

Op. 26/02

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



ΧΑΡΑΞΗ ΚΑΙ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΟΔΟΥ ΜΕ ΒΟΗΘΕΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΙΩΑΝΝΗΣ ΤΑΒΟΥΛΑΡΗΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΔΡ. ΙΩΑΝΝΗΣ ΚΑΠΑΓΕΡΙΔΗΣ

ΚΟΖΑΝΗ
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2002

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 Σκοπός εργασίας	1
1.2 Δομή των σημειώσεων I	
2 ΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΟΔΟΥ - ΘΕΩΡΙΑ	3
2.1 Βασικές Έννοιες	3
2.2 Αναλυτικά Γεωμετρικά Στοιχεία	6
2.3 Παράγοντες Που Επηρεάζουν Τη Χάραξη Της Οδού	12
2.4 Γεωμετρική μελέτη της οδού	16
2.4.1 Κυκλοφοριακή μελέτη οδού-Γενικότητες	16
2.4.2 Γεωμετρική μελέτη της οδού σε οριζοντιογραφία	16
2.4.6 Γενικοί όροι για τη γεωμετρική μελέτη της οδού σε μηκοτομή	23
2.4.7 Γενικοί όροι για το συνδυασμό γεωμετρικής μελέτης οδού σε Οριζοντιογραφία και Μηκοτομή.	24
2.4.8 Γεωμετρική μελέτη οδού σε διατομή	25
2.4.9 Ενδιάμεσοι οδοί – διηρημένες οδοί	26
2.5 Στάδια Μελέτης Χαράξεως Της Οδού	28
2.5.1 Αναγνώριση οδού	28
2.5.2 Διαδικασία της αναγνώρισης	28
2.5.3 Επιλογή της πορείας της οδού	29
2.5.4 Προμελέτη οδού	30
2.6 Υπολογισμών Χωματοουργικών Εργασιών	42
2.6.1 Διανομή και μεταφορά χωμάτων	42
2.6.2 Χάραξη της γραμμής των κύβων. Μέθοδος BRUCKNER	42
3 ΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΟΔΟΥ ΜΕ Η/Υ	44
3.1 Εισαγωγή	44
3.2 Απαραίτητα Δεδομένα Εισόδου	45
3.3 Επιλογή Γενικών Παραμέτρων	46
3.4 Μελέτη Χάραξης Οδού Της Υπομετρικής Οριζοντιογραφίας	46
3.5 Μελέτη Χάραξης Οριζοντιογραφίας	48
3.5.1 Ισοκλινής ή μηδενικής ή οδηγήτρια γραμμή	49
3.5.2 Πολυγωνική	58
3.6.3 Σχεδίαση της μηκοτομής εδάφους – ερυθράς	58
3.6.4 Μηκοτομή εδάφους	59
3.6.5 Κατά μήκος τομή της οδού (ερυθρά)	60
3.6.6 Χρωματισμός της μηκοτομής	61
3.6.7 Συμβολισμός των θλάσεων της ερυθράς	61
3.7 Σχεδίαση Διατομών	64
3.7.1 Σχεδίαση της διατομής από την υψομετρική οριζοντιογραφία	64
3.8 Υπολογισμός όγκου Χωματισμών	77
3.8.2 Στοιχεία και εμβαδομέτρηση διατομών	78
3.8.2 Μέθοδοι υπολογισμού του όγκου των χωματισμών	79
3.8.3 Συντελεστής επικλήσματος	82
4. Εφαρμογή Λογισμικού IROAD στην Χάραξη και Μοντελοποίηση Οδού	84
4.1 Δεδομένα Εφαρμογής	84
4.2 Μεθοδολογία	85
4.2.1 Επιλογή Ανάγλυφου	85
4.2.2 Βασικές Παράμετροι Σχεδίασης Οδού	87

4.2.3 Σημεία Ελέγχου και Τροχιά (Οριζοντιογραφία)	88
4.2.4 Μηκοτομή και Σημεία Ελέγχου (Κάθετα)	89
4.2.5 Σχεδίαση Διατομών	91
4.2.6 Εφαρμογή και Σύνδεση Διατομών	93
4.3 Υπολογισμός Ογκων Χωματισμών και Εκσκαφών	94
4.4 Μοντελοποίηση	97
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	105
5.1 Μελέτη - Χάραξη Οδού	105
5.2 Μελέτη - Χάραξη Και Μοντελοποίηση Οδού Με Την Χρήση Ηλεκτρονικού Υπολογιστή	105
Βιβλιογραφία	106

1) 

2) 

3) 

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Σκοπός εργασίας

Στόχος της εργασίας αυτής είναι η μελέτη και η χάραξη οδού, τόσο στο χαρτί, όσο και με την βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή και ειδικότερα με την χρήση του τρισδιάστατου συστήματος χάραξης οδού IROAD έτσι ώστε να ανταποκρίνεται στις ανάγκες για τις οποίες προορίζεται.

Πρωταρχικός στόχος της οδοποιίας είναι ο συνδυασμός της μέγιστης ασφάλειας κατά την κίνηση με όσο το δυνατό την μικρότερη οικονομική επιβάρυνση, λαμβάνοντας πάντα υπόψη ότι ένας δρόμος δεν αντιμετωπίζεται, πια, μόνο ως πρόβλημα μεταφοράς ανθρώπων ή αγαθών, αλλά συνεχίζει και στις επιπτώσεις από την λειτουργία του και γενικότερα από την ύπαρξη του και μόνο στο ευρύτερο περιβάλλον.

Η οδοποιία, με τη μεγάλη αύξηση των μέσων μεταφοράς και με την τεχνολογική και οικονομική ανάπτυξη, δεν περιορίζεται μόνο στα στενά πλαίσια της κατασκευής, αλλά επεκτάθηκε και σε άλλους τομείς. Πλέον δεν χρειάζονται μόνο οι γνώσεις τοπογραφίας, εδαφομηχανικής, στατικής και άλλων παρόμοιων επιστημών, αλλά είναι αναγκαία και απαραίτητη η συμμετοχή και σύγχρονων κλάδων της επιστήμης όπως η χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών, τεχνοοικονομικές μελέτες, αρχιτεκτονική τεχνικών έργων, περιβαλλοντικές μελέτες κ.ά.

Το μεγάλο κόστος της κατασκευής μιας οδού απαιτεί ολοκληρωμένη μελέτη με στάθμιση όλων εκείνων των στοιχείων που εμπλέκονται, ώστε να αξιοποιηθούν, όσο το δυνατό καλύτερα τα οικονομικά μέσα που διατίθεται.

Ενας σωστός σχεδιασμός του οδικού δικτύου θα αυξήσει τις θετικές επιπτώσεις του και ελαττώσει τις αρνητικές.

Ως **θετικές επιπτώσεις** μπορεί να αναφερθούν:

Η δυνατότητα εύκολης και άνετης μετακίνησης για τις καθημερινές ανάγκες του ανθρώπου, η διευκόλυνση της επικοινωνίας μεταξύ των ανθρώπων, η μείωση του κόστους των αγαθών, κ.λπ.

Ως **αρνητικές επιπτώσεις** μπορεί να αναφερθούν:

Ρύπανση από τα καυσαέρια, ηχορύπανση, αισθητική υποβάθμιση του περιβάλλοντος και γενικότερη μόλυνση του, καθώς επίσης και η δημιουργία προϋποθέσεων για ατυχήματα με κόστος υλικών καταστροφών και ανθρώπινων θυμάτων.

1.2 Δομή των σημειώσεων

Η εργασία αυτή αποτελείται από τρία μέρη που καλύπτει το καθένα ένα τμήμα του αντικειμένου της εργασίας. Στο κεφάλαιο που ακολουθεί δίνονται οι απαραίτητοι για την κατανόηση της οδοποιίας ορισμοί, όπως επίσης και τα μέρη από τα οποία αποτελείται μια οδός. Εξηγεί τις βασικές και επιμέρους εργασίες που πρέπει να γίνουν για την ολοκληρωμένη μελέτη και χάραξη που απαιτεί η κατασκευή ενός δρόμου, καθώς και τους παράγοντες που την επηρεάζουν.

Το τρίτο κεφάλαιο είναι χωρισμένο σε τμήματα το καθένα από τα οποία καλύπτει αναλυτικά τα στάδια μελέτης και χάραξης που χρειάζονται για την κατασκευή της οδού, με την διαφορά σε σχέση με το πρώτο μέρος, στο ότι πλέον σχεδόν όλες οι εργασίες μελέτης και χάραξης γίνονται με την βοήθεια προγραμμάτων ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Το τέταρτο και τελευταίο κεφάλαιο περιέχει ένα ολοκληρωμένο παράδειγμα χάραξης οδού με την χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή, και με την βοήθεια του τρισδιάστατου συστήματος χάραξης οδού IROAD. Τα δεδομένα είναι πραγματικά και αυτό φαίνεται πολύ καθαρά στις εντυπωσιακές εικόνες στο τέλος του κεφαλαίου.

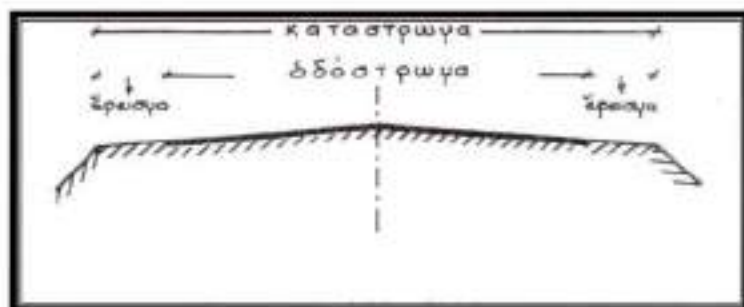
Στο τέλος της εργασίας δίνονται κάποια συμπεράσματα που αποκόμισα από την εργασία που έκανα πάνω στην μελέτη και χάραξη μιας οδού. Καθώς επίσης και η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε για την συλλογή των στοιχείων που αναφέρονται στα επόμενα κεφάλαια.

2 ΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΟΔΟΥ-ΘΕΩΡΙΑ

2.1 Βασικές Έννοιες

Οδός είναι μία λωρίδα εδάφους, που έχει διαμορφωθεί έτσι, ώστε να κυκλοφορούν σ' αυτή τροχοφόρα και πεζοί. Στην έννοια οδός περιλαμβάνονται και τα τεχνικά έργα, που την αποτελούν.

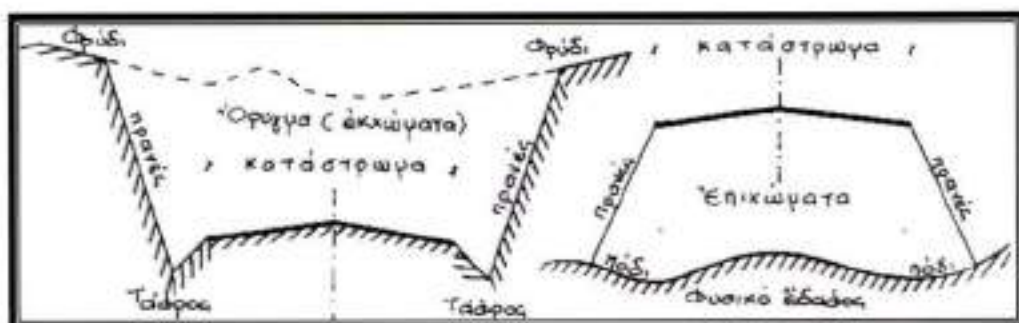
- **Οδοποιία** είναι η τεχνική της διαμόρφωσης των οδών αλλά και το σύνολο των εργασιών για την κατασκευή της οδού.
- **Κατάστρωμα οδού** είναι η ανώτερη επιφάνεια της, πάνω στην οποία γίνεται η κυκλοφορία (σχ. 2.1).
- **Οδόστρωμα οδού** είναι η κεντρική ζώνη του καταστρώματος, πάνω στην οποία γίνεται η κυκλοφορία των οχημάτων (σχ. 2.1).
- **Ερείσματα** είναι εδαφικές ζώνες δεξιά, αριστερά της οδού (σχ. 2.1). Στις πόλεις τα ερείσματα είναι τα πεζοδρόμια.



σχ. 2.1

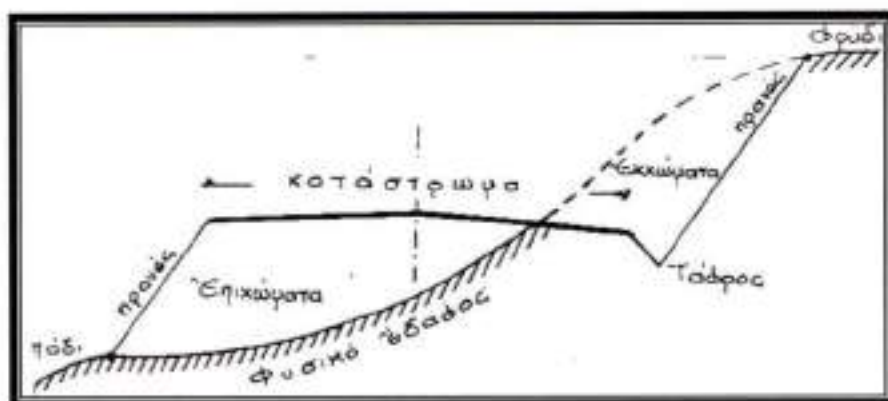
- **Όρυγμα** είναι ο χώρος, που δημιουργείται από την εκσκαφή του φυσικού εδάφους. Το κατάστρωμα της οδού στο βάθος, που απαιτείται από τη μελέτη, (σχ. 2.2).
- **Εκχώματα** είναι τα προϊόντα της εκσκαφής των ορυγμάτων.
- **Πρανή του ορύγματος** είναι οι πλευρικές επικλινείς επιφάνειες.
- **Φρύδι του ορύγματος** είναι οι η τομή του πρανούς με το φυσικό έδαφος (σχ. 2.2).
- **Τάφροι** είναι χαντάκια, που ανοίγονται δεξιά, αριστερά στο κατάστρωμα, για την αποχέτευση των νερών της βροχής. Κατασκευάζονται όπου η οδός είναι σε όρυγμα.
- **Επιχώματα** είναι τα στερεά υλικά, που τοποθετούνται εκεί όπου προβλέπεται από τη μελέτη, να είναι ψηλότερα το κατάστρωμα της οδού από το φυσικό έδαφος. (σχ. 2.2). Τα επιχώματα συνήθως γίνονται από υλικά, που προέρχονται από τα ορύγματα.

- **Πρηνή επιχώματος** είναι οι επικλινείς πλευρικές επιφάνειες του.(σχ. 2.2).
- **Πόδι επιχώματος** είναι η τομή του πρηνούς με το φυσικό έδαφος.



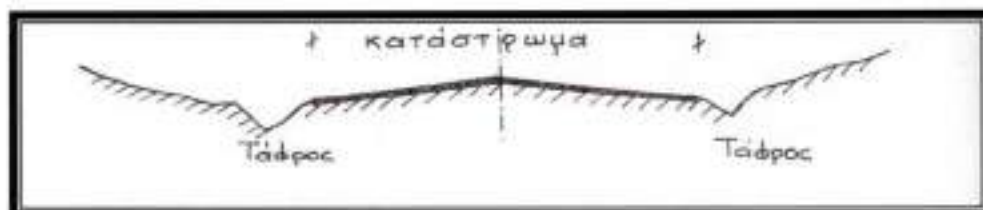
σχ. 2.2

- **Χωματισμοί** είναι το σύνολο των εργασιών επιχωματώσεων και εκσκαφών, που χρειάζονται για να κατασκευαστεί η οδός.
- **Οριζοντιογραφία οδού** είναι η παράσταση της οδού στο χάρτη με κάποια κλίμακα.
- **Μηκοτομή οδού** είναι η τομή του καταστρώματος της οδού και του εδάφους, από κατακόρυφη επιφάνεια, που περνά από τον άξονα της, όπως εμφανίζεται μετά το τέντωμα του άξονα της οδού.
- **Κατά πλάτος τομή ή διατομή οδού** είναι η επιφάνεια που προκύπτει, εάν η οδός και το έδαφος τμηθούν με επίπεδο κατακόρυφο και κάθετο στον άξονα της οδού.
- **Οδός σε έκχωμα.** Λέμε ότι η οδός είναι σε έκχωμα, όταν το κατάστρωμα της βρίσκεται χαμηλότερα από την φυσική επιφάνεια του εδάφους, οπότε χρειάζεται εκσκαφή του φυσικού εδάφους (όρυγμα) (σχ. 2.2).
- **Οδός σε επίχωμα.** Λέμε ότι η οδός είναι σε επίχωμα, όταν το κατάστρωμα της βρίσκεται ψηλότερα από τη φυσική επιφάνεια του εδάφους, οπότε χρειάζεται επίχωμα πάνω από το φυσικό έδαφος. (σχ. 2.2).
- **Οδός σε μικτή διατομή** έχουμε όταν μέρος από το κατάστρωμα της είναι σε έκχωμα και μέρος σε επίχωμα. (σχ. 2.3).



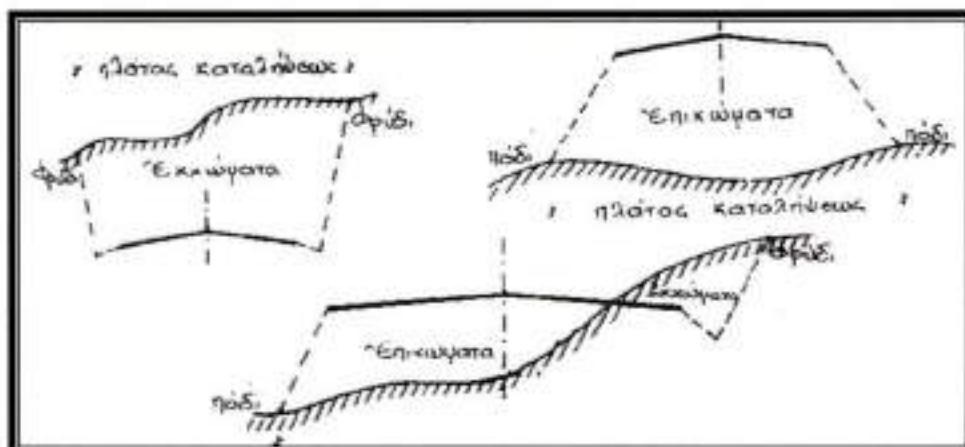
σχ. 2.3

- **Οδός ισόπεδη.** Λέμε ότι μια οδός είναι ισόπεδη, όταν το κατάστρωμα της βρίσκεται στην ίδια στάθμη με το φυσικό έδαφος. (σχ. 2.4)



σχ. 2.4

- **Πλάτος καταλήξεως** οδού είναι η οριζόντια απόσταση, που ορίζουν οι τομές των πρανών (επιχώματα ή εκχώματα) με το φυσικό έδαφος.(σχ. 2.5).
- **Ζώνη καταλήξεως** της οδού είναι η επιφάνεια, που περιλαμβάνεται μεταξύ δύο οριογραμμών, που συνδέουν τα άκρα του πλάτους καταλήξεως της οδού, στα διάφορα σημεία της οδού (1,2,.....,ν).

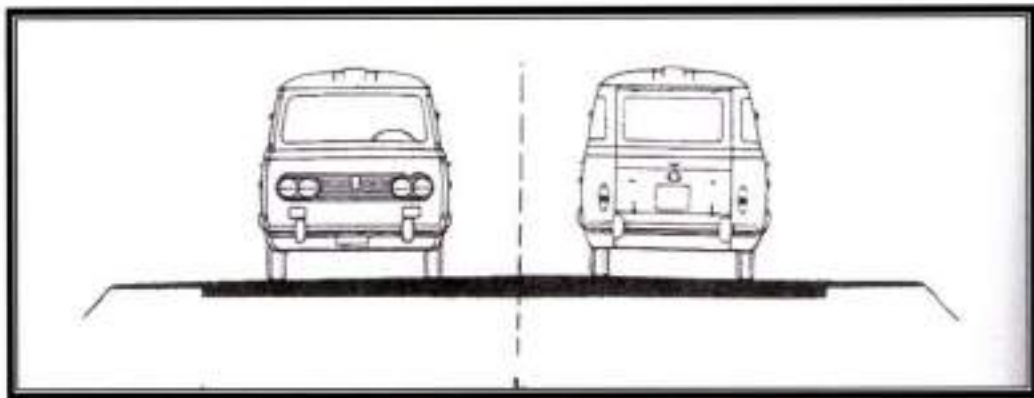


σχ. 2.5

2.2 Αναλυτικά Γεωμετρικά Στοιχεία

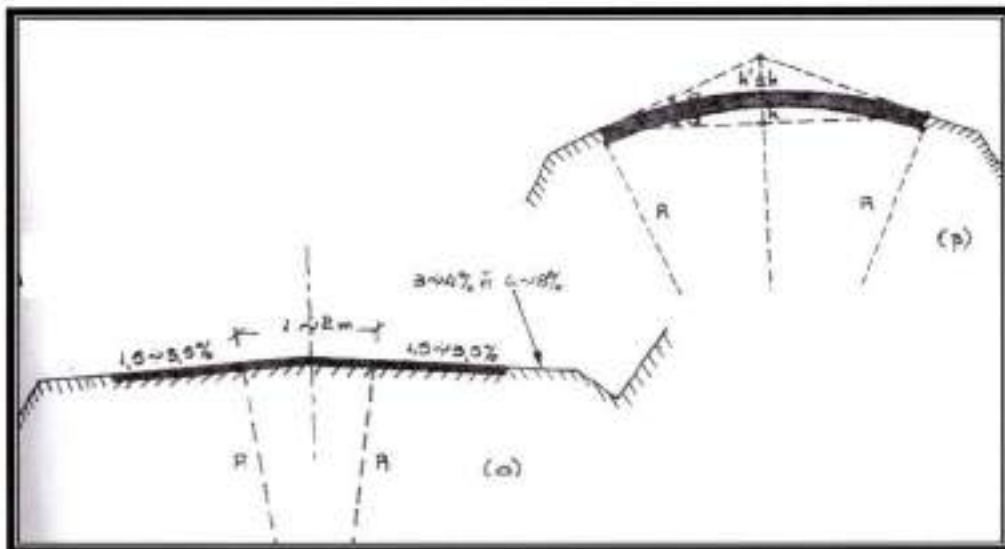
1. Οδόστρωμα

Το οδόστρωμα πρέπει να έχει κατάλληλο πλάτος και επικλινή αντιολισθηρή επιφάνεια. Στα ευθύγραμμα τμήματα της οδού το οδόστρωμα ανάλογα με τον τύπο της επιστροφείας γίνεται αμφικλινές με κλίσεις 1,5% έως 3,5% και η στέψη του διαμορφώνεται όπως φαίνεται στο σχήμα 2.7.



σχ.2.6

Σε οδούς δύο τροχών με μικρό πλάτος οδοστρώματος μπορεί να εφαρμοστεί η “θολωτή διάταξη” (σχ.2.7β), όπου η καμπύλη μπορεί να είναι τόξο κύκλου ή παραβολή. Πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι, ότι τα νερά απομακρύνονται γρήγορα από το οδόστρωμα λόγω των ισχυρών κλίσεων στα άκρα και επί πλέον δύσκολα δημιουργούνται με φθορά του μικρά κοιλώματα.

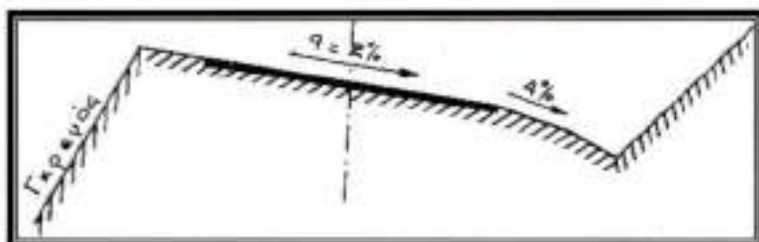


σχ.2.7

σχ. 2.7

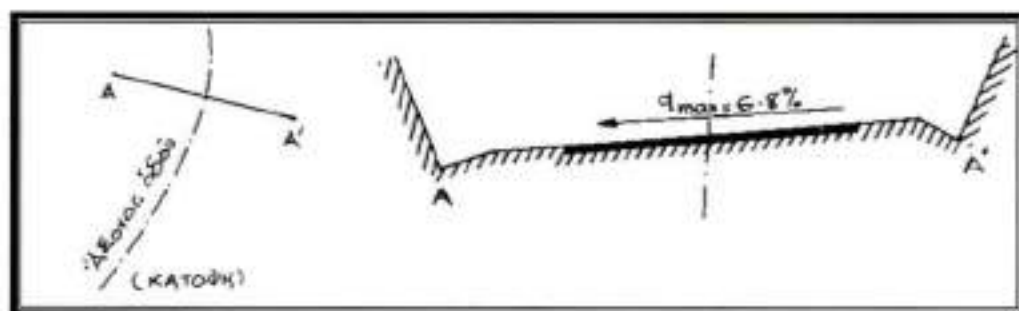
Μειονέκτημα της μεθόδου είναι, ότι η κλίση στα άκρα της μπορεί να δημιουργήσει κινδύνους στην κυκλοφορία των οχημάτων.

Στα καμπύλα τμήματα της οδού η επιφάνεια του οδοστρώματος γίνεται μονοκλινής με επίκλιση (q), που δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 8% προς το εξωτερικό της καμπύλης (σχ. 2.8).



σχ. 2.8

Στις ορεινές οδούς, όπου υπάρχουν γκρεμοί, η επιφάνεια του οδοστρώματος γίνεται μονοκλινής (συνήθως 2%), για να μην ολισθήσει το όχημα στο γκρεμό και για να αισθάνονται οι επιβάτες αίσθημα ασφάλειας (σχ. 2.9).



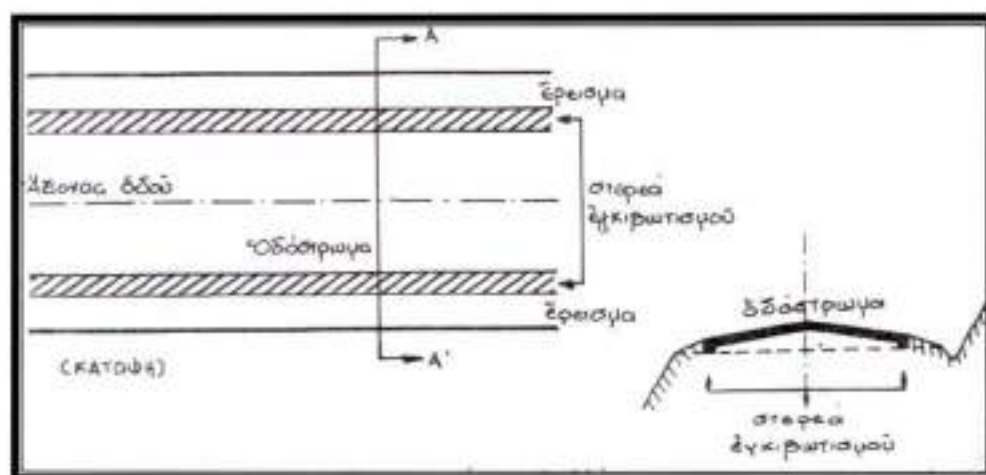
σχ. 2.9

2. Ερείσματα-Στερεά εγκιβωτισμού

Προορισμός των ερεισμάτων είναι, να εγκιβωτίζουν το οδόστρωμα και επί πλέον να κυκλοφορούν σ' αυτά πεζοί.

Το ελάχιστο πλάτος των ερεισμάτων πρέπει να είναι τουλάχιστον 0,75m, ώστε να μπορεί να περάσει ένας πεζός. Στις ορεινές οδούς για λόγους οικονομίας το πλάτος μπορεί να είναι ίσο με 0,50m. Η εγκάρσια κλίση των ερεισμάτων γίνεται περίπου 3-4%, ώστε να φεύγουν τα νερά στις τάφρους. Όταν είναι χωμάτινα με βλάστηση η κλίση γίνεται 6-8% (σχ. 2.7).

Σκοπός των στερεών εγκιβωτισμού είναι ο καλύτερος εγκιβωτισμός του οδοστρώματος. Χρησιμεύουν σαν οδηγοί γραμμές στην κατασκευή της οδού και χρωματίζονται λευκά, για να διευκολύνουν την κυκλοφορία των οχημάτων. (σχ.2.10). Το πλάτος τους κυμαίνεται από 0,25m έως 0,75m ανάλογα με τον τύπο της οδού.

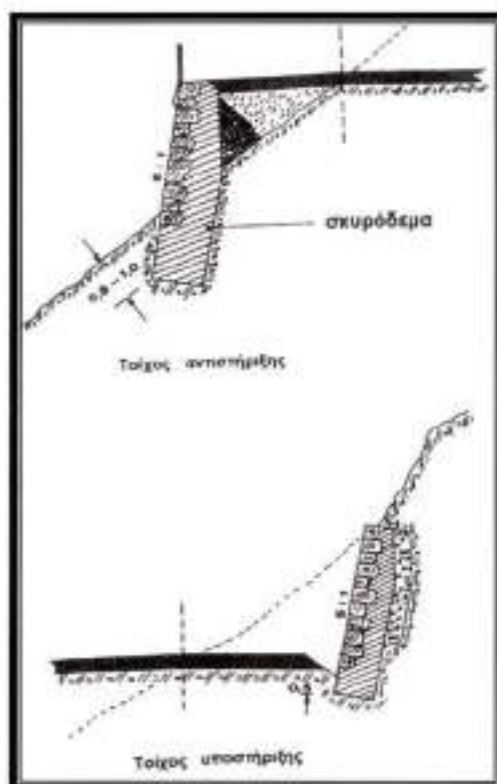


σχ. 2.10

3. Τάφροι

Σκοπός τους είναι να συγκεντρώσουν τα νερά της βροχής, που τρέχουν στην επιφάνεια του οδοστρώματος και στα πρανή των ορυγμάτων και να τα οδηγήσουν στα φρεάτια αποχετεύσεως. Στις τάφρους συμπεριλαμβάνονται οι τάφροι συνεχείας, που εφαρμόζονται για τη μετάβαση από την περιοχή ορύγματος στην περιοχή επιχώματος, μέχρι τον πλησιέστερο φυσικό αποδέκτη. Χρησιμοποιούνται για την προστασία του ποδιού του επιχώματος. Είναι τραπεζοειδούς διατομής με μεταβλητή επιφάνεια ανάλογα με το φυσικό έδαφος (ελάχιστο πλάτος 0,40 m). Επίσης μικροί τάφροι πίσω από το φρύδι των εκχωμάτων, που συγκεντρώνουν τα επιφανειακά νερά, ώστε να μη τρέχουν στα πρανή του ορύγματος. Στο σχήμα 2.11 δίνεται η κανονική διατομή τριγωνικής τάφρου. Το βάθος 0,40m μετριέται από τη στάθμη του φυσικού εδάφους. Ενώ στο σχήμα 2.12 δίνεται επενδεδυμένη διατομή τραπεζοειδούς μορφής. Ανάλογα υπάρχουν και τριγωνικής ή ημικυκλικής διατομής.

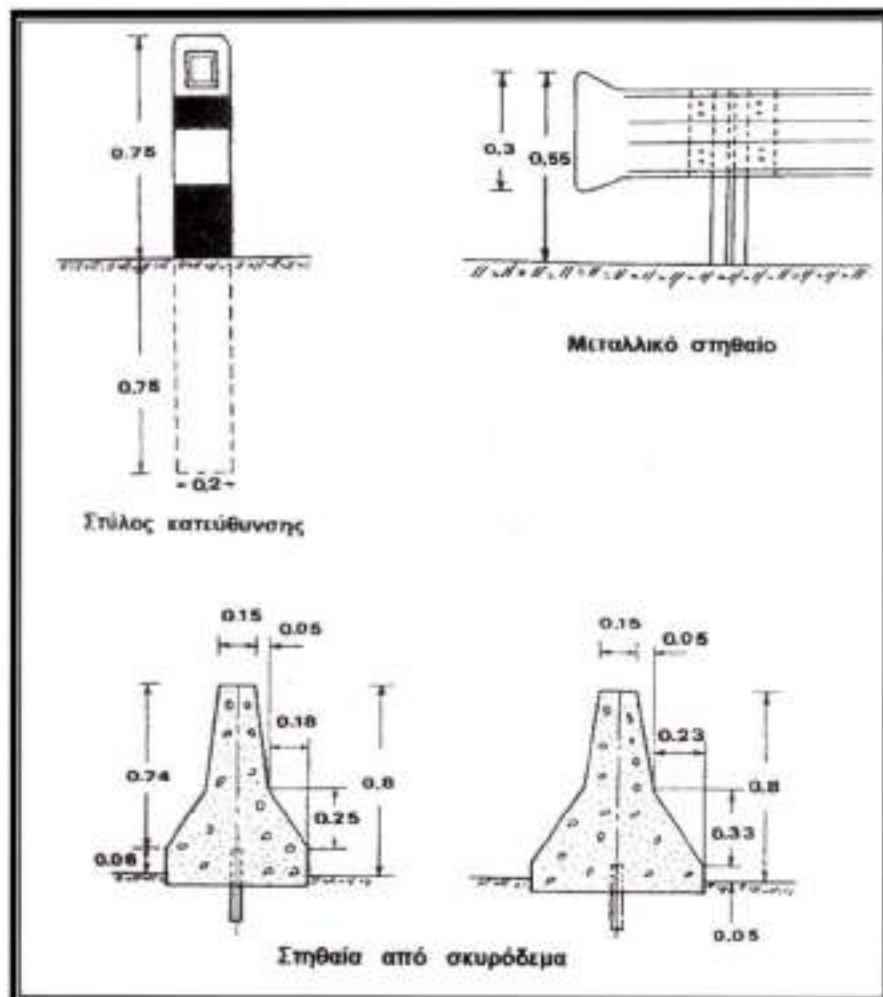
Τα πρανή των επιχωμάτων διαμορφώνονται σε επίπεδα και ομαλές επιφάνειες, όταν τα υλικά της επιχώσεως είναι γαιώδη, ενώ όταν τα υλικά είναι βραχώδη δεν απαιτείται διαμόρφωση. Επίσης χρησιμοποιούνται “λιθενδύσεις” και “τοίχοι αντιστηρίξεως ποδός”.



σχ. 2.13

5. Περιφράγματα

Σκοπός τους είναι να προστατεύουν την κυκλοφορία στην οδό και να δημιουργούν αίσθημα ασφάλειας στους οδηγούς, όταν η οδός περνά σε περιοχές που υπάρχουν γκρεμοί ή περνά παράλληλα σε ποτάμια ή βρίσκεται σε ψηλά επιχώματα.



σχ. 2.14

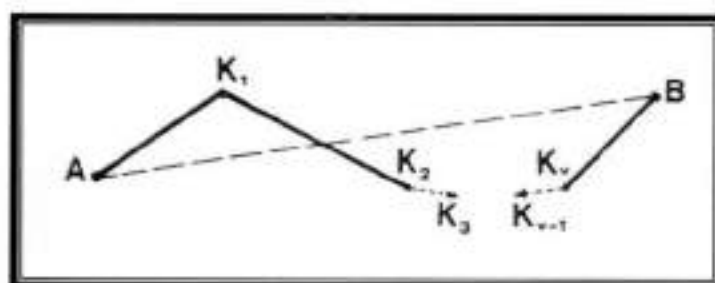
Τα περιφράγματα, που χρησιμοποιούνται σήμερα, φαίνονται στο (σχ. 2.14). Πάνω τους τοποθετούνται και αντανακλαστήρες για την καθοδήγηση της κυκλοφορίας τη νύκτα. Ανθεκτική και οικονομική περίφραξη είναι οι δένδροστοιχίες, αλλά συγκρατούν υγρασία, που επιδρά δυσμενώς στο οδόστρωμα.

2.3 Παράγοντες Που Επηρεάζουν Τη Χάραξη Της Οδού

Λέγοντας “χάραξη οδού” εννοούμε τη μελέτη ή την κατασκευή στο έδαφος του άξονα της οδού. Η χάραξη μελετάται πάντοτε σε συνδυασμό με την τοπογραφία της οδού και προκύπτει από την μελέτη:

- A) Της οριζοντιογραφικής χαράξεως (χάραξη στις δύο διευθύνσεις του οριζόντιου επιπέδου).
- B) Της μηκοτομής (χάραξη στο κατακόρυφο επίπεδο).
- Γ) Της χαράξεως στο χώρο (κοινή εξέταση των α, β και στις τρεις διευθύνσεις του χώρου).

Η οδός πρέπει να εξυπηρετεί την κυκλοφορία με άνεση και ασφάλεια και πρέπει επιπλέον να είναι σε θέση να διοχετεύει ένα ορισμένο όγκο κυκλοφορίας N (οχήματα/ώρα) με μια καθορισμένη ταχύτητα, από ένα σημείο A στο σημείο B .



σχ. 2.15

Η πιο απλή χάραξη θα ήταν η ευθεία από το A στο B (γενική κατεύθυνση της οδού). Τούτο όμως συνήθως αδύνατο, γιατί υπάρχουν βασικά οι εξής δυσκολίες :

1) Από πλευράς κατασκευής της οδού: Η τοπογραφική διαμόρφωση, οι κατοικημένες περιοχές, διάφορα τεχνικά-φυσικά εμπόδια κ.λ.π.

2) Από τεχνοκυκλοφοριακή πλευρά: ύπαρξη άλλων επιθυμητών διαδρομών μεταξύ A και B , κίνδυνοι από την μονοτονία μεγάλων ευθυγραμμίων.

Για τους λόγους αυτούς η οδός δεν ακολουθεί τη γενική κατεύθυνση, αλλά μια πολυγωνική γραμμή (πολυγωνική της χαράξεως $AK_1, K_1K_2, \dots, K_nB$) (σχ. 2.15), που επιδιώκεται να είναι οριζοντιογραφικά, όσο το δυνατό πιο κοντά στη γενική κατεύθυνση. Τα ευθύγραμμα τμήματα AK_1, K_1K_2, \dots της οδού συνδέονται στις κορυφές K_1, K_2 με καμπύλα τμήματα, έτσι ώστε η κίνηση από τη μια ευθυγραμμία στην άλλη να γίνεται ομαλά.

Η ασφάλεια, η άνεση, και η ταχύτητα εξαρτώνται άμεσα από τους παράγοντες: οδηγός όχημα, επίστροφή οδού και περιβάλλον.

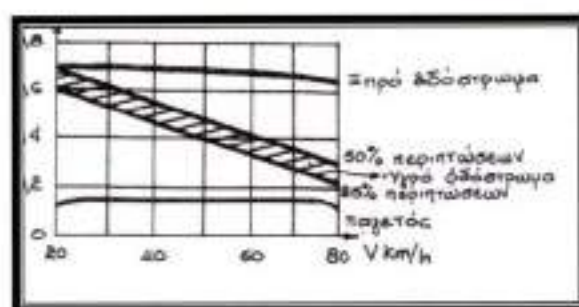
Ο οδηγός

Μεγάλη σημασία για την μελέτη της κυκλοφορίας έχουν οι ειδικές ιδιότητες του οδηγού (βασικά η όραση, ακοή και η ικανότητα αντιδράσεως), αστάθμητες επιδράσεις όπως οι ψυχολογικές (κούραση, εγωισμός, κλίση στην οδήγηση, πείρα, γνώση κανόνων κυκλοφορίας κ.λ.π) καθώς και εξωτερικές επιδράσεις όπως (οινοπνευματώδη ποτά, καθαρός αέρας κ.λ.π).

Η επίστροφή της οδού

Η επιφάνεια κυλίσεως της οδού πρέπει να είναι ομαλή και τραχεία. Η ομαλότητα της οδού δίνει άνεση και ασφάλεια, γιατί από τινάγματα και ταλαντεύσεις ο οδηγός μπορεί να χάσει τον έλεγχο του αυτοκινήτου. Δυσάρεστες είναι οι κυματώσεις μήκους $0,5 \text{ m} < L < 20 \text{ m}$.

Η ταχύτητα επηρεάζεται από την ποσότητα του συνδετικού μέσου, του λεπτού υλικού και του κοκκώδους υλικού. Αιχμηροί κόκκοι στην επιφάνεια επαφής του ελαστικού και οδού αυξάνουν την τραχύτητα. Στο διάγραμμα φαίνεται η μεταβολή του συντελεστή τριβής (f_g) σε συνάρτηση με την ταχύτητα ($V \text{ km/h}$).



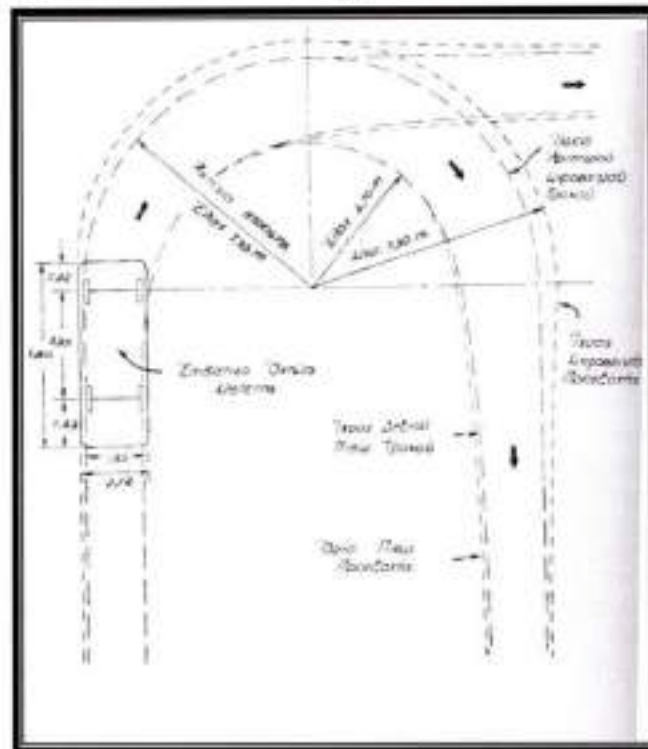
Το περιβάλλον

Οι επιρροές του περιβάλλοντος δεν μπορούν να υλοποιηθούν και λαμβάνονται υπ' όψη, όταν γίνεται η μελέτη, μόνο έμμεσα. Έχουν όμως μεγάλη σημασία για τα οδικά ατυχήματα και άμεση σχέση με την ταχύτητα.

Τέτοιες επιρροές είναι: α) η επίδραση των καιρικών συνθηκών (βροχή, ομίχλη, κ.λ.π) στην ορατότητα, στην κατάσταση του οδοστρώματος κ.λ.π. β) παράγοντες του χώρου της οδού (φύτευση, θέα, διαφημιστικές πινακίδες κ.λ.π).

Το όχημα μελέτης

Όχημα μελέτης ονομάζεται ένα εκλεγμένο όχημα, του οποίου οι διαστάσεις το βάρος και τα χαρακτηριστικά λειτουργίας λαμβάνονται υπόψη στην εκπόνηση της μελέτης μιας οδού, ώστε να μπορεί αυτή να εξυπηρετεί του ίδιου τύπου οχήματα.



σχ. 2.16

Η ταχύτητα του οχήματος

Βασικός παράγοντας της μεταφοράς ατόμων και αγαθών είναι η ταχύτητα του οχήματος, που χρησιμοποιείται. Η ταχύτητα του οχήματος εξαρτάται από την ικανότητα του οδηγού, από το ίδιο το όχημα αλλά επιπλέον από τα φυσικά χαρακτηριστικά της οδού, τις καιρικές συνθήκες, την παρουσία άλλων οχημάτων στην οδό και τους περιορισμούς της ταχύτητας (έλεγχος με κρατικά όργανα ή συσκευές).

Ο όγκος της κυκλοφορίας

Όγκος κυκλοφορίας είναι ο αριθμός των οχημάτων, που περνούν από μια διατομή της οδού στη μονάδα του χρόνου (από τη μια ή και τις δύο διευθύνσεις). Σε μια οδό κυκλοφορούν πεζοί, μοτοποδήλατα, μοτοσικλέτες, επιβατηγά, λεωφορεία, φορτηγά, ημρυμουλκόμενα, ρυμουλκά και ειδικά οχήματα. Για να απλουστευθεί η μέτρηση γίνεται διαχωρισμός πεζών και οχημάτων

και επιπλέον τα οχήματα χωρίζονται στις κατηγορίες “Δίκυκλα-τρίκυκλα” “μικρά-μεγάλα” “αυτοκινητοσυρμοί”.

Μέση ημερήσια κυκλοφορία (ΜΗΚ)

Βασική μονάδα μετρήσεως της κυκλοφορίας είναι ο μέσος όρος του ημερήσιου όγκου κυκλοφορίας για ένα χρόνο, λέγεται μέση ημερήσια κυκλοφορία και παριστάνει τη συνολική κυκλοφορία όλου του χρόνου διαιρημένη με το 365 (ημέρες του χρόνου).

Πρόβλεψη κυκλοφορίας

Όταν γίνεται η μελέτη μιας νέας οδού ή η βελτίωση μιας παλιάς οδού, δεν πρέπει η μελέτη να βασίζεται μόνο στους όγκους της τρέχουσας κυκλοφορίας, αλλά στη μελλοντική κυκλοφορία που θα εξυπηρετήσει η οδός. Σαν βάση των μελετών χρησιμοποιείται συνήθως η εκτίμηση κυκλοφορίας μετά από 20 χρόνια.

Χωρητικότητα οδού

Με τον όρο χωρητικότητα οδού εννοείται η δυνατότητα μιας οδού να εξυπηρετεί την κυκλοφορία. Σαν μέτρο για τον προσδιορισμό της προβλεπόμενης χωρητικότητας μιας οδού (J_m), σύμφωνα με τις προδιαγραφές των ΗΠΑ, λαμβάνεται η προβλεπόμενη χωρητικότητα (J_o) μιας οδού ψηλού επιπέδου (λωρίδες πλάτους 3,65m ,κατάλληλα ερείσματα, πλευρικά ελεύθερα διαστήματα > 1,80m, λωρίδα σταθμεύσεως σε όλο το μήκος, καμιά περιοριστική απόσταση προσπεράσματος).

Επίδραση της διατομής της οδού στη συχνότητα των ατυχημάτων.

Η ασφάλεια της κυκλοφορίας εξαρτάται βασικά από το είδος της κυκλοφορίας, τη διάταξη και τις διαστάσεις της οδού. Από παρατηρήσεις που έχουν γίνει, υπολογίστηκαν συντελεστές για ορισμένες ιδιότητες της οδού που επιδρούν στη συχνότητα των ατυχημάτων.

Ο βαθμός ατυχημάτων μιας οδού δίνεται από τη σχέση: $\beta = \beta_0 * K_1 * K_2 * K_3$

Όπου β_0 : βαθμός ατυχημάτων οδού 4 λωρίδων κυκλοφορίας με διαχωριστική νηίδα και λωρίδα σταθμεύσεως . K_1 K_2 K_3 σταθεροί συντελεστές .

2.4 Γεωμετρική μελέτη της οδού

2.4.1 Κυκλοφοριακή μελέτη οδού-Γενικότητες

Λέγοντας κυκλοφοριακή μελέτη της οδού εννοούμε τη σπουδή παραγόντων, που επηρεάζουν τη μελέτη μιας οδού. Οι κυριότεροι από αυτούς είναι οι εξής:

A) Ο κυκλοφοριακός φόρτος που προβλέπεται για το παρόν και για αρκετά χρόνια μετά την κατασκευή της καθώς και η κυκλοφοριακή σύνθεση που προβλέπεται (φορτηγά, επιβατικά κλπ.). Τα στοιχεία αυτά της κυκλοφορίας, προσδιορίζουν τα “φορτία” της γεωμετρικής μελέτης της οδού.

B) Ο βαθμός ασφαλείας των οχημάτων που πρόκειται να κυκλοφορήσουν.

Γ) Η μορφολογία και η γεωλογική σύσταση της περιοχής της νέας οδού καθώς και οι δαπάνες απαλλοτριώσεων.

Δ) Οι οικονομικοί πόροι που θα διατεθούν.

E) Τα οικιστικά χαρακτηριστικά της περιοχής που θα επηρεάσει η οδός (κατανομή πληθυσμού, γεωργία κλπ.).

Μετά την κυκλοφοριακή μελέτη της οδού ακολουθεί η γεωμετρική μελέτη, όπου καθορίζονται το οριζοντιογραφικά, υψομετρικά και τα στοιχεία διατομής βάσει της πραγματικής τροχιάς, που θα διαγράψει το αυτοκίνητο.

2.4.2 Γεωμετρική μελέτη της οδού σε οριζοντιογραφία

Ευθυγραμμίες

Η ευθυγραμμία είναι το απλούστερο γεωμετρικό στοιχείο, αλλά η χρήση της στην οδοποιία παρουσιάζει ορισμένα μειονεκτήματα για μεγάλα μήκη, για τους εξής λόγους:

α) η οδήγηση γίνεται μηχανικά και ο οδηγός παθαίνει υπνηλία,

β) προκαλούνται κίνδυνοι στην κυκλοφορία λόγω των εκτυφλωτικών φώτων τη νύκτα,

γ) μειώνεται η αισθητική της χαράξεως και η προσαρμογή της στο τοπίο, ιδίως όταν βρίσκεται η ευθυγραμμία σε επίχωμα ή όρυγμα. Μεγάλα μήκη μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατ'εξάιρεση κατά μήκος ευθειών σιδηροδρομικών, διωρύγων, σε εκτεταμένα επίπεδα εδάφη όπου δεν δικαιολογείται καμπύλη, όπου οι καμπύλες απαιτούν σημαντικά τεχνικά έργα και τέλος σε περιοχές με ορθογωνικές ιδιοκτησίες.

Τόξα κύκλου

Γενικά πρέπει: α) Να χρησιμοποιούνται όσο το δυνατό μεγάλες ακτίνες, για λόγους δυναμικής αλλά και οπτικής πλευράς.

β) Σε περιπτώσεις αλληλουχίας κυκλικών τόξων, να αποφεύγονται οι μεγάλες διαφορές ακτινών (ανεκτή διαφορά $R_i \leq 2R_{i+1}$).

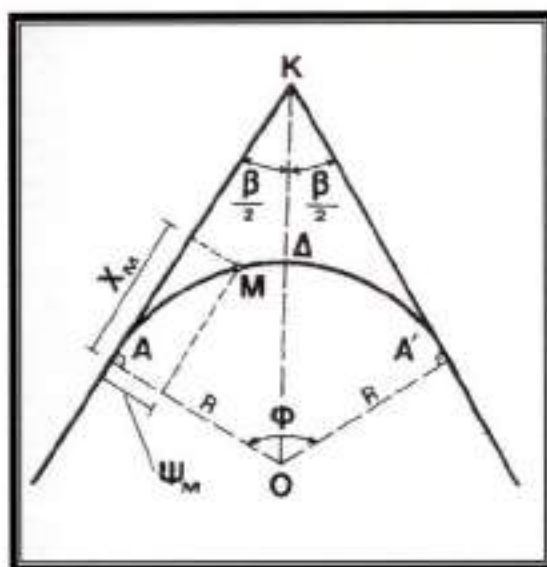
γ) Οι μεγάλες ακτίνες

Ταχείας κινήσεως – αυτοκινητοδρόμων $R \geq 10000$ m

Κυρίων οδών (αρτηριών) $R \geq 5000$ m

Συλλεκτηρίων οδών $R \geq 3000$ m

Πρέπει να αντιμετωπίζονται σαν ευθείες, όσο αφορά την επίκλιση και τα τόξα συναρμολόγησης.



σχ. 2.17

Το μήκος S της κλωθοειδούς – Κριτήριο δυναμικής της κυκλοφορίας

Όταν το αυτοκίνητο περάσει από την ευθυγραμμία σε τόξο ακτίνας R προκαλείται δυσάρεστο συναίσθημα στους επιβάτες, που οφείλεται στην απομένουσα ακτινική επιτάχυνση (P). Ένας λόγος λοιπόν που επιβάλλει την παρεμβολή μεταξύ ευθυγραμμίας και τόξου κύκλου της κλωθοειδούς, είναι το να μην αυξάνεται απότομα η φυγόκεντρη δύναμη αλλά ομαλά από.

Επίκλιση του οδοστρώματος στις καμπύλες – κριτήριο υπολογισμού του μήκους S της κλωθοειδούς.

Στα ευθύγραμμα τμήματα της οδού η εγκάρσια τομή του οδοστρώματος είναι δικλινή με κλίση 2% από τις δύο μεριές του άξονα. Στα καμπύλα τμήματα η εγκάρσια τομή του οδοστρώματος είναι μονοκλινή, με κλίση που μεταβάλλεται από $\pm 2\%$ έως $+q\%$ ή $-q\%$.

Η μέγιστη τιμή q_{\max} δίνεται στο σημείο Ω (τέλος κλωθοειδούς) και διατηρείται σε όλη τη διαδρομή του τόξου. Μετά το σημείο Ω' (αρχή δεύτερου κλάδου κλωθοειδούς) ακολουθείται αντίστροφη πορεία, μέχρι επανέλθει στην ευθυγραμμία με κλίση $\pm 2\%$.

Στον πίνακα 2.2 δίνονται οι τιμές q , για διάφορες ταχύτητες μελέτης $V(\text{km/h})$ και ακτίνες R (m), όταν βάσει της κατηγορίας της οδού είναι $q_{\max}=8\%$.

Μεταβολή επικλίσεων max = 8 %						
R	V=50	V=65	V=80	V=100	V=120	Σημείωση
6985	*	*	*	*	**	
3493	*	*	**	**	**	
2528	*	**	**	**	0.021	
1747	*	**	**	0.022	0.028	
1164	**	**	0.027	0.035	0.042	
875	**	0.025	0.035	0.047	0.056	
699	**	0.030	0.043	0.057	0.069	** Μονοκλινή διατομή με ενιαία επίκλιση 2%
582	0.023	0.035	0.050	0.066	0.077	
499	0.026	0.040	0.056	0.072	0.080	
436	0.029	0.044	0.067	0.076	0.080	
349	0.035	0.053	0.070	0.080	*	
291	0.041	0.060	0.076	0.080	*	
250	0.045	0.066	0.079	*	*	
218	0.050	0.071	0.080	*	*	
194	0.054	0.074	*	*	*	
175	0.058	0.077	*	*	*	
159	0.061	0.079	*	*	*	
145	0.065	0.080	*	*	*	
134	0.067	0.080	*	*	*	
125	0.070	0.080	*	*	*	
109	0.074	0.080	*	*	*	
97	0.077	0.080	*	*	*	
87	0.079	0.080	*	*	*	
79	0.080	0.080	*	*	*	
76	0.080	0.080	*	*	*	

* Η ελαφυστή συνεχής γραμμή δίνει το όριο της επίκλισης που πάνω από αυτό η επίκλιση γίνεται ασθιτή από τον οδηγό.

πίνακας 2.2

Η μεταβολή της επικλίσεως από τη θέση της διατομής $\pm 2\%$, έως την επίκλιση q , μπορεί να γίνει με τρεις τρόπους.

α. Στροφή γύρο από τον άξονα.



β. Στροφή γύρο από την εσωτερική οριογραμμή.



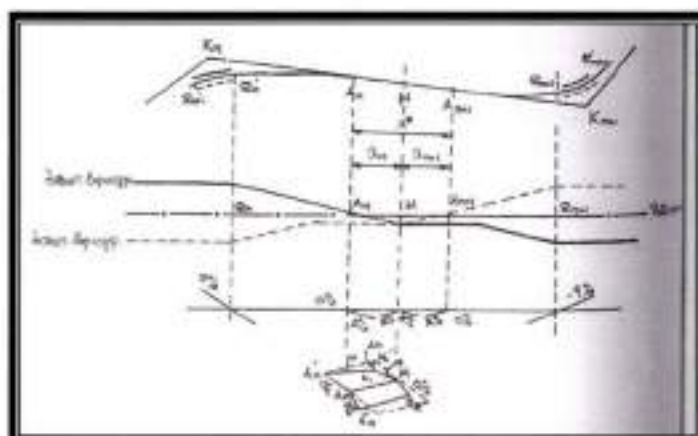
γ. Στροφή γύρο από την εξωτερική οριογραμμή.



Στο σχήμα 2.18 φαίνεται στερεομετρικά η μεταβολή της επικλίσεως από την θέση Α έως τη θέση Ω της κλωθοειδούς και προκύπτουν οι σχέσεις :

$$\text{Ορθ. Τρίγωνο } A_1 \Omega_1 A_1' \quad \epsilon\phi\omega = \Delta h/S \quad (1)$$

$$\text{Ορθ. Τρίγωνο } A_1' \Omega_1 \Omega \quad \epsilon\phi\omega = \Delta h/b/2 \quad (2)$$



σχ. 2.18

Ο λόγος $\frac{\Delta h}{S'} = K$ είναι η κλίση της οριογραμμής της οδού, σε σχέση με τη βασική γραμμή περιστροφής (συνήθως ο άξονας της οδού).

Ο λόγος $\frac{\Delta h}{B/2} = q$ είναι η επίκλιση της οδού.

2.4.3 Γενικοί όροι για την γεωμετρική μελέτη της οδού σε οριζοντιογραφία.

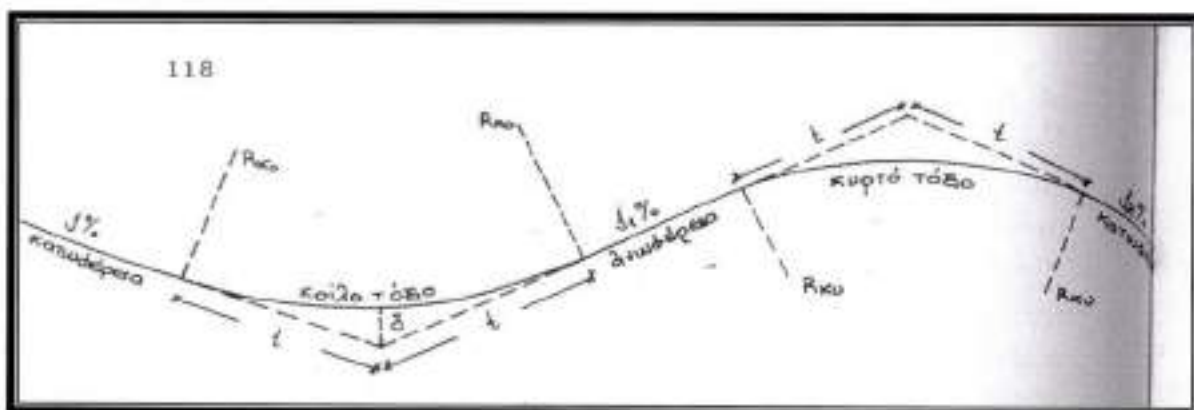
Οι γενικοί όροι, που θα αναφερθούν στο κεφάλαιο αυτό, δεν ακολουθούν μαθηματικούς ή εμπειρικούς τύπους, όπως συνέβαινε στα ειδικά μέρη της γεωμετρικής μελέτης της οδού σε οριζοντιογραφία, που αναφέρθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους. Είναι όμως ουσιώδεις για την ασφάλεια και την άνεση στην κυκλοφορία των αυτοκινήτων στην οδό .

1. Η χάραξη πρέπει να είναι κατά το δυνατόν ευθεία, περιορίζοντας τον αριθμό των καμπύλων. Πρέπει όμως ταυτόχρονα κατά το δυνατό να είναι προσαρμοσμένη στο έδαφος, περιορίζοντας τα ορύγματα , ώστε να διατηρούνται οι φυσικές κλίσεις και η βλάστηση.
2. Ο μελετητής πρέπει να χρησιμοποιεί κατά το δυνατό ανοικτές καμπύλες, να αποφεύγει τις απότομες αλλαγές από ανοικτή σε κλειστή καμπύλη και να μη χρησιμοποιεί κλειστές καμπύλες στα άκρα μεγάλου μήκους ευθυγραμμίων.
3. Σε ψηλά επιχώματα μεγάλου μήκους πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο ανοικτές καμπύλες, γιατί το όχημα βρίσκεται σε επικίνδυνη θέση. Επί πλέον πρέπει να χρησιμοποιούνται κατάλληλα στηθαία ασφαλείας .
4. Πρέπει να αποφεύγονται οι απότομες αντιστροφές στη χάραξη.
5. Πρέπει να αποφεύγεται η δημιουργία ανακαμπόντων ελιγμών, γιατί δημιουργούν κινδύνους στην κυκλοφορία και επί πλέον επιβαρύνουν πολύ τον προϋπολογισμό της οδού.
6. Πρέπει να αποφεύγεται η δημιουργία ορυγμάτων μεγάλου βάθους σε αργιλώδη εδάφη, γιατί όταν βραχεί η άργιλος δημιουργούνται καταπτώσεις των πρανών.
7. Τα επιχώματα πρέπει να εδράζονται σε έδαφος, όσο το δυνατόν ανθεκτικό και ομοιογενές .

2.4.4 Γεωμετρική μελέτη της οδού σε μηκοτομή (υψομετρική)

Η μηκοτομή είναι αναπτυγμένη προβολή της στο χώρο γραμμής της οδού πάνω στο κατακόρυφο επίπεδο.

Τα στοιχεία της είναι η ευθεία (ανοφέρεια, κατωφέρεια) και το κατακόρυφο τόξο συναρμολόγησης (κυρτό ή κοίλο), (σχ. 2.19).



σχ. 2.19

Κατά μήκος κλίση στις Ευθυγραμμίες της οδού.

Τα μεγέθη της κατά μήκος κλίσεως (j) ορίζονται από τρία κριτήρια:

- Ελάχιστη κλίση κατωφέρειας
- Μέγιστη κλίση κατωφέρειας
- Μέγιστη κλίση ανοφέρειας

- Ελάχιστη κλίση κατωφέρειας

Είναι απαραίτητη για την απορροή των νερόν, γιατί δεν αρκούν μόνο οι εγκάρσιες κλίσεις και επί πλέον αυτές απορρέουν τα νερά στις οριογραμμές.

$$\text{Σαν κλίση ορίζεται η : } J_{\min}^{\text{κατ}} = 0,5\% \text{ έως } 1\%$$

- Μέγιστη κλίση κατωφέρειας

Αυτή αποτελεί θέμα ασφαλείας ιδίως σε περιπτώσεις χιονιού ή παγετού και ορίζεται:

$$J_{\min}^{\text{κατ}} = 7\% \text{ για περιοχές με παγετό}$$

$$J_{\min}^{\text{κατ}} = 10\% \text{ για περιοχές με χιόνι}$$

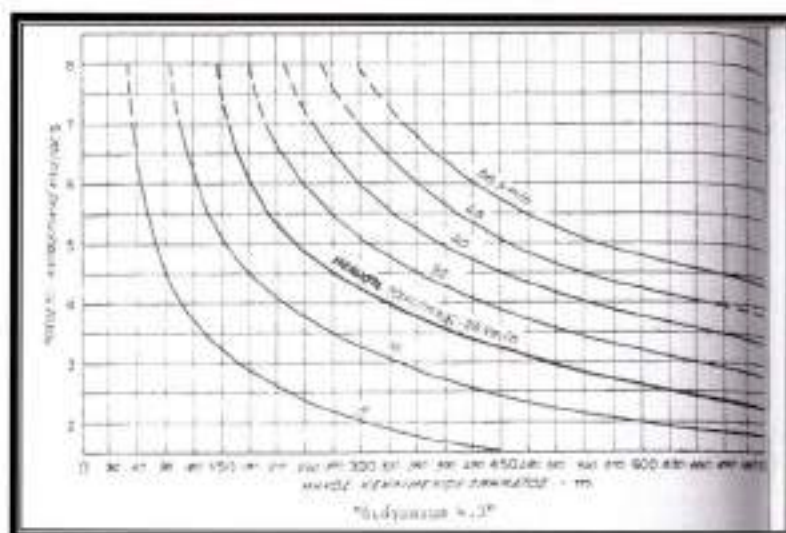
γ) Μέγιστη κλίση ανωφέρειας

Εδώ εκτός από τον κίνδυνο ολισθηρότητας, πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη η συμπεριφορά των φορτηγών και πρέπει να εκλέγεται έτσι, ώστε τα φορτηγά να μπορούν να αναπτύσσουν ταχύτητα :

$$V_{\min} \cong V_A/2 \text{ (σε οδούς δύο τροχιών)} \quad V_{\min} \cong V_A/3 \text{ (στις λουπές οδούς)}$$

Όπου V_A : ταχύτητα κυκλοφορίας.

Η μείωση αυτή της ταχύτητας των φορτηγών δεν εξαρτάται μόνο από την κλίση της ανωφέρειας αλλά και από το μήκος της οδού, που έχει την κλίση αυτή σε συνδυασμό με την επιθυμητή κυκλοφορία των οχημάτων. Οι κανονισμοί των ΗΠΑ δίνουν τον όρο "κρίσιμο μήκος κεκλιμένης οδού", εννοώντας το μέγιστο μήκος ανωφέρειας, πάνω στην οποία μπορεί να κυκλοφορεί φορτωμένο φορτηγό χωρίς υπερβολική μείωση της ταχύτητας του και δίνουν τα παρακάτω διάγραμμα.



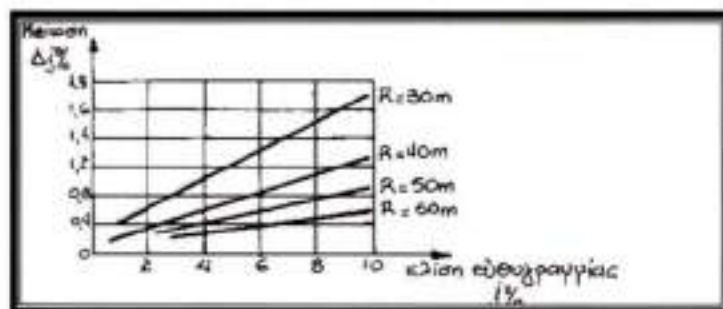
Εάν υπάρχουν στην οδό τμήματα μεγαλύτερου μήκους από το "κρίσιμο", αλλά πρέπει να διατηρηθεί η επιθυμητή ελευθερία κυκλοφορίας, πρέπει να γίνουν διορθώσεις της μελέτης ή να γίνει προσθήκη νέων λωρίδων.

2.4.5 Κατά μήκος κλίση στις καμπύλες της οδού.

Στις καμπύλες έχει σημασία η κατά μήκος κλίση του πλέον κεκλιμένου τμήματος της, που είναι η οριογραμμή (εσωτερική ή εξωτερική).

Στις μικρές καμπύλες πρέπει να ελαττώνεται η j_{\max} γιατί δεν πρέπει να ελαττώνεται η εγκάρσια κλίση, εμφανίζεται μεγάλη μηχανική αντίσταση ιδίως στα φορτηγά και πρέπει να

αποφεύγεται η τροχοπέδηση, για να μην ολισθήσουν οι τροχοί. Η μείωση αυτή φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



Συνισταμένη κλίση f της οδού.

Η συνισταμένη κλίση (f) προκύπτει σαν συνισταμένη της κατά μήκος κλίσεως $j\%$ και της εγκάρσιας κλίσεως και είναι $f = \sqrt{j^2 + q^2}$ (σχ. 4.12)

Η διεύθυνση της f προσδιορίζει τη ροή του νερού.

Σαν μέγεθος για όλες τις οδούς λαμβάνεται $f \leq 10\%$. Πάντως η μελέτη δεν γίνεται βάσει της (f) αλλά μόνο χρησιμεύει για έλεγχο της j_{\max} .

Συναρμογές των ευθυγραμμίων της κατά μήκος τομής

Ο υπολογισμός των ακτινών σε κοίλες (R_{ko}) και κυρτές καμπύλες (R_{ku}), (σχ. 2.19), πρέπει να γίνει λαμβάνοντας υπ' όψη :

- Την άνετη κίνηση του αυτοκινήτου (εγκάρσια επιτάχυνση $p \leq 0,5 \text{ m/sec}^2$).
- Το βέλος (δ) κυρίως κάτω από γέφυρες.
- Την αισθητική μορφή της καμπύλης (οι θλάσεις είναι και αντιαισθητικές).
- Την καλή ορατότητα. Οι ακτίνες που καθορίζονται βάσει της ορατότητας, είναι ικανοποιητικές από άποψη ανέσεως και αισθητικής.

2.4.6 Γενικοί όροι για τη γεωμετρική μελέτη της οδού σε μηκοτομή

Οι γενικοί όροι που θα αναφερθούν, δεν ακολουθούν μαθηματικούς ή εμπειρικούς τύπους, όπως συνέβαινε στα ειδικά μέρη της γεωμετρικής μελέτης της οδού σε μηκοτομή, που αναφέρθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους. Είναι όμως ουσιώδεις για την ασφάλεια και την άνεση στην κυκλοφορία των αυτοκινήτων στην οδό.

- Πρέπει να αποφεύγονται τα πολυάριθμα σημεία καμπής με μικρά μήκη σταθερής κλίσεως.
- Πρέπει να αποφεύγονται κατά μήκος τομές τύπου τροχιάς "λούνα πάρκ" γιατί προκαλούνται ατυχήματα κατά το προσπέρασμα. Ο οδηγός κινούμενος σε ανωφέρεια, εξαπατάται από τη θέα της απέναντι ανωφέρειας που ακολουθεί την

κατωφέρεια. Η ανοφέρεια αυτή μπορεί να είναι ελεύθερη από αντίθετα κινούμενα αυτοκίνητα, πλην όμως στην κατωφέρεια να υπάρχουν αντίθετα κινούμενα αυτοκίνητα, τα οποία ο οδηγός δεν βλέπει.

3. Πρέπει να αποφεύγεται η περίπτωση να συνδέονται με μικρού μήκους ευθύγραμμο τμήμα οδού δύο κατακόρυφα τόξα της ίδιας διεύθυνσεως (ιδίως στην περίπτωση κοίλων τόξων).
4. Σε οδούς με μικρή ταχύτητα μελέτης είναι προτιμότερο, από το να υπάρχει μεγάλου μήκους κεκλιμένο τμήμα οδού, με κλίση που να φθάνει τη μέγιστη επιτρεπόμενη, να γίνει διαίρεση σε μικρότερου μήκους τμήματα με μικρότερες φυσικά κλίσεις.
5. Κοντά σε διασταυρώσεις πρέπει να μειώνεται η κατά μήκος κλίση των οδών.
6. Οι κλίσεις πρέπει να κατανέμονται έτσι, ώστε να επιτυγχάνεται μείωση των δαπανών για χωματουργικά και τεχνικά έργα της οδού. Σε πεδινά εδάφη προτιμάται η δημιουργία περισσότερων επιχωμάτων, ενώ στα ορεινά εδάφη συνήθως η δημιουργία περισσότερων εκχωμάτων (σε συνδυασμό με τη γεωλογική σύσταση των εδαφών που θα σκαφτούν).
7. Σε ομαλά πεδινά εδάφη το κατάστρωμα της οδού πρέπει να κατασκευάζεται 30cm τουλάχιστον ψηλότερα από το φυσικό έδαφος. Εάν μάλιστα η περιοχή κινδυνεύει από πλημμύρες το ύψος αυξάνεται σε 50cm τουλάχιστον.
8. Στις διαβάσεις ποταμών και ρευμάτων, πρέπει στις προβλεπόμενες γέφυρες να δίνεται κατάλληλο ύψος, για την ελεύθερη και ασφαλή φυσική ροή των νερών και σε δυσμενείς συνθήκες.

2.4.7 Γενικοί όροι για το συνδυασμό γεωμετρικής μελέτης οδού σε Οριζοντιογραφία και Μηκοτομή.

Η οριζοντιογραφία και η κατά μήκος τομή δεν πρέπει να εξετάζονται η μια ανεξάρτητα από την άλλη, αλλά να αλληλοσυμπληρώνονται. Μετά από την προκαταρκτική μελέτη της οριζοντιογραφίας και της μηκοτομής, πρέπει να γίνονται διορθώσεις στη μια ή στην άλλη ή και στις δύο ταυτόχρονα, για να επιτευχθεί ο κατάλληλος συντονισμός, λαμβάνοντας υπ' όψη τους παρά κάτω γενικούς όρους.

1. Η καμπυλότητα σε οριζοντιογραφία και οι κατά μήκος κλίσεις πρέπει να βρίσκονται σε κατάλληλη ισορροπία. Πρέπει να αποφεύγονται συνδυασμοί ανοιχτών καμπυλών

και έντονα κεκλιμένων τμημάτων ή αντίστροφα κλειστών καμπύλων και μικρών κατά μήκος κλίσεων. Μια λογική μελέτη απαιτεί ενδιάμεσες λύσεις.

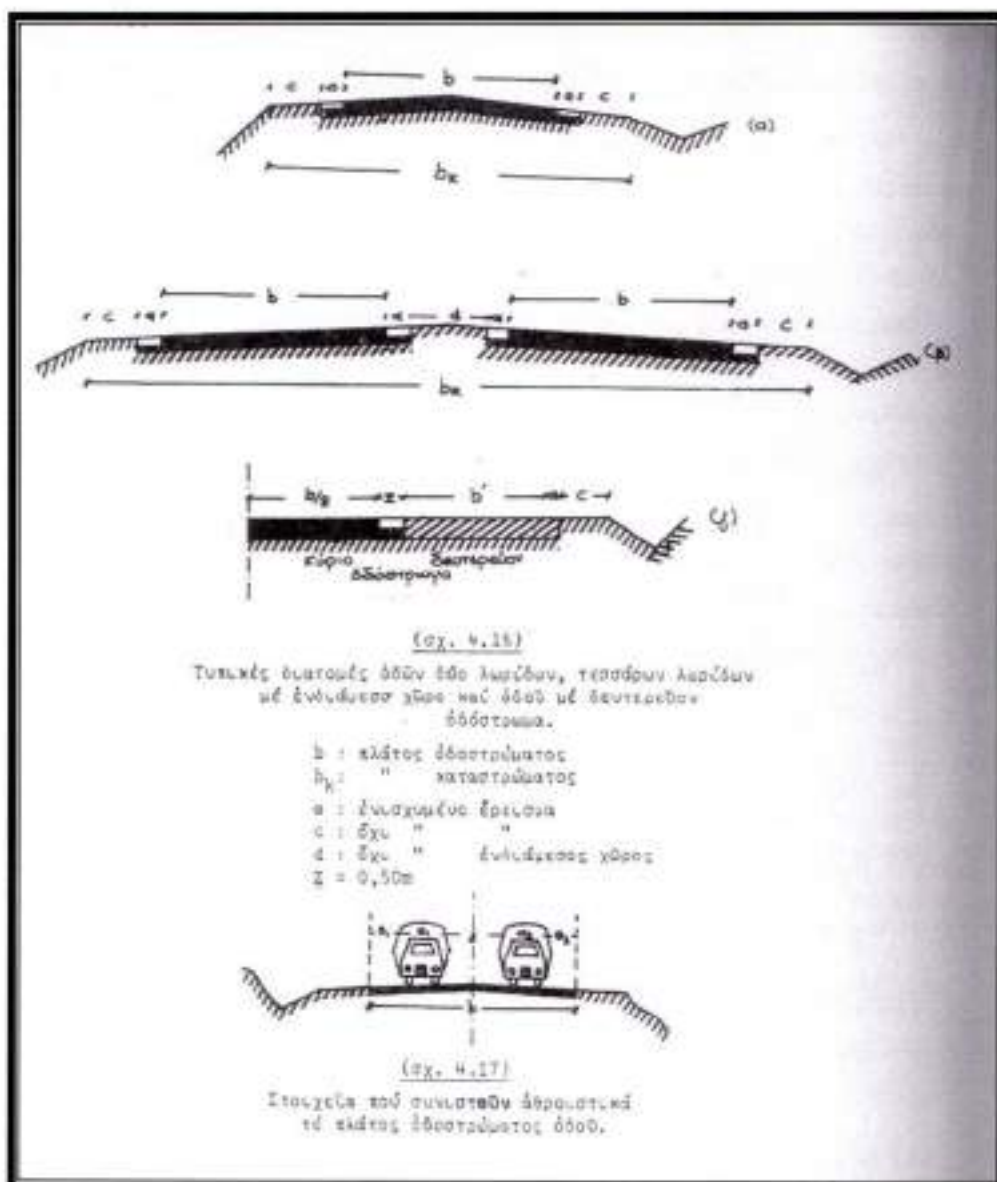
2. Σε κορυφή ή κοντά σ' αυτήν κυρτού ή κοίλου κατακόρυφου τόξου, δεν επιτρέπεται η χρησιμοποίηση κλειστής οριζόντιας καμπύλης.
3. Κοντά σε διασταυρώσεις οδών, η οριζόντια καμπύλη πρέπει να είναι όσο τα δυνατό πιο ανοικτή και η κατά μήκος τομή όσο το δυνατό μικρότερης κλίσεως.
4. Σε διηρημένες οδούς, πρέπει να ληφθεί υπ' όψη μεταβολή του πλάτους του ενδιάμεσου χώρου και να γίνει μελέτη οριζοντιογραφίας και μηκοτομής χωριστά για κάθε διεύθυνση, ώστε να υπάρξει καλύτερη λειτουργικότητα της οδού.

2.4.8 Γεωμετρική μελέτη οδού σε διατομή

Στη σύγχρονη οδοποιία, οδοί μιας λωρίδας κυκλοφορίας δεν θεωρούνται κατάλληλοι. Οποιαδήποτε πλέον οδός πρέπει να έχει δύο τουλάχιστον λωρίδες κυκλοφορίας έστω και αν ο όγκος κυκλοφορίας είναι χαμηλός. Οδοί τριών λωρίδων θεωρούνται κατάλληλοι για υπεραστικές οδούς, γιατί δυστυχώς η σύγχρονη εμπειρία σε οδούς τριών λωρίδων δείχνει ψηλό ποσοστό ατυχημάτων.

Εάν ο όγκος κυκλοφορίας υπερβαίνει τη χωρητικότητα οδού δύο λωρίδων, απαιτείται οδός τεσσάρων λωρίδων χωρίς διαχωριστικό ενδιάμεσο χώρο ή και κατά προτίμηση με διαχωριστικό ενδιάμεσο χώρο.

Οι χρησιμοποιούμενες τυπικές διατομές των οδών φαίνονται στο (σχ. 2.20)



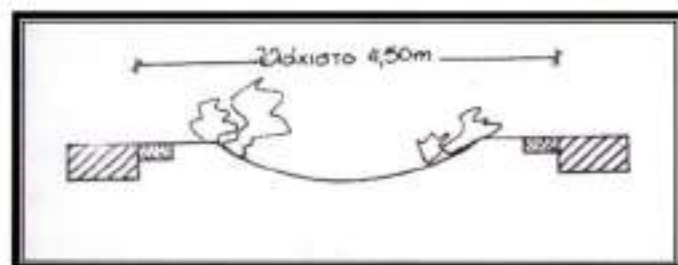
σχ. 2.20

2.4.9 Ενδιάμεσοι οδοί – διηρημένες οδοί

Ο βασικός ρόλος του ενδιάμεσου χώρου είναι ο διαχωρισμός των αντιθέτων ρευμάτων κυκλοφορίας, γι' αυτό πρέπει να είναι καλά ορατός και την ημέρα και την νύκτα. Επί πλέον το πλάτος του πρέπει να βρίσκεται σε ισορροπία με τα άλλα τμήματα της διατομής της οδού. Η τάξη μεγέθους του πλάτους είναι από ελάχιστη τιμή 1,20 m έως την επιθυμητή διάσταση των 18 m ή και περισσότερο. Γενικά το πλάτος πρέπει να είναι επαρκές, ώστε να περιοριστεί στο ελάχιστο ο κίνδυνος από τα εκθαμβωτικά φώτα των αυτοκινήτων, που κινούνται στο αντίθετο ρεύμα κυκλοφορίας, να υπάρχει χώρος για τα αυτοκίνητα που διασταυρώνονται ή στρέφονται

στους ισόπεδους κόμβους και να υπάρχει και χώρος για πιθανή στάθμευση αυτοκινήτων σε περίπτωση ανάγκης.

Στις υπεραστικές οδούς χρησιμοποιούνται γενικά ενδιάμεσοι χώροι μεγάλου πλάτους χωρίς κράσπεδα (σχ. 2.21), ενώ ενδιάμεσοι χώροι με κράσπεδα χρησιμοποιούνται σε ημιαστικές και αστικές περιοχές.



σχ. 2.21

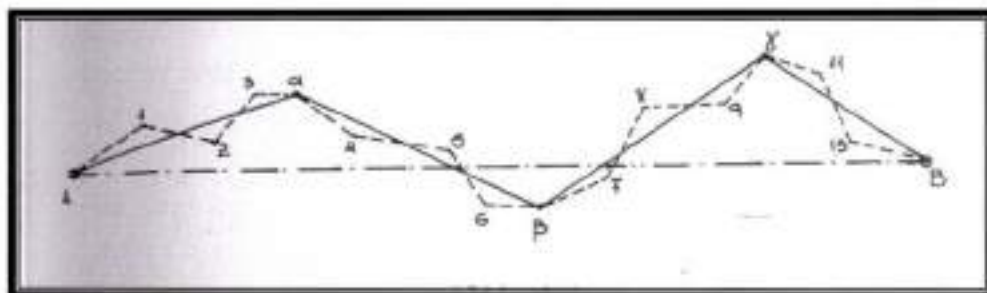
Τα κυριότερα πλεονεκτήματα των διηρημένων οδών είναι η αυξημένη ασφάλεια, η άνεση και η ευκολία στη διεξαγωγή των ελιγμών καθώς και η μείωση των μετωπικών συγκρούσεων, ιδίως όταν ο ενδιάμεσος χώρος είναι μεγάλου πλάτους. Εάν προβλέπεται στον ενδιάμεσο χώρο και λωρίδες για τις αριστερά στροφές, αποφεύγονται και οι συγκρούσεις στο πίσω μέρος προπορευόμενων αυτοκινήτων.

2.5 Στάδια Μελέτης Χαράξεως Της Οδού

2.5.1 Αναγνώριση οδού

Καθορισμός της γενικής πορείας της χαράξεως

Η μελέτη χαράξεως της οδού είναι θέμα που απαιτεί γνώση και μεγάλη ευσυνειδησία από το μελετητή.



σχ. 2.22

Έστω ότι πρόκειται να γίνει χάραξη ανάμεσα στα “κύρια σημεία” Α και Β (σχ. 2.22).

Αρχικά σε χάρτη κλίμακας 1:50.000 της Γ.Υ.Σ συνήθως ή εάν δεν υπάρχει αυτός σε αεροτοπογραφικό χάρτη της περιοχής, γίνεται μια αναγνώριση του εδάφους, ώστε ανάμεσα στα “κύρια σημεία” Α και Β να οριστούν “υποχρεωτικά σημεία” διαβάσεως.

α) Τέτοια σημεία είναι οι διάφοροι οικισμοί, βιομηχανίες, τουριστικά κέντρα κ.λ.π., που πρέπει να εξυπηρετηθούν από την οδό, που θα κατασκευαστεί.

β) Πλην όμως προσπαθώντας να συνδέσουμε τα σημεία αυτά η οδός συναντά διάφορα φυσικά εμπόδια (οροσειρές, ρεύματα κ.λ.π.).

Πρέπει λοιπόν να προσδιορίσουμε και σ’αυτά “υποχρεωτικά σημεία” διαβάσεως, τα οποία μάλιστα είναι μεγάλης σημασίας για τον προϋπολογισμό της οδού.

Γ) Ένας άλλος παράγοντας, που πρέπει να λαμβάνεται υπ’όψην, είναι, ότι πρέπει να επωφελούμαστε τη φυσική ομορφιά του τοπίου.

2.5.2 Διαδικασία της αναγνώρισης

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένα, η πρώτη αναγνώριση γίνεται σε χάρτη, πλην όμως έπειτα χρειάζεται να έλθει ο μελετητής σ’επαφή με την πραγματικότητα στο έδαφος και να διατρέξει την ή τις πορείες, που έχει εκλέξει, τοποθετώντας στο έδαφος “ενδιάμεσα σημεία” (σχ. 2.22).

Οι μέθοδοι της αναγνώρισεως είναι δύο: α) βαρομετρική β) ταχυμετρική. Στη βαρομετρική μέθοδο η όδευση Α, 1,2,...11,12 Β αποτυπώνεται με βηματόμετρο (μήκη), πωξίδα

(γωνίες), βαρόμετρο (υψομετρικές διαφορές), ενώ στην ταχυμετρική μέθοδο (μήκη, γωνίες, υψομετρικές διαφορές) μετρούνται με το ταχύμετρο.

Όταν όμως γίνεται η αναγνώριση στο έδαφος εκτός από τις τοπογραφικές μετρήσεις γίνονται και άλλες παρατηρήσεις όπως:

- α) Περιγραφή της φύσεως του εδάφους από όπου θα περάσει η οδός (ασβεστολιθικά, γρανιτικά κ.λ.π.) και ο καθορισμός των θέσεων που μπορούν να γίνουν λατομεία, υδροληψία κ.λ.π.
- β) Προσδιορισμός των θέσεων που θα γίνουν γέφυρες και πρόχειρη μέτρηση του ανοίγματος.
- γ) Συμπλήρωση του χάρτη με ονομασίες μικρών χωριών, συνοικισμών κ.λ.π.
- δ) Κατά πρώτη προσέγγιση εκτίμηση της δαπάνης κατασκευής.

Αποτέλεσμα όλων των εργασιών υπαίθρου είναι η σύνταξη των τευχών αναγνώρισεως, που είναι τα εξής :

- α) οριζοντιογραφικό σκαρίφημα σε κλίμακα (1:50000 ή 1:100000) όλων των δυνατών λύσεων.
- β) οριζοντιογραφία σε κλίμακα (1:10000 ή 1:20000), κάθε δυνατής λύσεως ξεχωριστά όπου φαίνονται όλα τα διάφορα οριζοντιογραφικά στοιχεία, που πάρθηκαν στο έδαφος καθώς και ο άξονας της οδού (κόκκινο χρώμα).
- γ) κατά μήκος τομή των δυνατών λύσεων σε κλίμακα μηκών (1:1000 ή 1:2000) αντίστοιχα, με τα άλλα υψομετρικά στοιχεία που πάρθηκαν στο έδαφος.
- δ) τεχνική έκθεση όπου γίνεται σύγκριση των δυνατιών λύσεων και υποδεικνύεται η καλύτερη.

2.5.3 Επιλογή της πορείας της οδού

Εάν στη μελέτη υπάρχουν περισσότερες εναλλακτικές λύσεις, θα πρέπει να προτιμηθεί η λύση, για την οποία το σύνολο των δαπανών είναι το μικρότερο.

Οι κυριότεροι παράγοντες, που επηρεάζουν τις δαπάνες αυτές είναι:

- I. Η φύση του εδάφους και τα χωματουργικά έργα (εύκολη εξόρυξη σε ορύγματα, να μην κατασκευάζονται ορύγματα μεγάλου βάθους σε αργιλικά εδάφη, η έδραση στα επιχώματα να γίνεται σε στερεό έδαφος κ.λ.π.)
- II. Τα κύρια τεχνικά έργα (κοιλαδογέφυρες, χωμαδρογέφυρες κ.λ.π.)
- III. Τα δευτερεύοντα τεχνικά έργα (τοίχοι αντιστηρίξεως –υποστηρίξεως, γεφυρίδια κ.λ.π.)
- IV. Τα βοηθητικά έργα (δενδροφύτευση, πινακίδες σημάσεως κ.λ.π.)
- V. Διάφορα ειδικά έργα (αποστραγγίσεως κ.λ.π.)

- VI. Η επιφάνεια του καταστρώματος
- VII. Οι απαλλοτριώσεις (εδαφών, κτιρίων κ.λ.π)

2.5.4 Προμελέτη οδού

Αποτύπωση εδαφικής ζώνης προμελέτης

Μετά από την έγκριση από την αρμόδια αρχή της καλύτερης λύσεως, αρχίζει το στάδιο της προμελέτης, όπου πρέπει να υπάρχουν πλέον πιο λεπτομερή στοιχεία για την εδαφική λωρίδα, που περιέχει την πορεία της οδού και μάλιστα διαγράμματα υψομετρικής οριζοντιογραφίας σε κλίμακες (1:1000 ή 1:2000 ή 1:5000). Ο τρόπος, με τον οποίο γίνεται η αποτύπωση της ζώνης της οδού, αποτελεί βασικά θέμα της τοπογραφίας.

Τα βασικά χαρακτηριστικά κάθε αποτυπώσεως είναι:

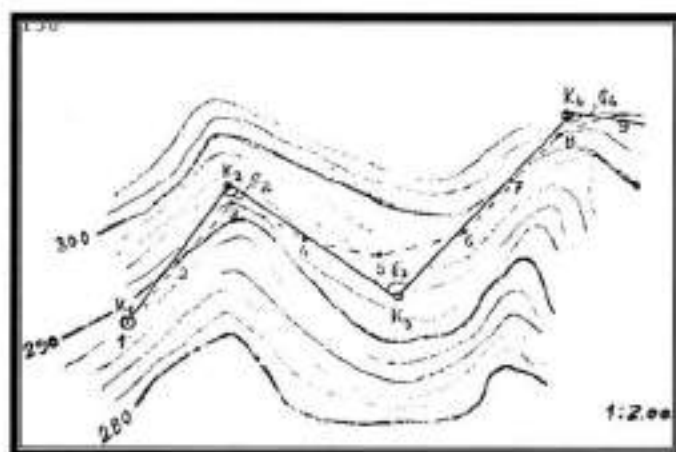
- 1) Το πλάτος της ζώνης που θα αποτυπωθεί: γενικά αυτό ρυθμίζεται, από αυτόν που διευθύνει τις εργασίες, με αναγκαία όμως αρχή να περιέχει την πορεία της εκλεγμένης από την αναγνώριση καλύτερης λύσεως. Συνήθως σε ανώμαλα εδάφη, που παρουσιάζονται αμφιβολίες για την πορεία, το πλάτος είναι μεγαλύτερο, ενώ σε ορεινά εδάφη, όπου τα σημεία διαβάσεως είμαι εντελώς υποχρεωτικά λόγω ειδικής διαμορφώσεως του εδάφους, το πλάτος περιορίζεται σημαντικά.
- 2) Η κλίμακα αποτυπώσεως: σημαντικό ρόλο στην εκλογή της κλίμακα αποτυπώσεως παίζουν η ομαλότητα ή όχι του εδάφους, η σημασία της οδού και η μέθοδος αποτυπώσεως που θα χρησιμοποιηθεί. Σε ομαλά εδάφη χρησιμοποιείται συνήθως η 1:5000, ενώ σε ανώμαλα η 1:1000. Όταν η αποτύπωση γίνεται ταχομετρικά χρησιμοποιείται η 1:1000 ή 1:2000, ενώ όταν γίνεται με αεροτοπογραφική μέθοδο χρησιμοποιείται η 1:5000. Σε πεδινά ή ελαφρά κυματοειδή εδάφη η ισοδιάσταση των ισούψων καμπύλων είναι 1 ή 2m ανεξάρτητα από την κλίμακα αποτυπώσεως. Σε ορεινά εδάφη η ισοδιάσταση είναι 1 ή 2m για κλίμακα 1:1000, 2 ή 5m για κλίμακα 1:2000 και 5 ή 10m για κλίμακα 1:5000.
- 3) Οι λεπτομέρειες που ανεξάρτητα θα αποτυπωθούν και οποίες είναι:

1. Προϊπάρχοντες κυκλοφοριακοί άξονες (οδοί, σιδηροδρομικές γραμμές, ατραποί κ.λ.π) και τα αντίστοιχα τεχνικά τους έργα (γέφυρες, οχετοί κ.λ.π)
2. Υδάτινα ρεύματα (ποταμοί, χείμαρροι, τάφροι κ.λ.π), έλη, πηγές και πηγάδια.
3. Γραμμές επικοινωνίας (τηλεγραφικές, τηλεφωνικές κ.λ.π) καθώς και γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας.
4. Όρια καλλιεργημένων ή χερσαίων εδαφών, όρια δασών, συστάδες δένδρων, μεμονωμένα δέντρα.
5. Περίμετροι πόλεων, χωριών κ.λ.π., μεμονωμένες οικοδομές (εκκλησίες, αγρεπαύλεις κ.λ.π.) καθώς και ειδικής χρήσεως περιοχές (κοιμητήρια κ.λ.π).
6. Χαρακτηριστικά σημεία του εδάφους για την αποτύπωση της ανάγλυφης μορφής του.

Σειρά εργασιών για την σύνταξη της οριζοντιογραφίας της οδού.

Στο διάγραμμα της ζώνης που συντάχθηκε, αρχίζει πλέον η προμελέτη της οδού και ακολουθείται η εξής σειρά εργασιών :

1. Χάραξη της “ισοκλινούς”, για να βρεθεί η ευνοϊκότερη χάραξη, μεταξύ των “υποχρεωτικών σημείων”, από άποψη χωματισμών. (σχ. 2.23).

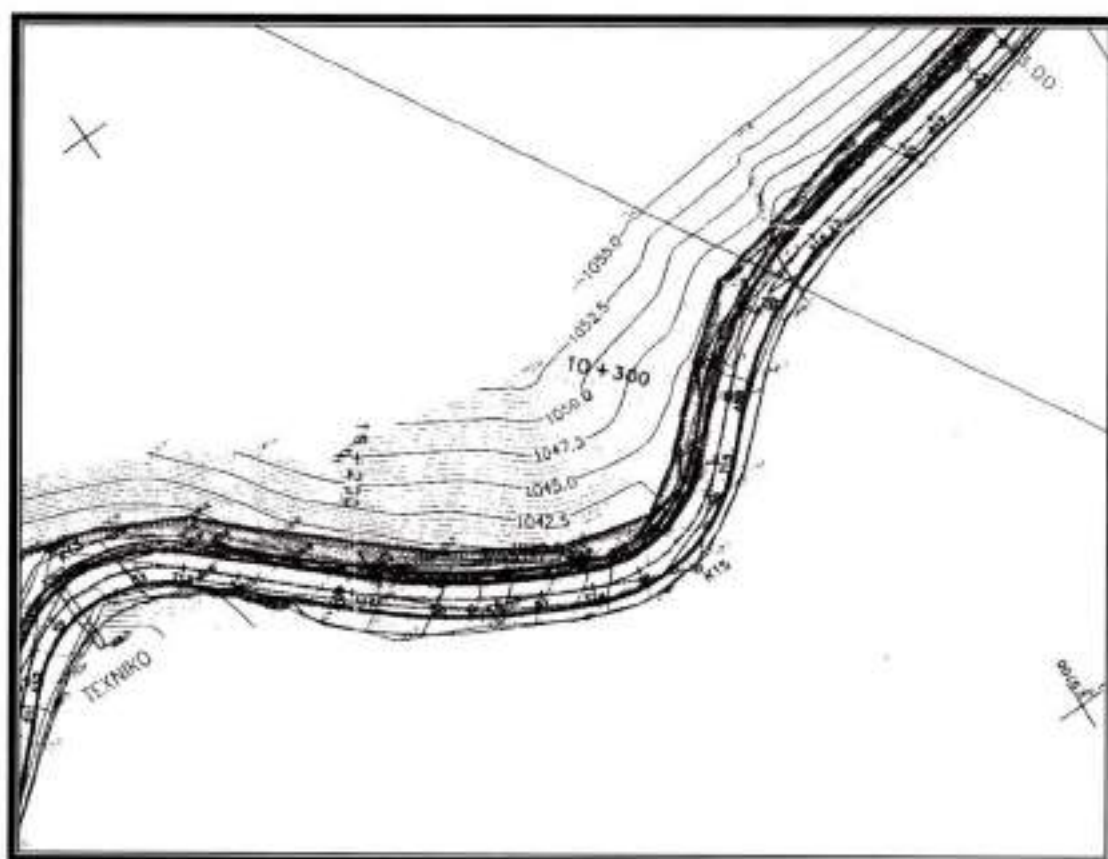


σχ. 2.23

Αναφέρεται επί πλέον ότι, για να περιοριστεί ο αριθμός των δοκιμών για την εύρεση της καταλληλότερης ισοκλινούς, γίνεται συνήθως η εξής εργασία:

- 1) Μετρίεται η οριζόντια απόσταση των “υποχρεωτικών σημείων” Α και Β και υπολογίζεται και η υψομετρική τους διαφορά .

- 2) Επειδή τελικά ο άξονας της οδού δεν ακολουθεί την ευθεία ΑΒ, αλλά μια άλλη πορεία με μεγαλύτερο φυσικό μήκος, πολλαπλασιάζεται το μήκος με συντελεστή μεγαλύτερο σε ορεινά εδάφη και μικρότερο σε ομαλότερα εδάφη (συντελεστές βγαλμένοι από την εμπειρία), οπότε τελικά προκύπτει το περίπου μήκος της οδού.
 - 3) Υπολογίζεται η κλίση της ισοκλινούς (j) και η πλευρά της L σε (m), με την οποία θα γίνει η πρώτη δοκιμή. Είναι ευνόητο ότι δεν επιβάλλεται να υπάρχει ενιαία κλίση για όλη την οδό αν και αυτό βασικά πρέπει να επιδιώκεται.
- II. Έχοντας σαν οδηγήτρια την "ισοκλινή" γραμμή χαράζεται η "πολυγωνική" γραμμή, ώστε να επιτευχθεί η προβλεπόμενη από την κατηγορία της οδού ταχύτητα μελέτης, αλλά ταυτόχρονα να μην γίνεται μεγάλη παρέκκλιση από την ισοκλινή (ώστε να υπάρξει κατά το δυνατό η ευνοϊκότερη λύση, όσο αφορά τους χωματισμούς) (σχ. 2.23).



σχ. 2.24

- III. Χαράζοντας την πολυγωνική ορίζονται πλέον οι ταχύτητες των τμημάτων της χαράξεως, γνωρίζοντας ήδη και τις γωνίες β της πολυγωνικής, αφού μετρηθούν με αναγωγή. Αν θέλουμε να πετύχουμε μεγαλύτερη ταχύτητα, πρέπει να μεταβάλλουμε την πολυγωνική (πλευρές και γωνίες).

- IV. Εκλέγεται η κατάλληλη ακτίνα R και υπολογίζεται η εκτροπή ϵ για κάθε κορφή της πολυγωνική, επιζητώντας ταυτόχρονα τη σχέση $S \cong S'$.
- V. Υπολογίζονται τα υπόλοιπα γεωμετρικά στοιχεία για κάθε κορφή (μήκη εφαπτομένων κ.λ.π).

Για την διευκόλυνση των εργασιών (γ, δ, ϵ) χρησιμοποιούνται "πίνακες χαράξεως οδών".

στ. Σχεδιάζεται με τα κανονικά σύμβολα και χρώματα η πολυγωνική και σημειώνονται για κάθε κορφή τα χαρακτηριστικά της. Στο (σχ. 2.24) φαίνεται ο τρόπος σχεδίασεως του άξονα της οδού πάνω στο τοπογραφικό διάγραμμα.

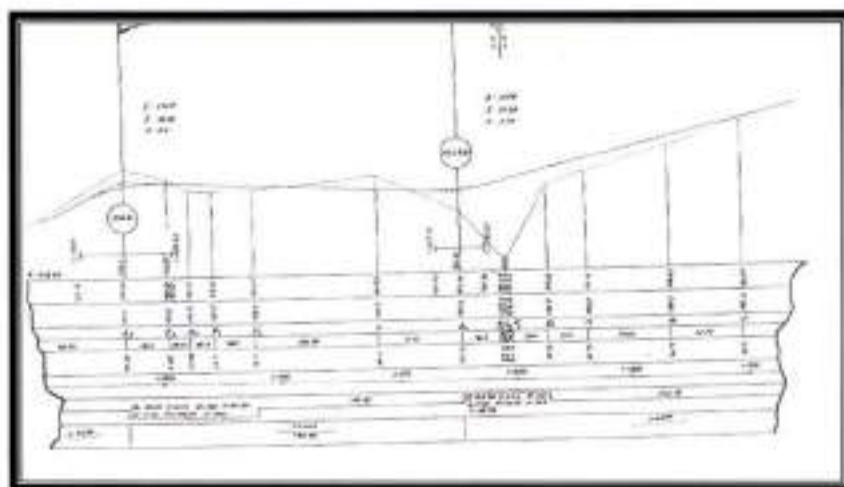
- 1) Τοποθετούνται οι κορφές της πολυγωνικής ($\dots K_1, K_2, K_3, \dots$).
- 2) Ορίζονται τα κύρια σημειώνονται οι αποστάσεις των σημείων (A_i, A_i') από την αρχή καθώς και τα εκατομετρικά και χιλιομετρικά σημεία του άξονα ($0 + 100$ κ.λ.π) και γράφονται κάθετα στον άξονα της οδού.
- 3) Ορίζονται τα κύρια σημεία των καμπύλων ($A_i, \Omega_i, \Delta_i, \Omega_i', A_i'$), βάσει των υπολογισμένων γεωμετρικών στοιχείων της κορφής.
- 4) Σημειώνονται τα στοιχεία για κάθε μορφή πολυγωνικής, την αντίστοιχη κλωθοειδή και το τόξο κύκλου (β : γωνία πολυγωνικής, R : ακτίνα κύκλου, ϵ : εκτροπή κ.λ.π). Τα στοιχεία αυτά σημειώνονται στο εσωτερικό του τόξου κύκλου (κορφή K_{15} σχ. 2.24).
- 5) Η σχεδίαση γίνεται με κόκκινο μελάνι.

Σειρά εργασιών για την σύνταξη της μηκοτομής της οδού

Όταν σχεδιαστεί ο άξονας της οδού πάνω στην υψομετρική οριζοντιογραφία της περιοχής, είναι φυσικό ότι ορίζεται οριζοντιογραφικά και υψομετρικά η θέση κάθε σημείου του άξονα.

Εάν θεωρήσουμε ότι κάνουμε τομή εδάφους με κατακόρυφη επιφάνεια, που περνά από τον άξονα της οδού και ότι τεντώνουμε τον άξονα της οδού, έτσι ώστε τα σημεία του να διατηρήσουν τις μεταξύ τους οριζοντιογραφικές αποστάσεις, τότε η γραμμή, που σχηματίζεται από την τομή αυτή, λέγεται "μηκοτομή εδάφους".

Για να σχεδιαστεί η μηκοτομή χρησιμοποιούνται χαρακτηριστικά και ενδιάμεσα σημεία του άξονα, που είναι τα εξής: (σχ. 2.25).



σχ. 2.25

- Τα σημεία $A, \Omega, \Delta, \Omega', A'$, κάθε καμπύλης
- Τα εκατομετρικά και χιλιομετρικά σημεία του άξονα (0+000, 0+100, 0+200, κ.λ.π)
- Τα σημεία τομής του άξονα με τις υψομετρικές καμπύλες (1,2,.....)
- Ενδιάμεσα σημεία με τα οποία δείχνεται πιστότερα η μορφή του εδάφους, όπου φυσικά χρειάζονται (3,6) (σχ. 2.24)

Η σχεδίαση των χαρακτηριστικών σημείων πάνω στην πρώτη οριζόντια γραμμή του σχεδίου της μηκοτομής (ορίζοντας), καθορίζεται από τις αποστάσεις των σημείων A_i από την αρχή (σχ. 2.24) και τα υπόλοιπα υπολογισμένα γεωμετρικά στοιχεία των καμπύλων.

Η θέση των ενδιάμεσων σημείων ορίζεται με την απόστασή τους (που μετρείται πάνω στον άξονα της οδού) από τα πλησιέστερα χαρακτηριστικά ή εκατομετρικά σημεία.

Για το λόγο αυτό πρώτα συμπληρώνεται στη μηκοτομή η λωρίδα "Αποστάσεις μεταξύ", όπου γράφονται σε μέτρα οι αποστάσεις μεταξύ των διαδοχικών χαρακτηριστικών ή ενδιάμεσων σημείων και η λωρίδα, "απόστασης από αρχής", όπου γράφονται σε μέτρα η απόσταση καθενός χαρακτηριστικού και ενδιάμεσου σημείου από το προηγούμενο του εκατομετρικό σημείο. Τέλος γράφεται το υψόμετρο κάθε σημείου στη λωρίδα "Υψόμετρα εδάφους". Το υψόμετρο, για τα σημεία που βρίσκονται πάνω στις υψομετρικές καμπύλες, είναι γνωστό, ενώ για τα σημεία που βρίσκονται μεταξύ δύο υψομετρικών καμπυλών, βρίσκεται με παρεμβολή βάσει της θέσεώς τους σχετικά με αυτές.

Η σχεδίαση της τεθλασμένης γραμμής, που παριστάνει τη μηκοτομή του εδάφους, γίνεται με τον εξής τρόπο. Ορίζεται ένα κατάλληλο ύψος ορίζοντα (H). Υπάρχει περίπτωση να

γίνει σε κάποιο σημείο αλλαγή του ύψους ορίζοντα (καταρράκτης), λόγω μεγάλων υψομετρικών διαφορών.

Στα σημεία, που αλλάζει κλίση ο άξονας, γράφονται τα στοιχεία του κατακόρυφου τόξου (R, δ, t) καθώς επίσης και τα υψόμετρα των σημείων επαφής και του μέσου του τόξου.

Στη λωρίδα “κλίσεις” γράφονται η κλίση κάθε τμήμα του άξονα και το μήκος του τμήματος αυτού.

Έπειτα συμπληρώνεται η λωρίδα “Υψόμετρα της οδού” για κάθε σημείο διατομής, με υπολογισμό βάσει της κλίσεως τη οδού και της αποστάσεως του από την αρχή ή γραφικά.

Οι αριθμοί, που είναι γραμμένοι πάνω στη μηκοτομή, παριστάνουν την υψομετρική διαφορά σε μέτρα του άξονα της οδού και του φυσικού εδάφους, για κάθε σημείο διατομής.

Τέλος συμπληρώνεται η λωρίδα “Ευθυγραμμίες και καμπύλες” όπου γράφονται τα μήκη των ευθύγραμμων τμημάτων του άξονα καθώς και τα στοιχεία των καμπύλων (οι καμπύλες σχεδιάζονται σαν ανάπτυγμα σε ευθυγραμμία με μήκος όσο το μήκος της καμπύλης $A\Omega\Delta\Omega'A'$).

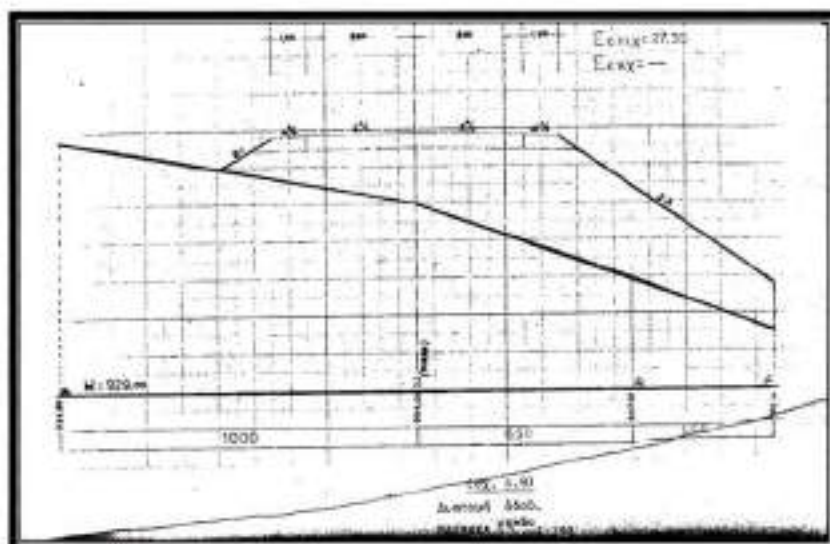
Η σχεδίαση και γραφή των αριθμών γίνεται όπως στο υπόδειγμα. Ο χρωματισμός είναι: μαύρο για ότι αναφέρεται στο έδαφος, κόκκινο για ότι αναφέρεται στην οδό, μπλε η γραμμή ορίζοντα.

Σχεδίαση διατομών από το διάγραμμα

Κατά πλάτος τομή εδάφους είναι τομή του από κατακόρυφο επίπεδο κάθετο στον άξονα του έργου. Στα συγκοινωνιακά έργα σχεδιάζονται οι διατομές της οδού κάθετα στον άξονά της σε όλα τα χαρακτηριστικά και ενδιάμεσα σημεία που ορίστηκαν, για να σχεδιαστεί η κατά μήκος τομή (σημεία $A, 1, 2, 3, \dots$) (σχ. 2.25).

Το πλάτος της διατομής δεξιά και αριστερά του άξονα ορίζεται από τις ανάγκες της μελέτης. Για να σχεδιαστεί η διατομή της οδού, πρώτα πρέπει να σχεδιαστεί η κατά πλάτος τομή του εδάφους. Τα στοιχεία για τη σχεδίαση αυτή (αποστάσεις, υψόμετρα) παίρνονται από το διάγραμμα. Στο σχ. 2.26 φαίνεται η διατομή στο σημείο (2) πλάτους 10m δεξιά και 10m αριστερά. Τα χαρακτηριστικά σημεία του εδάφους είναι τα άκρα της διατομής (a_1, δ_2), το μέσο της διατομής (2) και το σημείο δ_1 , όπου η διατομή κόβει την υψομετρική καμπύλη. Μετρώνται από το σχέδιο οι αποστάσεις: $a_1, 2, 2\delta_1, \delta_1, \delta_2$ και υπολογίζονται τα υψόμετρα των σημείων $a_1, 2, \delta_1, \delta_2$. Η σχεδίαση φαίνεται στο σχ. 2.26, όπου βάσει των μετρημένων στοιχείων

συμπληρώνονται οι λωρίδες “Υψόμετρα εδάφους” και “απόσταση μεταξύ”. Όπως και στη μηκοτομή σχεδιάζεται η τεθλασμένη γραμμή, όπου παριστάνει την κατά πλάτος τομή του εδάφους. Η σχεδίαση γίνεται σε κλίμακα 1:100 ή 1:200 και σε χαρτί χλιοστομετρημένο (millimeter).



σχ. 2.26

Υπόλοιπα στοιχεία προμελέτης

Εκτός από τα διαγράμματα οριζοντιογραφίας, μηκοτομής και διατομών απαιτούνται ακόμη,

1. πίνακας χωματισμών
2. πίνακας τοίχων αντιστήριξης
3. πίνακας τεχνικών έργων και προεκτίμηση της δαπάνης τους
4. διάγραμμα της θέσεως όπου θα γίνεται η λήξη υλικών
5. προμέτρηση οδοστρωσίας και ασφαλτικών εργασιών
6. προϋπολογισμός δαπάνης
7. τεχνική έκθεση

Οριστική μελέτη της οδού

Μετά από την έγκριση της προμελέτης αρχίζει το στάδιο της οριστικής μελέτης τη οδού. Σκοπός της μελέτης αυτής είναι η πασσάλωση (οριζοντιογραφικά και υψομετρικά) της οδού στο

έδαφος και η λήξη στοιχείων για την τεχνική και οικονομική μελέτη της οδού με μεγάλη ακρίβεια (μετρήσεις κατ' ευθείαν στο έδαφος και όχι από το διάγραμμα όπως στην προμελέτη).

Εργασίες εδάφους και γραφείου

A) Οι εργασίες υπαίθρου κατά την οριστική μελέτη αναφορικά είναι οι εξής :

- 1) Ορισμός στο έδαφος των ευθυγραμμίων της πολυγωνικής σήμανσης και εξασφάλιση των κορφών της.
- 2) Μέτρηση των γωνιών της πολυγωνικής
- 3) Πασσάλωση των κύριων σημείων των καμπύλων και των ευθυγραμμίων του άξονα της οδού.
- 4) Γεωμετρική χωροστάθμηση των πασσάλων της χαράξεως και λήξη στοιχείων μηκοτομής και κατά πλάτος τομών.
- 5) Λεπτομερής οριζοντιογραφική και υψομετρική αποτύπωση των θέσεων των τεχνικών έργων της οδού
- 6) Λήξη στοιχείων κτηματολογίου για την εκτέλεση των απαλλοτριώσεων

B) οι εργασίες γραφείου που ακολουθούν είναι :

- 1) Οριζοντιογραφία της οδού σε κλίμακα 1:1000 (σχ. 5,10).
- 2) Μηκοτομή της οδού σε κλίμακα μηκών 1:1000, υψών 1:100.
- 3) Κατά πλάτος τομές της οδού σε κλίμακα μηκών και υψών 1:100 ή 1:200.
- 4) Κτηματολογικό διάγραμμα και πίνακας.

Στην οριζοντιογραφία (σχ. 2.27) πρέπει να φαίνονται τα εξής στοιχεία :

- 1) Ο άξονας της οδού με τη χιλιομέτρησή του.
- 2) Οι ονομασίες των σημείων επαφής και μέσων των καμπύλων καθώς και τα στοιχεία των καμπύλων.
- 3) Η αριθμηση των σημείων διατομών του άξονα.
- 4) Τα άκρα του καταστρώματος
- 5) Οι εξασφαλίσεις των κορφών της πολυγωνικής του άξονα.
- 6) Οι θέσεις και τα υψόμετρα των χωροσταθμικών αφετηριών.
- 7) Τα βασικά τοπωνύμια των περιοχών όπου περνά η οδός, οι ονομασίες ποταμών χειμάρρων κ.λ.π., οι θέσεις τυχόν διορύγων, αγωγών αρδεύσεων και υδρεύσεων.

Υπόλοιπα στοιχεία οριστικής μελέτης

Η συμπλήρωση της οριστικής μελέτης γίνεται με τα εξής τεύχη:

- α) Διαγράμματα και πίνακας μεταφοράς χωμάτων
- β) Τοπογραφικά διαγράμματα σε κλίμακα 1:500 των θέσεων και πίνακας δαπανών των τεχνικών έργων της οδού.
- γ) Διαγράμματα των θέσεων που θα ληφθούν υλικά και δανικά χώματα καθώς και των θέσεων που θα ριφθούν τα περισσεύματα των χωματισμών.
- δ) Προμέτρηση – τιμολόγια – προϋπολογισμός – Τεχνική έκθεση.

Ανακάμπτοντες ελιγμοί

Ανακάμπτοντες ελιγμοί είναι καμπύλες με ακτίνα 30m και αλλαγή διεύθυνσεως περίπου 180° . Οι διαστάσεις τους καθορίζονται βάσει αρχών γεωμετρικών και όχι της δυναμικής της κυκλοφορίας.

Χρησιμοποιούνται σε δυσχερείς, από άποψη τοπογραφίας εδάφους περιοχές, όπου για τη χάραξη δύο υποχρεωτικών σημείων, δεν είναι δυνατό να υπάρξει το απαραίτητο μήκος έστω και αν χρησιμοποιηθεί η μέγιστη επιτρεπόμενη κλίση. Συνήθως αυτό συμβαίνει, όταν πρέπει να περιοριστεί η χάραξη σε ένα ορισμένο τμήμα των πλαγιών, λόγω του ότι υπάρχουν εμπόδια και στις δύο πλευρές (χαράδρες, κατολισθαίνοντα εδάφη κ.λ.π).

Είναι γεγονός ότι αποτελούν εμπόδιο για την κυκλοφορία και πρέπει να αποφεύγονται. Εάν η δημιουργία τους είναι αναπόφευκτη, πρέπει να γίνεται προσπάθεια να χρησιμοποιούνται μεγάλες ακτίνες και να εκλέγεται η θέση τους, εκεί όπου θα προκύψουν μικρότερες δαπάνες κατασκευής. Στο σχ. 2.28 φαίνεται ένας ελιγμός που αποτελείται από τα εξής τμήματα :

- 1) Είσοδο – έξοδο (ευθυγραμμίες ή κυκλικά τόξα μεγάλης ακτίνας)
- 2) Κυκλικό τόξο (χαρακτηρίζεται από $R_{εξ}$, R , $R_{εξ}$)
- 3) Τόξο συναρμογής

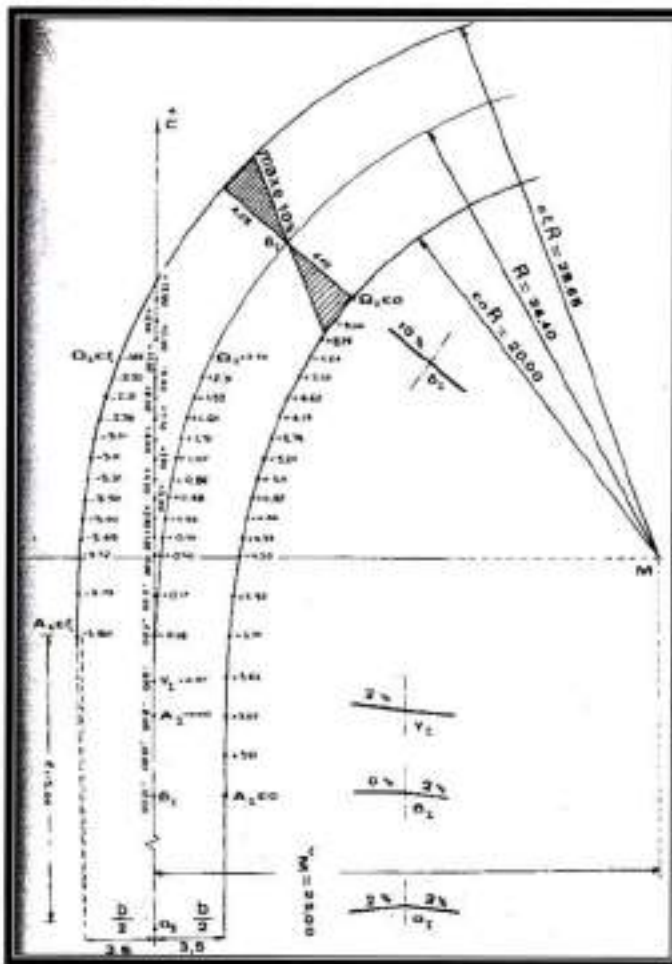
4) Χαράζονται οι κλάδοι 1 και 2 έτσι ώστε:

α) Το κέντρο M του ελιγμού (που απέχει από τους κλάδους 1 και 2 αποστάσεις αντίστοιχα V_M και Ψ_M που δίνονται βάσει του τύπου του ελιγμού), να βρίσκεται πλησιέστερα στο K ή και να συμπίπτει με αυτό.

β) Τα μήκη $(K_{v+1}M')$ και $(K_{v-1}M'')$ να είναι αρκετά μεγάλα, ώστε να επιτρέπουν την απόσβεση των επικλήσεων (Οι K_{v-1} , K_{v+1} είναι κορφές της πολυγωνικής του άξονα της οδού).

γ) Η γωνία γ (σχ. 2.29) να είναι $\gamma=200g$

5) Καθορίζονται τα καμπύλα τμήματα του άξονα της οδού με τη βοήθεια πινάκων (δίνουν ορθογώνιες συντεταγμένες των κύριων σημείων Λ_1 , Ω_1 κ.λ.π. (σχ. 2.30) καθώς και άλλων σημείων). Οι πίνακες αυτοί χρησιμοποιούνται και για τη χάραξη του ελιγμού στο έδαφος και οι συντεταγμένες που δίνουν, περιλαμβάνουν και τις αντίστοιχες διαπλατύνσεις.



σχ. 2.30

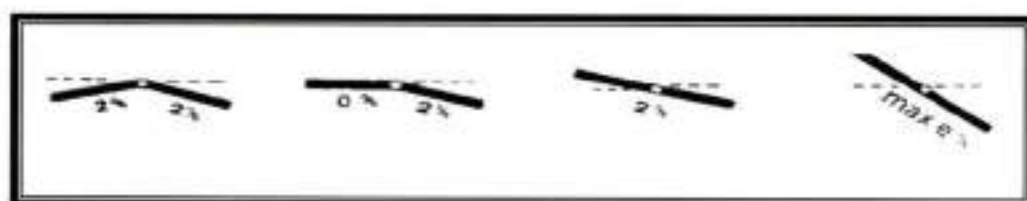
Β) Υψομετρικός καθορισμός

Η κατά μήκος κλίση του άξονα της οδού στη θέση του ελιγμού και στις εκατέρωθεν γειτονικές θέσεις πρέπει να μην υπερβαίνει το 3% .

Εάν εκατέρωθεν του ελιγμού η κλίση του άξονα της οδού είναι μεγάλη, γίνεται συναρμογή με τη κλίση του άξονα του ελιγμού, με τη βοήθεια κατακόρυφων τόξων μεγάλης ακτίνας.

Γ) Επίκλιση

Στο οδόστρωμα του ελιγμού επιτρέπεται να είναι $q_{max} * 10\%$. Η μεταβολή των επικλίσεων γίνεται με στροφή γύρω από τον άξονα της οδού και τα χαρακτηριστικά σημεία μεταβολής φαίνονται στο (σχ. 2.31).



σχ. 2.31

Δ) Απαιτούμενα διαγράμματα

Προμελέτης: Η υψομετρική οριζοντιογραφία της περιοχής, όπου προβλέπεται ελιγμός, γίνεται σε μεγαλύτερη κλίμακα σε ιδιαίτερο σχέδιο.

Οριστικής μελέτης :

1. Γενική οριζοντιογραφία κλίμακας 1:500 όλου του ελιγμού με τις παρακείμενες κορφές (K_{v-1} - K_{v+1})
2. Οριζοντιογραφία κάθε κλάδου κλίμακας 1:100, όπου γράφονται οι ορθογώνιες συντεταγμένες καθορισμού των σημείων του ελιγμού (άξονα, οριογραμμών)
3. Κατά μήκος τομή του άξονα (κλίμακα μήκων 1:1000, κλίμακα υψών 1:100)
4. Διατομές κλίμακας 1:100, σε όλες τις χαρακτηριστικές θέσεις (συναρμογών και αλλαγών επικλίσεων)
5. Σχηματική παράσταση (κλίμακα μηκών 1:500, επικλίσεων $1cm=2\%$) της αλλαγής των επικλίσεων στις χαρακτηριστικές θέσεις (σχ. 2.31) του ελιγμού καθώς και στις χαρακτηριστικές θέσεις των εκατέρωθεν καμπύλων από τη διχοτόμο της κάθε μίας.

2.6 Υπολογισμών Χωματοουργικών Εργασιών

Το κόστος της δαπάνης μίας οδού διαμορφώνεται κυρίως από τα χωματοουργικά και τεχνικά έργα, που προβλέπονται να γίνουν.

Χωματοουργικά είναι τα έργα εκείνα, με τα οποία υψώνεται ή χαμηλώνεται η στάθμη του εδάφους, μέχρι το ύψος που προβλέπεται από τη μελέτη.

2.6.1 Διανομή και μεταφορά χωμάτων

Η συνολική δαπάνη των χωματοουργικών έργων δεν περιλαμβάνει μόνο τις δαπάνες για την εξόρυξη των εκχώματων και την διάστρωση τους σε επιχώματα, αλλά και τις δαπάνες φορτώσεως και μεταφοράς, από τις οποίες οι πρώτες εξαρτώνται από τα μέσα μεταφοράς που θα χρησιμοποιηθούν (σε συνδυασμό με τιμές και ημερομίσθια) και οι δεύτερες από τα μέσα μεταφοράς και από τις αποστάσεις μεταφοράς.

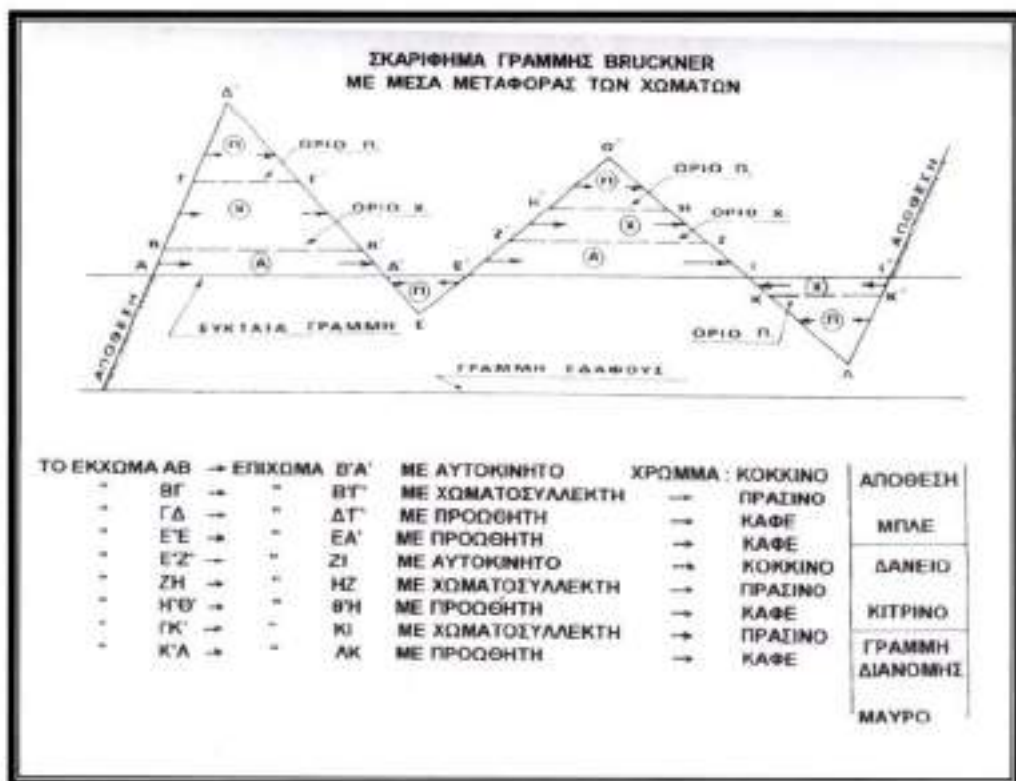
2.6.2 Χάραξη της γραμμής των κύβων. Μέθοδος BRUCKNER

Πάνω στην γραμμή εδάφους ορίζονται οι χιλιομετρικές θέσεις των διατομών. Σε κάθε μια από αυτές τις θέσεις ορίζεται τεταγμένη ίση με το αλγεβρικό άθροισμα από την αρχή, πάνω από την γραμμή εδάφους όταν το πρόσημο είναι (+), κάτω από τη γραμμή εδάφους όταν είναι (-), (σχ. 2.32).

Σαν κλίμακα για τις τεταγμένες χρησιμοποιείται η κλίμακα της μηκοτομής και για τις τεταγμένες ή 1:10000 ή 1:20000 ή 1:50000 .

- 1) Η πολυγωνική γραμμή που προκύπτει, λέγεται “γραμμή των κύβων” και αποτελείται από κατερχόμενους κλάδους (επιχώματα) και ανερχόμενους κλάδους (εκχώματα) .
- 2) Ολικός κύβος επιχώματος σε (m^3) : λέγεται η κατακόρυφη απόσταση του χαμηλότερου σημείου από τη γραμμή εδάφους .
- 3) Ολικός κύβος εκχώματος σε (m^3) : λέγεται η κατακόρυφη απόσταση του ψηλότερου σημείου από τη γραμμή εδάφους.

- 4) Γραμμή διανομής: λέγεται κάθε ευθεία παράλληλη στον άξονα των τετμημένων, που τέμνει τους κλάδους της γραμμής των κύβων και ορίζει δυνατή διανομή εξισώνοντας τους όγκους εκχωμάτων και επιχωμάτων μεταξύ δυο διαδοχικών σημείων τομής (σχ.6.1).



σχ. 2.32

- 5) Οι αποστάσεις των άκρων της γραμμής των κύβων από τη γραμμή διανομής παριστάνουν τους όγκους, που δεν μπορούν να εξισωθούν, οπότε για τον ανερχόμενο κλάδο οι αντίστοιχοι όγκοι πρέπει να αποτεθούν σε περιοχή έξω από το έργο, ενώ για τον κατερχόμενο κλάδο οι αντίστοιχοι όγκοι πρέπει να βρεθούν με δανεικά χόματα από άλλες περιοχές.

3 ΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΟΔΟΥ ΜΕ Η/Υ

3.1 Εισαγωγή

Οι Η/Υ δεν περιορίζονται μόνο στην μελέτη χάραξης μιας οδού αλλά σε όλα τα στάδια του έργου αυτού, από την έρευνα και των προγραμματισμό έως και την σχεδίαση του έργου, την λειτουργία του, τα εγχειοβελτιωτικά έργα, την τοπογραφία, την συντήρηση, τα λογιστικά, τη μεθοδολογία και το μάρκετινγκ του έργου.

Οι υπολογιστές χρησιμοποιούνται για αποθήκευση, ανάκτηση, και ανάλυση των δεδομένων, καθώς και σχεδίαση, προσομοίωση και παρακολούθηση των σχεδίων και λειτουργιών του έργου.

Κύριος όμως σκοπός της χρήσης των Η/Υ είναι η απλοποίηση της διαδικασίας συλλογής πληροφοριών, η ανάλυση και η μοντελοποίηση τους. Επιπρόσθετα η μοντελοποίηση με χρήση Η/Υ απομακρύνει την πιθανότητα ενός μη ανιχνευμένου σφάλματος στον υπολογισμό και επιτρέπει την αξιολόγηση περισσότερων εναλλακτικών λύσεων σε μικρότερο χρονικό διάστημα από ότι είναι δυνατό με την χειρονακτική προσέγγιση.

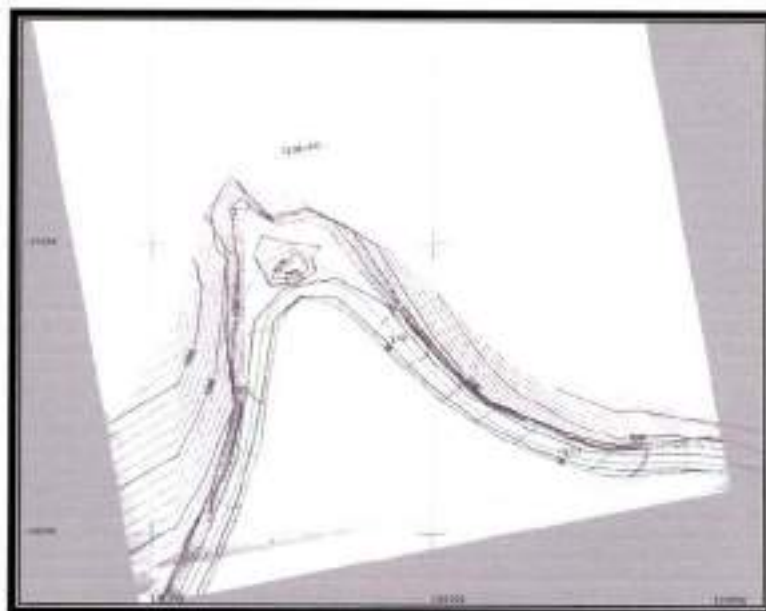
Γενικά οι Η/Υ μπορούν να θεωρηθούν απλά ως μέσα στα οποία τροφοδοτούνται πρωτογενής πληροφορίες. Αυτές αφού επεξεργαστούν, αναλύονται και μοντελοποιούνται, και μας δίνουν το αποτέλεσμα των εργασιών αυτών με τη μορφή αναφορών, διαγραμμάτων ή και χαρτών. Ουσιαστικά η λειτουργία τους στηρίζεται σε τρεις δραστηριότητες, την είσοδο των δεδομένων, την επεξεργασία τους, και την έξοδο των αποτελεσμάτων της επεξεργασίας των δεδομένων.

Για να ληφθούν έγκυρα και ακριβή αποτελέσματα κατά την έξοδο, είναι αναγκαία η επιβεβαίωση των έγκυρων πληροφοριών εισόδου καθώς και η σωστή επιλογή του τρόπου επεξεργασίας.

Το μεγαλύτερο όφελος της χρήσης Η/Υ είναι η προσεκτική συλλογή όλων των δεδομένων πριν από την μοντελοποίησης. Η διαδικασία αυτή επιτρέπει στον χρήστη την συλλογή όλων των δεδομένων, χαρτών και πληροφοριών από διάφορες πηγές που εμπλέκονται στην εργασία. Η διαδικασία αυτή της αρχικής συλλογής και εισαγωγής των δεδομένων στους υπολογιστές επιτρέπει τον καθορισμό των ακατάλληλων και λανθασμένων δεδομένων ή επιβάλλει το φιλτράρισμα τους πριν από την χρήση τους.

3.2 Απαραίτητα Δεδομένα Εισόδου

Το πρώτο βήμα που πρέπει να κάνουμε για την μελέτη, σχεδίαση και μοντελοποίηση μιας οδού στον υπολογιστή είναι η συλλογή και η είσοδος όλων των δεδομένων σε αυτόν. Το πρόβλημα που προκύπτει από αυτήν την διαδικασία είναι ότι κάποια από τα δεδομένα μπορεί να είναι ήδη σε ψηφιακή μορφή ενώ κάποια άλλα να χρειάζονται ψηφιοποίηση. Έτσι για παράδειγμα τα δεδομένα από τους σταθμούς ελέγχου μπορούν να μεταφερθούν εύκολα μέσω ενός αρχείου ASCII από οποιοδήποτε πρόγραμμα καταγραφής μετρήσεων. Ενώ αντίθετα το ανάγλυφο πάνω στο οποίο πρέπει να σχεδιάσουμε τον δρόμο εάν δεν είναι σε ψηφιακή μορφή, θα πρέπει να σαρωθεί από τον χάρτη ισοψών της περιοχής και με την βοήθεια κάποιου πακέτου για μετατροπή raster σε vector, να τον μετατρέψουμε σε διανυσματικό χάρτη. Τα πακέτα αυτά περιλαμβάνουν λειτουργίες που μας δίνουν ψηφιοποίηση με αρκετά μεγάλη ακρίβεια. Τα αποτελέσματα των εργασιών, δηλαδή τα διανυσματικά δεδομένα που θα πάρουμε, θα πρέπει να μπουν στην σωστή κλίμακα και στο σωστό σύστημα συντεταγμένων πριν από την από την μεταφορά τους σε ένα αρχείο ανταλλαγής δεδομένων όπως το DXF. Η διαδικασία της προσαρμογής της κλίμακας και της θέσης τους μπορεί να γίνει και μέσα στο πρόγραμμα μοντελοποίησης όπως φαίνεται στο σχήμα.



σχ. 3.1

Οι διατομές του δρόμου πρέπει να σχεδιαστούν σύμφωνα με τις προδιαγραφές, ή να μεταφερθούν από ένα πρόγραμμα CAD χρησιμοποιώντας ένα αρχείο όπως το DXF. Είναι όμως προτιμότερο να σχεδιαστούν στο πρόγραμμα σχεδίασης οδού, έτσι ώστε όλα τα σημεία της διατομής να έχουν τους κατάλληλους κωδικούς, για να έχουν και ευκολότερη αναγνώριση στη συνέχεια.

Άλλα δεδομένα όπως οικονομοτεχνικές μελέτες της κατασκευής του δρόμου, αεροφωτογραφίες της ευρύτερης περιοχής, και οι κλίσεις των στροφών θα ήταν καλό να δίνονται για να έχουμε μια όσο των δυνατών πιο ολοκληρωμένη σχεδίαση αλλά και μια αρκετά ρεαλιστική μοντελοποίηση της οδού αλλά και του περιβάλλοντα προς σε αυτόν χώρο.

3.3 Επιλογή Γενικών Παραμέτρων

Οι βασικοί παράμετροι είναι δεδομένα που θα χρειασθούν κατά την διάρκεια της σχεδίασης του δρόμου και αφορούν διάφορα χαρακτηριστικά της σχεδίασης όπως :

Την τροχιά, την κλίση των πρηνών, τα σημεία ελέγχου και τις κλίσεις του οδοστρώματος στις στροφές.

Οι παράμετροι αυτοί μπορούν να δοθούν στην αρχή της διαδικασίας σχεδίασης, αρκεί ο χρήστης να επιλέξει την αρχή της χιλιομετρικής θέσης, και το βήμα της, την τις κλίσεις των πρηνών, την ελάχιστη επιτρεπόμενη ακτίνα στροφής, την μέγιστη επιτρεπόμενη κλίση, τις κλίσεις του οδοστρώματος στις στροφές, και άλλα στοιχεία. Υπάρχουν και άλλοι παράμετροι που μπορούν να δοθούν σχετικά με την τοπογραφία, το υπόβαθρο του δρόμου, τα έξοδα μεταφοράς, και τον συντελεστή επιτύσματος.

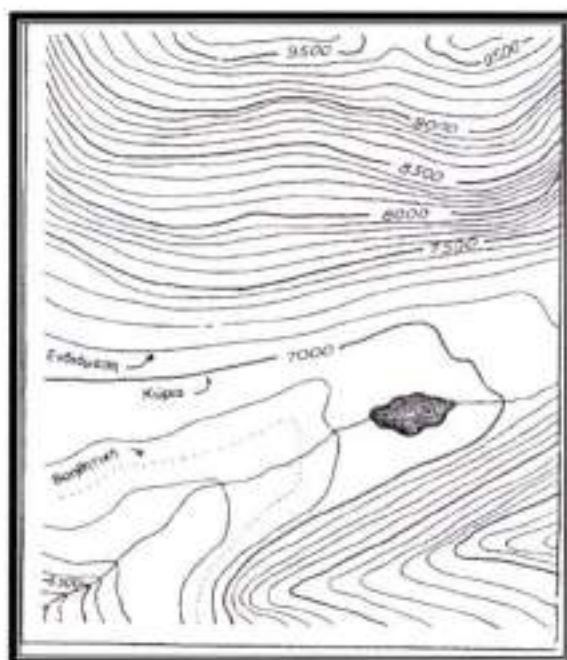
3.4 Μελέτη Χάραξης Οδού Της Υψομετρικής Οριζοντιογραφίας

Στην υψομετρική οριζοντιογραφία, που αποτελείτε από την αρχή και το τέλος της οδού, όπως επίσης και τα τυχόν ενδιάμεσα υποχρεωτικά σημεία διέλευσης, καθορίζουμε την υψομετρική και οριζοντιογραφική θέση της οδού. Για το λόγο αυτό η υψομετρική Οριζοντιογραφία σαν πλήρες τοπογραφικό σχέδιο, πρέπει να περιέχει όλα τα χαρακτηριστικά στοιχεία του εδάφους, όπως χείμαρροι, χαράδρες, έλη, αυχένες, χαμηλά σημεία κ.α, καθώς επίσης και τους τυχόν οικισμούς ή τις υπάρχουσες εθνικές ή επαρχιακές οδούς.

Το πρώτο στάδιο της χάραξης της οριζοντιογραφίας είναι η χάραξη των ισοϋψών καμπύλων με ισοδιάσταση το πενταπλάσιο της ισοδιάστασης των καμπύλων, οι οποίες ονομάζονται "κόριες" ισοϋψείς καμπύλες. Η εργασία αυτή είναι θεωρητικά κάπως απλή αφού γίνεται με την ψηφιοποίηση του τοπογραφικού χάρτη της περιοχής.

Για την χάραξη όμως των ενδιάμεσων καμπύλων θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένας ποιο πρακτικός τρόπος, η προσεκτική σχεδίαση τους με το χέρι, αφού πρώτα έχουμε υπολογίσει

Τις θέσεις που πρέπει να διέρχονται σύμφωνα τα υψόμετρα τους.



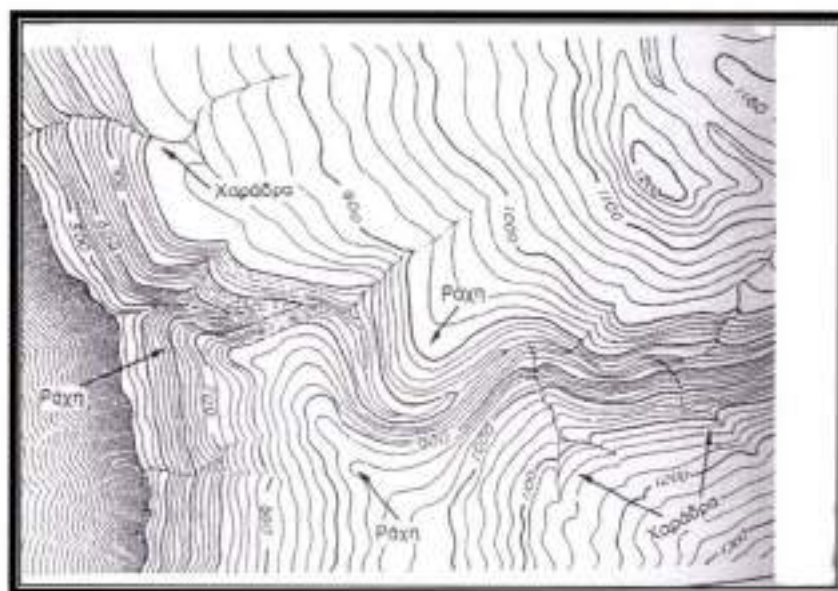
σχ. 3.2

Σε κάθε “κύρια” ισοϋψή καμπύλη θα πρέπει να αναγράφεται το υψόμετρό της, διακόπτοντας την γραμμή της χάραξης της. Τα υψόμετρα αυτά αναγράφονται σε στήλη κατά τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να βρίσκονται σε διαφορετικές θέσεις, συνήθως ανά 25cm, για να διευκολύνεται ο μελετητής.

Γενικά πριν τον σχεδιασμό του δρόμου στον υπολογιστή θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, ότι :

- Στην περίπτωση πεδινού εδάφους η χάραξη είναι πιο απλή, και αυτό γιατί δεν αντιμετωπίζουμε προβλήματα από την κατά μήκος κλίση. Η μόνη δυσκολία στην περίπτωση αυτή είναι στην παράκαμψη των εμποδίων που εμφανίζονται νοητή ευθεία (αρχή και τέλος της οδού).

- Στην περίπτωση ορεινού και ανώμαλου εδάφους, η τελική χάραξη γίνεται με μια σειρά από δοκιμές με βάση τα κύρια στοιχεία της μελέτης και με συγκριτική μελέτη περισσότερων χαράξεων.
- Από άποψη οικονομίας πρέπει η χάραξη της οδού να είναι τέτοια, που τα μεταφερόμενα εμπορεύματα να απαιτούν τη μικρότερη δαπάνη μεταφοράς.
- Στον τομέα της κατασκευής πρέπει κατά βάση να προτιμούμε σύντομες χαράξεις, εκτός αν θέλουμε να αποφύγουμε μεγάλους χωματισμούς, μεγάλα τεχνικά έργα (γέφυρες, φράγματα, κ.α) και εκτάσεις βραχώδεις ή ελώδεις.



σχ. 3.3

Άρα, θα πρέπει πριν τη χάραξη της οδού να καθορίζεται η ταχύτητα μελέτης της στο πρόγραμμα του υπολογιστή, και βάσει αυτής τα βασικά στοιχεία της χάραξης, δηλαδή, η ελάχιστη ακτίνα των καμπύλων, η κατά μήκος κλίση, η μέγιστη επιτρεπόμενη επίκλιση, τα μήκη ορατότητας κ.λπ. Με τον τρόπο θέτουμε κάποια όρια στον υπολογιστή για την αποφυγή μιας μη συμφέρουσας χάραξης της οδού.

3.5 Μελέτη Χάραξης Οριζοντιογραφίας

Η μελέτη της γραμμής, που καθορίζεται από τους παραπάνω κανόνες, ονομάζεται γενικά "Μελέτη χάραξης" και παρουσιάζεται υψομετρικά και οριζοντιογραφικά.

Η οριζοντιογραφική χάραξη παρουσιάζεται με την μορφή της πολυγωνικής γραμμής και περιέχει τις ευθυγραμμίες και τις οριζόντιες καμπύλες.

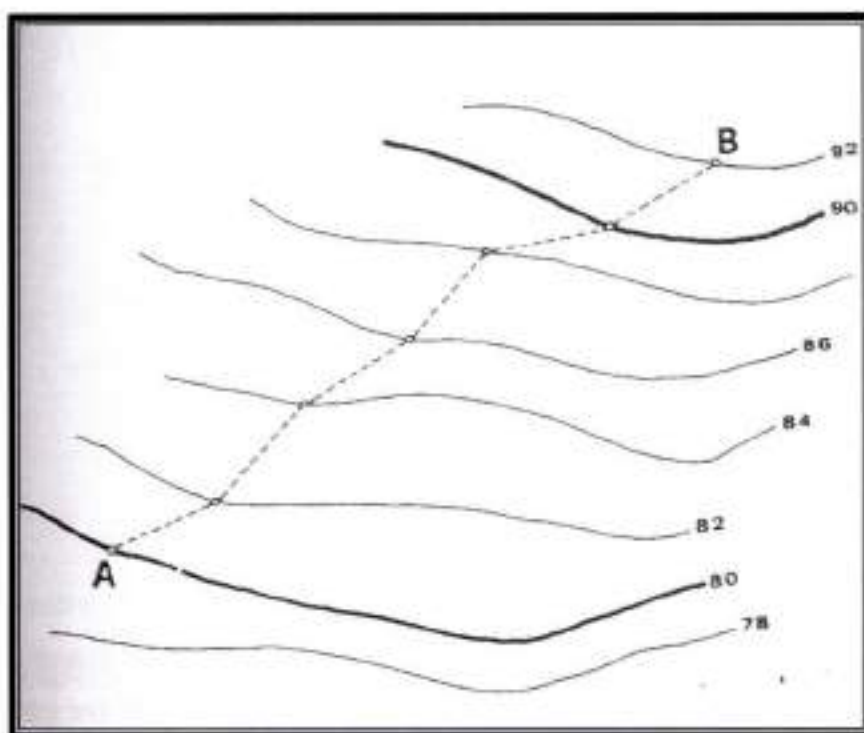
3.5.1 Ισοκλινής ή μηδενική ή οδηγήτρια γραμμή

Όπως αναφέραμε παραπάνω, πρέπει να επιδιώκουμε ο άξονας της οδού να προσαρμόζεται όσο το δυνατόν καλύτερα προς την τοπογραφική διαμόρφωση της περιοχής από όπου θα περάσει, ώστε οι χωματουργικές εργασίες να είναι λιγότερες και κατά συνέπεια και οι δαπάνες του έργου.

Για να το πετύχουμε αυτό πρέπει πριν την μελέτη χάραξης της πολυγωνικής γραμμής να γίνει η χάραξη της ισοκλινής γραμμής.

Ισοκλινής ή μηδενική ή οδηγήτρια γραμμή αποκαλούμε την ισόπλευρη τεθλασμένη γραμμή, που χαράσσεται στην υψομετρική οριζοντιογραφία με καθορισμένη κλίση, και που οι κορυφές της βρίσκονται πάνω σε διαδοχικές ισουψείς καμπύλες.

Η γραμμή αυτή ονομάζεται ισοκλινής επειδή τα τμήματα της έχουν την ίδια κατά μήκος κλίση, ενώ μηδενική ή οδηγήτρια ονομάζεται διότι αν κάνουμε την παραδοχή ότι η ισοκλινής είναι η τελική χάραξη, τα ορύγματα και τα επιχώματα που δημιουργούνται από τα πλάτος της οδού σε κάθε διατομή, έχουν ύψος στον άξονα ίσο με μηδέν.



σχ. 3.4

Γνωρίζοντας την κλίμακα της υψομετρικής οριζοντιογραφίας (Μκ) και την ισοδιάσταση των καμπύλων (δ), κάθε κλάδος της ισοκλινούς, για κλίση (q), θα έχει οριζόντιο μήκος στο έδαφος (D). Έτσι παίρνοντας όλα αυτά τα δεδομένα σε ένα πρόγραμμα

όπως το excel θα υπολογίσουμε το μήκος (D) στην υψομετρική οριζοντιογραφία από τον τύπο:

$$(D)=d=\frac{\delta}{q * M\kappa}$$

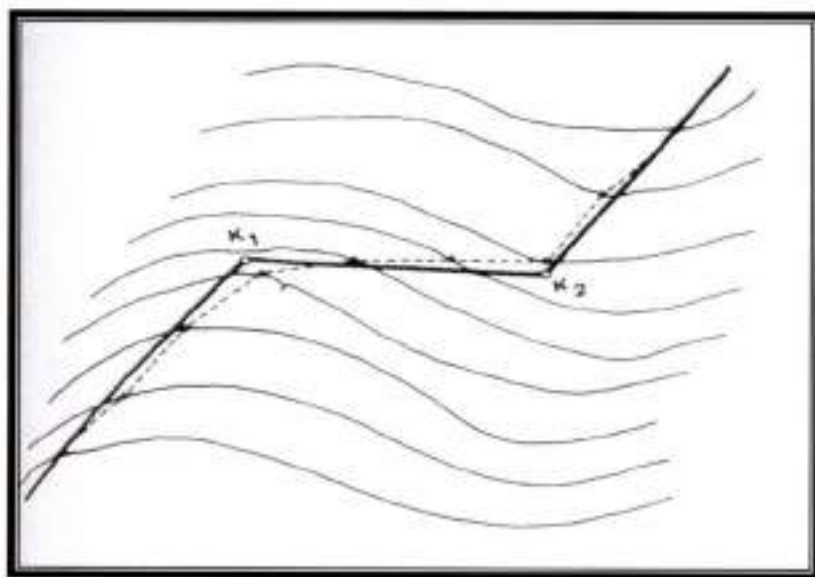
Έχοντας το μήκος (d) και με αφετηρία το (A) χαράζουμε με την βοήθεια ενός σχεδιαστικού προγράμματος ευθύγραμμα τμήματα μήκους (d), από καμπύλη σε καμπύλη της υψομετρικής οριζοντιογραφίας, μέχρι το σημείο (B).

3.5.2 Πολυγωνική

Ως πολυγωνική ονομάζουμε την ευθυγράμμιση των κλάδων της ισοκλινοῦς με ευθείες, που είναι μεγαλύτερες από τους κλάδους της ισοκλινοῦς.

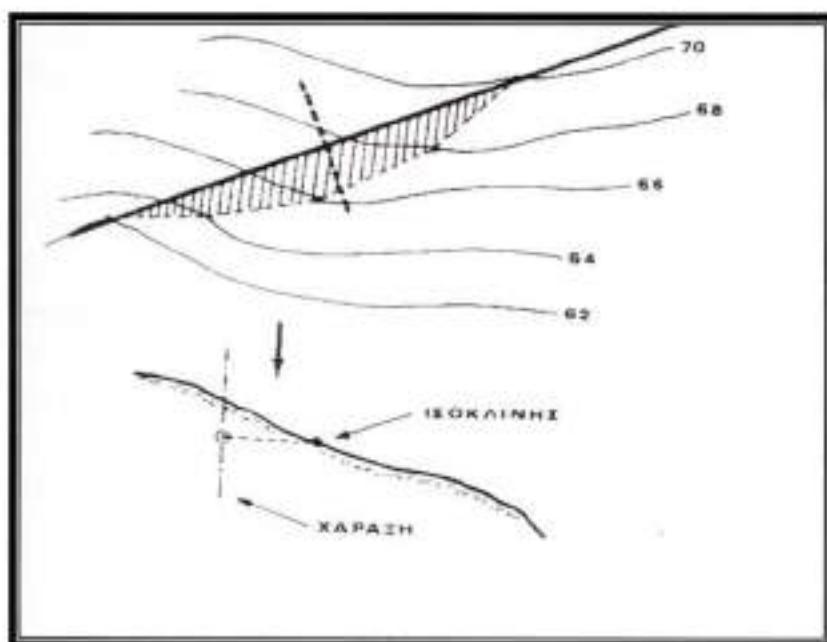
Αυτή η ευθυγράμμιση γίνεται, γιατί αν και η ισοκλινής θεωρείται άριστη χάραξη από άποψη χωματισμών, για μια ορισμένη ταχύτητα μελέτης αντιστοιχεί, μια ελάχιστη ακτίνα οριζόντιας καμπύλης (min R) και ελάχιστο τμήμα (Z') μεταξύ των αντίρροπων καμπύλων, που πιθανό να μην εξασφαλίζονται από την ισοκλινή.

Ακόμα η χάραξη θα πρέπει να έχει, όσο το δυνατόν **τεταμένη μορφή** σε συνδυασμό πάντα και με τις δαπάνες κατασκευής. Γι'αυτό, η ισοκλινής χρησιμοποιείται σαν οδηγήτρια γραμμή για τους χωματισμούς, αλλά η οδός ακολουθεί τεταμένη μορφή σχηματίζοντας την πολυγωνική (K₁, K₂ ..., K_v).



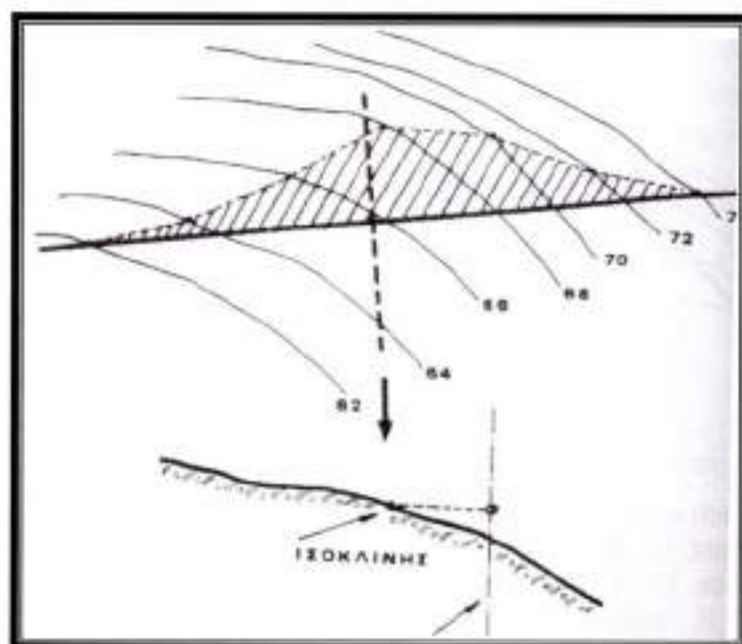
σχ. 3.5

Παρέκκλιση του άξονα της οδού (πολυγωνική) από την ισοκλινή προς τα **ανάντη** προς τα σημεία δηλαδή με μεγαλύτερα υψόμετρα, προκαλεί δημιουργία ορύγματος.



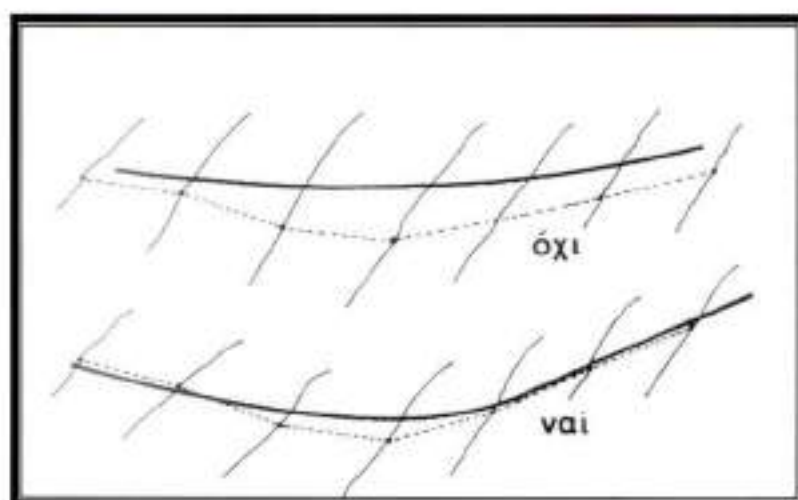
σχ. 3.6

Παρέκλιση του άξονα της οδού από την ισοκλινή προς τα κατάντη προς τα σημεία δηλαδή με μικρότερα υψόμετρα, προκαλεί δημιουργία επιχώματος.



σχ. 3.7

Τα σημεία K_i , δηλαδή οι κορυφές της πολυγωνικής, δεν εκλέγονται τυχαία αλλά κατά τέτοιο τρόπο, ώστε μετά τον καθορισμό των στοιχείων των καμπύλων, αυτά να πλησιάζουν περισσότερο στην ισοκλινή.



σχ. 3.8

Για μεγάλες και εθνικές οδούς, η πολυγωνική επιτρέπεται να ξεφεύγει, κάπως από την ισοκλινή, ώστε έτσι να έχουμε μια τεταμένη μορφή, αντίθετα στις δευτερεύουσες οδούς η πολυγωνική πρέπει να προσαρμόζεται όσο το δυνατό, πιο κοντά στην ισοκλινή.

Με την προσθήκη κυκλικών τόξων, ή κυκλικών με καμπύλες προσαρμογής στην πολυγωνική προκύπτει η οριζοντιογραφία του άξονα της οδού.

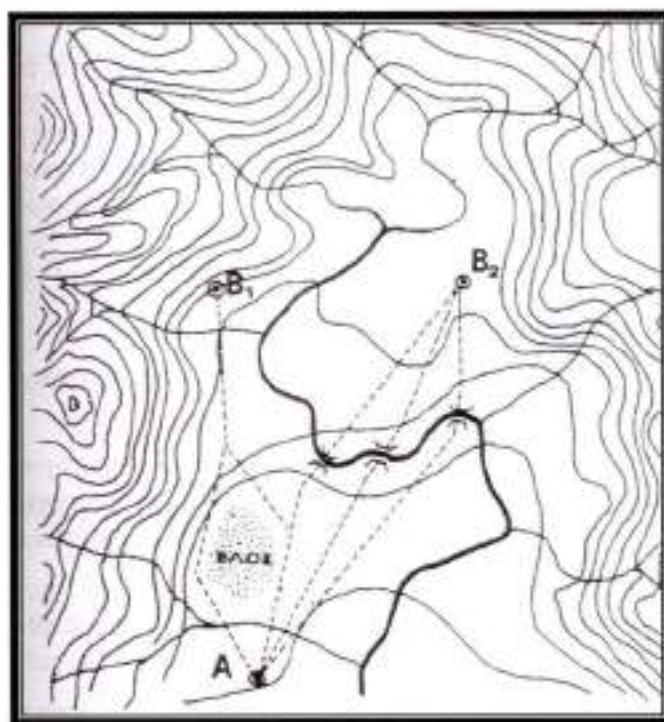
Πίνακας Σημείων Ελέγχου

K1	K2	K3	K4	K5	K6
X = 9263.40 Y = -3265.11	X = 9223.53 Y = -3321.12	X = 9226.99 Y = -3354.16	X = 9192.83 Y = -3369.23	X = 9152.86 Y = -3433.68	X = 9095.43 Y = -3492.10
	φ = 153.9669 R = 30.00 Lb = 21.68 δ = 2.07 M = 21.69	φ = 119.7941 R = 30.00 Lb = 37.80 δ = 7.13 M = 37.80	φ = 161.7847 R = 50.00 Lb = 30.01 δ = 2.34 M = 30.01	φ = 185.8783 R = 200.00 Lb = 44.36 δ = 1.24 M = 44.36	φ = 137.4966 R = 60.00 Lb = 58.91 δ = 8.03 M = 58.91
	A = 0.00 L = 0.00 Dr = 0.00 T = 11.34	A = 0.00 L = 0.00 Dr = 0.00 T = 21.87	A = 0.00 L = 0.00 Dr = 0.00 T = 15.47	A = 0.00 L = 0.00 Dr = 0.00 T = 22.27	A = 0.00 L = 0.00 Dr = 0.00 T = 32.07

Παραδείγματα γενικής πορείας χάραξης

Παράδειγμα 1

Τα δύο υποχρεωτικά σημεία (A) και (B) βρίσκονται στο πεδινό τμήμα της ίδιας κοιλιάδας.



σχ. 3.8

Λύση

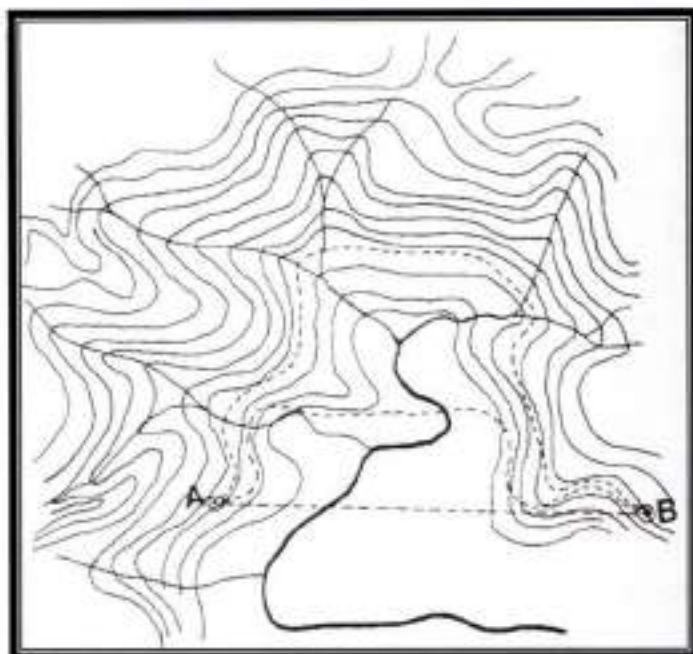
α) Αν και τα δύο σημεία βρίσκονται προς το μέρος του ρεύματος, που περνά από τη κοιλάδα, η πιο απλούστερη χάραξη είναι η ευθεία. Τα τυχόν εμπόδια που παρουσιάζονται τα παρακάμπτουμε με καμπύλες, που έχουν τις επιτρεπόμενες ακτίνες.

β) Αν μεταξύ αυτών των δύο σημείων διέρχεται το ρέμα, τότε πρέπει να καθοριστεί πρώτα η θέση της γέφυρας, εκτός αν ειδικοί λόγοι μας αναγκάζουν να τοποθετήσουμε τη γέφυρα σε συγκεκριμένη θέση.

γ) Όταν η χάραξη ή τμήμα αυτής βαίνει παράλληλα προς τον ποταμό, πρέπει να πρέπει να απομακρυνθούμε όσο το δυνατό, περισσότερο από την όχθη, λόγω των αυξημένων δαπανών που χρειάζονται για τα απαιτούμενα τεχνικά έργα και τη συντήρηση της οδού. Η τελική θέση του καταστρώματος της οδού πρέπει να είναι κατά 0,30 έως 0,50 μέτρα ψηλότερα από το φυσικό έδαφος για την αποφυγή καταστροφών από τις πλημμύρες.

Παράδειγμα 2

Τα υποχρεωτικά σημεία βρίσκονται στις πλαγιές της ίδιας κοιλάδας και ενδιάμεσα περνά ποταμός.



σχ. 3.10

Λύση

1) Η τομή του εδάφους από το κατακόρυφο επίπεδο, που διέρχεται από τα δύο υποχρεωτικά σημεία της οδού, κατεβαίνει από τη μια πλαγιά προς την κοιλάδα, διασχίζει την κοιλάδα και στη συνέχεια ανεβαίνει την άλλη πλαγιά.

Η χάραξη αυτή έχει μικρότερο μήκος, αλλά οι κλίσεις των πλαγιών είναι μεγαλύτερες από τη μέγιστη επιτρεπόμενη, άρα πρέπει η οδός να κατασκευασθεί σε επιχώματα σε μεγάλα ύψη, οπότε είναι αναγκαίο τα επιχώματα αυτά να αντικατασταθούν με κοιλαδογέφυρες, που είναι οικονομικά ασύμφορες.

2) Αντίθετη λύση είναι να περιβάλλει η χάραξη την κοιλάδα, ακολουθώντας σταθερή κλίση που εξαρτάται από την υψομετρική διαφορά των δύο σημείων και του μήκους της χάραξης.

Με τον τρόπο αυτό οι χωματισμοί περιορίζονται στο ελάχιστο, αλλά η χάραξη έχει τώρα υπερβολικά μεγάλο ανάπτυγμα.

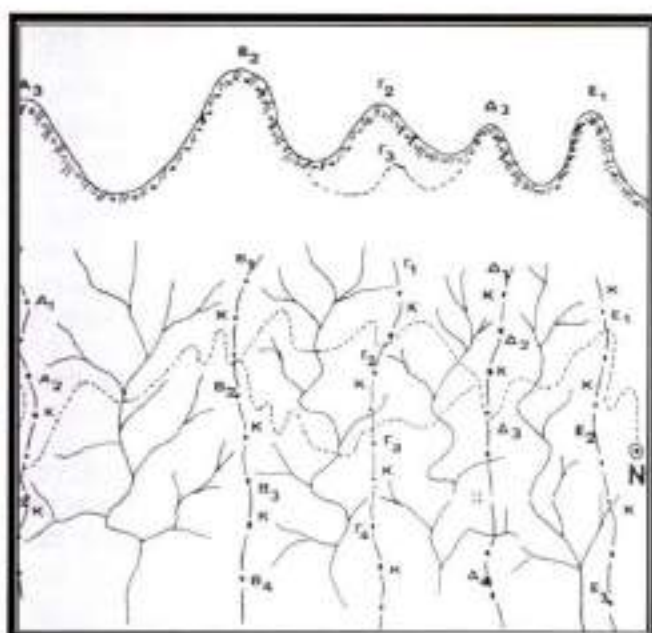
3) Για την λύση του προβλήματος αυτού συνήθως, παραδεχόμαστε μια μέση χάραξη, κατεβαίνουμε δηλαδή τις πλαγιές και από τα δύο σημεία με το όριο κλίσης μέχρι τους πρόποδες τους και ενώνουμε στη συνέχεια τα δύο τμήματα με μια χάραξη κοιλάδας,

όπως και στο πρώτο παράδειγμα. Με τον τρόπο αυτό, ελαττώνεται ο αριθμός των τεχνικών έργων και η περιοχή εξυπηρετείται καλύτερα από το πεδινό τμήμα της χάραξης.

Όταν η κοιλάδα έχει μικρό πλάτος, αντί να κατεβούμε στον πυθμένα της τη διασχίζουμε μεταξύ των σημείων των πρόποδων με επίχωμα αρκετού ύψους, που δεν είναι και πολύ δαπανηρό, λόγω του μικρού μήκους του.

Παράδειγμα 3

Τα δύο υποχρεωτικά σημεία της χάραξης είναι σε πεδινά τμήματα δύο κοιλάδων που χωρίζονται από πολλές κορυφογραμμές και από άλλες κοιλάδες.



σχ. 3.11

Λύση

1) Λόγω του μεγάλου μήκους των κορυφογραμμών η χάραξη θα πρέπει αναγκαστικά να ανέβει σε αυτές και συνεπώς, θα πρέπει να βρεθούν τα καταλληλότερα σημεία διαβάσεως κάθε κορυφής ξεχωριστά.

Αφού καθοριστούν τα σημεία διάβασης, γίνονται υποχρεωτικά σημεία και η χάραξη μεταξύ δύο διαδοχικών σημείων υπάγεται σαν τρόπος λύσεις σε ένα από τα προηγούμενα παραδείγματα.

2) Προκειμένου η χάραξη να έχει, όσο το δυνατόν, μικρότερο μήκος, τα σημεία διάβασης των κορυφογραμμών πρέπει να είναι οι χαμηλότεροι αυχένες, εάν αυτοί βρίσκονται στη γενική διεύθυνση της χάραξης.

3) Έστω ότι τα σημεία $(A_3), (B_2), (\Gamma_3), (\Delta_3), (E_1)$ του σχήματος είναι μια σειρά αυχένων, που ο καθένας είναι ο χαμηλότερος ή ο καταλληλότερος της κορυφογραμμής όπου ανήκει αυτός και από αυτούς πρόκειται να περάσει η χάραξη με αρχή και τέλος τα σημεία (M) και (N) .

Για να μεταβούμε από το (B_2) στο (Δ_3) είναι πολλές φορές προτιμότερο να εγκαταλείψουμε το χαμηλότερο αυχένα (Γ_3) της ενδιάμεσης κορυφογραμμής $(\Gamma_1), (\Gamma_2), (\Gamma_3), (\Gamma_4)$ και να εκλέξουμε αντί (Γ_3) υψηλότερο αυχένα, π.χ., το (Γ_2) , που το υψόμετρο του είναι μεταξύ των υψομέτρων των (B_2) και (Δ_3) , και με τη διάβαση από το σημείο (Γ_2) να έχουμε, πολλές φορές μικρότερο μήκος χάραξης.

4) Όταν η χάραξη κατεβαίνει από κάποιο αυχένα, θα ακολουθήσει την πλαγία της κοιλάδας που έχει ομαλή κλίση, οπότε οι δαπάνες των τεχνικών έργων μειώνεται.

3.6 Μελέτη Χάραξης Μηκοτομής – Ερυθράς

Μετά από τον καθορισμό του άξονα της οδού στην οριζοντιογραφία, συντάσσεται η μηκοτομή ή η κατά μήκος τομή, πρώτα του εδάφους και στη συνέχεια, η τελική στάθμη της οδού, που ονομάζεται ερυθρά της οδού, επειδή κατά τη σχεδίαση χρωματίζεται με κόκκινη μελάνη.

Με την χάραξη της μηκοτομής, αν θεωρήσουμε ότι οι προβολές των σημείων του άξονα της οδού διατηρούν τη σχετική μεταξύ τους οριζοντιογραφική θέση, σχηματίζεται μια γραμμή από τα υψόμετρα των σημείων αυτών, και παριστάνει την πραγματική μορφή του εδάφους κατά μήκος του άξονα της οδού.

Επειδή είναι δύσκολο και πρακτικά αδύνατο να λάβουμε υπόψη μας όλα τα σημεία του άξονα της οδού. Για να συντάξουμε τη μηκοτομή του εδάφους παίρνουμε ορισμένα χαρακτηριστικά σημεία που με αυτά μπορεί να αποτυπωθεί με προσέγγιση η μορφή του εδάφους.

Τα IPS σημεία πρέπει να είναι πυκνότερα, όσο η μορφή του εδάφους έντονες πτυχώσεις. Ιδιαίτερη ακρίβεια απαιτείται σε εμπόδια και υποχρεωτικά σημεία όπως διασταυρώσεις, χείμαρροι, ποταμοί αγωγοί μεταφοράς κ.λπ.

Η ερυθρά είναι ανάπτυγμα του άξονα της οδού και, μόνο σε ειδικές περιπτώσεις είναι ανάπτυγμα μιας από τις δύο οριογραμμές του οδοστρώματος. Αποτελείται από ευθείες με κλίση και κατακόρυφες καμπύλες συναρμογής, απαιτεί για την σχεδίαση της πολλές

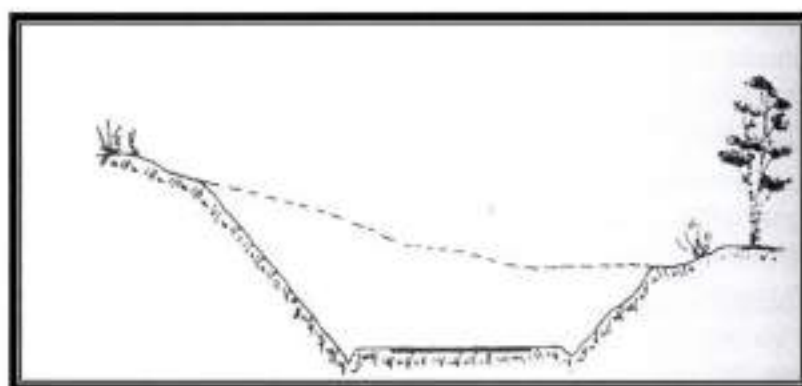
δοκιμές, πείρα και μεγάλη προσπάθεια για να επιτευχθεί η καλύτερη λύση από τεχνική και οικονομική άποψη.

Για την καλύτερη κυκλοφορία των οχημάτων θα πρέπει η κατά μήκος κλίση των ευθειών να παραμένει σταθερή σε μεγάλα διαστήματα ενώ οι κατακόρυφες καμπύλες συναρμογής να έχουν μεγάλη ακτίνα. Η κατά μήκος κλίση πρέπει να είναι πάντα μικρότερη από τα όρια.

Μεγάλες αναφόμενες και κατωφόμενες επιτρέπουν μεν την ταχύτερη απορροή των υδάτων, δυσκολεύουν όμως την κυκλοφορία, όταν οι ατμοσφαιρικές συνθήκες είναι κακές. Άλλωστε η επιφάνεια της οδού πρέπει να προσαρμόζεται στο φυσικό έδαφος για οικονομικούς, αισθητικούς, κυκλοφοριακούς, και κατασκευαστικούς λόγους.

Μια καλή προσαρμογή της χάραξης στο τοπίο προσφέρει τόσα πολλά πλεονεκτήματα που αξίζει κάθε προσπάθεια για την επίτευξη της.

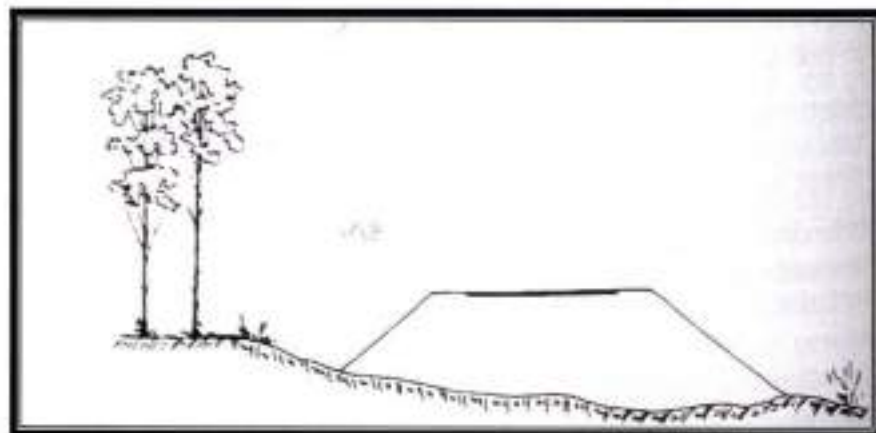
3.6.1 Κατασκευή σε όρυγμα



σχ. 3.12

- Είναι προτιμότερη από άποψη κατασκευής, διότι η μηχανική εκσκαφή είναι οικονομικότερη από την συμτόκνωση σε στρώσεις που θέλει το επίχωμα.
- Από άποψη κυκλοφορίας είναι προτιμότερη, γιατί προφυλάσσει από το θόρυβο και γιατί δεν φαίνονται οι τυχόν ταχύτατες προπεράσεις έξω από την οδό.

3.6.2 Κατασκευή σε επίγωμα



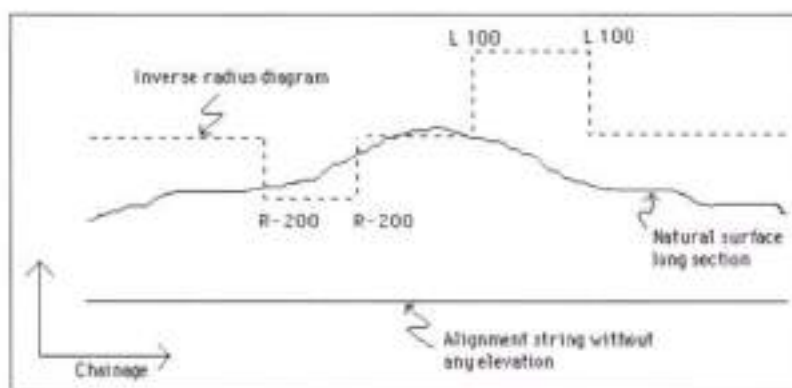
σχ. 3.13

- Όταν έχουμε υψηλής στάθμης υπόγεια ύδατα, προτιμάται λόγω καλύτερης και ευκολότερης πλευρικής αποστράγγισης.
- Είναι προτιμότερη από άποψη καιρικών συνθηκών λόγω συσσώρευσης του χιονιού στα πλάγια και γιατί οι στροβιλισμοί στις χινοθύελλες είναι λιγότερο αισθητοί.
- Τέλος είναι προτιμότερη από άποψη κυκλοφορίας, γιατί έχει εποπτικότητα στην περίπτωση των κόμβων.

3.6.3 Σχεδίαση της μηκοτομής εδάφους – ερυθράς

Ως εδώ η διαδικασία σχεδίασης δημιούργησε μια καμπύλη (τροχιά) που περιέχει τις σωστές συντεταγμένες X , Y της οδού σύμφωνα με τα σημεία ελέγχου στο οριζόντιο, την ελάχιστη επιτρεπόμενη ακτίνα στροφής, και τα μήκη εισόδου / εξόδου της κλωθοειδούς.

Για να δημιουργήσουμε μια καμπύλη η οποία να περιέχει επίσης τα σωστά υψόμετρα (συντεταγμένη Z) πρέπει να εργαστούμε στην μηκοτομή της οδού. Δημιουργείται μια τομή που ακολουθεί την οριζοντιογραφία. Η τομή αυτή δεν είναι επίπεδη αλλά μια καμπύλη επιφάνεια, που απλώνεται για να φαίνεται επίπεδη στην οθόνη του υπολογιστή. Η μηκοτομή επιτρέπει την προβολή της φυσικής επιφάνειας του εδάφους κατά μήκος της οριζοντιογραφίας. Ο άξονας X στην μηκοτομή είναι ουσιαστικά η χιλιομετρική θέση και ο άξονας Y είναι η συντεταγμένη Z . Η μηκοτομή επιτρέπει την σχεδίαση των κάθετων σημείων ελέγχου (IPs) και της τροχιάς.



σχ. 3.14

Η διαδικασία επιλογής των IPs επαναλαμβάνεται στην μηκοτομή, αυτή τη φορά όμως τα IPs λαμβάνουν τις σωστές τιμές Z καθώς και τις X και Y. Η μέγιστη επιτρεπόμενη κλίση χρησιμοποιείται για τον έλεγχο κάθε νέου σημείου σε σχέση με το προηγούμενο ώστε η κλίση να διατηρείται κάτω από την μέγιστη τιμή. Τα νέα IPs συνδυάζονται με τα ήδη υπάρχοντα της οριζοντιογραφίας για την δημιουργία μιας νέας τροχιάς σε 3D.

Πριν όμως αρχίζουμε να σχεδιάζουμε τη μηκοτομή του εδάφους και την μηκοτομή της οδού δημιουργούμε στο EXCEL ένα πλαίσιο, όπου θα αναγράφονται τα στοιχεία της χάραξης, τα οποία θα συνδέσουν τη μηκοτομή του εδάφους και τη μηκοτομή της οδού.

ΚΑΙΜΑΣ	ΥΨΟΝ ΜΗΚΟΝ
K = ΟΡΙΖΩΝ	
ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΟΔΟΥ	
ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΕΔΑΦΟΥΣ	
ΔΙΑΤΟΜΕΣ	
ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΜΕΤΑξύ	
ΑΠΟΣΤΑΣΙΣ ΑΡΧΗ	
ΕΠΙΛΟΜΕΤΡΑΕΝ	
ΚΛΙΣΕΙΣ	
ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΕΣ ΚΑΙ ΚΑΜΠΥΛΕΣ	

3.6.4 Μηκοτομή εδάφους

1. Σημειώνουμε στη θέση Χιλιομέτρηση τα εκατομετρικά και χιλιομετρικά σημεία του άξονα της οδού βάσει της απόστασης τους από την αρχή (χιλιομετρική θέση αρχής 0 χλμ. = 0,00 μ.).

2. Σημειώνουμε στη συνέχεια στη θέση Διατομές όλα τα σημεία όπου το έδαφος παρουσιάζει θλάση και τα χαρακτηριστικά σημεία της κάθε καμπύλης.
3. Καθορίζουμε τη θέση των σημείων αυτών βάσει των αποστάσεων τους από την αρχή της οδού και τις αναγράφουμε στη θέση Αποστάσεις Από Την Αρχή.
4. Στις θέσεις των σημείων αυτών υψώνουμε καθέτους στην πρώτη οριζόντια γραμμή που ονομάζουμε Επίπεδο σύγκρισης και σημειώνουμε τα υψόμετρα των σημείων, στη θέση Υψόμετρα εδάφους, με βάση το υψόμετρο του επιπέδου σύγκρισης (ορίζων) που εκλέξαμε.
5. Τέλος ενώνουμε τα άκρα των καθέτων με συνεχόμενες ευθείες και έχουμε τη μηκοτομή του εδάφους.

3.6.5 Κατά μήκος τομή της οδού (ερυθρά)

1. Με μια νοητή ερυθρά εξετάζουμε αν πληρούνται οι γενικές αρχές της χάραξης (όπως αυτοί έχουν αναφερθεί στο δεύτερο κεφάλαιο (κατά μήκος κλίσεις, χωματισμοί).
2. Αν δεν πληρούνται όλοι οι απαιτούμενοι όροι, κάνουμε τροποποιήσεις στη χάραξη της οριζοντιογραφίας.
3. Ο καθορισμός γίνεται πλέον απλός αν η οδός διαιρεθεί σε τμήματα, με καθορισμό των υποχρεωτικών σημείων της στάθμης του καταστρώματος (σημεία συνάντησης άλλων οδών, σιδηροδρομικών γραμμών, σημεία διάβασης ποταμών κ.λπ.).
4. Μετά τις αναγκαίες τροποποιήσεις, προσπαθούμε να επιτύχουμε στα διάφορα τμήματα της οδού ισοφάριση των επιφανειών των χωματισμών μετακινώντας κατάλληλα τη νοητή ερυθρά.
5. Αφού καθορίσουμε σύμφωνα με τα παραπάνω την τελικά θέση της ερυθράς, κάνουμε την τελική χάραξη της.
6. Αν υπάρχει ακόμα σημαντικό περίσσειμα εκχωμάτων ή επιχωμάτων τροποποιούμε το διάγραμμα με κατάλληλη ανύψωση ή ταπεινώση της ερυθράς γραμμής στα τμήματα, όπου παρουσιάζονται οι ανισότητες των όγκων.
7. Αφού ολοκληρωθεί η τελική χάραξη της ερυθράς, αναγράφουμε στη θέση 'Υψόμετρα οδού' και σε κάθε διατομή το υψόμετρο της ερυθράς.
8. Αναγράφουμε στη θέση 'Αποστάσεις μεταξύ' τις αποστάσεις μεταξύ των διατομών.
9. Αναγράφουμε στη θέση 'Κλίσεις', τις κατά μήκος κλίσεις των τμημάτων της οδού όπως και το μήκος κάθε τμήματος.
10. Αναγράφουμε στη θέση 'Ευθυγραμμίες και καμπύλες', τα στοιχεία των οριζόντιων καμπύλων, τον αύξοντα αριθμό της καμπύλης ($K_1 \dots K_n$), τις χιλιομετρικές θέσεις της αρχής

και του τέλους κάθε καμπύλης και τα μήκη των ευθύγραμμων τμημάτων μεταξύ των καμπύλων.

11. Υπολογίζουμε τα 'Ερυθρά ύψη', που είναι η διαφορά του υψόμετρου του φυσικού εδάφους σε μια διατομή από το αντίστοιχο υψόμετρο της ερυθράς στην ίδια διατομή και τα αναγράφουμε στην τεταγμένη κάθε σημείου πάνω από την ερυθρά, όταν έχουμε ελίγωμα και κάτω από την ερυθρά, έχουμε όρυγμα.

12. Σε κάθε σημείο θλάσης των ευθυγραμμίων της ερυθράς αναγράφουμε το (T), (δ) και (R) της κατακόρυφης συναρμογής.

13. Αναγράφουμε τη χιλιομετρική θέση της αρχής και του τέλους της εφαιπτομένης σε κάθε κατακόρυφη καμπύλη συναρμογής.

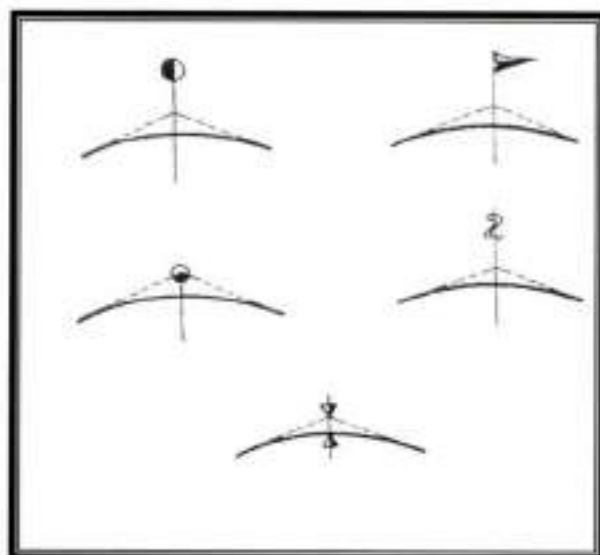
14. Αναγράφουμε τέλος τη θέση των τεχνικών έργων και την αντίστοιχη χιλιομετρική θέση τους.

3.6.6 Χρωματισμός της μηκοτομής

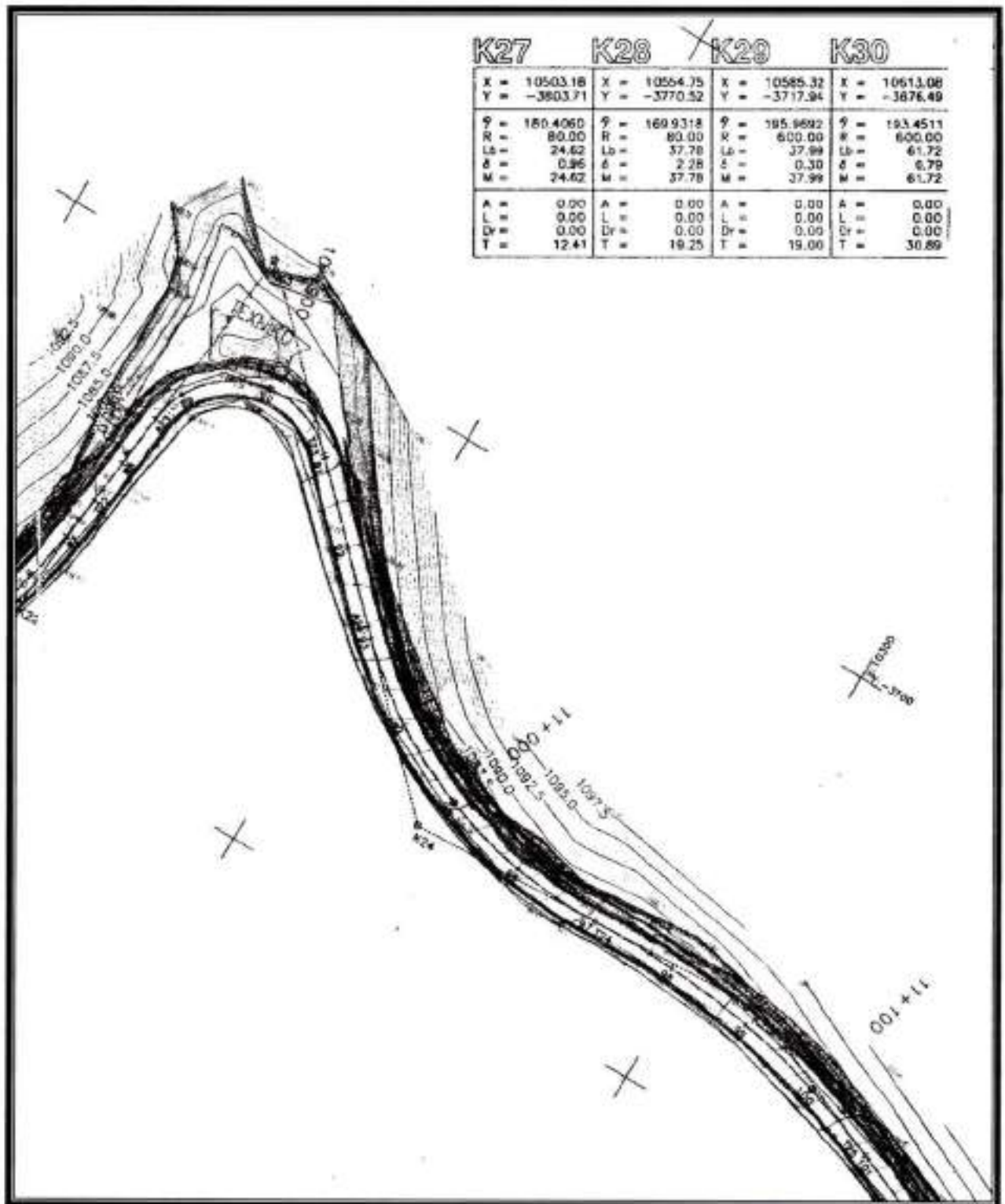
Για την τελική σχεδίαση χρησιμοποιούμε:

1. Μαύρη απόχρωση για τα στοιχεία που αφορούν το έδαφος.
2. Κόκκινα απόχρωση για τα στοιχεία που αφορούν την οδό, για τα στοιχεία των καμπύλων και για τους αριθμούς των εκατομέτρων, χιλιομέτρων, και κλίσεων.
3. Μπλε απόχρωση για το επίπεδο σύγκρισης και το υψόμετρό του.

3.6.7 Συμβολισμός των θλάσεων της ερυθράς



σχ. 3.15

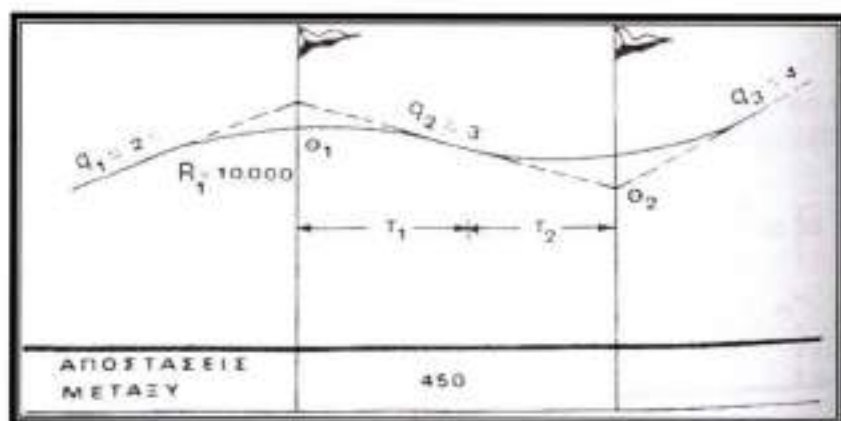


σχ. 3.16

Παραδείγματα υπολογισμού ερυθράς

Παράδειγμα 1

Δίνεται η παρακάτω χάραξη της ερυθράς. Ζητείται να διαμορφωθεί η κατακόρυφη καμπύλη συναρμογής στη δεύτερη θάλαση (θ_2), ώστε να μην υπάρχει ευθύγραμμο τμήμα μεταξύ των κατακόρυφων συναρμογών.



σχ. 3.17

Λύση:

Για τη θάλαση (θ_1), έχουμε:

$$(R_1) = 10000 \text{ m και } (T_1) = \frac{R_1}{2} * (q_1 + q_2) = 5000(0,02 + 0,03) = 250 \text{ m.}$$

Άρα θα πρέπει: $(T_2) = 450 - 250 = 200 \text{ m.}$

$$\text{Οπότε } (T_2) = \frac{R_2}{2} * (q_2 + q_3)$$

$$\text{Ή } (R_2) = \frac{2 * T_2}{q_2 + q_3} = \frac{400}{(0,03 + 0,04)} = 5714,29 \text{ m}$$

$$\text{Και } (\delta_2) = \frac{T_2^2}{2 * R} = \frac{40000}{2 * 5714,29} = 3,5 \text{ m.}$$

3.7 Σχεδίαση Διατομών

Η διατομή ή καυτά μήκος τομή της οδού είναι το στοιχείο της μελέτης, που καθορίζει την κατανομή του χώρου που προσφέρεται στο κάθε είδος κυκλοφορίας, όπως και τη χρήση κάθε τμήματος της επιφάνειας.

Η διαμόρφωση της διατομής της οδού και η εκλογή των διαστάσεων της καθορίζονται με βάση κυκλοφοριακά, κατασκευαστικά και οικονομικά κριτήρια.

Η διατομή αποτελείται από διάφορα στοιχεία που ο αριθμός τους και οι διαστάσεις τους εξαρτώνται από την ταχύτητα μελέτης, από το κυκλοφοριακό φόρτο, από τη σύνθεση της κυκλοφορίας και από τη περιοχή από όπου πρόκειται να περάσει η οδός.

Τα στοιχεία της διατομής πρέπει να διατηρούνται για αρκετό μήκος σταθερά, για να μπορεί ο οδηγός να αναγνωρίζει από τη διατομή τον τύπο της οδού και να προσαρμόζει ανάλογα την ταχύτητα του. Η διατομή της οδού πρέπει, επίσης, να ενσωματώνεται αβίαστα στο τοπίο.

Με τα οικονομικά μέσα, που κάθε φορά είναι διαθέσιμα, πρέπει να επιτυγχάνεται η μεγαλύτερη ωφέλεια για όσο το δυνατό μεγαλύτερο βαθμό ασφάλειας.

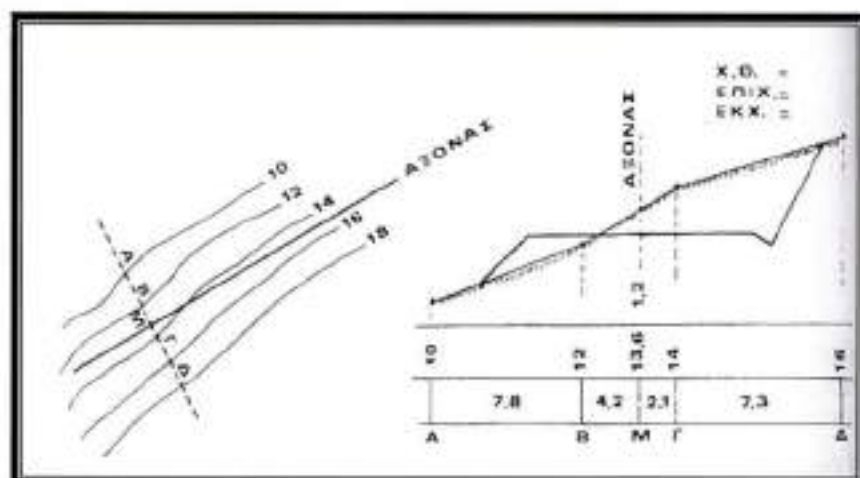
Η απαίτηση αυτή οδηγεί συχνά σε μορφή διατομής που είναι δυνατή η διαπλάτυνση ή διπλασιασμός της. Σκοπός δηλαδή, είναι να μελετάται η διατομή με πρόβλεψη μελλοντικής επέκτασης ή να μελετάται η τελική μορφή της διατομής και να κατασκευάζεται τμήμα της για τις τωρινές ανάγκες (σταδιακή κατασκευή).

Οι διατομές των οδών χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

1. Τυπικές διατομές εκτός κατοικημένων περιοχών.
2. Τυπικές διατομές αστικών οδών.

3.7.1 Σχεδίαση της διατομής από την υψομετρική οριζοντιογραφία

Για να σχεδιαστεί η διατομή σε ένα σημείο Μ που έχουμε προεκλέξει, ακολουθούμε την παρακάτω πορεία.



σχ. 3.18

- 1) Φέρουμε κάθετο (ΑΒΜΓΔ) στο σημείο (Μ) που θέλουμε την διατομή.
- 2) Εντοπίζουμε μέσα από το πρόγραμμα το υψόμετρο του σημείου (Μ).
- 3) Υπολογίζουμε τις αποστάσεις (ΑΒ), (ΒΜ), (ΜΓ), (ΓΔ) και τις σχεδιάζουμε σε ένα σχεδιαστικό πρόγραμμα με την κλίμακα που φαίνεται στο σχήμα.
- 4) Γράφουμε τα υψόμετρα των σημείων (Α), (Β), (Μ), (Γ), (Δ), και με την ίδια κλίμακα που χρησιμοποιήσαμε για τα μήκη, υψώνουμε καθέτους σε τέτοια ύψη, όσο και τα υψόμετρα των σημείων.
- 5) Ενώνουμε τα άκρα των καθέτων και έτσι έχουμε παρουσιάσει την τομή του εδάφους.
- 6) Βρίσκουμε την υψομετρική διαφορά του άξονα της οδού και του εδάφους χρησιμοποιώντας τη μηκοτομή εδάφους-οδού.
- 7) Γράφουμε τη διαφορά αυτή πάνω από το υψόμετρο του σημείου (Μ).
- 8) Σχεδιάζουμε τη διατομή της οδού με τα γνωστά στοιχεία της (πλάτος, κλίση πρανών, κ.λπ.).
- 9) Γράφουμε τη χιλιομετρική θέση της διατομής και την επιφάνεια του επιχώματος και εκχώματος.

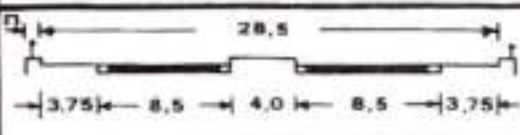
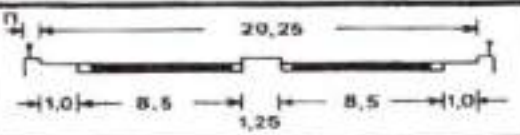
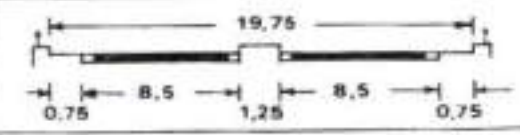
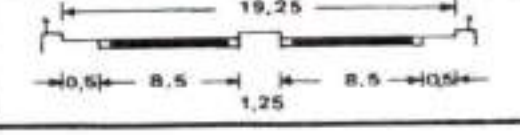
ΚΑΝΟΝΙΚΕΣ ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΩΝ
ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕ ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΟΔΟΥ

ΤΥΠΟΣ ΟΔΟΥ	ΤΥΠΟΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ	ΠΛΑΤΟΣ ΣΕ ΜΕΤΡΑ						
		ΛΩΡΙΔΑΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ α/2	ΛΩΡΙΔΑΣ ΚΑΘΟΔΗΓΗΣΗΣ β	ΟΛΟΙ ΟΙ ΚΛΑΔΟΙ ΣΤΗΝ ΙΔΙΑ ΣΤΑΘΜΗ		ΚΑΘΕ ΚΛΑΔΟΣ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗ ΣΤΑΘΜΗ		
				ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ γ	ΕΡΕΙΣΜΑΤΩΝ δ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ	ΕΡΕΙΣΜΑ ΑΡΙΣΤΕΡΑ δ'	ΕΡΕΙΣΜΑ ΔΕΞΙΑ δ''
A	A A	3,75	0,50	4,00	3,75	ΜΕΤΑΒΛΗΤΟ (ΦΥΣ. ΕΔΑΦΟΣ)	2,50	3,00
B	B B	3,75	0,50	1,75	2,75	*	1,75	2,75
Γ	Γ Γ	3,75	0,50	1,25 (1,00)	2,50 (1,00)	*	1,50	2,50

ΤΥΠΟΣ ΟΔΟΥ	ΤΥΠΟΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ km/h		ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΣΕ ΕΠΙΒΑΤΙΚΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΑ ΗΜΕΡΗΣΙΩΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΩΡΙΔΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ	ΠΛΑΤΟΣ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤ. (ΣΤΑΘ. ΕΠΙΦΑΝ. ΚΥΛΙΣΕΩΣ)	
		ΜΕΛΕΤΗΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡ.			Π ₁	Π ₂
						ΟΛΟΣΩΜΗ ΟΔΟΣ	ΚΑΘΕ ΚΛΑΔΟΥ
A	A A	120	80	25.000	4	28,50	14,00
B	B B	100	73	18.000	4	24,25	13,00
Γ	Γ Γ	80	64	18.000	4	23,25 (20,00)	12,50

Σημείωση: Η κατασκευή δυο διαφορετικών κλάδων σε διαφορετική στάθμη συνιστάτε να γίνεται σε τμήματα μεγάλου μήκους, ιδιαίτερα σε εδάφη με φυσική κλίση μεγαλύτερη του 20% και για λόγους οικονομίας, εκτός αν ειδικές συνθήκες απαγορεύουν αυτό. Τα μεγέθη μέσα σε παρένθεση εφαρμόζονται σε δυσχερείς περιοχές.

ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΓΕΦΥΡΩΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΩΝ

ΤΥΠΟΣ	ΜΗΚΟΣ ≤ 15 m	ΜΗΚΟΣ > 15 m
	ΟΛΟΣΩΜΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	
A		
B		
Γ		

ΤΥΠΟΣ	ΜΗΚΟΣ ≤ 15 m	ΜΗΚΟΣ > 15 m		
	ΔΙΠΛΗ		ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	
A				
B				
Γ				

Σημείωση: Οι παραπάνω διατομές εφαρμόζονται σε ευθυγράμμια.

ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΩΝ



Με κεντρική ζώνη χωρίς κρασπεδορείθρα $\gamma \geq 4,00$ m.

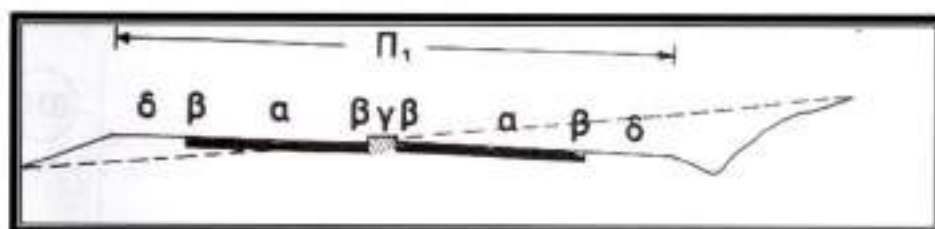
Δυο κλάδοι στην ίδια στάθμη.



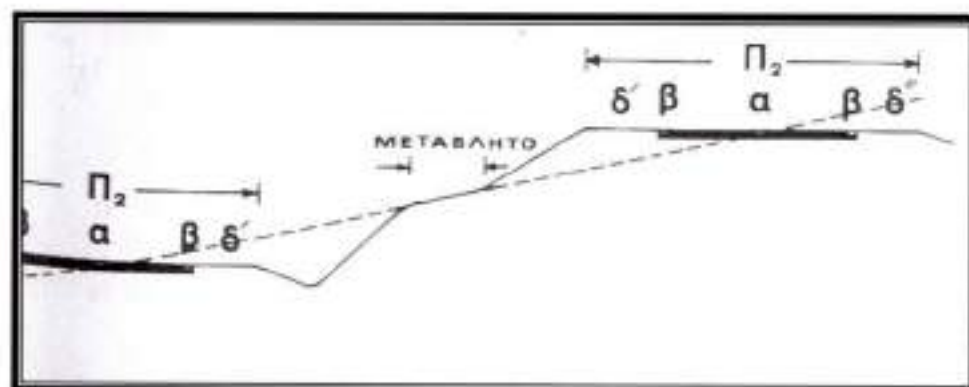
Με κεντρική ζώνη εγκιβωτισμένη με κρασπεδορείθρα

$\gamma_B: 1,75$ m $\gamma_\Gamma: 1,25$ m.

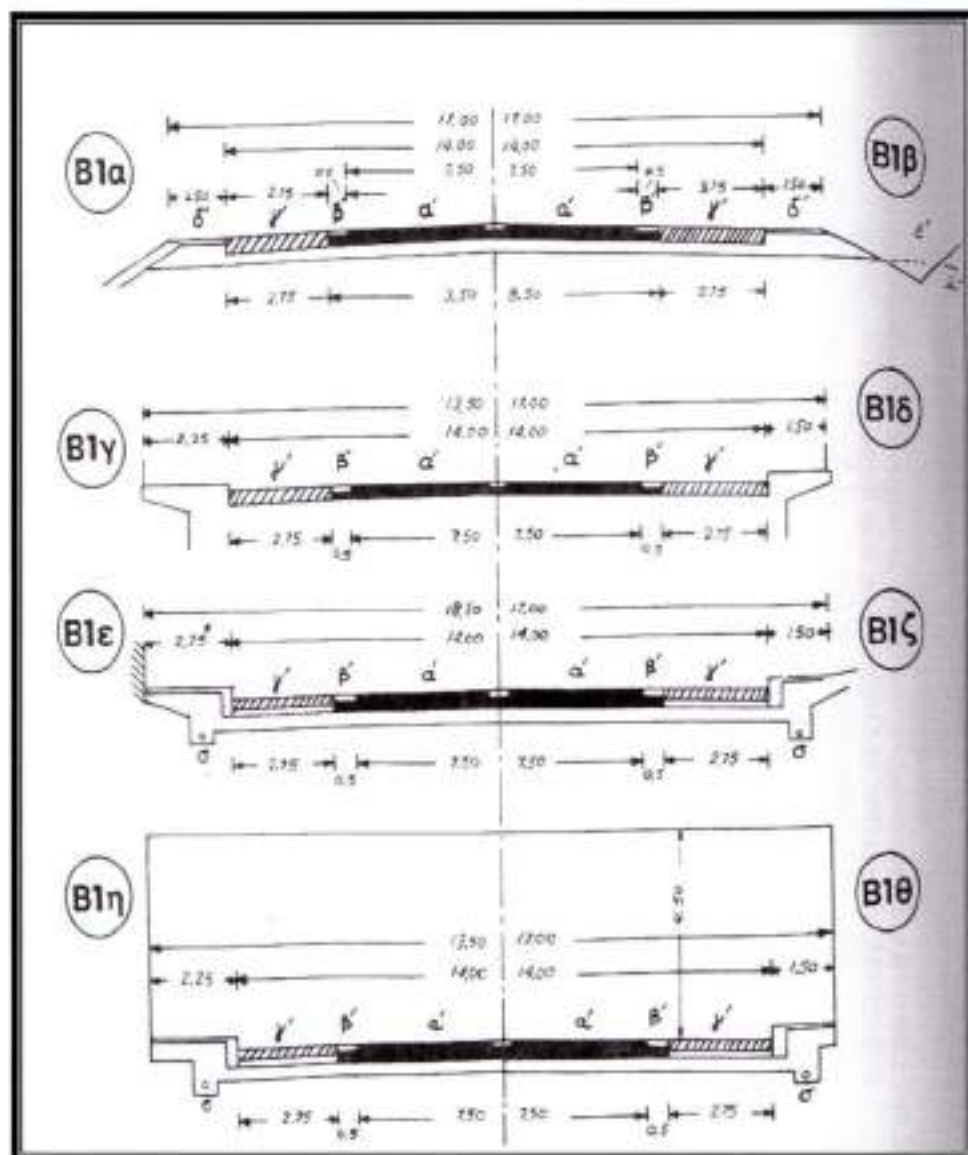
Δυο κλάδοι στην ίδια στάθμη.



Με δυο κλάδους σε διαφορετική στάθμη.



ΔΙΑΤΟΜΗ Β1



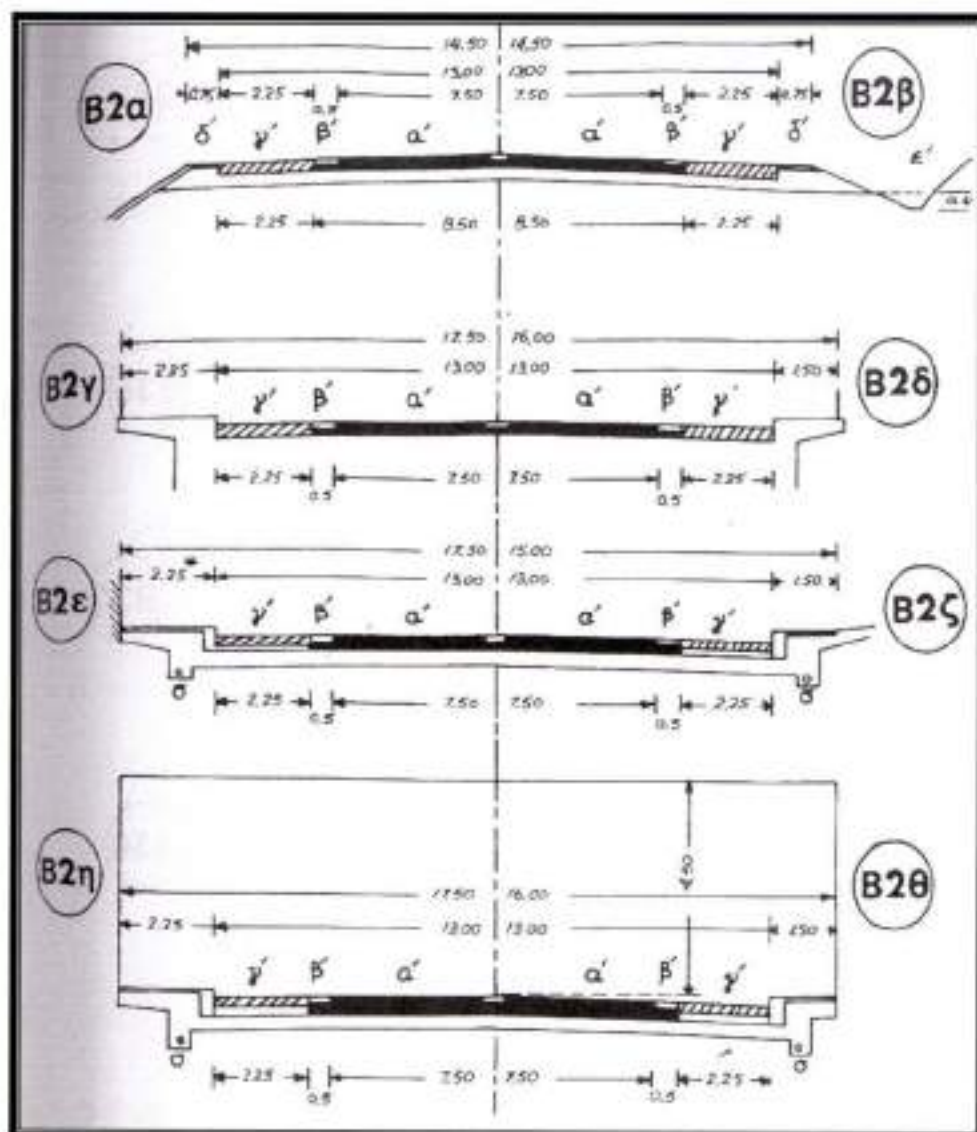
1. Η κυκλοφορία οχημάτων εν γένει διαχωρίζεται από την κυκλοφορία των δικύκλων και βραδυπορούντων οχημάτων.

2. Ταχύτητα μελέτης μικρότερη ή ίση των 100 Km/h. Ταχύτητα κυκλοφορίας μικρότερη ή ίση με 73 Km/h.

Κυκλοφοριακή ικανότητα σε επιβατικά οχήματα ημερησίως 7.000, σε πεδινή περιοχή.

* Ελάχιστο.

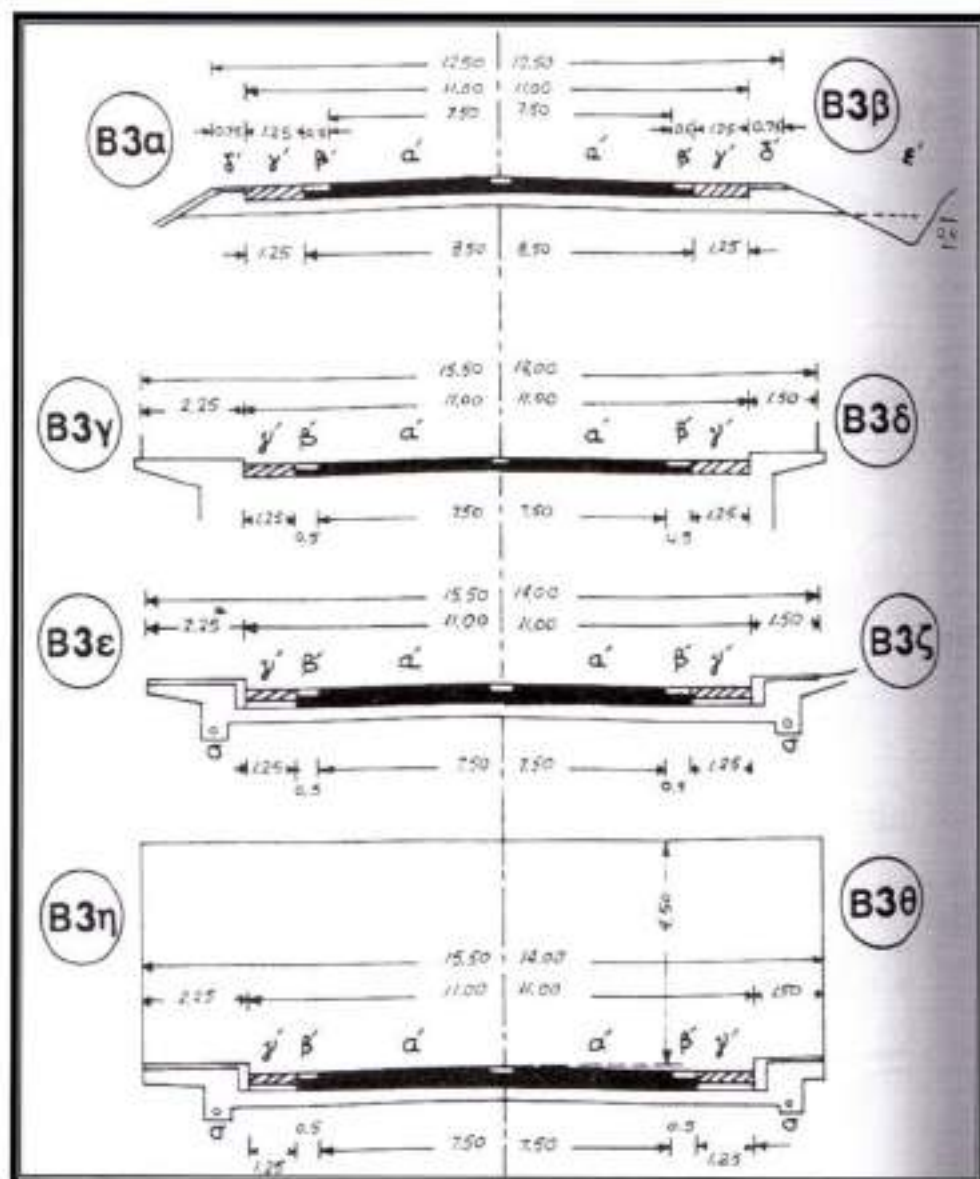
ΔΙΑΤΟΜΗ Β2



- 1) Η κυκλοφορία οχημάτων εν γένει διαχωρίζεται από την κυκλοφορία των δικύκλων.
 - 2) Ταχύτητα μελέτης μικρότερη ή ίση των 100 Km/h. Ταχύτητα κυκλοφορίας μικρότερη ή ίση με 73 Km/h.
- Κυκλοφοριακή ικανότητα σε επιβατικά οχήματα ημερησίως 6.000, σε πεδινή περιοχή.

* Ελάχιστο.

ΔΙΑΤΟΜΗ Β3

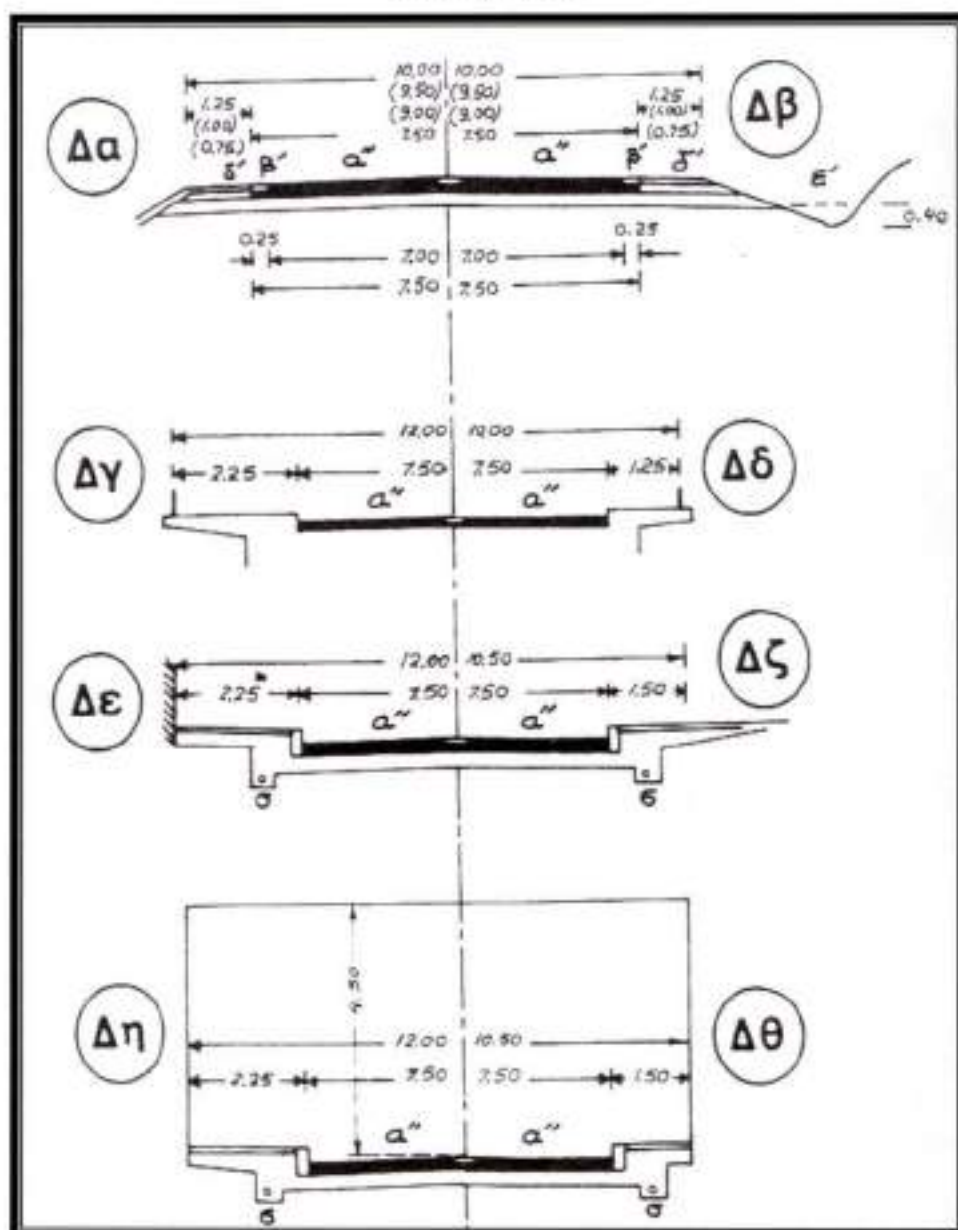


- 1) Η κυκλοφορία οχημάτων εν γένει διαχωρίζεται από την κυκλοφορία των δικύκλων.
- 2) Ταχύτητα μελέτης μικρότερη ή ίση των 100 Km/h. Ταχύτητα κυκλοφορίας μικρότερη ή ίση με 73 Km/h.

Κυκλοφοριακή ικανότητα σε επιβατικά οχήματα ημερησίως 5.800, σε πεδινή περιοχή.

* Ελάχιστο.

ΔΙΑΤΟΜΗ Δ



1. Τα μεγέθη μέσα σε παρένθεση εφαρμόζονται:

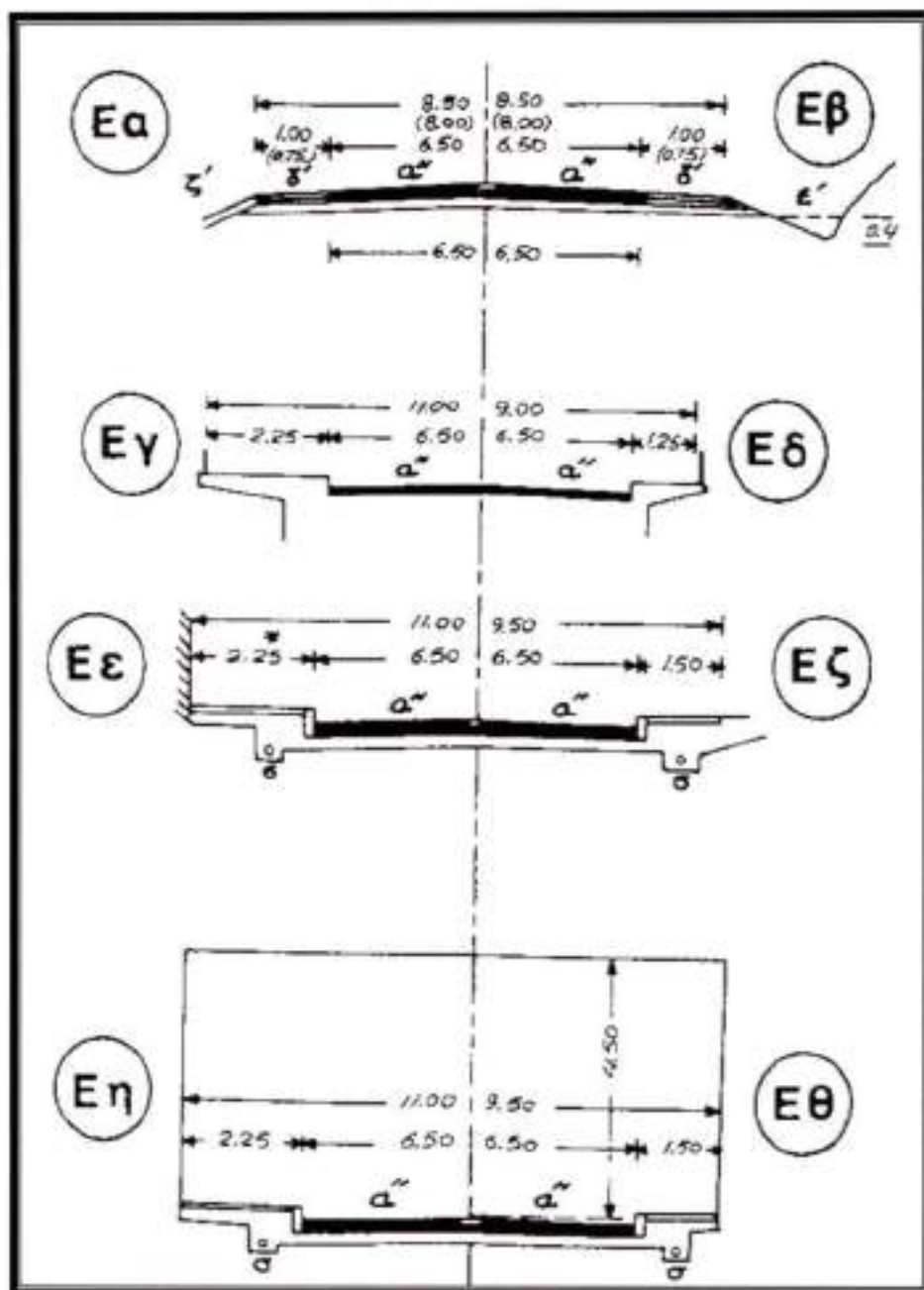
Για πεδινά εδάφη πλάτος ερείσματος 1,25 m, για δύσκολα εδάφη πλάτος ερείσματος 1,00 m, και για δυσχερή εδάφη 0,75 m, με αντιστοίχα πλάτη καταστρώματος 10,00, 9,50 και 9,00 m.

2. Εφαρμόζεται για μικτή κυκλοφορία οχημάτων, δικύκλων και πεζών. Ταχύτητα μελέτης μικρότερη ή ίση των 65 Km/h. Ταχύτητα κυκλοφορίας μικρότερη ή ίση των 55 Km/h.

Κυκλοφοριακή ικανότητα σε επιβατικά οχήματα ημερησίως 4.000, σε πεδινά εδάφη.

* Ελάχιστο

ΔΙΑΤΟΜΗ Ε



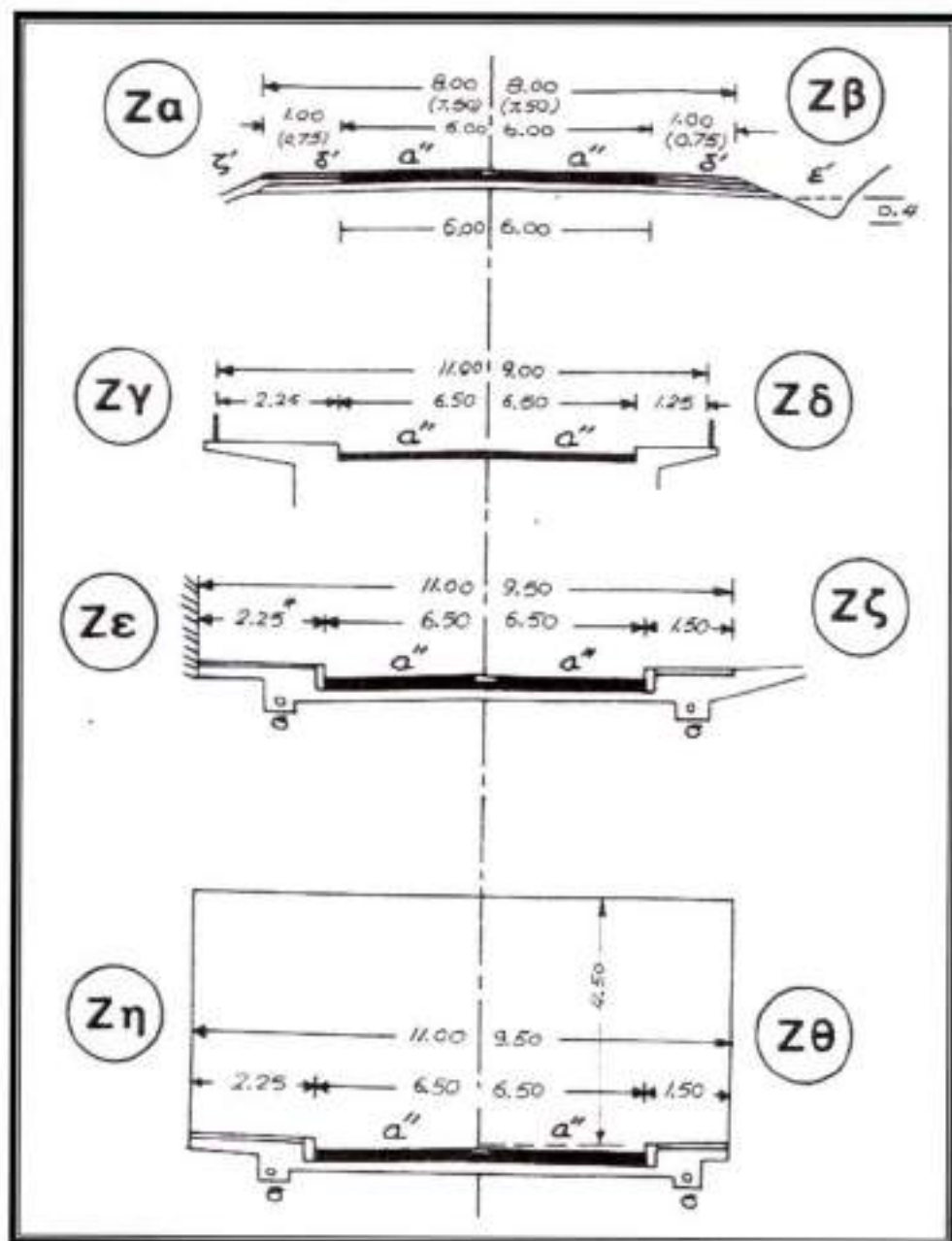
1) Τα μεγέθη μέσα σε παρένθεση εφαρμόζονται για δυσχερή εδάφη (δαπανηρές απαλλοτριώσεις, έντονα πτυχάδης περιοχή, μεγάλη εγκάρσια κλίση εδάφους κ.λπ.).

2) Εφαρμόζεται για μικτή κυκλοφορία οχημάτων, δικύκλων και πεζών. Ταχύτητα μελέτης μικρότερη ή ίση των 50 Km/h. Ταχύτητα κυκλοφορίας μικρότερη ή ίση των 44 Km/h.

Κυκλοφοριακή ικανότητα σε επιβατικά οχήματα ημερησίως 2.500, σε πεδινά εδάφη.

* Ελάχιστο

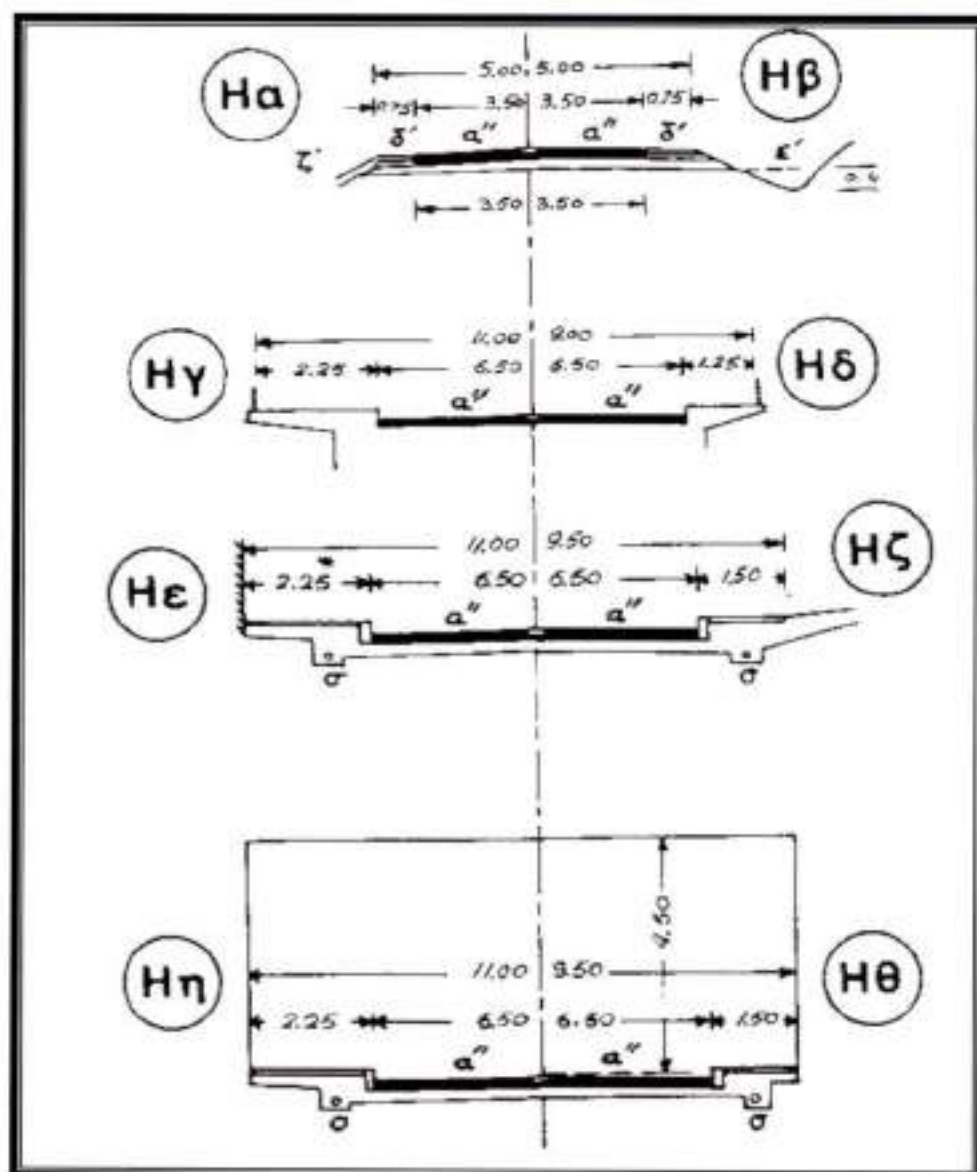
ΔΙΑΤΟΜΗ Ζ



- 1) Τα μεγέθη μέσα σε παρένθεση εφαρμόζονται για δυσχερή εδάφη (δαπανηρές απαλλοτριώσεις, έντονα πτωχώδης περιοχή, μεγάλη εγκάρσια κλίση εδάφους κ.λπ.).
 - 2) Εφαρμόζεται για μικτή κυκλοφορία οχημάτων, δικύκλων και πεζών. Ταχύτητα μελέτης μικρότερη ή ίση των 40 Km/h. Ταχύτητα κυκλοφορίας μικρότερη ή ίση των 36 Km/h.
- Κυκλοφοριακή ικανότητα σε επιβατικά οχήματα ημερησίως 2.000, σε πεδινά εδάφη.

* Ελάχιστο.

ΔΙΑΤΟΜΗ Η



1) Εφαρμόζεται για μικτή κυκλοφορία οχημάτων, δικύκλων και πεζών. Ταχύτητα μελέτης μικρότερη ή ίση των 30 Km/h. Ταχύτητα κυκλοφορίας μικρότερη ή ίση των 30 Km/h.

Κυκλοφοριακή ικανότητα οδού σε επιβατικά οχήματα ημερησίως 1.000, σε πεδινή περιοχή.

2) Οι διατομές γεφυρών προβλέπονται για δυο λωρίδες για μελλοντική εξέλιξη των οδών σε ανώτερη τάξη.

Οι γέφυρες προσαρμόζονται προς το σώμα της οδού με συναρμογές μήκους περίπου 50 m, εκτός αν ορίζεται αλλιώς με ειδική έγκριση από το υπουργείο.

* Ελάχιστο.

3.8 Υπολογισμός όγκου Χωματισμών

Μέσα από την δουλειά έχει αποδειχτεί ότι η δαπάνη των χωματουργικών εργασιών αποτελεί το 40-50% της όλης δαπάνης μιας οδού. Επειδή ο όγκος των εκσκαφών και επιχώσεων, δηλαδή ο όγκος των χωματισμών, επηρεάζει άμεσα το ύψος της δαπάνης του όγκου κατασκευής της οδού, πρέπει από την αρχή να υπολογίσουμε τον όγκο των χωμάτων, όπως επίσης και τον χαρακτηρισμό τους από άποψη σύστασης.

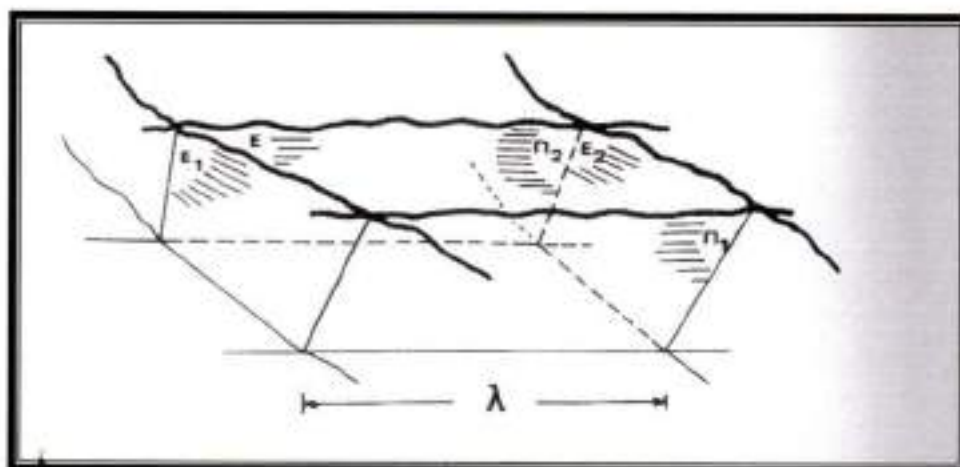
Για να υπολογισθούν οι όγκοι των χωματισμών, χρησιμοποιούμε διατομές σε χαρακτηριστικές θέσεις του άξονα της οδού.

Ο αριθμός των διατομών που θα χρησιμοποιήσουμε για τους χωματισμούς εξαρτάται από την ακρίβεια της μελέτης που θέλουμε, από το είδος του εδάφους που θα συναντήσουμε και από το είδος της χάραξης (ευθυγραμμία ή καμπύλη).

Ως συνολικό όγκο των χωματισμών παίρνουμε το άθροισμα των επί μέρους όγκων μεταξύ δύο διαδοχικών διατομών της οδού.

Οι επιμέρους αυτοί όγκοι περιλαμβάνονται από:

- 1) Τις κατακόρυφες επιφάνειες (E_1) και (E_2) των δύο διαδοχικών διατομών.
- 2) Τις επιφάνειες (Π_1) και (Π_2) των πρηνών δεξιά και αριστερά.
- 3) Ο κατάστρωμα της οδού.
- 4) Την επιφάνεια (E) του φυσικού εδάφους.



σχ. 3.19

Με εφαρμογή του προσεγγιστικού τύπου:

$$V = \frac{E_1 + E_2}{2} \cdot \lambda$$

Υπολογίζουμε σε ένα απλό και εύχρηστο πρόγραμμα όπως το EXCEL τον όγκον των χωμάτων που περιλαμβάνεται μεταξύ των διατομών 1 και 2 και που έχουν απόσταση μεταξύ τους (λ).

Επομένως, τα απαιτούμενα στοιχεία για τον υπολογισμό των επί μέρους όγκων είναι:

- 1) Τα εμβαδά των επιφανειών (E_1) και (E_2).
- 2) Η απόσταση (λ) μεταξύ των διατομών.

Που και αυτά μπορούν πολύ απλά να υπολογισθούν μέσα από το EXCEL. Το πρόγραμμα αυτό έχει το θετικό, ότι δημιουργήται μια μόνο φορά και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό όλων των επιμέρους χωματισμών του έργου αλλάζοντας απλά τα εκάστοτε δεδομένα.

1.8.2 Στοιχεία και εμβαδομέτρηση διατομών

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει παραπάνω, υπάρχουν τρία είδη διατομών:

- 1) Διατομή σε επίχωμα.
- 2) Διατομή σε όρυγμα.
- 3) Διατομή σε επίχωμα και όρυγμα (μικτή).

Για να καθορίσουμε την επιφάνεια της διατομής χρειαζόμαστε τα παρακάτω στοιχεία:

1. Το πλάτος του καταστρώματος (οδόστρωμα και ερείσματα).
2. Τις κλίσεις και τα βάθη των τάφρων.
3. Τις κλίσεις των πρανών.
4. Την υψομετρική διαφορά του άξονα της οδοῦ από το φυσικό έδαφος.
5. Τη διαπλάτυνση, αν η διατομή είναι σε καμπύλη.
6. Την επίκλιση.

Με τον καθορισμό των στοιχείων, σχεδιάζεται η διατομή σε κλίμακα για να εμβαδομετρηθεί στη συνέχεια.

Οι μέθοδοι εμβαδομέτρησης διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες:

2. Γραφική μέθοδος.

Η μέθοδος αυτή απαρτίζεται από τρεις επιμέρους μεθόδους, Την μέθοδο εμβαδομέτρου, την μέθοδο των τετραγωνιδίων, και την μέθοδο των λωρίδων.

3. Υπολογιστική μέθοδος.

Με την μέθοδο αυτή, η επιφάνεια της διατομής χωρίζεται σε διάφορα γεωμετρικά σχήματα και υπολογίζεται το εμβαδό ξεχωριστά για κάθε σχήμα ή υπολογίζεται το εμβαδό με αλγεβρικούς τύπους.

4. Μέθοδος με ηλεκτρονικό υπολογιστή

Για την εμβαδομέτρηση επιφανειών χρησιμοποιείται ειδικό πρόγραμμα, όπου γίνεται συνδυασμός των παρακάτω δεδομένων:

- I. Του φυσικού εδάφους.
- II. Της τοπικής διατομής της οδού.

Τα δεδομένα εισάγονται στον υπολογιστή, με μορφή συντεταγμένων, κλίσεων κ.λπ., που υπολογίζει το εμβαδό μεταξύ της γραμμής του φυσικού εδάφους και της γραμμής της τοπικής διατομής.

4.8.2 Μέθοδοι υπολογισμού του όγκου των χωματισμών

Χρησιμοποιούνται κυρίως δυο προσεγγιστικές μέθοδοι:

- 1) Των μέσων επιφανειών.
- 2) Των εφαρμοστέων μηκών.

Ο τύπος που πρέπει να εισάγομε στο πρόγραμμα, για τον υπολογισμό του όγκου των χωματισμών με τη μέθοδο των μέσων επιφανειών είναι:

$$V = \frac{E_1 + E_2}{2} * \lambda_1 + \frac{E_2 + E_3}{2} * \lambda_2 + \dots \quad (1)$$

Οι ποσότητες $\frac{E_1 + E_2}{2}, \frac{E_2 + E_3}{2}, \dots$ ονομάζονται **μέσες επιφάνειες**.

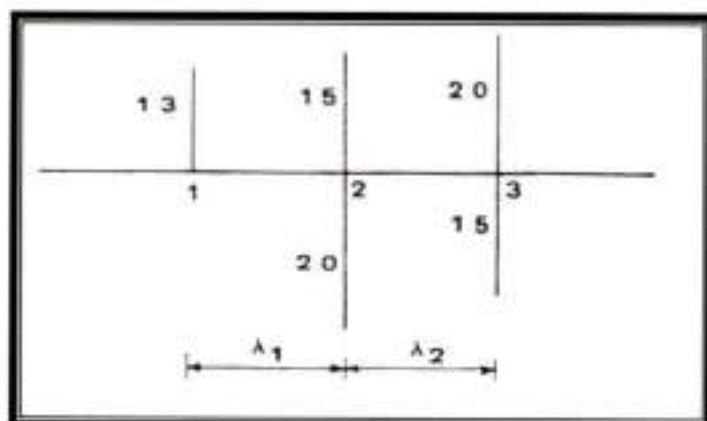
Η σχέση (1) μπορεί να γραφεί: $V = E_1 * \frac{\lambda_1}{2} + E_2 * \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2} + E_3 * \frac{\lambda_2 + \lambda_3}{2} + \dots$

Οι ποσότητες $\frac{\lambda_1}{2}, \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2}, \frac{\lambda_2 + \lambda_3}{2}, \dots$ ονομάζονται **εφαρμοστέα μήκη**.

Οι παραπάνω σχέσεις ισχύουν μόνο όταν οι διατομές είναι όλες σε όρυγμα ή σε επίχωμα.

Επειδή όμως, συνήθως οι διατομές μιας οδού έχουν όλες τις μορφές, για την απλούστευση κάθε περίπτωσης γίνονται μερικές παραδοχές όπως περιγράφονται παρακάτω:

1) Θεωρούμε ότι οι διατομές 1, 2, 3... της οδού βρίσκονται σε ευθύγραμμο άξονα με αποστάσεις μεταξύ τους κανονικές $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3 \dots$

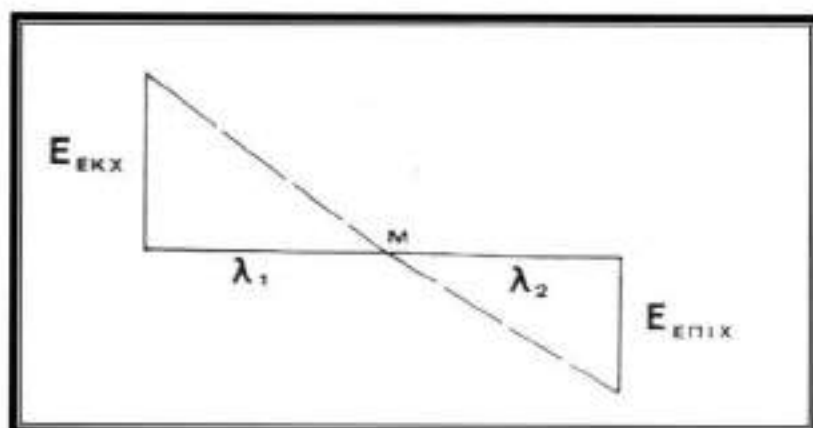


σχ. 3.20

2) Την επιφάνεια κάθε διατομής τη συμβολίζουμε με μια γραμμή, που το μήκος της λαμβάνεται ανάλογα της τιμής του εμβαδού και της κλίμακας.

3) Θεωρούμε ότι αν η γραμμή που παριστάνει επιφάνεια, είναι πάνω από τον άξονα είναι έκχωμα και ότι αν βρίσκεται κάτω από τον άξονα είναι επίχωμα.

- 4) Δεχόμαστε ότι μεταξύ δύο διατομών, όπου η μια βρίσκεται σε όρυγμα και η άλλη σε επίχωμα, ο μηδενισμός του ορύγματος και του επίχωματος γίνεται στο μέσο της απόστασης μεταξύ των διατομών.



σχ. 3.21

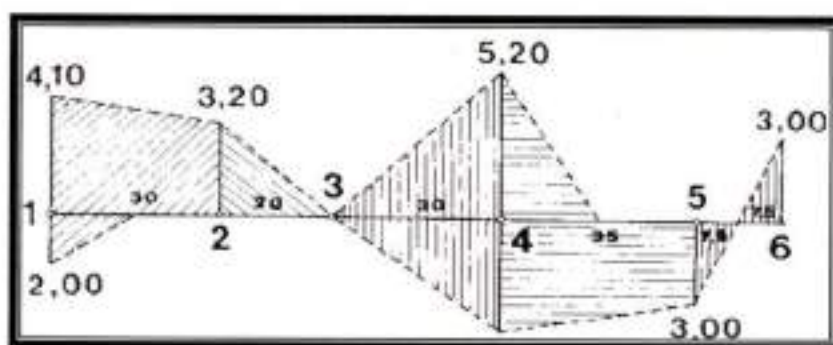
Πίνακες χωματισμών

Για τον υπολογισμό των χωματισμών χρησιμοποιούνται πίνακες για διευκόλυνση και απλοποίηση των υπολογισμών.

Ανάλογα με τις απαιτήσεις οι πίνακες χωματισμών μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε προμελέτες και δεν λαμβάνουν υπόψη τους τις ακατάλληλες γαίες, τα μήκη πρανών, τάφρους ή σε μελέτες όπου λαμβάνονται όλα τα στοιχεία.

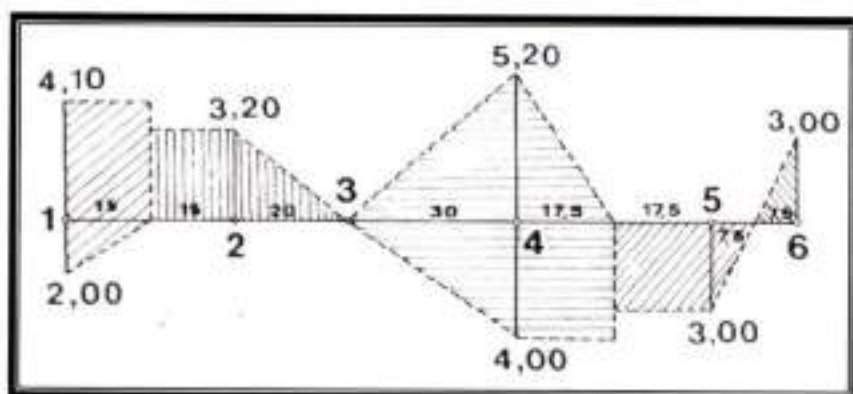
ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΕΣΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ

Διατομή	Κιλιμετρική θέση	Απόσταση μεταξύ	ΕΚΧΩΜΑΤΑ			ΕΓΧΩΜΑΤΑ			ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΕΚΧΩΜ.			Συνολικ. επιπέδισματός	Εκχ. με επιπέδιστ	Εκχ. κόμμα στην ίδια διατομή	ΠΕΡΙΣΣΕΥΜΑΤΑ		Αθροισμ. απόσταση από την αρχή
			Επιφ. Εκχ.	Μέσος επιφ.	Κύβου	Επιφ. Εγκ.	Μέσος επιφ.	Κύβου	Παυλόν	Ημίμετρον	Ερωαδόν				Εκχωματ	Επιχώματα	
1	20+000	30	4,10	3,65	109,50	2,00	0,50	15,00	109,50			1,00	109,50	15,00	94,50	-	+94,50
2	0+038	20	9,20	1,80	32,00				32,00			1,00	32,0		32,00	-	+126,50
3	0+050	30		2,80	78,00		2,00	60,00		78,00		1,10	85,80	60,00	25,80	-	+132,30
4	0+090	35	5,20	1,30	45,50	4,00	3,50	122,50		45,50		1,10	50,05	50,05	-	72,45	+79,85
5	0+115	15		0,75	11,25	5,00	0,75	11,25				1,15	12,94	11,25	1,69	-	+81,54
6	0+150		1,00														



ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΦΑΡΜΟΣΤΕΩΝ ΜΗΚΩΝ

Δοτούς	Χιλιμετρική θέση	Απόσταση (μτρο)	ΕΚΚΑΦΜΑΤΑ			ΕΠΙΠΛΗΜΑΤΑ			ΚΑΙΛΑΤΑΧ ΕΚΚΑΦ.			ΣΥΝΤΕΛ. ΕΠΙΠΛΗΜΑΤΟΣ	Εκ. με επιπλήματ	Εκ. απόστ. στην ίδιο ύψος	ΠΕΡΙΣΣΥΜΑ-ΤΑ		Ανεγερ. ύψος στο 1% οριζ.
			Εκκαυ. μήκ.μ	Επιπλήμ.μ	Όγκο	Εκκαυ. μήκ.μ	Επιπλήμ.μ	Όγκο	Γαλάτ.	Καίλατ.μ	Επιπλήμ.μ				Εκκαυ.μ	Επιπλήμ.μ	
1	0+000	30	15	4,10	61,5	7,5	2,00	15,00	61,50		1,00	61,50	15,00	46,50		+46,50	
2	0+030	30	25	3,20	80,00	-	-	-	80,00		1,00	80,00	-	80,00		+126,50	
3	0+050	30	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-		+126,50	
4	0+080	25	23,75	5,20	123,50	52,50	4,00	150,00		123,50	1,10	135,85	130,00	5,85		+137,35	
5	0+115	15	-	-	-	21,75	3,00	63,75		-	-	-	-	63,75		+68,60	
6	0+130	15	3,75	3,00	11,25	-	-	-		11,25	1,10	12,34	12,34	12,34			



σχ. 3.22

3.8.3 Συντελεστής επιπλήματος

Τα προϊόντα του ορύγματος, πριν και μετά την εκσκαφή, δεν έχουν τον ίδιο όγκο, διότι κατά την εκσκαφή γίνεται μια μικρή χαλάρωση της συνοχής των κόκκων, με αποτέλεσμα την εμφάνιση κενών μεταξύ τους, που έχει ως αποτέλεσμα μικρή αύξηση του όγκου τους.

Όταν τα προϊόντα του ορύγματος χρησιμοποιούνται για την κατασκευή επιχώματος, ποσοστό των κενών που έχουν δημιουργηθεί από την εκσκαφή διατηρείται ακόμη και μετά από τη συμπύκνωση του επιχώματος.

Αρα 1 κυβικό μέτρο εκχώματος γεμίζει (β) κυβικά μέτρα επιχώματος, όπου (β) αριθμός μεγαλύτερος του 1. Ο αριθμός (β) ονομάζεται **συντελεστής επιπλήσματος** και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες.

Για τον υπολογισμό των χωματισμών στην οδοποιία λαμβάνουμε τα εξής:

- Για γαιώδη εδάφη: $\beta = 1,00$.
- Για ημβραχώδη εδάφη: $\beta = 1,10$.
- Για βραχώδη εδάφη: $\beta = 1,15$.

4. Εφαρμογή Λογισμικού IROAD στην Χάραξη και Μοντελοποίηση Οδού

4.1 Δεδομένα Εφαρμογής

Το σύστημα χάραξης οδού IROAD αποτελεί τμήμα του πακέτου τρισδιάστατων εφαρμογών VULCAN της Marstek Pty Ltd. Πρόκειται για ένα τρισδιάστατο περιβάλλον χάραξης και μοντελοποίησης οδών με αρκετές λειτουργίες. Το πεδίο εφαρμογής του περιορίζεται σε οδούς μικρού σχετικά μήκους και διάρκειας ζωής που αφορούν κυρίως γεωτεχνικά και μεταλλευτικά έργα και την πρόσβαση σε αυτά. Παρά τους περιορισμούς του, το IROAD διαθέτει αρκετές λειτουργίες για το παράδειγμα που δίνεται στο κεφάλαιο αυτό, ενώ τα τρισδιάστατα γραφικά του υπερκαλύπτουν τις ανάγκες ακόμα και πιο προηγμένων χαράξεων.

Η διαδικασία σχεδίασης και μοντελοποίησης ενός δρόμου με χρήση του λογισμικού IROAD ξεκινά με την συλλογή των δεδομένων στον υπολογιστή. Κάποια από τα δεδομένα μπορεί να ήταν ήδη σε ψηφιακή μορφή ενώ κάποια άλλα θα χρειάστηκαν ψηφιοποίηση. Τα δεδομένα από τους σταθμούς ελέγχου, για παράδειγμα, μεταφέρθηκαν εύκολα μέσω ενός αρχείου ASCII από το πρόγραμμα Excel.

Το ανάγλυφο πάνω στο οποίο θα σχεδιαστεί ο δρόμος, το οποίο δεν ήταν σε ψηφιακή μορφή, σαρώθηκε από χάρτες ισοψών και μετατράπηκε σε διανυσματικό χάρτη χρησιμοποιώντας ένα πακέτο για μετατροπή raster to vector. Τα πακέτα αυτά περιέχουν λειτουργίες που μας επιτρέπουν την ψηφιοποίηση με μεγάλη ακρίβεια. Τα διανυσματικά δεδομένα που προέκυψαν μπήκαν στη σωστή κλίμακα και στο σωστό σύστημα συντεταγμένων μέσω στο πρόγραμμα μοντελοποίησης.

Οι διατομές της οδού σχεδιάστηκαν σύμφωνα με τις προδιαγραφές. Ήταν προτιμότερο να σχεδιασθούν στο πρόγραμμα χάραξης οδού καθώς στην περίπτωση αυτή όλα τα σημεία της διατομής θα λαμβάνουν τους κατάλληλους κωδικούς και γίνεται ευκολότερη η αναγνώριση τους στην συνέχεια.

Άλλες πληροφορίες, όπως αεροφωτογραφίες της περιοχής, οικονομικά δεδομένα για την κατασκευή του δρόμου, ή οι κλίσεις στις στροφές χρησιμοποιήθηκαν επίσης για να κάνουν την σχεδίαση πιο ολοκληρωμένη και την μοντελοποίηση πιο ρεαλιστική.

4.2 Μεθοδολογία

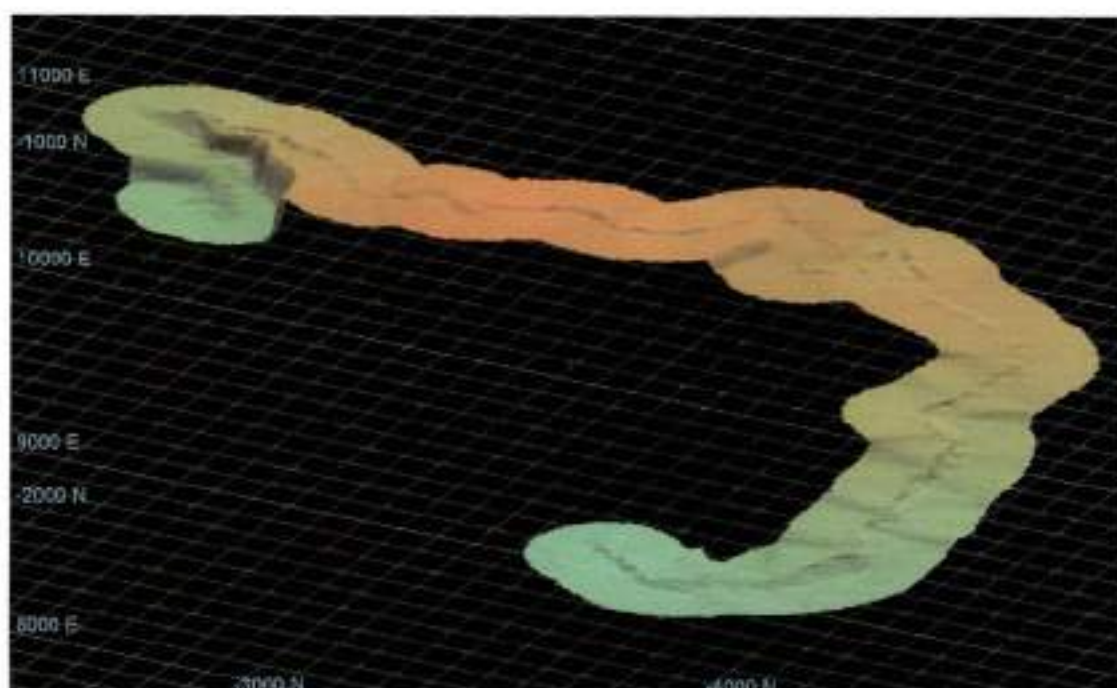
Εφόσον όλα τα απαραίτητα δεδομένα μεταφέρθηκαν σε ψηφιακή μορφή, ξεκίνησε η διαδικασία σχεδίασης της οδού. Τα δεδομένα διαχωρίστηκαν ανάλογα με το κομμάτι της οδού που αφορούν. Κάθε σχεδίαση στο IROAD αποτελείται από όλα τα απαραίτητα στοιχεία (δηλ. σημεία ελέγχου, τροχιά, διατομές και σχεδιαστικές παράμετροι, όπως όρια κλίσεων, κλίσεις πρανών, κλπ). Τα δεδομένα αποθηκεύτηκαν σε ξεχωριστές ενότητες ενώ το πρόγραμμα σχεδίασης θα τις χρησιμοποιεί με κάποια συγκεκριμένη οργάνωση.

4.2.1 Επιλογή Ανάγλυφου

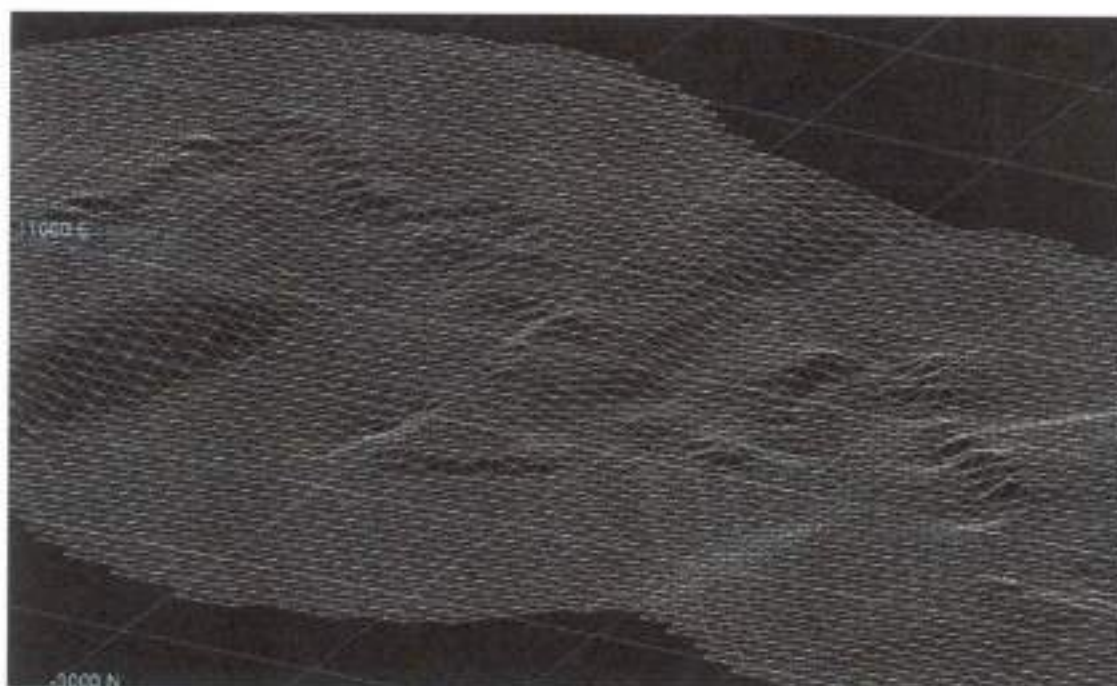
Το πρώτο βήμα ήταν η επιλογή του ανάγλυφου πάνω στο οποίο θα χαραχθεί η οδός. Το ανάγλυφο αυτό θα πρέπει να έχει την μορφή μοντέλου τριγωνισμού. Η επιφάνεια αυτή δημιουργήθηκε εύκολα από τα ψηφιοποιημένα τοπογραφικά δεδομένα χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο Delaunay.



Κάτοψη μοντέλου τριγωνισμού τοπογραφικού ανάγλυφου.



Τρισδιάστατη προβολή μοντέλων τριγωνισμού τοπογραφικού ανάγλυφου



Λεπτομέρεια μοντέλων χωρίς χρωματισμό και σκίαση

Ο τριγωνισμός έπρεπε να είναι αρκετά πυκνός ώστε να δίνει την απαραίτητη για τον υπολογισμό των πρυνών λεπτομέρεια.

4.2.2 Βασικές Παράμετροι Σχεδίασης Οδού

Οι βασικές παράμετροι σχεδίασης δόθηκαν στο ξεκίνημα της διαδικασίας σχεδίασης. Οι παράμετροι αυτοί αφορούν διάφορα χαρακτηριστικά της σχεδίασης όπως:

- την τροχιά
- τα σημεία ελέγχου
- τις κλίσεις του οδοστρώματος στις στροφές
- την κλίση των πρυνών

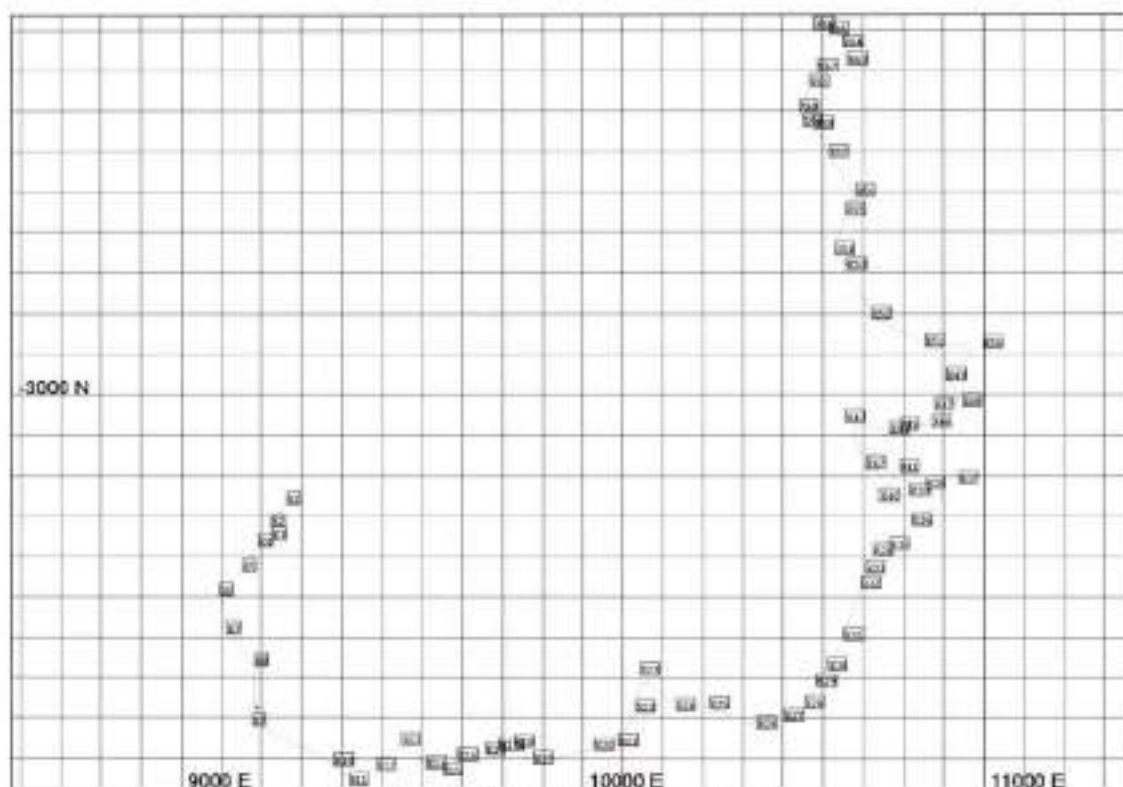
Πιο συγκεκριμένα, επιλέχθηκε η αρχή της χιλιομετρική θέσης, και το βήμα της, η ελάχιστη επιτρεπόμενη ακτίνα στροφής, η μέγιστη επιτρεπόμενη κλίση, οι κλίσεις του οδοστρώματος στις στροφές (όπου δεν έχει σχεδιασθεί με λεπτομέρεια), οι κλίσεις των πρυνών, και άλλα στοιχεία. Τα στοιχεία αυτά αποθηκεύονται σε ένα αρχείο παραμέτρων όπως φαίνεται παρακάτω:

```
* MAPPER: Specifications 10-May-2002
17:25:46
BEGIN$DEF CHAINAGE REQUESTS
  Start_Chainage=0.000
  Increment=20.000
END$DEF CHAINAGE REQUESTS
BEGIN$DEF ALIGNMENT DEFAULTS
  Minimum_Radius=200.000
  Maximum_Grade='10%'
END$DEF ALIGNMENT DEFAULTS
BEGIN$DEF SUPER DEFAULTS
  Super_Elev_Left='-3%'
  Super_Elev_Right='-3%'
END$DEF SUPER DEFAULTS
BEGIN$DEF BATTER_DEFAULT_LEFT
  NORMAL_BATTER
  High_Cut_Slope='1:1.5'
  Low_Cut_Slope='1:1.5'
  High_Fill_Slope='1:1.0'
  Low_Fill_Slope='1:1.0'
  Control_Height=2.000
  Fill_Slope='1:1.0'
  Cut_Slope='1:1.5'
  Cut_Catch_Distance=2.000
  Fill_Catch_Distance=2.000
END$DEF BATTER_DEFAULT_LEFT

BEGIN$DEF BATTER_DEFAULT_RIGHT
  NORMAL_BATTER
  High_Cut_Slope='1:1.5'
  Low_Cut_Slope='1:1.5'
  High_Fill_Slope='1:1.0'
  Low_Fill_Slope='1:1.0'
  Control_Height=2.000
  Fill_Slope='1:1.0'
  Cut_Slope='1:1.5'
  Cut_Catch_Distance=2.000
  Fill_Catch_Distance=2.000
END$DEF BATTER_DEFAULT_RIGHT
BEGIN$DEF SURFACES
  Topography='CONTOURS'
END$DEF SURFACES
BEGIN$DEF BULKING_FACTOR
  Use_fixed
  Fixed_value=1.000
  Surface=' '
END$DEF BULKING_FACTOR
BEGIN$DEF HAULAGE_COSTS
  Free_Haul_Distance=100.000
  Free_Haul_Cost=1.000
  Over_Haul_Cost=1.000
END$DEF HAULAGE_COSTS
END$FILE
```

4.2.3 Σημεία Ελέγχου και Τροχιά (Οριζοντιογραφία)

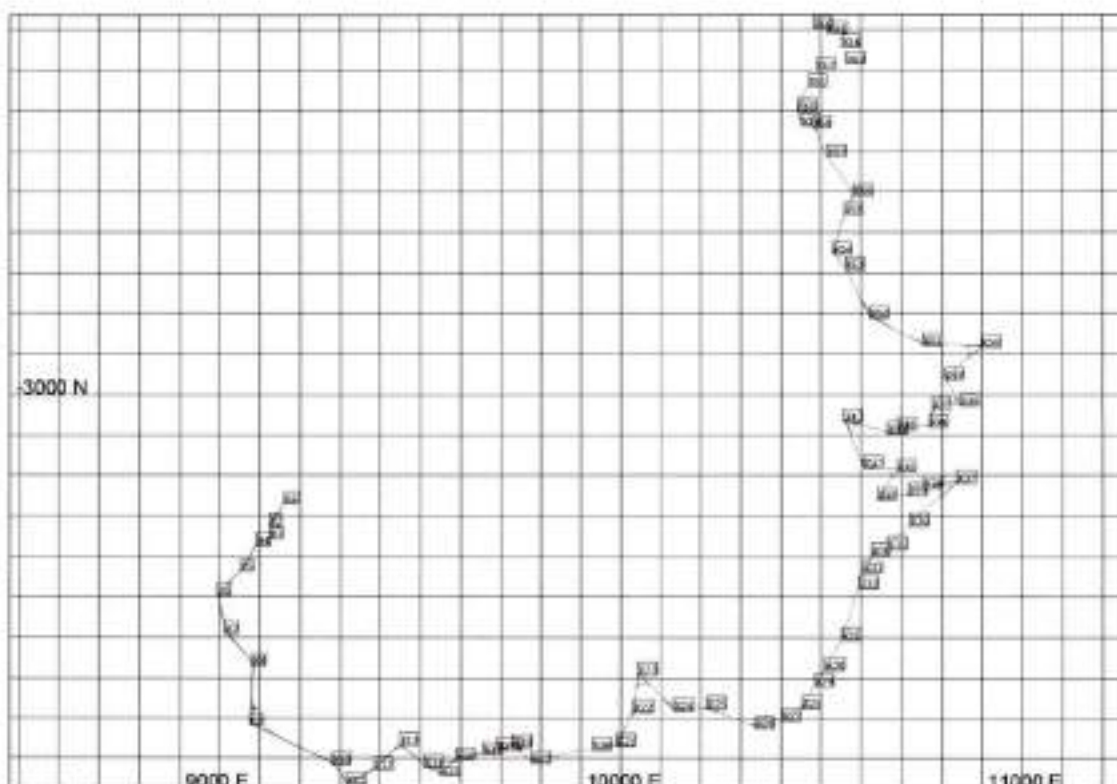
Τα σημεία αυτά (IP) ελέγχουν την μορφή της οδού στο επίπεδο (XY). Είναι ουσιαστικά οι σταθμοί της οδού και περιέχουν διάφορες παραμέτρους σχετικά με την οριζοντιογραφία της.



Σταθμοί ελέγχου οριζοντιογραφίας

Τα IPs περιέχουν όχι μόνο τις συντεταγμένες X, Y αλλά και άλλες πληροφορίες όπως την ελάχιστη επιτρεπόμενη ακτίνα στροφής και τα μήκη εισόδου και εξόδου της κλωθοειδούς. Τα μήκη αυτά ορίζουν το μήκος της καμπύλης που θα προσαρμοστεί μεταξύ του εφαπτόμενου και του κυκλικού μέρους της τροχιάς. Τα μήκη αυτά επιτρέπουν την ομαλή προσαρμογή από μια ευθεία σε μια κυκλική καμπύλη.

Στην συνέχεια προσαρμόζεται η τροχιά στα σημεία IPs. Είναι η γραμμή που ακολουθεί ο δρόμος, χωρίς να είναι απαραίτητα η κεντρογραμμή. Τα σημεία της έχουν συγκεκριμένες συντεταγμένες X,Y,Z και χιλιομετρική θέση.



Σταθμοί ελέγχου και καμπύλη οριζοντιογραφίας

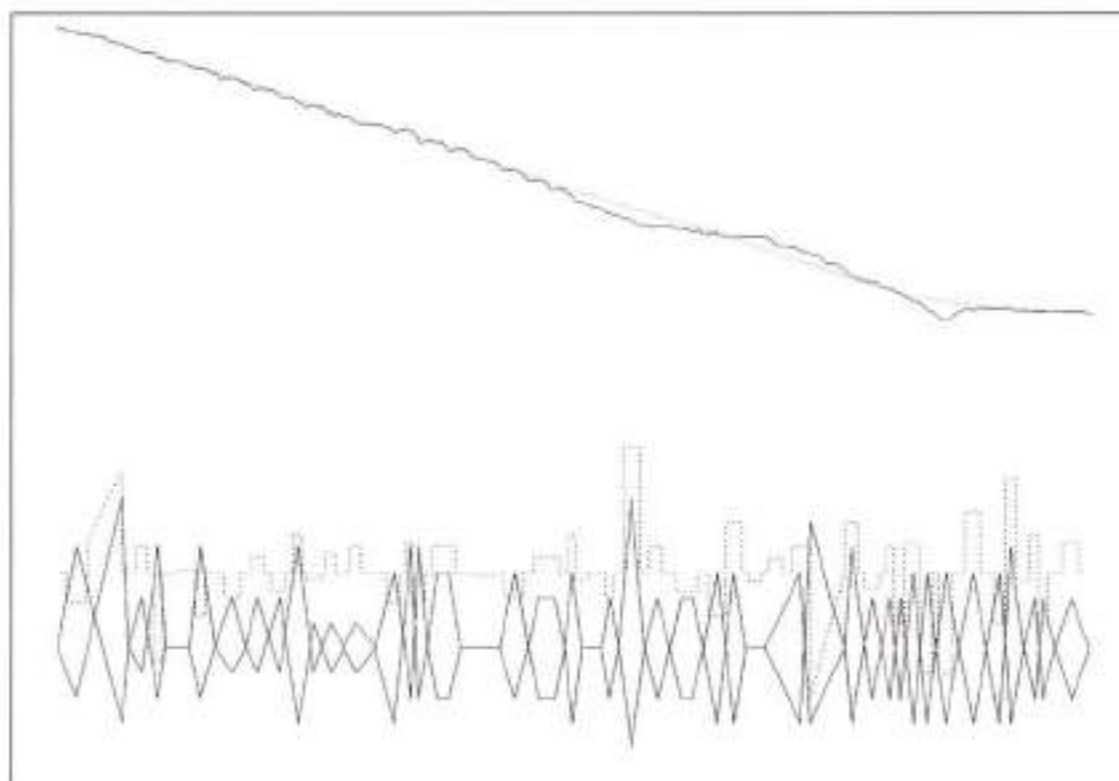
Στα σημεία της τροχιάς δίνονται χιλιομετρικές θέσεις. Κάθε σημείο της έχει μια τιμή η οποία είναι η γραμμική απόσταση κατά μήκος της καμπύλης, από ένα δοσμένο αρχικό σημείο. Εάν δεν είναι δυνατή η δημιουργία της τροχιάς λόγω της μεγάλης ακτίνας σε κάποιο σημείο, το πρόγραμμα μας προειδοποιεί.

4.2.4 Μηκοτομή και Σημεία Ελέγχου (Κάθετα)

Ως εδώ η διαδικασία σχεδίασης δημιούργησε μια καμπύλη (τροχιά) που περιέχει τις σωστές συντεταγμένες X, Y της οδού σύμφωνα με τα σημεία ελέγχου στο οριζόντιο, την ελάχιστη επιτρεπόμενη ακτίνα στροφής, και τα μήκη εισόδου / εξόδου της κλωθοειδούς.

Για να δημιουργήσουμε μια καμπύλη η οποία να περιέχει επίσης τα σωστά υψόμετρα (συντεταγμένη Z) πρέπει να εργαστούμε στην μηκοτομή της οδού. Δημιουργήθηκε μια τομή που ακολουθεί την οριζοντιογραφία. Η τομή αυτή δεν είναι επίπεδη αλλά μια καμπύλη επιφάνεια, που απλώνεται για να φαίνεται επίπεδη στην οθόνη του υπολογιστή. Η μηκοτομή επιτρέπει την προβολή της φυσικής επιφάνειας του εδάφους κατά μήκος της οριζοντιογραφίας. Ο άξονας X στην μηκοτομή είναι ουσιαστικά

η χιλιομετρική θέση και ο άξονας Y είναι η συντεταγμένη Z. Η μηκοτομή επιτρέπει την σχεδίαση των κάθετων σημείων ελέγχου (IPs) και της τροχιάς.

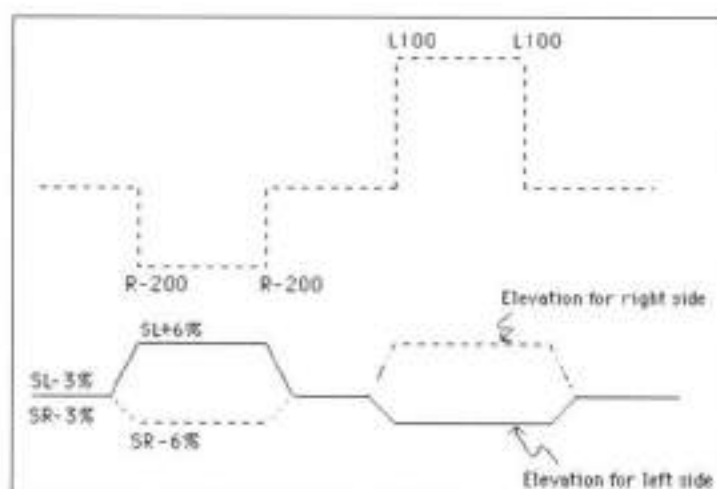


Μηκοτομή που δείχνει το τοπογραφικό ανάγλυφο και την τροχιά (επάνω) καθώς και το διάγραμμα αντίστροφης ακτίνας και το διάγραμμα κλίσεων στροφών (κάτω).

Η διαδικασία επιλογής των IPs επαναλαμβάνεται στην μηκοτομή, αυτή τη φορά όμως τα IPs λαμβάνουν τις σωστές τιμές Z καθώς και τις X και Y. Η μέγιστη επιτρεπόμενη κλίση χρησιμοποιείται για τον έλεγχο κάθε νέου σημείου σε σχέση με το προηγούμενο ώστε η κλίση να διατηρείται κάτω από την μέγιστη τιμή. Τα νέα IPs συνδυάζονται με τα ήδη υπάρχοντα της οριζοντιογραφίας για την δημιουργία μιας νέας τροχιάς σε 3D.

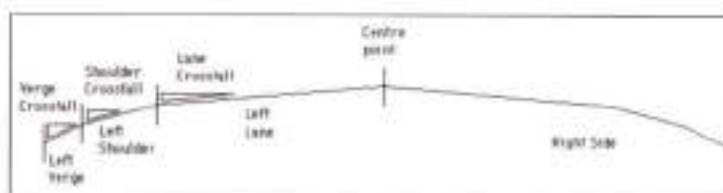
Ένα άλλο χρήσιμο στοιχείο της μηκοτομής είναι το διάγραμμα αντιστρόφου ακτίνας. Το διάγραμμα αυτό δείχνει της αποκλίσεις από ένα μηδενικό επίπεδο, σε αντίστροφη αναλογία στην ακτίνα στροφής της οριζοντιογραφίας. Το διάγραμμα αυτό χρησιμοποιήθηκε για τον σχεδιασμό των κλίσεων του αριστερού και δεξιού τμήματος του οδοστρώματος στις στροφές. Οι κλίσεις αυτές είναι απαραίτητες στις κλειστές στροφές για το κράτημα των οχημάτων πάνω στο οδόστρωμα και την ακύρωση της

δράσης της φυγόκεντρου δύναμης. Εάν η τροχιά στρίβει αριστερά τότε το δεξί τμήμα του οδοστρώματος ανυψώνεται και το αριστερό χαμηλώνει, και το αντίστροφο όταν στρίβει δεξιά.



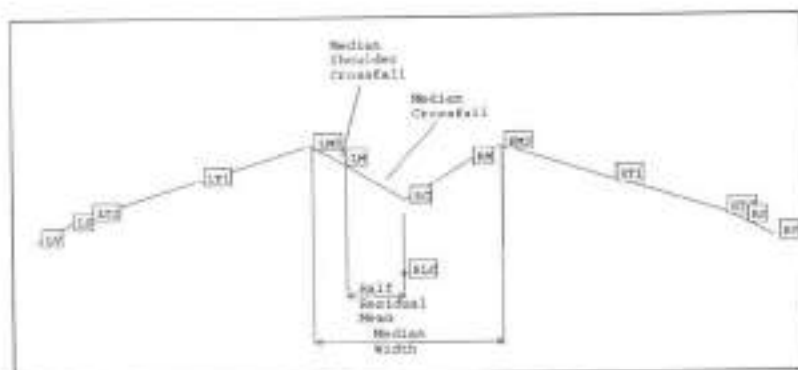
4.2.5 Σχεδίαση Διατομών

Μετά την ανάπτυξη της τελικής τροχιάς, σχεδιάστηκε η διατομή του οδοστρώματος, μαζί με το διάγραμμα κλίσεων οδοστρώματος. Οι διατομές εφαρμόζονται στην τροχιά για την ανάπτυξη μιας ομάδας διατομών κατά μήκος της οι οποίες έχουν διαμορφωθεί ανάλογα με τις κλίσεις του οδοστρώματος και το φυσικό ανάγλυφο.



Μια τυπική διατομή αποτελείται από έναν αριθμό τμημάτων όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα. Όλα τα μήκη και οι κλίσεις των τμημάτων μπορούν να ορισθούν σύμφωνα με τις προδιαγραφές. Το κεντρικό σημείο είναι το κέντρο του δρόμου όπου η διατομή εφαρμόζεται στην τροχιά. Το παρακάτω διάγραμμα δείχνει πως κωδικοποιείται μια διατομή στον υπολογιστή. Οι κωδικοί που δίνονται σε διάφορα σημεία

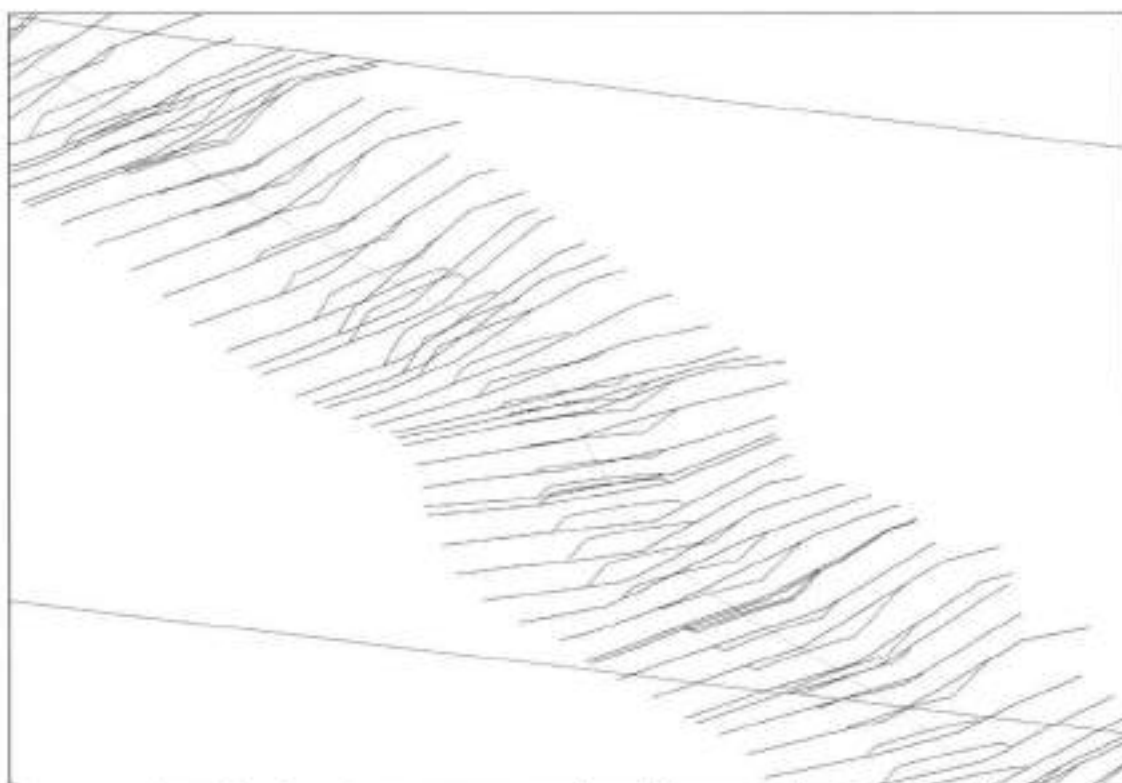
χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση τους και την σύνδεση τους στο τελικό στάδιο της σχεδίασης (δείτε τον πίνακα παρακάτω).



Αριστερή Λωρίδα	Δεξιά Λωρίδα
LBP (Αριστερό σημείο πρανούς)	RBP (Δεξί σημείο πρανούς)
LV (Αριστερό σημείο απορροής)	RV (Δεξί σημείο απορροής)
LS (Αριστερή βοηθητική λωρίδα)	RS (Δεξιά βοηθητική λωρίδα)
LT1 (Αριστερή λωρίδα κυκλοφορίας #1)	RT1 (Δεξιά λωρίδα κυκλοφορίας #1)
LT2 (Αριστερή λωρίδα κυκλοφορίας #2)	RT2 (Δεξιά λωρίδα κυκλοφορίας #2)
LM (Αριστερό τμήμα νησίδας)	RM (Δεξί τμήμα νησίδας)
LMS (Αριστερό βοηθητικό τμήμα νησίδας)	RMS (Δεξί βοηθητικό τμήμα νησίδας)
LC (Αριστερό κέντρο)	RC (Δεξί κέντρο)

4.2.6 Εφαρμογή και Σύνδεση Διατομών

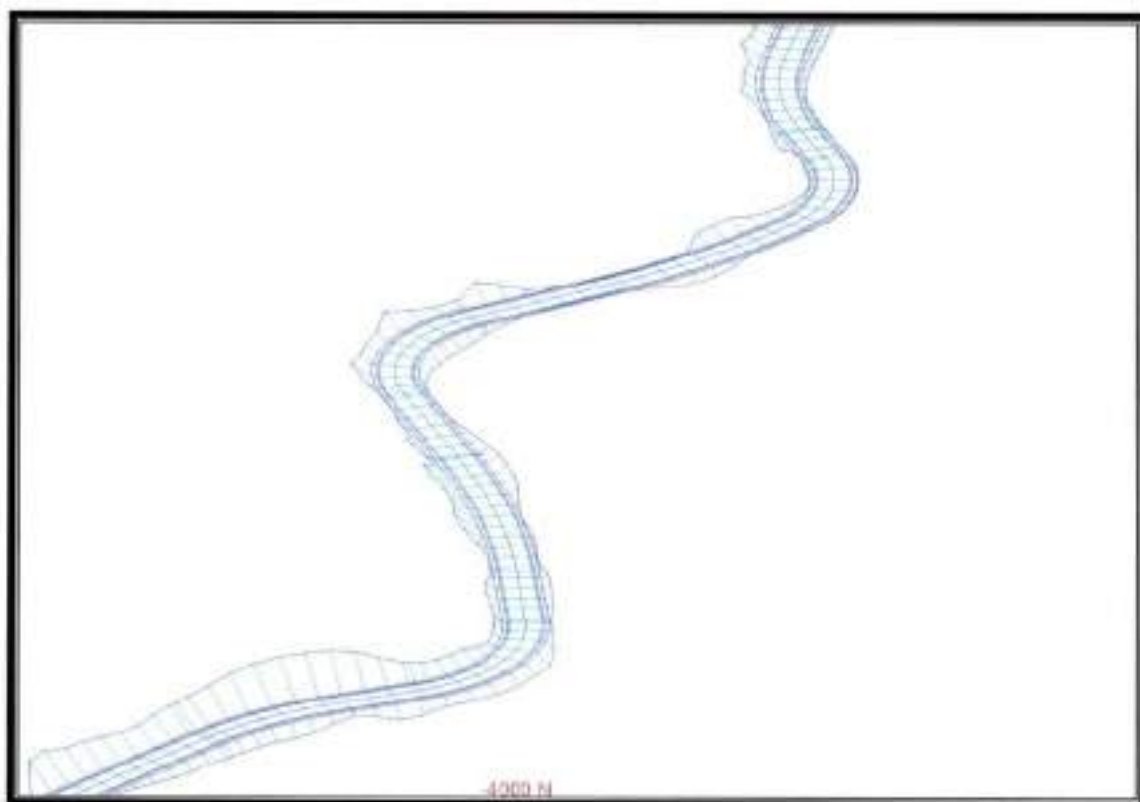
Για την δημιουργία της τελικής σχεδίασης της επιφάνειας της οδού, οι σχεδιασμένες διατομές και η τρισδιάστατη τροχιά πρέπει να συνδυασθούν. Αυτό γίνεται εφαρμόζοντας τις κατάλληλες διατομές στα αντίστοιχα τμήματα της τροχιάς όπως φαίνεται παρακάτω.



Διατομές οδοστρώματος και φυσικού ανάγλυφου κατά μήκος της οδού.

Μας επιτρέπεται η δημιουργία όχι μόνο της διατομής του δρόμου στην τροχιά με τον σωστό προσανατολισμό, αλλά επίσης η διατομή της φυσικής επιφάνειας και των πρανών των χωματισμών και των εκσκαφών όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα. Το επόμενο στάδιο είναι η σύνδεση των διατομών για την δημιουργία μιας πιο πλήρους σχεδίασης. Οι διατομές ενώνονται με ευθύγραμμα τμήματα. Κάθε τμήμα ενώνει σημεία με ίδιο κωδικό.

Μετά τη σύνδεση των διατομών, ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει μια μάσκα περιορισμού. Η μάσκα είναι ένα πολύγωνο που περικλείει πλήρως όλες τις γραμμές σύνδεσης. Στην πραγματικότητα αντιπροσωπεύει την ζώνη επίδρασης του έργου. Η μάσκα χρησιμεύει όταν δημιουργείται το μοντέλο τριγωνισμού της οδού και όταν περιορίζουμε το μοντέλο του τοπογραφικού ανάγλυφου.



Σύνδεση διατομών και δημιουργία μάσκας περιορισμού

4.3 Υπολογισμός Όγκων Χωματισμών και Εκσκαφών

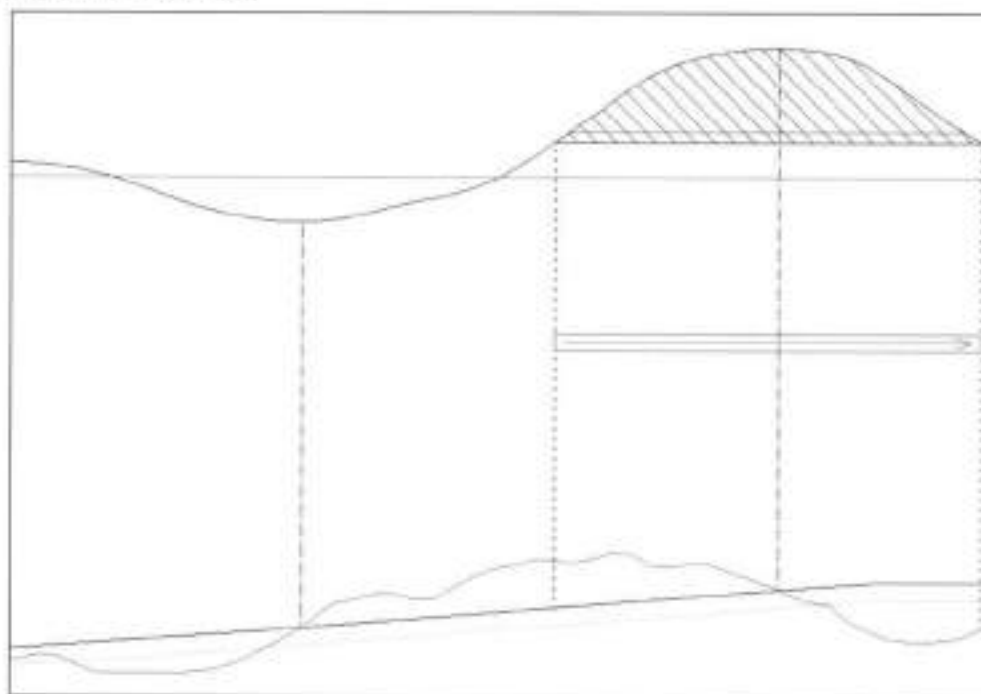
Οι όγκοι μπορούν να υπολογιστούν με δύο διαφορετικούς τρόπους: Εμβαδομετρικά (End Area) και με Τριγωνισμούς (Triangle). Ο τελευταίος είναι πιο ακριβής καθώς αντιμετωπίζει τους όγκους μεταξύ του καινούργιου τριγωνισμού της οδού και της υπάρχουσας τοπογραφίας.

Η εμβαδομετρική μέθοδος μας επιτρέπει τον υπολογισμό όγκων χωματισμών και εκσκαφών (cut and fill) για την οδό, με βάση τις διατομές της οδού και του τοπογραφικού ανάγλυφου. Παρόλο που η μέθοδος αυτή είναι κατά πολύ γρηγορότερη από την μέθοδο τριγωνισμών, δίνει μόνο προσεγγίσεις των όγκων. Η διαφορά μεταξύ των δύο μεθόδων είναι συνήθως πολύ μικρή. Παρόλα αυτά, η εμβαδομετρική μέθοδος αναφέρει όγκους υπολογισμένους σε κάθε χιλιομετρική θέση, κάτι που μπορεί να είναι ιδιαίτερα χρήσιμο στην ανεύρεση, για παράδειγμα, εκείνης της χιλιομετρικής θέσης που θα έχει τον μεγαλύτερο όγκο χωματισμού ή εκσκαφής. Παρακάτω δίνεται παράδειγμα ογκομετρικού υπολογισμού με τη μέθοδο αυτή σε τμήμα της οδού του παραδείγματος.

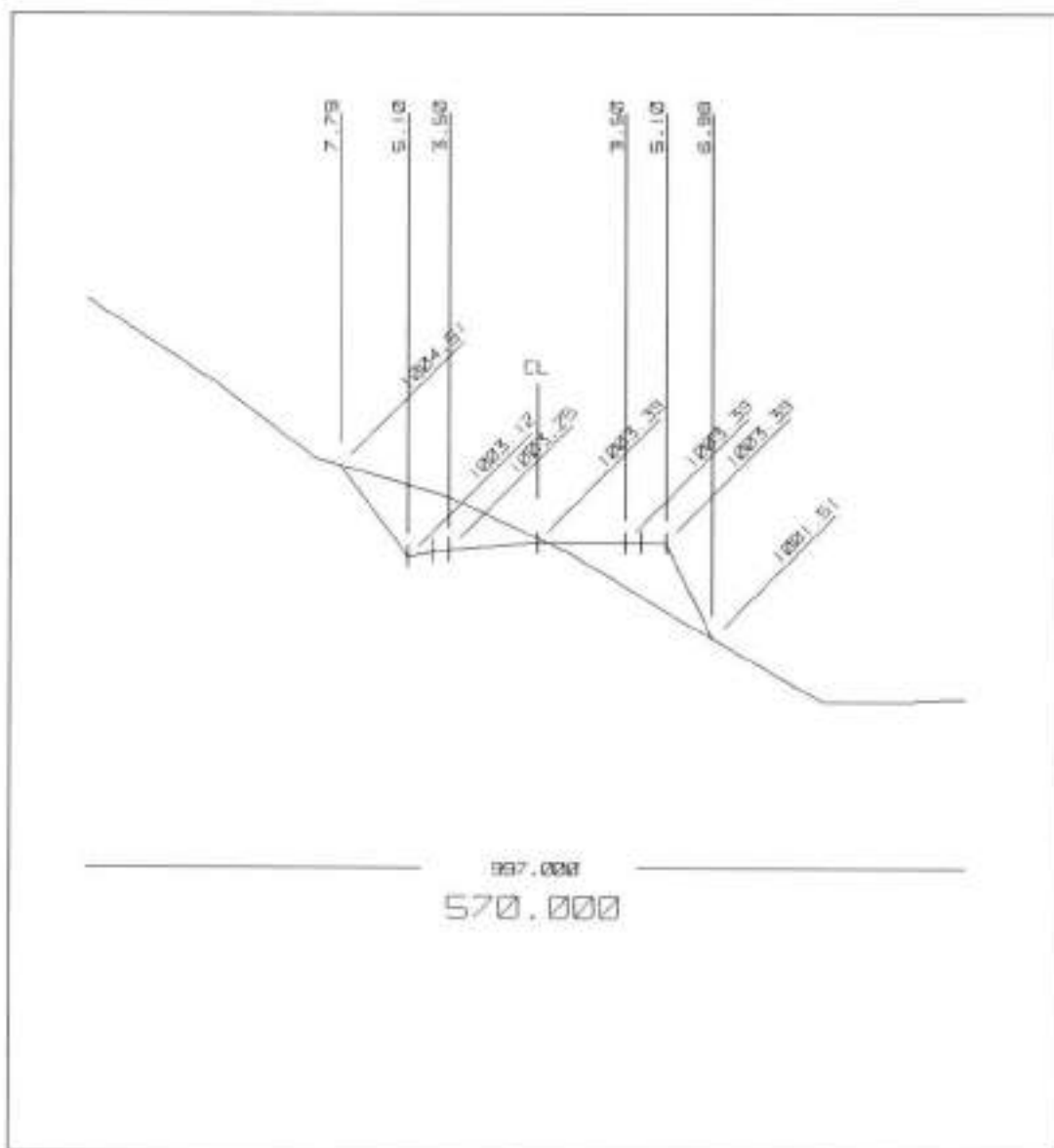
Report of road design OROIA 17-Oct-2002						
Section volumes from chainage 0.00 to chainage 1275.00						
Volumes based on end areas - Approximate only						
Total length =	1275.00 metres					
Total number of sections =	273					
Total bank cut volume =	12357.47 cubic metres					
Average bulking factor =	1.00					
Total cut volume =	12357.47 cubic metres					
Total fill volume =	5872.71 cubic metres					
Report of road design OROIA 17-Oct-2002						
Section volumes from chainage 0.00 to chainage 1275.00						
Volumes based on end areas - Approximate only						
Name	Chainage	Cut volume	Fill volume	Bulk/Compaction factor	Corrected volume	Cumulative volume
	(metres)	(cubic metres)	(cubic metres)			(cubic metres)
T	0.00	0.14	37.11	1.00	-37.97	-37.97
	5.00	1.21	36.88	1.00	-35.68	-36.89
	10.00	4.44	44.38	1.00	-41.00	-147.30
	15.00	36.75	24.28	1.00	+32.48	-14.82
	20.00	87.77	4.34	1.00	+83.43	+68.61
	25.00	21.44	10.50	1.00	+10.06	-0.77
	30.00	46.52	8.15	1.00	+48.37	+38.60
	35.00	113.29	2.42	1.00	+110.87	+149.47
	40.00	153.25	10.16	1.00	+143.09	+312.56
	45.00	112.94	7.20	1.00	+105.74	+418.30
TC30	50.00	118.77	0.74	1.00	+118.03	+536.33
	55.00	101.87	32.57	1.00	+69.30	+605.63
	60.00	0.00	36.28	1.00	-36.28	+569.35
	65.00	0.00	36.43	1.00	-36.43	+532.92
	70.00	0.00	120.87	1.00	-120.87	+412.05
	75.00	0.00	118.47	1.00	-118.47	+293.58
	80.00	14.22	102.04	1.00	-87.82	+205.76
	85.00	48.95	54.27	1.00	+14.68	+191.08
	90.00	82.46	8.42	1.00	+74.04	+265.12
	95.00	78.85	0.00	1.00	+78.85	+343.97
	100.00	104.23	0.00	1.00	+104.23	+448.20
	105.00	97.28	0.00	1.00	+97.28	+545.48

Επιτρέπεται η ανάπτυξη ενός διαγράμματος μεταφοράς χωματισμών το οποίο δίνει τους όγκους ανά διατομή, καθώς και συγκεντρωτικά. Το διάγραμμα αυτό είναι

χρήσιμο για την εξισορρόπηση των χωματουργικών έργων και για τον υπολογισμό των αποστάσεων μεταφοράς.



Μπορεί να δοθεί ένας συντελεστής επιπλάσματος για τον υπολογισμό των όγκων. Μπορεί να είναι μια σταθερή τιμή ή ένα μοντέλο πλέγματος. Όταν χρησιμοποιείται το μοντέλο, ο συντελεστής κάθε περιοχής λαμβάνεται από την τιμή του πλέγματος σε εκείνο το σημείο της τροχιάς. Το μοντέλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να λάβουμε υπ' όψη τους διαφορετικούς τύπους υλικού και τις ιδιότητες τους κατά μήκος της οδού.



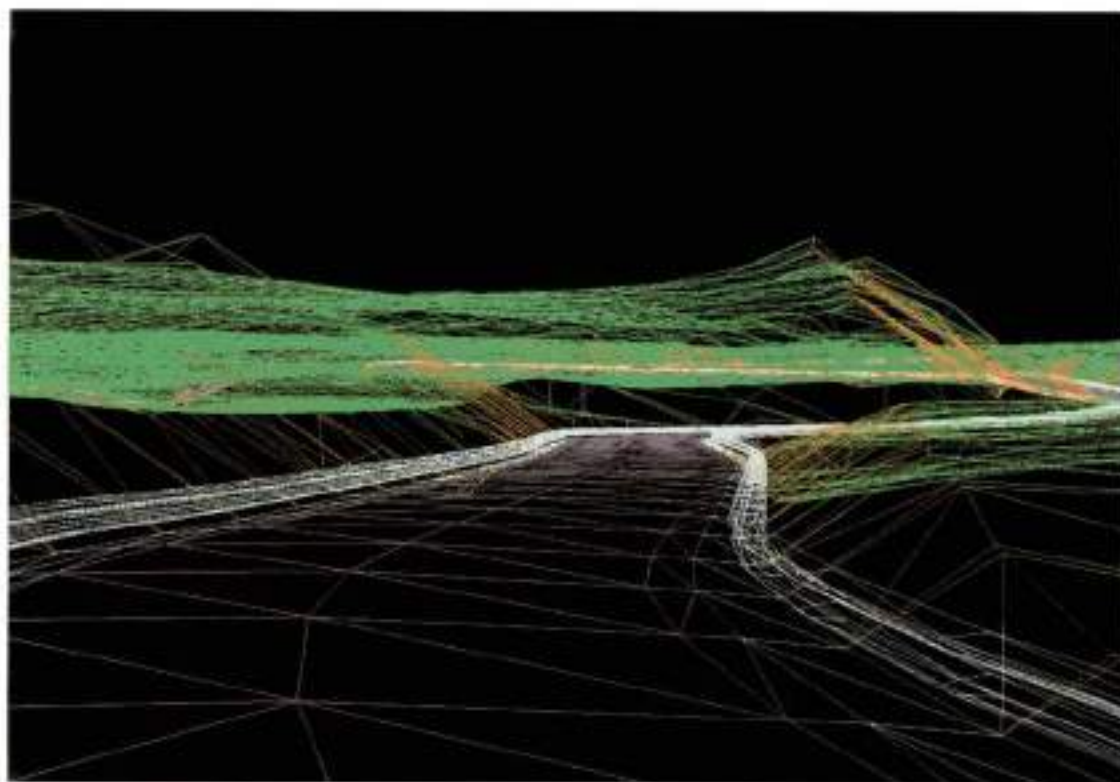
Εκτύπωση τομής οδοστρώματος και φυσικού ανάγλυφου στη χιλιομετρική θέση 570.

Μοντελοποίηση

Μετά την ολοκλήρωση της σχεδίασης, μπορεί να δημιουργηθεί το μοντέλο της επιφάνειας του οδοστρώματος καθώς και των πρανών των χωματισμών και των εκσκαφών. Το μοντέλο αυτό θα περιορισθεί εντός της μάσκας που δημιουργήθηκε όταν συνδέθηκαν οι διατομές της οδού. Η ίδια μάσκα χρησιμοποιείται για τον περιορισμό του τοπογραφικού μοντέλου εκτός της ζώνης επίδρασης της οδού.

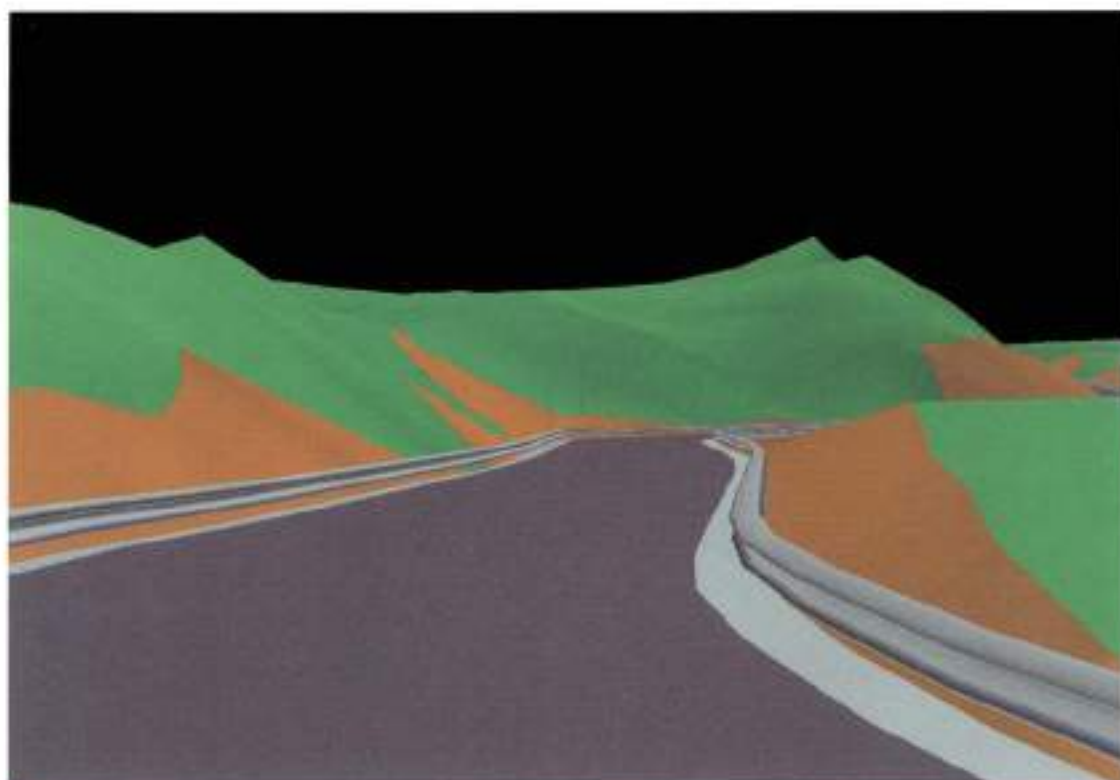


Τρισδιάστατη άποψη μοντέλου οδοστρώματος, πρανών και τοπογραφικού ανάγλυφου.

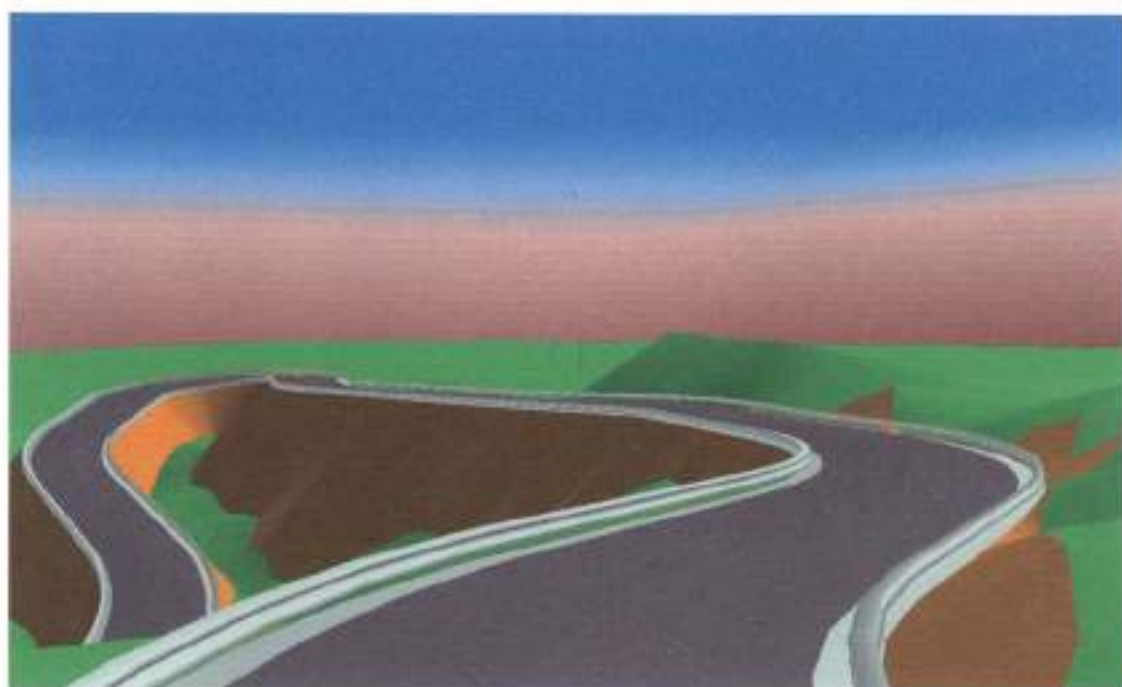
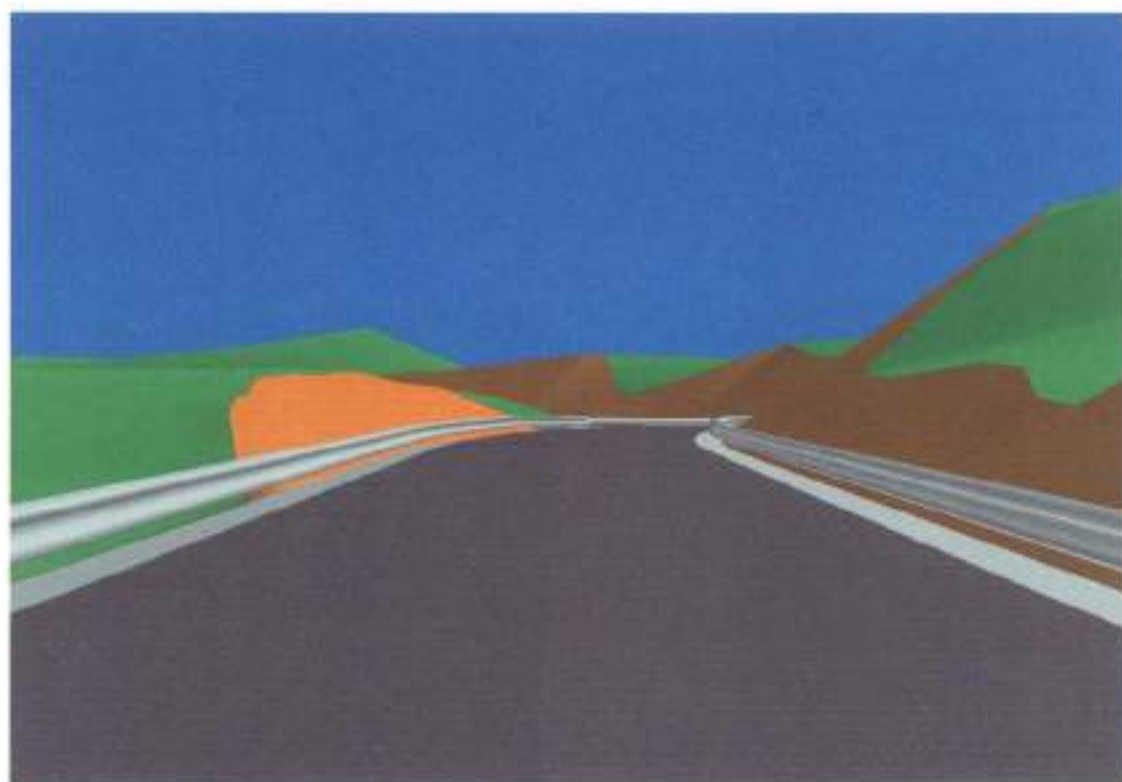


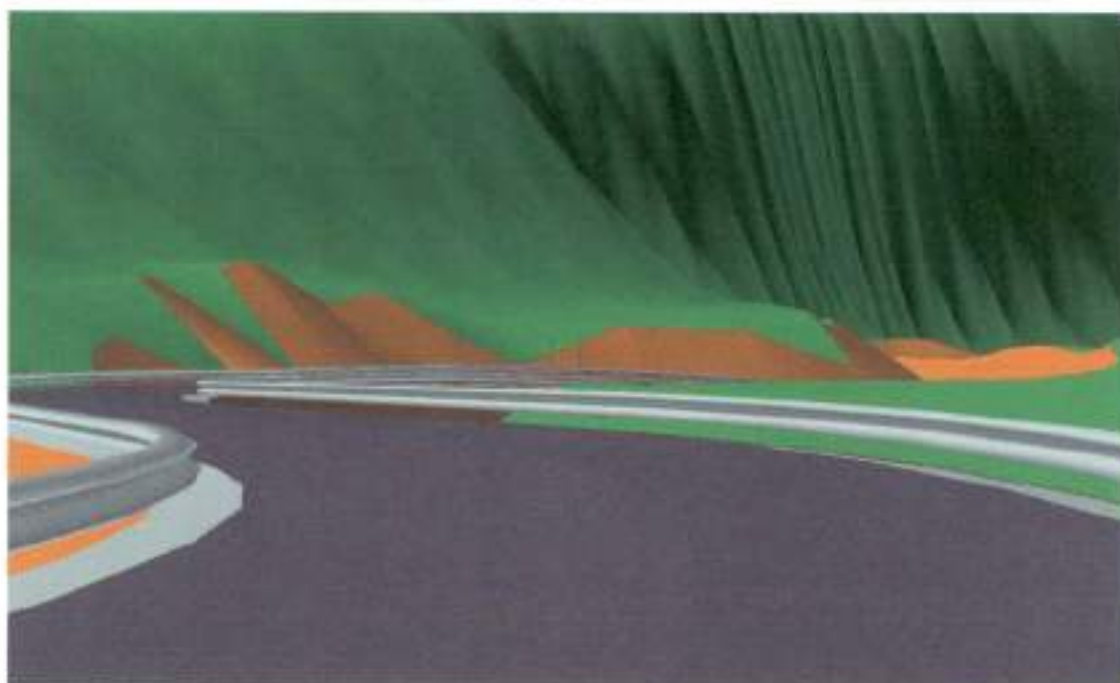
Τρισδιάστατη άποψη μοντέλων χωρίς χρωματισμό και σκίαση.

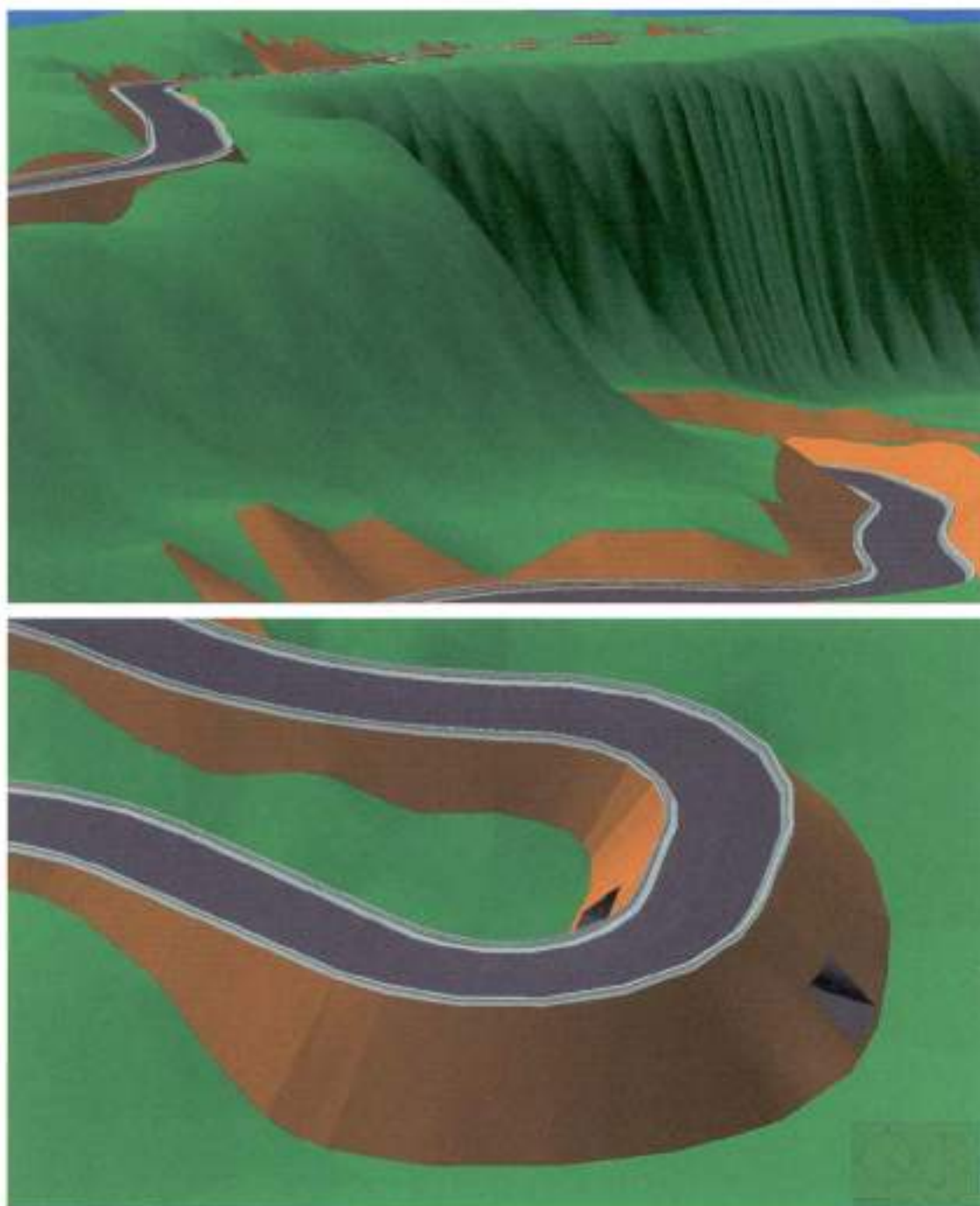












5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1 Μελέτη – Χάραξη Οδού

Συμπερασματικά θα λέγαμε, ότι για να κάνει κάποιος μια ολοκληρωμένη και σωστή χάραξη μιας οδού είτε αυτή ονομάζεται εθνική ή περιφερειακή, είτε αυτή έχει μεγάλο φόρτο κίνησης είτε όχι, χρειάζεται πριν καν ξεκινήσει να έχει κάνει μια πλήρες και ουσιώδη συλλογή δεδομένων που θα είναι άκρως απαραίτητη, για να διαπιστώσει αν αυτός ο δρόμος είναι γόνιμος να γίνει εκεί του που έχει ζητηθεί.

Στη συνέχεια η δυσκολία έγκειται στο γεγονός ότι, η οδός αυτή πρέπει να είναι οικονομική και ασφαλείς για εκείνους που θα την χρησιμοποιήσουν. Στον τομέα αυτό τον βασικό ρόλο παίζει αυτός που θα κάνει την μελέτη, γιατί είναι αυτός που θα πρέπει να επιλέξει τα γεωμετρικά εκείνα στοιχεία που θα είναι κατάλληλα με την θέση και τη χρήση της οδού, αλλά και που θα εντοπίσει και όλους τους παράγοντες που του επηρεάζουν τη χάραξη. Αν τέλος όλες οι παραπάνω διαδικασίες γίνουν σωστά η σχεδίαση και μελέτη των στοιχείων που απαρτίζουν μια οδό είναι τυπική αν ακολουθηθούν οι προβλεπόμενες ενέργειες.

5.2 Μελέτη - Χάραξη Και Μοντελοποίηση Οδού Με Την Χρήση Ηλεκτρονικού Υπολογιστή

Στην φάση αυτή δεν διαφοροποιείται η διαδικασία που γνωρίσαμε, αυτό που αλλάζει είναι η πιο εύκολη αποθήκευση και χρήση των δεδομένων που έχουμε συλλέξει, αλλά και η απλούστευση των επιμέρους εργασιών που πρέπει να γίνουν με τα διάφορα προγράμματα που κυκλοφορούν στην αγορά.

Το όφελος των όσων προανέφερα είναι η ελάττωση των λαθών που μπορεί να γίνουν από την συλλογή τόσων πολλών δεδομένων πάνω σε χαρτιά, αφού όλα θα βρίσκονται αποθηκευμένα και ταξινομημένα σε αρχεία μέσα στον υπολογιστή. Αλλά και η μείωση του χρόνου, αφού δύσκολες και χρονοβόρες εργασίες θα γίνονται απλά με μεγάλο ποσοστό επιτυχίας (χωρίς δηλαδή να γίνουν και να ξαναγίνουν για επιβεβαίωση), μόνο το πάτημα ενός πλήκτρου.

Αυτό όμως που κατά κύριο λόγο πρέπει να προσεχτεί στην μελέτη και χάραξη οδού με την χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή, είναι η προσεκτική και

σωστή είσοδος των απαραίτητων δεδομένων, αλλά και των γενικών παραμέτρων που θα αποθηκευτούν.

Όσον αφορά, συγκεκριμένα στην εφαρμογή του λογισμικού IROAD στην χάραξη και μοντελοποίηση οδού, συμπέρανα ότι αν και το πρόγραμμα έχει σχεδιαστεί για την χάραξη δρόμων προσβάσιμους σε λατομεία, ορυχεία και γενικά σε υπόγειες και υπαίθριες εκμεταλλεύσεις, απέδειξε ότι μπορεί άνετα να χρησιμοποιηθεί και για οδούς ευρύτερης χρήσης και μεγαλύτερου μεγέθους. Πέραν από ευχρησιότητα των εντολών του στο να σχεδιαστεί η οδός, σημαντικά στοιχεία στο πρόγραμμα είναι η τρισδιάστατη απεικόνιση της οδού και του ευρύτερου περιβάλλοντος, που σε βοηθούν να βλέπεις πώς θα είναι ο δρόμος και όχι να τον φαντάζεσαι μέχρι αυτός να υλοποιηθεί. Αλλά και οι χωματουργικοί και άλλοι υπολογισμοί που μπορεί να πραγματοποιήσει.

6. Βιβλιογραφία

1. “Στοιχεία Οδοποιίας δεύτερη έκδοση” Ιωάννης Δ. Κοφίτσας
2. “Στοιχεία Οδοποιίας” Σπυρ. Θ. Καπάρη Αθήνα 1992
3. “Διατομές οδών κατά RAS-Q” Έκδοση 1982 Απ. Γιώτης και Β. Ψαριανός.
4. “Σημειώσεις για το γεωμετρικό σχεδιασμό των οδών” Α. Γιώτης, Γ. Κανελλαΐδης, Γ. Μαλέρδος.
5. Mine Access Road Design and Modeling with IROAD, I Karageridis, I Tavoularis, Mine Planning and Equipment Selection 2002 (MPES), University of Ostrawa, Prague, 2002
6. Εφαρμογές Υπολογιστών στα Γεωτεχνικά και Μεταλλευτικά Έργα, Σημειώσεις Θεωρίας και Εργαστηρίου, Ι. Καπαγερίδης, Τμήμα Γεωτεχνολογίας και Περιβάλλοντος, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Μακεδονίας, Κοζάνη 2002