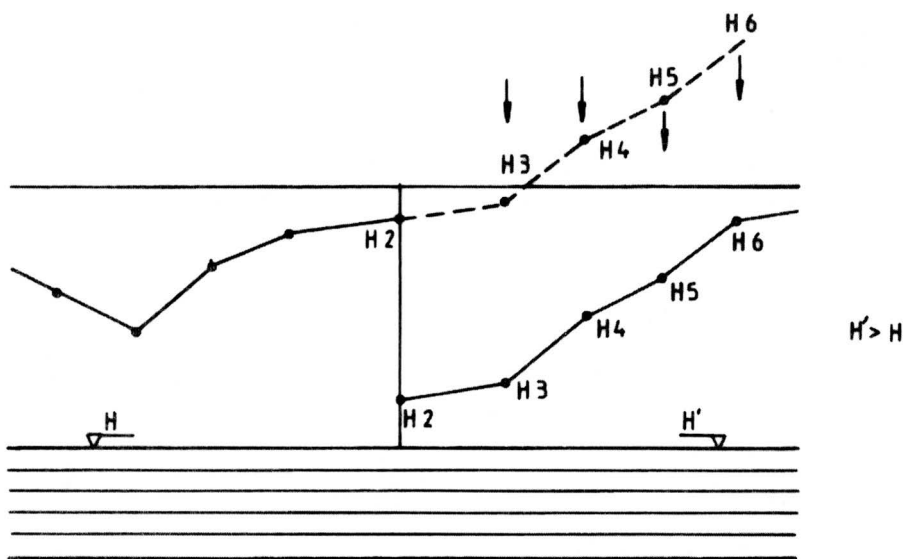
Σε κάθε σημείο τομής δύο διαδοχικών τμημάτων σταθερής κατά μήκος κλίσης χαράσσεται γραμμή παράλληλη προς τον άξονα y η οποία στο υψηλότερο σημείο της έχει χαρακτηριστική ένδειξη και αναγράφονται τα στοιχεία κυκλικού τόξου συναρμογής της ερυθράς (ακτίνα R και μήκος εφαπτομένης T).

Επίσης κάθετα προς τον άξονα x αλλά κοντά στην ερυθρά αναγράφονται οι υψομετρικές διαφορές μεταξύ ερυθράς και φυσικού εδάφους. Όταν η υψομετρική διαφορά είναι θετική, αναγράφεται επάνω από την ερυθρά και όταν είναι αρνητική, αναγράφεται κάτω από την ερυθρά.

7.6. Κατασκευή καταρράκτη

Όπως προαναφέραμε στο 4ο κεφάλαιο, επιλέγουμε για μεγάλο μήκος Μηκοτομής το υψόμετρο του Επιπέδου Αναφοράς σε τρόπο ώστε να είναι κατώτερο από το κατώτερο υψόμετρο του φυσικού εδάφους.

Επειδή όμως η μηκοτομή σχεδιάζεται σε ρολό χαρτιού με ύψος 31εκ. (το οποίο στη συνέχεια διπλώνεται) εάν σε κάποια τμήματα της οδού τα κατώτερα σημεία του φυσικού εδάφους ή της ερυθράς έχουν σημαντικά μεγαλύτερα ή μικρότερα υψόμετρα από το αρχικό Επίπεδο Αναφοράς, τότε επιλέγουμε νέο Επίπεδο Αναφοράς που να αντιστοιχεί στις ανάγκες του σχεδίου, όπως φαίνεται στο σχήμα 7.4. Η ασυνέχεια που παρουσιάζεται στο σχέδιο της μηκοτομής, λόγω αυτής της αλλαγής επιπέδου αναφοράς, λέγεται **καταρράκτης**.



Σχήμα 7.4

8ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΔΙΑΤΟΜΗ ΤΗΣ ΟΔΟΥ”

8.1. Γενικά

Η διατομή της οδού απεικονίζει σ' ένα ορισμένο σημείο του άξονα της οδού ό,τι φαίνεται από την επιδομή και την υποδομή εάν τμήσουμε την οδό με ένα επίπεδο κατακόρυφο και κάθετο στον άξονα στο συγκεκριμένο σημείο. Δείχνει δηλαδή υπό κλίμακα την επιφάνεια της οδού, τις στρώσεις από τα υλικά με τα οποία κατασκευάστηκε η οδός (υπόβαση, βάση, ασφαλτικές στρώσεις, στρώση κυκλοφορίας), τη θέση του φυσικού εδάφους πριν κατασκευασθεί η οδός, τον εξοπλισμό της οδού και, εάν είναι απαραίτητο, το άμεσο περιβάλλον της οδού και όλα αυτά στη συγκεκριμένη θέση που επιλέξαμε να τμήσουμε τον άξονα της οδού με ένα επίπεδο κατακόρυφο και κάθετο προς αυτόν.

Όμως οι διατομές που πρέπει να σχεδιαστούν για μια μελέτη οδοποιίας είναι πάρα πολλές, αφού πρέπει να υπάρχει μία κάθε 10 μήκους του άξονα της οδού. Χρησιμοποιούνται για την απεικόνιση του πλάτους της οδού, των λωρίδων κυκλοφορίας, της κεντρικής νησίδας και άλλων νησίδων (εάν υπάρχουν), των ερεισμάτων, των εγκάρσιων κλίσεων και επικλίσεων του οδοστρώματος, του τρόπου απορροής των όμβριων υδάτων, των πρανών ορυγμάτων και επιχωμάτων κλπ. Χρησιμοποιούνται επίσης και για τον υπολογισμό των χωματοουργικών εργασιών (βλέπε σχήμα 8.1), της οδοστρωσίας, των ασφαλτικών και των απαλλοτριώσεων. Η λεπτομερής σχεδίαση όλων των στοιχείων σε κάθε διατομή είναι υπερβολικά χρονοβόρα και δεν έχει πρακτική αξία.

Εξάλλου, στοιχεία όπως: ο εξοπλισμός ασφαλείας (στηθαία, οριοδείκτες, πινακίδες, διαγραμμίσεις κλπ.) καθώς και το άμεσο περιβάλλον της οδού (δενδροστοιχίες, καλλιέργειες, κτίσματα κλπ.) σχεδιάζονται με πιο εποπτικό τρόπο στην Οριζοντιογραφία της Μελέτης Οδοποιίας.

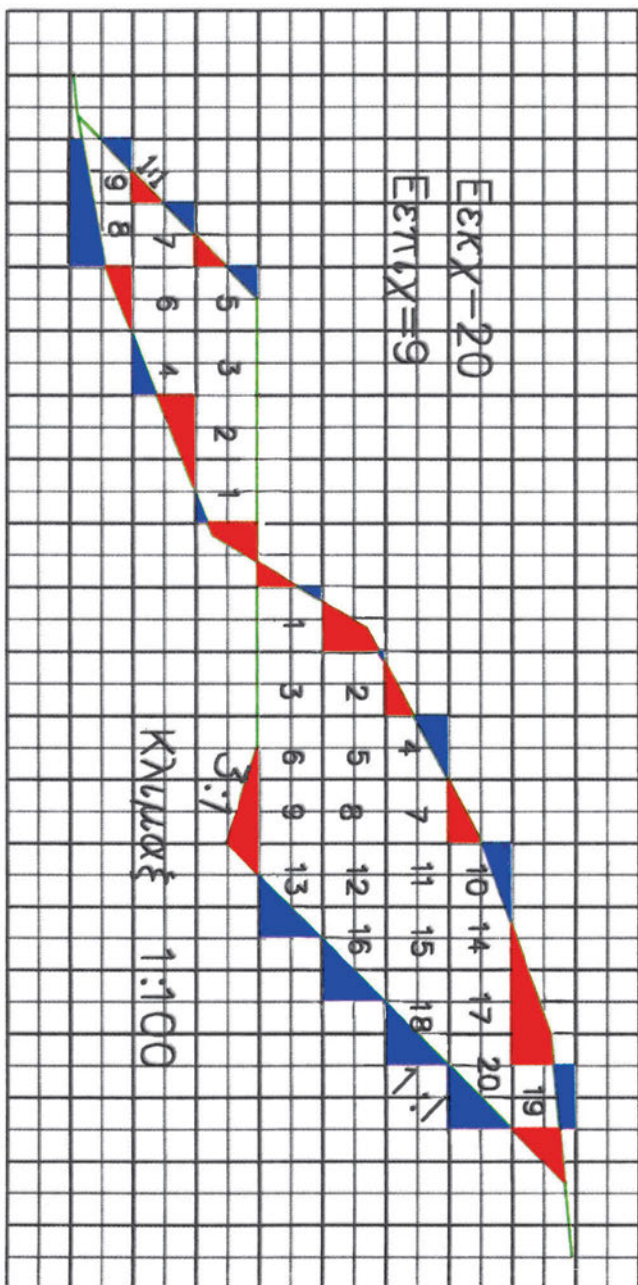
Για τους προαναφερθέντες λόγους, όσον αφορά στις διατομές, μια Μελέτη Οδοποιίας περιλαμβάνει:

8.2 Σχέδιο τυπικής διατομής

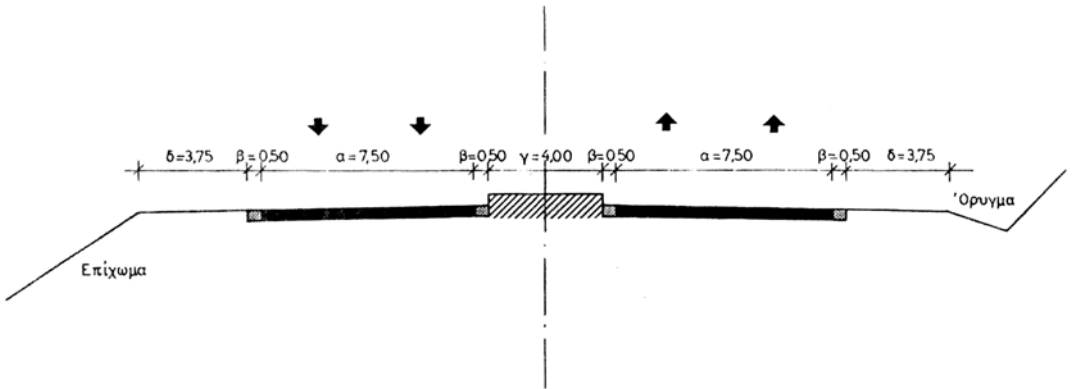
Το σχέδιο αυτό παρουσιάζει υπό κλίμακα τη διατομή που προβλέπεται από τις συγκεκριμένες προδιαγραφές για την κατηγορία στην οποία ανήκει η υπό μελέτη οδός, περιέχει όλες τις λεπτομέρειες που προαναφέραμε, καθώς και τις διαστάσεις για την κατασκευή της.

Είναι δυνατό να ισχύουν διαφορετικές τυπικές διατομές για διαφορετικά τμήματα της οδού, εάν π.χ. η οδός διασχίζει τελείως διαφορετικές περιοχές. Δηλαδή αν ένα τμήμα μιας οδού, που γενικά διασχίζει πεδινές περιοχές, διέρχεται από ορεινή περιοχή, η τυπική διατομή που θα ισχύει γι' αυτό το τμήμα θα είναι διαφορετική, κατώτερης κατηγορίας με πιο περιορισμένα γεωμετρικά χαρακτηριστικά (π.χ. μικρότερο πλάτος λωρίδων κυκλοφορίας, μικρότερο πλάτος ερεισμάτων). Αυτό

βέβαια πρέπει να γίνεται μόνο όταν η διατήρηση της αυτής τυπικής διατομής σε όλο το μήκος της οδού καθιστά απαγορευτικό το κόστος κατασκευής στο ορεινό τμήμα. Παραδείγματα τυπικών διατομών παρατίθενται στη συνέχεια (βλέπε σχήματα 8.2α,β,γ,δ,ε,ζ,η).



Σχήμα 8.1



ΔΙΑΤΟΜΗ ΤΥΠΟΥ Α

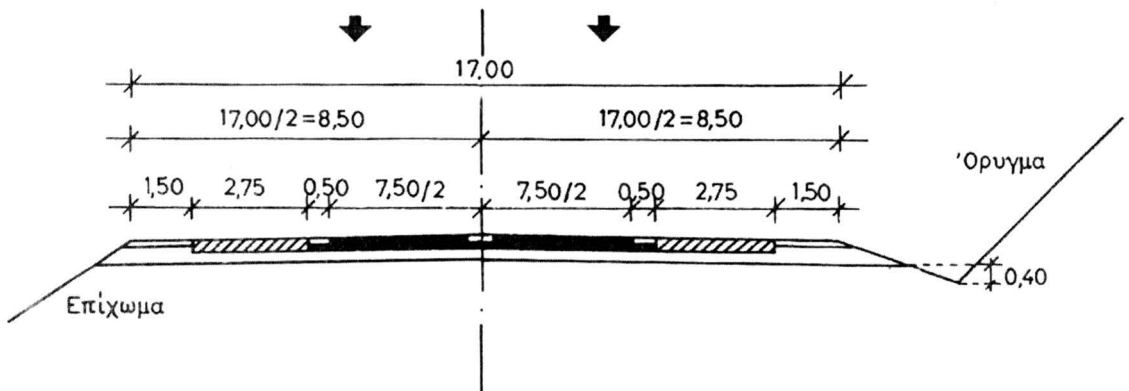
(Διατομή αυτοκινητόδρομου με κεντρική νησίδα και 4 λωρίδες κυκλοφορίας πλάτους 3,75 m η κάθε μία)

Κλίμακα 1:200

α/2: πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας σε m.
β: πλάτος λωρίδας καθοδηγήσεως σε m.

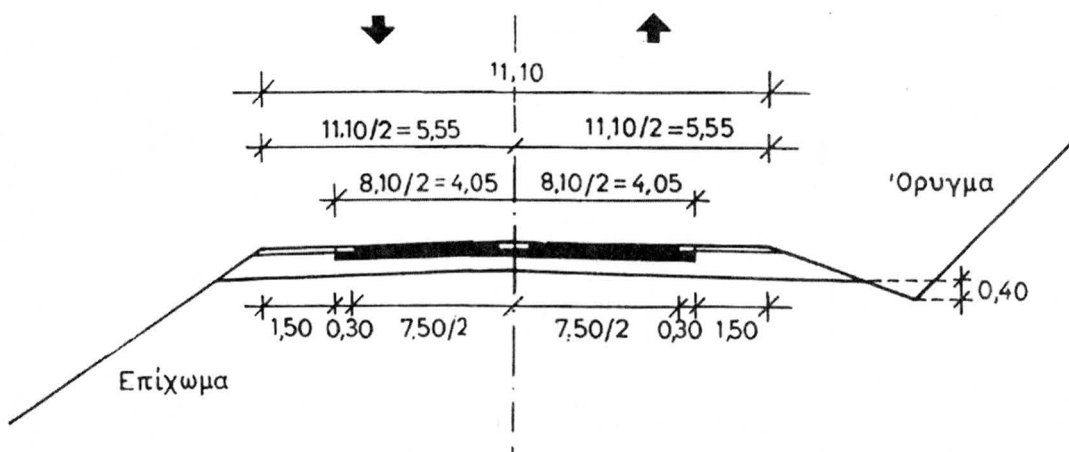
γ: πλάτος κεντρικής νησίδας σε m.
δ: πλάτος ερείσματος σε m.

Σχήμα 8.2 α



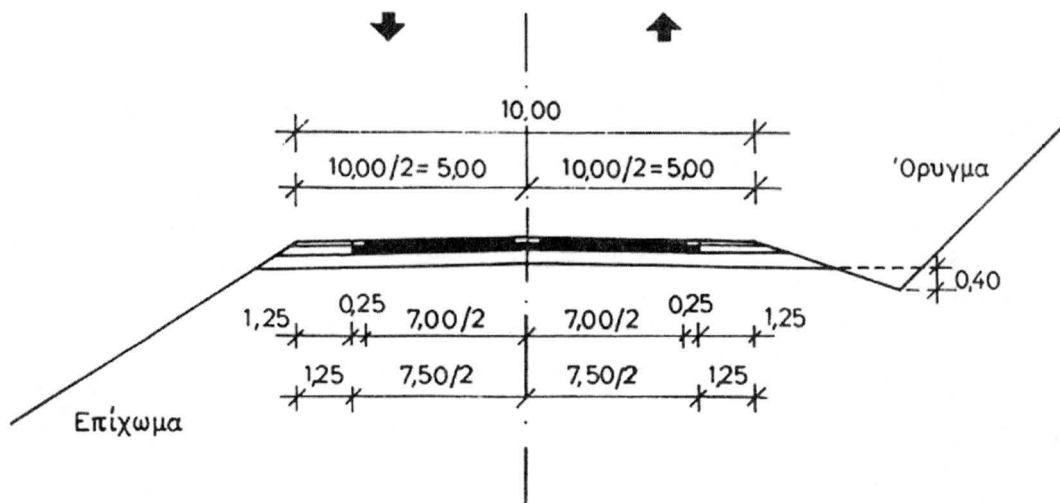
ΔΙΑΤΟΜΗ ΤΥΠΟΥ Β
(Κλίμακα 1:200)

Σχήμα 8.2 β



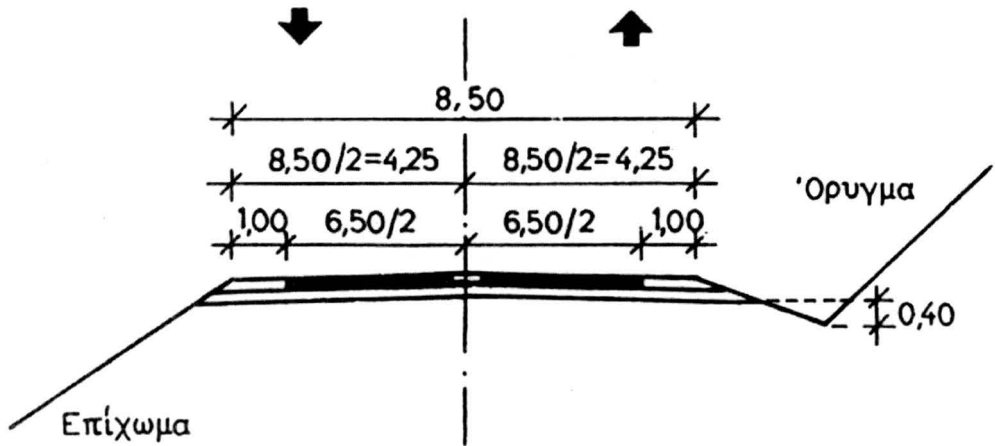
ΔΙΑΤΟΜΗ ΤΥΠΟΥ Γ
(Κλίμακα 1:200)

Σχήμα 8.2 γ



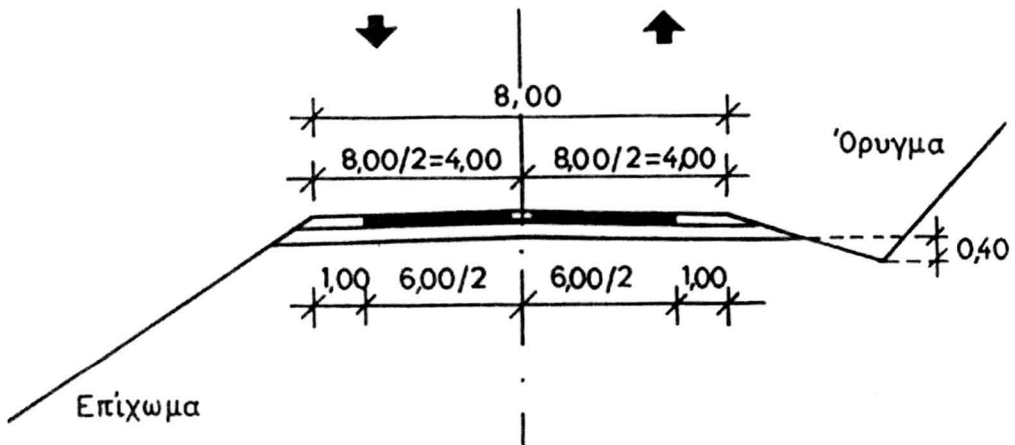
ΔΙΑΤΟΜΗ ΤΥΠΟΥ Δ
(Κλίμακα 1:200)

Σχήμα 8.2 δ



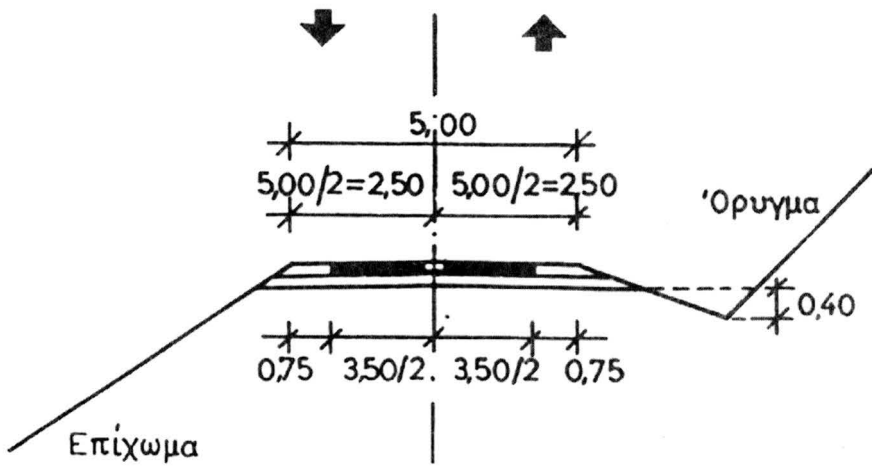
ΔΙΑΤΟΜΗ ΤΥΠΟΥ Ε
(Κλίμακα 1:200)

Σχήμα 8.2 ε



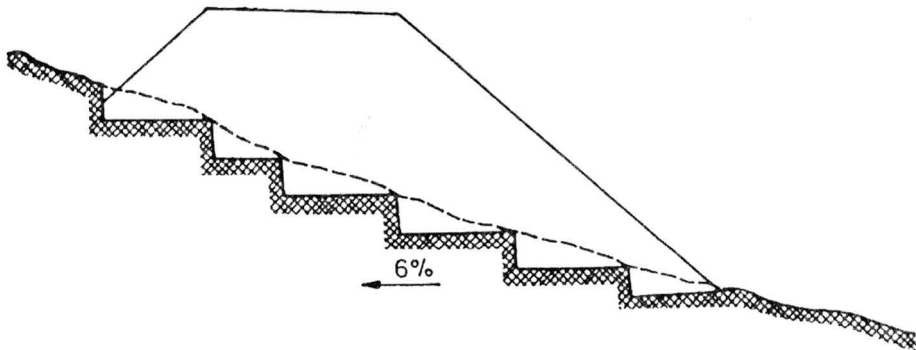
ΔΙΑΤΟΜΗ ΤΥΠΟΥ Ζ
(Κλίμακα 1:200)

Σχήμα 8.2 ζ



ΔΙΑΤΟΜΗ ΤΥΠΟΥ Η
(Κλίμακα 1:200)

Σχήμα 8.2 η



Σχήμα 8.3

8.3 Λεπτομερείς τομές του οδοστρώματος

Ανάλογα με το είδος του εδάφους επί του οποίου εδράζεται το σώμα της οδού (υπόβαση, βάση, επιφανειακές στρώσεις) και σύμφωνα με τις πρότυπες τεχνικές προδιαγραφές που ισχύουν για την κατηγορία της υπό μελέτη οδού και τον αναμενόμενο κυκλοφοριακό φόρτο, ο μελετητής μηχανικός αποφασίζει για την ακριβή διαμόρφωση της υπόβασης, της βάσης και των ασφαλικών στρώσεων της οδού. Η διαμόρφωση αυτή μπορεί να διαφέρει κατά τμήματα της οδού, επειδή μπορεί να μεταβάλλεται είτε το είδος του εδάφους έδρασης είτε ο αναμενόμενος κυκλοφοριακός φόρτος.

Για τις μελλοντικές ανάγκες της συντήρησης της οδού, μετά την αποπεράτωση της κατασκευής της, είναι απολύτως απαραίτητο να υπάρχουν λεπτομερείς τομές υπό κλίμακα που να απεικονίζουν, επάνω σε επίπεδο κατακόρυφο και κάθετο στον άξονα της οδού, την διαμόρφωση της υπόβασης, της βάσης και των επιφανειακών στρώσεων, τις διαστάσεις, τα υλικά κατασκευής, την χρονολογία κατασκευής και οτιδήποτε άλλο κρίνεται ότι μπορεί να είναι στο μέλλον απαραίτητο (βλέπε σχετικά το σχήμα 4.3 στο Κεφάλαιο 4). Οι λεπτομερείς αυτές τομές δεν είναι απαραίτητο να καλύπτουν όλο το πλάτος της οδού, εκτός αν υπάρχει λόγος για το αντίθετο.

8.4 Διατομές

Όπως είδαμε και στο 4ο κεφάλαιο, στο στάδιο της οριστικής μελέτης σχεδιάζεται μία διατομή ανά 10 μ. (περίπου) μήκους του άξονα της οδού. Οι θέσεις των διατομών αυτών επιλέγονται από τον μελετητή μηχανικό σύμφωνα με την εμπειρία του και περιλαμβάνουν οπωσδήποτε τα βασικά σημεία Α, Ε, Ω, Δ, Ω', Ε', Α' κάθε καμπύλης της οριζοντιογραφίας.

Οι διατομές σχεδιάζονται σε κλίμακα 1:100 ή 1:200. Τα βασικά στοιχεία σχεδίασης μιας διατομής είναι:

α) Η αρίθμηση των διατομών: Κάθε διατομή, εκτός από εκείνες των βασικών σημείων των καμπυλών της οριζοντιογραφίας παίρνουν το γράμμα Δ και ένα αύξοντα αριθμό, αρχίζοντας από την πρώτη διατομή της μελέτης τη Δ1.

Στις διατομές που λαμβάνονται στα βασικά σημεία των καμπυλών σημεία Α, Ε, Ω, Δ, Ω', Ε', Α' η αρίθμηση διακόπτεται και ξαναρχίζει αμέσως μετά από κάθε καμπύλη. Π.χ., αν μετά από την διατομή Δ145 υπάρχει η καμπύλη της κορυφής Κ4 της πολυγωνικής γραμμής, η σειρά των διατομών έχει ως εξής:

Δ143, Δ144, Δ145, Α4, Ε4, Ω4, Δ4, Ω'4, Ε'4, Α'4, Δ146, Δ147, Δ148 κλπ.

β) Η γραμμή του φυσικού εδάφους: Είναι μια τεθλασμένη γραμμή, της οποίας οι κορυφές είναι τα σημεία τομής των ισούψων καμπυλών με το κατακόρυφο επίπεδο το κάθετο στον άξονα της οδού στο σημείο όπου λαμβάνεται η διατομή. Π.χ. η διατομή στην αρχή Α4 της τέταρτης καμπύλης στην οριζοντιογραφία ονομάζεται Α4 και η γραμμή εδάφους της ορίζεται από τα σημεία τομής των ισούψων με το

κατακόρυφο επίπεδο που περνά από το σημείο A4 και είναι κάθετο στον άξονα της οδού.

Εάν πρόκειται η διατομή να είναι σε επίχωμα, μία γραμμή παράλληλη προς το φυσικό έδαφος, κάτω από αυτό, δείχνει το βάθος καθαρισμού του επιφανειακού στρώματος του εδάφους, δηλαδή της φυτικής γης. Ο καθαρισμός αυτός συνήθως γίνεται σε βάθος 10 εκατοστών.

Ακόμη, στις διατομές με επίχωμα, εάν η επιφάνεια του εδάφους έχει κλίση μεγαλύτερη των 10° ως προς την οριζόντια, τότε το επίχωμα που θα κατασκευαστεί πρέπει να αγκυρωθεί στο φυσικό έδαφος για την αποφυγή πιθανής ολίσθησης. Για τον σκοπό αυτό, το φυσικό έδαφος διαμορφώνεται έτσι ώστε να έχει βαθμίδες αγκύρωσης του επιχώματος (βλέπε σχήμα 8.3). Το ύψος και το πλάτος των βαθμίδων αυτών εξαρτάται από το είδος του φυσικού εδάφους, ενώ η κλίση κάθε βαθμίδας προς το εσωτερικό του επιχώματος πρέπει να είναι 6% ως προς την οριζόντια.

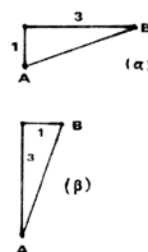
γ) Η διατομή της οδού (καταστρώματος, πρανών ορυγμάτων - επιχωμάτων) (βλέπε σχήμα 8.4). Πρόκειται για την τομή (από το κατακόρυφο επίπεδο, το κάθετο στο σημείο του άξονα όπου λαμβάνεται η διατομή) της επιφάνειας του καταστρώματος και των επιφανειών των πρανών.

Σημειώνονται τα πλάτη των λωρίδων κυκλοφορίας (π.χ. 3,75 μ.), των ερεισμάτων (π.χ. 1,25 μ.), οι εγκάρσιες κλίσεις του οδοστρώματος (π.χ. 2%), οι εγκάρσιες κλίσεις των ερεισμάτων (π.χ. 4%), οι κλίσεις διαμόρφωσης τάφρων (εφ' όσον πρόκειται για διατομή σε όρυγμα), οι οποίες είναι 1:3 και οι κλίσεις των πρανών, π.χ. 1:1. Οι τελευταίες εξαρτώνται από το είδος του εδάφους.

Οι κλίσεις διαμόρφωσης των τάφρων και των ερεισμάτων για εποπτικούς λόγους εκφράζονται με τη μορφή μικρών ορθογωνίων τριγώνων αντί με τη μορφή 1:1 ή 1%.

ΠΡΟΣΟΧΗ:

Επειδή η κλίση μιας ευθείας εκφράζεται από την εφαπτομένη της γωνίας που σχηματίζει με την οριζόντια, η κλίση του τμήματος AB στο τρίγωνο α είναι 1:3, αλλά στο τρίγωνο β είναι 3:1 ή με τη μορφή 1:1 είναι 1:0,333. Επειδή όμως η δεύτερη μορφή δεν είναι πρακτική, γιατί περιέχει δεκαδικό αριθμό, και επειδή τα σχέδια των διατομών πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο εποπτικά, προτιμάμε τη μορφή 3:1, ενώ τη μετατρέπουμε στη μορφή 1:0,333 μόνο για υπολογιστικούς λόγους.



Εκτός από το πλάτος του καταστρώματος, στο σχέδιο της διατομής φαίνεται και το πάχος όλης της κατασκευής της υπόβασης, της βάσης και των ασφαλικών στρώσεων, χωρίς τις μεταξύ τους διαχωριστικές επιφάνειες.

Ανάλογα με την κατηγορία στην οποία ανήκει η υπό μελέτη οδός και ανάλογα με τα εδάφη από τα οποία διέρχεται, μεταβάλλονται και τα πλάτη των λωρίδων, η ύπαρξη ή μη νησίδων, τα πλάτη των ερεισμάτων, το πάχος των ασφαλικών στρώσεων, η μέγιστη επίκλιση (δηλαδή η εγκάρσια κλίση του οδοστρώματος για τα καμπύλα τμήματα της οριζοντιογραφίας) και οι κλίσεις των πρανών.

δ) Η αναγραφή των αποστάσεων και των διαστάσεων: Κάτω από τον αύξοντα αριθμό της διατομής αναγράφεται η χιλιομετρική θέση (με τον τρόπο που παρουσιάστηκε στο 4ο κεφάλαιο, π.χ. η διατομή Δ145 στην χιλιομετρική θέση 212,35 χλμ. γράφεται Δ145

χ.θ.: 212+350

Κάτω από το σχέδιο της γραμμής του φυσικού εδάφους και του καταστρώματος, των πρηνών κλπ. σημειώνονται:

1. Μεταξύ παραλλήλων γραμμών:

* τα υψόμετρα του εδάφους (σημεία τομών του κατακόρυφου επιπέδου με τις ισοϋψείς)

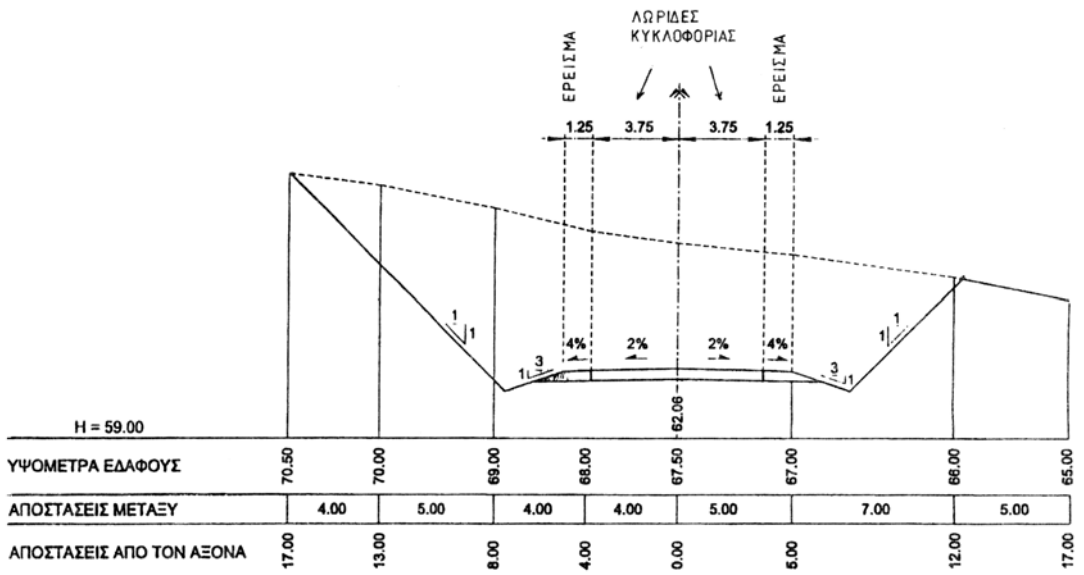
* οι αποστάσεις μεταξύ των προαναφερθέντων σημείων

* οι αποστάσεις των προαναφερθέντων σημείων από τον άξονα της οδού

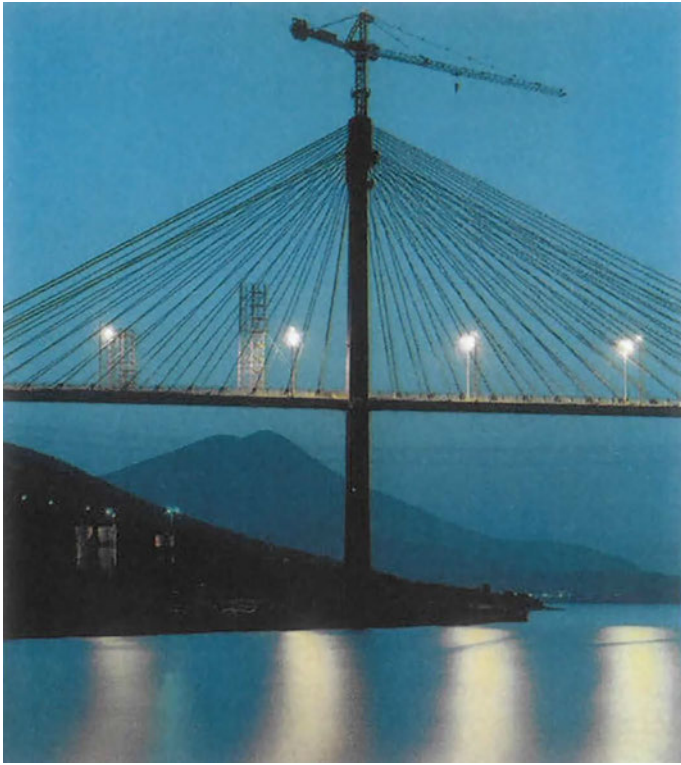
2. Επάνω από την πρώτη από αυτές τις παράλληλες γραμμές και αριστερά, το Επίπεδο Αναφοράς, το οποίο έχει την ίδια χρησιμότητα όπως και στο σχέδιο της μηκοτομής (βλέπε κεφάλαιο 4 και κεφάλαιο 7 παράγραφο 7.2).

3. Επίσης πάνω από την πρώτη από αυτές τις γραμμές, στη θέση του άξονα της οδού, ο οποίος είναι σχεδιασμένος με - - - - - , αναγράφεται το υψόμετρο της ερυθράς σ' αυτή την χιλιομετρική θέση από το σχέδιο της μηκοτομής

4. Επάνω στο σχέδιο αναγράφονται οι διαστάσεις των λωρίδων κυκλοφορίας, των ερεισμάτων, οι εγκάρσιες κλίσεις, οι κλίσεις στις τάφρους, οι κλίσεις των πρηνών κλπ.



Σχήμα 8.4



9ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ ΟΔΟΠΟΙΑΣ”

9.1 Γενικά

Τα τεχνικά έργα οδοποιίας κατασκευάζονται:

α) για να γεφυρώνουν εμπόδια τα οποία πρέπει να υπερπηδήσει η οδός (γέφυρες, κοιλαδογέφυρες),

β) για να διασταυρωθεί η οδός ανισόπεδα με άλλες οδούς, εάν αυτό κρίνεται απαραίτητο λόγω της σπουδαιότητας και της κατηγορίας της (ανισόπεδες διασταυρώσεις ή ανισόπεδοι κόμβοι),

γ) για να περάσει η οδός δια μέσου του εμποδίου, εάν είναι αδύνατη η παράκαμψή του (σήραγγες),

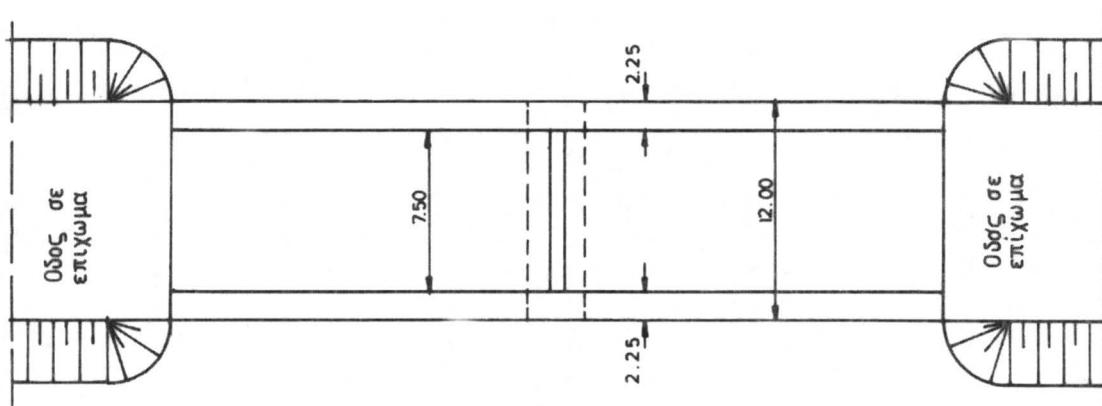
δ) για να γίνεται η απορροή των ομβρίων υδάτων από το οδόστρωμα και τα πρηνή των ορυγμάτων (τάφροι) και η διευθέτηση της διέλευσης υδάτων μικρών ρευμάτων κάτω από την οδό (οχετοί) και

ε) για να υποστηρίζεται η οδός και τα πρηνή κατά μήκος της χάραξης (τοίχοι αντιστήριξης και υποστήριξης)

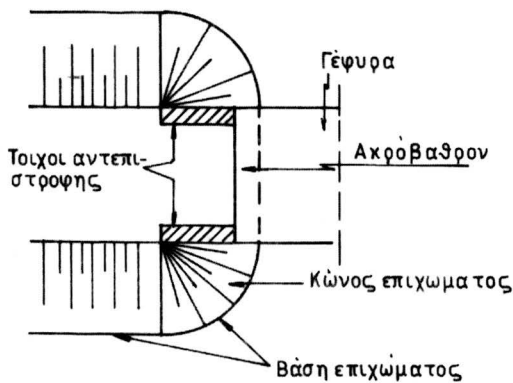
Στη συνέχεια θα εξετάσουμε ορισμένα από τα προαναφερθέντα τεχνικά έργα ως προς την σχεδιάσή τους στις μελέτες οδοποιίας.

9.2 Γέφυρες

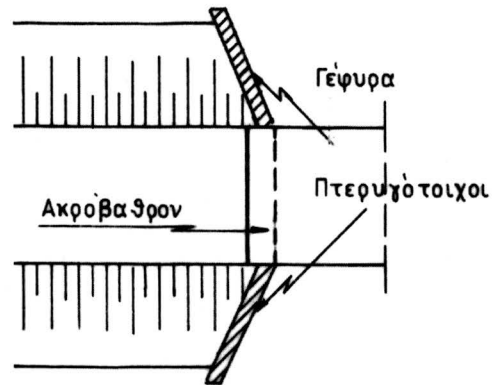
9.2.1 Στα επόμενα σχήματα (σχήμα 9.1 και σχήματα 9.2α, 9.2β) φαίνεται η κάτοψη και οι λεπτομέρειες (σχεδίαση στην οριζοντιογραφία) μιας οδικής γέφυρας σε ευθύγραμμο τμήμα της οδού από οπλισμένο σκυρόδεμα με δύο ανοίγματα σε κλίμακα 1:100.



Σχήμα 9.1



Σχήμα 9.2 α



Σχήμα 9.2β

Στο σχήμα 9.3 φαίνεται η κατά μήκος τομή της ίδιας γέφυρας σε κλίμακα 1:100.

Στο σχήμα 9.2α της κάτοψης φαίνονται οι τοίχοι αντεπιστροφής, οι οποίοι είναι κατακόρυφοι τοίχοι από σκυρόδεμα, που κατασκευάζονται κάθετα προς τα ακρόβαθρα (ακραία βάθρα) της γέφυρας. Χρησιμεύουν στην συγκράτηση του επιχώματος πίσω από το κάθε ακρόβαθρο, έτσι ώστε η βάση του επιχώματος να μην επεκτείνεται μέσα στην κοίτη του ποταμού.

Αντί για τους τοίχους αντεπιστροφής, είναι δυνατό να υπάρχουν πτερυγοτοίχοι (βλέπε σχήμα 9.2β), οι οποίοι είναι επίσης κατακόρυφοι τοίχοι λοξοί ως προς το ακρόβαθρο και αποτελούν συνέχειά του. Η επιλογή μεταξύ τοίχων αντεπιστροφής και πτερυγοτοιχών γίνεται με βάση τη μορφολογία του εδάφους στη θέση κατασκευής της γέφυρας.

Στο σχήμα 9.4 φαίνεται η κατακόρυφη τομή ενός τοίχου αντεπιστροφής από άοπλο σκυρόδεμα με πεζοδρόμιο πλάτους 1,25 μ. στη στέψη του και με τη θεμελίωσή του σε κλίμακα 1:50.

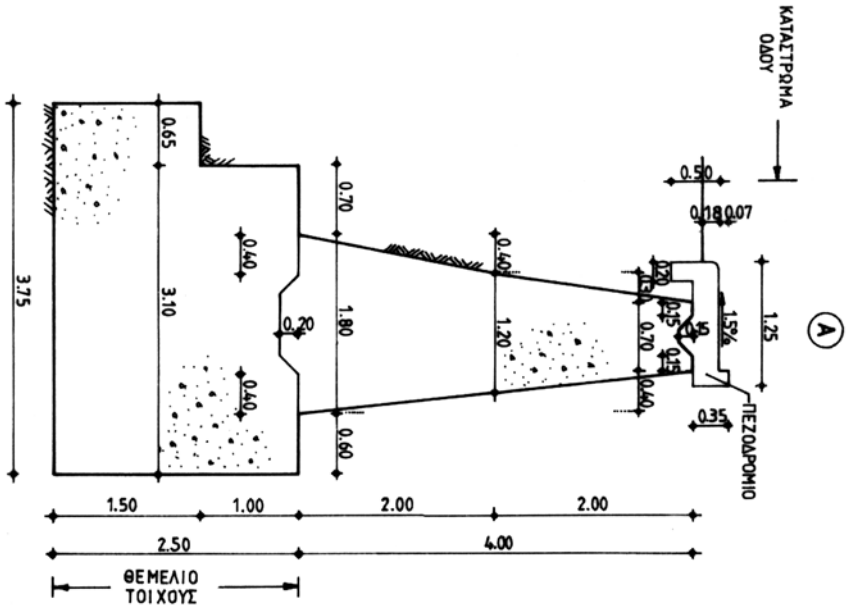
Τέλος, στο σχήμα 9.5 παρουσιάζεται επίσης τομή ενός τοίχου αντεπιστροφής, χωρίς πεζοδρόμιο στη στέψη του, σε κλίμακα 1:50

9.2.2 Στο σχήμα 9.6 φαίνεται η κάτοψη (σχεδίαση στην οριζοντιογραφία) και στο σχήμα 9.7 η κατά πλάτος τομή μιας γέφυρας με δύο ανοίγματα σε καμπύλο τμήμα της οδού σε κλ. 1:500. Ο φορέας της γέφυρας αποτελείται από οπλισμένο σκυρόδεμα και από δοκούς από προεντεταμένο σκυρόδεμα στις οποίες στηρίζεται η πλάκα.

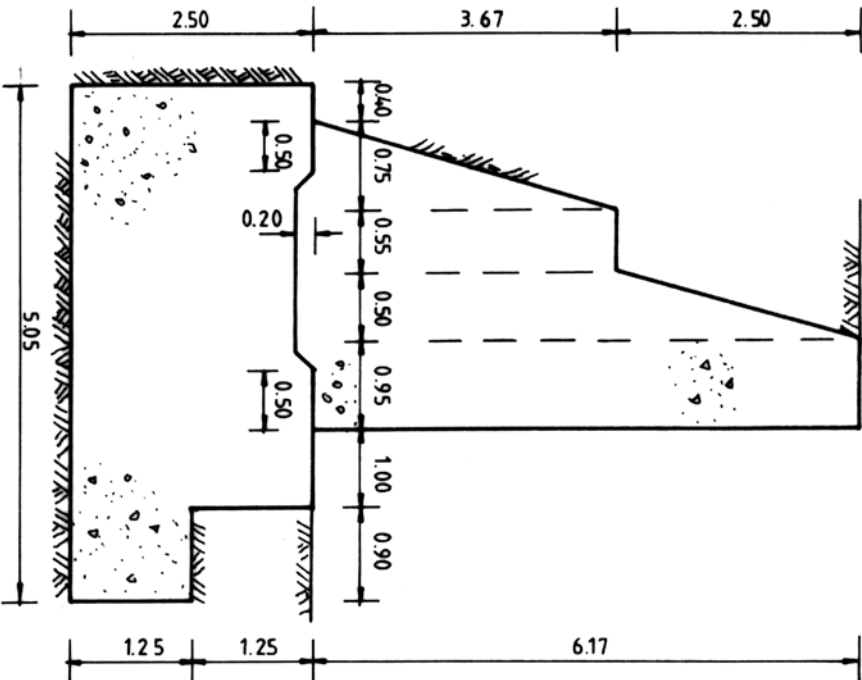
Με διακεκομμένη γραμμή έχουν σχεδιαστεί σε κάτοψη τα βάθρα (δύο ακρόβαθρα και ένα μεσόβαθρο) της γέφυρας.

Το προστατευτικό κιγκλίδωμα για τους πεζούς στο άκρο του πεζοδρομίου παρουσιάζεται με λεπτομέρεια τμήματος της όψης του (σε κλ. 1:10) στο σχήμα 9.8.

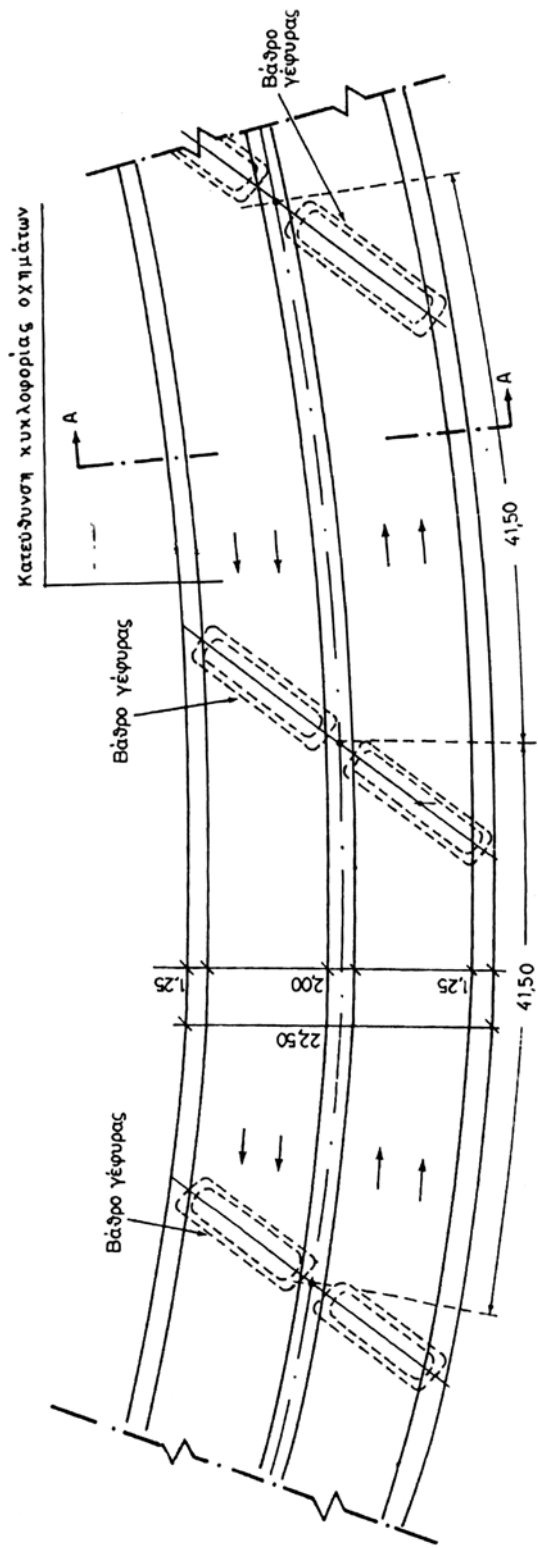
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ
ΟΙ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΔΙΝΟΝΤΑΙ ΣΕ m.



Σχήμα 9.4



Σχήμα 9.5



ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ ΓΕΦΥΡΑ ΣΕ ΚΑΜΠΥΛΗ
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:500

Σχήμα 9.6

με τσιμεντοκονίαμα μέσα σε τρύπες, που ανοίγονται για το σκοπό αυτό στο έτοιμο σκυρόδεμα.

9.2.3 Στο σχήμα 9.9 παρουσιάζεται σε όψη μια **οδική γέφυρα ανισόπεδης διασταύρωσης** δύο δρόμων σε κλ. 1:200. Η οδός που χρησιμοποιεί τη γέφυρα είναι σε Άνω Διάβαση, ενώ η οδός την οποία βλέπουμε στο σχήμα σε κατά πλάτος (εγκάρσια) τομή είναι σε Κάτω Διάβαση και διακρίνεται ο άξονάς της, η κεντρική της νησίδα και τα δύο καταστρώματα, αριστερά και δεξιά της νησίδας, ένα για κάθε κατεύθυνση της οδού.

Η γέφυρα έχει τρία ανοίγματα, δύο ακρόβαθρα και δυο ενδιάμεσα βάθρα. Με διακεκομμένη γραμμή παρουσιάζεται η γραμμή του φυσικού εδάφους πριν κατασκευαστεί η ανισόπεδη διασταύρωση. Επίσης, με διακεκομμένη γραμμή σχεδιάζονται τα τμήματα που βρίσκονται υπό επίχωση, καθώς και τα θεμέλιά τους.

9.2.4 Αποστράγγιση των ομβρίων υδάτων σε γέφυρα: Η αποστράγγιση των νερών από την επιφάνεια της γέφυρας γίνεται αφ' ενός για να μη δημιουργούνται προβλήματα στην κυκλοφορία των οχημάτων και, αφ' ετέρου, για να μην υπάρχει κίνδυνος διάβρωσης του τεχνικού έργου από την υγρασία.

Στο σχήμα 9.10 παρουσιάζονται η κάτοψη των σωλήνων αποστράγγισης των ομβρίων και στο σχήμα 9.11 η τομή της γέφυρας από επίπεδο παράλληλο προς τον άξονα της οδού στη θέση όπου βρίσκονται οι σωλήνες.

9.3 Τάφροι

Οι τάφροι δεν θεωρούνται τεχνικά έργα, τις αναφέρουμε όμως εδώ λόγω της μεγάλης σημασίας που έχουν για την απορροή των ομβρίων υδάτων από το κατάστρωμα, τα οποία αν παραμείνουν επί της οδού δημιουργούν προβλήματα στην κυκλοφορία των οχημάτων και κινδύνους πρόκλησης τροχαίων ατυχημάτων.

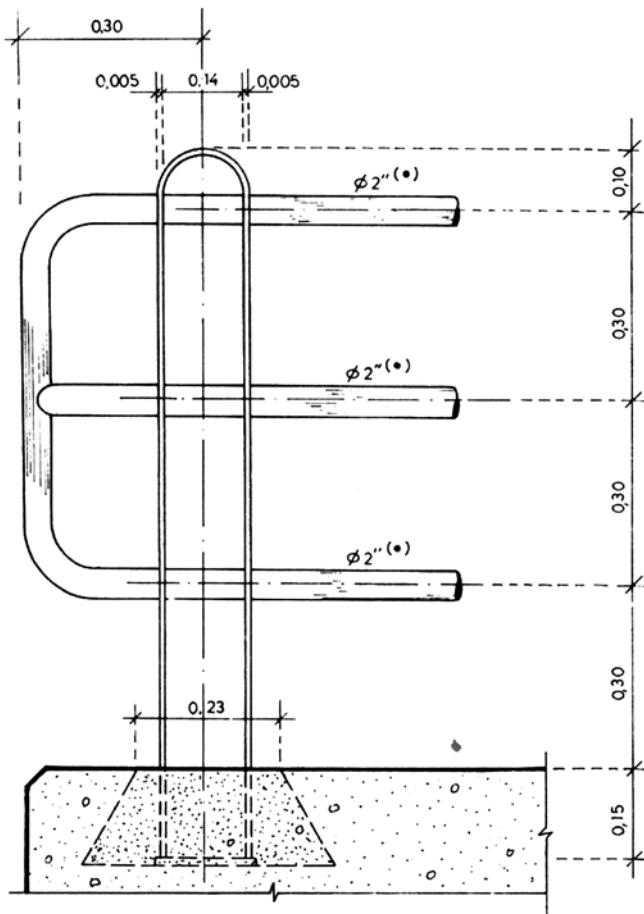
Εκτός από τα νερά του καταστρώματος, στις τάφρους καταλήγουν και τα νερά από τα πρηνή και από το φυσικό έδαφος που βρίσκονται ψηλότερα από την οδό. Μέσω των τάφρων τα νερά καταλήγουν στους οχετούς. Εκτός από την αποστράγγιση, οι τάφροι αποτελούν και τα φυσικά όρια της οδού στις περιοχές όπου το κατάστρωμα είναι περίπου στο ίδιο επίπεδο με το φυσικό έδαφος.

Οι διαστάσεις και οι κλίσεις των τάφρων εξαρτώνται από την ποσότητα των νερών, που πρέπει να απομακρυνθούν, καθώς και από την σύσταση του εδάφους όπου κατασκευάζεται η οδός. Όταν το έδαφος είναι γαιώδες, δηλαδή αργιλικό ή αμμώδες, οι τάφροι πρέπει να είναι μεγαλύτερες από ό,τι σε έδαφος βραχώδες ή ημιβραχώδες, γιατί τα νερά συμπαρασύρουν φερτά υλικά που προέρχονται από τη διάβρωση των πρηνών και του φυσικού εδάφους λόγω της βροχής. Είναι δυνατό να παραλειφθεί η κατασκευή τάφρου όταν το έδαφος είναι βραχώδες για λόγους οικονομίας. Στην περίπτωση αυτή βλέπε σχήμα 9.12 το έρεισμα πρέπει να έχει εγκάρσια κλίση 10%-15% προς τη πλευρά του πρηνούς του ορύγματος, για να παίξει το ρόλο μιας παρειάς της τάφρου. Εάν υπάρχει κίνδυνος διάβρωσης από τα νερά που κυλούν κατά μήκος (παράλληλα προς τον άξονα της οδού), τότε, είτε

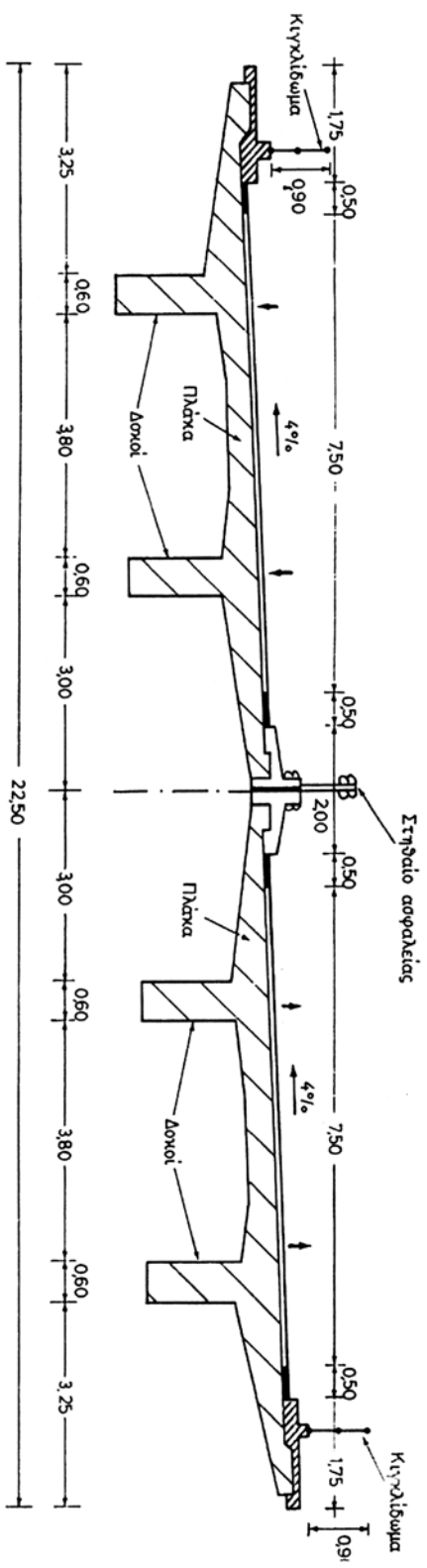
το έρεισμα επιστρώνεται με λίθους (λιθόστρωτο) είτε κατασκευάζονται στο έρεισμα κατά μήκος της οδού μικρά φράγματα ανάσχεσης των νερών (βλέπε σχήμα 9.13). Η διατομή της τάφρου που παρουσιάζεται στο σχήμα 9.14 έχει μεταβλητή κλίση β:υ του πρανούς, η οποία μεταβάλλεται ανάλογα με τη σύσταση του εδάφους. (Για την έκφραση της κλίσης με τη μορφή β:υ βλέπε παράγραφο 8.4.β)

Σε περίπτωση κινδύνου διάβρωσης του πυθμένα της τάφρου είτε γιατί το έδαφος είναι γαιώδες είτε γιατί ο πυθμένας της τάφρου έχει κατά μήκος κλίση μεγαλύτερη από 3%, η τάφρος γίνεται επενδεδυμένη (με σκυρόδεμα ή ασφαλτικό σκυρόδεμα ή λιθόστρωτο με ισχυρότσιμεντοκονίαμα) και έχει διατομή τριγωνική ή τραπεζοειδή ή ημικυκλική. Διατομή τραπεζοειδούς μορφής φαίνεται στο σχήμα 9.15.

Στα τμήματα της οδού όπου η ερυθρά γραμμή έχει μικρή κατά μήκος κλίση, αυξάνουμε την κατά μήκος κλίση των τάφρων για την καλύτερη απορροή των νερών. Αντίθετα, όταν η ερυθρά έχει μεγάλη κατά μήκος κλίση, ελαττώνουμε την κατά μήκος κλίση των τάφρων μέσω φραγμάτων ανάσχεσης (όπως αναφέραμε και προηγουμένως στην περίπτωση ερείσματος μεγάλης εγκάρσιας κλίσης αντί παρειάς τάφρου).

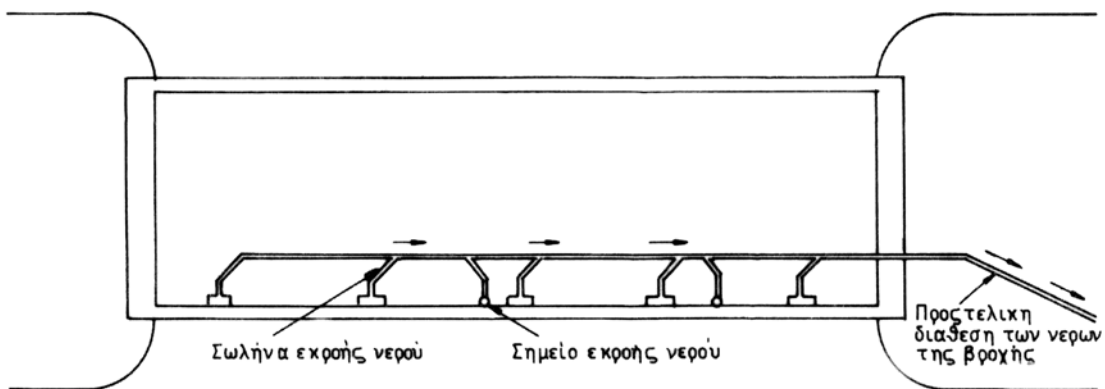


Σχήμα 9.8



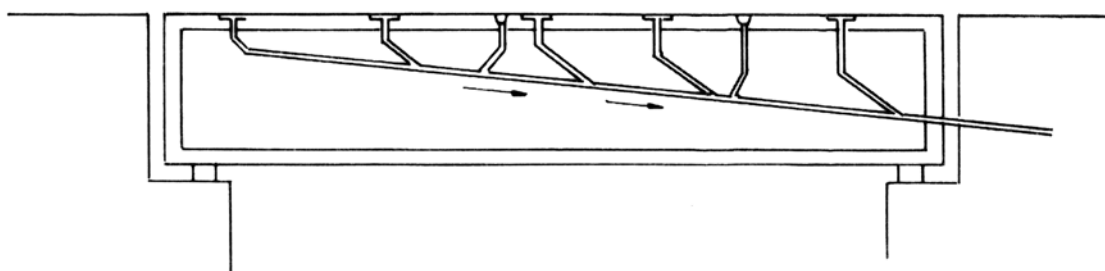
ΤΟΜΗ Α-Α (ΚΑΤΑ ΠΛΑΤΟΣ ΤΟΜΗ)
(Κλίμακα 1:100)

Σχήμα 9.7



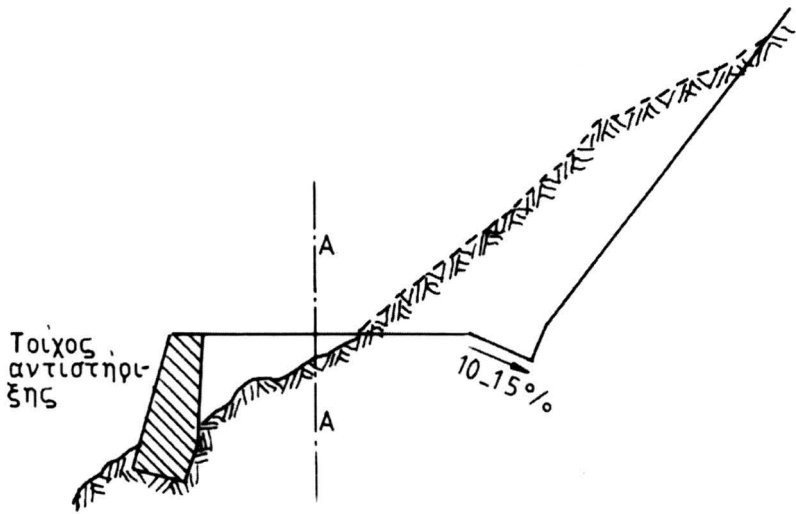
ΚΑΤΩΨΗ ΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΣΤΗ ΓΕΦΥΡΑ

Σχήμα 9.10



ΤΟΜΗ ΓΕΦΥΡΑ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ ΤΗΣ ΟΔΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ

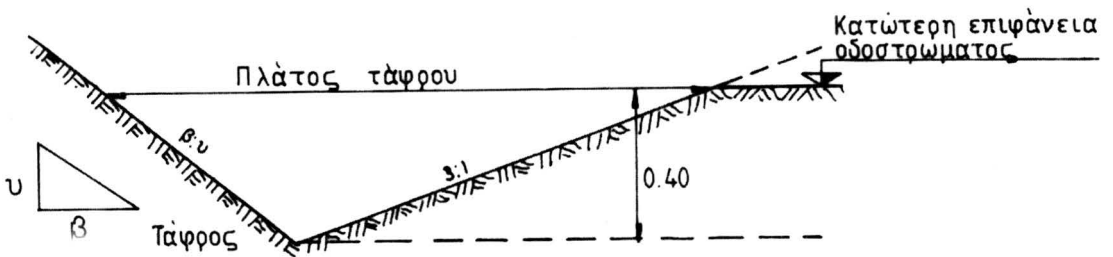
Σχήμα 9.11



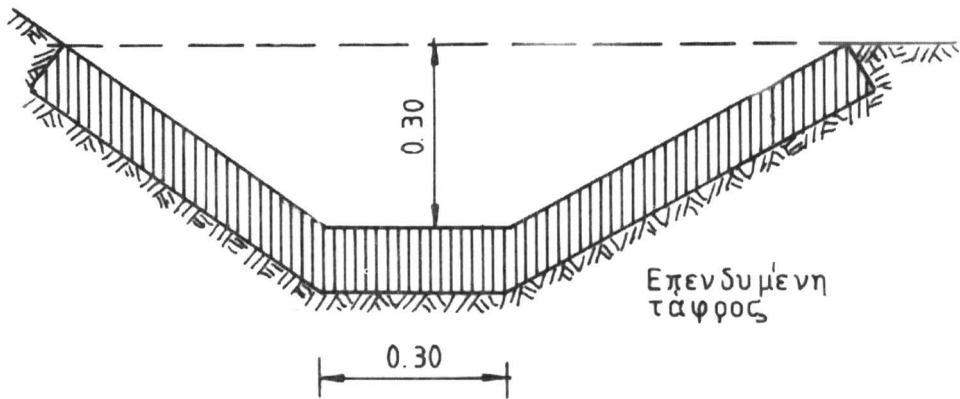
Σχήμα 9.12



Σχήμα 9.13



Σχήμα 9.14

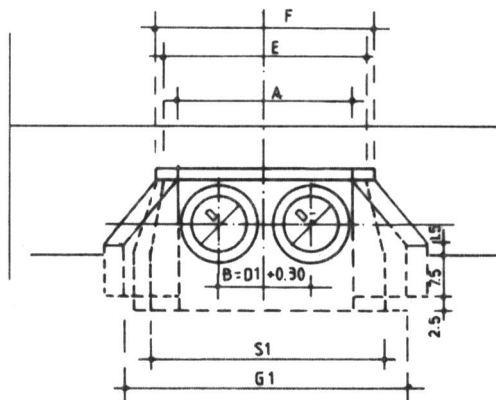


Σχήμα 9.15

9.4 Οχετοί

Οι οχετοί είναι μικρά τεχνικά έργα, τα οποία σκοπό έχουν την παροχέτευση, από τη μια πλευρά του δρόμου στην άλλη, των νερών που οδηγούνται εκεί μέσω των τάφρων της οδού, καθώς και των νερών μικρών ρευμάτων των περιοχών από όπου διέρχεται η οδός. Κατασκευάζονται οχετοί και για τα ρεύματα, τα οποία μπορεί να μην έχουν καθόλου παροχή τους περισσότερους μήνες του χρόνου, αλλά να φέρνουν πολύ μεγάλες ποσότητες νερού την εποχή των βροχοπτώσεων και η διατομή τους υπολογίζεται ανάλογα. Οι οχετοί είναι είτε πλακοσκεπέις είτε κιβωτοειδείς είτε σωληνωτοί, ανάλογα με την παροχή του νερού και με τη θέση στην οποία θα τοποθετηθούν (δηλαδή κοντά στο οδόστρωμα ή σε καθ' ύψος απόσταση από αυτό).

ΔΙΔΥΜΟΣ ΣΩΛΗΝΩΤΟΣ ΟΧΕΤΟΣ



Σχήμα 9.16



10ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΓΕΝΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ”

10.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Υδραυλικά καλούνται όλα εκείνα τα έργα που κατασκευάζονται με τελικό σκοπό τη διαχείριση του νερού για την ωφέλεια της ανθρώπινης ζωής και των δραστηριοτήτων της.

Σε γενικές γραμμές τέτοια έργα αποσκοπούν:

(α) στην αποθήκευση του νερού σε κατάλληλες θέσεις για την αντιμετώπιση ύδρευσης πόλεων, άρδευσης γεωργικών εκτάσεων, παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας.

Τέτοια έργα είναι τα φράγματα και οι λιμνοδεξαμενές.

(β) στην αντιπλημμυρική προστασία οικιστικών περιοχών και πεδινών παραγωγικών εκτάσεων από τις πλημμύρες και τέτοιου είδους έργα είναι όλες οι διευθετήσεις χειμάρρων, η διαχείριση ορεινών λεκανών, η κατασκευή καταλλήλων ταμιευτήρων κ.ά.

(γ) στην εξασφάλιση καθαρού πόσιμου νερού για την ικανοποίηση των ανθρώπινων αναγκών, καθώς επίσης και νερό για οικιακές χρήσεις, αλλά και για τις ανάγκες της βιομηχανίας.

Το σύνολο αυτών των έργων καλείται “δίκτυο ύδρευσης”

(δ) στην απομάκρυνση των ακάθαρτων υγρών και των στερεών λυμάτων από τις κατοικίες, τις βιομηχανίες και τις βιοτεχνίες, καθώς και το σύνολο των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων -βροχή και χιόνι - στις αστικές περιοχές.

Το σύνολο αυτών των έργων αποτελεί το “αποχετευτικό δίκτυο”.

Τα παραπάνω (γ) και (δ) συνήθως είναι γνωστά και σαν “αστικά υδραυλικά έργα”

(ε) στη μεταφορά και στην εφαρμογή του νερού στα χωράφια για την παραγωγή αγροτικών προϊόντων και είναι όλα τα αρδευτικά έργα όπως δίκτυα τεχνητής βροχής, δίκτυα στάγδην άρδευσης, ανοικτά κανάλια κ.ά.

(στ) στην απομάκρυνση με τεχνικά μέσα του πλεονάζοντος νερού από τις γεωργικές εκτάσεις και είναι τα αποχετευτικά και αποστραγγιστικά έργα.

Τα παραπάνω (ε) και (στ) αποτελούν αντικείμενο των “εγγειοβελτιωτικών έργων”.

Τα υδραυλικά έργα είναι γνωστά από την αρχαιότητα και πάντοτε συμβάδιζε η κατασκευή υδραυλικών έργων με την ανάπτυξη και τον πολιτισμό της χώρας που τα κατασκεύαζε. Από ανασκαφές γνωρίζουμε ότι υπήρχαν αρδευτικά συστήματα από το 3000 π.Χ. ενώ το παλαιότερο υδάτινο φράγμα που έχει καταγραφεί είναι μια λιθοδομή 15 μέτρων κτισμένη το 2900 π.Χ. στον ποταμό Νείλο. Στην αρχαία Βαβυλωνία (1728 έως 1686 π.Χ.) υπήρχε σχετική νομοθεσία για τη χρήση των νερών.

Σημαντικό υδραγωγείο, με σήραγγα μεταφοράς μεγαλύτερη από χίλια μέτρα, είχε

κατασκευαστεί στη Σάμο τον 6ο π.Χ. αιώνα. Το 1800 π.Χ. υπήρχαν στην αρχαία Αίγυπτο τεχνητές λίμνες. Στην Κνωσό της Κρήτης η αρχαιολογική σκαπάνη ανακάλυψε ότι από το 2000 π.Χ. υπήρχαν χώροι υγιεινής που τους καθάριζαν με νερό. Στην αρχαία Ρώμη υπήρχαν “δημόσιες τουαλέτες” και αγωγοί αποχέτευσης, που απομάκρυναν τα λύματα με συνεχή ροή νερού.

Το σύνολο σχεδόν αυτών των έργων κατασκευάζονται από μεγάλες κατασκευαστικές εταιρείες κατόπιν εκπόνησης μελετών από κατάλληλες μελετητικές ομάδες - πολιτικοί μηχανικοί, υδραυλικοί, γεωλόγοι, εδαφομηχανικοί κ.ά. - και με επίβλεψη κρατικών φορέων όπως το Υπουργείο Δημοσίων Έργων, η ΔΕΗ, το Υπουργείο Γεωργίας, η ΕΥΔΑΠ και για μικρότερης κλίμακας έργα η Τοπική Αυτοδιοίκηση με τις Τεχνικές της Υπηρεσίες και τους τοπικούς οργανισμούς ύδρευσης και αποχέτευσης.

10.2 ΜΕΛΕΤΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Ένα υδραυλικό έργο έχει σημαντικές επιπτώσεις στον περιβάλλοντα χώρο και ανάλογα με το μέγεθός του είναι και η επίδρασή του -θετική ή αρνητική- στο φυσικό περιβάλλον. Επειδή όλες αυτές οι επιπτώσεις θα πρέπει να συνεκτιμηθούν με το οικονομικό όφελος που θα έχουμε παράλληλα με το ολικό κόστος κατασκευής του έργου, πρέπει πριν από την κατασκευή να έχει προηγηθεί η εκπόνηση μελέτης η οποία σύμφωνα με την ισχύουσα Νομοθεσία θα πρέπει να είναι πλήρης τόσο από τεχνικής άποψης σύμφωνα με τα επιτεύγματα της Επιστήμης όσο και από την οικονομική ευστάθεια του έργου.

Η εκπόνηση μιας ολοκληρωμένης μελέτης υδραυλικού έργου περιλαμβάνει:

(α) Υδρολογικές και Υδρογεωλογικές μελέτες και έρευνες δηλαδή μετρήσεις - αναλύσεις - συμπεράσματα για τις επιφανειακές και υπόγειες απορροές και για όλες τις κλιματικές παραμέτρους όπως βροχοπτώσεις, χιονοπτώσεις, θερμοκρασίες, ηλιοφάνεια, εξάτμιση, άνεμοι κ.λ.π.

(β) Τοπογραφικές αποτυπώσεις της περιοχής των έργων σε κατάλληλες κλίμακες ανάλογα με το είδος των έργων.

(γ) Εδαφομηχανικές έρευνες και μελέτες για την εύρεση των γεωτεχνικών παραμέτρων του εδάφους θεμελίωσης των έργων.

(δ) Υδραυλικές μελέτες και έρευνες σχετικές με τις μετρήσεις στάθμης και παροχών των ποταμών, ρεμάτων κ.ά. σε συνάρτηση με το χρόνο και ο εν συνέχεια σχεδιασμός των απαραίτητων υδραυλικών έργων αφού πρώτα μελετηθούν και αξιολογηθούν τα αποτελέσματα των παραπάνω (α), (β) και (γ) μελετών και ερευνών. Οι παραπάνω μελέτες εκπονούνται και ολοκληρώνονται σε τρία ξεχωριστά στάδια που είναι:

(α) Προκαταρκτική μελέτη. Έχει σκοπό τη διερεύνηση για τις δυνατότητες αξιοποίησης της περιοχής που θα ωφεληθεί από την κατασκευή ενός συγκεκριμένου υδραυλικού έργου. Σε αυτό το στάδιο καθορίζονται σε γενικές γραμμές τα απαραίτητα έργα που θα πρέπει να μελετηθούν σε επόμενο στάδιο.

Στη διερεύνηση του Προκαταρκτικού σταδίου εξετάζονται τα υπάρχοντα έργα, οι συνθήκες της περιοχής, η κοινωνική σύστασή της - δημογραφικά, κοινωνικά, οικονομικά - και προτείνεται σε γενικές γραμμές ένα σχέδιο ανάπτυξης (Master Plan) παράλληλα με τα προτεινόμενα να γίνουν έργα.

Τέλος δίνεται ένας γενικός προϋπολογισμός με μια δημοσιοοικονομική διερεύνηση και προτείνεται η προώθηση ή όχι της μελέτης σε επόμενο στάδιο (Προμελέτης ή Οριστικής Μελέτης) μαζί με την πρόβλεψη των αναγκαίων συμπληρωματικών ερευνών και εργασιών.

(β) Προμελέτη. Στο στάδιο αυτό γίνεται η εκλογή της καλύτερης τεχνικοοικονομικά λύσης για την κατασκευή ενός υδραυλικού έργου μέσα από την εξέταση και διερεύνηση διαφόρων προτάσεων κατασκευής και λειτουργίας του υδραυλικού έργου. Παρουσιάζονται όλα τα τεχνικοοικονομικά στοιχεία κάθε πρότασης - λύσης και επίσης παρουσιάζονται και τα αναμενόμενα αποτελέσματα ωφέλειας από την κατασκευή του έργου. Από την εξέταση και σύγκριση όλων των παραπάνω προτείνεται, για εκπόνηση σε στάδιο Οριστικής μελέτης, η επιλεγείσα πρόταση-λύση μαζί με τις αναγκαίες να γίνουν τοπογραφικές, γεωτεχνικές, γεωλογικές, γεωργοτεχνικοοικονομικές και περιβαλλοντικές συμπληρωματικές μελέτες - έρευνες και εργασίες.

(γ) Οριστική Μελέτη. Σε αυτό το στάδιο και με βάση την πρόταση-λύση που επελέγει στην Προμελέτη και με τα αποτελέσματα όλων των συμπληρωματικών μελετών-ερευνών και εργασιών εκπονείται το σύνολο του υδραυλικού έργου σε κατάλληλα τοπογραφικά διαγράμματα με πλήρη ανάλυση τόσο τεχνική-λεπτομερείς κατόψεις, τομές, όψεις κ.ά. -όσο και οικονομική -αναλυτική προμέτρηση και προϋπολογισμός έργου τόσο αναλυτικός όσο και συγκεντρωτικός. Επίσης σε αυτό το στάδιο περιγράφονται όλες οι προδιαγραφές για κάθε εκτελούμενη εργασία και δίνεται η Συγγραφή Υποχρεώσεων που κανονίζει τις σχέσεις μεταξύ Αναδόχου (μελετητή ή κατασκευαστή) και Εργοδότη (κρατικός φορέας ή οργανισμός κοινής ωφελείας).

10.3 ΟΡΙΣΜΟΙ

Από το σύνολο των υδραυλικών έργων θα παρουσιάσουμε στα επόμενα τρία κεφάλαια αναλυτικά όλα όσα αφορούν τα φράγματα και τα αναχώματα, τα φρεάτια και τα υδραυλικά κανάλια τόσο σε σύντομη θεωρία όσο και σε παρουσίαση όλων των απαραίτητων σχεδιαστικών λεπτομερειών.

Πριν όμως προχωρήσουμε στην ανάπτυξη των κεφαλαίων 11, 12 και 13 θα θυμίσουμε μερικούς βασικούς ορισμούς και έννοιες από τα μαθήματα των Υδραυλικών Εργων που θα μας βοηθήσουν στην πιο καλή παρακολούθηση των κεφαλαίων που αναφέρθηκαν παραπάνω.

Φράγμα. Τεχνητό έργο που κατασκευάζεται κατά πλάτος ενός φυσικού ρέματος για να συγκρατεί και να αποθηκεύει μεγάλες ποσότητες νερού. Είναι λοιπόν τα φράγματα μεγάλα υδραυλικά έργα που εμποδίζουν τη φυσική ροή του νερού μιας κοιλάδας και συνήθως κατασκευάζονται σε κατάλληλα επιλεγμένες θέσεις με τον άξονα του φράγματος να τοποθετείται κάθετα προς τη ροή του νερού.

Ανάλογα με τα υλικά κατασκευής και τη γεωμετρία τους τα φράγματα διακρίνονται σε βαρύτητας, σε τοξωτά, σε χωμάτινα, σε λιθόρριπτα κ.ά.

Ανάχωμα Λέγεται η συσσώρευση χωμάτων από εκσκαφές ή εξορύξεις που

τοποθετούνται κατά μήκος ενός φυσικού ή τεχνητού ανοίγματος ή περάσματος με σκοπό τη συγκράτηση και την αποθήκευση νερού σε δημιουργούμενες τεχνητές λίμνες.

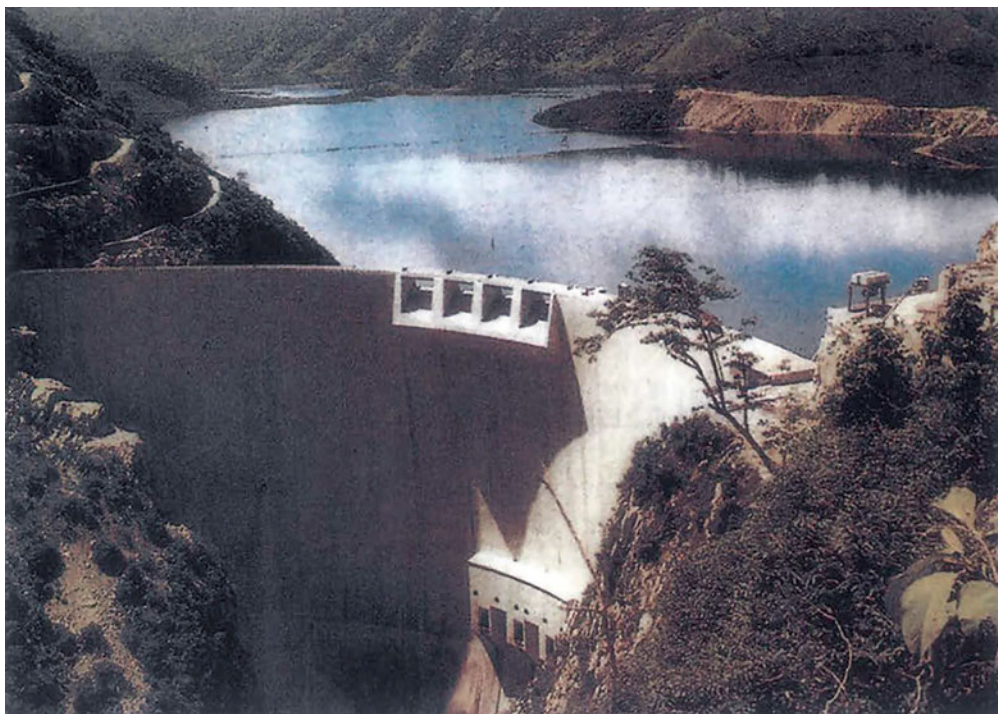
Φρεάτιο. Ένα μικρό τεχνικό έργο που είναι μια κάθετη δίοδος τοποθετημένη σε καθορισμένες από τη μελέτη θέσεις με σκοπό τη συγκέντρωση και την παροχέτευση των ομβρίων υδάτων προς το δίκτυο υπονόμων.

Χρησιμεύει επίσης για την τοποθέτηση των δικλείδων ελέγχου της ροής του νερού σε ένα σωληνωτό δίκτυο ύδρευσης ή και άρδευσης με τεχνητή βροχή.

Στην περίπτωση αυτή το ειδικό αυτό τεχνικό έργο έχει διαστάσεις συνήθως 1,5x1,5x1,0 m μέσα στο έδαφος και είναι σκεπασμένο με ειδικά καλύμματα.

Υδραυλικό κανάλι. Ένα μακρύ και βαθύ τεχνικό αυλάκι που χρησιμεύει για τη μεταφορά του νερού είτε για αποθήκευση σε έναν ταμιευτήρα είτε για την άρδευση μιας περιοχής με μεθόδους επιφανειακής άρδευσης.

Ανάλογα με το σχήμα της διατομής τους έχουμε ορθογωνικά, τραπεζοειδή, τριγωνικά ή άλλης μορφής κανάλια. Το υλικό κατασκευής τους κατά κανόνα είναι το σκυρόδεμα, άοπλο ή οπλισμένο, ανάλογα με τις διαστάσεις του καναλιού. Κατά την κατασκευή και σε καθορισμένες αποστάσεις τοποθετούνται αρμοί διαστολής από κατάλληλο υλικό.



11ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΦΡΑΓΜΑΤΑ -ΑΝΑΧΩΜΑΤΑ”

11.1 ΑΝΑΧΩΜΑΤΑ - ΓΕΝΙΚΑ

Όπως έχουμε αναφερθεί στο προηγούμενο κεφάλαιο το ανάχωμα είναι μια συγκέντρωση χώματος που συνήθως έχει διατομή παρόμοια με τη διατομή ενός μικρού φράγματος.

Ο σκοπός της κατασκευής ενός αναχώματος είναι:

(α) η συγκέντρωση νερού με τη δημιουργία μιας μικρής τεχνητής λίμνης, όπως είναι οι λιμνοδεξαμενές.

(β) η αντιπλημμυρική προστασία μιας περιοχής με την κατασκευή προστατευτικών αναχωμάτων κατά μήκος μιας διευθετημένης κοίτης ποταμού.

(γ) η αύξηση της παροχρηματικής ικανότητας ποταμού με αύξηση της διατομής του που επιτυγχάνεται με δύο παράπλευρα αναχώματα όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα 11.1.



Σχήμα 11.1

11.2.1 ΑΝΑΧΩΜΑΤΑ ΛΙΜΝΟΔΕΞΑΜΕΝΩΝ

Από τις πιο συχνές κατασκευές αναχωμάτων είναι εκείνες που γίνονται για τη δημιουργία εξωποτάμιων λιμνοδεξαμενών.

Με τον ορισμό “εξωποτάμια λιμνοδεξαμενή” εννοούμε την κατασκευή ενός ταμειυτήρα έξω από την κοίτη, έξω από τη ροή του ποταμού ή του ρέματος γενικά, σε κατάλληλες φυσικές κοιλοότητες που διαμορφώνεται με εκσκαφές και αναχώματα έτσι ώστε να αποθηκεύεται νερό για οποιαδήποτε χρήση.

Το Υπουργείο Γεωργίας έχει ξεκινήσει από το 1990, με τη συμμετοχή της Ε.Ε., ένα μεγάλο πρόγραμμα μελέτης και κατασκευής λιμνοδεξαμενών αρχικά σε όλο τον ελληνικό νησιώτικο χώρο και εν συνεχεία στην ηπειρωτική χώρα. Οι λιμνοδεξαμενές αυτές έχουν χωρητικότητα συνήθως από 100.000 m³ έως 1:000.000 m³ νερό.

11.2.2. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

- Τα υλικά για τη διαμόρφωση των αναχωμάτων και των φίλτρων, που συνήθως τοποθετούνται στη βάση τους, είναι προτιμότερο να βρίσκονται στην περιοχή του έργου.
- Εννοείται ότι το ανάχωμα πρέπει να κατασκευάζεται με όσο το δυνατόν ομοιογενές υλικό με κατάλληλη διάστρωση και συμπίεση.
- Εάν τα υλικά κατασκευής του αναχώματος παρουσιάζουν υψηλή διαπερατότητα τότε καλύπτονται με ειδικές στεγανωτικές μεμβράνες.
- Τα φυσικά χαρακτηριστικά και οι μηχανικές ιδιότητες των υλικών θα προκύψουν από γεωτεχνικές έρευνες και μελέτες
- Η κλίση των εσωτερικών πρανών είναι συνήθως 1:3,5 ως 1:4,0 (ύψος προς πλάτος). Για τα εξωτερικά πρανή δεχόμεθα πιο απότομες κλίσεις.
- Εάν τοποθετηθεί στεγανωτική μεμβράνη στο εσωτερικό πρανές τότε αυτή προστατεύεται με δύο στρώματα άμμου πάχους 10 εκατοστών το καθένα.
- Για την αντιμετώπιση των κυματισμών σε μία τεχνητή λίμνη τοποθετείται λιθορριπή σε μία ζώνη συνήθως 5 m κάτω από τη στέψη του αναχώματος.
- Συνήθως η στέψη του αναχώματος διαστρώνεται με αμμοχάλικο οδοστρώσις πάχους 50 εκατοστών για την εξασφάλιση της απαιτούμενης βατότητας.
- Στην εξωτερική έδραση του αναχώματος προβλέπεται κατασκευή φίλτρου πάχους 80 εκατοστών.
- Εάν υπάρχει ανάγκη από την τοπογραφία του φυσικού εδάφους είναι δυνατόν κατά τη διαμόρφωση της επιφάνειας έδρασης του αναχώματος να δημιουργηθούν αναβαθμοί.
- Στη βάση του αναχώματος θα πρέπει να προβλέπεται είτε μια στραγγιστική στρώση από κατάλληλο υλικό είτε στοιχειώδης δίκτυο στραγγιστικών σωλήνων.

11.3.1 ΑΝΑΧΩΜΑΤΑ ΑΝΤΙΠΛΗΜΜΥΡΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Για τη σωστή σχεδίαση των αναχωμάτων αντιπλημμυρικής προστασίας θα πρέπει να συνδυάσουμε τα αποτελέσματα της γεωτεχνικής έρευνας και μελέτης με τα συμπεράσματα της υδραυλικής μελέτης και των πλημμυρικών φαινομένων της ευρύτερης περιοχής που θέλουμε να προστατεύσουμε - υδρογραφήματα πλημμυρών με περιόδους επαναφοράς 100-ετίας και 20-ετίας, ανάλυση λεκανών απορροής, υδραυλικές παράμετροι κ.ά.

Παράλληλα βέβαια, συμβάλει θετικά και η εμπειρία των αναδόχων μελετητών σε παρόμοια έργα μαζί με την παρακολούθηση της σχετικής βιβλιογραφίας.

Θα πρέπει να τονισθεί εδώ ότι η μελέτη και κατασκευή έργων αντιπλημμυρικής προστασίας εδράζεται ιδιαίτερα στην εμπειρία και πρακτική πάνω σε μακροχρόνιες παρατηρήσεις σε κατασκευασμένα παρεμφερή έργα και λιγότερο σε θεωρητικούς υπολογισμούς. Από τους τελευταίους, σημαντικότεροι για τις εφαρμογές είναι οι υπολογισμοί των γραμμών διήθησης κατά Casagrande (Καζαγκράντε).

11.3.2. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

- Τα ύψη των αναχωμάτων προκύπτουν μετά από μελέτη και ανάλυση της στάθμης πλημμύρας με την προσθήκη και ενός ύψους ασφαλείας - το γνωστό Freeboard.
- Για τις κλίσεις των πρανών γίνεται διαφορετική μελέτη και σχεδίαση του εσωτερικού από το εξωτερικό πρανές γιατί διαφορετικές είναι και οι παράμετροι που επηρεάζουν την ευστάθεια του καθενός.
- Έτσι για το εσωτερικό - υγρό - πρανές σημασία έχει η δράση του νερού που ρέει πάνω σ' αυτό καθώς και η μεταβολή - η πτώση - της στάθμης του νερού μετά το πέρασμα του πλημμυρικού κύματος.
- Για το εξωτερικό - ξηρό - πρανές ιδιαίτερη σημασία έχει η πορεία της γραμμής διήθησης. Σ' αυτήν την περίπτωση μας βοηθά και θεωρητικά η κατά Gasagrande ανάλυση της γραμμής διήθησης.
- Για εσωτερικά πρανή, χωρίς επένδυση, προτείνονται κλίσεις από 1:2 μέχρι 1:4 (ύψος προς πλάτος). Κλίσεις μικρότερες από 1:2 θα μπορούσαν να προταθούν για μικρά ύψη αναχωμάτων με ταυτόχρονη όμως επένδυση του πρανούς με χορτοπλίνθους ή κλαδοπλέγματα ή λιθοδομή.
- Τέλος αναφέρουμε ότι για ύψος αναχώματος μικρότερο των 2,5 m θα μπορούσαμε να προτείνουμε ισχυρή κλίση 1:1 με παράλληλη υποχρεωτική επένδυση με λιθοδομή ή σκυρόδεμα.
- Για τα εξωτερικά πρανή προτείνονται ηπιότερες κλίσεις από εκείνες του εσωτερικού για να αντιμετωπίζεται η επικίνδυνη δράση της γραμμής διήθησης - η περιβάλλουσά της δεν θα πρέπει να τέμνει το εξωτερικό πρανές.
- Έτσι για ύψος αναχώματος 3 έως 5 m συνηθισμένη κλίση είναι 1:3 με κατάλληλη μπαγγίνα στη βάση του αναχώματος. Για μεγαλύτερα ύψη μπορούμε να φτάσουμε και σε κλίση 1:6 με ενδιάμεση μπαγγίνα

μπαγγίνα = οριζόντιο επίπεδο, εκσκαφής που κατασκευάζεται για λόγους ασφαλείας σε ενδιάμεσο - συνήθως - ύψος ενός πρανούς. Το πλάτος της κυμαίνεται και είναι αποτέλεσμα έρευνας και μελέτης.

- Τελειώνοντας πρέπει να προσθέσουμε ότι κριτήριο για την ευστάθεια του εξωτερικού πρανούς είναι και η εύρεση της γραμμής διήθησης όπως αυτή βρίσκεται και με την εφαρμογή της μεθόδου Gasagrande.
- Και για τα δύο πρανή θα πρέπει να έχουμε λάβει πρόνοια για πρόταση χαμηλών κλίσεων όταν αντιμετωπίζουμε προβλήματα διάβρωσης από τα βρόχινα νερά τα οποία σχηματίζουν τις γνωστές νεροφαγιές. Γι' αυτό καλό θα είναι να προτείνουμε, και να πραγματοποιούνται, φυτοκαλύψεις και των δύο πρανών.

- Εάν το διαθέσιμο υλικό, στην περιοχή κατασκευής του έργου, είναι χονδρόκοκκο και συνεπώς εύκολα υδατοδιαπερατό τότε σχεδιάζεται διατομή αναχώματος με κεντρικό πυρήνα από υλικό μικρής διαπερατότητας, όπως η πυκνή άργιλος.

11.4 ΑΠΛΑ ΑΝΑΧΩΜΑΤΑ ΠΟΤΑΜΩΝ

Πολλές φορές θέλουμε να αυξήσουμε το εμβαδόν της διατομής ενός ποταμού με σκοπό να πετύχουμε καλύτερες συνθήκες ελεγχόμενης ροής.

Αυτό γίνεται εύκολα με την κατασκευή δύο απλών παράπλευρων αναχωμάτων - βλέπε και σχήμα 11.1

Πιό αναλυτικά η αύξηση της διατομής επιτυγχάνεται με τη δημιουργία και στις δύο πλευρές του ποταμού απλών, μικρών προστατευτικών αναχωμάτων, τα οποία πολλές φορές γίνονται πιό αποτελεσματικά, εάν δένδροφυτευθούν κατάλληλα.

Τα αναχώματα αυτά κατασκευάζονται από γαιώδη υλικά που βρίσκονται εύκολα στις γύρω περιοχές.

Αντί για τα αναχώματα αυτά πολλές φορές κατασκευάζονται δύο προστατευτικοί τοίχοι από λίθους ή σκυρόδεμα και αυτό συνήθως γίνεται όταν το ποτάμι περνά μέσα από οικισμούς.

Όσον αφορά τώρα τις προδιαγραφές κατασκευής τους, ισχύουν όσα έχουν αναφερθεί στα προηγούμενα - ενότητες 11.2.2 και 11.3.2 του παρόντος Κεφαλαίου - με πάρα πολλές απλοποιήσεις, λόγω ακριβώς της απλής και εύκολης συνήθως κατασκευής των έργων αυτών.

11.5 ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΧΕΔΙΩΝ ΑΝΑΧΩΜΑΤΩΝ

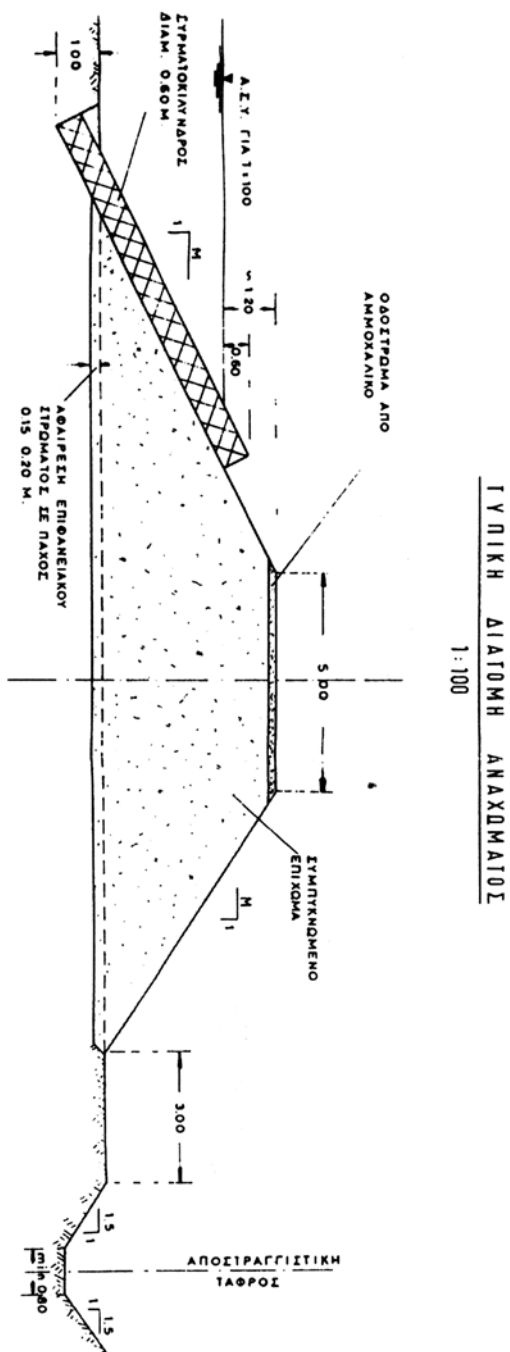
Μετά την παρουσίαση, στις ενότητες 11.1, 11.2, 11.3 και 11.4, της περιγραφής και των τεχνικών τους προδιαγραφών, θα δούμε παρακάτω μια σειρά σχημάτων με λεπτομέρειες από μελετημένα και από κατασκευασμένα αναχώματα.

Σε κάθε σχέδιο θα τονίζουμε βασικά σημεία που θα κάνουν πιο εύκολη την κατανόηση του σχεδίου. Τα σχήματα 11.2, 11.4 και 11.8 παρουσιάζουν τυπικές διατομές αναχωμάτων που έχουν κατασκευαστεί για τη δημιουργία λιμνοδεξαμενών αποθήκευσης νερού. Στο σχήμα 11.3 παρουσιάζεται η κατασκευή νέου αναχώματος πλάι σε ένα υφιστάμενο παλαιό ανάχωμα. Με αυτήν την κατασκευή μεγαλώνουμε το ύψος του αναχώματος με αποτέλεσμα ο σχηματιζόμενος ταμειυτήρας να συγκεντρώνει περισσότερο νερό. Σε όλους τους ταμειυτήρες πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα από το μελετητή του έργου να υπάρχει ένα "ελεύθερο ύψος" πάνω από την αναμενόμενη "ανωτάτη στάθμη ύδατος" (Α.Σ.Υ.) μέχρι τη στέψη του αναχώματος περίπου 1,20 μ.

Τα σχήματα 11.5, 11.6, 11.7, 11.9 και 11.10 παρουσιάζουν σε μεγένθυση χαρακτηριστικές λεπτομέρειες των αναχωμάτων. Στα σχέδια των σχημάτων φαίνεται καθαρά και η σειρά τοποθέτησης των διαφόρων υλικών πάνω στην κεκλιμένη επιφάνεια του αναχώματος.

Το σχήμα τέλος 11.11 παρουσιάζει σε λεπτομέρειες τις διαμορφώσεις των στραγγιστηρίων που πρέπει να υπάρχουν στη βάση του αναχώματος έτσι ώστε να

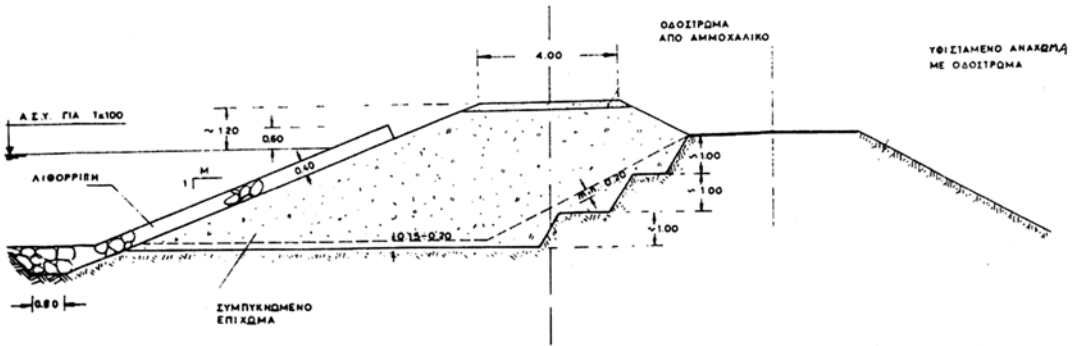
προστατεύεται το υπερκείμενο έργο από τυχόν συγκεντρώσεις νερού που μπορεί να οφείλονται είτε σε εξωτερικά αίτια (βροχοπτώσεις, απορροές) είτε σε εσωτερικά αίτια (κάποια αστοχία στη συγκόλληση των φύλλων των στεγανωτικών μεμβρανών κ.α.)



Σχήμα 11.2

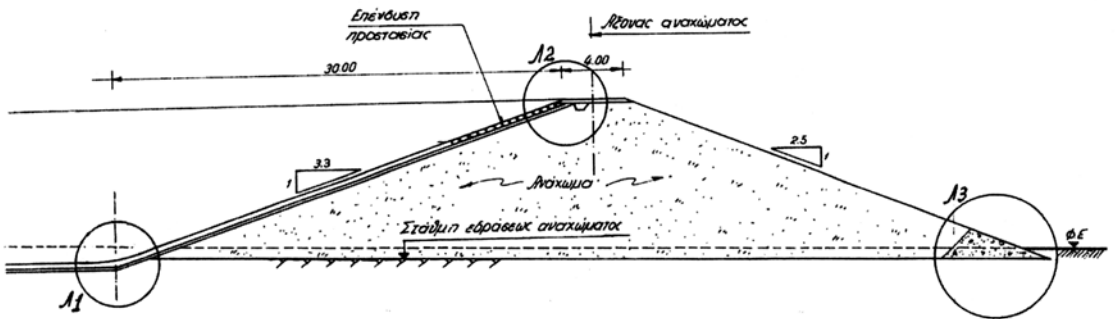
ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΥΠΕΡΥΨΩΣΕΩΣ
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΑΝΑΧΩΜΑΤΟΣ

1:100



Σχήμα 11.3

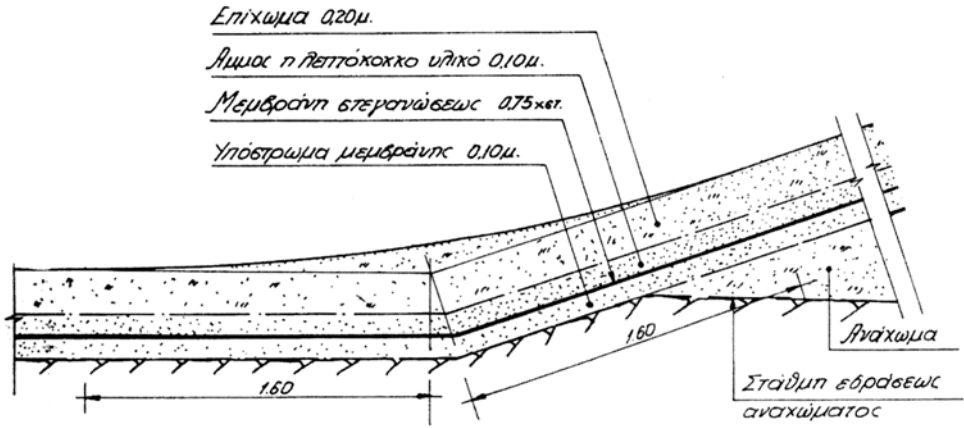
ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΝΑΧΩΜΑΤΟΣ
1:200



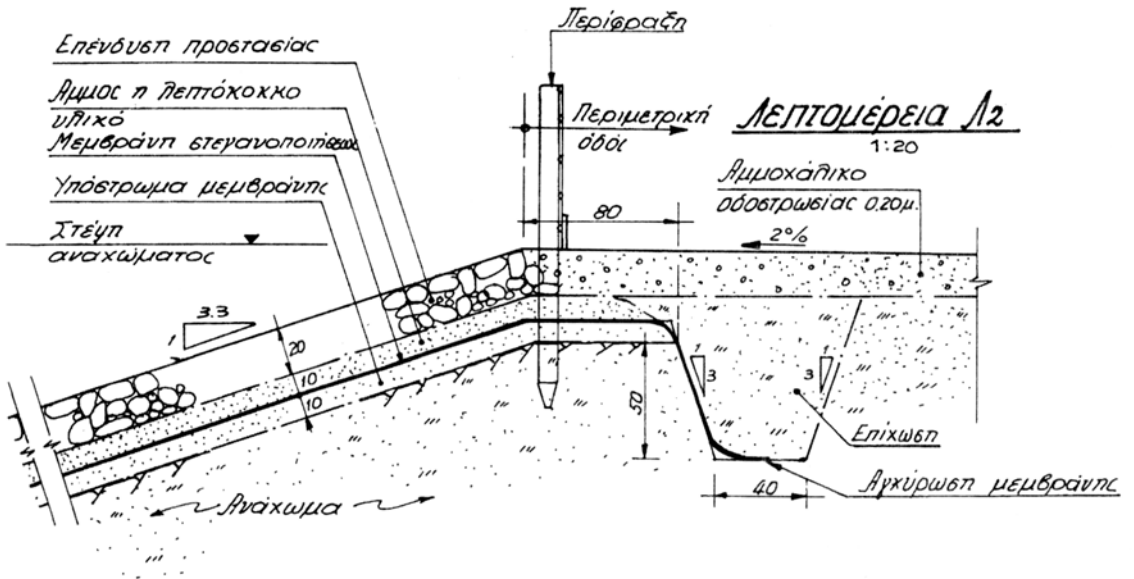
Σχήμα 11.4

ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ Λ1

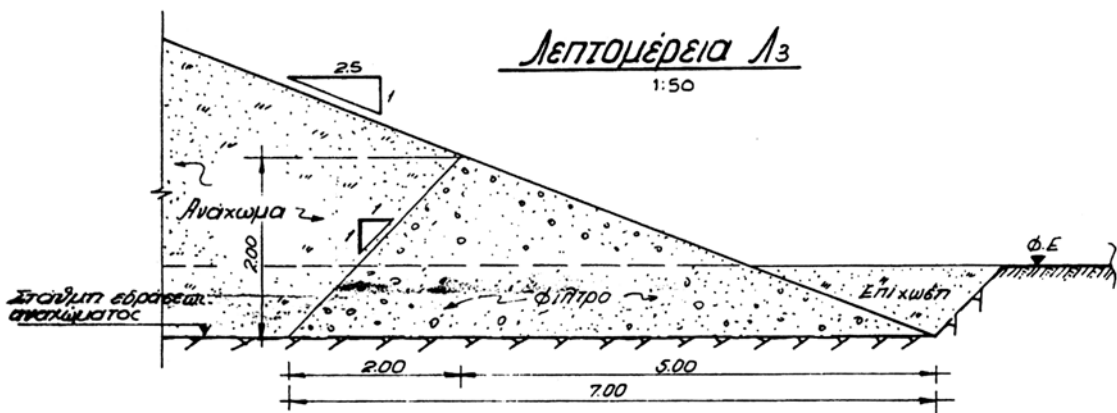
1:20



Σχήμα 11.5



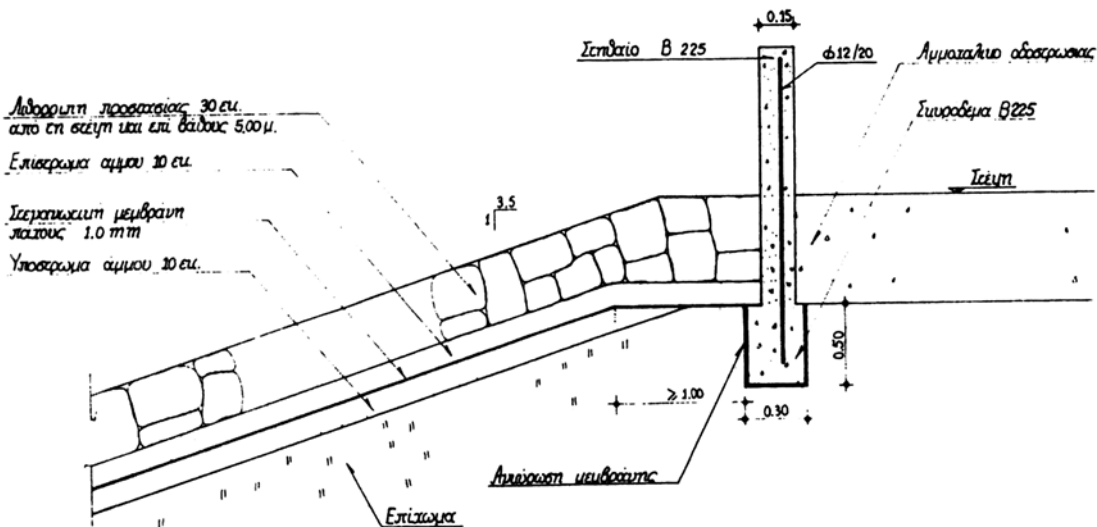
Σχήμα 11.6



Σχήμα 11.7

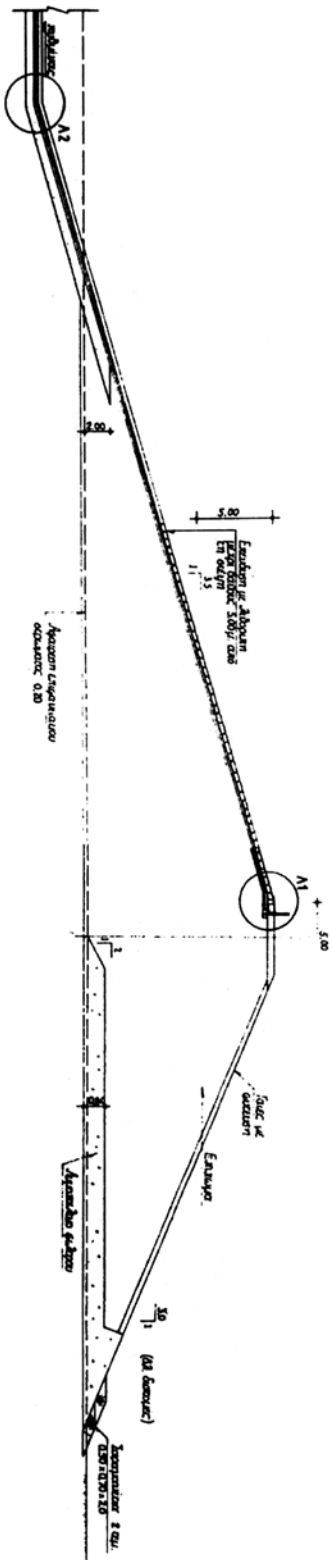
ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ Λ1

ΚΛ. 1:20



Σχήμα 11.9

ΤΥΠΙΚΗ ΑΙΤΙΟΝΗ ΠΛΕΞΣΜΑΤΟΣ
 Π.Α. 1-249



Σχήμα 11.8

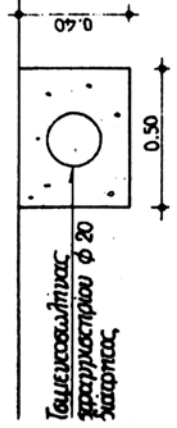
- Επιστροφή ραβών 30 εκ.
- Επίστρωση 30 εκ.
- Περικάλυψη μεμβράνη 1,0 mm
- Υπόστρωμα άμμου 30 εκ.
- Μελέτρηση 200 kg/m²
- Αμμοτάπητο ελαστικότητας 0,40

ΛΕΙΤΟΜΕΡΕΙΑ Α2

ΚΛ. 1:20

3.5
1

παδίνας



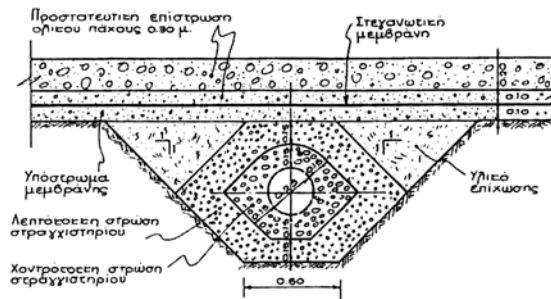
Σχήμα 11.10

ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΤΗΡΙΩΝ

ΑΝΑΧΩΜΑΤΩΝ

ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΣΤΡΑΓΓΙΣΤΗΡΙΟΥ

1:20

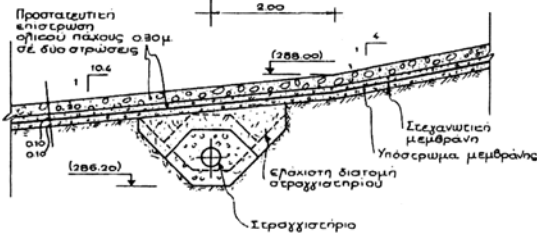


ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΤΗΡΙΩΝ

1:50

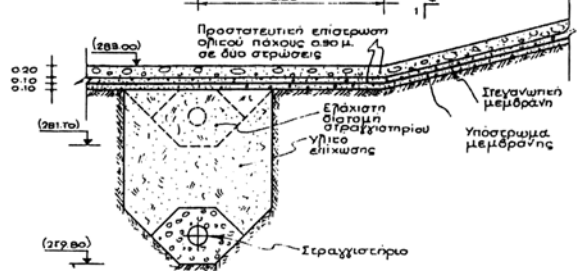
ΤΟΜΗ ΣΕ ΑΛΛΑΓΗ ΚΛΙΣΗΣ ΠΡΑΝΟΥΣ

1:50



ΤΟΜΗ ΣΤΟΝ ΠΥΘΜΕΝΑ

1:50



Σχήμα 11.11

11.6 ΦΡΑΓΜΑΤΑ

- Τα φράγματα είναι μεγάλα υδραυλικά τεχνικά έργα που εμποδίζουν τη φυσική ροή του νερού μιας κοιλάδας. Συνήθως κατασκευάζονται στις κοίτες φυσικών ρευμάτων, σε κατάλληλα επιλεγμένες θέσεις, με τον άξονα του φράγματος να τοποθετείται κάθετα προς τη ροή του νερού.
- Η κατασκευή φραγμάτων έχει μεγάλη σημασία ιδίως για χώρες -όπως η πατρίδα μας- με αυξημένες ανάγκες σε νερό και στις οποίες η αλόγιστη εκμετάλλευση των υπόγειων υδροφορέων (με γεωτρήσεις) έχει οδηγήσει πολλές περιοχές σε υφαλμύρωση. Αν αυτό συνεχιστεί, τα φαινόμενα "ερήμωσης" δε θα αργήσουν να εκδηλωθούν.
- Γενικά ένα φράγμα έχει ευεργετικά οικονομικά, αναπτυξιακά και κοινωνικά αποτελέσματα.

Ένα φράγμα, με τον όγκο του νερού που αποθηκεύει, μας είναι χρήσιμο:

(α) για την αντιμετώπιση προβλημάτων ύδρευσης μεγάλων πόλεων (π.χ φράγμα

Μόρνου και φράγμα Αγ. Δημητρίου στον ποταμό Εύηνο για την ύδρευση του λεκανοπεδίου της Αττικής.)

(β) για την άρδευση μεγάλων γεωργικών εκτάσεων (π.χ. φράγμα Λευκογείων για την άρδευση της πεδιάδας Νευροκοπίου - φράγμα Ταυρωπού, μέρος του οποίου ενισχύει το αρδευτικό δίκτυο Ταυρωπού Καρδίτσας),

(γ) για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω υδροστροβίλων όπως είναι τα υδροηλεκτρικά έργα της ΔΕΗ (φράγμα Πουρναριού, φράγμα Πολυφύτου, φράγμα Καστρακίου και πολλά άλλα). Θυμίζουμε ότι η ΔΕΗ τα πρώτα φράγματα τα κατασκεύασε στο Λούρο (1954), στο Λάδωνα (1955) και στον Ταυρωπό (1959).

• Ανάλογα με τα υλικά κατασκευής και τη γεωμετρία τους τα φράγματα διακρίνονται σε: άκαμπτα, εύκαμπτα και μικτά (ή σύνθετα)

Τα άκαμπτα που κατασκευάζονται από σκυρόδεμα χωρίζονται σε βαρύτητας, τοξωτά και αντηριδωτά.

Τα εύκαμπτα, που κατασκευάζονται από διάφορα γαιώδη υλικά, διακρίνονται σε χωμάτινα και λιθόρριπτα.

Τέλος, τα μικτά ή σύνθετα φράγματα αποτελούν ένα συνδυασμό των δύο προηγούμενων τύπων.

Ανάλογα με τη σκοπιμότητα για την οποία κατασκευάζονται τα φράγματα τα διακρίνουμε σε: φράγματα για την ύδρευση, φράγματα για την άρδευση, σε υδροηλεκτρικά φράγματα και τέλος σε αντιπλημμυρικά φράγματα.

Μία ακόμη διάκριση των φραγμάτων γίνεται ανάλογα με το ύψος της στέψης από τον πυθμένα του φράγματος και έτσι έχουμε τα χαμηλά (με ύψος 6-30 m) και τα ψηλά φράγματα (με ύψος μεγαλύτερο των 30 m).

• Κλείνοντας την εισαγωγή για τα φράγματα αναφέρουμε με συντομία τα κριτήρια για την επιλογή της θέσης στην οποία θα κατασκευαστεί ένα φράγμα και είναι: (α) κριτήρια σκοπιμότητας, (β) τοπογραφικά και μορφολογικά, (γ) γεωλογικά και γεωτεχνικά-εδαφοτεχνικά, (δ) υδραυλικά και υδρολογικά, (ε) οικονομικά, (στ) ασφάλειας και (ζ) επιπτώσεων στο περιβάλλον.

11.6.1 Περιγραφή φραγμάτων

Οι κυριότερες μορφές φραγμάτων είναι:

(α) Φράγμα βαρύτητας

Πρόκειται για φράγματα στα οποία, όπως δηλώνει και η ονομασία τους, η βασική δύναμη που αντιδρά στην υδροστατική πίεση του νερού είναι το βάρος του σώματος του φράγματος. Έχουν τριγωνική διατομή με ευθείες συνήθως πλευρές. Ο άξονας του φράγματος μπορεί να είναι ευθεία ή καμπύλη γραμμή και η χάραξή του εξαρτάται από παράγοντες (τοπογραφία, φυσικά πρηνή κ.ά.) που θα εκτιμηθούν στην οριστική μελέτη. Στα φράγματα βαρύτητας θα πρέπει να ισχύει η σχέση: “το ύψος του νερού ή στην τεχνητή λίμνη να είναι μεγαλύτερο από τα 8/10 της βάσης I του φράγματος”.

Πρόσφατα έχουν μελετηθεί και κατασκευαστεί στη χώρα μας οικονομικότερα φράγματα βαρύτητας που είναι γνωστά με τα αρχικά R.C.C. (από τα αρχικά

των λέξεων Roller Compacted Concrete) και που στα ελληνικά αποδίδονται ως “φράγματα από ισχνό συμπυκνωμένο κυλινδρούμενο σκυρόδεμα”. Τέτοια είναι το φράγμα της ΔΕΗ στη θέση Πλατανόβρυση επί του ποταμού Νέστου και τα μικρότερα φράγματα του Υπουργείου Γεωργίας στις θέσεις Μαραθιά και Άνω Μερά της Μυκόνου.

(β) Τοξωτά φράγματα

Συνήθως η κατασκευή τέτοιων φραγμάτων προτιμάται για στενές κοιλάδες που έχουν μεγάλο ύψος, ενώ το κόστος τους είναι σημαντικά μικρότερο από αυτό των φραγμάτων βαρύτητας. Ο άξονάς τους είναι καμπύλης μορφής με τα κοίλα στραμμένα προς τα καπάνη. Τα τοξωτά φράγματα κατασκευάζονται από οπλισμένο σκυρόδεμα και το πάχος της διατομής του σώματός τους είναι συνήθως μικρό.

(γ) Χωμάτινα φράγματα

Θεωρούνται τα πιο οικονομικά φράγματα και με πολύ καλή “συμπεριφορά” έναντι των δυνάμεων που αναπτύσσονται και επιδρούν στο σώμα τους, όπως είναι οι υδροστατικές πιέσεις του νερού, οι σεισμικές ωθήσεις κ.ά.

Μπορούν να κατασκευαστούν ανεξάρτητα από τη μορφή που έχει η κοιλάδα και δε χρειάζεται - όπως στα προηγούμενα - το έδαφος θεμελίωσης να είναι εξαιρετικής ποιότητας.

Έχουν μορφή τραπεζοειδή και στη στέψη τους διαμορφώνεται συνήθως δρόμος προσπέλασης ο οποίος ενώνει τις δύο πλευρές της τεχνητής λίμνης. Κατασκευάζονται από γαιώδη υλικά, τα οποία διαστρώνονται κατά ζώνες από διαβαθμισμένο υλικό, δηλαδή από ομοιόμορφα υλικά της ίδιας κοκκομετρικής σύστασης. Στο κέντρο του φράγματος κατασκευάζεται ένας πρακτικά αδιαπέραστος πυρήνας από αργιλικό υλικό καλής ποιότητας, με κλίσεις πρανών (βάση προς ύψος) από 1:4 έως 1:5. Συνήθως κάτω από τον πυρήνα κατασκευάζεται ένα υπόγειο διάφραγμα που εμποδίζει την υπόγεια ροή του νερού.

Στη χώρα μας από πολλές υπηρεσίες (ΔΕΗ, ΥΠΕΧΩΔΕ, Υπουργείο Γεωργίας κ.ά.) έχει κατασκευαστεί ένας μεγάλος αριθμός τέτοιων φραγμάτων.

(δ) Λιθόρριπτα Φράγματα

Τα λιθόρριπτα φράγματα αποτελούν μια απλουστευμένη μορφή των χωμάτινων φραγμάτων και αυτό γιατί το κύριο σώμα του φράγματος συνίσταται από χονδρόκοκκα υλικά ποτάμιας προέλευσης ή από βραχώδη υλικά που τα παίρνουμε από δανειοθαλάμους (νταμάρια) της γύρω περιοχής. Να θυμίσουμε ότι στο χωμάτινο φράγμα το κύριο σώμα κατασκευάζεται από ζώνες κατάλληλων διαβαθμισμένων υλικών.

Τα χονδρόκοκκα αυτά υλικά είναι συνήθως βάρους 50 - 100 Kg και στρώνονται και συμπυκνώνονται ανά στρώσεις 1,5 m περίπου.

Και σ’ αυτό τον τύπο φράγματος κατασκευάζεται ο αργιλικός πυρήνας ή, αντί γι’ αυτόν, μία ανάντη πλάκα από οπλισμένο σκυρόδεμα.

11.6.2 Συνοδευτικά έργα φραγμάτων

Τα φράγματα για τη σωστή λειτουργία τους συνοδεύονται από δευτερεύοντα τεχνικά έργα, τα οποία είναι:

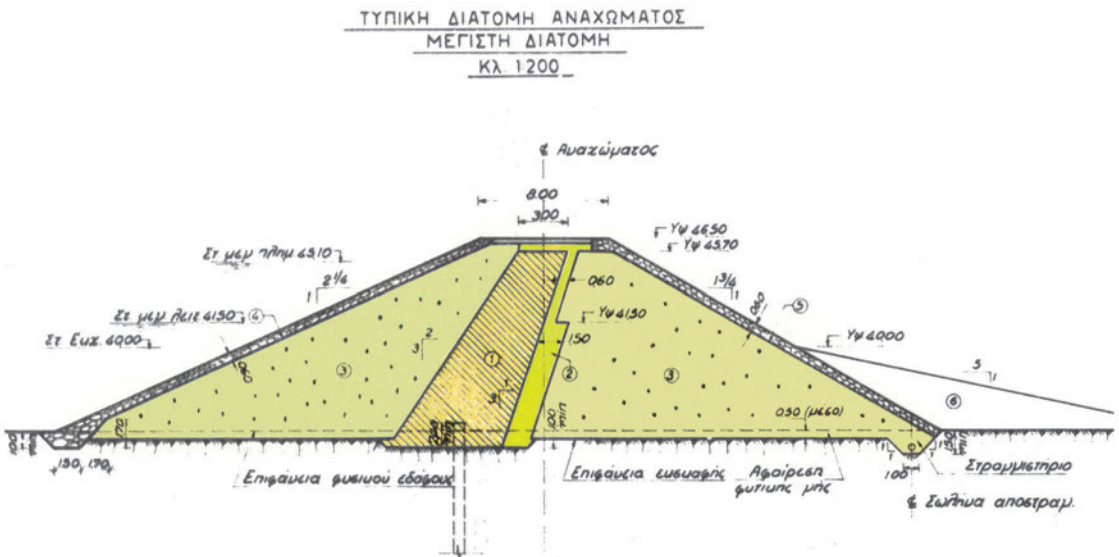
- (α) ανάντη και κατάντη πρόφραγμα
- (β) Η σήραγγα εκτροπής
- (γ) Ο υπερχειλιστής ή εκχειλιστής
- (δ) Ο εκκενωτής πυθμένα
- (ε) Η υδροληψία
- (στ) Οι υδροδυναμικές εγκαταστάσεις

11.6.3 Σχέδια Φραγμάτων

Στη συνέχεια παρατίθενται τέσσερα σχέδια φραγμάτων. Στο σχήμα 11.12 φαίνεται η τυπική διατομή του χωμάτινου φράγματος Πουρναριού και στο σχήμα 11.13 η τυπική διατομή του υπερχειλιστή του ίδιου φράγματος.

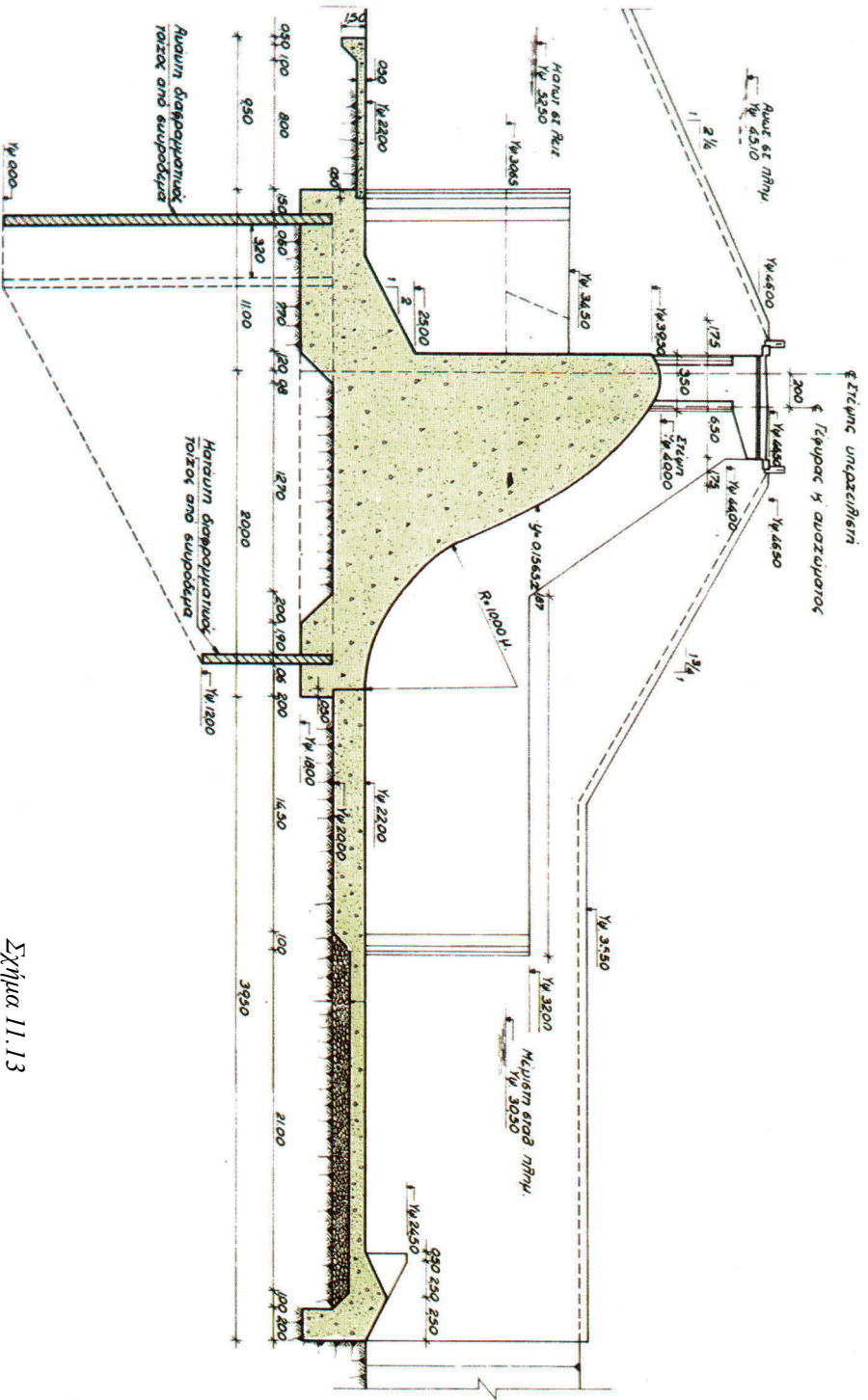
Ακολουθεί το σχήμα 11.14 με μία τυπική διατομή του φράγματος Γαδουρά στη νήσο Ρόδο.

Στο σχήμα 11.15 παρουσιάζεται η οριζοντιογραφία ενός φράγματος παροχέτευσης νερού με δύο προσαγωγούς διώρυγες - μία δεξιά και μία αριστερά.



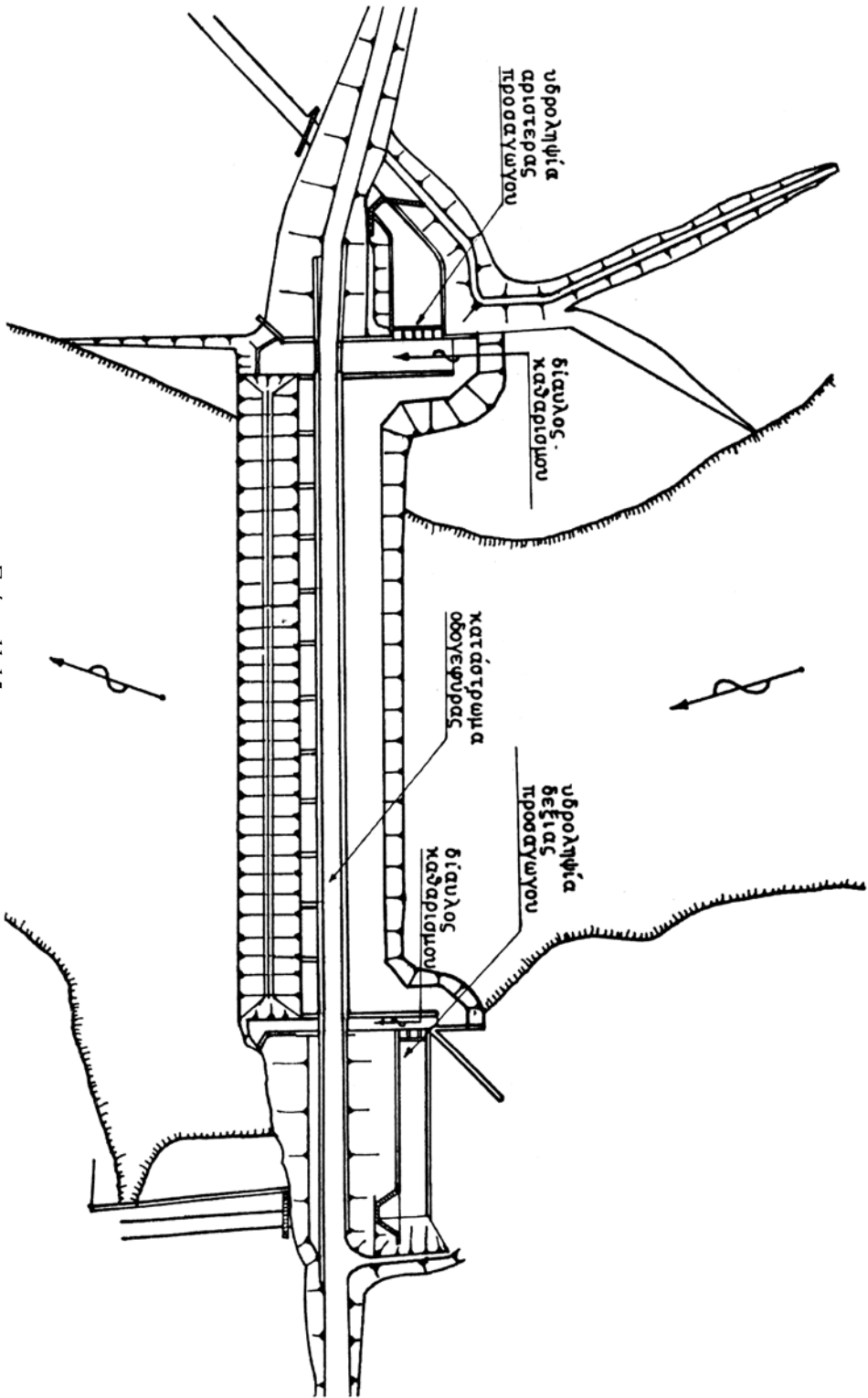
Σχήμα 11.12

ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΥΠΕΡΧΕΙΜΑΤΙΣΤΗ
 ΚΑ. 1:200



Σχήμα 11.13

♦ ΠΑΡΤΜΑ ΠΑΡΟΧΕΤΕΥΣΗΣ (Οπίσθιοι σταθμοί)



Σχήμα II.15

12ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

”ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΚΑΝΑΛΙΑ”

12.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην ενότητα 10 και στην παράγραφο 10.3 είχαμε αναφέρει τον ορισμό του υδραυλικού καναλιού ή αλλιώς υδραυλικής διώρυγας. Θα πρέπει να θυμίσουμε ότι οι περισσότερες κατασκευές καναλιών υπάρχουν στα εγγειοβελτιωτικά έργα, δηλαδή στα έργα που έχουν κύριο σκοπό την άρδευση αγροκτημάτων.

Στις περιπτώσεις αυτές οι συνηθέστερες γεωμετρικές μορφές των ανοικτών διωρύγων είναι οι ορθογωνικές και οι τραπεζοειδείς, μάλιστα δε για συνηθισμένες μικρές παροχές νερού της τάξης μέχρι και ένα κυβικό μέτρο το δευτερόλεπτο (1,00 m³/sec) οι ορθογωνικές διώρυγες - και μάλιστα από άοπλο σκυρόδεμα - είναι προτιμότερες από τις τραπεζοειδείς.

Για παροχές μεγαλύτερες και μετά από σχετική μελέτη οι ορθογωνικές διώρυγες κατασκευάζονται από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Τραπεζοειδή κανάλια έχουμε συνήθως στις περιπτώσεις μεταφοράς του νερού από τα έργα κεφαλής ή έργα υδροληψίας προς τα αρδευτικά δίκτυα εφαρμογής του νερού στο χωράφι, κι' αυτό γιατί έχουν μεγαλύτερη παροχетеυτική ικανότητα. Αντίθετα, οι διώρυγες εφαρμογής του νερού στο χωράφι για επιφανειακή άρδευση είναι ορθογωνικές.

12.2 ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ - ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Τα αρδευτικά δίκτυα ανοικτών καναλιών αποτελούνται από το έργο κεφαλής ή έργο υδροληψίας που δίνει νερό στην κύρια διώρυγα μεταφοράς και από ένα διακλαδούμενο - συνήθως ορθογωνικά - δίκτυο διωρύγων το οποίο χωρίζεται: α) στην πρωτεύουσα ή πρωτεύουσες διώρυγες μεταφοράς, β) στο δευτερεύον δίκτυο διωρύγων που τροφοδοτείται από την πρωτεύουσα διώρυγα και το οποίο υδροδοτεί το γ) δίκτυο τριτευσών διωρύγων.

Στο παρακάτω σχήμα 12.1 παρουσιάζεται η τυπική διάταξη ενός δικτύου ανοικτών διωρύγων.

Συνήθως για το δευτερεύον και τριτεύον δίκτυο προτείνονται τυποποιημένες διώρυγες ορθογωνικής διατομής με την παρατήρηση ότι ο πυθμένας των δευτερευουσών διωρύγων που εδράζονται σε περιοχές όπου το έδαφος είναι βαριάς μηχανικής σύστασης, θα πρέπει να είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα, λόγω των μεγάλων διακυμάνσεων των γραμμικών συστολοδιαστολών του εδάφους.

Όπως στα κλειστά σωληνωτά δίκτυα που η παροχή του νερού ρυθμίζεται με κατάλληλα όργανα - συσκευές- έτσι και εις τα υδραυλικά κανάλια ρυθμίζεται η ροή του νερού με κατάλληλες συσκευές που είναι:

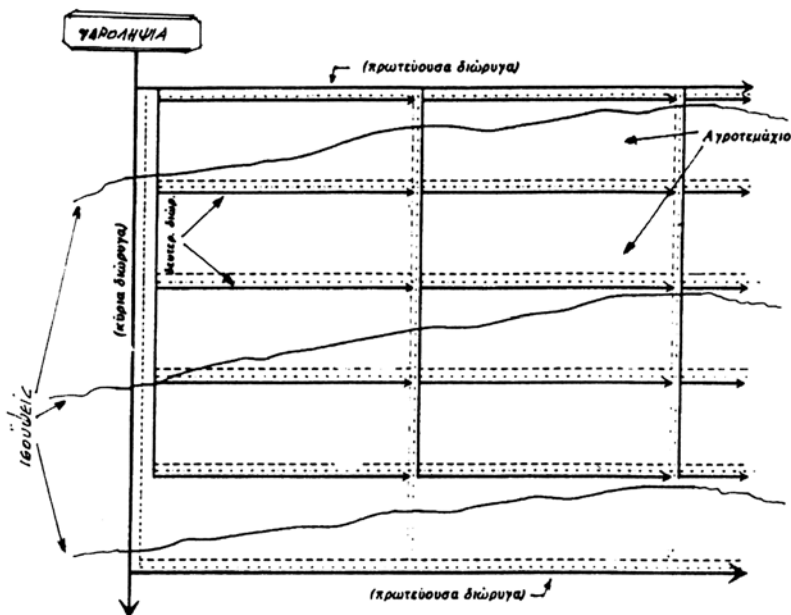
(α) συσκευές AVIO που ρυθμίζουν την κατάντη στάθμη από μια δεξαμενή.

(β) συσκευές AVIS που ρυθμίζουν την κατάντη στάθμη στην κύρια και στις πρωτεύουσες διώρυγες.

(γ) συσκευές AMIL που ρυθμίζουν την ανάντη στάθμη στο δευτερεύον δίκτυο.

(δ) εκχειλιστές τύπου Λ που ρυθμίζουν την ανάντη στάθμη σε περιοχές του δευτερεύοντος δικτύου με μικρές σχετικά παροχές.

Όλες οι παραπάνω συσκευές ελέγχουν το ύψος στάθμης του νερού μέσα στο κανάλι.



Σχήμα 12.1

Για τον έλεγχο της διερχομένης παροχής από μια συγκεκριμένη διατομή υπάρχουν οι λεγόμενοι “ρυθμιστές Παροχής” (Module τύπου Neygric) που ποικίλλουν ανάλογα με την παροχή σχεδιασμού του δικτύου και χαρακτηρίζονται με τα γράμματα X1, XX1, L1 και C1.

Η κλίση του πυθμένα σε ένα δίκτυο ανοικτών καναλιών εξαρτάται από το ανάγλυφο του εδάφους και τις τοπικές συνθήκες παροχής του νερού.

Έτσι για τριτεύουσες διώρυγες δεχόμεθα μια μέση κλίση 0,5% ή 5%. Για δευτερεύουσες διώρυγες ελάχιστη θεωρείται η κλίση $S = 0,5\%$. Για τις πρωτεύουσες παίρνουμε S από 0,2% έως 0,3%.

Κλείνοντας την ενότητα 12. Θα πρέπει να πούμε ότι βασικό πλεονέκτημα των μεθόδων επιφανειακής άρδευσης, στις οποίες βασικό είναι το δίκτυο ανοικτών καναλιών, είναι ότι λειτουργούν με την βαρύτητα, γεγονός που έχει σαν αποτέλεσμα το χαμηλό κόστος λειτουργίας του δικτύου. Έχουν όμως παράλληλα το μειονέκτημα της σπατάλης νερού και της ανάγκης, πριν από την κατασκευή του δικτύου, να προηγηθεί ομαλοποίηση της επιφανείας των χωραφιών, η οποία είναι γνωστή ως “ισοπέδωση γαιών”.

Εκχειλιστής είναι μία συνηθισμένη στα ανοικτά κανάλια τεχνική κατασκευή που χρησιμοποιείται για να ρυθμίζει τη ροή και να μετρά την παροχή του νερού που είναι ανάλογη με το ύψος της στάθμης του νερού.

12.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΧΕΔΙΩΝ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΚΑΝΑΛΙΩΝ

Πριν αρχίσουμε τις παρατηρήσεις σε τυπικά σχέδια υδραυλικών καναλιών, θα δούμε στο σχήμα 12.2 τη διάταξη ενός αρδευτικού δικτύου ανοικτών διωρύγων σε κάτοψη και σε τομή. Στην ενότητα 12.2 και στο σχήμα 12.1 παρουσιάστηκε σε απλές γραμμές μία τυπική διάταξη επιφανειακού δικτύου άρδευσης. Στο σχήμα 12.2 φαίνονται όλες οι λεπτομέρειες μιας τέτοιας διάταξης και μάλιστα στην περιοχή της τριτεύουσας διώρυγας. Ανάλογα είναι τα σχέδια για τις δευτερεύουσες και τις πρωτεύουσες διώρυγες. Όπου στο σχήμα 12.2 υπάρχουν στα σχέδια γράμματα - όπως a, b, c κλπ. - αυτό δείχνει ότι πρέπει να υπάρχει πίνακας όπου θα καθορίζονται οι διαστάσεις, ανάλογα με τη μελέτη, όλων των στοιχείων που αποτελούν μια ολοκληρωμένη διάταξη δικτύων ανοικτών διωρύγων. Θυμίζουμε ότι η ένδειξη Φ.Ε. σημαίνει την επιφάνεια του φυσικού εδάφους.

Τα σχήματα 12.3 και 12.4 παρουσιάζουν σε τομή δύο αρδευτικά κανάλια. Το κανάλι του σχήματος 12.3 έχει μια παροχετευτική ικανότητα έως 1500 λίτρα/ δευτερόλεπτο, το δε κανάλι του σχήματος 12.4 έχει σχεδιαστεί για μεγαλύτερες παροχές. Παρατηρείται ότι το κανάλι που μεταφέρει μεγαλύτερη παροχή νερού είναι οπλισμένο, εκτός από το πυθμένα και στις δύο παράπλευρες επιφάνειες. Εννοείται ότι όλες οι διαστάσεις h_d , t_{max} , b_1 , b_2 κλπ., καθώς και οι υπολογισμοί του οπλισμένου σκυροδέματος έχουν προκύψει μετά από μελέτη ξεχωριστά για κάθε διώρυγα, ανάλογα με την παροχή που μεταφέρει και τη φύση του εδάφους έδρασης. Συνιστάται γενικά η δημιουργία μιας εξυγιαντικής στρώσης σκυροδέματος πριν από την κατασκευή καναλιών με πλάτος πυθμένα 0,60 m ή μεγαλύτερο.

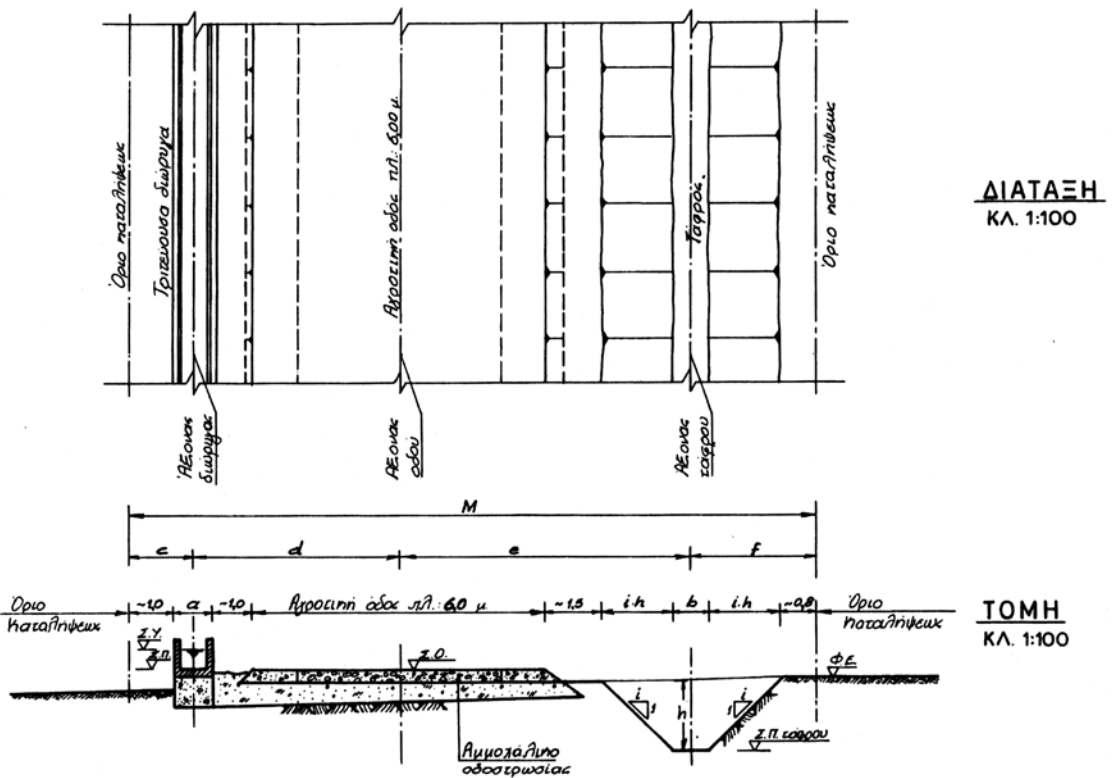
Στο σχήμα 12.5 είναι το σχέδιο μιας ανοικτής διώρυγας, η οποία για λόγους υψομέτρου της Σ.Υ. -στάθμη ύδατος- έπρεπε να βρίσκεται πιο ψηλά από το φυσικό έδαφος και για το λόγο αυτό δημιουργήθηκε ένα κατάλληλο επίχωμα.

Στο σχήμα 12.6 έχουμε την κάτοψη και την κατά μήκος τομή μιας τραπεζοειδούς διώρυγας σε μια θέση της οποίας έχει δημιουργηθεί ειδική κατασκευή για την τοποθέτηση της συσκευής AMIL με την οποία ρυθμίζεται η ανάντη στάθμη του νερού. Όπως και στην ενότητα 12.2 έχουμε αναφέρει υπάρχουν ειδικές συσκευές για τα ανοικτά κανάλια που ρυθμίζουν τη διερχόμενη παροχή. Στο σχήμα 12.7 παρουσιάζεται το προοπτικό ενός "ρυθμιστού παροχής". Κάθε μεταλλική πλάκα της συσκευής αυτής, η οποία ολισθαίνει σε οδηγούς μεταλλικών διαφραγμάτων, επιτρέπει την παροχή καθορισμένης ποσότητας νερού. Εννοείται ότι είναι δυνατός κάθε συνδυασμός ανοιγμένων πλακών έτσι ώστε να έχουμε την επιθυμητή παροχή.

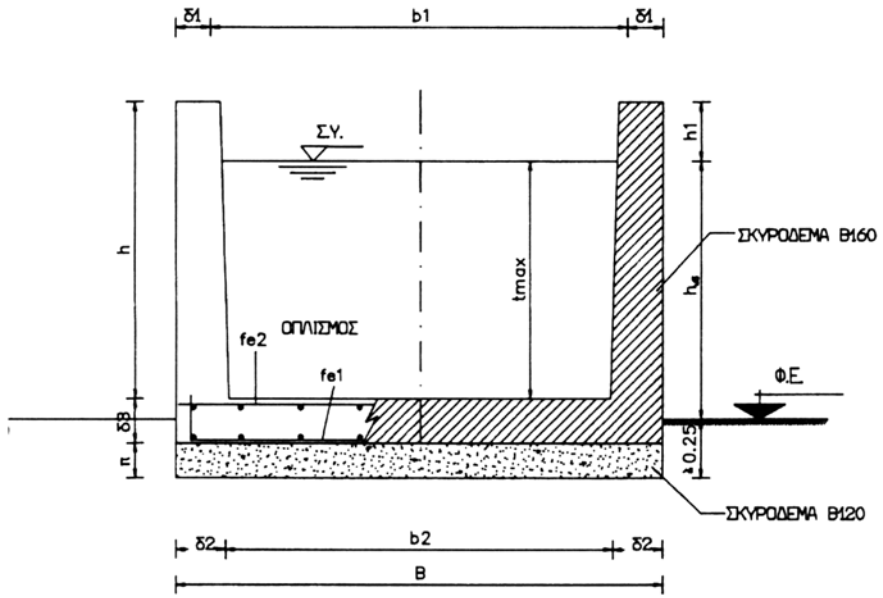
Τέλος στο σχήμα 12.8 δίνονται οι λεπτομέρειες για τη διάταξη των αρμών αντιμετώπισης των ρωγμών που οφείλονται στις συστολοδιαστολές των καναλιών

λόγω θερμοκρασιακών μεταβολών. Θα πρέπει εδώ να επισημάνουμε ότι στην πράξη τα μικρά κανάλια συνήθων παροχών είναι ως επί το πλείστον τυποποιημένα - προκατασκευασμένα. Έτσι στο σχήμα 12.8 και στη λεπτομέρεια Α παρουσιάζεται ο τρόπος τοποθέτησης του αρμού σε τυποποιημένες διώρυγες, ο οποίος σε συντομία είναι ο ακόλουθος: (α) πριν από τη διάστρωση του σκυροδέματος τοποθετούνται στα δύο κάθετα τοιχώματα του καναλιού κύλινδροι με πάχος περίπου 0,015m στη βάση και 0,030m στο επάνω μέρος, (β) μετά τη διάστρωση και πήξη του σκυροδέματος αφαιρούνται οι κύλινδροι και το κενό συμπληρώνεται με ασφαλτικό υλικό κατάλληλης σύνθεσης. Στις τυποποιημένες διώρυγες, δηλαδή αυτές που δέχονται παροχές έως 1500l/sec περίπου οι αρμοί γίνονται κάθε τέσσερα με πέντε μέτρα. Σε πιο μεγάλα κανάλια ακολουθείται το σχέδιο της λεπτομέρειας Β του ίδιου σχήματος.

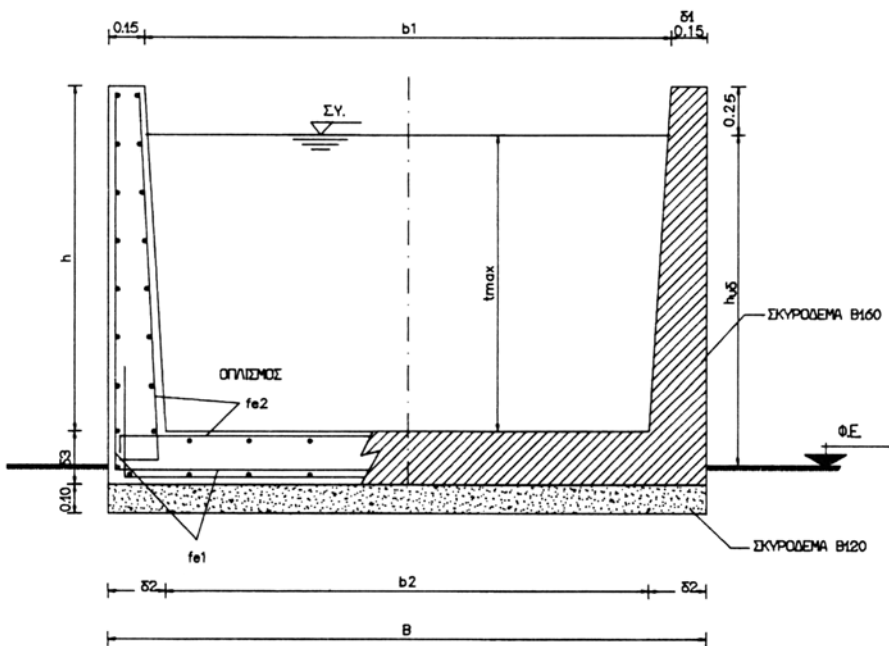
ΤΡΙΤΕΥΟΥΣΑ ΔΙΩΡΥΓΑ



Σχήμα 12.2

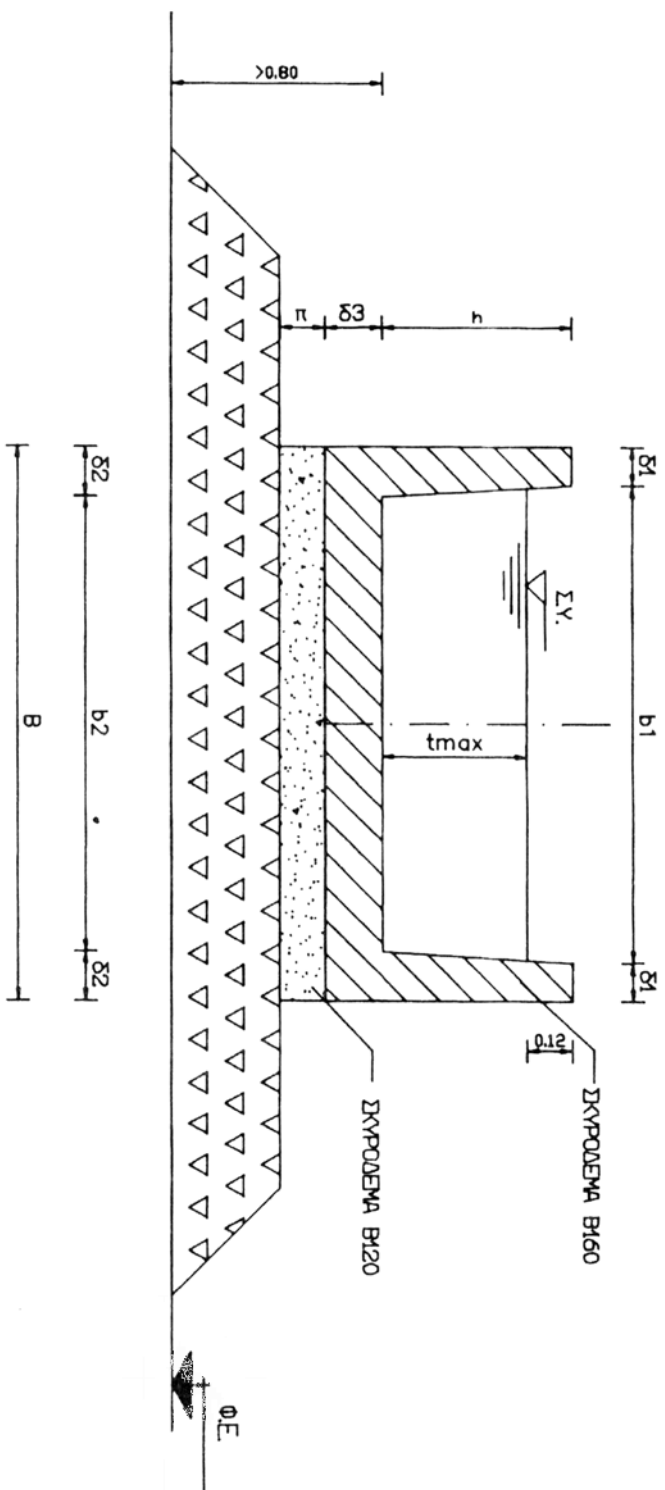


Σχήμα 12.3

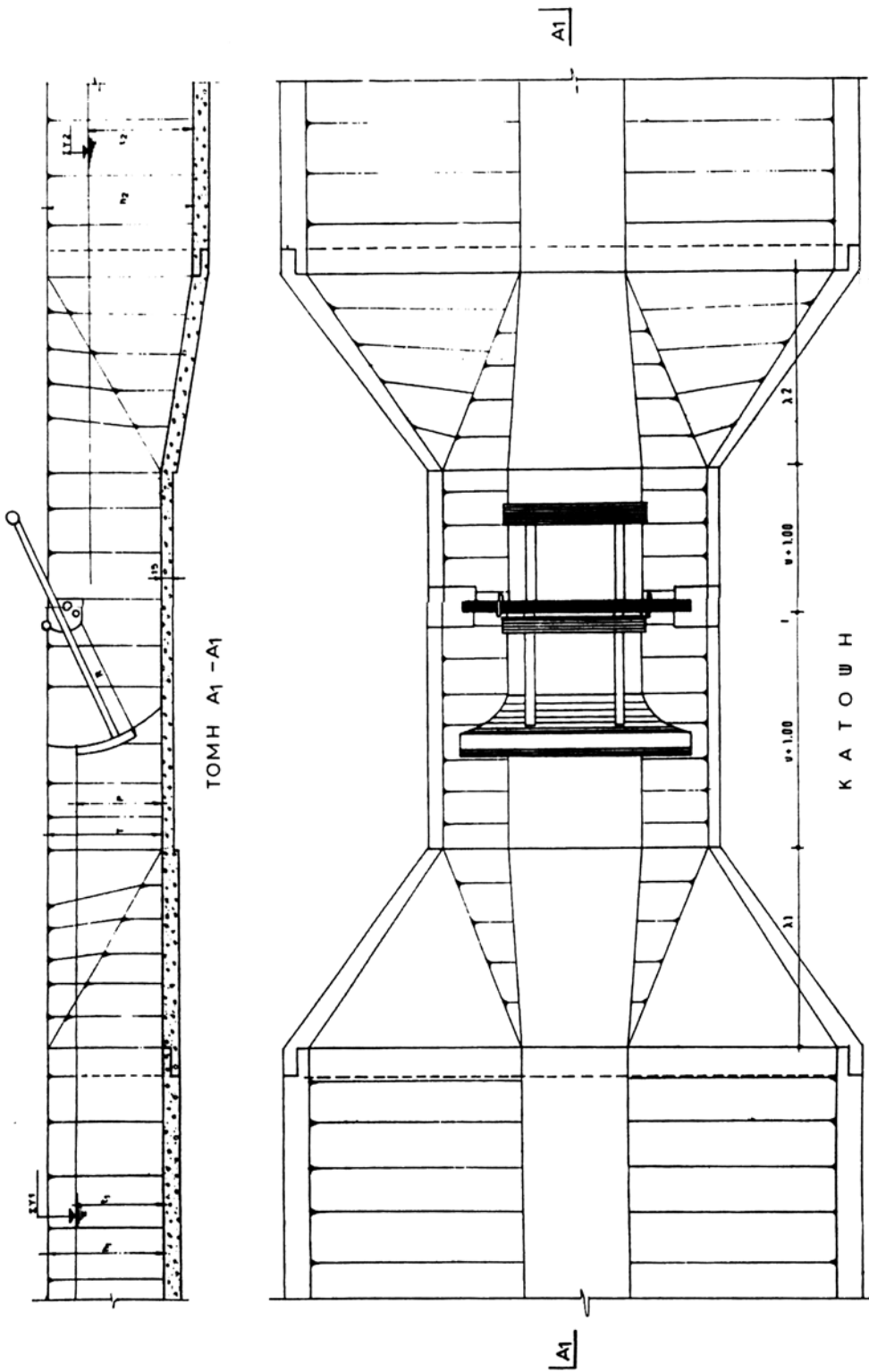


Σχήμα 12.4

ΠΕΡΙΤΤΟΞΕΙΣ ΕΑΡΑΞΕΩΣ ΔΙΟΡΤΩΝ ΣΕ ΕΠΙΧΩΜΑ

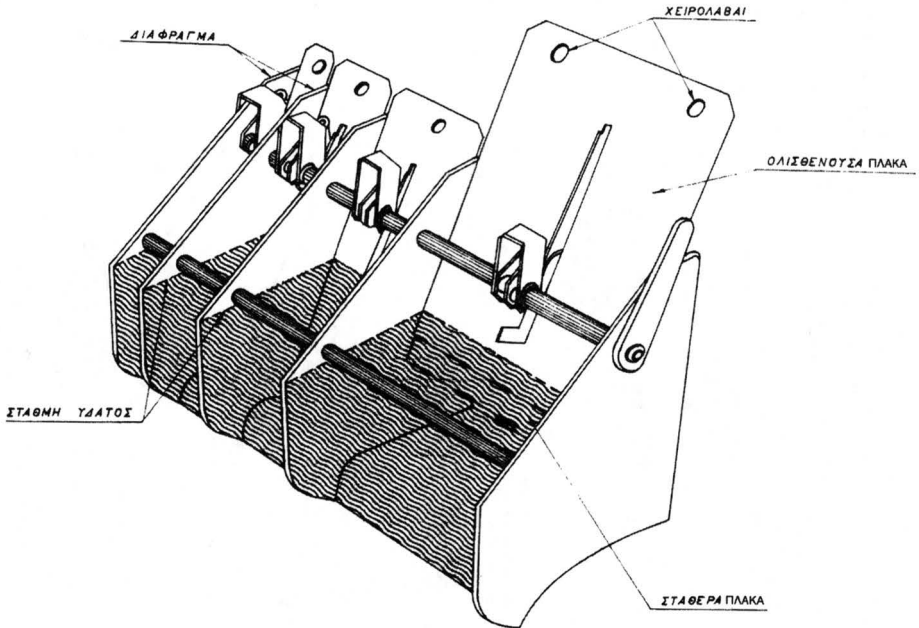


Σχήμα 12.5

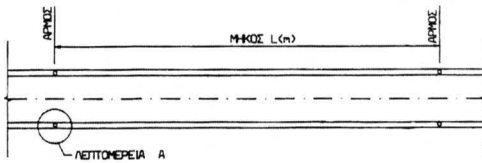


Σχήμα 12.6

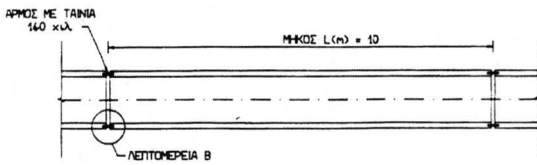
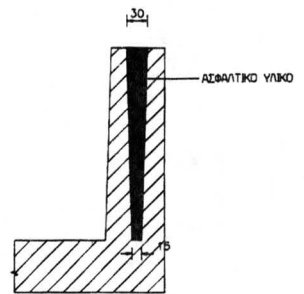
ΠΡΟΟΠΤΙΚΟΝ



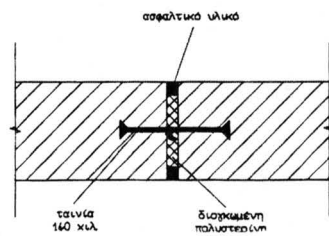
Σχήμα 12.7



ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ Α



ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ Β



Σχήμα 12.8

13ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΦΡΕΑΤΙΑ”

13.1 ΓΕΝΙΚΑ

Ξαναγυρίζοντας στην ενότητα 10.3 διαβάζουμε ότι το φρεάτιο είναι ένα μικρό τεχνικό έργο που το συναντάμε σε όλα τα υδραυλικά έργα που έχουν σχέση με κλειστά σωληνωτά δίκτυα ή με αστικά αποχετευτικά δίκτυα.

Πριν προχωρήσουμε στην παρουσίαση των σχεδίων, θα κάνουμε μία σύντομη τεχνική περιγραφή των φρεατίων.

- Ένα δίκτυο σωληνωτών αγωγών εξυπηρετείται από έναν αριθμό εξαρτημάτων και οργάνων που μας βοηθούν: (α) στη ρύθμιση ή στη διακοπή της παροχής, (β) στη ρύθμιση της πίεσης, (γ) στην αντιπληγματική προστασία (δ) στην εκκένωση ενός δικτύου - εκκενωτές, (ε) στην εξαγωγή συγκεντρωμένου αέρα - αερεξαγωγοί - κλπ. Όλα τα παραπάνω όργανα για προστασία και για να έχουν τη δυνατότητα να ελέγχονται από τον άνθρωπο τοποθετούνται μέσα σε κατάλληλα διαμορφωμένες θέσεις που είναι τα φρεάτια. Έχουν τετράγωνη συνήθως κάτοψη, τοποθετούνται μέσα στο έδαφος και σκεπάζονται με κατάλληλα καλύμματα. Το βάθος του φρεατίου εξαρτάται από την υδραυλική μελέτη του σωληνωτού δικτύου. Τα τοιχώματα του φρεατίου συνήθως γίνονται από σκυρόδεμα. Εννοείται ότι όλες οι διαστάσεις ενός φρεατίου πρέπει να είναι τέτοιες που να επιτρέπουν τον έλεγχο της συσκευής ή του οργάνου από το χειριστή - τεχνίτη.

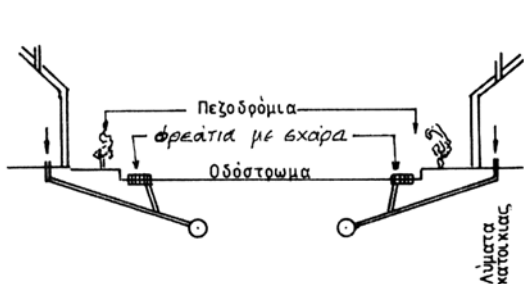
- Όταν κατασκευάζεται σε μία πόλη το δίκτυο υπονόμων που θα συγκεντρώσει τα νερά της βροχής από τις στέγες και τις ταράτσες των κατοικιών, από τα πεζοδρόμια και τους δρόμους είναι απαραίτητη η κατασκευή των φρεατίων εισροής των νερών της βροχής, τα οποία συναντούμε συχνά άλλοτε στο κέντρο του δρόμου και άλλοτε στις δύο άκρες πλάι στα πεζοδρόμια. Όλα τα φρεάτια είναι σκεπασμένα με ειδικές σιδερένιες σχάρες οι οποίες θα πρέπει να αντέχουν ακόμη και στη διέλευση φορτηγών αυτοκινήτων.

Στα παρακάτω σχήματα 13α και 13β παρουσιάζονται οι θέσεις των φρεατίων εισροής βρόχινων νερών στα δύο συστήματα αποχετευτικών δικτύων (παντοροϊκό και χωριστικό σύστημα).

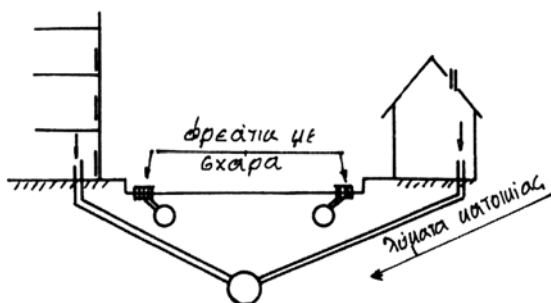
Τα φρεάτια αυτού του τύπου κατασκευάζονται από σκυρόδεμα και πρέπει κατά την κατασκευή να υπάρχει μέριμνα ώστε το βάθος του πυθμένα του φρεατίου να είναι χαμηλότερα από την είσοδο του σωλήνα που μεταφέρει τα νερά προς το δίκτυο των υπονόμων. Αυτό πρέπει να γίνεται για να συγκεντρώνονται στο βάθος του πυθμένα του φρεατίου όλα τα στερεά υλικά που διέρχονται από τα κενά της σχάρας (πέτρες, ξύλα κλπ.). Κατακαθίζουν έτσι στον πυθμένα, καθαρίζονται κατά ορισμένα

χρονικά διαστήματα και δεν φράζουν τους σωλήνες των υπονόμων.

Πριν κλείσουμε την ενότητα 13 θα πρέπει να αναφέρουμε ότι πολλές φορές - για οικονομία χώρου - τα φρεάτια εισροής νερών της βροχής κατασκευάζονται και κάτω από το πεζοδρόμιο. Στην περίπτωση αυτή η σχάρα εισόδου αντικαθίσταται από ένα πλευρικό άνοιγμα, κατάλληλα διαμορφωμένο, στο κράσπεδο του πεζοδρομίου.



Σχήμα 13 α



Σχήμα 13 β

13.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΧΕΔΙΩΝ ΦΡΕΑΤΙΩΝ

Όπως και προηγούμενα έχουμε αναφέρει, τα φρεάτια είναι απλά τεχνικά έργα που κατασκευάζονται για δυο κυρίως σκοπούς. Ο ένας είναι να μπορούμε να προστατεύουμε και να ελέγχουμε υδραυλικά όργανα απαραίτητα για τη λειτουργία ενός σωληνωτού δικτύου και ο δεύτερος είναι η συλλογή των ομβρίων υδάτων και η οδήγησή τους στο δίκτυο των υπονόμων της πόλης.

Το σχήμα 13.1 παρουσιάζει σε τομή ένα φρεάτιο στο οποίο έχει τοποθετηθεί ένας αερεξαγωγός

Αερεξαγωγός: συσκευή που τοποθετείται στα ψηλότερα σημεία ενός κλειστού σωληνωτού δικτύου και έχει σαν σκοπό τη διαφυγή του τυχόντος συγκεντρωμένου αέρα έτσι ώστε να αποφεύγονται φαινόμενα σπηλαίωσης λόγω υποπίεσεων

Στο σχήμα 13.2 παρουσιάζεται σε τομή το φρεάτιο τοποθέτησεως των δικλείδων ελέγχου της ροής ενός δικτύου. Με τις δικλείδες μπορούμε να διακόψουμε την παροχή σε ένα τμήμα του δικτύου έτσι ώστε να μπορούμε με ευκολία να διορθώσουμε κάποια βλάβη ή να επέμβουμε για κάποιο άλλο σκοπό.

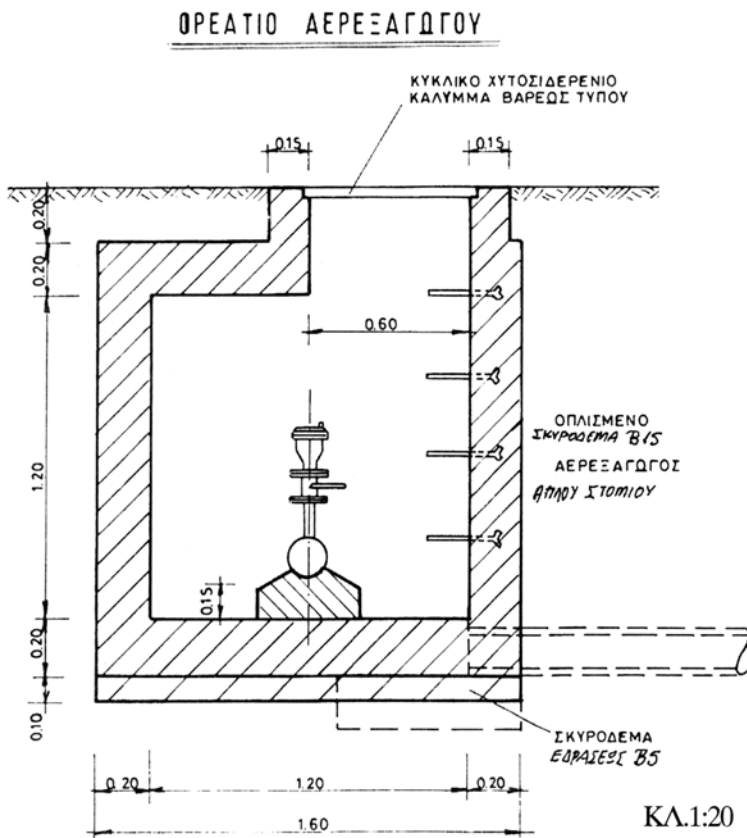
Και στα δύο σχήματα 13.1 και 13.2 παρατηρούμε στο δεξιό μέρος των σχεδίων τις βαθμίδες καθόδου του υπεύθυνου τεχνικού λειτουργίας του δικτύου.

Στα σχήματα 13.3 και 13.4 φαίνονται τα σχέδια φρεατίων υδροληψίας. Σημειώνεται ότι σε αυτή την περίπτωση τα φρεάτια είναι επιφανειακά έτσι ώστε εύκολα να μπορεί ο χρήστης να τοποθετεί στο στόμιο της υδροληψίας το σωλήνα με τον οποίο θα μεταφέρει νερό όπου υπάρχει ανάγκη.

Τα σχήματα 13.5, 13.6 και 13.7 παρουσιάζουν ένα φρεάτιο αντιπληγματικής βαλβίδας σε κάτοψη και σε δύο τομές.

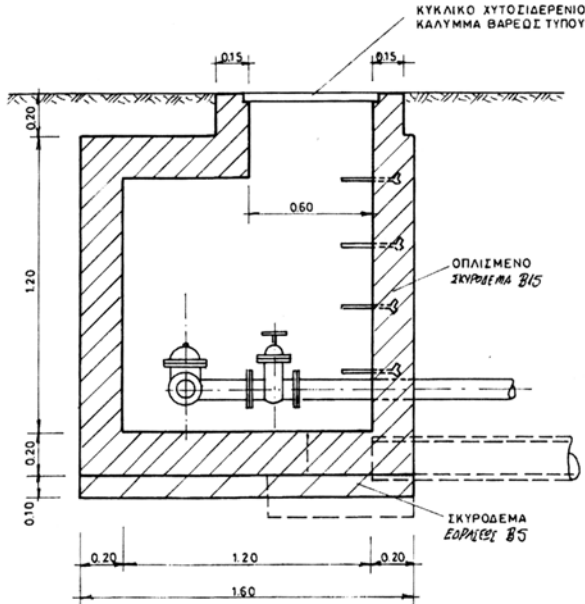
Αντιπληγματική βαλβίδα: υδραυλική συσκευή που έχει ως σκοπό της την εκτόνωση των υπερπίεσεων σε ένα σωληνωτό δίκτυο. Με αυτά τα όργανα προστατεύεται το δίκτυο από καταστροφές -σπάσιμο- των σωλήνων του λόγω των περιοδικά εμφανιζομένων υψηλών πιέσεων.

Το σχήμα 13.8 παρουσιάζει ένα άλλο φρεάτιο δικλείδας σε κάτοψη και σε δύο τομές. Τέλος στα σχήματα 13.9 και 13.10 παρουσιάζονται τα σχέδια για την κατασκευή των φρεατίων συλλογής των όμβριων υδάτων. Στο 13.9 η κάτοψη και στα σχήματα 13.10α, β, γ οι τομές ενός φρεατίου που η σχάρα του βρίσκεται στο επίπεδο του δρόμου.



Σχήμα 13.1

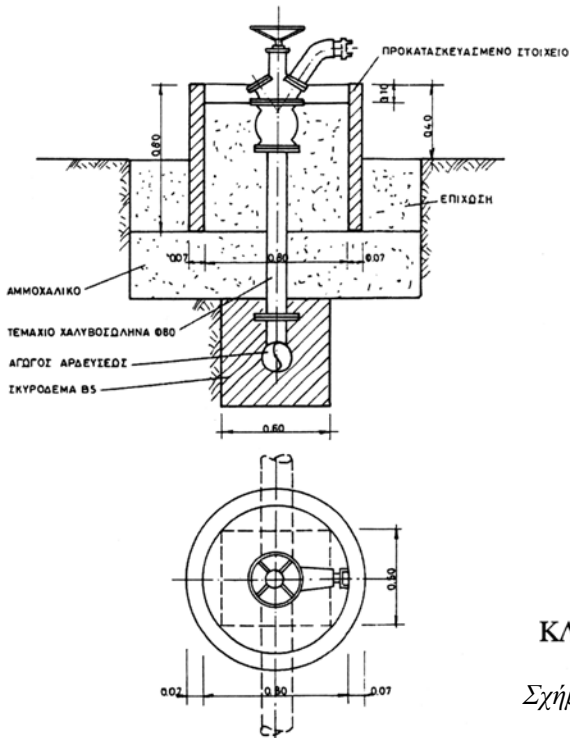
ΘΡΕΑΤΙΟ ΔΙΚΛΕΙΔΩΝ



Σχήμα 13.2

ΚΑ.1:20

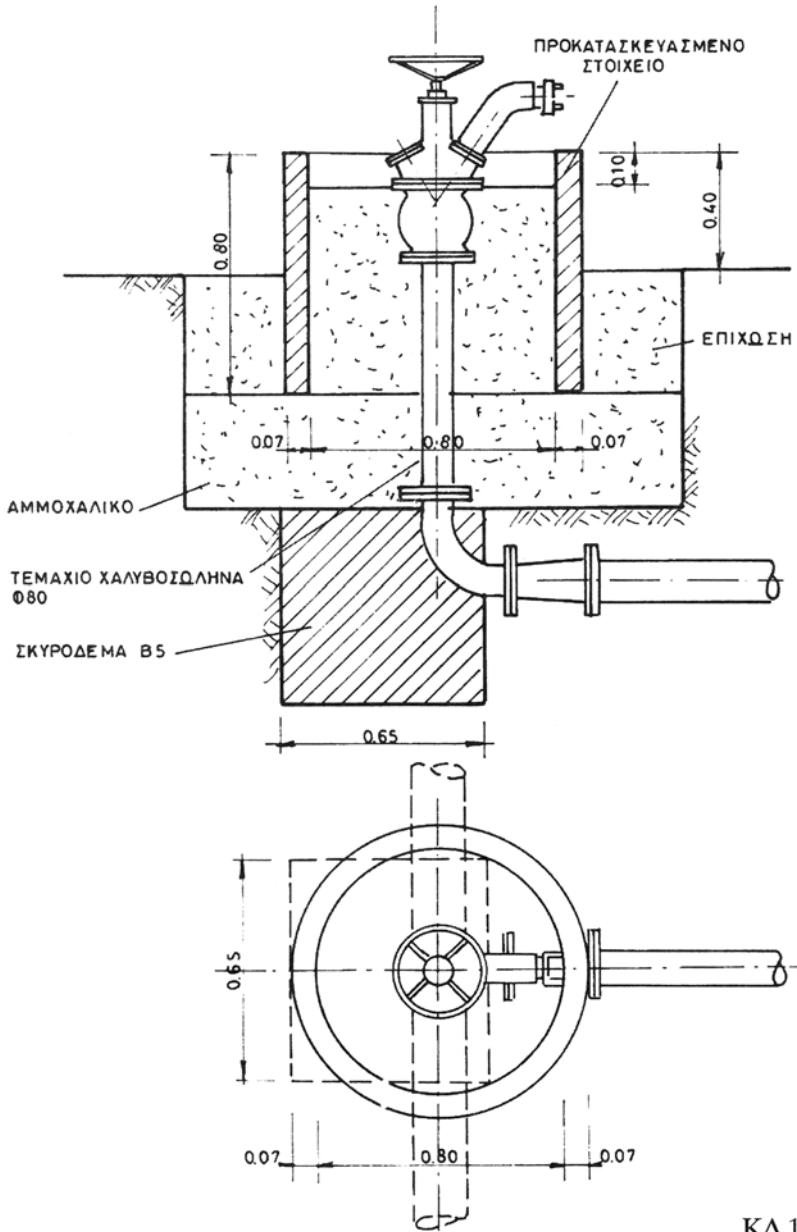
ΘΡΕΑΤΙΟ ΕΝΔΙΑΜΕΣΗΣ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ



ΚΑ.1:20

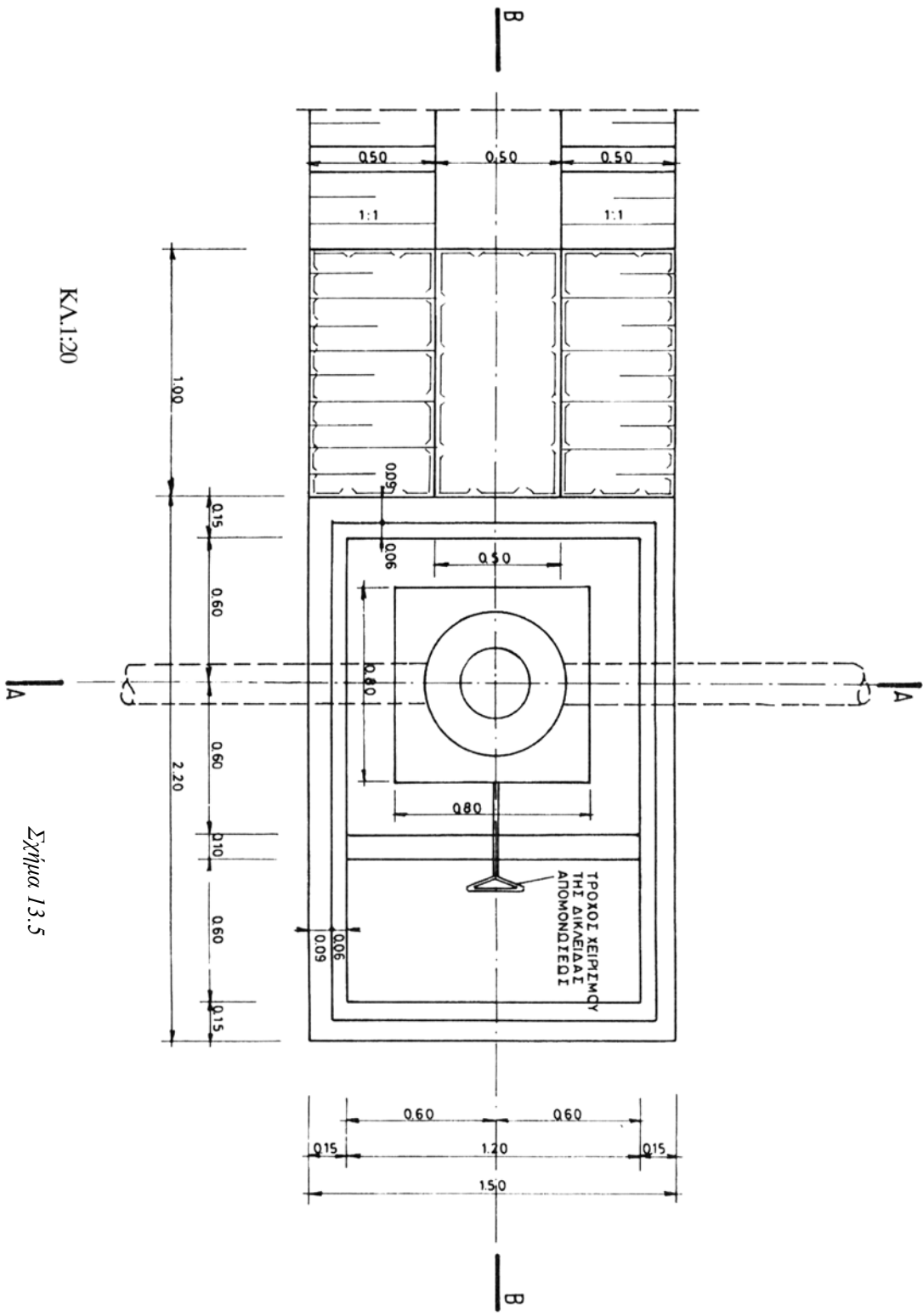
Σχήμα 13.3

ΘΡΕΑΤΙΟ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ ΤΕΡΜΑΤΟΣ

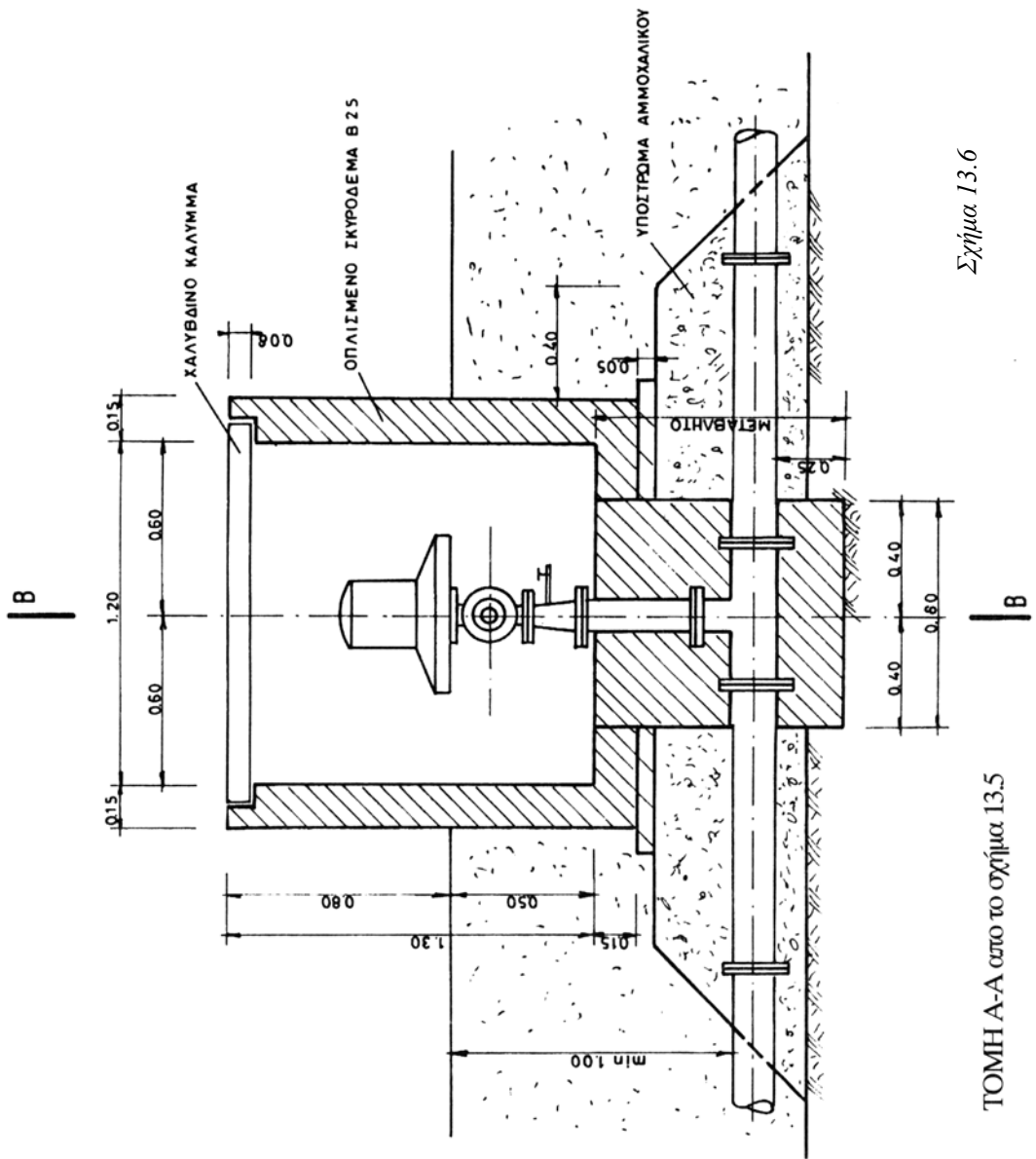


ΚΛ.1:20

Σχήμα 13.4



Σχήμα 13.5



ΚΑ.1:20

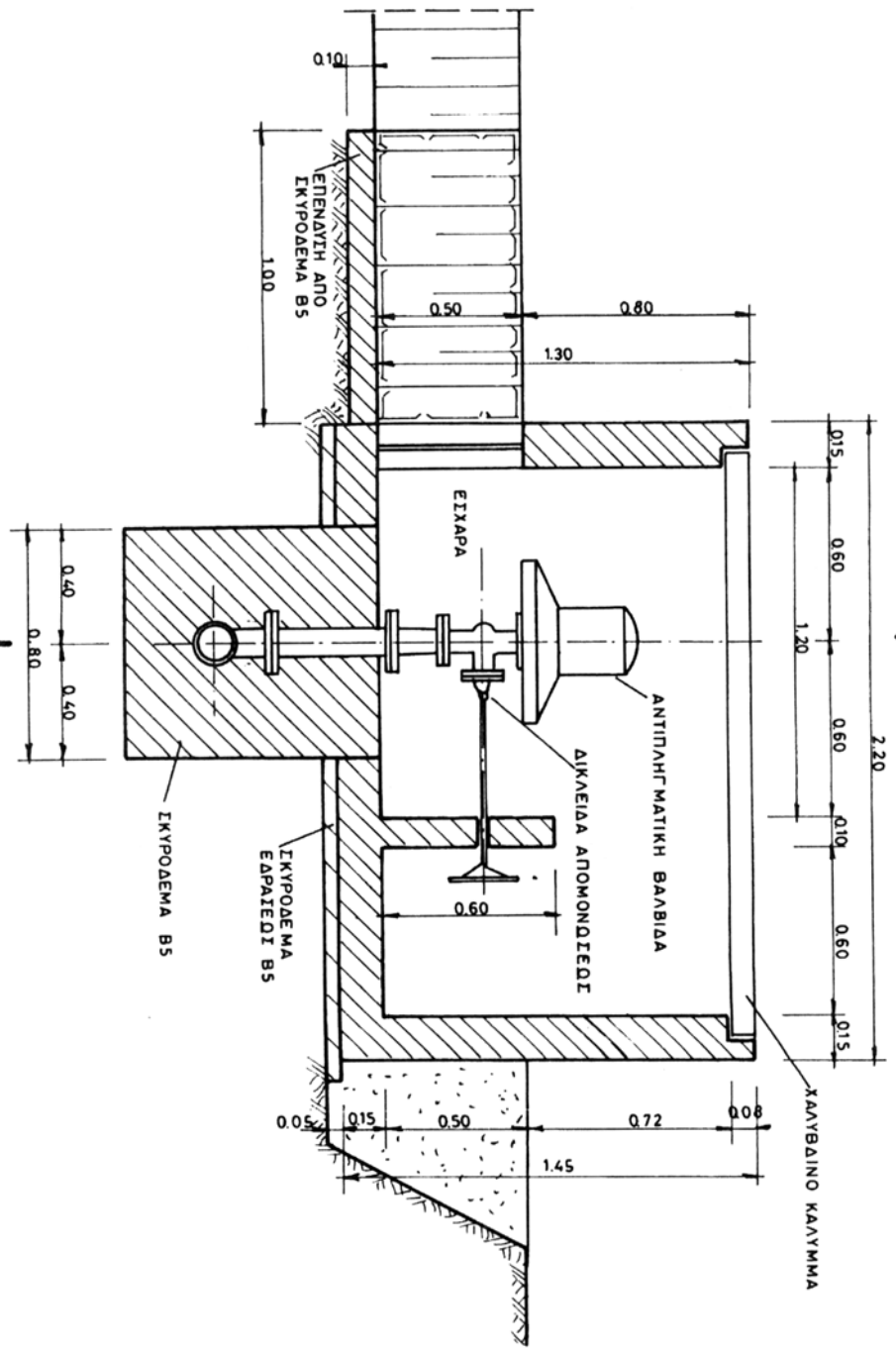
ΤΟΜΗ Α-Α στο το σήμα 13.5

Σχήμα 13.6

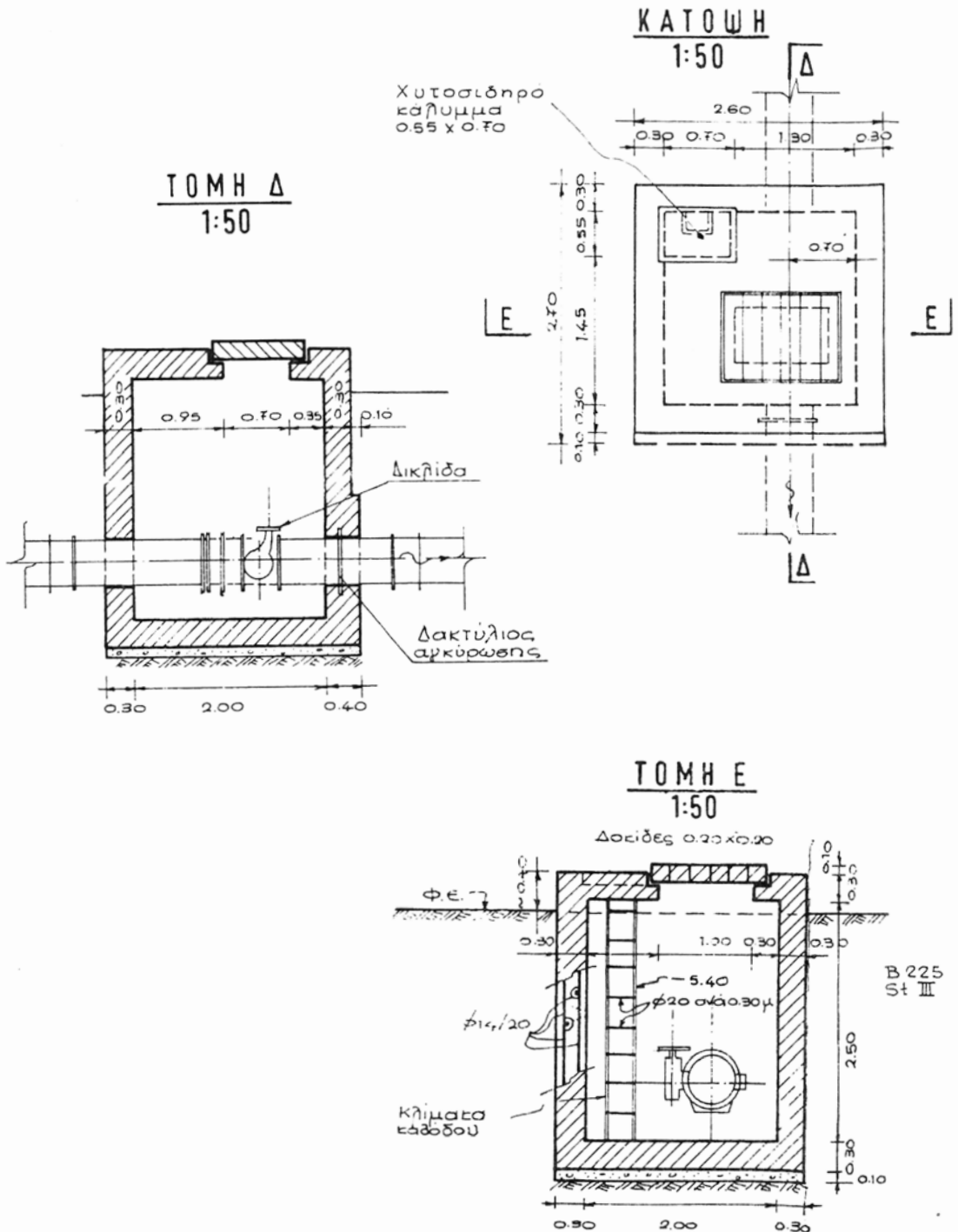
Σχήμα 13.7

ΤΟΜΗ Β-Β

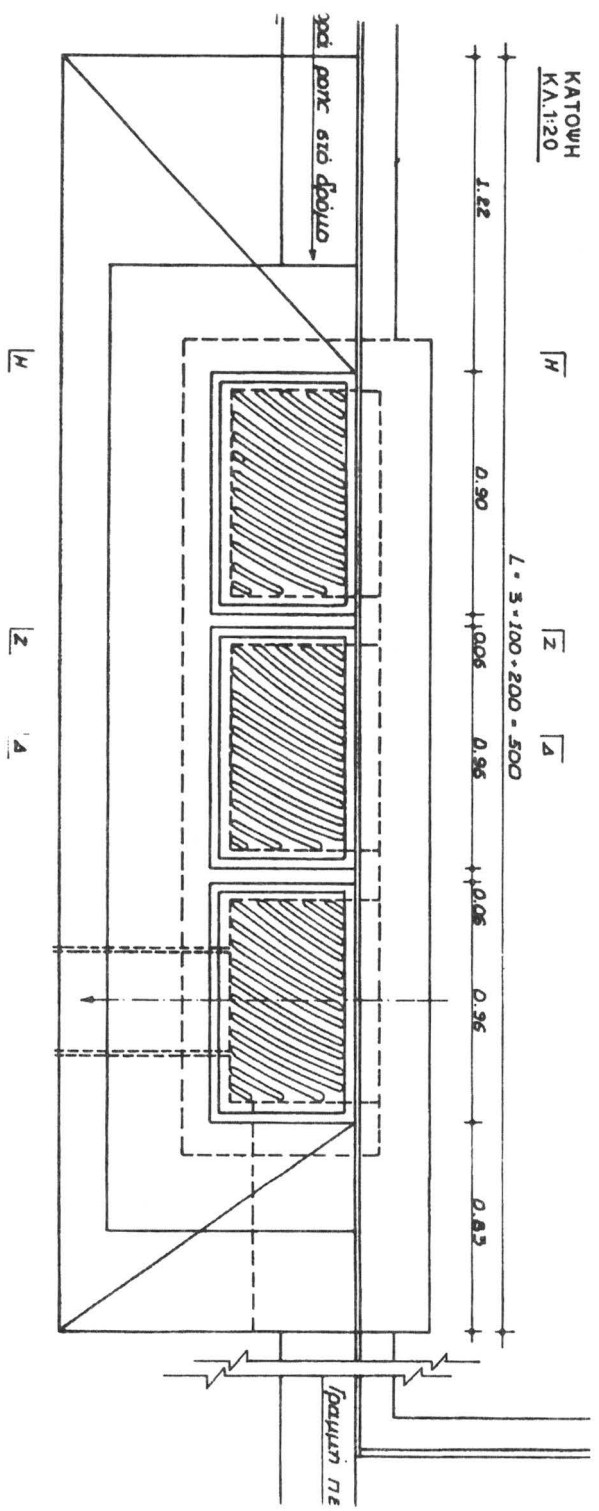
ΚΑ.1:20



ΦΡΕΑΤΙΟ ΔΙΚΛΙΔΑΣ

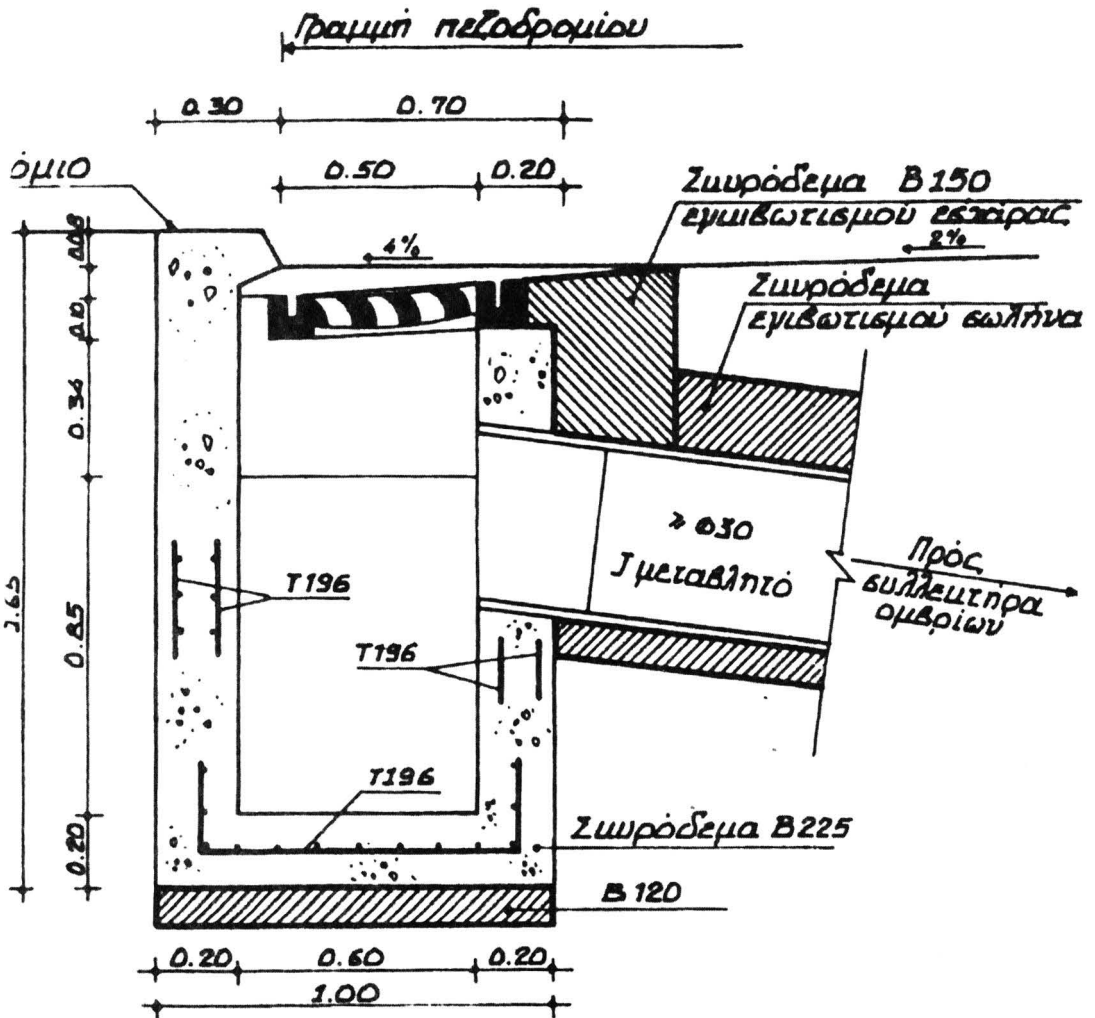


Σχήμα 13.8



Σχήμα 13.9

ΤΟΜΗ
ΚΛ: 1:20

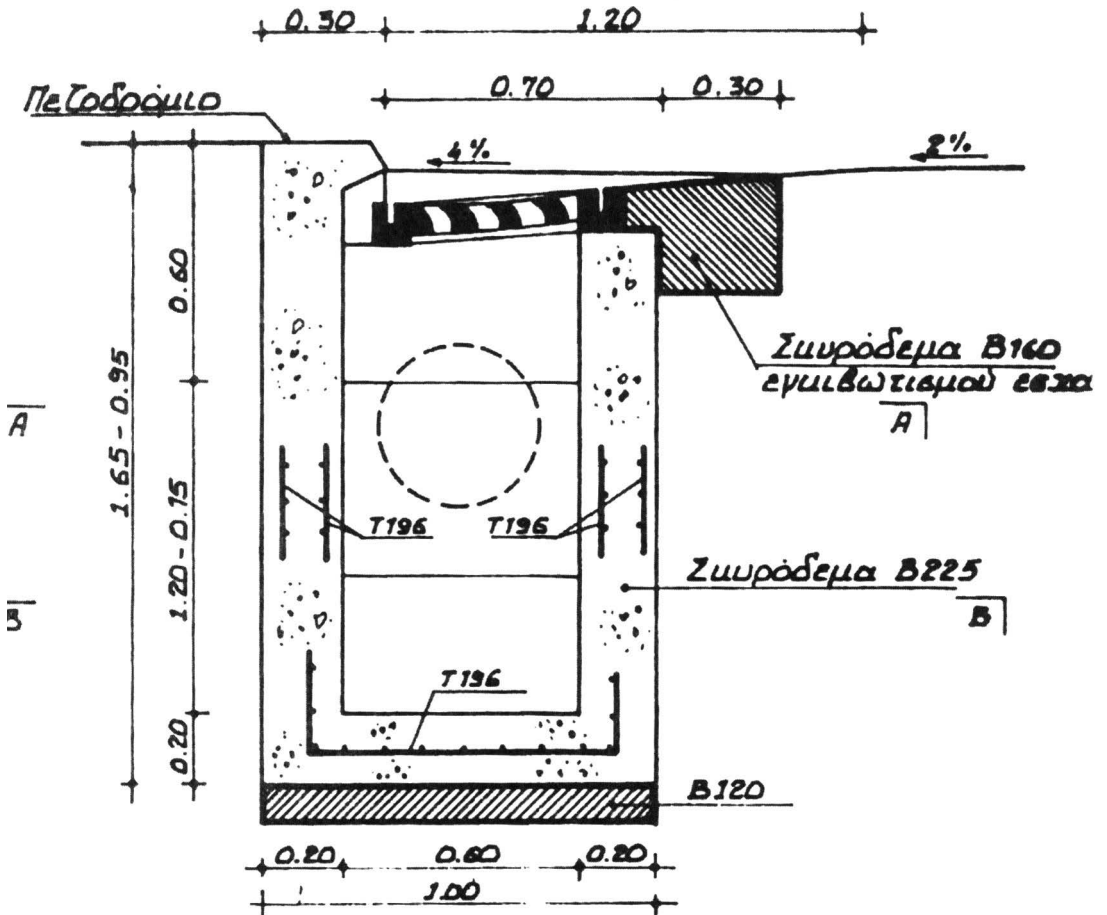


Σχήμα 13.10 β

ΤΟΜΗ
ΚΛ. 1:20

Ε

Γραμμή πεζοδρομίου



Σχήμα 13.10 γ



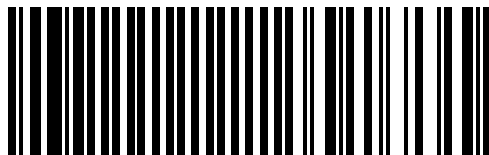
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΑΑΣΗΟ. Οδοποιΐα (1970). Εκδόσεις Γκιούρδα
2. ΒΑΛΑΣΣΟΠΟΥΛΟΣ - ΚΑΡΚΑΣ. Λιμνοδεξαμενές (1993)
3. ΓΙΩΤΗΣ - ΚΑΜΑΡΑΣ. Σχέδιο συγκοινωνιακών και υδραυλικών έργων (1995)
4. ΓΙΩΤΗΣ. Οδοποιΐα 5 (1980). Ε.Μ.Π
5. ΓΙΩΤΗΣ. Οδοποιΐα 2 (1978)
6. ΓΙΩΤΗΣ - ΚΑΝΕΛΛΑΪΣΗΣ - ΜΑΛΕΡΔΟΣ. Σημειώσεις για τον γεωμετρικό σχεδιασμό των οδών (1978). Ε.Μ.Π
7. ΓΙΩΤΗΣ. Η εφαρμογή της κλωθοειδούς στην Οδοποιΐα - πίνακες (1983). Ε.Μ.Π
8. CERTU. Urban Boulevards - Paris (1998)
9. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ. Γεωλογία και φράγματα.
10. ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΗ. Βιβλιοθήκη του τεχνικού - σχεδιάσεις τεχν. έργων (1975)
11. ΚΑΠΡΑΝΙΔΗΣ - ΦΩΤΗΣ με συνεργασία ΕΛΠΑ. Ελληνικές τουριστικές και χαρτογραφικές εκδόσεις.
12. ΚΙΝΟΡΙ. Υδραυλική ανοικτών αγωγών. Εκδόσεις Γκιούρδα
13. ΚΟΦΙΤΣΑΣ. Μαθήματα τοπογραφικού σχεδίου (1997). Εκδόσεις ΙΩΝ.
14. ΚΩΤΣΟΒΟΛΟΣ. Συγκοινωνιακά έργα - τεύχος Οδοποιΐας. (1997)
15. ΚΩΤΣΟΒΟΛΟΣ. Συγκοινωνιακά έργα - βιβλιοθήκη τεχνικού. (1975)
16. ΛΙΑΚΟΥΡΗΣ. Γεωλογία και φράγματα ΔΕΗ. (1995)
17. MENSEBACH. Κυκλοφοριακή τεχνική. (1974). Εκδόσεις Γκιούρδα
18. ΠΑΝΑΓΟΥΛΙΑ. Εισαγωγή στα εγχειροβελτιωτικά έργα. (1999). Ε.Μ.Π
19. ΠΑΠΑΜΑΤΘΑΙΟΥ. Τοπογραφία 1. (1998). Ίδρυμα Ευγενίδη.
20. ΡΙΕΤΖΣΧ. Σχεδιασμός και χάραξης οδών. (1976). Εκδόσεις Γκιούρδα
21. ΤΕΡΖΙΔΗΣ. Εφαρμοσμένη υδραυλική. (1998). Α.Π.Θ
22. ΤΣΑΚΙΡΗΣ. Μαθήματα εγχειροβελτιωτικών έργων. (1986). Ε.Μ.Π
23. ΧΑΤΖΗΝΙΚΟΛΗΣ. Πίνακες χάραξης οδών με τόξα συναρμογής. (1965)

Βάσει του ν. 3966/2011 τα διδακτικά βιβλία του Δημοτικού, του Γυμνασίου, του Λυκείου, των ΕΠΑ.Λ. και των ΕΠΑ.Σ. τυπώνονται από το ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ και διανέμονται δωρεάν στα Δημόσια Σχολεία. Τα βιβλία μπορεί να διατίθενται προς πώληση, όταν φέρουν στη δεξιά κάτω γωνία του εμπροσθόφυλλου ένδειξη «ΔΙΑΤΙΘΕΤΑΙ ΜΕ ΤΙΜΗ ΠΩΛΗΣΗΣ». Κάθε αντίτυπο που διατίθεται προς πώληση και δεν φέρει την παραπάνω ένδειξη θεωρείται κλεψίτυπο και ο παραβάτης διώκεται σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 7 του νόμου 1129 της 15/21 Μαρτίου 1946 (ΦΕΚ 1946,108, Α').

Απαγορεύεται η αναπαραγωγή οποιουδήποτε τμήματος αυτού του βιβλίου, που καλύπτεται από δικαιώματα (copyright), ή η χρήση του σε οποιαδήποτε μορφή, χωρίς τη γραπτή άδεια του Υπουργείου Παιδείας, Θρησκευμάτων και Αθλητισμού / ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ.

Κωδικός βιβλίου: 0-24-0547
ISBN 978-960-06-5151-5



(01) 000000 0 24 0547 6