



ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΕΡΓΑ ΟΔΟΠΟΙΙΑ

Κωνστ. Χαρ. Κωτσόβολου

ΤΟΠΟΓΡΑΦΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ





1954

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
ΧΡΥΣΟΥΝ ΜΕΤΑΛΛΙΟΝ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ



ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΕΡΓΑ

ΤΕΥΧΟΣ Α'

ΟΔΟΠΟΙΙΑ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΧΑΡ. ΚΩΤΣΟΒΟΛΟΥ
ΤΟΠΟΓΡΑΦΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ
ΤΜΗΜΑΤΑΡΧΟΥ ΥΠ. ΔΗΜ. ΕΡΓΩΝ

ΑΘΗΝΑ
1998



Α' ΕΚΔΟΣΗ 1979



ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Ο Ευγένιος Ευγενίδης, ο ιδρυτής και χορηγός του «Ιδρύματος Ευγενίδου», πολύ νωρίς προέβλεψε και σχημάτισε την πεποίθηση ότι η άρτια κατάρτιση των τεχνικών μας, σε συνδυασμό με την εθνική αγωγή, θα ήταν αναγκαίος και αποφασιστικός παράγων για την πρόοδο του Έθνους μας.

Την πεποίθησή του αυτή ο Ευγενίδης εκδήλωσε με τη γενναιόφρονα πράξη ευεργεσίας, να κληροδοτήσει σεβαστό ποσό για τη σύσταση Ιδρύματος, που θα είχε ως σκοπό να συμβάλλει στην τεχνική εκπαίδευση των νέων της Ελλάδας.

Έτσι, το Φεβρουάριο του 1956 συστήθηκε το «Ίδρυμα Ευγενίδου», του οποίου τη διοίκηση ανέλαβε η αδελφή του Μαρ. Σίμου, σύμφωνα με την επιθυμία του διαθέτει. Το έργο του Ιδρύματος συνεχίζει από το 1981 ο κ. Νικόλαος Βερνίκος - Ευγενίδης.

Από το 1956 έως σήμερα η συμβολή του Ιδρύματος στην τεχνική εκπαίδευση πραγματοποιείται με διάφορες δραστηριότητες. Όμως απ' αυτές η σημαντικότερη, που κρίθηκε από την αρχή ως πρώτης ανάγκης, είναι η έκδοση βιβλίων για τους μαθητές των Τεχνικών και Επαγγελματικών Σχολών και Λυκείων.

Μέχρι σήμερα, με τη συνεργασία με τα Υπουργεία Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων και Εμπορικής Ναυτιλίας, εκδόθηκαν εκατοντάδες τόμοι βιβλίων, που έχουν διατεθεί σε πολλά εκατομμύρια αντίτυπα. Τα βιβλία αυτά κάλυπταν ή καλύπτουν ανάγκες των Κατωτέρων και Μέσων Τεχνικών Σχολών του Υπ. Παιδείας, των Σχολών του Οργανισμού Απασχολήσεως Εργατικού Δυναμικού (ΟΑΕΔ), των Τεχνικών και Επαγγελματικών Λυκείων, των Τεχνικών Επαγγελματικών Σχολών και των Δημοσίων Σχολών Εμπορικού Ναυτικού.

Μοναδική φροντίδα του Ιδρύματος σ' αυτή την εκδοτική του προσπάθεια ήταν και είναι η συγγραφή και έκδοση βιβλίων ποιότητας, από άποψη όχι μόνον επιστημονική, παιδαγωγική και γλωσσική, αλλά και ως προς την εμφάνιση, ώστε το βιβλίο να αγαπηθεί από τους μαθητές.

Για την επιστημονική και παιδαγωγική αρτιότητα των βιβλίων τα κείμενα υποβάλλονται σε πολλές επεξεργασίες και βελτιώνονται πριν από κάθε έκδοση συμπληρούμενα καταλλήλως.

Ιδιαίτερη σημασία απέδωσε το Ίδρυμα από την αρχή στη γλωσσική διατύπωση των βιβλίων, γιατί πιστεύει ότι και τα τεχνικά βιβλία, όταν είναι γραμμένα σε γλώσσα σωστή και ομοιόμορφη αλλά και κατάλληλη για τη στάθμη των μαθητών, μπορούν να συμβάλλουν στη γλωσσική κατάρτιση των μαθητών.

Έτσι, με απόφαση που ίσχυσε ήδη από το 1956, όλα τα βιβλία της Βιβλιοθήκης του Τεχνίτη, δηλαδή τα βιβλία για τις τότε Κατώτερες Τεχνικές Σχολές, όπως αργότερα και για τις Σχολές του ΟΑΕΔ, ήταν γραμμένα σε γλώσσα δημοτική, με βάση τη γραμματική του Τριανταφυλλίδη, ενώ όλα τα άλλα βιβλία ήταν γραμμένα στην απλή καθαρεύουσα. Σήμερα ακολουθείται η γραμματική που διδάσκεται στα σχολεία της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσεως. Η γλωσσική επεξεργασία των βιβλίων ανατίθε-

ται σε φιλολόγους του Ιδρύματος και έτσι εξασφαλίζεται η ενιαία σύνταξη και ορολογία κάθε κατηγορίας βιβλίων.

Η ποιότητα του χαρτιού, το είδος των τυπογραφικών στοιχείων, τα σωστά σχήματα, η καλαίσθητη σελιδοποίηση, το εξώφυλλο και το μέγεθος του βιβλίου, περιλαμβάνονται και αυτά στις φροντίδες του Ιδρύματος και συμβάλλουν στη σωστή «λειτουργικότητα» των βιβλίων.

Το Ίδρυμα θεώρησε ότι είναι υποχρέωσή του, σύμφωνα με το πνεύμα του ιδρυτή του, να θέση στη διάθεση του Κράτους όλη αυτή την πείρα του των 20 ετών, αναλαμβάνοντας το 1978 και την έκδοση των βιβλίων για τις νέες Τεχνικές Επαγγελματικές Σχολές και τα Τεχνικά και Επαγγελματικά Λύκεια, σύμφωνα πάντοτε με τα εγκεκριμένα Αναλυτικά Προγράμματα του Π.Ι. και του ΥΠΕΠΘ.

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Μιχαήλ Αγγελόπουλος, ομ. καθηγητής ΕΜΠ, Πρόεδρος.

Αλέξανδρος Σταυρόπουλος, ομ. καθηγητής Πανεπιστημίου Πειραιώς, Αντιπρόεδρος.
Ιωάννης Τεγόπουλος, καθηγητής ΕΜΠ.

Σταυρός Παλαιοκρασάς, Ηλεκτρολόγος Μηχανικός, Σύμβουλος Παιδαγωγικού Ινστιτούτου.

Χρήστος Σιγάλας, Δ/ντής Σπ. Δευτ. Εκπαιδεύσεως ΥΠΕΠΘ.

Σύμβουλος εκδόσεων του Ιδρύματος Κ. Α. Μανάφης, καθηγ. Φιλ. Σχολής Παν/μίου Αθηνών.

Γραμματέας της Επιτροπής, Γεώργιος Ανδρεάκος.

Διατελέσαντα μέλη ή σύμβουλοι της Επιτροπής

Γεώργιος Κακριδής (1955-1959) Καθηγητής ΕΜΠ, Άγγελος Καλογεράς (1957-1970) Καθηγητής ΕΜΠ,
Δημήτριος Νιάνιας (1957-1965) Καθηγητής ΕΜΠ, Μιχαήλ Σπετσιέρης (1956-1959), Νικόλαος Βασιώτης (1960-1967), Θεόδωρος Κουζέλης (1968-1976) Μηχ. Ηλ. ΕΜΠ, Παναγιώτης Χατζηιωάννου (1977-1982) Μηχ. Ηλ. ΕΜΠ, Αλέξανδρος Ι. Παππάς (1955-1983) Καθηγητής ΕΜΠ, Χρυσόστομος Καβουνίδης (1955-1984) Μηχ. Ηλ. ΕΜΠ, Γεώργιος Ρουύσσος (1970-1987) Χημ.-Μηχ. ΕΜΠ,
Δρ. Θεοδόσιος Παπαθεοδοσίου (1982-1984) Δ/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσεων ΥΠΕΠΘ, Ιγνάτιος Χατζηευστρατίου (1985-1988) Μηχανολόγος, Δ/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσεως ΥΠΕΠΘ, Γεώργιος Σταματίου (1988-1990) Ηλεκτρολόγος ΕΜΠ, Δ/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσεως ΥΠΕΠΘ, Σωτ. Γκλαβάς (1989-1993), Φιλόλογος, Δ/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσεως ΥΠΕΠΘ.



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η αλματώδης εξέλιξη και η ραγδαία εξάπλωση του αυτοκινήτου στην εποχή μας, καθιστά επιτακτική την ανάγκη, για κάθε χώρα, ενός σύγχρονου και πυκνού οδικού δικτύου.

Η μελέτη, κατασκευή και συντήρηση του δικτύου αυτού, χρειάζεται καταρτισμένο και πεπειραμένο τεχνικό προσωπικό.

Από χρόνια τώρα στην Ελλάδα γίνεται μια προσπάθεια για την κατασκευή ενός οδικού δικτύου, εθνικού και επαρχιακού, το οποίο δεν θα υστερεί από τα δίκτυα των άλλων προηγμένων χωρών.

Σκοπός αυτού του βιβλίου είναι να συμβάλλει στην προσπάθεια αυτή, δίνοντας με άπλο τρόπο στο μαθητή της Γ' τάξεως του Τεχνικού Λυκείου τις βασικές γνώσεις για τη μελέτη, κατασκευή και συντήρηση μιας οδού.

Επειδή η μελέτη της οδού προϋποθέτει καλή γνώση της επιστήμης της τοπογραφίας, από την οποία πρακτικά δεν διαχωρίζεται, γι' αυτό το βιβλίο όταν απαιτείται, επεκτείνεται περιληπτικά και στο χώρο της Τοπογραφίας, για να μην διακόπτεται η σειρά των εργασιών στη μελέτη της οδού. Οπωσδήποτε όμως ο μαθητής πρέπει να συμβουλεύεται το βιβλίο της τοπογραφίας για να αποκτήσει ολοκληρωμένες γνώσεις.

Οι μαθηματικές γνώσεις που χρειάζονται για την κατανόηση του βιβλίου δεν ξεπέρνουν το επίπεδο των γνώσεων του μαθητή της Γ' Λυκείου, αν και, κατά κανόνα, οι μαθηματικοί τύποι αντικαθίστανται τελικά από πίνακες.

Θεωρούμε σκόπιμο να συνδυασθεί η διδασκαλία του μαθήματος αυτού με πρακτικές εφαρμογές πεδίου και με επισκέψεις σε εργοτάξια οδοποιίας, αν βέβαια τουτο είναι δυνατό.

Τελειώνοντας, ευχαριστώ την Επιτροπή Εκδόσεων του Ιδρύματος Ευγενίδη για την προσπάθεια που κατέβαλε ώστε το βιβλίο αυτό να θεωρείται από κάθε άποψη άρτιο.

Ο Συγγραφέας

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΟΔΟΥ ΚΑΙ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΕΠΑΝΩ ΣΕ ΑΥΤΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ορισμός.

Οδός είναι στενή σχετικά λωρίδα εδάφους, η οποία έχει διαμορφωθεί έτσι, ώστε να είναι δυνατή επάνω σε αυτή τη κυκλοφορία ανθρώπων και οχημάτων. Στην τεχνική όμως, εκτός από αυτή τη σημασία, με τη λέξη οδός εννοούμε και το σύνολο των τεχνικών κατασκευών, οι οποίες αποτελούν το σώμα της οδού (π.χ. τοίχοι αντιστρητίζεως, γέφυρες, επιχώματα κλπ.).

Η οδοποία μελετά τον τρόπο κατασκευής της οδού έτσι ώστε να ανταποκρίνεται πληρέστερα στον προορισμό της.

1.2 Ιστορικό.

Ο πρώτος ακούστιος οδοποιός ήταν εκείνος ο οποίος καταδιωκόμενος ή διώκοντας, με τους αγκώνες του και το σώμα άνοιξε την πρώτη οδό μέσα στο δάσος. Η πρώτη αυτή ατραπός χρήσιμοποιήθηκε και από δεύτερο και τρίτο και έτσι δημιουργήθηκε η πρώτη βατή οδός, χωρίς βέβαια ο άνθρωπος να επέμβει για την παραπέρα διαμόρφωσή της.

Τις οδούς δημιούργησε η ανάγκη για τη μεταξύ των ανθρώπων επικοινωνία και συναλλαγή.

Οι προσπάθειες των ανθρώπων για τη δημιουργία των πρώτων βατών οδών περιορίζονταν μόνο στο να συντομεύσουν τις αποστάσεις ή στο να κάνουν λιγότερο κοπιώδη και ακίνδυνη τη διαδρομή.

Την πρόσδοτο όμως και την ανάπτυξη του πολιτισμού ακολούθησε πιστά και η τεχνική για την ανάπτυξη και κατασκευή οδών. Άρχισε δηλαδή η εφαρμογή μελέτης, έστω στοιχειώδους, για την κατασκευή των οδών. Η χρησιμοποίηση τροχηλάτων αμαξών είχε ως επακόλουθο οι πρώτοι αυτοσχέδιοι οδοποιοί να κατασκευάσουν οδούς με ελαττωμένες κλίσεις και να επινοήσουν πιο τέλειο και πιο στέρεο οδόστρωμα.

Με την εξέλιξη όμως του πολιτισμού και με τις συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις της ζωής, η αναζήτηση και η μελέτη συντομοτέρων κατευθύνσεων, η εκτέλεση χωματουργικών έργων, η κατασκευή γεφυρών και γενικά τεχνικών έργων ήταν

επιτακτική ανάγκη. Έτσι, για να αναπτύσσονται μεγαλύτερες ταχύτητες στις οδούς έπρεπε να δημιουργηθούν ανθεκτικές και λείες επιφάνειες κυλίσεως.

Με τον τρόπο αυτό άρχισε η συστηματικότερη μελέτη της οδού. Σύμφωνα με τον Ήρόδοτο, η αρχαιότερη λιθόστρωτη οδός κατασκευάσθηκε το 3000 π.Χ στην Αίγυπτο από το βασιλιά Χέοπα, για τη μεταφορά υλικών προς κατασκευή της μεγάλης πυραμίδας.

Ο Όμηρος αναφέρει *λασφόρον οδόν*, δηλαδή οδό όπου συχνάζουν πολλοί άνθρωποι (λαός).

Οι Αθηναίοι από τους πρώτους ανάμεσα στους Έλληνες χάραξαν και κατασκεύασαν οδούς μέστερα από μελέτη των απαιτήσεων και της χρησιμότητάς τους. Από αυτές *αι λεπάι οδοί* εξυπηρετούσαν θρησκευτικούς σκοπούς.

Παρόμοιους δρόμους είχαν κατασκευάσει πολιτισμένοι λαοί της αρχαιότητας, όπως οι Σίνες, οι Πέρσες, οι Ασσύριοι και οι Βαβυλώνιοι.

Η τεχνική εξέλιξη όμως της οδοποιίας κατά την αρχαιότητα οφείλεται αποκλειστικά στους Ρωμαίους.

Οι Ρωμαίοι, για να εξυπηρετήσουν στρατιωτικούς κυρίως σκοπούς, κατασκεύασαν σε όλη την έκταση της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας πλήρες οδικό δίκτυο, χαρακτηριστικά του οποίου ήταν οι μεγάλες ευθυγραμμίες, οι μεγάλες ακτίνες των καμπυλών και οι ελαφρές κλίσεις. Από τους σπουδαιότερους Ρωμαϊκούς δρόμους αναφέρομε την Αππία και την Εγνατία οδό, τη Φλαμινία και την Αυρηλία οδό.

Μετά την κατάρρευση της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας και σε όλη την περίοδο του Μεσαίωνα δεν σημειώθηκε ουσιώδης πρόοδος στην οδοποιία.

Την εποχή της Αναγεννήσεως πρώτη η Γαλλία και αργότερα η Αγγλία άρχισαν την κατασκευή νέων οδών. Στη Γαλλία κατασκευάσθηκαν πλήρη δίκτυα εθνικών οδών και δαπανήθηκαν πολύ σημαντικά για την εποχή εκείνη ποσά.

Η θαυμαστή πρόοδος των φυσικών και τεχνικών επιστημών από το τέλος του περασμένου αιώνα συνετέλεσε στην αλματώδη ανάπτυξη της συγκοινωνίας, γιατί έθεσε στη διάθεση των μεταφορών τεράστιες δυνάμεις έλξεως. Η χρησιμοποίηση του ατμού αρχικά, του ηλεκτρισμού και των υγρών καυσίμων αργότερα σε τελειότερες μηχανές, επέτρεψε την κατασκευή νέων οχημάτων και την ανάπτυξη μεγάλων ταχυτήτων. Η εφεύρεση εξ άλλου νέων και ανθεκτικότερων δομικών υλικών και η κατασκευή οδοποιητικών μηχανών ταχείας κατασκευής οδών συνετέλεσαν αποφασιστικά στην κατασκευή οδών μεγάλης κυκλοφορίας και ταχύτητας.

Σήμερα ανάμεσα στα κριτήρια του βαθμού προόδου και πολιτισμού μιας χώρας είναι και το άρτιο οδικό της δίκτυο.

Στην Ελλάδα μετά την απελευθέρωσή της από τους Τούρκους δεν υπήρχε καμία οδός κατασκευασμένη σύμφωνα με τις τεχνικές απαιτήσεις. Η πρώτη αμαξιτή οδός κατασκευάσθηκε από το γαλλικό στρατό και συνέδεε την Πύλο με τη Μεθώνη.

Το πρώτο πρόγραμμα κατασκευής αμαξιτών οδών καταρτίσθηκε μόλις εγκατάσταθηκε ο Βασιλιάς Όθων. Μέχρι το 1852 είχαν κατασκευασθεί οδοί ολικού μήκους 150 km περίπου.

Το 1867 θεσπίσθηκε με νόμο ειδική φορολογία για την κατασκευή Εθνικών οδών και καθιερώθηκε ο περί προσωπικής εργασίας νόμος για τις επαρχιακές και κοινοτικές οδούς. Συγχρόνως άρχισε να λειτουργεί κανονικά η Υπηρεσία Δημο-

σίων Έργων που συστάθηκε το 1878. Στην περίοδο 1878-1904 κατασκευάσθηκαν στην Ελλάδα οδοί μήκους 10 500 km περίπου. Μεταξύ των ετών 1909 και 1928 η οδοποιία δεν παρουσίασε πρόοδο λόγω των συνεχών πολέμων.

Σταθμό στην πρόοδο της Εθνικής οδοποιίας στην Ελλάδα αποτέλεσε το έτος 1928, όταν υπογράφηκε σύμβαση με την Εταιρεία «ΠΡΟΜΗΘΕΥΣ». Με βάση τη σύμβαση αυτή κατασκευάσθηκαν από την εταιρία 2100 km εθνικών οδών από τις οποίες 1100 km επαλείφθηκαν με άσφαλτο.

Στη διάρκεια της εχθρικής κατοχής, 1941-1944, ελάχιστα έργα έγιναν. Μετά την απελευθέρωση άρχισε η επιδιόρθωση των κυριοτέρων αρτηριών από αμερικανικές εταιρίες αρχικά και από Έλληνες εργολάβους αργότερα.

Τότε δημιουργήθηκε το πρόγραμμα «Πρόνοια και έργασία», σύμφωνα με το οποίο ανοίχθηκαν νέοι δρόμοι 10 000 km περίπου.

Σήμερα καταβάλλονται μεγάλες προσπάθειες για τη μελέτη και κατασκευή οδών για την ικανοποίηση των αναγκών της αυξανόμενης κυκλοφορίας των αυτοκινήτων.

1.3 Διαίρεση των οδών.

Οι οδοί διακρίνονται:

α) Από διοικητική άποψη:

- Αστικές
- Υπεραστικές
- Εθνικές
- Επαρχιακές
- Κοινοτικές
- Αγροτικές
- Δασικές
- Στρατιωτικές
- Τουριστικές

β) Από κυκλοφοριακή άποψη (σύμφωνα με την 103-1Ε του Υ.Δ.Ε.):

	κατηγορία οδού	τύπος οδού
Αυτοκινητόδρομοι	I	— A — B — Γ
Πρωτεύον δίκτυο εθνικών οδών	II	— B — Γ — Δ
Δευτερεύον δίκτυο εθνικών οδών	III	— Γ — Δ — E — Z

Δίκτυο επαρχιακών οδών

IV

— Δ
— Ε
— Ζ
— Η

γ) Από όποιη μορφολογίας:

- Πεδινές
- Ορεινές

δ) Από τεχνική όποψη:

- Πλήρεις (με πλήρες οδόστρωμα)
- Συντηρούμενες πρόχειρα (με ατελές οδόστρωμα)
- Καρροποίητες (χωρίς οδόστρωμα)
- Ατραποί

ε) Από όποιη αρχής, η οποία τις κατασκεύασε και τις συντηρεί:

- Δημόσιες
- Δημοτικές
- Κοινοτικές
- Ιδιωτικές

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΤΑ ΜΕΡΗ ΤΗΣ ΟΔΟΥ

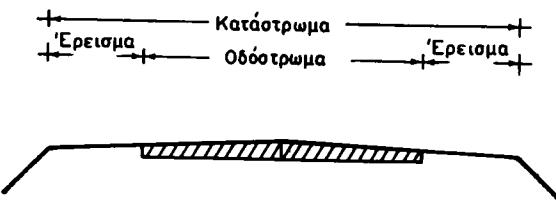
2.1 Ορισμοί.

Οδός, όπως είπαμε, καλείται λωρίδα εδάφους, η οποία διαμορφώνεται έτσι, ώστε να είναι δυνατή η κυκλοφορία επάνω σε αυτή τροχοφόρων και πεζών· επίσης στην έννοια της οδού μπορεί να περιληφθεί και το σύνολο των τεχνικών έργων, τα οποία την αποτελούν.

Οδοποία: Καλείται η τεχνική της διαμορφώσεως και της κατασκευής των οδών αλλά και το σύνολο των εργασιών για την κατασκευή της οδού.

Κατάστρωμα της οδού: Καλείται η ανώτερη επιφάνειά της επάνω στην οποία γίνεται η κυκλοφορία· (σχ. 2.1α).

Οδόστρωμα της οδού: Καλείται η κεντρική ζώνη του καταστρώματος, και προσορίζεται κυρίως για την κυκλοφορία των οχημάτων (σχ. 2.1α).



Σχ. 2.1α.

Ερείσματα: Καλούνται οι εδαφικές ζώνες που βρίσκονται και στις δύο πλευρές του οδοστρώματος (σχ. 2.1α). Οι ζώνες αυτές στις πόλεις διαμορφώνονται σε πεζοδρόμια.

Όρυγμα: Καλείται ο χώρος που δημιουργείται από την εκσκαφή του φυσικού εδάφους. Στο όρυγμα διαμορφώνεται το κατάστρωμα της οδού, ώστε να έχει το βάθος που απαιτείται από τη μελέτη.

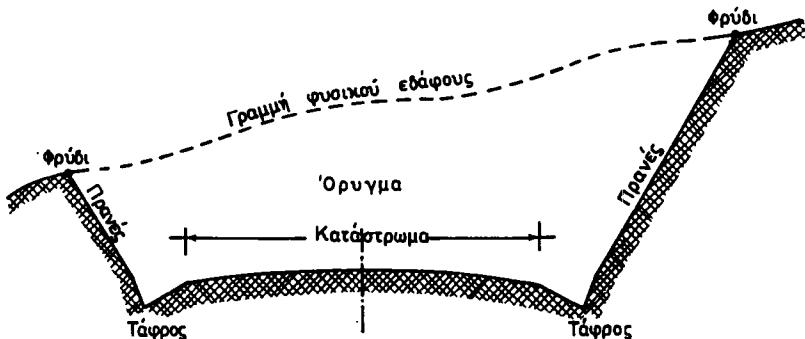
Εκχώματα: Καλούνται τα προϊόντα εκσκαφής ορυγμάτων. Χρησιμοποιούνται συνήθως για τη μόρφωση της επιφάνειας της οδού στα τμήματα, όπου η επιφάνειά της προβλέπεται από τη μελέτη να είναι ψηλότερα από το φυσικό έδαφος.

Επιχώματα: Καλούνται τα στερεά υλικά τα οποία τοποθετούνται στις θέσεις, όπου το κατάστρωμα της οδού απαιτείται να βρίσκεται ψηλότερα από το φυσικό έδαφος. Τα επιχώματα αποτελούνται συνήθως από χώματα των ορυγμάτων.

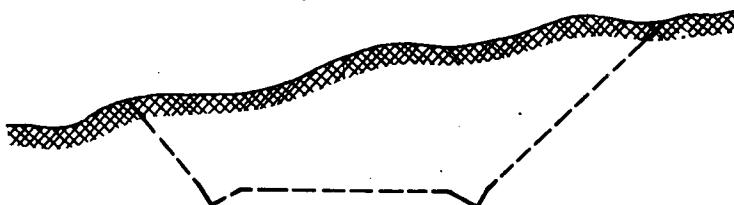
Τάφροι: Καλούνται τα χαντάκια που ανοίγονται και από τις δύο μεριές του καταστρώματος, προς αποχέτευση των ομβρίων υδάτων που βρίσκονται επάνω στην οδό. Συνεπώς κατασκευάζονται μόνο στα τμήματα, που η οδός βρίσκεται σε ορύγματα (σχ. 2.1β).

Χωματισμοί: Είναι τό σύνολο των εργασιών επιχωματώσεως και εκσκαφής, που απαιτούνται για την κατασκευή ενός τμήματος της οδού.

Πρανή του ορύγματος: Είναι οι πλευρικές επικλινείς επιφάνειες του ορύγματος σύμφωνα με τις οποίες κόβεται το φυσικό έδαφος για να δημιουργηθεί το ορυγματικό προβλεπόμενο βάθος (σχ. 2.1β).



Σχ. 2.1β.



Σχ. 2.1γ.

Πρανή του επιχώματος: Είναι οι επικλινείς επιφάνειες σύμφωνα με τις οποίες διαμορφώνονται τα διαστρωνόμενα χώματα γιά την κατασκευή των επιχωμάτων (σχ. 2.1δ).

Φρύδι ή κορυφή του ορύγματος: Είναι η τομή του πρανούς του ορύγματος και της επιφάνειας του φυσικού έδαφους (σχ. 2.1β).

Πους (πόδι) του πρανούς του επιχώματος: Είναι η τομή του πρανούς του επιχώματος και της επιφάνειας του φυσικού έδαφους (σχ. 2.1δ).

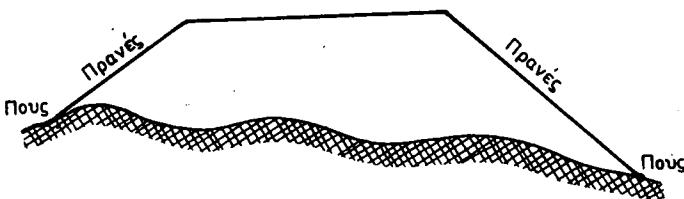
Άξονας της οδού: Καλείται η μέση γραμμή του καταστρώματος της οδού.

Κατά πλάτος τομή ή διατομή της οδού: Καλείται η επιφάνεια, που προκύπτει από την τομή της οδού και του έδαφους από επίπεδο κατακόρυφο και κάθετο στον άξονά της. Τα σχήματα 2.1α ως και 2.1ζ αποτελούν κατά πλάτος τομές της οδού.

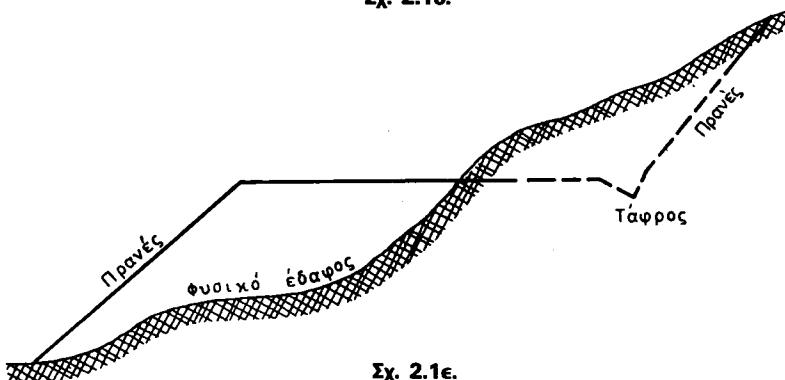
Κατά μήκος τομή (μηκοτομή) οδού: Καλείται η τομή του κατακόρυφου επιπέδου που διέρχεται από τον άξονα της οδού και την επιφάνεια του οδοστρώματός της, όπως αυτή εμφανίζεται μετά την ανάπτυξη (τέντωμα) του άξονα της οδού επάνω στο επίπεδο (παράγρ. 7.4).

Οδός εν ορύγματι: Λέμε ότι η οδός βρίσκεται εν ορύγματι, όταν το κατάστρωμά της είναι χαμηλότερο από την επιφάνεια του φυσικού εδάφους ή όταν για να την κατασκευάσουμε πρέπει να σκάψουμε το φυσικό έδαφος (σχ. 2.1γ).

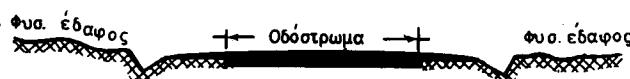
Οδός εν επιχώματι: Λέμε ότι η οδός βρίσκεται εν επιχώματι, όταν το κατάστρωμά της είναι πάνω από την επιφάνεια του φυσικού εδάφους, ή όταν για να την κατασκευάσουμε πρέπει να διαστρώσουμε χώματα πάνω από την επιφάνεια του φυσικού εδάφους (σχ. 2.1δ).



Σχ. 2.1δ.



Σχ. 2.1ε.



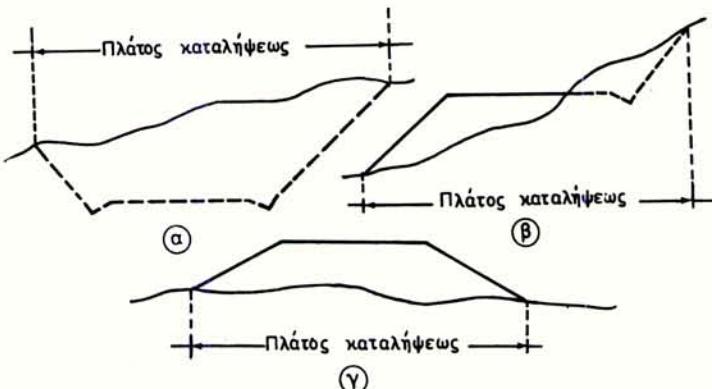
Σχ. 2.1στ.

Οδός εν μικτή διατομή: Λέμε ότι η οδός βρίσκεται εν μικτή διατομή, όταν το κατάστρωμά της βρίσκεται μερικώς χαμηλότερα και μερικώς ψηλότερα από το φυσικό έδαφος, ή όταν για να την κατασκευάσουμε πρέπει να σκάψουμε και να διαστρώσουμε χώματα στην ίδια διατομή (σχ. 2.1ε).

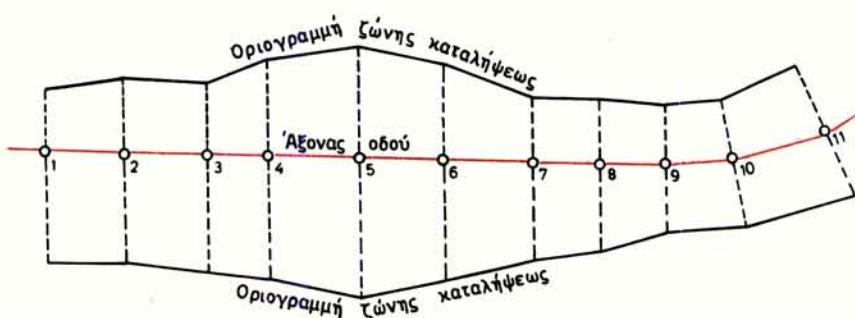
Οδός ισόπεδη: Λέμε ότι μία οδός είναι ισόπεδη, όταν το κατάστρωμά της βρίσκεται στην ίδια περίου στάθμη με την επιφάνεια του φυσικού εδάφους (σχ. 2.1στ).

Πλάτος καταλήψεως της οδού: Είναι η οριζόντια απόσταση την οποία ορίζουν οι τομές των πρανών με το φυσικό έδαφος (σχ. 2.1ζ).

Ζώνη καταλήψεως της οδού: Είναι η επιφάνεια, η οποία περιλαμβάνεται μεταξύ των δύο γραμμών (οριογραμμών), που συνδέουν τα πέρατα του πλάτους καταλήψεως της οδού (σχ. 2.1η).



Σχ. 2.1ζ.

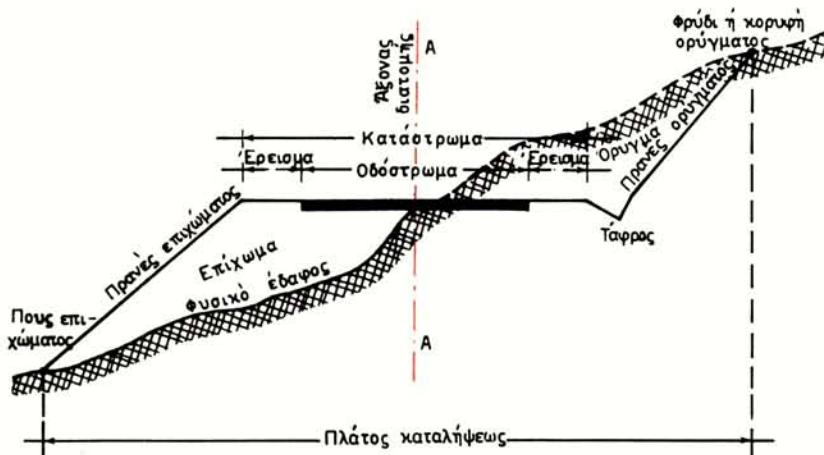


Σχ. 2.1η.

Οριζοντιογραφία οδού: Καλείται η παράσταση της οδού σε κάτοψη στό χάρτη. Η παράσταση αυτή γίνεται πάντοτε υπό κλίμακα. Στο σχήμα 2.1θ παριστάνεται γενική διατομή της οδού, όπου φαίνονται τα διάφορα τμήματά της.

Στις οδούς πόλεων, οι οποίες καλούνται και αστικές διακρίνομε τα εξής μέρη (σχ. 2.1ι):

- α) Το **οδόστρωμα**, επάνω στο οποίο κυκλοφορούν τα οχήματα.
- β) Τα **ρείθρα**, τα οποία κατασκευάζονται στα άκρα του οδοστρώματος για την αποχέτευση των νερών της βροχής και αποτελούν τμήματά του.
- γ) Τα **πεζοδρόμια**, τα οποία σαν υπερυψωμένα ερείσματα προορίζονται για την κυκλοφορία των πεζών. Τα κατακόρυφα στο ρείθρο άκρα των πεζοδρομίων είναι τα **κράσπεδα**.



Σχ. 2.10.



Σχ. 2.11.

2.2 Οδόστρωμα.

2.2.1 Τα βασικά χαρακτηριστικά.

Όπως είδαμε, το οδόστρωμα είναι μέρος του καταστρώματος της οδού. Επάνω σε αυτό κυκλοφορούν κάθε είδους οχήματα. Συνεπώς αποτελεί το σημαντικότερο τμήμα του σώματος της οδού.

Δύο είναι τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του καλού οδοστρώματος:

- Να διευκολύνει την κίνηση των οχημάτων που κυκλοφορούν πάνω σε αυτό δηλαδή να παρέχει άνεση και ασφάλεια, και
- να μη φθείρεται γρήγορα.

Για να διευκολύνεται η κίνηση των οχημάτων, το οδόστρωμα πρέπει να έχει το απαιτούμενο πλάτος και η επιφάνειά του την κατάλληλη μορφή. Ακόμη να παρουσιάζει ελάχιστη αντίσταση στην κύλιση χωρίς να είναι ολισθηρό, και να είναι ελαστικό για να περιορίζεται ο θόρυβος από την κίνηση.

Για να μη φθείρεται γρήγορα πρέπει να είναι ανθεκτικό ώστε να μην αυλακώνεται από τους τροχούς, αλλά και στεγανό ώστε να μην επιτρέπει την διείσδυση νερών μέσα στο σώμα της οδού.

Στα Κεφάλαια 12, 13 και 14 περιγράφονται τα διάφορα είδη οδοστρωμάτων, οι παράγοντες που επηρεάζουν κάθε φορά την εκλογή του καταλληλότερου οδοστρώματος και οι μέθοδοι κατασκευής και συντηρήσεως του καθενός από τα οδοστρώματα που χρησιμοποιούνται σήμερα.

2.2.2 Πλάτος οδοστρώματος σε ευθυγραμμία.

Η σημασία μιας οδού μετρείται από την ικανότητα που έχει να εξασφαλίζει στα οχήματα που τη διαβαίνουν ικανή ταχύτητα, ασφάλεια και άνεση.

Τη μεγαλύτερη επίδραση και στα τρία αυτά χαρακτηριστικά ασκεί το πλάτος b του οδοστρώματος.

Το μεγάλο πλάτος b είναι πολύ επιθυμητό στην κυκλοφορία. Έχει όμως δυσάρεστες επιπτώσεις στη δαπάνη και στην κατασκευή της οδού.

Τρία, λοιπόν, είναι τα βασικά κριτήρια στην εκλογή της τιμής του πλάτους b του οδοστρώματος:

- Οι απαιτήσεις της κυκλοφορίας.
- Οι κατασκευαστικές απαιτήσεις.
- Η δαπάνη.

Ο συγκερασμός των απαιτήσεων και των τριών κριτηρίων οδηγεί στον καθορισμό της τιμής του πλάτους b. Αυτό αποτελεί αντικείμενο της **κυκλοφοριακής μελέτης** (Κεφ. 4) η οποία προηγείται στη μελέτη μιας οδού.

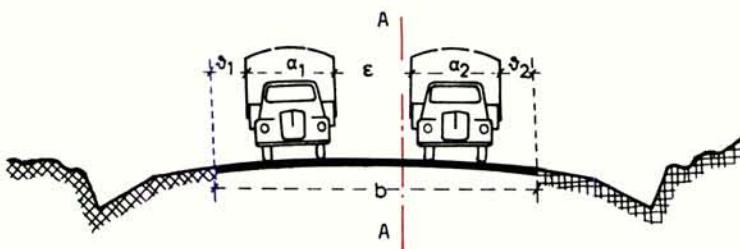
Το οδόστρωμα χωρίζεται από τον άξονα της οδού σε δύο μέρη που έχουν ίδιο κατά κανόνα πλάτους. Το κάθε μέρος μπορεί να αποτελείται από μία ή και περισσότερες **λωρίδες κυκλοφορίας**.

Κάθε λωρίδα κυκλοφορίας, πρέπει να έχει τέτοιο πλάτος ώστε να εξασφαλίζει ικανή ταχύτητα και σημαντικό βαθμό ανέσεως και ασφάλειας στα οχήματα. Όσο οι ταχύτητες ήταν μικρές, οι λωρίδες κυκλοφορίας είχανε μικρότερο πλάτος. Σήμερα οι λωρίδες έχουν πλάτος από 3,00 μέχρι 3,90 m, με επικρατέστερο το 3,60 m.

Έτσι, ένας δρόμος με δύο (αντίθετες) λωρίδες κυκλοφορίας πρέπει να έχει πλάτος οδοστρώματος 7,20 m περίπου (σχ. 2.2a).

Για περισσότερες λωρίδες κυκλοφορίας (4 και άνω) απαιτείται η χρησιμοποίηση ενδιάμεσου χώρου (νησίδα ασφάλειας). Ο ενδιάμεσος χώρος χωρίζει το αντίθετο ρεύμα κυκλοφορίας και άλλοτε είναι υπερυψωμένος άλλοτε όχι. Το πλάτος του είναι από 1,20 m ως και 18 m.

Για λόγους τυποποιήσεως έχουν μελετηθεί τύποι διατομών που καθορίζουν εκτός τών άλλων και το πλάτος του οδοστρώματος για κάθε τύπο. Στη χώρα μας υ-



Σχ. 2.2a.

πάρχουν οι τύποι διατομών σύμφωνα με την 103-1Ε του Υ.Δ.Ε. Έτσι, από την κυκλοφοριακή μελέτη προκύπτει και ο τύπος της διατομής πού πρέπει να εφαρμοσθεί και κατά συνέπεια το κατάλληλο πλάτος b του οδοστρώματος που δεν πρέπει να είναι μικρότερο από 7,20 m (οδός με 2 λωρίδες κυκλοφορίας).

2.2.3 Επιφάνεια οδοστρώματος.

Όπως είναι φυσικό, η επιφάνεια του οδοστρώματος κατά μήκος της οδού ακολουθεί τις κλίσεις της κατά μήκος τομής της οδού.

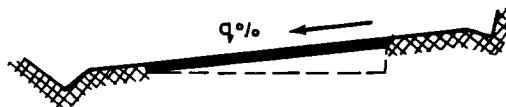
Κατά την εγκάρσια όμως έννοια πρέπει να διαμορφωθεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να εξασφαλίζει:

- α) Την απορροή των υδάτων όσο το δυνατόν γρηγορότερα.
- β) Την ευσταθή κύλιση των οχημάτων και
- γ) την άνεση των επιβατών.

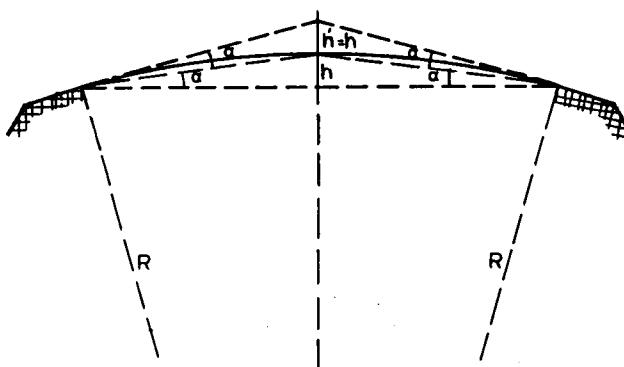
Για να γίνει το πρώτο, πρέπει η επιφάνεια του οδοστρώματος να διαμορφωθεί έτσι, ώστε να είναι έντονα κυρτή στις ευθυγραμμίες και επίπεδη επικλινής στις καμπύλες.

Για τα δύο άλλα όμως πρέπει, αντίθετα, το οδόστρωμα να πάρει μορφή επίπεδη και οριζόντια στις ευθυγραμμίες, ενώ στις καμπύλες πάλι μορφή επίπεδη και επικλινή.

Στις καμπύλες λοιπόν η επίπεδη και επικλινής μορφή του οδοστρώματος (σχ. 2.2β) ικανοποιεί και τις τρεις παραπάνω βασικές συνθήκες.



Σχ. 2.2β.



Σχ. 2.2γ.

Γι' αυτό στα καμπύλα τρήματα της οδού δίνεται στην επιφάνεια του οδοστρώματος επίκλιση $q\%$ προς το εσωτερικό της καμπύλης, της οποίας η τιμή δεν μπορεί να υπερβε. το 8%. Συνήθως λαμβάνεται $q_{max} = 8\%$ ή 6% .

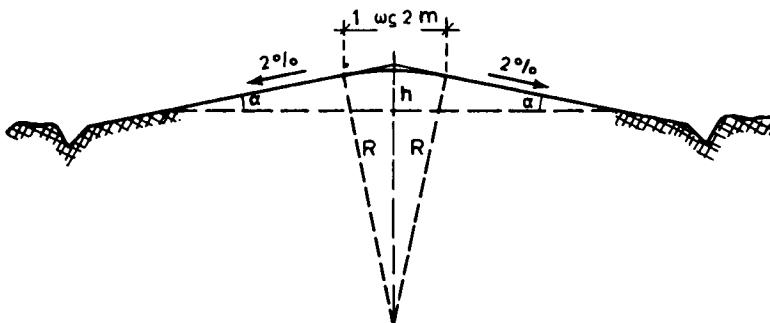
Στις ευθυγραμμίες όμως, για να συμβιβασθούν και οι τρεις συνθήκες δίνεται

στην επιφάνεια του οδοστρώματος μορφή ελαφρά κυρτή (θολωτή) (σχ. 2.2γ). Η καμπύλη αυτή μπορεί να είναι τόξο κύκλου ή παραβολή.

Η θολωτή αυτή διάταξη της επιφάνειας του οδοστρώματος επιτρέπει τη γρήγορη απομάκρυση των νερών, λόγω των ισχυρών κλίσεων στα άκρα. Πλεονεκτεί αρκόμητη, γιατί δεν παίρνει εύκολα ακαλαίσθητη μορφή με το σχηματισμό μικρών κοιλωμάτων από τις φθορές, ούτε μπορεί να μεταβληθεί εύκολα σε κοίλη.

Έχει όμως το μειονέκτημα ότι, λόγω της μεγάλης κλίσεως στα ακραία τμήματα δυσκολεύεται ή και γίνεται επισφαλής η κυκλοφορία των οχημάτων. Συνεπώς η θολωτή διάταξη εφαρμόζεται για μικρά πλάτη οδοστρωμάτων ως δύο λωρίδων.

Για μεγαλύτερα πλάτη οδοστρωμάτων αποφεύγομε τα μειονεκτήματα της θολωτής διατάξεως με την χρησιμοποίηση διατάξεως αμφικλινούς μορφής (σχ. 2.2δ).



Σχ. 2.2δ.



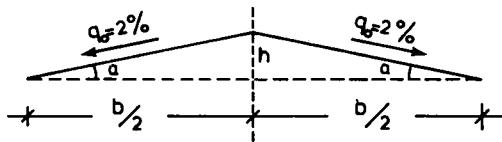
Σχ. 2.2ε.

Στις οδούς των βουνών, όπου η οδός συνήθως περνά ανάμεσα από απότομες κλίσεις, κατασκευάζομε συχνά την επιφάνεια του οδοστρώματος μονοκλινή (σχ. 2.2ε). Αυτό γίνεται για να αποφεύγεται η ολίσθηση των οχημάτων προς τον κρημνό και για να ενισχύεται το αίσθημα ασφάλειας των επιβατών.

2.2.4 Κυρτότητα και εγκάρσια κλίση του οδοστρώματος.

Κυρτότητα ενός οδοστρώματος (σχ.2.2στ) καλείται ο λόγος του βέλους h στο μέσο, προς το πλάτος b του οδοστρώματος, δηλαδή:

$$\kappa = \frac{h}{b}$$



Σχ. 2.2στ.

$$\text{π.χ. αν } b = 6,00\text{m} \text{ καὶ } h = 0,20 \text{ m, τότε } \kappa = \frac{0,20}{6,00} = 0,033 \text{ ή } 3,3\%.$$

Η μέση εγκάρσια κλίση οδοστρώματος βρίσκεται με τον τύπο:

$$q_0 = \text{εφα} = \frac{h}{b/2} = \frac{2h}{b} = 2\kappa$$

Αφού ο σκοπός είναι να απομακρύνονται γρήγορα τα νερά της βροχής, η κυρτότητα (ή η μέση εγκάρσια κλίση) του οδοστρώματος πρέπει να είναι τόσο μικρότερη, όσο περισσότερο ομάλη και λεία είναι η επιφάνειά του.

Όταν λοιπόν το οδόστρωμα είναι τραχύ (π.χ. σκυρωτό), πρέπει η κυρτότητά του να είναι ικανή, ώστε να επιτυγχάνεται γρήγορα η απορροή των υδάτων. Αντίθετα, όταν το οδόστρωμα είναι λείο (π.χ. ασφαλτικό) με μικρή κυρτότητα, τα νερά απομακρύνονται εύκολα.

Οι τιμές της εγκάρσιας κλίσεως q_0 κυμαίνονται από 1% ως 4% ανάλογα με τη φύση τού οδοστρώματος. Συνήθως είναι 2% (σχ. 2.2στ.).

2.3. Ερείσματα.

Στην κατασκευή τους τα ερείσματα προεξέχουν και είναι συνέχεια της επιφάνειας του οδοστρώματος (σχ. 2.1α). Κύριος προορισμός τους είναι:

- Ο εγκιβωτισμός του οδοστρώματος και
- η κυκλοφορία των πεζών πάνω σε αυτά.

Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν και για απόθεση υλικών οδοστρωσίας ή και από τα οχήματα όταν διασταυρώνονται.

Για τον εγκιβωτισμό, δηλαδή την αντιστήριξη του οδοστρώματος, το πλάτος κάθε ερείσματος μπορεί να φθάσει μέχρι 0,50m. Όταν όμως κυκλοφορούν σε αυτά πεζοί, θα πρέπει το πλάτος του ερείσματος να γίνει 1,50m ή αν η κυκλοφορία πεζών δεν είναι μεγάλη μπορεί να περιορισθεί σε 0,75m. Επομένως το ελάχιστο πλάτος ενός ερείσματος πρέπει να είναι 0,75m, ώστε να εξασφαλίζεται η διέλευση ενός τουλάχιστον πεζού.

Ένας λόγος αυξήσεως, όσο γίνεται, του πλάτους των ερεισμάτων μιάς οδού, είναι και η πρόβλεψη της μελλοντικής αυξήσεως της κυκλοφορίας πάνω στην οδό.

Επομένως καλό είναι, όπου προβλέπεται μελλοντική διαπλάτυνση του οδοστρώματος μιάς οδού, να λαμβάνεται πρόνοια από την αρχή, ώστε τα ερείσματά της να κατασκευάζονται μεγαλύτερα, τουλάχιστον για τα πεδινά τμήματα της οδού. Με αυτό τον τρόπο μελλοντική τυχόν διαπλάτυνση του οδοστρώματος μπορεί να γίνει σε βάρος του ερείσματος.

Αντίθετα, σε ορεινά εδάφη λόγοι οικονομίας επιβάλλουν τον περιορισμό του πλάτους του ερείσματος στο ελάχιστο, δηλαδή σε 0,50m.

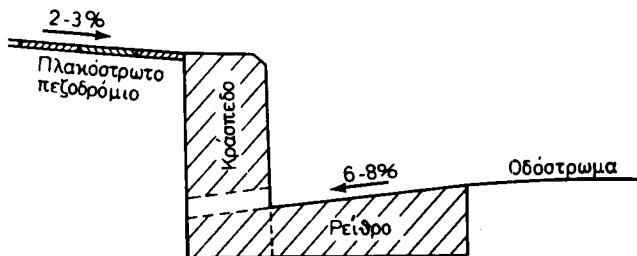
Στα ερείσματα δίνεται πάντοτε εγκάρσια κλίση πρός το μέρος των τάφρων, ώστε να απομακρύνονται γρήγορα τα νερά. Η κλίση αυτή σήμερα πρέπει να είναι περίπου 4%. Μεγαλύτερη κλίση θα προκαλούσε τη διάβρωση του ερείσματος από τα νερά.

Στις οδούς των πόλεων τα ερείσματα είναι υπερυψωμένα και καλούνται **πεζοδρόμια**. Η υπερύψωση γίνεται για να βαδίζουν οι πεζοί με ασφάλεια πάνω σε αυτά. Το ελάχιστο πλάτος των πεζοδρομίων πρέπει να είναι τόσο, όσο να μπορούν δύο πεζοί να διασταυρώνονται εύκολα, δηλαδή 1,50m.

Κοντά σε εργοστάσια, αθλητικά στάδια, καταστήματα, σχολεία κλπ., όπου η κυκλοφορία είναι αυξημένη, επιβάλλεται τα πεζοδρόμια να κατασκευάζονται πλατύτερα.

Στα πεζοδρόμια δίνεται πάντοτε εγκάρσια κλίση προς το μέρος της οδού, η οποία καθορίζεται από την κατά μήκος κλίση του πεζοδρομίου και από το είδος της επιστρώσεώς του.

Έτσι σε πεζοδρόμια με επίστρωση από πλάκες ή από σκυροκονιάματα δίνομε εγκάρσια κλίση από 1% ως 3%, ενώ στα πεζοδρόμια χωρίς επίστρωση ή με επίστρωση, αλλά με απλή άμμο, δίνομε κλίση 4% ως 5%.



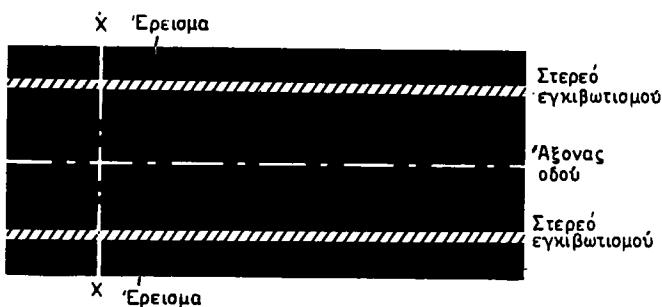
Σχ. 2.3.

Τα πεζοδρόμια χωρίζονται από το οδόστρωμα με τα **κράσπεδα** και τα **ρείθρα** (σχ. 2.3). Ο προορισμός τους είναι να αντιστηρίζουν το πεζοδρόμιο και την επιστρώσή του, αλλά και να εγκιβωτίζουν το οδόστρωμα. Κατασκευάζονται από σκληρούς λίθους ή από σκυρόδεμα με αρμούς κατά μήκος ανά 10 ή 15m.

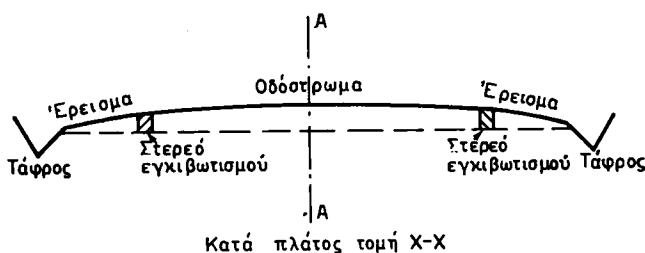
Τα ρείθρα είναι τα οριζόντια τμήματα και αποτελούν τμήμα του οδοστρώματος χρησιμεύουν για τη συγκέντρωση και αποχέτευση των νερών. Γι' αυτό πρέπει να έχουν όσο γίνεται επιφάνεια ομαλή και λεία. Σε αυτά δίνεται κλίση 6% ως 8% προς το μέρος του κράσπεδου. Η αποχέτευση των νερών επιτυγχάνεται με στοές που κατασκευάζονται σε ορισμένες αποστάσεις κάτω από το κράσπεδο και συνδέονται με το δίκτυο των υπονόμων της πόλεως.

2.4 Στερεά εγκιβωτισμού.

Το οδόστρωμα της οδού διαχωρίζεται (περιορίζεται) από τα ερείσματα με τα **στερεά εγκιβωτισμού**, δηλαδή δύο μικρούς τοίχους από σκυρόδεμα, οι οποίοι πα-



Σχ. 2.4α.



Σχ. 2.4β.

ρακολουθούν και ορίζουν τα μέρη στα οποία τελειώνει το οδόστρωμα (σχ. 2.4α και 2.4β). Σκοπός τους είναι:

- Να εγκιβωτίζουν το οδόστρωμα.
- Να καθορίζουν τα όριά του.
- Να χρησιμεύουν ως οδηγοί, για να επιτυγχάνεται το ακριβές γεωμετρικό σχήμα της οδού σε οριζοντιογραφία και μηκοτομή.

Το πλάτος των στερεών εγκιβωτισμού ποικίλλει ανάλογα με τον τύπο της οδού από 0,25m μέχρι 0,75m. Ανά 3 περίπου τοποθετούνται αρμοί διαστολής. Στην επάνω επιφάνειά τους και σε πάχος 0,05 διαστρώνεται σκυρόδεμα από λευκό τσιμέντο (το οποίο δεν περιέχει θηραϊκή γη) σε μορφή δεύτερης στρώσεως. Αυτό γίνεται για τη σήμανση των ορίων του οδοστρώματος για να διευκολύνεται η κυκλοφορία. Γι' αυτό οι επιφάνειες αυτές καλούνται και ζώνες **κατευθύνσεως** ή **καθοδηγήσεως**.

Τα στερεά εγκιβωτισμού συνήθως κατασκευάζονται μέχρι το ύψος του οδοστρώματος ή 1cm κάτω από αυτό.

Το υπερυψωμένο στερεό εγκιβωτισμό (όταν εξέχει δηλαδή από το οδόστρωμα) αντιστρέβει βέβαια καλύτερα το οδόστρωμα, όμως δεν πρέπει να χρησιμοποιείται παρά μόνο στις οδούς των πόλεων, γιατί έχει τα ακόλουθα μειονεκτήματα:

- Εμποδίζει τα οχήματα σε ώρα ανάγκης να χρησιμοποιήσουν τα ερείσματα.
- Ελαπτώνει ουσιαστικά το πλάτος της οδού λόγω της τάσεως των οδηγών των οχημάτων να απομακρύνονται από αυτά.

— Δυσκολεύει την αποστράγγιση των υδάτων των βροχής πάνω στο οδόστρωμα.

Όταν χαράζονται και κατασκευάζονται στερεά εγκιβωτισμού χρειάζεται απόλυτη ακρίβεια. Έτσι μόνο μπορεί να αποφευχθεί η οφιοειδής κατασκευή σε οριζόντιογραφία και η κυματοειδής κατασκευή σε μηκοτομή.

Τέλος πολλά πλεονεκτήματα παρουσιάζει η κατασκευή των στερεών εγκιβωτισμού στα άκρα του καταστρώματος (αντί του οδοστρώματος) της οδού.

2.5 Τάφροι.

Και από τις δύο μεριές των ερεισμάτων κατασκευάζονται, όπως είπαμε, οι τάφροι. Αποκλειστικός σχεδόν προορισμός τους είναι η συγκέντρωση των νερών της βροχής τα οποία κυλάνε πάνω στην επιφάνεια του καταστρώματος, πάνω στα πρανή και πάνω στο φυσικό έδαφος που βρίσκεται πάνω από την οδό, καθώς και η καθοδήγησή τους στους οχετούς αποχετεύσεως. Αποτελούν κατά κάποιο τρόπο οι τάφροι τους «πνεύμονες» της οδού.

Πέρα όμως από αυτό, στα τμήματα της οδού όπου αυτή είναι ισόπεδη ή σχεδόν ισόπεδη οι τάφροι χρησιμεύουν ακόμη και για την οροθέτηση του καταστρώματος και την περιφρούρηση της ιδιοκτησίας της οδού.

Οι διαστάσεις των τάφρων πρέπει να είναι τέτοιες ώστε να εξυπηρετούν τις ανάγκες διοχετεύσεως των νερών της περιοχής. Ο υπολογισμός γίνεται ανάλογα και με τη φύση του εδάφους.

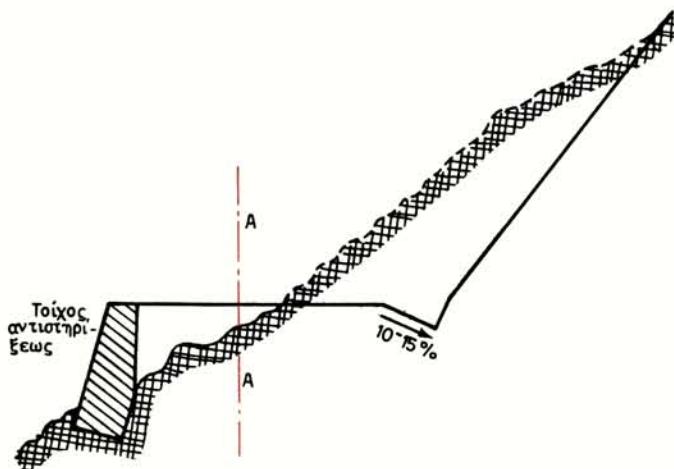
Η ποσότητα των νερών που είναι προς διοχέτευση εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής από την οποία περνά η οδός. Επομένως στις περιοχές που έχουν μεγάλο ύψος βροχοπτώσεων οι διαστάσεις των τάφρων πρέπει να είναι μεγαλύτερες.

Βασικός παράγοντας που καθορίζει κυρίως τις απαιτούμενες διαστάσεις των τάφρων είναι η **σύσταση του εδάφους**. Στα **γαιώδη** εδάφη (κυρίως **αργιλικής** ή **αμμώδους** συστάσεως) οι διαστάσεις των τάφρων πρέπει να είναι μεγαλύτερες. Αυτό επιβάλλεται, γιατί τα νερά που κυλάνε μέσα στις τάφρους συναποκομίζουν και συναποθέτουν μέσα σε αυτές φερτές ύλες που προέρχονται από τη διάβρωση των πρανών ή φυσικού εδάφους που βρίσκεται πάνω από αυτά.

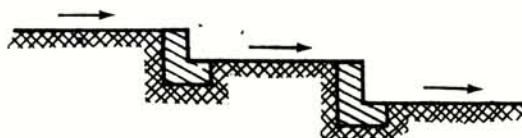
Αντίθετα στα **ημιβραχώδη** και **βραχώδη** εδάφη οι διαστάσεις των τάφρων είναι δυνατόν να περιορίζονται, γιατί δεν υπάρχει κίνδυνος να γεμίσουν οι τάφροι γρήγορα από φερτές ύλες. Η μείωση των διαστάσεων των τάφρων επιτρέπει σημαντική οικονομία στη δαπάνη των χωματισμών.

Πολλές φορές για λόγους οικονομίας η κατασκευή των τάφρων σε βραχώδη εδάφη μπορεί να παραλειφθεί. Τα νερά τότε κυλάνε στην άκρη του βραχώδους ερείσματος της οδού. Έτσι δίνεται ισχυρή εγκάρσια κλίση 10% ως 15% στο έρεισμα, που βρίσκεται προς το μέρος του εκχώματος (σχ. 2.5α). Όταν όμως υπάρχει κίνδυνος διαβρώσεως του ερείσματος από τα νερά που κυλάνε, επιστρώνεται με λιθόστρωτο ή κατασκευάζονται μικρά φράγματα ανασχέσεως κατά μήκος της οδού (σχ. 2.5β).

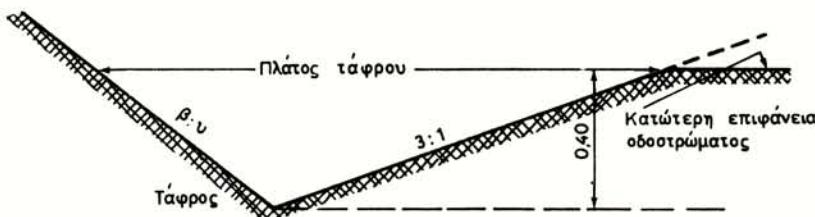
Από το Υπουργείο Δημοσίων Έργων (Υ.Δ.Ε.) δίνεται η διατομή που αναγράφεται στο σχήμα 2.5γ ως κανονική διατομή τάφρου. Το βάθος της τάφρου 0,40m με-



Σχ. 2.5α.



Σχ. 2.5β.



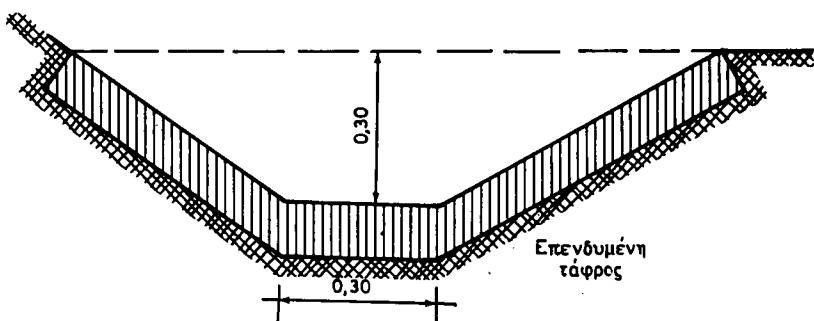
Σχ. 2.5γ.

τρείται από τη στάθμη του φυσικού εδάφους (σχ. 2.5γ).

Αν υπάρχει κίνδυνος διαβρώσεως του πυθμένα της τάφρου, γιατί το έδαφος έχει γαιώδη σύσταση ή γιατί ο πυθμένας έχει έντονη κλίση ($> 3\%$), εφαρμόζεται ή η επενδυμένη διατομή τραπεζοειδούς μορφής (σχ. 2.5δ) ή ανάλογη τριγωνική ή ημικυκλική μορφή.

Ως επένδυση χρησιμοποιείται σκυρόδεμα, λιθόστρωτο με ισχυρό τσιμεντοκονίαμα ή και ασφαλτικό σκυρόδεμα.

Η κατά μήκος κλίση της τάφρου παρακολουθεί κατά κανόνα τις κατά μήκος κλίσεις της οδού. Στα οριζόντια όμως ή περίπου οριζόντια τμήματα της οδού, για να ε-



Σχ. 2.56.

πιτύχομε ταχύτερη απορροή των υδάτων επαυξάνομε την κατά μήκος κλίση των τάφρων για προοδευτική αύξηση του βάθους τους. Αντίθετα στα τμήματα της οδού με μεγάλη κατά μήκος κλίση, όπου υπάρχει κίνδυνος υποσκαφής του πυθμένα και διαβρώσεως των παρειών των τάφρων, ελαπτώνομε τις κλίσεις του πυθμένα με την κατασκευή φραγμάτων ανασχέσεως (σχ. 2.5β).

Το άνοιγμα των τάφρων επιτυγχάνεται κατά κανόνα με μηχανικά μέσα. Στα γαιώδη αλλά και στα ημιβραχώδη εδάφη για το άνοιγμα των τάφρων χρησιμοποιούμε, αποκλειστικά σχεδόν, τους διαμορφωτήρες (grader) ενώ στα βραχώδη εδάφη το άνοιγμα επιτυγχάνεται με τη χρήση αεροσυμπιεστών. Χρήση εργατικών χεριών για το άνοιγμα τάφρων γίνεται μόνο στις περιπτώσεις, που δεν μπορεί να γίνει χρήση μηχανικών μέσων.

2.6 Πρανή.

Τα πρανή αποτελούν τα πλευρικά όρια του σώματος της οδού. Κατά κανόνα πρέπει να είναι επιφάνειες επίπεδες και ομαλές, χωρίς δηλαδή κοιλώματα ή εξογκώματα, για να κυλάνε εύκολα τα νερά και για να αποφεύγονται οι διαβρώσεις. Διακρίνονται σε πρανή εκχωμάτων και σε πρανή επιχωμάτων.

2.6.1 Τα πρανή εκχωμάτων.

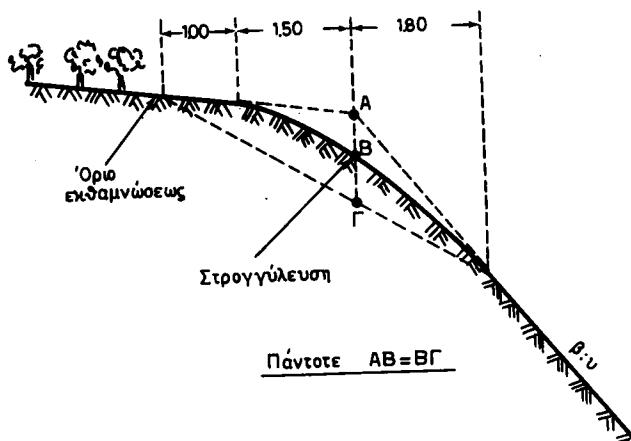
Αποτελούν τό εξωτερικό μέρος του φυσικού εδάφους, το οποίο εμφανίζεται με την εκσκαφή όταν δημιουργείται η οδός.

Αν τα πρανή των εκχωμάτων προέρχονται από την εκσκαφή γαιώδους ή μαλακού γενικά εδάφους, πρέπει η επιφάνειά τους να διαμορφωθεί σε επίπεδη και ομαλή. Αυτό γίνεται για να μην ποτίζονται από τα νερά της βροχής και υπάρχει κίνδυνος καταπτώσεων πάνω στην οδό (σχ. 2.6.α).

Πέρα από τη διαμόρφωση της επιφάνειας των πρανών, δίνομε ακόμη σε αυτά κλίση ως προς την κατακόρυφο, ώστε να επιτυγχάνεται η ευστάθειά τους. Η κλίση αυτή είναι τόσο μεγαλύτερη (με βάση την κατακόρυφο), όσο το έδαφος είναι περισσότερο μαλακό ή ασταθές. Αν το έδαφος είναι πολύ συνεκτικό ή βραχώδες, στα πρανή του εκχωμάτου δίνεται μικρότερη κλίση. Αυτό είναι φυσικό γιατί, λόγω της σταθερότητάς τους δεν υπάρχει κίνδυνος κατακρημνίσεώς τους. Ακόμη δεν α-



Σχ. 2.6α.



Σχ. 2.6β.

παιτείται προσεκτική διαμόρφωση της επιφάνειάς τους, γιατί οι βροχές επιφέρουν μικρή φθορά σε αυτά.

Για λόγους ασφάλειας και αισθητικης το «φρύδι» των πρανών των εκχωμάτων στρογγυλεύεται (σχ. 2.6β).

2.6.2 Τα πρανή επιχωμάτων.

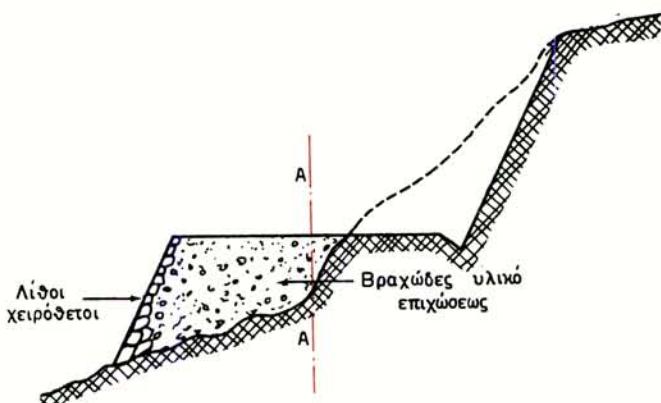
Είναι, όπως σημειώθηκε παραπάνω οι πλευρικές επιφάνειες του σώματος της οδού, σύμφωνα με τις οποίες διαμορφώνονται τα διαστρωνόμενα επιχώματα.

Αν τα προϊόντα της επιχωσεως είναι γενικά γαιώδη, πρέπει τα πρανή να διαμορφώνονται σε επίπεδες και ομαλές επιφάνειες.

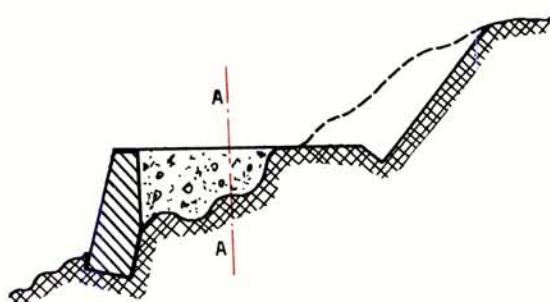
Όταν όμως είναι βραχώδη, δεν απαιτείται καμιά διαμόρφωση.

Μόνο όταν θέλομε να περιορίσουμε το πλάτος καταλήψεως της οδού ή τον όγκο των επιχωμάτων, διαμορφώνομε το πρανές του βραχώδους υλικού επιχώσεως. Η διαμόρφωση αυτή γίνεται ή με απλή χειροθέτηση των ακραίων λίθων (σχ. 2.6γ) ή με τη χρήση κονιάματος. Τα πρανή αυτά καλούνται **λιθένδυτα**.

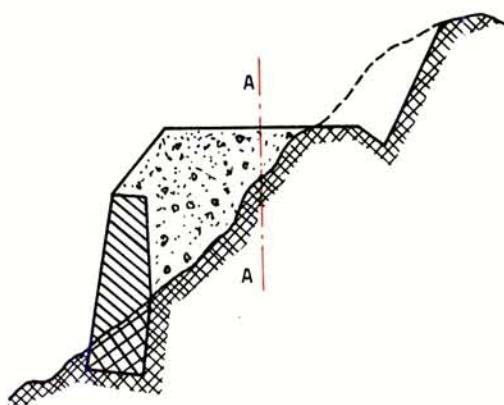
Όταν το πρανές του επιχώματος με κανονική φυσική κλίση των χωμάτων δεν



Σχ. 2.6γ.



Σχ. 2.6δ.



Σχ. 2.6ε.

συναντά το φυσικό έδαφος ή το συναντά σε μεγάλη απόσταση, περιορίζομε το υλικό επιχώσεως σε μικρότερο πλάτος με τοίχους αντιστηρίξεως, οι οποίοι μπορεί να έχουν απότομες κλίσεις. Οι τοίχοι αντιστηρίξεως κατασκευάζονται από λιθοδο-

μή και τις περισσότερες φορές από σκυρόδεμα (μπετόν). Η διατομή της οδού σέ αυτή την περίπτωση είναι όπως φαίνεται στα σχήματα 2.6δ και 2.6ε.

Στο σχήμα 2.6δ ο τοίχος αντιστηρίζεως έχει τη στέψη του στη στάθμη του καταστρώματος της οδού.

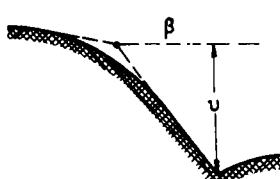
Στο σχήμα 2.6ε έχει τη στέψη του χαμηλότερα και καλείται τοίχος αντιστηρίξεως ποδός ή τοίχος υπό επίχωση.

Από το Υ.Δ.Ε. δίνονται πίνακες κλίσεως πρανών εκχωμάτων και επιχωμάτων για τις διάφορες γενικές κατηγορίες εδαφών (Πίνακες 2.6.1 και 2.6.2).

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.6.1.

Κλίσεις πρανών ορυγμάτων (β : u)

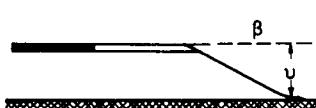
	Είδος εδάφους	υ	β : υ	
α	Συνεκτικά γαιώδη και ημιβραχώδη	0+2 >2	2:1 1:1	
β	Πολύ συνεκτικά ημιβραχώδη		1:3+1:5	
γ	Χαλαρά ή υποκείμενα σε διαβρώσεις εδάφη και αν η κατασκευή τοίχων ανηφορικώς αποδεικνύεται δαπανηρότερη.		2:1+3:1	
δ	Βραχώδη		1:5+1:10	



ΠΙΝΑΚΑΣ 2.6.2.

Κλίσεις πρανών επιχωμάτων

	Περίπτωση	υ	β : υ	
α	Κατά γενικό κανόνα	0+2 >2	2:1 3:2	
β	Βραχώδη επιχώματα με πρανή που μορφώνονται χειρόθετα (με βάση αιτιολογουμένη οικονομικοτεχνική μελέτη)		1:1	
γ	Σε περίπτωση κινδύνου διαβρώσεως		2:1+3:1	



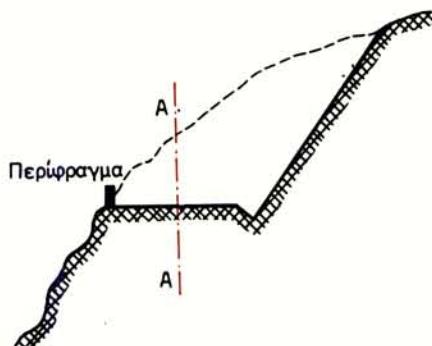
2.7 Περιφράγματα.

Μετά την αποπεράτωση των χωματουργικών εργασιών και μετά την επί τόπου

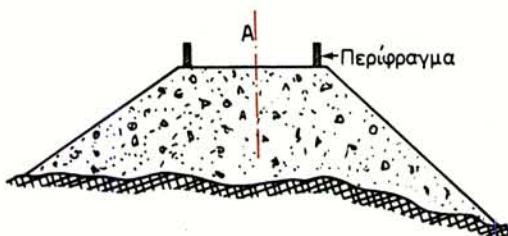
αναγνώριση, τοποθετούνται τα περιφράγματα της οδού, καθώς και οι κάθε είδους σημάνσεις πάνω σε αυτή.

Τα περιφράγματα υποβλέπουν στην προστασία της κυκλοφορίας πάνω στην οδό. Συνεπώς κατασκευάζονται:

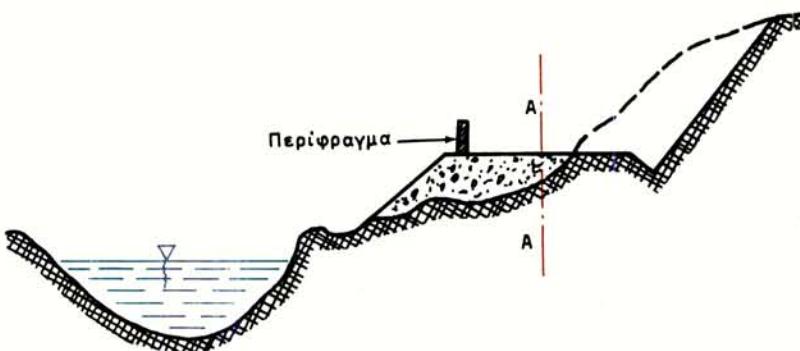
- a) Όταν η οδός περνά ανάμεσα από απότομες κλιτείς (σχ. 2.7α).



Σχ. 2.7α.



Σχ. 2.7β.



Σχ. 2.7γ.

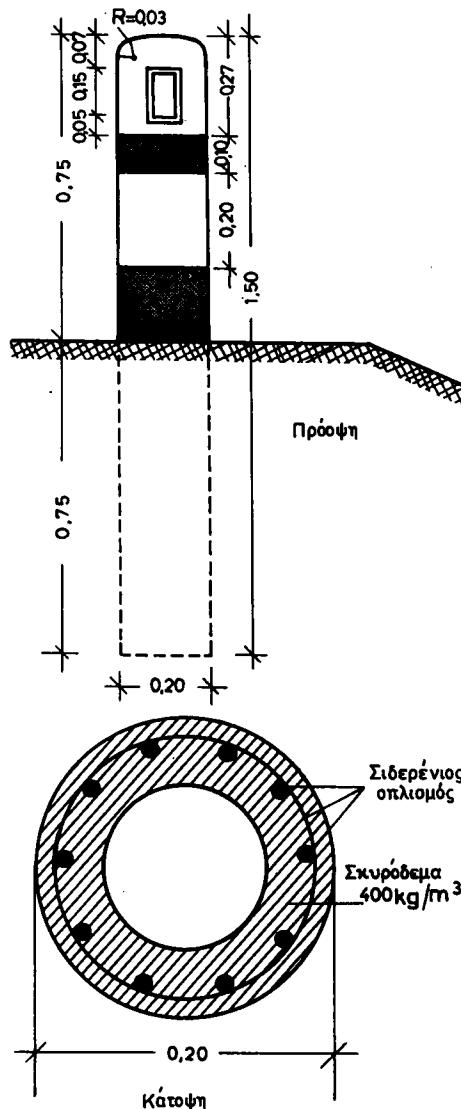
β) Όταν η οδός φέρεται επάνω σε υψηλά επιχώματα (σχ. 2.7β).

γ) Όταν η οδός είναι παράλληλη με ποτάμια, ρεύματα ή σιδηροδρομικές γραμμές (σχ. 2.7γ).

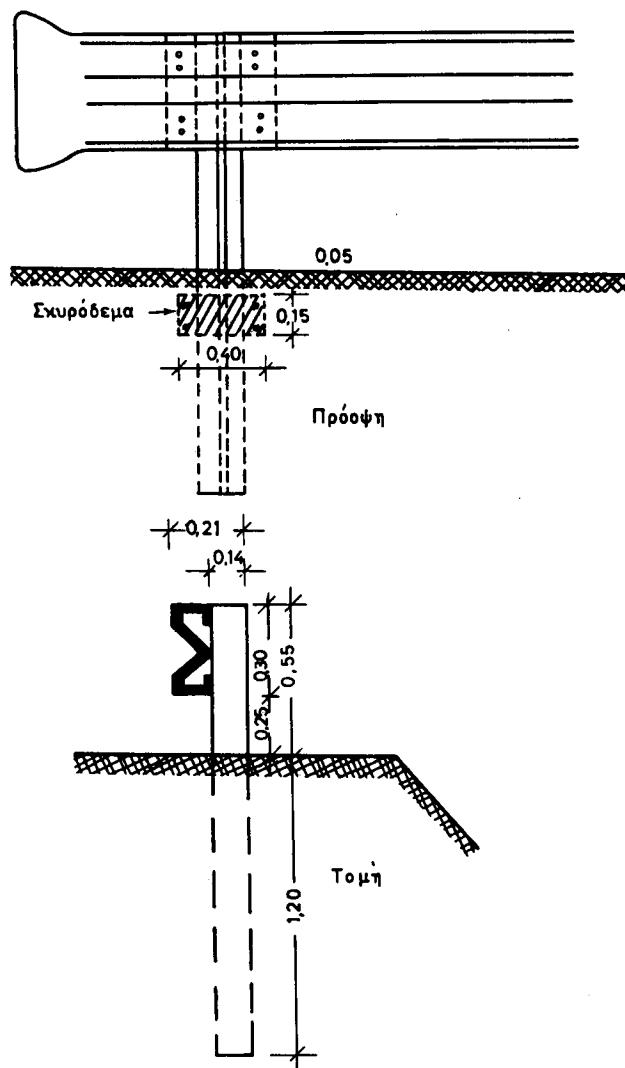
Παλιότερα ως περιφράγματα χρησιμοποιούνταν όγκοι επιχωμάτων, που ονομάζονται **χωμάπα ή Θωράκια ασφάλειας**. Αυτοί όμως καταλάμβαναν πολύ μεγάλο χωρό με αποτέλεσμα τη μείωση του πλάτους του καταστρώματος της οδού.

Αργότερα τα περιφράγματα κατασκευάζονταν ή με μεμονωμένους λίθινους στύλους ή με κιγκλιδώματα σιδερένια ή ξύλινα.

Σήμερα, λόγω των μεγάλων ταχυτήτων που αναπτύσσονται, τα περιφράγματα κατασκευάζονται ή με μεμονωμένους στύλους από σιδηροπαγές σκυρόδεμα (σχ. 2.7δ) ή από χαλύβδινα στηθαία ασφάλειας (σχ. 2.7ε). Στο εξωτερικό άρχισε μάλι-



Σχ. 2.7δ.



Σχ. 2.7ε.

στα τώρα τελευταία η κατασκευή περιφραγμάτων από στηθαία ειδικής διατομής από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Επάνω στα περιφράγματα για τα οποία μιλήσαμε, τοποθετούνται και οι ανταυγαστήρες από αλουμίνιο για να καθοδηγούν την κυκλοφορία τη νύκτα.

Τέλος περιφράγματα οικονομικότερα και πολλές φορές ανθεκτικότερα, επιτυγχάνομε με δενδροφύτευση. Τα δένδρα φυτεύονται στα άκρα των ερεισμάτων και προσφέρουν πέρα από τους καρπούς τους — αν είναι οπωροφόρα — και τη σκιά τους. Η επίδραση όμως αυτών στο οδόστρωμα είναι δυσμενής λόγω της υγρασίας που συγκρατούν.

2.8 Ανακεφαλαίωση.

Τα βασικά μέρη της οδού είναι:

α) **Το οδόστρωμα.** Κύρια χρήση του οδοστρώματος είναι η κυκλοφορία των οχημάτων πάνω σε αυτό. Καλό οδόστρωμα είναι αυτό που διευκολύνει την κίνηση των οχημάτων και δεν φθείρεται γρήγορα. Για το σκοπό αυτό πρέπει να έχει το κατάλληλο πλάτος, επικλινή και αντιολισθηρή επιφάνεια (μονοκλινή στις καμπύλες και δικλινή στις ευθυγραμμίες) και να είναι ανθεκτικό.

β) **Τα ερείσματα.** Προορισμός τους είναι ο εγκιβωτισμός του οδοστρώματος και η κυκλοφορία των πεζών πάνω σε αυτά. Μέσα στις πόλεις, για την προστασία των πεζών, υπεριψώνεται η στάθμη τους και ονομάζονται **πεζοδρόμια**. Τα πεζοδρόμια χωρίζονται από το οδόστρωμα με τα **κρασπεδοείθρα**.

γ) **Τα στερεά εγκαβωπισμού.** Κύριος προορισμός τους είναι ο εγκιβωτισμός του οδοστρώματος. Χρησιμεύουν ως οδηγοί στην κατασκευή της οδού. Ο επιφανειακός λευκός χρωματισμός τους διευκολύνει την κυκλοφορία των οχημάτων.

δ) **Οι τάφροι.** Βασικός σκοπός των τάφρων είναι η απορροή των νερών της βροχής από το κατάστρωμα της οδού.

ε) **Τα πρανή.** Δημιουργούνται όταν μορφώνεται η οδός και αποτελούν τα πλευρικά όριά της. Πρέπει να έχουν ευστάθεια και επίπεδη επιφάνεια. Είναι το ευαίσθητο τμήμα της οδού, γιατί συχνά παρουσιάζουν κινδύνους καταπτώσεων. Για να επιτευχθεί η εξασφάλισή τους επενδύονται εξωτερικά ή κατασκευάζονται τοίχοι που χρησιμεύουν σαν αντιστρηγμάτα. Διακρίνονται σε **πρανή εκχωμάτων** και σε **πρανή επιχωμάτων** ανάλογα με την εμφάνισή τους σε όρυγμα ή σε επίχωμα αντιστοίχως.

στ) **Τα περιφράγματα.** Κύριος σκοπός τους είναι η προστασία της κυκλοφορίας πάνω στην οδό και η δημιουργία αισθήματος ασφάλειας στους οδηγούς. Κατασκευάζονται στα τμήματα της οδού, που κρίνονται ως επισφαλή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

Η ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΕΠΑΝΩ ΣΤΗΝ ΟΔΟ

3.1 Οχήματα.

Όταν λέμε όχημα σήμερα εννούμε κάθε μέσο μεταφοράς ανθρώπων ή πραγμάτων το οποίο κινείται πάνω στην οδό με ζωική ή μηχανική δύναμη.

Εκείνα τα οχήματα, τα οποία φέρουν τροχούς, καλούνται **άμαξες**. Από τους αρχαίους χρόνους μέχρι τη χρησιμοποίηση του ατμού, επινοήθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν πολλοί τύποι αμαξών, οι οποίοι όμως είχαν ένα κοινό χαρακτηριστικό: Ως κινητήρια δύναμη χρησιμοποιόταν κυρίως η ζωική δύναμη.

Δεύτερη όμως επανάσταση στις μεταφορές, μετά την πρώτη, μετά τη χρησιμοποίηση δηλαδή του τροχού, υπήρξε η χρησιμοποίηση για την κίνηση τους των φυσικών δυνάμεων του ατμού, του ηλεκτρισμού και των καυσίμων γενικά.

Έτσι εμφανίσθηκε ο **σιδηρόδρομος** και το **αυτοκίνητο**.

Το αυτοκίνητο λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει, επιβλήθηκε αμέσως τόσο, ώστε σήμερα να χαρακτηρίζεται μέσο πρώτης ανάγκης.

Αυτοκίνητο, όπως γνωρίζομε, χαρακτηρίζεται το όχημα που προορίζεται για τη μεταφορά επιβατών ή εμπορευμάτων και το οποίο φέρει το ίδιο τη μηχανή, η οποία το κινεί.

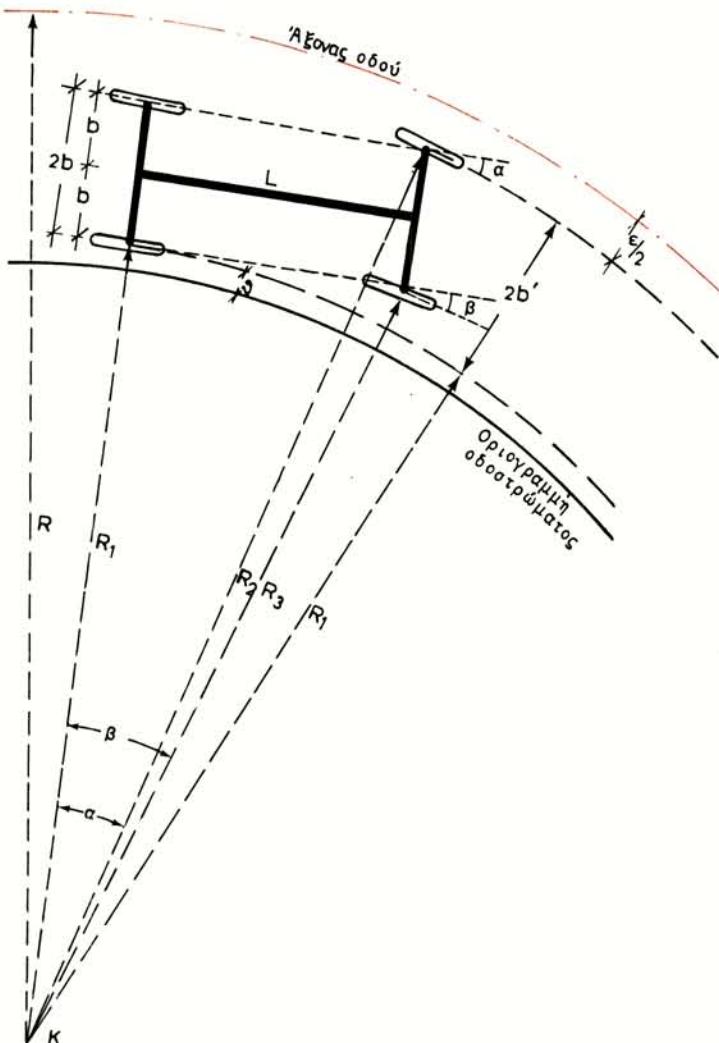
Αποτελείται κυρίως από το σκελετό, που στηρίζεται στους τροχούς. Πάνω σε αυτόν βρίσκεται το κιβώτιο (αμάξωμα). Οι τροχοί του είναι εφοδιασμένοι με ελαστικά επίσωτρα.

Η κινητήρια δύναμη των αυτοκινήτων παράγεται κατά κανόνα από κινητήρα εσωτερικής καύσεως της μορφής των εμβολοφόρων μηχανών. Η δύναμη αυτή μεταβιβάζεται μέσω ενός άξονα στο ένα ζευγός τροχών, κυρίως στους πίσω τροχούς (και μερικές φορές και στα δύο, όπως π.χ. στα τζιπ).

Οι πρόσθιοι τροχοί στρέφονται ελεύθερα γύρω από τον πρόσθιο άξονα, δεν είναι δηλαδή σφηνωμένοι με αυτόν, για να προσαρμόζεται το αυτοκίνητο στις καμπύλες της οδού. Η κίνηση των πίσω τροχών, οι οποίοι είναι στερεά συνδεμένοι με τον κινητήριο άξονα του οχήματος, συντονίζεται με την κίνηση των προσθίων με το διαφορικό.

Οι τροχοί αλλάζουν διεύθυνση με τη στροφή του πηδαλίου (τιμονιού) (σχ. 3.1a). Η μεγαλύτερη γωνία στροφής τους είναι 45°.

Όταν ένα αυτοκίνητο που έχει πλάτος (δηλαδή απόσταση τροχών) 2b και μήκος (δηλαδή απόσταση αξόνων) L περνά μέσα από ένα καμπύλο τμήμα της οδού, καταλαμβάνει γενικά πλάτος 2b' μεγαλύτερο του 2b. Από το σχήμα 3.1a έχομε:



Σχ. 3.1α.

$$2b' = R_2 - R_1 \quad (1)$$

Είναι όμως: $R_1 + 2b = \sqrt{R_2^2 - L^2}$ ή $R_1 = \sqrt{R_2^2 - L^2} - 2b$
και η (1) γίνεται:

$$2b' = R_2 - \sqrt{R_2^2 - L^2} + 2b \quad (2)$$

οπότε: $\delta = 2b' - 2b = R_2 - \sqrt{R_2^2 - L^2}$

Κατά συνέπεια στις καμπύλες το αυτοκίνητο καταλαμβάνει μεγαλύτερο πλάτος κατά δ. Η ακτίνα R_2 μπορεί να αντικατασταθεί από την ακτίνα R της καμπύλης του άξονα ($R_2 = R - \epsilon/2$), επειδή το ϵ είναι πολύ μικρό σχετικά με τα L και R .

Μπορούμε να υπολογίσουμε το πλάτος $2b'$ και με τον τρόπο αυτό, όταν ούμως είναι γνωστή αντί της ακτίνας R η μέγιστη γωνία στροφής α των τροχών:

$$\begin{aligned} R_1 + 2b &= \text{Ισφα} \\ . R_1 &= \text{Ισφβ} \end{aligned} \quad (3)$$

Με αφαίρεση κατά μέλη έχομε:

$$2b = L(\text{σφα} - \text{σφβ}) \quad (4)$$

Ωστε: $\sigma\phi\beta = \sigma\phi\alpha - \frac{2b}{L}$

Είναι ούμως: $R_1 = \text{Ισφβ} = \text{Ισφα} - 2b$

καί $R_2 = \frac{L}{\eta\mu\alpha}$

οπότε από την (1) $2b' = R_2 - R_1$, με αντικατάσταση έχομε:

$$2b' = \frac{L}{\eta\mu\alpha} - \text{Ισφα} - 2b$$

ή $\delta = 2b' - 2b = L \left(\frac{1}{\eta\mu\alpha} - \frac{\sigma\text{υνα}}{\eta\mu\alpha} \right) = L \left(\frac{1 - \sigma\text{υνα}}{\eta\mu\alpha} \right)$

Παράδειγμα.

Απόσταση αξόνων: $L = 4,00 \text{ m}$

Πλάτος αυτοκινήτου: $2b = 1,80 \text{ m}$

Γωνία στροφής: $\alpha = 20^\circ$

Λύση.

Είναι:

$$\sigma\text{υνα} = 0,93969$$

$$\eta\mu\alpha = 0,43202$$

$$R_2 = \frac{L}{\eta\mu\alpha} = 11,70 \mu$$

και $\delta = 0,70 \text{ m}$ $2b' = 2b + \delta = 2,50 \text{ m}$

Αν στο παραπάνω παράδειγμα, αντί της γωνίας στροφής α ήταν γνωστή η ακτίνα R_2 (ή η περίπου ίση της R) π.χ. $R_2 = 11,70 \mu$ θα είχαμε:

$$\delta = R_2 - \sqrt{R_2^2 - L^2} = 11,70 - \sqrt{136,90 - 16} = 0,70 \text{ m}$$

Από τα παραπάνω είναι φανερό ότι τρία στοιχεία του οχήματος είναι βασικά για

τη μελέτη της κινήσεως και συνεπώς και της οδού: Το πλάτος (2b) που είναι η απόσταση των ιχνών των τροχών, η αξονική απόσταση (L) και η ελάχιστη ακτίνα στροφής (R) που προκύπτει από τη μέγιστη γωνία στροφής (α).

Ελάχιστη ακτίνα στροφής ονομάζεται η ακτίνα του μικρότερου κύκλου που μπορεί να διαγράψει ο πρόσθιος τροχός (υπό σχήμα η R_2), δηλαδή με γωνία α μέγιστη.

Σημασία, κατασκευαστική όμως, έχει και το βάρος.

Το μέγιστο πλάτος των κιβωτίων στις διάφορες χωρες ορίζεται με νόμο, γιατί από αυτό εξαρτάται κυρίως το πλάτος της οδου. Γενικά οι βιομηχανίες κυρίως φορτηγών αυτοκινήτων, έχουν την τάση να αυξάνουν το πλάτος των κιβωτίων των αμαξών. Και αυτό για να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις των αυτοκινητιστών, οι οποίοι προτιμούν αυτοκίνητα με μεγάλη χωρητικότητα κιβωτίου για αποδοτικότερη εκμετάλλευση.

Στην παραπάνω τάση αντιστέκονται οι αρμόδιοι τεχνικοί για τη συντήρηση και κατασκευή οδών, επειδή τα αυτοκίνητα αυτά δημιουργούν προβλήματα αυξήσεως του πλάτους και των ακτίνων των καμπύλων τμημάτων της οδού. Τα προβλήματα αυτά δημιουργούν πρόσθετες δαπάνες, πολλές φορές υπέρογκες, σχετικά με την αφέλεια που προκύπτει από τη μείωση των δαπανών μεταφοράς.

Έτσι το μέγιστο ορίζομενο πλάτος των κιβωτίων είναι συγκερασμός των δύο παραπάνω απόψεων.

Στην Ελλάδα οι μέγιστες επιτρεπτές διαστάσεις οχημάτων πού κυκλοφορούν καθορίζονται για κάθε τύπο οδού με τις αποφάσεις που εκδίδει κάθε φορά το αρμόδιο Υπουργείο.

Όσον αφορά το μήκος και το ύψος των οχημάτων δεν καθορίζονται όρια. Για να αποφευχθεί ο κίνδυνος της επαφής της άμαξας με αγωγούς ρεύματος υψηλής τάσεως ή τηλεγραφικά καλώδια κλπ., ο νόμος απαιτεί το ολικό ύψος των οχημάτων μαζί με το φορτίο να μην υπερβαίνει τα 4,00 m.

Τέλος το βάρος των οχημάτων και ο τρόπος μεταβιβάσεώς τους στο έδαφος, παίζει σπουδαίο ρόλο στη διάρκεια ζωής του οδοστρώματος.

Σήμερα οι τροχοί των οχημάτων φέρουν γενικά ελαστικά επίσωτρα με αεροθάλαμους. Οι τροχοί του είδους αυτού απορροφούν τις ανωμαλίες του οδοστρώματος, με αποτέλεσμα τη μείωση των κρούσεων. Με αυτό τον τρόπο και οι επιβάτες διακινούνται με άνεση και το βάρος του οχήματος μοιράζεται σε μεγαλύτερη επιφάνεια του οδοστρώματος και επομένως μειώνονται οι αναπτυσσόμενες τάσεις επάνω σε αυτό.

Μεταξύ φορτηγών και επιβατικών αυτοκινήτων υπάρχουν σημαντικές διαφορές στις βασικές διαστάσεις. Ακόμα υπάρχουν σημαντικές διαφορές και μεταξύ των οχημάτων της ίδιας κατηγορίας (φορτηγό, ημιφορτηγό, ρυμουλκούμενο κλπ.).

Έτσι, για τη μελέτη μιας οδού διαλέγομε ένα «όχημα μελέτης», όπως το λέμε. Αυτό είναι ένα όχημα που έχει διαστάσεις και ελάχιστη ακτίνα στροφής μεγαλύτερη από όλα τα άλλα οχήματα της ίδιας κατηγορίας. Π.χ. αν εκλέξουμε φορτηγό για όχημα μελέτης οι διαστάσεις του και η ελάχιστη γωνία στροφής του πρέπει να είναι μεγαλύτερες από όλα τα άλλα φορτηγά.

Υπάρχουν 4 τύπου οχημάτων μελέτης που φαίνονται στον Πίνακα 3.1.1:

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1.1
Διαστάσεις οχημάτων μελέτης

Όχημα μελέτης	Διαστάσεις σε m				
	Τύπος	Αξονική απόσταση	Συνολικό μήκος	Συνολικό πλάτος	Υψος
1. Επιβατικό	3,35	5,80	2,14	—	7,30
2. Φορτηγό	6,10	9,15	2,59	4,20	12,80
3. Ημιρυμουλκούμενο ελαφρό	$3,96 + 8,24 =$ $= 12,20$	15,25	2,59	4,20	12,20
4. Ημιρυμουλκούμενο βαρύ	$6,10 + 9,15 =$ $= 15,25$	16,78	2,59	4,20	13,75

3.1.1 Αντιστάσεις στην κίνηση των οχημάτων.

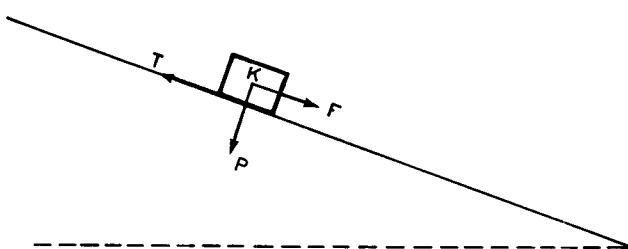
Τα οχήματα κινούνται, όπως είναι γνωστό, όταν ενεργει πάνω σε αυτά ελεκτική δύναμη. Η δύναμη αυτή καταβάλλεται από ανθρώπους (π.χ. ποδήλατα), ζώα (π.χ. κάρρα), ή παράγεται από μηχανή (π.χ. αυτοκίνητα).

Μέρος της ολικής ελεκτικής δυνάμεως που καταβάλλεται ή παράγεται ξοδεύεται για να εξουδετερώσει διάφορες αντιστάσεις. Το υπόλοιπο διατίθεται για την κίνηση.

Οι σπουδαιότερες από αυτές τις αντιστάσεις στην κίνηση των οχημάτων είναι οι ακόλουθες:

a) Οι τριβές.

Γνωρίζομε από τη Φυσική ότι, όταν ένα σώμα κινείται επάνω σε ένα άλλο σωμα, τότε στην κοινή επιφάνεια επαφής των δύο σωμάτων αναπτύσσεται μια δύναμη αντίθετη πάντοτε προς την κίνηση, η οποία καλείται **τριβή**.



Σχ. 3.1β.

Όταν η κίνηση του ενός σώματος επάνω στο άλλο έχει τη μορφή της ολισθήσεως, τότε μιλάμε για **τριβή από ολισθηση** (σχ. 3.1β).

Αν F είναι η συνισταμένη της κινήσεως που είναι παράλληλη προς την επιφά-

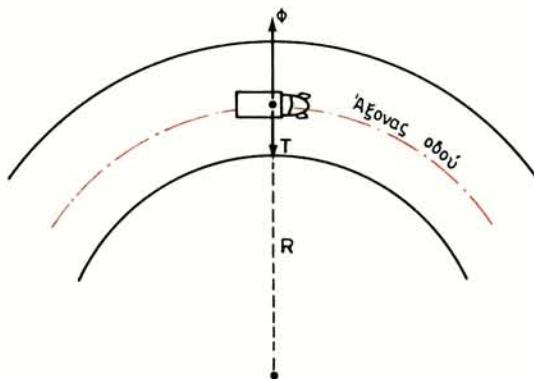
νεια της ολισθήσεως και P η συνισταμένη των καθέτων προς την επιφάνεια αυτή δυνάμεων, τότε η τριβή T που αναπτύσσεται δίνεται από τη σχέση:

$$T = f \cdot P$$

όπου f ένας συντελεστής που εξαρτάται κυρίως από τη φύση των προστριβομένων σωμάτων και της καταστάσεως των επιφανειών που είναι σε επαφή και καλείται **συντελεστής ολισθήσεως**.

Όταν η κίνηση του ενός σώματος πάνω στο άλλο έχει τη μορφή της κυλίσεως, τότε μιλάμε για **τριβή από κύλιση** και **συντελεστή τριβής κυλίσεως** αντίστοιχα.

Ο συντελεστής τριβής κυλίσεως είναι πολύ μικρότερος από το συντελεστή τριβής ολισθήσεως και επομένως το είδος αυτό της κινήσεως προτιμάται.



Σχ. 3.1γ.

Στην περίπτωση που ένα αυτοκίνητο διαγράφει ένα καμπύλο τμήμα οδού, αναπτύσσεται η φυγόκεντρος δύναμη Φ που προσπαθεί να εκτρέψει το αυτοκίνητο προς τη διεύθυνση της ακτίνας (σχ. 3.1γ). Δηλαδή η φυγόκεντρος προσπαθεί να μετατρέψει την κύλιση σε ολίσθηση. Αντίθετη προς τη μετατροπή αυτή είναι η τριβή (T). Για οριζόντιο οδόστρωμα θα είναι:

$$T = f \cdot B$$

όπου B το βάρος του αυτοκινήτου. Η τιμή του f γίνεται μέγιστη όταν ο τροχός είναι έτοιμος να αρχίσει να ολισθαίνει, όταν δηλαδή $\Phi = T$. Επειδή οι δρόμοι φτιάχνονται έτσι ώστε να αποφεύγεται η ολίσθηση, δηλαδή χρησιμοποιούνται τέτοιες ακτίνες ώστε να είναι πάντοτε $\Phi < T$, γι' αυτό και ο συντελεστής f δεν φθάνει την μέγιστη τιμή του αλλά κάθε φορά κάποια άλλη $f' < f$.

Ο συντελεστής τριβής εξαρτάται από ένα ορισμένο αριθμό παραγόντων. Οι πιο σημαντικοί από αυτούς είναι: Η ταχύτητα του οχήματος, ο τύπος και η κατάσταση της επιφάνειας του οδόστρωματος, ο τύπος και η κατάσταση των ελαστικών. Ο Πίνακας 3.1.2 μας δίνει τη σχέση ταχύτητας και μέγιστου f .

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1.2

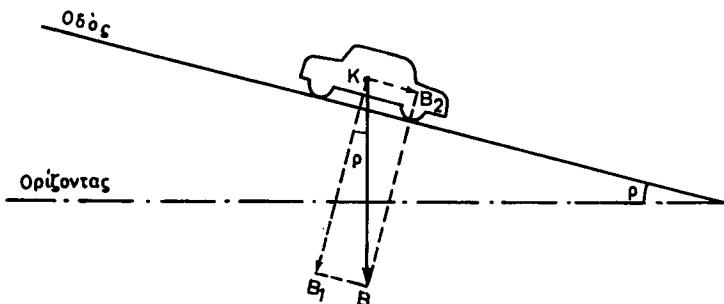
Ταχύτητα u	Συν/στής τριβής f
48	0,16
64	0,15
80	0,14
96	0,13
104	0,13
112	0,12
120	0,11
128	0,11

β) Η αντίσταση από εσωτερικές τριβές.

Η αντίσταση στην κίνηση η οποία προκαλείται από εσωτερικές τριβές των οργάνων του οχήματος εξαρτάται από τη φύση των οργάνων και από τη διάταξη των στοιχείων μεταδόσεως της κινήσεως και της περιστροφής. Οι αντιστάσεις αυτές είναι ανάλογες του βάρους του οχήματος.

γ) Η αντίσταση από την κλίση της οδού.

Το βάρος B του οχήματος (σχ. 3.1δ) αναλύεται σε δύο δυνάμεις B_1 και B_2 , από

**Σχ. 3.1δ.**

τις οποίες η πρώτη είναι κάθετη στο επίπεδο της οδού και η δεύτερη παράλληλη προς αυτό. Όταν το όχημα κατέρχεται, η B_2 προστίθεται στην ελεκτική δύναμη του οχήματος, ενώ όταν ανέρχεται, είναι αντίθετη προς αυτή. Αν ρ είναι η γωνία κλίσεως της οδού ως προς τον οριζόντα, τότε εφρ = j είναι η κλίση της οδού.

Η παράλληλη συνιστώσα B_2 η οποία ενισχύει την κίνηση (ή αντιστέκεται) θα είναι:

$$B_2 = B \cdot \eta \rho$$

Αν θεωρηθεί ότι $\eta \rho \approx \epsilon \rho$ (αφού η ρ είναι πολύ μικρή γωνία), τότε:

$$B_2 = B \cdot \epsilon \rho$$

ή

$$B_2 = B \cdot j$$

Από τη σχέση αυτή φαίνεται ότι όσο μεγαλώνει ή *τόσο* μεγαλώνει και η δύναμη B_2 (το B είναι σταθερό για κάθε όχημα). Συνεπώς στα βαριά οχήματα (φορτηγά) η κλίση παίζει πολύ μεγαλύτερο ρόλο από τα ελαφρά (επιβατηγά). Αυτό έχει μεγάλη σημασία στον καθορισμό των κλίσεων, γιατί τις μεγάλες κλίσεις τα φορτηγά τις αντιμετωπίζουν μειώνοντας την ταχύτητα. Η μείωση όμως αυτή έχει σημαντική επίδραση στην κίνηση των ελαφρών οχημάτων, κυρίως για οδούς 2 λωρίδων κυκλοφορίας. Στις περιπτώσεις αυτές πρέπει να υπάρχει ιδιαίτερη λωρίδα κυκλοφορίας για τα βαριά οχήματα που ονομάζεται **Λωρίδα βραδυπορίας**.

Φυσικά μεγάλη σημασία έχει και το μήκος που εφαρμόζεται αυτή η μεγάλη κλίση. Αν το μήκος είναι μικρό δεν χρειάζεται συνήθως να μειωθεί η ταχύτητα.

Το μέγιστο μήκος ανωφέρεις, πάνω στην οποία φορτωμένο φορτηγό μπορεί να κινείται χωρίς αξιόλογη μείωση της ταχύτητάς του λέγεται **κρίσιμο μήκος**.

Τέλος, βασική σημασία έχει η λεγόμενη **μέγιστη κλίση**. Με βάση τα λειτουργικά χαρακτηριστικά τών αυτοκινήτων (ο λόγος βάρος-ιπποδύναμη) και την ταχύτητα που επιδιώκομε να αναπύσσουν, καθορίζεται και η μέγιστη κλίση ανάλογα με τη μορφή του εδάφους (πίνακας 3.1.3).

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1.3

Μορφή εδάφους	Ταχύτητα μελέτης σε km/h							
	48	64	80	96	104	112	120	128
κατά μήκος κλίση %								
Οριζόντιο	6	5	4	3	3	3	3	3
Κεκλιμένο	7	6	5	4	4	4	4	4
Ορεινό	9	8	7	6	6	5	—	—

δ) Η αντίσταση του αέρα.

Όταν το όχημα κινείται, αντιστέκεται ο ατμοσφαιρικός αέρας και συνεπώς αναπτύσσεται μία αντίθετη προς αυτό δύναμη.

Η δύναμη αυτή δίνεται από τη σχέση:

$$A = K \cdot E \cdot V^2$$

όπου K είναι συντελεστής που λαμβάνεται ίσος με 0,005 για τα συνηθισμένα οχήματα και 0,003 για τα αεροδυναμικά οχήματα, E η κάθετος επί τη διεύθυνση της κινήσεως του οχήματος επιφάνεια, η οποία εκφράζεται σε m^2 και V η ταχύτητα του οχήματος σε km/h .

Από τη σχέση αυτή είναι φυσικό ότι η αντίσταση που προβάλλεται από τον αέρα είναι ανάλογη του τετραγώνου της ταχύτητας του οχήματος. Όσο δηλαδή αυξάνεται η ταχύτητα του οχήματος, τόσο η αντίσταση γίνεται σημαντική και επηρεάζει σοβαρά την κίνησή του.

Ως παράδειγμα αναφέραμε ότι για ταχύτητα π.χ. 110 km/h, η οποία σήμερα εύκολα επιτυγχάνεται, η αντίσταση του αέρα απορροφά τα 60% περίπου από το συνολικό έργο της κινητήριας μηχανής.

3.2 Ταχύτητα. Μέση ταχύτητα κινήσεως, ταχύτητα μελέτης.

Η οδός κατασκευάζεται για να εξυπηρετήσει τις μεταφορές. Ο τρόπος που τις εξυπηρετεί χαρακτηρίζει και το **βαθμό εξυπηρετήσεως** που προσφέρει. Λέμε ότι ένας βαθύτερος εξυπηρετήσεως είναι υψηλός, όταν η οδός μπορεί να εξασφαλίζει στις μεταφορές την οικονομική διακίνηση μεγάλου όγκου κυκλοφορίας με μεγάλη ταχύτητα και ασφάλεια.

Για να συμβεί όμως αυτό πρέπει η οδός να διαθέτει, κατά πρώτο λόγο, ικανά φυσικά χαρακτηριστικά, δηλαδή μεγάλη και σε καλή κατάσταση διατομή, μικρές κλίσεις, μεγάλα και πυκνά μήκη ορατότητας, μεγάλες οριζόντιες και κατακόρυφες καμπύλες κλπ.

Αυτά όμως, κατά κανόνα, απαιτούν και μεγάλη δαπάνη.

Συνεπώς ο βαθύτερος εξυπηρετήσεως που θέλουμε να προσφέρει η οδός στις μεταφορές, εκφράζεται με την ταχύτητα και την ασφάλεια που επιδιώκουμε να εξασφαλίζει η οδός στα οχήματα σε όλη την προβλεπόμενη διάρκεια λειτουργίας (συνήθως για 20 χρόνια).

Έτσι όταν καθορισθεί η ταχύτητα και ο βαθμός ασφάλειας για μια οδό, όλα τα άλλα στοιχεία έχουν σχεδόν προδιαγραφεί.

Όταν λέμε ταχύτητα, στα παραπάνω, εννοούμε μια «μέση ταχύτητα κινήσεως» των οχημάτων πάνω στην οδό.

Η μέση ταχύτητα δηλαδή, εκφράζει το μέσο όρο της ταχύτητας όλων των οχημάτων που χρησιμοποιούν την οδό.

Ένας τρόπος να βρούμε τη μέση αυτή ταχύτητα σε μια υπάρχουσα οδό είναι να μετρήσουμε την ταχύτητα των οχημάτων σε ένα σημείο της οδού (ή σε περισσότερα και να πάρομε το μέσο όρο).

Για μια νέα οδό η μέση ταχύτητα, σύμφωνα με τα παραπάνω, πρέπει να καθορισθεί. Για το σκοπό αυτό οι μέσες ταχύτητες κατατάσσονται σε τρεις γενικές κατηγορίες. Κάθε κατηγορία εκφράζει και ένα «βαθμό εξυπηρετήσεως» που επιδιώκομε.

- 1) Μέση ταχύτητα κινήσεως 72-80 km/h.
- 2) Μέση ταχύτητα κινήσεως 64-72 km/h.
- 3) Μέση ταχύτητα κινήσεως 56-64 km/h.

Μετά τον καθορισμό της μέσης ταχύτητας πρέπει να προβλέψουμε όλα τα άλλα στοιχεία μελέτης ώστε να την εξασφαλίσουμε. Δηλαδή να προβλέψουμε όλα τα κατάλληλα φυσικά χαρακτηριστικά της οδού.

Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούμε τη λεγόμενη **ταχύτητα μελέτης**.

Η ταχύτητα μελέτης, δηλαδή, έχει για προορισμό τη μαθηματική συσχέτιση, και επομένως τον καθορισμό όλων των απαραίτητων φυσικών χαρακτηριστικών της οδού, ώστε και με το μεγαλύτερο κυκλοφοριακό φόρτο, να εξασφαλίζεται η μέση ταχύτητα που καθορίσαμε.

Έτσι η ταχύτητα μελέτης είναι το πρώτο «γεωμετρικό χαρακτηριστικό» της οδού.

Επειδή όλα τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού ορίζονται με βάση την ταχύτητα μελέτης, συμπεραίνεται ότι η ταχύτητα αυτή αποτελεί και ένα όριο ταχύτητας για την οδό. Δηλαδή είναι η μέγιστη σταθερή ταχύτητα που μπορούν να ανα-

πτύξουν τα οχήματα χωρίς κίνδυνο. Γι' αυτό και λέγεται **μέγιστη ταχύτητα ασφάλειας** για μια οδό.

Βέβαια μερικοί οδηγοί συχνά την ξεπερνούν, ενώ άλλοι δεν την φθάνουν σε κανένα σημείο της διαδρομής.

Η σχέση τώρα μεταξύ της ταχύτητας μελέτης και μέσης ταχύτητας κινήσεως πρέπει να είναι λογική.

Έχει παρατηρηθεί ότι στα καμπύλα τμήματα οι ταχύτητες των οχημάτων είναι μικρότερες από ότι στα ευθύγραμμα. Όσο μάλιστα η ταχύτητα μελέτης είναι μεγαλύτερη τόσο η διαφορά αυτή μεγαλώνει. Στις μικρές ταχύτητες μελέτης η μέση ταχύτητα κινήσεως είναι σχεδόν ίση με την ταχύτητα μελέτης.

Έτσι η σχέση ταχύτητας μελέτης και μέσης ταχύτητας κινήσεως διαμορφώνεται όπως δείχνει ο Πίνακας 3.2.1.

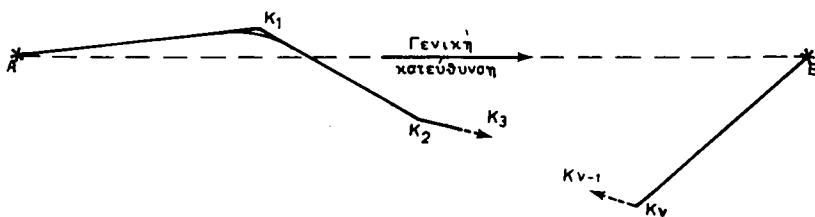
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2.1

Παραδεκτή σχέση μεταξύ ταχύτητας μελέτης και μέσης ταχύτητας κινήσεως

Ταχύτητα μελέτης σε km/h	Μέση ταχύτητα κινήσεως σε km/h
48	45
64	58
80	71
96	83
104	88
112	93
120	98
128	102

3.3 Ευθύγραμμα και καμπύλα τμήματα της οδού.

Μία οδός, η οποία συνδέει δύο δεδομένα σημεία A και B, έχει γενική πορεία την κατεύθυνση της ευθείας AB (σχ. 3.3). Η κατεύθυνση αυτή AB καλείται **γενική κατεύθυνση** της οδού. Επιδιώκεται βέβαια μεταξύ των δύο σημείων αυτών η οριζοντιογραφική μορφή της οδού να είναι ευθύγραμμη ή περίπου ευθύγραμμη, δηλαδή, όσο το δυνατό πλησιέστερη στη γενική κατεύθυνση. Αυτό εξαρτάται βεβαίως από



Σχ. 3.3.

τη μορφολογία του εδάφους, γιατί αν παρεμβάλλονται φυσικά ή τεχνητά εμπόδια, για να παρακαμφθούν θα πρέπει να μεταβάλλομε κάθε φορά τμηματικά την κατεύθυνση της οδού (σχ. 3.3). Η οδός λοιπόν αποτελείται από ευθύγραμμα και καμπύλα τρίματα.

Τα ευθύγραμμα τρίματα ΑΔ₁, Κ₁Κ₂..., της οδού συνδέονται μεταξύ τους στις θέσεις Κ₁, Κ₂..., με καμπύλα τρίματα έτσι, ώστε η μετάβαση από τη μια ευθυγραμμία στην άλλη να γίνεται ομαλά και με την ίδια ή ελάχιστα μειωμένη ταχύτητα (σχ. 3.3).

Η τεθλασμένη γραμμή Α, Κ₁, Κ₂..., Κ_v, Β καλείται **πολυγωνική** της χαράξεως.

Όταν τα αυτοκίνητα κινούνται πάνω στα ευθύγραμμα τρίματα της οδού, οι δυσχέρειες και οι κίνδυνοι στην κυκλοφορία είναι πολύ μικρότεροι, από ότι όταν κινούνται πάνω στα καμπύλα τρίματα της.

Τους κινδύνους και τις δυσχέρειες, που δημιουργούνται όταν τα αυτοκίνητα κινούνται πάνω σε ευθύγραμμα και καμπύλα τρίματα της οδού, θα μελετήσουμε παρακάτω. Θα εξετάσουμε επίσης πώς πρέπει να διαμορφώνονται τα τρίματα αυτά, ώστε και η κυκλοφορία να διευκολύνεται, αλλά και οι κίνδυνοι και οι δυσχέρειες να μειώνονται στο ελάχιστο.

3.4 Πορεία των αυτοκινήτων πάνω στα ευθύγραμμα τρίματα της οδού.

Η κυκλοφορία των οχημάτων πάνω στα ευθύγραμμα τρίματα της οδού είναι ασφαλέστερη, γιατί οι δυσχέρειες που παρουσιάζονται στη διάρκεια της πορείας καθώς και οι πιθανοί κίνδυνοι είναι περιορισμένοι. Πάντως δύο κίνδυνοι εμφανίζονται:

- 1) Η πρόσκρουση πάνω σε ακίνητο εμπόδιο.
- 2) Η σύγκρουση με όχημα που κινείται αντίθετα.

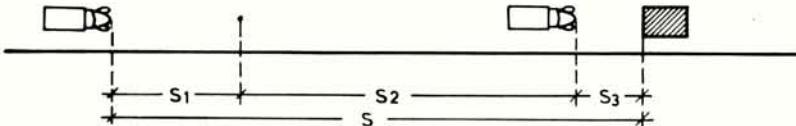
Και στις δύο περιπτώσεις ο οδηγός για να αποφύγει τον κίνδυνο, θα πρέπει να εκτιμήσει γρήγορα και σωστά την κατάσταση για να ενεργήσει όσο το δυνατόν γρηγορότερα ή με το πηδάλιο (τιμόνι) ή με την πέδη (φρένο).

Τώρα ποιο από τα δύο θα χρησιμοποιήσει εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως η **ταχύτητα** του οχήματος, το **ελεύθερο μήκος οδού**, που διατίθεται, η **κατάσταση του οδοστρώματος**, η **ικανότητα των φρένων** κλπ. Τότε ή θα αποφασίσει τη στάθμευση χρησιμοποιώντας την πέδη, ή την παράκαμψη χρησιμοποιώντας το πηδάλιο.

1) Κίνδυνος προσκρούσεως πάνω σε ακίνητο εμπόδιο. Ελάχιστη απόσταση στάσεως.

Όταν ο οδηγός του οχήματος αντιληφθεί απρόοπτα σε **μικρή απόσταση εμπόδιο**, προσπαθεί γρήγορα:

- Να αντιληφθεί αν το εμπόδιο είναι ακίνητο και να εκτιμήσει συγχρόνως τόσο την απόσταση από αυτό, όσο και τους παράγοντες που αναφέραμε παραπάνω. Αν το εμπόδιο είναι ακίνητο και είναι δυνατό να ενεργήσει γρήγορα, ή σταματά το όχημα πριν από το εμπόδιο ή το παρακάμπτει με μειωμένη ταχύτητα.
- Για να σταθμεύσει πριν από το ακίνητο εμπόδιο (σχ. 3.4a) και να αποφύγει την πρόσκρουση σε αυτό θα πρέπει να έχει στη διάθεσή του ένα ελάχιστο



Σχ. 3.4a.

μήκος S , μεταξύ του κινούμενου οχήματός του και του ακίνητου εμπόδιου, όταν αντιληφθεί το εμπόδιο.

Το μήκος S ονομάζεται **υποχρεωτικό μήκος ορατότητας πριν από ακίνητο εμπόδιο**, και είναι άθροισμα τριών μηκών:

- Του μήκους S_1 , το οποίο θα διατρέξει το όχημα από τη στιγμή που ο οδηγός θα αντιληφθεί το εμπόδιο μέχρι τη στιγμή που θα ενεργήσει στην τροχοπέδη (ψυχολογικός χρόνος που εκτιμάται από 1'' ως 2,5'' και εξαρτάται κυρίως από τις καιρικές συνθήκες της περιοχής, την ταχύτητα του οχήματος και την ικανότητα του οδηγού). Το μήκος αυτό μπορεί να χαρακτηρισθεί και ως **μήκος ετοιμότητας**.
- Του μήκους S_2 , το οποίο θα διατρέξει το όχημα κατά τη διάρκεια της τροχοπεδήσεως και καλείται **μήκος πεδήσεως**.
- Του μήκους S_3 , μεταξύ της τελικής θέσεως του οχήματος και του εμποδίου, το οποίο καλείται **απόσταση ασφάλειας**.

Από τα παραπάνω **εύκολα συμπεραίνεται** ότι το υποχρεωτικό μήκος ορατότητας S , για τη στάθμευση πριν από ακίνητο εμπόδιο, είναι κυρίως συνάρτηση της ταχύτητας του οχήματος.

Είναι δηλαδή:

$$S = S_1 + S_2 + S_3$$

Το μήκος ετοιμότητας S_1 υπολογίζεται εύκολα από τον τύπο της ομαλής ταχύτητας και είναι:

$$S_1 = u \cdot t$$

όπου για ψυχολογικός χρόνος t λαμβάνονται τα 2,5''.

Το μήκος πεδήσεως για οριζόντιο έδαφος υπολογίζεται από τον τύπο:

$$S_2 = \frac{V^2}{25,6 f}$$

όπου f ο συντελεστής τριβής μεταξύ τροχών και οδού, ο οποίος εξαρτάται από την κατάσταση της επιφάνειας του οδοστρώματος, από την πίεση και τον τύπο των ελαστικών κλπ.

Το μήκος ασφάλειας από ο ως μερικά μέτρα μπροστά από το εμπόδιο.

Ο Πίνακας 3.4.1 μας δίνει τις τιμές του S για τις διάφορες ταχύτητες των οχημάτων και για υγρό οδόστρωμα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4.1

Ελάχιστη απόσταση στάσεως

Ταχύτητα μελέτης	Ταχύτητα κινήσεως	Αντίληψη - Αντίδραση - - Τροχοπέδηση		Συν/στής τριβής f	Απόσταση τροχοπεδήσεως	Συνολική απόσταση στάσεως για τη μελέτη
		Χρόνος	Μήκος ετοιμότητας			
48	45	2,5	31	0,36	22	60
64	58	2,5	40	0,33	40	80
80	70	2,5	49	0,31	63	110
96	83	2,5	58	0,30	90	150
104	88	2,5	62	0,30	102	170
112	93	2,5	65	0,29	118	185
120	98	2,5	68	0,28	135	205
128	103	2,5	72	0,27	155	230

Έτσι, όταν μια οδός έχει σχεδιασθεί για ταχύτητα μελέτης π.χ. 80 km/h πρέπει σε κάθε σημείο της ο οδηγός να έχει ελεύθερο μπροστά του μήκος τουλάχιστο 110 μ. Πρέπει δηλαδή η οδός να του εξασφαλίζει αυτό το μήκος σε κάθε σημείο της, διαφορετικά η οδός είναι επικίνδυνη για την ταχύτητα αυτή.

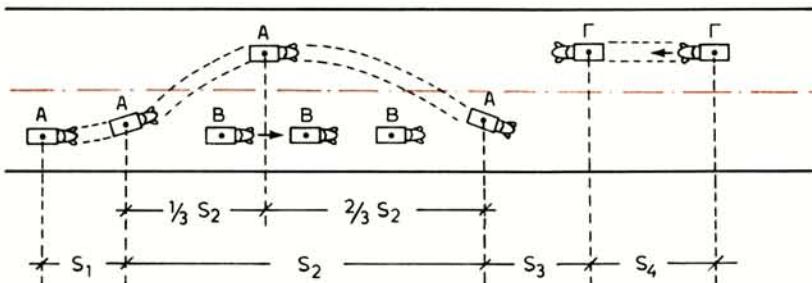
2) Κίνδυνος συγκρούσεως κατά το προσπέρασμα με αντίθετα κινούμενο όχημα. Ελάχιστη απόσταση προσπεράσματος.

Πολλές φορές ένα όχημα που προπορεύεται κινείται με μικρή ταχύτητα και εκείνο που ακολουθεί θέλει να τρέξει με μεγαλύτερη ταχύτητα. Τότε το δεύτερο πρέπει να κάνει «προσπέρασμα», δηλαδή να φύγει από τη λωρίδα του, να χρησιμοποιήσει την αριστερή του λωρίδα, να προσπεράσει και να επανέλθει στη λωρίδα του. Αν η αριστερή του λωρίδα είναι της ίδιας κατευθύνσεως και ελεύθερη δεν υπάρχει πρόβλημα. Συνήθως όμως οι δρόμοι έχουν δύο αντίθετες λωρίδες, και συνεπώς πρέπει να χρησιμοποιήσει τη λωρίδα που ανήκει στην αντίθετη κυκλοφορία. Αυτό είναι πολύ επικίνδυνο και χρειάζεται προσοχή και σωστή εκτίμηση της κατάστασεως. Το σχήμα 3.4β δείχνει τις φάσεις ενός οριακού προσπεράσματος.

Για να γίνεται το προσπέρασμα με ασφάλεια πρέπει να υπάρχει ένα ελάχιστο μήκος S στην αντίθετη λωρίδα, ελεύθερο κυκλοφορίας όταν ο οδηγός θελήσει να προσπεράσει.

Το μήκος αυτό S είναι άθροισμα τεσσάρων διαδοχικών μηκών:

– Του μήκους S_1 που διανύθηκε κατά τη διάρκεια του ψυχολογικού χρόνου και



Σχ. 3.4β.

μέχρι να φθάσει στην αριστερή λωρίδα.

- Του μήκους S_2 που διανύθηκε μέχρι να έρθει ξανά στη λωρίδα του.
- Του μήκους S_3 που δείχνει την απόσταση αυτού από το αντίθετο όχημα.
- Του μήκους S_4 που διανύθηκε στο μεταξύ από το αντίθετο όχημα.

Για τον υπολογισμό των παραπάνω πρέπει να έχομε υπόψη μας ότι:

- Το όχημα B που προηγείται κινείται με σταθερή ταχύτητα, ενώ το A που ακολουθεί με ταχύτητα 16 χλμ. περίπου μεγαλύτερη.
- Το προσπέρασμα γίνεται αργά στην αρχή και γρήγορα όταν το όχημα επιστρέφει στη λωρίδα του.

Στον Πίνακα 3.4.2 δίνονται οι τιμές της ελάχιστης αποστάσεως που χρειάζεται για ένα ακίνδυνο προσπέρασμα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4.2

**Ελάχιστη απόσταση προσπεράσματος
(για οδό 2 λωρίδων)**

Ταχύτητα μελέτης σε km/h	Παραδεκτές ταχύτητες		Ελάχιστη απόσταση προσπεράσματος
	όχημα που προπορεύεται	όχημα που προσπερνά	
48	42	58	330
64	55	70	460
80	66	82	560
96	75	91	650
104	80	96	700
112	87	102	750
120	90	105	800
128	95	110	840

"Ετσι, για μια οδό που σχεδιάζεται για ταχύτητα μελέτης π.χ. 80 km/h πρέπει σε κάθε σημείο της να εξασφαλίζει ελεύθερο μήκος τουλάχιστο 560 m, για να είναι δυνατό το προσπέρασμα. Αυτό όμως, κατά κανόνα, δεν είναι δυνατό, γιατί απαιτεί μεγάλη δαπάνη.

3.5 Πορεία των αυτοκινήτων στα καμπύλα τμήματα της οδού.

Κατά την πορεία των αυτοκινήτων στα καμπύλα τμήματα της οδού υπάρχουν διπλαίς είπαμε προηγουμένως μεγαλύτεροι κίνδυνοι και δυσχέρειες.

Αυτό οφείλεται στο ότι τα αυτοκίνητα όταν βαδίζουν πάνω στα καμπύλα τμήματα, είναι υποχρεωμένα να διαγράφουν τροχιά ομόκεντρη με την καμπύλη τροχιά του όξονα της οδού. Η υποχρέωση αυτή συνεπάγεται τα ακόλουθα:

- Οι οδηγοί των οχημάτων πρέπει να εντείνουν την προσοχή τους και να περιορίζουν, εν ανάγκη, την ταχύτητα, ώστε να κατευθύνουν σταθερά το όχημα.
- Η αντίσταση του οδοστρώματος στην έλξη αυξάνει αισθητά από την ανάγκη της συνεχούς στροφής των τροχών, γιατί δημιουργούνται σημαντικές τριβές ολισθήσεως σε διεύθυνση αντίθετη προς τη διεύθυνση της κινήσεως.
- Η επίδραση της φυγοκέντρου δυνάμεως που αναπτύσσεται έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του κινδύνου εκτροπής του κινούμενου οχήματος από την τροχιά του, ή με ανατροπή ή με εγκάρσια ολίσθηση.
- Τέλος, όταν το όχημα κινείται πάνω στα καμπύλα τμήματα της οδού, επειδή το θεατό μήκος της τροχιάς του κάθε φορά ελαττώνεται σημαντικά, υπάρχει ο κίνδυνος της προσκρούσεως του πάνω σε οποιοδήποτε εμπόδιο που είναι επάνω στην οδό ή ο κίνδυνος της συγκρούσεως με όχημα που κινείται αντίθετα.

Είναι φανερό ότι όσο μικρότερη είναι η ακτίνα της διαγραφόμενης καμπύλης, τόσο οι παραπάνω κίνδυνοι αυξάνουν, με αποτέλεσμα τη μείωση της ασφάλειας οδηγήσεως κατά τη διαγραφή των καμπύλων τμημάτων της οδού.

Η ασφάλεια όμως της κινήσεως, καθώς και η άνεση των επιβατών είναι βασική επιδίωξη της μελέτης κάθε οδού.

3.5.1 Φυγόκεντρος δύναμη.

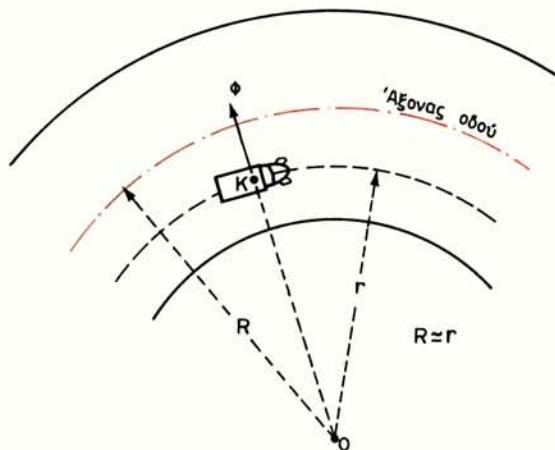
Όπως είναι γνωστό, όταν ένα κινητό διαγράφει καμπύλη, αναπτύσσεται σε αυτό δύναμη η οποία ενεργεί κατά την ακτίνα της καμπύλης. Η δύναμη αυτή τείνει να εκτρέψει το όχημα προς τα έξω και γι' αυτό καλείται φυγόκεντρος (σχ. 3.5α).

Το μέγεθος της φυγοκέντρου δυνάμεως που κάθε φορά αναπτύσσεται υπολογίζεται από τον γνωστό τύπο:

$$\Phi = \frac{m \cdot u^2}{R} \quad (1)$$

όπου m η μάζα του σώματος, u η ταχύτητα αυτού κατά τη διαγραφή και R η ακτίνα καμπύλης που διαγράφεται.

$$\text{Επειδή όπως είναι γνωστό} \quad m = \frac{B \text{ (βάρος σώματος)}}{g \text{ (επιτάχυνση βαρύτητας)}} \quad \text{η παραπάνω}$$



Σχ. 3.5α.

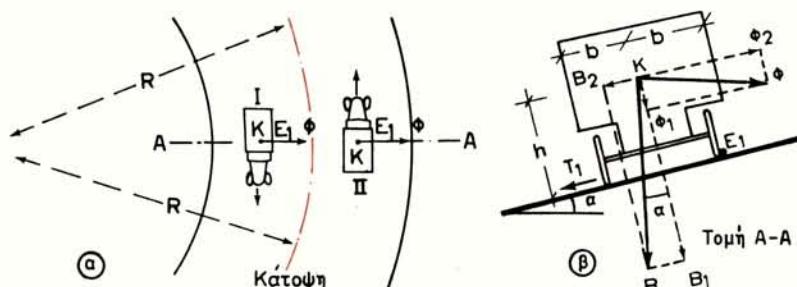
σχέση (1) παίρνει τη μορφή:

$$\Phi = \frac{B \cdot u^2}{g \cdot R} \quad (2)$$

Η φυγόκεντρος δύναμη τείνει να ανατρέψει το όχημα ή να προκαλέσει σε αυτό ολίσθηση κατά τη φορά της. Τον κάθε ένα από τους κινδύνους αυτούς θα εξετάσουμε παρακάτω:

1) Κίνδυνος ανατροπής.

Όπως είπαμε προηγουμένως, η επιφάνεια του οδοστρώματος κατασκευάζεται δικλινής στα ευθύγραμμα τμήματα της οδού (σχ. 2.2γ). Αν το ίδιο συνέβαινε και για τα καμπύλα τμήματα, στα οποία κυρίως αναπτύσσεται η φυγόκεντρος δύναμη, τότε θα υπήρχε εκτός από τα άλλα και άμεσος κίνδυνος ανατροπής των οχημάτων, που διατρέχουν την καμπύλη [σχ. 3.5β(a)].



Σχ. 3.5β.

Σε κάθε όχημα (I) και (II) όταν κινείται πάνω στήν καμπύλη που έχει ακτίνα R ενεργούν εκτός από το βάρος B και η φυγόκεντρος δύναμη Φ [σχ. 3.5β(β)].

Οι δύο αυτές δυνάμεις αναλύονται, όπως είναι γνωστό στις καθέτους πάνω στο οδόστρωμα συνιστώσες B_1 και Φ_1 , και στις παράλληλες προς αυτό δυνάμεις B_2 και Φ_2 αντιστοίχως.

Στην περίπτωση του σχήματος 3.5β, η συνιστώσα Φ_2 τείνει να ανατρέψει το όχημα γύρω από το σημείο E_1 , το οποίο είναι το σημείο επαφής του τροχού και του οδοστρώματος. Για να μην ανατραπεί το όχημα I ή II πρέπει, όπως είναι γνωστό, να εκπληρώνεται η σχέση ροπών:

$$(\Phi_2 - B_2) h \leq (\Phi_1 + B_1)b \quad (1)$$

$$\text{Είναι όμως: } \Phi_2 = \Phi \text{ συνα} \quad \Phi_1 = \Phi \text{ ημα}$$

$$B_2 = B \text{ ημα} \quad B_1 = B \text{ συνα}$$

οπότε η (1) με αντικατάσταση, παίρνει τη μορφή:

$$(\Phi \text{ συνα} - B \text{ ημα}) h \leq (\Phi \text{ ημα} + B \text{ συνα})b$$

από την οποία με διαίρεση με το συνα παίρνομε:

$$(\Phi - B \text{ εφα}).h \leq (B + \Phi \text{ εφα})b$$

$$\text{ή} \quad \Phi(h - b \text{ εφα}) \leq B(b + h \text{ εφα})$$

Προσθέτοντας στην τελευταία $\Phi = \frac{B \cdot u^2}{g \cdot R}$ βρίσκομε (όπου g η επιτάχυνση της βαρύτητας, R η ακτίνα του κυκλικού τόξου που διαγράφεται και u η ταχύτητα m/sec).

$$\begin{aligned} u &\leq \sqrt{g \cdot R} \cdot \frac{b + h \text{ εφα}}{h - b \text{ εφα}} \\ \text{και} \quad R &\geq \frac{u^2}{g} \cdot \frac{h - b \text{ εφα}}{b + h \text{ εφα}} \end{aligned}$$

Από τα παραπάνω συμπεραίνομε τα ακόλουθα:

- α) Για σταθερές τιμές των R , u και a , ο κίνδυνος ανατροπής είναι τόσο μικρότερος, όσο το κέντρο βάρους K του οχήματος είναι χαμηλότερο και όσο το πλάτος $2b$ του οχήματος είναι μεγαλύτερο.
- β) Για το ίδιο όχημα και την ίδια καμπύλη, υπάρχει μία οριακή τιμή της ταχύτητας, πέρα από την οποία το όχημα ανατρέπεται.
- γ) Για το ίδιο όχημα και την ίδια καμπύλη ο κίνδυνος ανατροπής είναι τόσο μεγαλύτερος, όσο η ακτίνα R της καμπύλης είναι μικρότερη και η ταχύτητα u μεγαλύτερη.

Στα καμπύλα λοιπόν τμήματα της οδού όπου, όπως είπαμε, η επιφάνεια του οδοστρώματος κατασκευάζεται μονοκλινής με μέγιστη επίκλιση 6% ή 8% προς το ε-

σωτερικό της καμπύλης, η φυγόκεντρος δύναμη που αναπτύσσεται εξουδετερώνεται κυρίως από την επίκλιση.

2) Κίνδυνος ολισθήσεως.

Όταν τα οχήματα κινούνται πάνω σε καμπύλα τμήματα πέρα από τον κίνδυνο ανατροπής τους υπάρχει και ο κίνδυνος της εγκάρσιας ολισθήσεώς τους. Η ολίσθηση γίνεται προς τη διεύθυνση της φυγοκέντρου δυνάμεως, γιατί κυρίως σε αυτή οφείλεται.

Αντίθετη προς την ολίσθηση που παρουσιάζεται είναι, όπως είναι γνωστό, η τριβή. Για να αποφεύγει λοιπόν το όχημα τον κίνδυνο ολισθήσεώς του θα πρέπει η τριβή που αναπτύσσεται να είναι μεγαλύτερη από τις δυνάμεις, οι οποίες προκαλούν την ολίσθηση.

Έτσι, σύμφωνα με τα όσα έχομε εκθέσει για την τριβή και την ανατροπή θα έχομε [σχ. 3.5β(β)]:

$$T_1 \geq \Phi_2 - B_2$$

ή $f(B_1 + \Phi_1) \geq \Phi_2 - B_2$

ή $f(B \text{ συνα} + \Phi \text{ ημα}) \geq \Phi \text{ συνα} - B \text{ ημα}$

ή $B(f \text{ συνα} + \eta \text{μα}) \geq \Phi(\sigma \text{υνα} - f \text{ ημα})$

ή $B(f \text{ συνα} + \eta \text{μα}) \geq \frac{B \cdot u^2}{g \cdot R} (\sigma \text{υνα} - f \text{ ημα})$

από την οποία, διαιρώντας δια B συνα:

$$f + \epsilon \text{φα} \geq \frac{u^2}{g \cdot R} \cdot (1 - f \text{ εφα})$$

Επειδή ο όρος f εφα είναι ελάχιστος της μονάδας μπορούμε να τον παραλείψουμε και έτσι: $f + \epsilon \text{φα} \geq \frac{u^2}{g \cdot R}$ από την οποία παίρνομε:

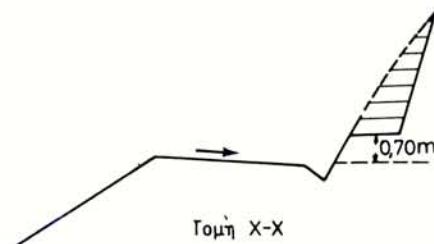
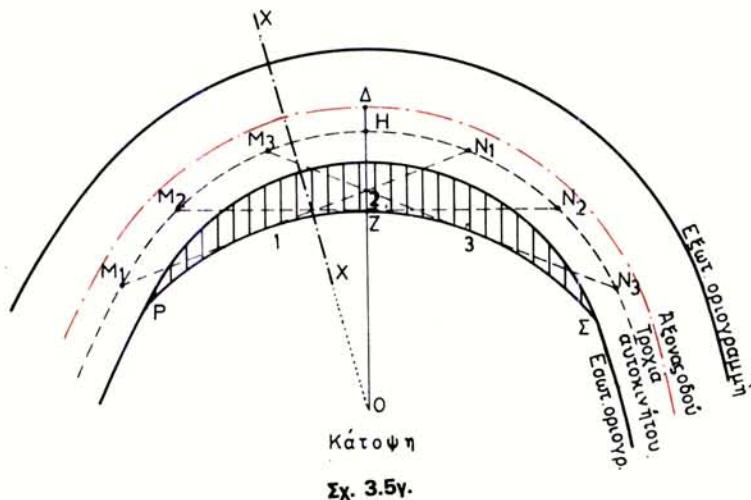
$$u \leq \sqrt{g \cdot R(f + \epsilon \text{φα})}$$

και $R \geq \frac{u^2}{g(f + \epsilon \text{φα})}$

Από τη σύγκριση των αποτελεσμάτων, για να αποφύγομε τον κίνδυνο ολισθήσεως και τον κίνδυνο ανατροπής, διαπιστώνομε ότι για την ίδια ταχύτητα κινήσεως και για να αποτραπεί ο κίνδυνος ολισθήσεως, απαιτείται η ακτίνα R της καμπύλης να είναι μεγαλύτερη από την ακτίνα, η οποία απαιτείται για να αποτραπεί ο κίνδυνος ανατροπής. Από αυτό συμπεραίνομε ότι, ο κίνδυνος ολισθήσεως ενός οχήματος και για μέγιστη ακόμη τιμή του συντελεστή τριβής f ($f = 0,50$), είναι πάντοτε μεγαλύτερος από τον κίνδυνο ανατροπής. **Με την εξασφάλιση λοιπόν του οχήματος από τον κίνδυνο της εγκάρσιας ολισθήσεώς του, το εξασφαλίζουμε συγχρόνως και από τον κίνδυνο ανατροπής.**

3.5.2 Ορατότητα στις καμπύλες.

Στην οδοποιία έχουμε δύο ειδών καμπύλες. Τις οριζόντιες καμπύλες (στροφές), δηλαδή εκείνες τις καμπύλες που αλλάζουν την κατεύθυνση της οδού μόνο οριζοντιογραφικά και τις βλέπομε μόνο σε κάτοψη (σχ. 3.5γ) και τις κατακόρυφες καμπύλες, δηλαδή εκείνες τις καμπύλες που αλλάζουν την κατεύθυνση της οδού μόνο υψομετρικά (αλλαγή κλίσεως) και τις βλέπομε μόνο σε τομή και κατά μήκος της οδού (σχ. 3.5δ).



Σχ. 3.5δ.

Επίσης όπως είπαμε, έχουμε δύο είδη ορατότητας. Την ορατότητα, δηλαδή το ελάχιστο μήκος, που χρειάζεται ένα όχημα για να σταματήσει μπροστά από ένα ακίνητο εμπόδιο που βρίσκεται στην τροχιά του (ορατότητα στάσεως) και την ορατότητα, δηλαδή το ελάχιστο μήκος, που χρειάζεται το όχημα για να προσπεράσει ένα άλλο όχημα που προπορεύεται (ορατότητα προσπεράσματος).

Τα ελάχιστα αυτά μήκη ορατότητας δίνονται στους Πίνακες 3.4.1 και 3.4.2 για κάθε ταχύτητα.

Το προσπέρασμα είναι προαιρετικό για τον οδηγό και έτσι δεν είμαστε υπο-

χρεωμένοι να του το εξασφαλίζομε σε κάθε σημείο της οδού. Εξ άλλου επειδή το μήκος που χρειάζεται είναι σημαντικό θα είχαμε αρκετά μεγάλη δαπάνη. Έτσι στα δύσκολα σημεία της οδου, όπως είναι οι καμπύλες, μπορούμε να το παραμερίζομε και να το επιδιώκουμε στις ευθυγραμμίες.

Η στάση όμως μπροστά σε ένα εμπόδιο είναι υποχρεωτική και κατά συνέπεια το ελάχιστο μήκος ορατότητας για στάση πρέπει να το εξασφαλίζομε στον οδηγό οπωσδήποτε. Εξ άλλου είναι μικρότερο και δεν προξενεί πολύ μεγάλη δαπάνη.

Έτσι στις καμπύλες εξασφαλίζομε οπωσδήποτε το ελάχιστο μήκος ορατότητας στάσεως.

Οι αποστάσεις ορατότητας μετρούνται (οριζόντια) από τα μάτια του οδηγού μέχρι το υψηλότερο σημείο του αντικειμένου (εμποδίου).

Το ύψος των ματιών του οδηγού λαμβάνεται για τις μελέτες 1,15 m.

Το ύψος του αντικειμένου λαμβάνεται, για την περίπτωση στάσεως 0,15 m, ενώ για την περίπτωση προσπεράσματος 1,35 m.

Στο σχήμα 3.5γ βλέπομε σε κάτοψη μια οριζόντια καμπύλη (στροφή) με την απόσταση ορατότητας στάσεως MN. Πρέπει να είναι πάντοτε $MN \geq$ από την ελάχιστη επιτρεπόμενη απόσταση στάσεως (για την ταχύτητα που προβλέπεται για την καμπύλη).

Η εξασφάλιση, σε κάθε σημείο της οδού, της ελάχιστης αποστάσεως στάσεως και σε πυκνά διαστήματα και της αποστάσεως προσπεράσματος, είναι υποχρεωτική για μια σωστή μελέτη.

Η εξασφάλιση αυτή αυξάνει την κυκλοφοριακή ικανότητα και την ασφάλεια της οδού.

Όταν το εσωτερικό της καμπύλης βρίσκεται εν επιχώματι, δεν υπάρχει κανένα πρόβλημα γιατί το μήκος ορατότητας που διατίθεται είναι πάντοτε μεγαλύτερο από το ελάχιστο απαιτούμενο και είναι ανεξάρτητο από την ακτίνα της καμπύλης.

Όταν όμως το εσωτερικό της καμπύλης βρίσκεται εν εκχώματι, το μήκος που διατίθεται περιορίζεται πολύ. Αυτό εξαρτάται αποκλειστικά από την ακτίνα R της καμπύλης. Όταν λοιπόν η ακτίνα R είναι πολύ μικρή πλησιάζει δηλαδή την ελάχιστη επιτρεπόμενη R_{min} , τότε το διατίθεμενο μήκος ορατότητας γίνεται μικρότερο από το ελάχιστο απαιτούμενο για την απόσταση στάσεως.

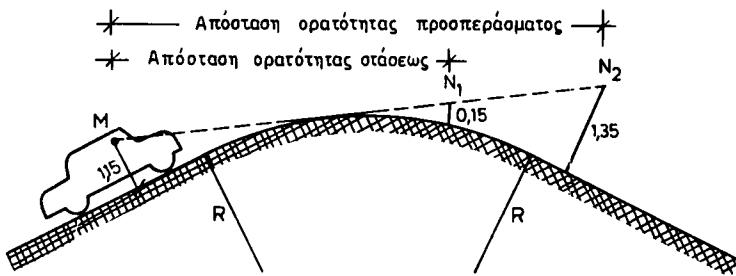
Αυτό συμβαίνει γιατί στην οδοποιία δεχόμαστε ως ελάχιστη ακτίνα μιας καμπύλης εκείνη που εξασφαλίζει το όχημα από τον κίνδυνο ολισθήσεως. Η ακτίνα όμως αυτή δεν εξασφαλίζει και το ελάχιστο μήκος ορατότητας που απαιτείται, γιατί αυτό απαιτεί γενικά μεγαλύτερη ακτίνα.

Για λόγους οικονομίας δεχόμαστε βέβαια τις ακτίνες που απαιτούνται για την αποφυγή της ολισθήσεως, αυξάνομε όμως την ορατότητα με περισσότερες εκσαφάφες, όταν το εσωτερικό της καμπύλης βρίσκεται εν εκχώματι (σχήματα 3.5γ και 3.5δ).

Αν από κάθε σημείο M_1 , M_2 , M_3 της τροχιάς του αυτοκινήτου φέρομε τα ευθύγραμμα τμήματα M_1N_1 , M_2N_2 , M_3N_3 ίσα με το ελάχιστο απαιτούμενο μήκος ορατότητας, η οικογένεια των ευθειών MN που προκύπτει θα περιβάλει την καμπύλη PZZ. Η καμπύλη PZZ καθορίζεται από τα σημεία επαφής 1,2,3 και τα M_1N_1 , M_2N_2 , M_3N_3 και ονομάζεται **καμπύλη ορατότητας**, αποτελεί δε το όριο της εσωτερικής εκσκαφής (σχ. 3.5γ).

Κάθε σημείο της καμπύλης ορατότητας απέχει ορισμένη απόσταση από την καμπύλη τροχιάς $M_1M_2M_3\dots N_1N_2N_3$ του αυτοκινήτου. Από τις αποστάσεις αυτές μεγαλύτερο ενδιαφέρον, από απόψεως δαπάνης εκσκαφών παρουσιάζει αυτή που αντιστοιχεί στη διχοτόμη του κεντρικού κυκλικού τόξου, δηλαδή η ZH , η οποία καλείται **βέλος ορατότητας**.

Σε κάθε καμπύλη της οδού, που έχει ορισμένη ακτίνα R , αντιστοιχεί πάντοτε μία ορισμένη καμπύλη ορατότητας. Για να την καθορίσουμε αρκεί να ξέρομε το ελάχιστο μήκος ορατότητας MN που απαιτείται.



Σχ. 3.5ε.

Στο σχήμα 3.5ε βλέπομε σε τομή μια κατακόρυφη κυρτή καμπύλη. Η απόσταση ορατότητας στάσεως MN , πρέπει να είναι υποχρεωτικά (σε κάθε σημείο της) μεγαλύτερη ή το πολύ ίση με την ελάχιστη. Η απόσταση ορατότητας προσπεράσματος MN_2 δεν είναι απαραίτητο να είναι.

3.6 Ασφάλεια.

Όπως είπαμε και προηγουμένως (παράγρ. 3.2) σκοπός της οδού είναι η εξυπηρέτηση της κυκλοφορίας των οχημάτων με τρόπο γρήγορο και ασφαλή.

Στην κυκλοφορία όμως των οχημάτων με τρόπο γρήγορο και ασφαλή συντελούν τρεις παράγοντες: Ο άνθρωπος (οδηγός) το όχημα και η οδός. Σε ένα ατύχημα μπορεί να φταίει ο ένας, οι δύο ή και οι τρεις. Όταν μιλάμε για ασφάλεια εννοούμε ασφάλεια που αφορά την οδό. Δηλαδή τα μέτρα που πρέπει να πάρομε και τα στοιχεία που πρέπει να διαμορφώσουμε πρέπει να είναι τέτοια ώστε η οδός να συμμετέχει λιγότερο ή και καθόλου σε ένα ατύχημα.

Η εμπειρία διδάσκει ότι οι βασικές αιτίες ατυχημάτων που προέρχονται από την οδό είναι:

- Ο κυκλοφοριακός φόρτος.
- Η έλλειψη ελέγχου προσπελάσεως στην οδό.
- Η ταχύτητα.
- Η ύπαρξη εμποδίων πλευρικά της οδού.
- Ο μη διαχωρισμός των αντιθέτων ρευμάτων κυκλοφορίας.
- Το μικρό πλάτος λωρίδων κυκλοφορίας και ερεισμάτων.
- Η έλλειψη κατάλληλης σημάνσεως και σημάτων κυκλοφορίας.

η) Η ύπαρξη διαφημιστικών κλπ. σημάτων δίπλα στην οδό.

θ) Η ύπαρξη διασταυρώσεων.

ι) Η έλλειψη των απαραιτήτων αποστάσεων ορατότητας.

Στη μελέτη ασφάλειας της οδού θα πρέπει να φροντίζομε ή να εξαλείφομε ή να αμβλύνουμε τις αιτίες που προκαλούν τα ατυχήματα. Από μια τέτοια μελέτη ποτέ δεν πρέπει να περιμένουμε ότι θα εξαλείψουμε και τα ατυχήματα. Να περιμένουμε ότι θα τα περιορίσουμε όσο είναι δυνατό. Το πόσο θα τα περιορίσουμε εκφράζει και το **βαθμό ασφάλειας** της οδού.

3.7 Καμπύλες συναρμογής μεταξύ των ευθυγράμμων τμημάτων της οδού.

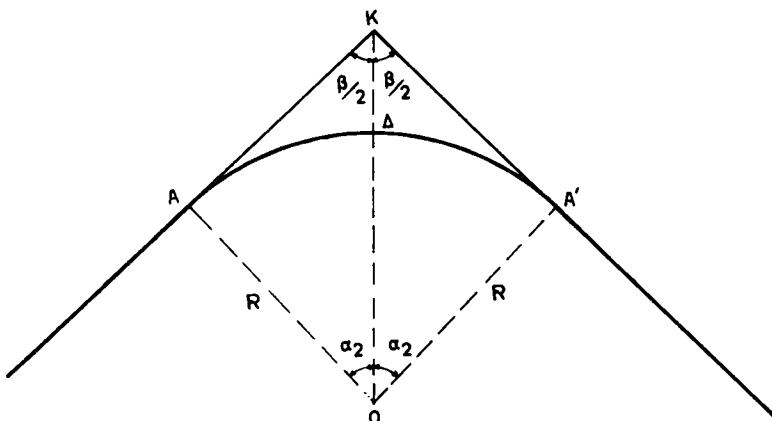
Όπως είπαμε (παράγρ. 3.3), τα ευθύγραμμα τμήματα της οδού συνδέονται μεταξύ τους με τα καμπύλα τμήματα. Η εκλογή κάθε φορά του κατάλληλου καμπύλου τμήματος για να συνδεθούν δύο ευθυγράμματα τμήματα και ο τρόπος συνδέσεώς τους αποτελεί βασικό κεφάλαιο στη μελέτη της οδού.

Η απλούστερη περίπτωση συνδέσεως δύο ευθυγράμμων τμημάτων είναι με απλό κυκλικό τόξο (σχ. 3.7a). Στην περίπτωση αυτή έχουμε:

$$KA = KA' = R \sigma \phi - \frac{\beta}{2} \quad \text{και} \quad KD = KO - R = \frac{R}{\eta \mu \frac{\beta}{2}} - R$$

ή

$$KD = \left(R - \frac{1}{\eta \mu \frac{\beta}{2}} - 1 \right)$$



Σχ. 3.7a.

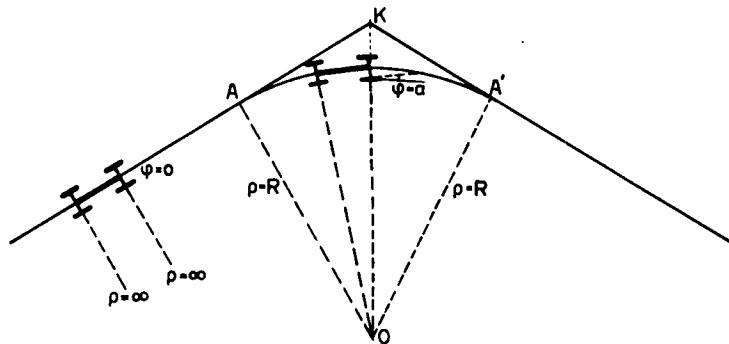
Έτσι υπολογίζονται τα KA και KD και βρίσκονται εύκολα με τη βοήθεια των πινάκων.

Η σύνδεση όμως δύο ευθυγράμμων τμημάτων με απλό κυκλικό τόξο, όπως παραπάνω, είναι ελαττωματική, γιατί όπως θα δούμε παρακάτω, δεν ανταποκρίνεται στην πραγματική τροχιά των οχημάτων που κινούνται πάνω στα καμπύλα τμήματα της οδού.

3.7.1 Πραγματική τροχιά του αυτοκινήτου στις καμπύλες. Κλωθοειδής.

Όταν ένα όχημα κινείται πάνω σε ευθύγραμμο τμήμα της οδού και οι δύο τροχοί του, τόσο οι πρόσθιοι όσο και οι οπίσθιοι παραμένουν κάθετοι στον πρόσθιο και οπίσθιο άξονα αντίστοιχως.

Αυτό σημαίνει ότι η γωνία ϕ στροφής των τροχών είναι $\phi = 0$ (σχ. 3.7β).



Σχ. 3.7β.

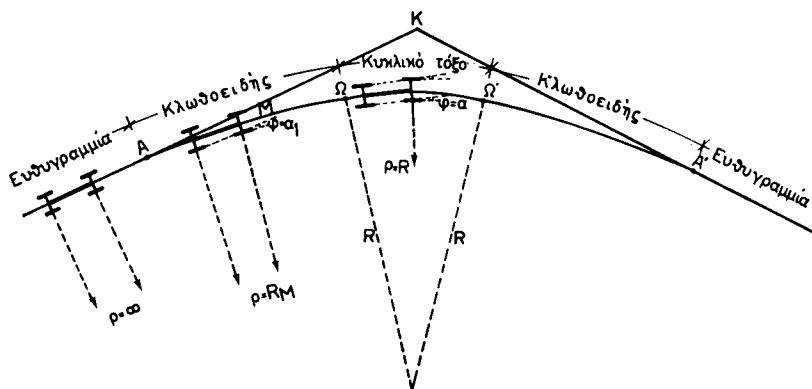
Όταν όμως κινείται σε καμπύλο τμήμα της οδού με σταθερή ακτίνα R , οι οπίσθιοι τροχοί παραμένουν, λόγω κατασκευής, πάλι κάθετοι στον αντίστοιχο άξονα, οι πρόσθιοι όμως, ως γνωστόν, στρέφονται ελεύθερα γύρω από τον πρόσθιο άξονα σε ορισμένη σταθερή γωνία a .

Αυτό σημαίνει ότι σε όλη τη διαδρομή του οχήματος πάνω στο κυκλικό τόξο σταθερής ακτίνας R , θα πρέπει η γωνία στροφής των προσθίων τροχών να είναι σταθερή: $\phi = a$.

Αν την οδό αποτελούσαν μόνο εύθυγραμμα και κυκλικά τμήματα, όπως στο σχήμα 3.7α, θα έπρεπε στα σημεία αρχής A και τέλους A' των κυκλικών τόξων, να είναι $\phi = 0$ αλλά και $\phi = a$, γιατί τα σημεία αυτά (A' και A) ανήκουν και στο ευθύγραμμο και στο καμπύλο τμήμα.

Για να επιτευχθεί όμως αυτό, χωρίς το όχημα να απομακρυνθεί από την αρχική κανονική πορεία του πάνω στο κυκλικό τόξο, θα έπρεπε ο οδηγός στην είσοδο A στο κυκλικό τόξο να έκοβε την κίνηση του οχήματος και έπειτα να έστρεφε με το πηδάλιο τους πρόσθιους τροχούς, για να επιτευχθεί επί τόπου στροφή από $\phi = 0$ σε $\phi = a$, η οποία και θα τηρούνταν σταθερή σε όλη τη διαδρομή του κυκλικού τόξου. Το ίδιο θα έπρεπε να συμβαίνει και στην έξοδο του τόξου (στροφή από $\phi = a$ σε $\phi = 0$). Πρακτικά αυτό όμως είναι αδύνατο.

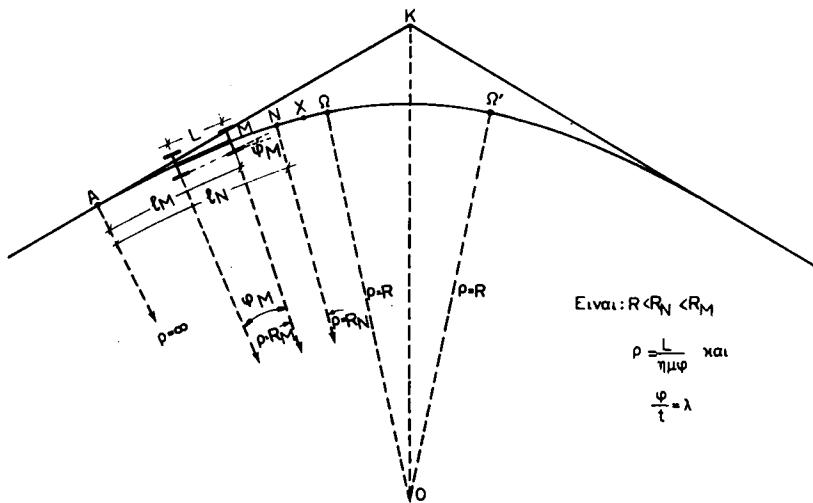
Επομένως είναι φανερό ότι μεταξύ των ευθυγράμμων ($\rho = \infty, \phi = 0$) και των κυκλικών ($\rho = R, \phi = a$) τμημάτων της οδού απαιτείται η παρεμβολή καμπύλων τμημάτων μεταβαλλόμενης ακτίνας από $\rho = \infty$ ως $\rho = R$ (σχ. 3.7γ).



Σχ. 3.7γ.

Το μήκος S καθενός τμήματος πρέπει να είναι τόσο, ώστε να επιτρέπει στον οδηγό, χωρίς να μειώσει την ταχύτητα του αυτοκινήτου, να επιτυγχάνει βαθμιαία τη στροφή των τροχών από $\phi = 0$ ως $\phi = a$.

Η καμπύλη αυτή έχει μεταβαλλόμενη ακτίνα (από $\rho = \infty$ σε $\rho = R$) και ονομάζεται **καμπύλη συναρμογής ή κλωθοειδής**.



Σχ. 3.7δ.

Για να βρούμε την εξίσωση της κλωθοειδούς, παραδεχόμαστε ταχύτητα πορείας αμετάβλητη (συνεπώς $S = u \cdot t$) και στροφή τόμ πηδαλίου συνεχή και ομοιόμορφη. Συνεπώς ο λόγος της γωνίας στροφής ϕ των τροχών σε κάθε μια θέση με το χρόνο t , δηλαδή ο $\phi/t = \lambda$ είναι σταθερός.

Υστερά από όσα παραδεχθήκαμε παραπάνω και με βάση το σχήμα 3.7δ θα έχουμε:

$$\text{Στη θέση M: } l_M = u \cdot t_M, \quad \Phi_M = \lambda \cdot t_M \quad \text{και} \quad R_M = \frac{L}{\eta \mu \Phi_M} \approx \frac{L}{\Phi_M}$$

$$\text{Στη θέση N: } l_N = u \cdot t_N, \quad \Phi_N = \lambda \cdot t_N \quad \text{και} \quad R_N = \frac{L}{\eta \mu \Phi_N} \approx \frac{L}{\Phi_N}$$

Με διαίρεση κατά μέλη:

$$\frac{l_M}{l_N} = \frac{t_M}{t_N}, \quad \frac{\Phi_M}{\Phi_N} = \frac{t_M}{t_N} \quad \text{και} \quad \frac{R_M}{R_N} = \frac{\Phi_N}{\Phi_M} \quad \text{ή} \quad \frac{l_M}{l_N} = \frac{R_N}{R_M}$$

$$\text{ή} \quad l_M \cdot R_M = l_N \cdot R_N = \dots \cdot l_x \cdot R_x = C_{\text{σταθ.}}$$

Η εξίσωση της κλωθοειδούς καμπύλης επομένως έχει τη γενική μορφή:

$$l_x \cdot R_x = C_{\text{σταθ.}}$$

Έτσι για τη θέση Ω όπου $R_x = R$ και $l_x = S$, η εξίσωση της καμπύλης συναρμογής (κλωθοειδούς) παίρνει τη μορφή:

$$S \cdot R = C = A^2$$

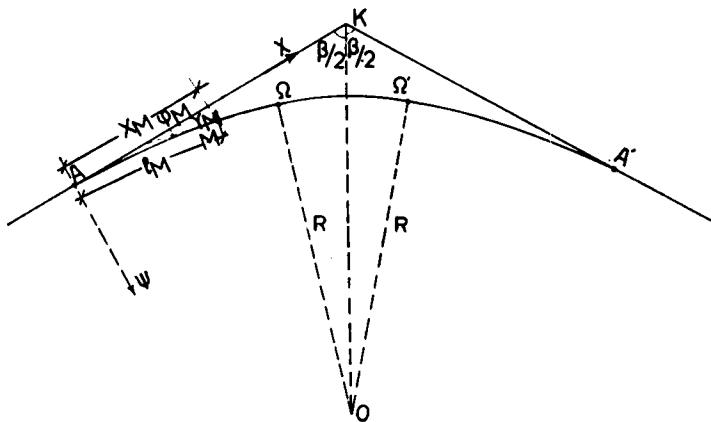
όπου A είναι η παράμετρη της κλωθοειδούς.

Από τα παραπάνω είναι φανερό ότι σε κάθε ακτίνα του κεντρικού κυκλικού τόξου $\Omega-\Omega'$, αντιστοιχεί δέσμη κλωθοειδών καμπυλών, ανάλογα με την τιμή της σταθερής C που εκλέγεται κάθε φορά.

Για την τιμή $C = 0$ προφανώς αναφερόμαστε σε τόξο, επειδή προκύπτει $S = 0$.

Έτσι για ορισμένη ακτίνα R , το μήκος της καμπύλης εξαρτάται από το χρόνο στροφής του πηδαλίου.

Αν δηλαδή το πηδάλιο κινηθεί πολύ αργά, θα διαγραφεί κλωθοειδής που καμπυλώνεται πολύ αργά με μεγάλη τιμή της σταθερής C και αντίστροφα.



Σχ. 3.7ε.

Τέλος, αν θεωρήσομε ως άξονα των τετμημένων x , την ευθεία AK (σχ. 3.7ε) και άξονα των τεταγμένων ψ την κάθετη πάνω σε αυτή στο σημείο A , τότε η εξίσωση

της κλωθοειδούς σε καρτεσιανές πια συντεταγμένες αποδεικνύεται ότι έχει τη μορφή:

$$x = l_M - \frac{l^5 M}{40 \cdot R^2 \cdot S^2} + \frac{l^9 M}{3456 \cdot R^4 \cdot S^4} - \dots$$

και

$$\psi = \frac{l^3 M}{6RS} - \frac{l^7 M}{336 \cdot R^3 \cdot S^3} + \dots$$

3.8 Ανακεφαλαίωση.

Όταν ένα όχημα κινείται σε καμπύλο τμήμα της οδού, καταλαμβάνει πλάτος οδοστρώματος μεγαλύτερο από εκείνο που καταλαμβάνει στην ευθυγραμμία. Αυτό συμβαίνει, γιατί οι πίσω τροχοί διαγράφουν τροχιά εσωτερικά από την τροχιά των προσθίων τροχών. Ο λόγος αυτός αποτελεί και τη βασική αιτία **διαπλατύσσεως** του οδοστρώματος στις καμπύλες.

Τα οχήματα κινούνται με δράση πάνω σε αυτό ελκτικής δυνάμεως. Στη κίνηση των οχημάτων αντιστέκονται διάφορες δυνάμεις, που καλούνται **αντιδράσεις**. Οι κυριότερες αντιδράσεις είναι οι κάθε φύσεως τριβές (εσωτερικές και εξωτερικές), η αντίσταση από κάθε κλίση της οδού και η αντίσταση του αέρα. Όταν η ελκτική δύναμη είναι μεγαλύτερη από τη συνισταμένη των αντιδράσεων αυτών, τότε το όχημα κινείται.

Ειδικότερα όταν κινείται ένα όχημα πάνω σε καμπύλο τμήμα της οδού, εκτός των παραπάνω δυνάμεων (δηλαδή της ελκτικής και των αντιδράσεων) αναπτύσσεται και η **φυγόκεντρος δύναμη**.

Η ανάπτυξη της φυγοκέντρου δυνάμεως προκαλεί κίνδυνο ανατροπής του οχήματος ή ολισθήσεώς του.

Από τους δύο αυτούς κινδύνους ο περισσότερο πιθανός είναι ο κίνδυνος ολισθήσεως. Ετσι με το να εξασφαλίζουμε το όχημα από τον κίνδυνο ολισθήσεως, εξασφαλίζουμε αυτό συγχρόνως και από τον κίνδυνο ανατροπής.

Η εξασφάλιση ενός οχήματος από τον κίνδυνο ολισθήσεως (επομένως και ανατροπής) επιτυγχάνεται ή με τον καθορισμό μέγιστου ορίου ταχύτητας αυτου (για ορισμένη ακτίνα R του καμπύλου τμήματος), ή με τον καθορισμό ελάχιστης ακτίνας (για ορισμένη ταχύτητα u του οχήματος).

Κατά την κίνηση του οχήματος πάνω σ' ένα καμπύλο τμήμα υπάρχει και ο κίνδυνος προσκρούσεως σε κινητό ή ακίνητο εμπόδιο από έλειψη ικανού μήκους ορατότητας.

Η εξασφάλιση από αυτό τον κίνδυνο, απαιτεί γενικά ακτίνες μεγαλύτερες από εκείνες που απαιτούνται για την αποφυγή του κινδύνου ολισθήσεως. Για λόγους όμως οικονομίας δεχόμαστε βέβαια τις απαιτούμενες για την αποφυγή του κινδύνου ολισθήσεως ακτίνες, αυξάνομε όμως την ορατότητα (όπου αυτό απαιτείται) με περισσότερες εκσκαφές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΟΙ ΒΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΟΔΩΝ

4.1 Γενικά.

Κάθε οδός δεν αποτελεί ανεξάρτητη μονάδα· εξαρτάται από ένα δίκτυο άλλων οδών που από κοινού εξυπηρετούν τον ίδιο σκοπό, δηλαδή τις οδικές μεταφορές. Το οδικό αυτό δίκτυο αναφέρεται ή σε μικρές κυκλοφοριακές κυψέλες (π.χ. οδικό δίκτυο Νομού) ή σε μεγάλες (π.χ. Εθνικό δίκτυο οδών ή Ευρωπαϊκό δίκτυο).

Συνεπώς η κάθε οδός αποτελεί ένα μέρος του δικτύου και έχει προορισμό να ικανοποιήσει τις ανάγκες όσον αφορά τις μεταφορές μιας περιορισμένης ζώνης. Είναι λοιπόν σε άμεση συνάρτηση με τα άλλα μέρη του δικτύου, γιατί και τα επηρεάζει και επηρεάζεται από αυτά.

Ολόκληρο τώρα το οδικό δίκτυο δεν είναι ανεξάρτητο, αλλά βρίσκεται σε συνάρτηση με τα άλλα δίκτυα μεταφορών (δίκτυο θαλασσίων οδών, δίκτυο εναερίων οδών, δίκτυο σιδηροδρόμων).

Έτσι το κάθε μέρος, ο κάθε κλάδος του δικτύου υπηρετεί ορισμένα καθήκοντα. Η μελέτη του κάθε κλάδου έχει σκοπό να του δημιουργήσει τις προϋποθέσεις για να υπηρετήσει τα καθήκοντα αυτά με τον πιο καλό τρόπο, στα πλαίσια βέβαια του συνόλου.

Ο κάθε κλάδος μέσα στο δίκτυο ταυτοποιείται από τη θέση του και τα στοιχεία της μελέτης του. Έτσι λέμε ότι ανήκει π.χ. στο πρωτεύον δίκτυο εθνικών οδών ή στο δευτερεύον ή στο επαρχιακό [Κεφ. 1.3 (β)].

Η θέση τώρα και τα στοιχεία μελέτης κάθε κλάδου εξαρτώνται κυρίως από τους εξής παράγοντες:

- Από τη τοπογραφία της περιοχής.
- Από τα φυσικά χαρακτηριστικά της περιοχής.
- Από τη χρήση του εδάφους.
- Από τα σχέδια μελλοντικής αναπτύξεως της περιοχής.
- Από τα στοιχεία κυκλοφορίας.

Αυτοί είναι οι βασικοί παράγοντες που καθορίζουν τη θέση και τα στοιχεία μελέτης μιας οδού. Οι άλλοι παράγοντες, που εξαρτώνται όμως από τους παραπάνω είναι:

- Τα οχήματα.
- Η ταχύτητα των οχημάτων.
- Ο βαθμός ασφάλειας της κινήσεως.

Η εκτίμηση από κοινού όλων αυτών των παραγόντων, σε συνδυασμό πάντοτε με την κατάσταση της οικονομίας, καθορίζει το **βαθμό εξυπηρετήσεως**. Παρακάτω θα αναπτύξουμε κάθε παράγοντα χωριστά.

4.2 Η Τοπογραφία της περιοχής της οδού.

Η τοπογραφία, δηλαδή η μορφολογία του εδάφους μιας περιοχής επηρεάζει τόσο τη χάραξη, δηλαδή την πορεία μιας οδού, όσο και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά αυτής (δηλαδή τις κλίσεις, τις διατομές και άλλα στοιχεία της μελέτης). Αυτό είναι φυσικό, γιατί οι λόφοι, οι πεδιάδες, οι χαραδρώσεις, οι λίμνες, οι ποταμοί κλπ. περιορίζουν τη χάραξη ή δυσχεραίνουν τη μελέτη. Ένας ποταμός π.χ. περιορίζει τη χάραξη, γιατί πρέπει να περάσει από το κατάλληλο σημείο γεφυρώσεως, ενώ ένα πεδινό έδαφος δυσχεραίνει τη μελέτη, γιατί δημιουργεί προβλήματα κλίσεων ή αποχετεύσεως.

Επίσης η μορφολογία του εδάφους προσδιορίζει πολλές φορές και τον τύπο της οδού. Μια οδός με δύο λωρίδες κυκλοφορίας π.χ., ενώ επαρκεί για επίπεδο έδαφος, για ανώμαλο έδαφος πιθανό να χρειασθεί μια ακόμη λωρίδα ανωφέρειας για τα βαριά οχήματα.

Επειδή η τοπογραφία του εδάφους ασκεί μεγάλη επίδραση στη χάραξη και στα στοιχεία μελέτης της οδού, πρέπει οι τοπογραφικές πληροφορίες να μελετηθούν πρωταρχικά.

Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται τοπογραφικοί ή αεροστοπογραφικοί χάρτες σε κατάλληλη κλίμακα (1:1000, 1:2000 ή 1:5000). Οι χάρτες αυτοί πρέπει να συμπληρώνονται και με άλλα στοιχεία, που να αφορούν τις συνθήκες του υπεδάφους, την αποχέτευση, την αξία της γης και των κτισμάτων κλπ.

4.3 Τα φυσικά χαρακτηριστικά της περιοχής.

Όταν λέμε φυσικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής εννοούμε τις γεωλογικές και κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή.

Οι γεωλογικές συνθήκες, δηλαδή η σύσταση, η ποιότητα κλπ. του εδάφους, πολλές φορές εμποδίζουν τη χάραξη ή επιβάλλουν όρους στην κατασκευή (π.χ. αποκλείονται μια διατομή σε έκχωμα ή απαιτούν υπερυψωμένη κατασκευή αντί επιχώματος).

Οι κλιματολογικές συνθήκες (δηλαδή το ύψος βροχής, το χιόνι, η ομίχλη κλπ.) επηρεάζουν τη χάραξη και συντελούν στην εκλογή της θέσεως της οδού στη μια ή στην άλλη πλευρά μιας πεδιάδας ή μιας οροσειράς.

4.4 Η χρήση του εδάφους.

Μεγάλη σημασία έχει επίσης το πώς χρησιμοποιείται το έδαφος το οποίο πρόκειται να διασχίσει η οδός. Η χρησιμοποίηση του εδάφους (γεωργική, βιομηχανική, εμπορική, οικιστική κλπ.) ασκεί, ανάλογα, έλξη ή απώθηση της οδού και επηρεάζει τα χαρακτηριστικά της.

4.5 Τα σχέδια μελλοντικής αναπτύξεως της περιοχής.

Η πορεία της χαράξεως δεν μπορεί να είναι άσχετη με τα υπόλοιπα αναπτυξιακά προγράμματα της περιοχής. Η γνώση και η επίδρασή τους στη πορεία της οδού και στα στοιχεία μελέτης πρέπει να είναι η ιδιαίτερη φροντίδα του μελετητή.

4.6 Τα στοιχεία κυκλοφορίας.

4.6.1 Τρέχουσα κυκλοφορία.

Ο αριθμός και τα βάρη των οχημάτων της τρέχουσας και της προβλεπόμενης για το μέλλον κυκλοφορίας πρέπει να είναι γνωστά για μια ορθολογιστική χάραξη, γιατί έχουν μεγάλη επίδραση σ' αυτή. Η συγκέντρωση, η ανάλυση και η αξιοποίηση των στοιχείων αυτών αποτελεί το αντικείμενο της **κυκλοφοριακής μελέτης** της οδού.

Για τη συγκέντρωση των κυκλοφοριακών στοιχείων, σχεδόν πάντα, απαιτούγεται εκτεταμένες μετρήσεις της κυκλοφορίας. Οι μετρήσεις αυτές εκτελούνται, ή με την απλή καταγραφή του αριθμού και του είδους της κυκλοφορίας, ή με την **απογραφή επί τόπου** κάθε διαδρομής (συνέντευξη προελεύσεως-προορισμού).

Στην περίπτωση που η οδός είναι καινούργια, οι μετρήσεις γίνονται σε παραπλήσιες οδούς που προβλέπεται ότι θα εκτρέψουν την κυκλοφορία τους στη νέα οδό μετά την κατασκευή της **(προσελκυόμενη κυκλοφορία)**.

Στην περίπτωση οδού υπό βελτίωση, οι μετρήσεις γίνονται τόσο στην υπάρχουσα οδό **(υπάρχουσα κυκλοφορία)** όσο και στις γειτονικές, που προβλέπεται εκτροπή της κυκλοφορίας τους μετά τη βελτίωση (προσελκυόμενη κυκλοφορία).

Συνεπώς σε μία νέα οδό έχομε μόνο προσελκυόμενη (ή εκτρεπόμενη) κυκλοφορία, ενώ σε μία υπό βελτίωση οδό έχομε και προσελκυόμενη και υπάρχουσα.

Και στις δύο περιπτώσεις, ο κυκλοφοριακός όγκος που μετρήθηκε (δηλαδή η προσελκυόμενη κυκλοφορία για τη νέα οδό ή η προσελκυόμενη + την υπάρχουσα για την υπό βελτίωση) ονομάζεται **τρέχουσα κυκλοφορία**.

4.6.2 Μονάδες μετρήσεως του όγκου της κυκλοφορίας.

Αν π.χ. σε ένα χρόνο (365 ημέρες) κυκλοφόρησαν 50 000 οχήματα σε ένα δρόμο, τότε σαν μονάδα μετρήσεως της κυκλοφορίας χρησιμοποιούμε το λόγο: $50\,000/365 = 137$ που ονομάζεται **Μέσος Ημερήσιος Όγκος** (ΜΗΟ) για το έτος που αναφέρεται. Έτσι έχομε το ΜΗΟ της τρέχουσας κυκλοφορίας.

Ο μέσος αυτός όρος μας δίνει βέβαια μιά εικόνα της κυκλοφορίας της οδού, δεν μας προσδιορίζει όμως τις μεταβολές της κυκλοφορίας κατά εποχή, μήνα, ημέρα της εβδομάδας και ώρα της ημέρας. Οι μεταβολές αυτές είναι πολύ βασικές στη σύνταξη της μελέτης, γιατί προσδιορίζουν τις ώρες αιχμής της κυκλοφορίας. Συνήθως στις μελέτες πάρινεται σαν βάση ο αριθμός των οχημάτων ανά ώρα (**Ωριαίος Όγκος**, ΩΟ). Σε κάθε 24ωρο συνεπώς έχομε 24 ωριαίους όγκους. Αν πάρομε το μεγαλύτερο ωριαίο όγκο κάθε εικασιτετράωρου για ένα χρόνο θα έχομε 365 ωριαίους όγκους (πολλοί από τους οποίους μπορεί να έχουν την ίδια τιμή). Ο κάθε ένας από αυτούς θα εκφράζει, όπως είπαμε, το μέγιστο ωριαίο όγκο του 24ωρου που ανήκει. Αν τώρα τους κατατάξουμε σε σειρά ανάλογα με τη τιμή τους (πρώτα οι μεγάλοι), θα έχομε 365 αριθμούς που ο μεγαλύτερος μας δείχνει τη μεγαλύτερη κυκλοφοριακή αιχμή του έτους.

Αν πάρομε αυτόν για βάση στις μελέτες, σημαίνει ότι θα ικανοποιήσουμε την κυκλοφορία την ώρα της μέγιστης αιχμής (1 ώρα δηλαδή) αλλά όλο τον άλλο χρόνο η οδός θα υποαπασχολείται.

Στις μελέτες σαν βάση λαμβάνεται ο 30ος ωριαίος όγκος (30 . ΩΟ) μετά τη κα-

τάταξή τους. Αυτό σημαίνει ότι 29 φορές το χρόνο (το πολύ) θα γίνεται υπέρβαση του ορίου.

Όταν για βάση πάρομε έναν ωριαίο όγκο μεγαλύτερο σε τάξη (π.χ. τον 35ο), τότε η δαπάνη της οδού μικραίνει, εις βάρος φυσικά της κυκλοφορίας.

Έτσι από την τρέχουσα κυκλοφορία υπολογίζομε για το χρόνο συντάξεως της μελέτης το μέσο ημερήσιο όγκο (ΜΗΟ) και τον 30ο ωριαίο όγκο (30 . ΩΟ). Ο τελευταίος εκφράζεται συνήθως σε ποσοστό του ΜΗΟ, π.χ. 30 . ΩΟ = 15% ΜΗΟ.

4.6.3 Μελλοντική κυκλοφορία.

Επειδή η οδός που θα κατασκευασθεί (ή θα βελτιωθεί) θα χρησιμοποιείται για αρκετά χρόνια και η κυκλοφορία στο διάστημα αυτό θα αυξάνει, γι' αυτό πρέπει να προβλεφθεί η μελλοντική αύξηση της κυκλοφορίας.

Η πρόβλεψη γίνεται για διάστημα συνήθως 20 χρόνια μετά την κατασκευή. Τα κριτήρια είναι τεχνικοοικονομικά (διάρκεια ζωής οδού, δαπάνες συντηρήσεως, τόκοι επενδύσεως κλπ.). Ο τελευταίος χρόνος του διαστήματος αυτού λέγεται και **χρόνος προβλέψεως της μελέτης**.

Η αύξηση της κυκλοφορίας οφείλεται:

1) Στη **κανονική** αύξηση, δηλαδή στην αύξηση του αριθμού και της αυξανόμενης χρήσεως των αυτοκινήτων. Ο υπολογισμός της κανονικής αυξήσεως γίνεται με βάση τη κανονική αύξηση της κυκλοφορίας τα προηγούμενα χρόνια. Αναφέρεται πάντοτε σε ένα χρόνο προβλέψεως και εκφράζεται συνήθως σε εκατοστιαίο ποσοστό (%) του ΜΗΟ.

π.χ. χρόνος συντάξεως μελέτης 1979 (ΜΗΟ) = 2000 οχήματα

χρόνος προβλέψεως μελέτης 1990

κανονική αύξηση κυκλοφορίας 24% ($0,24 \times 2000 = 480$ οχήματα)

2) Στην **παραγόμενη** αύξηση (παραγόμενη κυκλοφορία), δηλαδή στην αύξηση αυτή που σημειώθηκε μόνο επειδή κατασκευάσθηκε ο νέος δρόμος (ή βελτιώθηκε ο παλιός). Ο όγκος της κυκλοφορίας αυτής μπορεί να εκτιμηθεί μόνο. Η τιμή του κυμαίνεται από 5-25% συνήθως και εκφράζεται σε εκατοστιαίο ποσοστό (%) του ΜΗΟ.

3) Στην αύξηση λόγω **αναπτύξεως** (αξιοποιήσεως) της γειτονικής με την οδό γης (κυκλοφορία αναπτύξεως). Και ο όγκος της κυκλοφορίας αυτής μπορεί μόνο να εκτιμηθεί.

Κατά συνέπεια η μελλοντική κυκλοφορία, δηλαδή η κυκλοφορία στο χρόνο προβλέψεως της μελέτης θα είναι το άθροισμα της τρέχουσας κυκλοφορίας συν την αύξηση (κανονική, παραγόμενη και αναπτύξεως).

4.6.4 Συντελεστής προβλέψεως της κυκλοφορίας.

Ο λόγος της μελλοντικής κυκλοφορίας προς την τρέχουσα ονομάζεται **συντελεστής προβλέψεως της κυκλοφορίας**. Συνήθως κυμαίνεται από 1,5 μέχρι 2,5 για περίοδο 20 χρόνων.

π.χ.	Τρέχουσα κυκλοφορία	:	(ΜΗΟ) = 360 οχήματα
	Κανονική αύξηση κυκλοφορίας	:	20% (ΜΗΟ) = 72 οχήματα
	Παραγόμενη αύξηση κυκλοφορίας	:	5% (ΜΗΟ) = 18 οχήματα
	Αναπτύξεως αύξηση κυκλοφορίας	:	0% (ΜΗΟ) = 0 οχήματα
			450 οχήματα

$$\sigma = \text{Συντελεστής προβλέψεως κυκλοφορίας} = \frac{450}{360} = 1,25$$

Με γνωστό το συντελεστή σ προβλέψεως της κυκλοφορίας, εύκολα βρίσκομε το νέο Μέσο Ημερήσιο Όγκο για το χρόνο προβλέψεως της Μελέτης (MHOM) και το νέο Ωριαίο Όγκο Μελέτης (ΩΟΜ).

Θα είναι: $(\text{MHOM}) = (\text{MHO}) \cdot \sigma$

και $(\text{ΩΟΜ}) = (30 \cdot \Omega O) \cdot \sigma$

ή επειδή ο $(30 \cdot \Omega O)$ εκφράζεται σε ποσοστό του MHO (παράγρ. 4.6.2) θα έχομε:

$$(\text{ΩΟΜ}) = K \cdot (\text{MHO}) \cdot \sigma$$

4.6.5 Κατανομή κατά Διεύθυνση.

Όλες οι λωρίδες κυκλοφορίας δεν έχουν φυσικά τον ίδιο όγκο κυκλοφορίας. Συνήθως η μία από αυτές υπερέχει σε όγκο από την άλλη (ή τις άλλες). Έτσι, στις επιτόπιες μετρήσεις της κυκλοφορίας πρέπει να σημειώνονται χωριστά και οι κινήσεις κατά Διεύθυνση (Δ). Η κατανομή εκφράζεται συνήθως σε ποσοστό στα εκατό του ΩΟΜ για τη διεύθυνση με τη μεγαλύτερη κυκλοφορία (μια μέση τιμή είναι γύρω στα 65% του ΩΟΜ).

4.6.6 Σύνθεση της κυκλοφορίας.

Στους παραπάνω όγκους περιλαμβάνονται και επιβατικά και φορτηγά αυτοκίνητα. Τα φορτηγά όμως επιβάλλουν μεγαλύτερο όγκο κυκλοφορίας, γιατί εκτός από το ότι καταλαμβάνουν περισσότερο όγκο, είναι και βαρύτερα και βραδύτερα από τα άλλα οχήματα. Έτσι, η επίδραση ενός φορτηγού στην κυκλοφορία ισοδυναμεί πολλές φορές με περισσότερα επιβατικά. Για το λόγο αυτό πρέπει να είναι γνωστό το ποσοστό κυκλοφορίας των φορτηγών.

Στις μελέτες, το ποσοστό φορτηγών (Φ) εκφράζεται σε ποσοστό στα εκατό (%) του ΩΟΜ. Μια μέση συνήθως τιμή είναι 7-9% του ΩΟΜ.

Παράδειγμα.

Μια υπεραστική οδός πρόκειται να βελτιωθεί.

Χρόνος συντάξεως μελέτης: 1979

Χρόνος προβλέψεως μελέτης: 1990 (11 χρόνια)

Από μετρήσεις που έγιναν στην υπάρχουσα οδό βρέθηκε ότι η κυκλοφορία είναι 100 000 οχήματα το χρόνο. Επίσης σε μια δευτερεύουσα, σχεδόν παράλληλη οδό κυκλοφορούν 30 000 οχήματα το χρόνο. Υπολογίζεται ότι το $\frac{1}{3}$ αυτών θα προτιμήσει τη νέα βελτιωμένη οδό. Ο $(30 \cdot \Omega O) = 15\%$ του MHO.

Η κανονική αύξηση της κυκλοφορίας το 1990 (χρόνος μελέτης) βρέθηκε ίση με το 40% της κυκλοφορίας του 1979.

Μετά τη βελτίωση, υπολογίζεται ότι η παραγόμενη κυκλοφορία θα φθάσει γύρω στο 20% της τρέχουσας. Η αξιοποίηση της γης εξ αιτίας της βελτιώσεως προβλέπεται ότι θα είναι μικρή και επομένως η αύξηση της κυκλοφορίας από το λόγο αυτό αμελητέα. Ο όγκος των φορτηγών είναι 7% και η κατανομή κατά διεύθυνση 60% για τη μεγαλύτερη.

Έχομε:

$$\begin{aligned}
 \text{παρούσα κυκλοφορία} &= \text{Υπάρχουσα + προσέλκυμενη} \\
 &= 100\,000 + \frac{1}{3} 30\,000 \\
 &= 110\,000 \text{ οχήματα το χρόνο} \\
 \text{MHO} &= 110\,000/365 = 301 \text{ οχήματα} \\
 30.\Omega\Omega &= 15\% \text{ MHO} = 0,15 \times 301 = 45 \text{ οχήματα}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Μελλοντική κυκλοφορία} &= \text{παρούσα} + \underbrace{\text{κανονική} + \text{παραγόμενη} + \text{αναπτύξεως}}_{\text{αύξηση}} \\
 &= 110\,000 + 0,40 \times 110\,000 + 0,20 \times 110\,000 + 0 \times 110\,000 \\
 &= 110\,000 + 44\,000 + 22\,000 + 0 = 176\,000 \text{ οχήματα}
 \end{aligned}$$

$$\text{Συντελεστής προβλ. κυκλοφορίας} = \frac{\text{Μελλοντική κυκλοφορία}}{\text{παρούσα κυκλοφορία}} = \frac{176\,000}{110\,000} = 1,6$$

$$\begin{aligned}
 (\text{MHOM}) &= (\text{MHO}) \cdot \sigma = 301 \cdot 1,6 = 482 \text{ οχήματα} \\
 (\Omega\Omega) &= (30 \cdot \Omega\Omega) \cdot \sigma \quad \text{ή} \\
 &= 0,15 \cdot (\text{MHO}) \cdot \sigma \quad \text{ή} \\
 &= 0,15 \times 301 \times 1,6 = 72 \text{ οχήματα}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Κατανομή κατά διεύθυνση:} \quad \Delta &= 60\% \times 72 = 43 \text{ οχήματα} \\
 \text{Φορτηγά:} \quad \Phi &= 7\% \times 72 = 5 \quad "
 \end{aligned}$$

Τα κυκλοφοριακά στοιχεία της μελέτης για τη βελτίωση της οδού είναι:

$$\begin{aligned}
 \text{MHO} &1979 = 301 \\
 \text{MHOM} &1990 = 482 \\
 \Omega\Omega &= 72 \\
 \Delta &= 43 \\
 \Phi &= 5
 \end{aligned}$$

4.7 Χωρητικότητα οδού.

Είπαμε στα προηγούμενα (παράγρ. 3.2) ότι ο «βαθμός εξυπηρετήσεως» που θέλομε να προσφέρει η οδός εκφράζεται με τη μέση ταχύτητα και το βαθμό ασφάλειας. Η μέση αυτή ταχύτητα κινήσεως πρέπει να εξασφαλίζεται στα οχήματα για όλη τη διάρκεια της προβλεπόμενης από τη μελέτη ζωής της οδού, π.χ. 20 χρόνια. Έτσι, όταν στις μελέτες λέμε μέση ταχύτητα, εννοούμε εκείνη που θέλομε να επιτυγχάνει ο όγκος — αυξημένος φυσικά — των οχημάτων τον τελευταίο χρόνο ζωής της οδού. Δηλαδή να την επιτυγχάνει ο ωριαίος όγκος της μελέτης ($\Omega\Omega$).

Αυτό μας αναγκάζει να καθορίσουμε μια κατάλληλη διατομή που θα παραλάβει αυτό τον όγκο και μια ταχύτητα μελέτης που θα του επιτρέψει, και σε μεγάλο μάλιστα βαθμό ασφάλειας, να επιτυγχάνει τη μέση αυτή ταχύτητα.

Ο αριθμός των οχημάτων που μπορεί να εξυπηρετηθεί από την οδό με τη μέση ταχύτητα κινήσεως σε διάστημα μιας ώρας, ονομάζεται **χωρητικότητα της οδού** για την ταχύτητα αυτή ή **προβλεπόμενη χωρητικότητα**.

Η χωρητικότητα της οδού μεταβάλλεται:

- Από τη μέση ταχύτητα.

- Από τη μορφή του εδάφους (οριζόντιο, πεδινό, ορεινό).
- Από τα οριζοντιογραφικά στοιχεία της οδού (καμπύλες, πλάτος οδού, απόσταση ορατότητας).
- Από το ποσοστό των φορτηγών.
- Από την απόσταση των εμποδίων στα πλευρά της οδού.

Για μια οδό σε **έδαφος οριζόντιο**, με δύο λωρίδες 3,60 μέτρα η κάθε μία, με δυνατότητα προσπεράσματος σε κάθε σημείο της, χωρίς φορτηγά, και με πλευρικά εμπόδια πέρα από 1,80 m, δηλαδή για μια ιδανική περίπτωση, η χωρητικότητα είναι συνάρτηση μόνο της μέσης ταχύτητας και δίνεται, από μετρήσεις που έγιναν, στον Πίνακα 4.7.1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.7.1
Ιδανική χωρητικότητα οδού 2 λωρίδων

Τύπος οδού	Δυνατή χωρητικότητα	Προβλεπόμενη χωρητικότητα για μέση ταχύτητα (km/h)		
		56 - 64	64 - 72	72 - 80
οδός δύο λωρίδων (συνολικά)	2000 οχημ/ώρα	1500	1150	900

Στον πίνακα βλέπομε ότι όσο μικραίνει η μέση ταχύτητα, η χωρητικότητα αυξάνει. Η αυξήση αυτή συνεχίζεται μέχρι ένα σημείο (δυνατή χωρητικότητα) πέρα από το οποίο επέρχεται κυκλοφοριακός κορεσμός με αντίθετα αποτελέσματα.

Για μια όχι ιδανική περίπτωση θα έχομε μειωμένη χωρητικότητα.

Για δοσμένη κατά συνέπεια μέση ταχύτητα έχομε και μια προβλεπόμενη χωρητικότητα (σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα) για ιδανική περίπτωση. Κάθε ένας παράγοντας από τους παραπάνω που επηρεάζει τη χωρητικότητα, προξενεί και ανάλογη μείωσή της.

Στους Πίνακες 4.7.2, 4.7.3 και 4.7.4 φαίνονται οι προβλεπόμενες χωρητικότητες σε οχήματα/ώρα, για κάθε περίπτωση, εκτός από τα ελεύθερα διαστήματα στις δύο πλευρές της οδού. Η μείωση αυτή δίνεται από το χωριστό Πίνακα 4.7.5.

Έτσι οι τιμές που μας δίνουν οι πίνακες πρέπει να πολλαπλασιασθούν με τον αντίστοιχο συντελεστή του Πίνακα 4.7.5.

Στις μελέτες πρέπει να προβλέπομε τέτοια διατομή και ταχύτητα μελέτης, ώστε η χωρητικότητα να ισούται με τον ΩΟΜ.

Παράδειγμα.

Ο Ωριαίος Όγκος Μελέτης (ΩΟΜ) μιας οδού υπολογίσθηκε ότι είναι 600 οχήματα. Η μέση ταχύτητα ορίσθηκε σε 72-80 km/h και ο βαθμός ασφάλειας σε 20% (δηλαδή μόνο στο 20% του μήκους της οδού δεν θα επιτρέπεται το προσπέρασμα).

Η σύνθεση της κυκλοφορίας έδειξε ότι το 10% ήταν φορτηγά. Το έδαφος είναι κεκλιμένο.

Να ορισθεί η διατομή και η ταχύτητα μελέτης:

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.7.2
Προβλεπόμενες χωρητικότητες οδών 2 λιαρίδων, δύο διευθύνσεων, σε οχήματα/άρα
κα μέση ταχύτητα κινήσεως 72-80 km/h

Έδαφος	Ορίζοντογραφία: Πασσοσόρδ % του συνολικού μήκους της οδού στο οποίο η απόσταση ορατότητας περιορίζεται κάτω από 460 m	Προβλεπόμενη χωρητικότητα οδού 2 λιαρίδων, σύνολο και για τις δύο διευθύνσεις $\Lambda = \text{πλάτος λιαρίδας}$ και $\Phi = \text{ποσσόστο φορτηγών, ώρα αιχμής}$					
		$\Lambda = 3,60 \text{ m}$	$\Phi = 10$	$\Lambda = 3,30 \text{ m}$	$\Phi = 10$	0	20
		1) Ταχύτητα μελέτης 104 ή 112 km/h					
Ορίζοντο	0	900	780	690	660		
	20	860	750	660	620		
	40	800	700				
Κεκλιμένο	20	860	615	485			
	40	800	570	450			
	60	720	510	400			
		Λωρίδες πλάτους 3,30 m ακατάλληλες για υψηλή ταχύτητα μελέτης με μεγάλο σύγκο κυκλοφορίας					
		2) Ταχύτητα μελέτης 96 km/h					
Ορίζοντο	0	900	780	690	775	670	590
	20	810	705	625	700	605	540
	40	700	610	540	600	525	465
	60	585	510	450	500	440	390
Κεκλιμένο	20	810	580	450	700	500	390
	40	700	500	390	600	430	340
	60	585	420	325	500	360	280
	80	480	340	270	410	290	230
		3) Ταχύτητα μελέτης 80 km/h					
		Κύριες οδοί με ταχύτητα μελέτης δύο πάνω από 80 km/h, δεν είναι σε θέση να παρουσιάσουν ταχύτητα κινήσεως 72-80 km/h, εκτός αν ο σύγκος κυκλοφορίας είναι πολύ χαμηλός.					

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.7.3

Προβλεπόμενες χωρητικότητες οδού 2 λωρίδων, δύο διευθύνσεων σε οχήματα/ώρα για μέση ταχύτητα κινήσεως 64-72 km/h

Έδαφος	Οριζοντιογραφία: Ποσοστό % του συνολικού μήκους της οδού στο οποίο η απόσταση ορατότητας περιορίζεται κάτω από 460 m	Προβλεπόμενη χωρητικότητα οδού 2 λωρίδων, σύνολο και για τις δύο διευθύνσεις Λ = πλάτος λωρίδας και Φ = ποσοστό φορτηγών, ώρα οικμής										
		Λ = 3,60 m			Λ = 3,30 m			Λ = 3,0 m				
		Φ =	0	10	20	Φ =	0	10	20	Φ =	0	
1) Ταχύτητα μελέτης 104 ή 112 km/h												
Οριζόντιο	0	1150	1000	880								
	20	1120	970	860								
	40	1070	930	820								
Κεκλιμένο	20	1120	800	630	Λωρίδες πλάτους 3,30 m ακατάλληλες για υψηλή ταχύτητα μελέτης με μεγάλο όγκο κυκλοφορίας				Λωρίδες πλάτους 3,0 m ακατάλληλες για υψηλή ταχύτητα μελέτης με μεγάλο όγκο κυκλοφορίας			
	40	1070	760	600								
	60	920	650	520								
2) Ταχύτητα μελέτης 96 km/h												
Οριζόντιο	0	1150	1000	880	990	860	760					
	20	1050	910	810	900	780	700					
	40	930	810	720	800	700	620					
	60	810	700	620	700	600	530					
Κεκλιμένο	20	1050	800	630	960	690	540	Λωρίδες πλάτους 3,0 m ακατάλληλες για ταχύτητα μελέτης 96 km/h με μεγάλο όγκο κυκλοφορίας.				
	40	930	660	520	800	570	450					
	60	810	580	450	700	500	390					
	80	680	480	380	580	410	330					
Ορεινό	40	930	490	330	800	420	280					
	60	810	430	290	700	370	250					
	80	680	360	240	580	310	210					
3) Ταχύτητα μελέτης 80 km/h												
Οριζόντιο	0	1010	880	780	870	760	670	780	680	600		
	20	900	780	690	770	670	590	690	600	530		
	40	770	670	590	660	580	510	590	520	450		
Κεκλιμένο	20	900	640	500	770	550	430	690	490	380		
	40	770	550	430	660	470	370	590	420	330		
	60	620	440	350	530	380	300	480	340	270		
	80	440	310	250	380	270	220	340	240	190		
Ορεινό	40	770	410	280	660	350	240	590	320	220		
	60	620	330	220	530	280	190	480	250	170		
	80	440	230	160	380	200	140	340	180	120		

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.7.5.

Συντελεστής μειώσεως της χωρητικότητας ανάλογα με το πλάτος του ερείσματος.

Πλάτος ερείσματος σε m	Οδός 2 λωρίδων	Οδός 4 λωρίδων (2 σε κάθε διεύθυνση)
1,80	1,00	1,00
1,50	0,96	0,99
1,20	0,92	0,98
0,90	0,86	0,97
0,60	0,81	0,94
0,30	0,75	0,90
0	0,70	0,81

Λύση.

Επειδή η μέση ταχύτητα είναι 72-80 km/h, πάμε στον αντίστοιχο πίνακα 4.7.2. Με τα στοιχεία: έδαφος επικλινές, $\phi = 10\%$ και ασφάλεια 20% ορίζονται στον πίνακα τρεις μόνο συνδυασμοί, δηλαδή τρεις μόνο πιθανές λύσεις:

- χωρητικότητα 580 οχήματα $\Lambda = 3,60$ $V = 96 \text{ km/h}$
- χωρητικότητα 500 οχήματα $\Lambda = 3,30$ $V = 96 \text{ km/h}$
- χωρητικότητα 615 οχήματα $\Lambda = 3,60$ $V = 104 \text{ ή } 112 \text{ km/h}$

Επειδή έχομε (ΩOM) = 600 οχήματα οι δύο πρώτοι συνδυασμοί αποκλείονται. Έτσι μένει μόνο ο τρίτος. Ο λόγος $600/615 = 0,97$ μας λέει ότι θα πρέπει να δεχθούμε συντελεστή μειώσεως χωρητικότητας από πλευρικά ελεύθερα διαστήματα των 0,96 (Πίνακας 4.7.5), δηλαδή ερείσματα πλάτους 1,50 το καθένα.

Έτσι τα στοιχεία που ζητάμε είναι:

Διατομή: οδός 2 λωρίδων

$$\text{πλάτος οδοστρώματος } 3,60 + 3,60 = 7,20 \text{ m}$$

$$\text{πλάτος ερείσματος } 1,50 \text{ m}$$

$$\text{πλάτος καταστρώματος } 7,20 + 3,00 = 10,20 \text{ m}$$

$$\text{χωρητικότητα: } 615 \times 0,96 = 590 \text{ οχήματα}$$

Ταχύτητα μελέτης: 104 ή 112 km/h

Αν είχαμε $\Omega OM < 600$ οχήματα θα πηγαίναμε σε αντίστοιχους πίνακες για οδούς με περισσότερες λωρίδες.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.7.4.
Προβλεπόμενες χωρητικότητες οδών 2 λιαρίδων, δύο διευθίνσεων, σε αχήμασταιώρα
για μέση ταχύτητα κινήσεως 58-64 km/h

Έδαφος	Ορίζοντη οροφαία: Ποσοστό % του συνολικού μήκους της οδού στο οποίο η απόσταση οροπότητας περιορίζεται κάτω από 460 m	Προβλεπόμενη χωρητικότητα οδού 2 λιαρίδων, σύνολο και για τις δύο διευθύνσεις Λ = πλάτος λιαρίδας και $\Phi =$ ποσοστό φορητηγών, ώρα αιχμής			
		$\Lambda = 3,60 \text{ m}$	$\Phi = 10$	$\Lambda = 3,30 \text{ m}$	$\Phi = 10$
1) Ταχύτητα μελέτης 104 ή 112 km/h					
Ορίζοντο	0 20 40	1500 1450 1400	1300 1260 1220	1160 1120 1080	Λιαρίδες πλάτους 3,0 m ακατάλληλες για υψηλή ταχύτητα μελέτης με μεγάλο σύγκο κυκλοφορίας
Κεκλιμένο	20 40 60	1450 1400 1350	1030 1000 960	820 780 750	Λιαρίδες πλάτους 3,0 m ακατάλληλες για υψηλή ταχύτητα μελέτης με μεγάλο σύγκο κυκλοφορίας
2) Ταχύτητα μελέτης 96 km/h					
Ορίζοντο	0 20 40 60	1500 1410 1320 1220	1300 1230 1150 1060	1160 1080 1020 940	Λιαρίδες πλάτους 3,0 m ακατάλληλες για υψηλή ταχύτητα μελέτης με μεγάλο σύγκο κυκλοφορίας
Κεκλιμένο	20 40 60 80	1410 1320 1220 1110	1000 940 870 790	790 740 680 620	Λιαρίδες πλάτους 3,0 m ακατάλληλες για υψηλή ταχύτητα μελέτης με μεγάλο σύγκο κυκλοφορίας
Ορεινό	40 60 80	1320 1220 1110	700 650 590	480 440 400	600 560 500
				$\Phi = 10$	$\Phi = 10$

3) Ταχύτητα μελέτης 80 km/h									
	0	1450	1260	1120	1250	1080	960	1120	990
Οριζόντιο	0	1340	1160	1040	1150	1000	890	1040	910
	20	1200	1040	930	1040	900	800	930	810
	40								
Κεκλιμένο	0	1340	950	750	1150	820	640	1030	730
	20	1200	850	670	1040	740	580	930	660
	40	1050	750	590	900	640	500	810	580
	60								
Ορεινό	0	1200	640	430	1040	550	380	930	490
	40	1050	560	380	900	480	320	810	430
	60	900	480	320	770	410	280	700	370
	80								

4) Ταχύτητα μελέτης 64 km/h									
	0	1200	1040	930	1040	900	800	930	820
Οριζόντιο	0	930	820	720	920	800	710	820	720
	20	780	690	690	770	670	590	700	610
	40								
Κεκλιμένο	0	760	600	920	650	520	430	820	580
	20	640	500	770	550	430	350	700	500
	40	510	400	620	440	350	280	560	400
	60	460	330	260	400	220	220	350	250
	80								
Ορεινό	0	480	320	770	410	280	200	700	370
	40	380	260	620	330	220	140	560	300
	60	720	460	170	400	210	140	350	200
	80								

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΟΔΟΥ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΤΑ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΟΔΟΥ

5.1 Οριζοντιογραφικός καθορισμός της οδού.

5.1.1 Η ακτίνα R του κεντρικού κυκλικού τόξου.

Όπως είδαμε, για να αποφευχθεί ο κίνδυνος ολισθήσεως, η σχέση η οποία συνδέει την ακτίνα R του κυκλικού τόξου με την ταχύτητα u m/sec του οχήματος δίνεται από τη σχέση:

$$R \geq \frac{u^2}{g(f + \text{εφα})}$$

όπου στην προκειμένη περίπτωση:

$$\text{εφα} = q \text{ (επίκλιση του οδοστρώματος)}$$

$$\text{και } f = \text{συντελεστής τριβής ολισθήσεως}$$

Η παραπάνω σχέση, αν η ταχύτητα εκφρασθεί σε km/h καί g = 9,81 m/sec γίνεται:

$$R_{\min} = \frac{\frac{V}{3,6} \cdot \frac{V}{3,6}}{9,81(f + q)}$$

$$\text{ή } R_{\min} = \frac{V^2}{127(f + q)}$$

Η τιμή του συντελεστή τριβής ολισθήσεως f μεταβάλλεται ανάλογα με την κατάσταση του οδοστρώματος (τραχύτητα, ξηρασία αυτού κλπ.), είναι όμως συνάρτηση και της ταχύτητας V του οχήματος. Έτσι, η τιμή του συντελεστή f κυμαίνεται από 0,16 για μικρές ταχύτητες ως 0,11 περίπου για μεγάλες ταχύτητες.

Για ορισμένη ταχύτητα μελέτης V σε μια οδό, η τιμή του συντελεστή f είναι ορισμένη (π.χ. για ταχύτητα V = 80 km/h η τιμή του f είναι 0,14). Έτσι η παραπάνω σχέση, για διάφορες τιμές του R μας δίνει και διάφορες τιμές του q. Οι τιμές αυτές είναι αντιστρόφως ανάλογες. Όσο δηλαδή μικραίνει το R τόσο μεγαλώνει το q.

Η τιμή όμως της κλίσεως q δεν είναι απεριόριστη. Είναι 6% ή 8% ή 10% ή πολλές φορές και 12%. Γιά κάθε οδό η τιμή αυτή καθορίζεται από πριν, όπως θα φανεί αμέσως παρακάτω. Έτσι, αν για μια οδό έχει ορισθεί σαν μέγιστη τιμή της επικλίσεως q η τιμή π.χ. $q_{max} = 8\%$ (για ολόκληρη την οδό), τότε από την παραπάνω σχέση ορίζεται μία οριακή ακτίνα R_{min} τέτοια ώστε:

$$R_{min} = \frac{V^2}{127(f + q_{max})}$$

Έτσι, σε μια οδό που έχει καθορισθεί η ταχύτητα μελέτης V και η μέγιστη επίκλιση q_{max} , από την παραπάνω σχέση καθορίζεται και η ελάχιστη ακτίνα R_{min} για την οδό.

Ο πίνακας 5.1.1 μας δίνει τις διάφορες τιμές του συντελεστή f και της ελάχιστης ακτίνας R_{min} για διάφορες ταχύτητες μελέτης V (με $q_{max} = 12\%$).

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1.1
Τιμές του συντελεστή ολισθήσεως f (q_{max} = 12%)

ταχύτητα μελέτης V km/h	f	R _{min} σε μέτρα
48	0,16	64
64	0,15	119
80	0,14	192
96	0,13	288
104	0,13	338
112	0,12	408
120	0,11	489
128	0,11	557

Η εκλεγόμενη λοιπόν ακτίνα R του κυκλικού τόξου, σε κάθε καμπύλη της οδού που είναι για μελέτη, πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την R:

$$R > R_{min}$$

Δύο είναι τα κριτήρια που παίρνομε σαν βάση για να εκλέξουμε την ακτίνα R σε κάθε καμπύλη.

- a) Η ακίνδυνη ανάπτυξη μεγάλων ταχυτήτων.
- β) Η δαπάνη κατασκευής της οδού.

Με μια πρώτη ματιά τα δύο αυτά κριτήρια οδηγούν σε αντίθετα συμπεράσματα, όσον αφορά την εκλογή της καταλληλότερης ακτίνας. Για να αναπύσσονται ακίνδυνα μεγάλες ταχύτητες απαιτούνται όσο το δυνατόν μεγαλύτερες ακτίνες. Αυτό όμως θα είχε σαν αποτέλεσμα την τρομακτική πολλές φορές αύξηση των δαπανών κατασκευής της οδού, δυσανάλογη βέβαια με τη σημασία της.

Επιβάλλεται λοιπόν λογική εκλογή της ακτίνας R, ώστε να ικανοποιεί και τις δύο παραπάνω υποχρεώσεις.

Έτσι επιδιώκομε κάθε φορά εκλογή ακτίνας, ώστε ο άξονας της οδού να ακο-

λουθεί βέβαια όσο μπορεί τις πτυχώσεις του εδάφους, για να αποφευχθούν μεγάλα χωματουργικά και τεχνικά γενικά έργα, να επιτυγχάνεται φήμας συγχρόνως η ταχύτητα τουλάχιστο μελέτης που καθορίζεται για την κατηγορία και τον τύπο της οδού.

Δεν είναι σκόπιμο στη διάρκεια της μελέτης να χρησιμοποιείται συχνά το κατώτατο όριο R_{min} της επιτρεπόμενης ακτίνας. Όχι μόνο γιατί ο περιορισμός της ακτίνας εμποδίζει την ανάπτυξη μεγάλων ταχυτήτων, αλλά και γιατί μερικές φορές δεν επιτυγχάνεται με αυτό τον τρόπο σημαντικά οικονομικότερη κατασκευή.

Πραγματικά η εκλογή μικρών ακτίνων, με σκοπό την προσαρμογή της οδου στις φυσικές πτυχές του εδάφους και μείωση συνεπώς της δαπάνης κατασκευής, ενώ ελαπτώνει τη δυναμικότητα της οδου, **δεν αποδίδει τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Αυτό, γιατί, όπως θα δούμε παρακάτω, στις μικρές ακτίνες απαιτούνται μεγάλες διαπλατύνσεις του οδοστρώματος και μεγάλα μήκη ορατότητας, πράγμα το οποίο μειώνει αισθητά την οικονομία που επιτυγχάνεται από την ελάττωση της ακτίνας και δυσχεραίνει την κατασκευή.**

5.1.2 Το μήκος S της καμπύλης συναρμογής.

Με την εκλογή της ακτίνας $R \geq R_{min}$ εξασφαλίζεται το όχημα, όπως είπαμε, από τον κίνδυνο ολισθήσεως και ανατροπής.

Παράλληλα όμως πρέπει να εξασφαλίζεται και η άνεση των επιβατών.

Όπως είναι γνωστό, όταν το όχημα εισέρχεται από ευθυγραμμία σε καμπύλη σταθερής και μικρής ακτίνας R , προκαλείται στους επιβάτες του οχήματος δυσάρεστο συναίσθημα, ανάλογο με εκείνο που προκαλείται σε περίπτωση απότομης στάσεως ή κινήσεως του οχήματος.

Αυτό οφείλεται στο ότι, ενώ στην ευθύγραμμη κίνηση (όπου $\rho = \infty$) η φυγόκεντρος δύναμη είναι μηδενική, όταν το όχημα εισέρχεται σε καμπύλη σταθερής ακτίνας $\rho = R$, η φυγόκεντρος δύναμη Φ αποκτά απότομα αξιόλογη τιμή σύμφωνα με τη γνωστή σχέση:

$$\Phi = \frac{m u^2}{R}$$

Εξ αιτίας της φυγοκέντρου δυνάμεως που αναπτύσσεται, η μορφή του οδοστρώματος στα καμπύλα τμήματα της οδού δεν είναι δικλινής, αλλά μονοκλινής, με κλίση προς το εσωτερικό της καμπύλης.

Με αυτό τον τρόπο ένα τμήμα της φυγοκέντρου δυνάμεως εξουδετερώνεται από την επίκλιση q που δίνομε στο οδόστρωμα (σχ. 5.1α).

Το υπόλοιπο τμήμα P ($P = \Phi_2 - B_2$) της φυγοκέντρου δυνάμεως Φ που δεν εξουδετερώνεται ονομάζεται **ακτινική δύναμη**, επειδή ενεργεί κατά τη διεύθυνση της ακτίνας.

Η ακτινική αυτή δύναμη P προκαλεί μια ακτινική επιτάχυνση που ενεργεί στους επιβάτες και τους πιέζει προς την εξωτερική πλευρά του οχήματος.

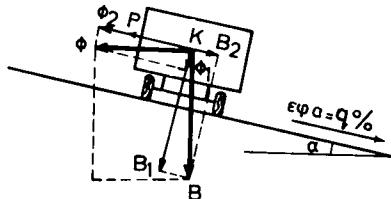
Για τη P αληθεύουν οι γνωστές από τη Φυσική σχέσεις:

$$P = m \cdot v \quad (1)$$

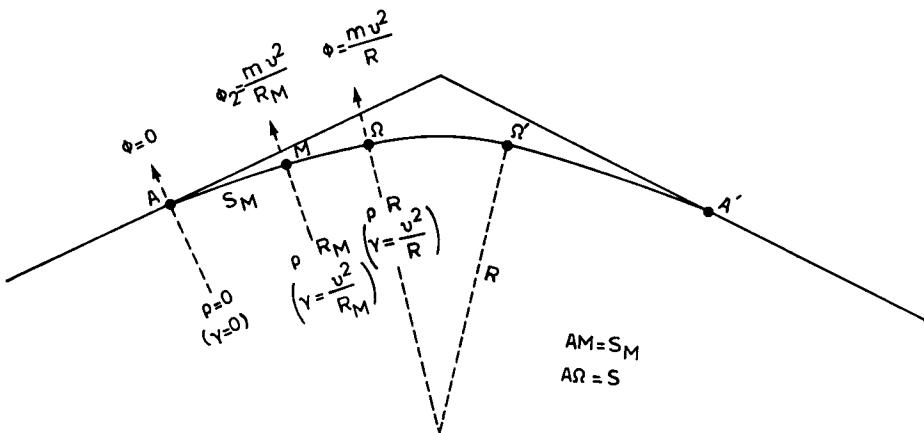
και $\gamma = \frac{u^2}{R}$ (2)

όπου m η μάζα του σχήματος και u η ταχύτητά του σε cm/sec.

Όταν λοιπόν το όχημα κινείται απότομα από την ευθυγραμμία ($\gamma = 0$) στην καμπύλη σταθερής ακτίνας R ($\gamma = u^2/R$) ο επιβάτης αισθάνεται ένα τίναγμα πρός την εξωτερική πλευρά του οχήματος, το οποίο προκαλεί το δυσάρεστο συναίσθημα.



Σχ. 5.1α.



Σχ. 5.1β.

Για να μη συμβαίνει αυτό, πρέπει η μεταβολή της επιταχύνσεως να γίνεται σταδιακά. Τότε παρεμβάλλεται μεταξύ ευθυγραμμίας και κυκλικού τόξου ένα καμπύλο τρίμητρα με συνεχώς μεταβαλλόμενη ακτίνα από $\rho = \infty$ μέχρι $\rho = R$ (σχ. 5.1β).

Αυτός είναι ένας άλλος σοβαρός λόγος ο οποίος επιβάλλει την ανάγκη της καμπύλης συναρμογής, δηλαδή της κλωθοειδούς.

Με αυτό τον τρόπο η φυγόκεντρος δύναμη δεν παίρνει απότομα τη μέγιστη τιμή της, αλλά αυξάνει ομαλά.

Το μέρος K της ανά μονάδα χρόνου μεταβολής της επιταχύνσεως ονομάζεται **επιτρεπόμενο εγκάρσιο τίναγμα** ή **συντελεστής ανέσεως**.

Η τιμή του K βρίσκεται από το λόγο γ/t . Είναι δηλαδή:

$$K = \frac{\gamma}{t} \quad (3)$$

Από τη γνωστή στη φυσική σχέση $S = u \cdot t$ και τη (2), η παραπάνω σχέση (3) γίνεται:

$$K = \frac{Y}{t} = \frac{\frac{U^2}{R}}{\frac{s}{U}} = \frac{U^3}{R \cdot S}$$

Και επειδή από την εξίσωση της κλωθοειδούς είναι $R \cdot S = A^2$ θα έχομε:

$$K = \frac{U^3}{A^2} \quad (\text{u: m/sec}) \quad \text{ή} \quad K = \frac{\frac{V}{3,6} \cdot \frac{V}{3,6} \cdot \frac{V}{3,6}}{A^2} = \frac{V^3}{3,6^3 \cdot A^2} \quad (\text{V: km/h}) \quad (4)$$

Από παρατηρήσεις βρέθηκε ότι μια ικανοποιητική τιμή για το K είναι η τιμή: $K = 0,50 \text{ m/sec}^3$.

Έτσι για $K = 0,50$ η (4) παίρνει τη μορφή:

$$A_{\min} = 0,20 \sqrt{V^3}$$

Και αν υπολογισθεί ότι η επίκλιση απορροφά ένα μέρος της φυγοκέντρου δυνάμεως, τότε θα έχομε:

$$A_{\min} = 0,17 \sqrt{V^3} \quad (5)$$

Από τη σχέση αυτή συμπεραίνομε ότι για κάθε ταχύτητα μελέτης V προκύπτει και μια ελάχιστη παράμετρος A_{\min} της κλωθοειδούς.

Έτσι, π.χ. για ταχύτητα μελέτης $V = 80 \text{ km/h}$, προκύπτει $A_{\min} = 121,64$, δηλαδή θα πρέπει να εκλέξουμε μια παράμετρο $A \geq 121,64$.

Από την εξίσωση όμως της κλωθοειδούς:

$$S \cdot R = A^2$$

και για A_{\min} θα έχομε:

$$\text{ελάχιστο } S = \frac{A_{\min}^2}{R} \quad (6)$$

Η σχέση αυτή μας δίνει το ελάχιστο κάθε φορά απαιτούμενο μήκος της κλωθοειδούς, για κάθε ακτίνα που διαλέγομε (με V : σταθερά).

Παράδειγμα.

Δίνονται: ταχύτητα μελέτης της οδού σταθερή και ίση με 100 km/h και δύο διαδοχικές καμπύλες με ακτίνες $R_1 = 300 \text{ m}$ και $R_2 = 400 \text{ m}$. Να υπολογισθεί η ελάχιστη παράμετρος της κλωθοειδούς και τα ελάχιστα μήκη ελ. S_1 και ελ. S_2 .

Λύση.

Από τη σχέση (5) θα έχομε:

$$A_{\min} = 0,17 \sqrt{V^3} = 0,17 \sqrt{100^3} = 170$$

Από τη σχέση (6) θα έχομε:

$$\text{ελ. } S_1 = \frac{A_{\min}^2}{R_1} = \frac{170^2}{300} = 96,33 \text{ m}$$

και $\text{ελ. } S_2 = \frac{A_{\min}^2}{R_2} = \frac{170^2}{400} = 72,25 \text{ m}$

Παρατηρούμε ότι όσο η ακτίνα R μικραίνει, τόσο το απαιτούμενο ελάχιστο S μεγαλώνει.

Στην οριακή περίπτωση που $R = R_{\min}$ τότε θα έχομε και ελάχιστο απαιτούμενο μήκος $S = S_{\min}$. Δηλαδή το S_{\min} είναι το μεγαλύτερο από τα ελάχιστα μήκη S.

5.1.3 Η επίκλιση q του οδοστρώματος.

1) Μέγιστη επίκλιση q_{max} σε μια οδό.

Είπαμε στην προηγούμενη παράγραφο ότι η επίκλιση q του οδοστρώματος παίρνει μέγιστη τιμή μια από τις τιμές 6, 8, 10 ή το πολύ 12%. Η τιμή αυτή ονομάζεται q_{max} και καθορίζεται για ολόκληρη την οδό. Δηλαδή σε καμιά καμπύλη της οδού το οδόστρωμα δεν μπορεί να έχει επίκλιση μεγαλύτερη από αυτή την τιμή. Ιση με την q_{max} μπορούν να έχουν μόνο οι καμπύλες εκείνες που έχουν ακτίνα R ίση με την R_{\min} .

Η τιμή της q_{max} εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες:

α) Από τις κλιματολογικές κυρίως συνθήκες, από τη συχνότητα χιονοπτώσεων και παγετού καθώς και από το ύψος του χιονιού.

β) Από τη φύση του εδάφους από το οποίο περνά η οδός (πεδινό, ορεινό).

γ) Από το χαρακτηριστικό της περιοχής (αστική, αγροτική).

δ) Από τη συχνότητα οχημάτων που κινούνται πολύ αργά.

Έτσι, σε περιοχές που πέφτει συχνά χιόνι το χειμώνα δεν πρέπει η τιμή της q_{max} να ξεπερνά το 8%. Το ίδιο και όταν η οδός διασχίζει αστικές περιοχές ή έχει μεγάλη συχνότητα οχημάτων που κινούνται αργά.

Σύμφωνα με τα παραπάνω δεν είναι απαραίτητο να ορισθεί μια και μόνο τιμή της q_{max} για ολόκληρη την οδό.

2) Μέγιστη επίκλιση q σε μια καμπύλη της οδού.

Ενώ η μέγιστη επίκλιση q_{max} αναφέρεται σε ολόκληρη την οδό και αντιστοιχεί σε ακτίνα R_{\min} , η q αναφέρεται σε μια καμπύλη και αντιστοιχεί σε ακτίνα $R > R_{\min}$.

Όπως είπαμε στις προηγούμενες παραγράφους, η φυγόκεντρος δύναμη που αναπτύσσεται όταν το όχημα κινείται σε καμπύλη, παραλαμβάνεται από τη μονόπλευρη επίκλιση q του οδοστρώματος και από τη μεταξύ των τροχών και του οδοστρώματος πλευρική τριβή.

Με διαγράμματα που συντάσσονται με βάση τις διάφορες τιμές της ταχύτητας V και της ακτίνας R μπορούμε να υπολογίσομε κάθε φορά την επίκλιση q.

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές του Υπουργείου Δημοσίων Έργων η επίκλιση q δίνεται από τον Πίνακα 5.1.2.

Στις καμπύλες, όλες οι λωρίδες καθοδηγήσεως, τα ενισχυμένα ερείσματα και οι

πρόσθετες λωρίδες πρέπει να έχουν την ίδια κατά μέγεθος και φορά επίκλιση με το οδόστρωμα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1.2

*Τιμές επικλίσεως q_{max}
 (σύμφωνα με τις προδιαγραφές του Υ.Δ.Ε.)
 $q_{max} = 8\%$*

R	V = 50	V = 65	V = 80	V = 100	V = 120	Σημείωση
6985	*	*	*	*	**	
3493	*	*	**	**	**	
2328	*	**	**	**	0,021	
1747	*	**	**	0,022	0,028	
1164	**	**	0,027	0,035	0,042	* Η διατομή παραμένει όπως είναι στην ευθυγραμμία
873	**	0,025	0,035	0,047	0,056	
699	**	0,030	0,043	0,057	0,069	
582	0,023	0,035	0,050	0,066	0,077	
499	0,026	0,040	0,056	0,072	0,080	
436	<u>0,029</u>	0,044	0,062	0,076	<u>0,080</u>	
349	0,035	0,053	0,070	<u>0,080</u>	»	
291	0,041	0,060	0,076	0,080	»	
250	0,045	0,066	0,079	»	»	
218	0,050	0,071	<u>0,080</u>	»	»	
194	0,054	0,074	»	»	»	
175	0,058	0,077	»	»	»	
159	0,061	0,079	»	»	»	
145	0,065	<u>0,080</u>	»	»	»	
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	<u>0,080</u>	0,080	»	»	»	
76	0,080	0,080	»	»	»	

5.1.4 Μεταβολή της επικλίσεως.

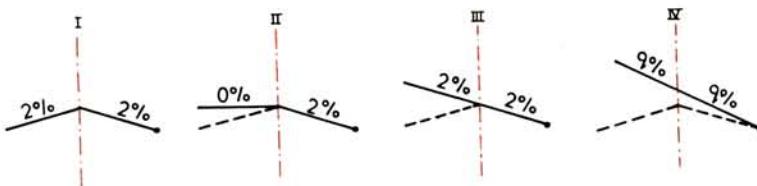
Στα ευθύγραμμα τμήματα της οδού, η εγκάρσια τομή του οδοστρώματος κατασκευάζεται δικλινής με κλίση και στις δύο μεριές.

Στα καμπύλα τμήματα της οδού η τομή του οδοστρώματος πρέπει να κατασκευάζεται μονοκλινής με επίκλιση που μεταβάλλεται από $\pm 2\%$ ως $+q\% \text{ ή } -q\%$.

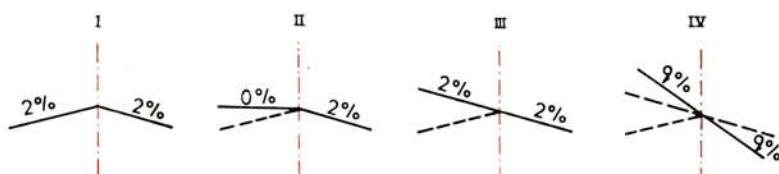
Η τιμή q δεν πρέπει να υπερβαίνει το q_{max} το οποίο στη χώρα μας, όπως είπαμε, λαμβάνεται 8% ή 6%.

Η επίκλιση λαμβάνει την πλήρη τιμή της a_{max} στη θέση Ω , την οποία και διατηρεί σταθερή σε όλη τη διαδρομή του κεντρικού κυκλικού τόξου $\Omega\Omega'$.

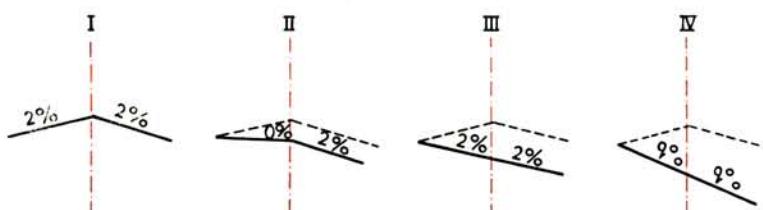
Προκύπτει τώρα το πρόβλημα του τρόπου μεταβολής της επικλίσεως από τη θέση της κανονικής διατομής (ευθυγραμμία) στη θέση της μέγιστης επικλίσεως (κεντρικό κυκλικό τόξο) και αντίστροφα.



Σχ. 5.1γ.



Σχ. 5.1δ.



Σχ. 5.1ε.

Η μεταβολή αυτή επιτυγχάνεται με στροφή της διατομής γύρω από ένα άξονα με τρεις τρόπους, όπως φαίνεται στα σχήματα 5.1γ, 5.1δ και 5.1ε.

α) Στροφή γύρω από την εσωτερική οριογραμμή (σχ. 5.1γ).

β) Στροφή γύρω από τον άξονα (σχ. 5.1δ).

γ) Στροφή γύρω από την εξωτερική οριογραμμή (σχ. 5.1ε).

Σύμφωνα με τους αμερικανικούς κανονισμούς και οι τρεις τρόποι μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη μελέτη μιας οδού, ανάλογα με τα ειδικά προβλήματα (αποστράγγιση των νερών της βροχής, αποφυγή μεγάλων κλίσεων, προσαρμογή στο έδαφος, αισθητική της οδού κλπ.), αρκεί να προκύπτει ομαλή μηκοτομή του άξονα της οδού και των οριογραμμών του οδοστρώματος.

Οι γερμανικοί και οι ελβετικοί κανονισμοί υποδεικνύουν κυρίως τις δύο πρώτες μεθόδους.

Στο τεύχος «**Διαμόρφωσις διατομών ελληνικών οδών**

Τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κάθε μεθόδου είναι:

α) Στροφή γύρω από τον άξονα.

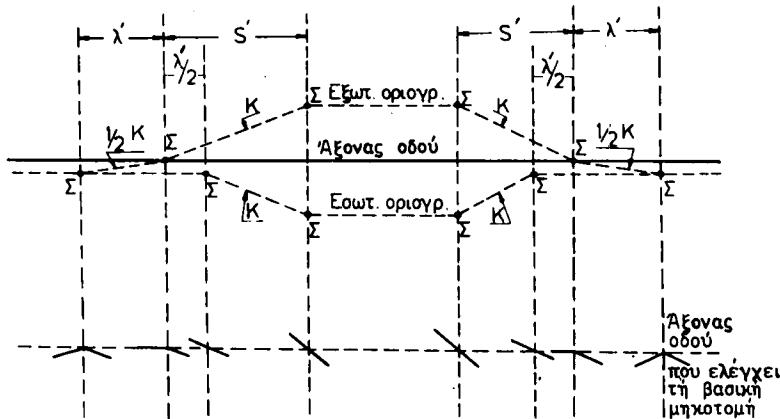
Αυτή είναι η μέθοδος που χρησιμοποιείται πιο συχνά.

Πλεονέκτημά της είναι, ότι ο βασικός υπολογιζόμενος άξονας της οδού παραμένει ως η βασική γραμμή, η δε μηκοτομή των δύο οριογραμμών παθαίνει τη μικρότερη παραμόρφωση που μπορεί να πάθει. Αυτό συμβαίνει, γιατί κάθε άκρο του οδοστρώματος ανέρχεται (ή κατέρχεται) σε σχέση με τον άξονα της οδού, στο μισό της συνολικής υπερυψώσεως στις θέσεις της πλήρους επικλίσεως. Συνεπώς και το μήκος της κλωθοειδούς είναι το ελάχιστο δυνατό.

Μειονέκτημά της είναι, ότι για μικρές κατά μήκος κλίσεις του άξονα (κάτω του 2%) γίνεται αισθητή η αντίθετη κατά μήκος κλίση των δύο οριογραμμών: ότι δηλαδή το ένα άκρο της οδού ανέρχεται, το άλλο κατέρχεται.

Είναι επίσης αισθητή, για μεγάλες κυρίως ταχύτητες, και η δημιουργία κοιλότητας στη μηκοτομή της εσωτερικής οριογραμμής. Ύστερα από τα παραπάνω, όταν οι κατά μήκος κλίσεις του άξονα είναι μικρές και η ταχύτητα μελέτης μεγάλη, προτιμάται η στροφή γύρω από την εσωτερική οριογραμμή.

Στο σχήμα 5.1στ δίνεται σχηματική μηκοτομή των δύο οριογραμμών για οριζοντιομένο άξονα της οδού (στροφή γύρω από τον άξονα).



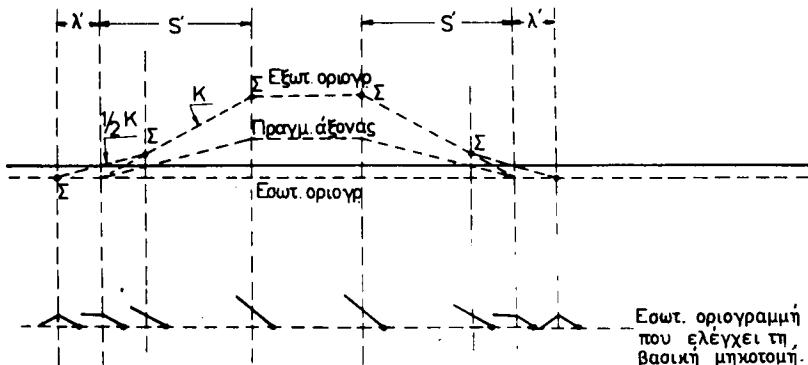
Σχ. 5.1στ.

β) Στροφή γύρω από την εσωτερική οριογραμμή (σχ. 5.1ζ).

Πλεονέκτημά της είναι, ότι αποφεύγεται η δημιουργία κοιλότητας, γιατί η εσωτερική γραμμή του οδοστρώματος έχει την ομαλή κλίση της μηκοτομής.

Μειονέκτημά της είναι, ότι συγκριτικά με την προηγούμενη μέθοδο απαιτείται διπλάσιο μήκος αποσβέσεως της επικλίσεως και συνεπώς διπλάσιο μήκος και της κλωθοειδούς. Αυτό όμως προκαλεί για την περίπτωση συνωθουμένων αντιρρόπων καμπυλών ανυπέρβλητες δυσχέρειες.

Η εκλογή της μιας ή της άλλης μεθόδου εξαρτάται από το σχήμα και την κλίση της μηκοτομής, την ταχύτητα μελέτης, την οριζοντιογραφική εμφάνιση της οδού



Σχ. 5.1ζ.

(συνωθούμενες αντίρροπες καμπύλες κλπ.) και είναι στην κρίση του μελετητή.

Η προσπάθεια πάντως είναι, και οι δύο, δηλαδή οι οριογραμμές και ο άξονας της οδού, να είναι ομαλές γραμμές με ανοικτές καμπύλες προσαρμογής και να μη δημιουργούνται προβλήματα αποστραγγίσεως νερών της βροχής, αισθητικής εμφανίσεως της οδού κ.ά.

Στην Ελλάδα, επειδή το έδαφος είναι ορεινό και ανώμαλο (πράγμα που προκαλεί κατά κανόνα ισχυρές κλίσεις του άξονα, μικρές ταχύτητες και συνωθούμενες αντίρροπες καμπύλες) και επειδή τα διατιθέμενα οικονομικά μέσα είναι λίγα, προτιμάται η πρώτη μέθοδος (δηλαδή η στροφή γύρω από τον άξονα).

Ιδιαίτερη προσοχή στη μελέτη των επικλίσεων πρέπει να δίνεται στους αυτοκινητόδρομους και γενικά στις οδούς με διαχωριστικές νησίδες, όπου και οι ταχύτητες είναι μεγάλες και οι απαιτήσεις για άνετα τόξα συναρμογής και ορθή μεταβολή των επικλίσεων, επιτακτικές. Στις περιπτώσεις όπου στα σημεία Σ αλλαγής κλίσεων δημιουργείται αισθητή θλάση της μηκοτομής, πρέπει να προβλέπονται τόξα συναρμογής με μεγάλη ακτίνα.

5.1.5 Απόσβεση της επικλίσεως.

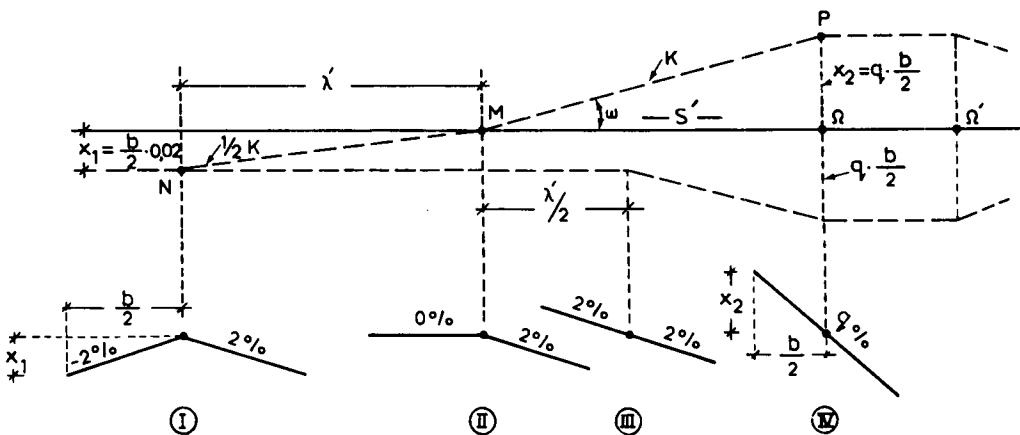
Όπως είπαμε στην προηγούμενη παράγραφο, η τιμή q σε μια καμπύλη δίνεται στο κεντρικό τμήμα της καμπύλης, δηλαδή στο τμήμα Ω' .

Επίσης γνωρίζουμε (Κεφάλ. 2) ότι στο ευθύγραμμό τμήμα η επίκλιση του οδοστρώματος είναι δικλινής και έχει τιμή $q_0 = \pm 2\%$.

Έτσι η επίκλιση από την τιμή $\pm 2\%$ μέχρι να πάρει τη μέγιστη τιμή της q (ανάλογη με την ακτίνα της καμπύλης) απαιτεί ένα μήκος ώστε η μεταβολή να γίνει ομαλά. Δηλαδή η υπερύψωση της εξωτερικής οριογραμμής (και η ταπείνωση της εσωτερικής) να γίνεται προοδευτικά και ανάλογα με την αύξηση της φυγοκέντρου δυνάμεως την οποία και θέλει να εξουδετερώσει.

Τώρα το πόσο γρήγορα παίρνει η επίκλιση τη μέγιστη τιμή της q μας το δείχνει η κλίση K των δύο οριογραμμών (σχ. 5.1η).

Όσο η τιμή της κλίσεως K είναι μεγάλη, τόσο η υπερύψωση της εξωτερικής οριογραμμής (ή η ταπείνωση της εσωτερικής) γίνεται γρηγορότερα.



Σχ. 5.1η.

Για κάθε ταχύτητα μελέτης V υπάρχει μια μέγιστη τιμή της κλίσεως K την οποία δεν πρέπει να ξεπερνά η κλίση της οριογραμμής.

Σύμφωνα με τις ελληνικές προδιαγραφές του Υπουργείου Δημοσίων Έργων η μέγιστη κλίση K δίνεται από τον Πίνακα 5.1.3 για τις διάφορες ταχύτητες μελέτης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1.3 Μέγιστης κλίσεως K οριογραμμών

Ταχύτητα V	30	40	50	65	80	100	120
Μέγιστη κλίση K	1/100	1/125	1/150	1/175	1/200	1/225	1/250
Σημείωση: Η κλίση K ύπολογίζεται για οριζοντιωμένο άξονα μηκοτομής.							

Ακόμα παραδεχόμαστε ότι από τη θέση I στη θέση II (σχ. 5.1η) η εξωτερική οριογραμμή έχει κλίση προς το μισό της K ($1/2K$) και ότι το τμήμα από τη θέση I μέχρι τη θέση II (δηλαδή το μήκος λ') είναι εκτός της καμπύλης, ενώ το τμήμα από τη θέση II μέχρι τη θέση IV (δηλαδή το μήκος S') είναι μέσα στην καμπύλη).

Είναι:

$$x_1 = \frac{b}{2} \times 0,02 \quad (1)$$

$$x_2 = \frac{b}{2} \times q_{\max} \quad (2)$$

και

$$K = \frac{2x_1}{\lambda'} = \frac{x_2}{S'} \quad (3)$$

Από τις σχέσεις αυτές υπολογίζονται εύκολα τα μήκη λ' και S' .
Από την (1) και (3) έχομε:

$$\lambda' = \frac{0,02 b}{K} \quad (4)$$

και $S' = \frac{b \cdot q}{2 K} \quad (5)$

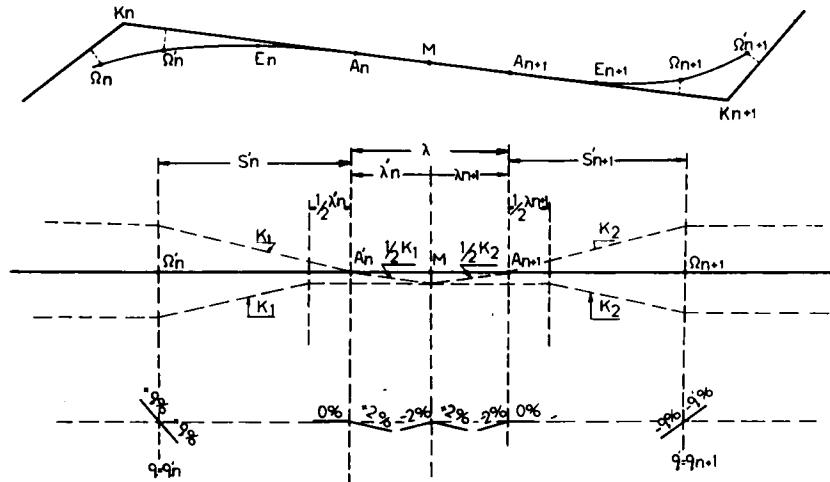
Το λ' είναι το ελάχιστο απαιτούμενο μήκος (έξω από την καμπύλη) για να βρεθεί η διατομή από τη θέση I στη θέση II (σχ. 5.1η).

Για ταχύτητα μελέτης V σταθερή για όλη την οδό (επομένως K σταθερό σύμφωνα με τον Πίνακα 5.1.3) το μήκος λ' είναι σταθερό για κάθε καμπύλη της οδού.

Επίσης, όπως είπαμε, το λ' βρίσκεται πάνω στην ευθυγραμμία και όχι πάνω στην καμπύλη. Έτσι μεταξύ δύο διαδοχικών και αντιρρόπων καμπυλών χρειάζεται ένα ευθύγραμμο τμήμα:

$$\lambda = \lambda' + \lambda' = 2 \cdot \lambda' \quad (6)$$

Στο σχήμα 5.1θ φαίνεται ο τρόπος συναρμογής δύο αντιρρόπων καμπυλών με το ελάχιστο μεταξύ τους απαιτούμενο ευθύγραμμο τμήμα λ .



Σχ. 5.1θ.

Το ζητούμενο ευθύγραμμο τμήμα λ μεταξύ των αντιρρόπων καμπυλών K_n και K_{n+1} , δίνεται από το γενικό τύπο:

$$\lambda = \lambda'_v + \lambda'_{v+1} = b \cdot 0,02 \cdot \frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2}$$

για $V_1 = V_2 = V$, οπότε είναι και $K_1 = K_2 = K$ θα έχομε:

$$\lambda = \lambda'_v + \lambda'_{v+1} = \frac{2 \cdot b \cdot 0,02}{K}$$

$$\lambda = \lambda'_v + \lambda'_{v+1} = \frac{0,04 \cdot b}{K} \quad (7)$$

Όπου δεν μπορεί να διατεθεί το παραπάνω απαιτούμενο ευθύγραμμο τμήμα λ, μπορεί να επιτραπεί για τα τμήματα MA'_n και MA'_{n+1} η εφαρμογή κλίσεως K αντί $K/2$.

Για την περίπτωση αυτή οι σχέσεις (4) και (7) παίρνουν αντίστοιχα τη μορφή:

$$\lambda' = \frac{b \cdot 0,02}{2 K_1}$$

και

$$\lambda = \frac{b \cdot 0,02}{K}$$

οπότε το απαιτούμενο ευθύγραμμο μήκος λ περιορίζεται στο μισό. Σε πολύ δυσχερείς θέσεις, όπου δεν μπορεί να διατεθεί ούτε το παραπάνω περιορισμένο ευθύγραμμο τμήμα λ, μεταξύ των αντιρρόπων καμπυλών μπορεί να επιτραπεί η διαμόρφωση των επικλίσεών τους σύμφωνα με το νόμο του σχήματος 5.1ι.



Σχ. 5.1ι.

Οι σχέσεις (4) και (7) τότε παίρνουν τη μορφή:

$$\lambda'_v = \frac{b \cdot 0,02}{4 K_1}$$

και

$$\lambda = \frac{b \cdot 0,02}{2 K}$$

Από τα παραπάνω φαίνεται καθαρά ότι το μέγεθος των ακτίνων δεν εισέρχεται στον υπολογισμό του μήκους λ.

Το μήκος S' είναι το ελάχιστο απαιτούμενο μήκος για να βρεθεί η διατομή από τη θέση II στη θέση IV (σχ. 5.1η).

Το μήκος S' είναι μέσα στην καμπύλη, όπως είπαμε προηγουμένως, και, επειδή όπως φαίνεται και από τον τύπο είναι συνάρτηση της επικλίσεως q , είναι διαφορετικό σε κάθε καμπύλη, γιατί η τιμή του q αλλάζει σε κάθε καμπύλη ανάλογα με την ακτίνα (μιλάμε πάντα για σταθερή ταχύτητα μελέτης).

Έτσι κάθε καμπύλη έχει ένα δικό της ελάχιστο μήκος S' για την απόσβεση της επικλίσεώς της μέσα στην καμπύλη.

Όσο η ακτίνα της καμπύλης είναι μικρότερη, τόσο η επίκλισή της q είναι μεγαλύτερη. Επομένως και το μήκος S' είναι μικρότερο (και αντιστρόφως).

Το μήκος S' έχει τη μεγαλύτερη τιμή του όταν το q γίνει μέγιστο (q_{max}), δηλαδή όταν έχουμε R_{min} .

Παράδειγμα.

Στη μελέτη μιας οδού δίνονται: Ταχύτητα μελέτης: $V = 80 \text{ km/h}$

Πλάτος οδοστρώματος: $b = 7,50 \text{ m}$

Μέγιστη επίκλιση: $q_{max} = 8\%$

Υπάρχουν δύο διαδοχικές και αντίρροπες καμπύλες με ακτίνες $R_1 = 250 \text{ m}$ και $R_2 = 500 \text{ m}$.

Να υπολογισθούν:

α) Τα μήκη λ'_1 και λ'_2 και λ .

β) Τα μήκη S'_1 και S'_2 .

γ) Το συνολικό μήκος αποσβέσεως της επικλίσεως για κάθε καμπύλη.

δ) Το ελάχιστο μήκος S' στην περίπτωση του q_{max} .

Λύση.

α) Από τον Πίνακα 5.1.3 έχουμε:

$$\text{Για } V = 80 \rightarrow K = \frac{1}{200}$$

$$\text{και με εφαρμογή του τύπου: } \lambda' = \frac{0,02b}{K}$$

$$\text{έχουμε: } \lambda'_1 = \frac{0,02 \times 7,50}{\frac{1}{200}} = 30,00 \text{ m}$$

Επειδή V : σταθερή είναι και $\lambda'_2 = \lambda'_1 = 30,00 \text{ m}$.

Επομένως: $\lambda = \lambda'_1 + \lambda'_2 = 60,000 \text{ m}$

(λ = ευθύγραμμο τμήμα μεταξύ των καμπυλών)

β) Από τον Πίνακα 5.1.2, έχομε:

Για $R_1 = 250 \rightarrow q_1 = 0,079$

Για $R_2 = 500 \rightarrow q_2 = 0,056$

$$\text{και με εφαρμογή του τύπου: } S = \frac{b q}{2 K}$$

$$\text{έχουμε: } S'_1 = \frac{7,50 \times 0,079}{2 \times \frac{1}{200}} = 59,25 \text{ m}$$

$$S'_2 = \frac{7,50 \times 0,056}{2 \times \frac{1}{200}} = 42,00 \text{ m}$$

γ) Το συνολικό μήκος αποσβέσεως της επικλίσεως είναι:

Για την πρώτη καμπύλη: $\lambda'_1 + S'_1 = 30,00 + 59,25 = 89,25 \text{ m}$

Για τη δεύτερη καμπύλη: $\lambda'_2 + S'_2 = 30,00 + 42,00 = 72,00 \text{ m}$

5.1.6 Σχέση μεταξύ ελάχιστου μήκους S κλωθοειδούς και ελάχιστου μήκους S' αποσβέσεως της επικλίσεως μέσα στην καμπύλη.

Σε ένα καμπύλο τρίμα της οδού με ακτίνα R , επίκλιση q και πλάτος οδοστρώματος b , έχομε, σύμφωνα με τα προηγούμενα, δύο βασικούς περιορισμούς.

α) Το μήκος S της κλωθοειδούς (παράγρ. 5.1.2) πρέπει να είναι μεγαλύτερο ή ίσο από το λόγο A_{\min}^2 / R

$$\text{Δηλαδή: } S \geq \frac{A_{\min}^2}{R}$$

για να εξασφαλίζεται η άνεση των επιβατών και

β) το μήκος S' της καμπύλης (παράγρ. 5.1.5) πρέπει να είναι μεγαλύτερο ή ίσο από το λόγο $bq / 2K$ για να εξασφαλίζεται η απόσβεση της επικλίσεως.

$$\text{Δηλαδή: } S' \geq \frac{b \cdot q}{2K}$$

Επειδή δεχθήκαμε ότι το S' βρίσκεται ολόκληρο μέσα στην καμπύλη, θα πρέπει να δεχθούμε ότι:

$$S \geq S'$$

Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να διαλέξουμε μία κλωθοειδή που το μήκος της S πρέπει να είναι μεγαλύτερο ή ίσο από το απαιτούμενο S' για την απόσβεση της επικλίσεως.

Στις μελέτες, για να απλωποιήσουμε τους υπολογισμούς, εκλέγομε πάντα ένα $S \geq S'$, αλλά δεχόμαστε ότι η θέση II (σχ. 5.1η) είναι στην αρχή του S . Δηλαδή τη θέση του S' την παίρνει το S .

Παράδειγμα.

Δίνονται:	Ταχύτητα μελέτης: $V = 80 \text{ km/h}$
	Πλάτος οδοστρώματος: $b = 7,50 \text{ m}$
	Μέγιστη επίκλιση: $q_{\max} = 8\%$
	Ακτίνα καμπυλότητας: $R = 300 \text{ m}$

Ζητούνται:	α) Το ελάχιστο μήκος κλωθοειδούς S β) Το ελάχιστο μήκος αποσβέσεως της επικλίσεως S' .
------------	---

Λύση.

Έχομε:

$$A_{\min} = 0,17 \sqrt{V^3} = 0,17 \sqrt{80^2} = 121,64$$

$$\text{ελαχ. } S = \frac{A_{\min}^2}{R} = \frac{121,64^2}{300} = 49,32 \text{ m}$$

β) Για $V = 80$ και $R = 300$, από τον Πίνακα 5.1.2 έχομε και $q = 0,059$.

Επίσης για $V = 80$, από τον Πίνακα 5.1.3 έχομε και $K = 1/200$

οπότε:

$$\text{ελάχ. } S' = \frac{b \cdot q}{2K} = \frac{7,50 \times 0,059}{2 \times \frac{1}{200}} = 44,25 \text{ m}$$

Είναι $S > S'$.

Για να έχουμε $S = S'$ πρέπει το S' να μεγαλώσει και να γίνει $S' = S = 49,32 \text{ m}$. Τότε η κλίση K θα μικρύνει και θα γίνει:

$$K = \frac{bq}{S} = \frac{7,50 \times 0,059}{49,32} = 0,00897 = \frac{1}{111}$$

Αν στο παραπάνω παράδειγμα ήταν $S < S'$ τότε, αντί για S θα παίρναμε την τιμή του S' . Δηλαδή παίρνομε πάντοτε για τιμή του S τη μεγαλύτερη από τις δύο τιμές S και S' .

Αυτή είναι η οριακή τιμή του S για να εξασφαλίζεται η άνεση και η απόσβεση της επικλίσεως. Το S δεν είναι υποχρεωτικό. Όταν οι συνθήκες το επιτρέπουν μπορούμε να πάρουμε για S οποιαδήποτε τιμή μεγαλύτερη από την οριακή. Αυτό μας το καθορίζει η εκτροπή, όπως θα δούμε αμέσως παρακάτω.

5.1.7 Η εκτροπή ε του κύκλικου τόξου από την εφαπτόμενη.

Η παρεμβολή των καμπυλών προσαρμογής (κλωθοειδών) μεταξύ των αρχικών ευθυγραμμιών και του κεντρικού κυκλικού τόξου Ω' , έχει ως συνέπεια την απομάκρυνση του τόξου αυτού από τις ευθυγραμμίες σε ορισμένη κάθε φορά απόσταση.

Οι εφαπτόμενες επομένως της περιφέρειας του κύκλου, οι αγόμενες παράλληλα με τις αρχικές ευθυγραμμίες, θα απέχουν κάθε φορά απόσταση ϵ από αυτές (σχ. 5.1α).

$$\text{Η απόσταση } \epsilon \text{ δίνεται από τον τύπο: } \epsilon \simeq \frac{S^2}{24 \cdot R}$$

όπου: S είναι το μήκος της καμπύλης συναρμογής και R η ακτίνα του κυκλικού τόξου.

Από την παραπάνω σχέση φαίνεται ότι για την ίδια ακτίνα η εκτροπή ϵ από την εφαπτόμενη είναι ανάλογη με το τετράγωνο του μήκους της κλωθοειδούς. Αποδεικνύεται ακόμη (με ανώτερα μαθηματικά) ότι για την εκτροπή ϵ αληθεύουν οι σχέσεις:

$$\epsilon = \frac{1}{4} \gamma_2 \quad \text{και} \quad \epsilon = 2\gamma_E$$

όπου: $\gamma_2 = h$ η τεταγμένη στο τέλος της κλωθοειδούς (δηλαδή στο Ω) και γ_E η τεταγμένη του μέσου της κλωθοειδούς (δηλαδή στο E).

Στο σχήμα 5.1ιβ δείχνεται ότι η ίδια εκτροπή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κύκλους με διαφορετική ακτίνα (και διαφορετικό μήκος S κλωθοειδούς).

Στο σχήμα 5.1ιγ φαίνεται ο τρόπος με τον οποίο συνδυάζεται ένας κύκλος ακτί-

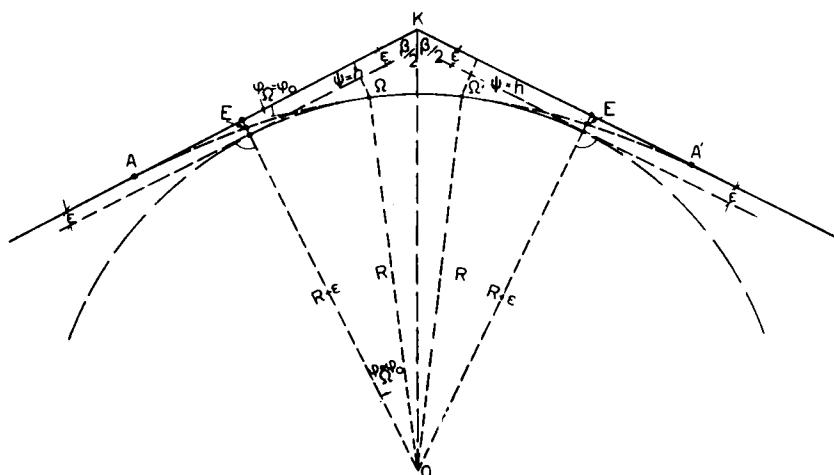
νας R με διάφορες εκτροπές (και επομένως διάφορα μήκη S).

Από τη σχέση:

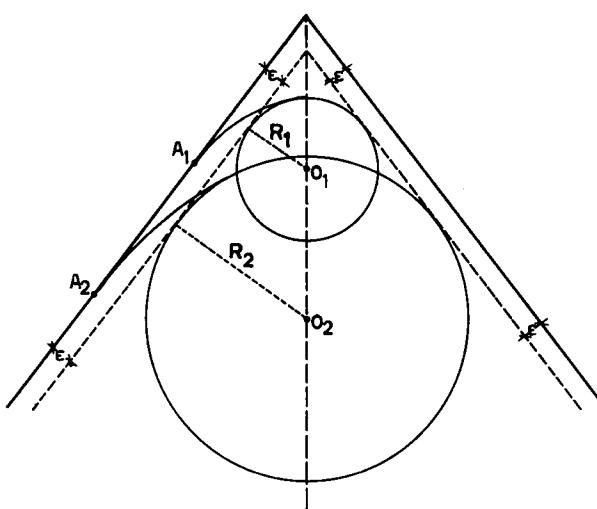
$$\epsilon \simeq \frac{S^2}{24 \cdot R}$$

υπολογίζομε κάθε φορά την τιμή της εκτροπής ε αφού είναι, σύμφωνα με τα προηγούμενα, γνωστές οι τιμές των S και R .

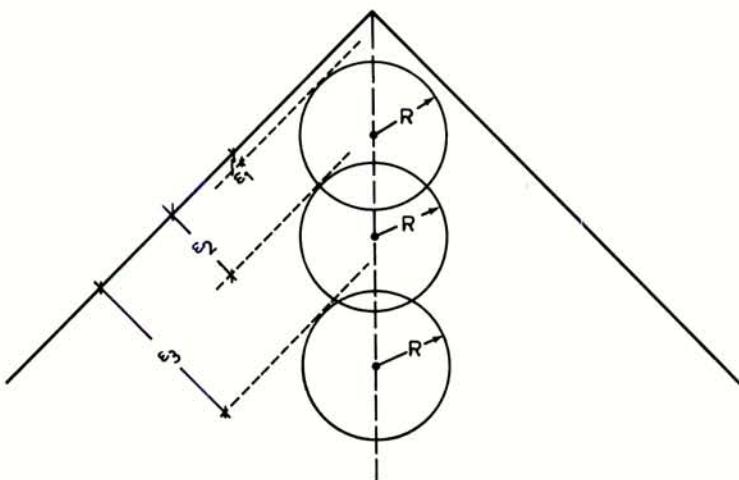
Στους πίνακες του καθηγητή Δ. Χατζηνικολή οι τιμές που παίρνει η εκτροπή ε είναι: 0,30, 0,60, 0,90, 1,20, 1,80, 2,40 και 3,00 m, ενώ στους πίνακες του καθηγητή Α. Γιώτη η τιμή της εκτροπής υπολογίζεται με ακρίβεια σε κάθε περίπτωση.



Σχ. 5.1α.



Σχ. 5.1β.



Σχ. 5.1γ.

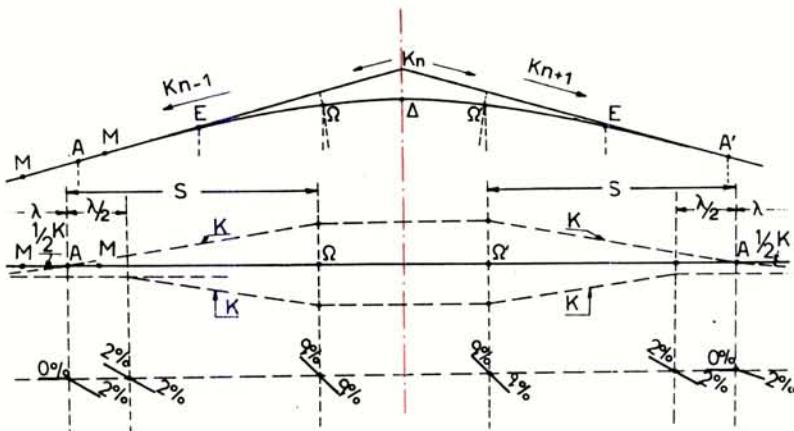
5.1.8 Υπολογισμός της επικλίσεως σε τυχαία θέση του άξονα της οδού.

Για να εξασφαλίσουμε τη σύμπτωση των μηκών S και S' και με τη βοήθεια του σχήματος 5.1ιδ μπορούμε εύκολα με στροφή γύρω από τον άξονα να καθορίσουμε την τιμή της επικλίσεως σε οποιοδήποτε σημείο M του άξονα της οδού.

Για το σκοπό αυτό διακρίνομε τις παρακάτω περιπτώσεις:

a) Το σημείο M βρίσκεται πάνω στην ευθυγραμμία και σε απόσταση x από το σημείο A (ή A').

Θεωρούμε ότι οι κορυφές K_{n-1} και K_{n+1} είναι αρκετά απομακρυσμένες από το K_n για να μην επηρεάζεται το σημείο M από αυτές (σχ. 5.1ιδ).



Σχ. 5.1δ.

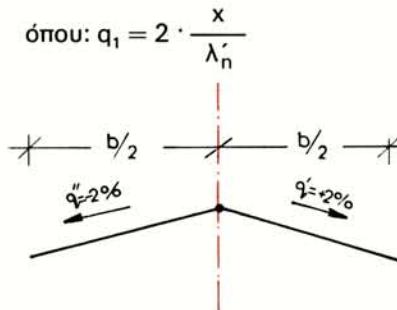
Στην περίπτωση αυτή κατ' αρχήν συγκρίνομε τα μήκη x και λ_n' .

Αν $x > \lambda_n'$ τότε η διατομή του οδοστρώματος, θα είναι δικλινής με κλίση και από τις δύο μεριές του άξονα $q' = + 2\%$ και $q'' = - 2\%$ σύμφωνα με τα γνωστά (σχ. 5.1ie).

Αν $x < \lambda_n'$ τότε:

Επίκλιση εσωτερικού τμήματος: $q' = \pm 2\%$

Επίκλιση εξωτερικού τμήματος: $q'' = (\pm 2, \pm q_1)\%$



Σχ. 5.1ie.

Π.χ. για $\lambda_n' = 15$ m, $x = 3$ m, $\lambda_n = 14$ m και καμπύλη δεξιόστροφη θα είναι:

$$(3 < 14) q_1 = 2 \cdot \frac{3}{15} = 0,4\%$$

και επομένως: $q' = + 2\%$, $q'' = - 2 + 0,4 = - 1,6\%$.

β) Το σημείο M βρίσκεται πάνω στην κλωθοειδή δηλαδή μεταξύ των σημείων A και B (ή A και Ω') και σε απόσταση x από το A (ή A').

Στην περίπτωση αυτή αρχικά συγκρίνομε τα μήκη x και $\frac{\lambda_n'}{2}$

Αν $x < \frac{\lambda_n'}{2}$, τότε το εσωτερικό τμήμα λαμβάνει πάλι επίκλιση $q' = \pm 2\%$, ενώ το εξωτερικό $q'' = \pm q \frac{x}{S'}$.

Αν $x > \frac{\lambda_n'}{2}$, τότε θα έχουμε ενιαία επίκλιση των δύο τμημάτων του οδοστρώματος, η οποία δίνεται από την σχέση:

$$q' = q'' = \pm q \frac{x}{S'}$$

Π.χ. για $q = + 7,3\%$, $S' = 41,8$ m, $\lambda_n' = 12$ m, $x = 4,50$ m και καμπύλη αριστερόστροφη θα έχουμε:

$$4,50 < \frac{12}{2} = 6$$

άρα: επίκλιση εσωτερικού τμήματος: $q' = -2\%$

$$\text{επίκλιση εξωτερικού τμήματος: } q'' = -7,3 \times \frac{4,50}{41,8} = -0,8\%$$

$$\text{επίκλιση εξωτερικού τμήματος: } q'' = -7,3 \times \frac{4,50}{41,8} - 0,8\%$$

γ) Το σημείο M βρίσκεται πάνω στο κεντρικό κυκλικό τόξο, δηλαδή μεταξύ των σημείων Ω και Ω' .

Στην περίπτωση αυτή η επίκλιση των δύο τμημάτων του οδοστρώματος θα είναι πάλι ενιαία και δίνεται από τη σχέση:

$$q' = q'' = \pm q$$

Παρατηρήσεις:

1) Το πρώτο από τα δύο σημεία λαμβάνεται σε περίπτωση δεξιόστροφης καμπύλης και το δεύτερο σε περίπτωση αριστερόστροφης.

2) Δεξιόστροφη ή αριστερόστροφη χαρακτηρίζεται μία καμπύλη, όταν ο οδηγός του οχήματος που κινείται πάνω σε αυτή υποχρεώνεται να στρέψει το πηδάλιο αντίστοιχα δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα.

3) Εσωτερικό ή εξωτερικό καλείται το τμήμα εκείνο του οδοστρώματος, που βρίσκεται αντίστοιχα, στο εσωτερικό ή εξωτερικό μέρος της καμπύλης.

5.1.9 Η διαπλάτυνση του οδοστρώματος στις καμπύλες.

Όταν το όχημα διαγράφει καμπύλη, καταλαμβάνει πλάτος οδοστρώματος μεγαλύτερο από εκείνο, που καταλαμβάνει στην ευθυγραμμία (παράγρ. 3.1).

Αυτό συμβαίνει γιατί οι πίσω τροχοί διαγράφουν τροχιά εσωτερικώς από την τροχιά των πρόσθιων τροχών.

Στα καμπύλα, επομένως, τμήματα της οδού το οδόστρωμα πρέπει να λαμβάνει μεγαλύτερο πλάτος, το οποίο ονομάζεται **διαπλάτυνση** του οδοστρώματος στις καμπύλες.

Άλλος λόγος που συνηγορεί για τη **διαπλάτυνση**, είναι ότι, όταν το όχημα κινείται πάνω σε καμπύλη, απαιτείται ο οδηγός να έχει μεγαλύτερη επιδεξιότητα για να κρατηθεί το όχημα στην προδιαγραμμένη γι' αυτό τροχιά.

Επίσης, ένας ακόμα λόγος είναι ότι, όταν τα οχήματα διασταυρώνονται στις καμπύλες, επιβάλλεται μεγαλύτερη απόσταση ασφάλειας μεταξύ τους.

Υστερά από τα παραπάνω επιβάλλεται ο καθορισμός τόσο του αναγκαίου κάθε φορά μεγέθους της διαπλατύνσεως της, όσο και του νόμου μεταβολής της θέσεως της.

1) Μέγεθος διαπλατύνσεως.

Όπως γνωρίζομε (παράγρ. 3.1), κύριοι παράγοντες καθορισμού της απαιτούμενης διαπλατύνσεως δείναι η απόσταση L των αξόνων των τροχών (εμπρός και πίσω) και η ακτίνα της διαγραφόμενης καμπύλης.

Έτσι για μια τροχιά, σύμφωνα με τα γνωστά, αληθεύει η σχέση:

$$\delta = R - \sqrt{R^2 - L^2}$$

Για η τροχιές θα αληθεύει προφανώς η ανάλογη σχέση:

$$\delta = n \left(R - \sqrt{R^2 - L^2} \right)$$

Η σχέση αυτή παρέχει τη θεωρητική τιμή της διαπλατύνσεως και είναι ανεξάρτητη από την ταχύτητα του οχήματος. Εμπειρικά όμως έχει διαπιστωθεί ότι για μεγαλύτερη ταχύτητα απαιτείται μεγαλύτερη διαπλάτυνση του οδοστρώματος.

Έτσι στη θεωρητική τιμή της διαπλατύνσεως που προκύπτει πρέπει να προστίθεται και ο εμπειρικός όρος:

$$\frac{V}{10 \cdot \sqrt{R}}$$

Επειδή όμως είναι παραδεκτό ότι κατά προσέγγιση αληθεύει η σχέση:

$$R \approx 0,05 \cdot V^2$$

ο παραπάνω όρος λαμβάνεται με σταθερή τιμή 0,45 όπως παρακάτω:

$$\frac{V}{10 \cdot \sqrt{R}} = \frac{V}{10 \cdot \sqrt{0,05 \cdot V^2}} = \frac{1}{\sqrt{5}} \approx 0,45 \text{ m}$$

Όσον αφορά το μήκος L του οχήματος, αυτό λαμβάνεται ίσο με 7,00 m, αφού μεγαλύτερα μήκη (π.χ. $L = 10$ ή 12 m) είναι ασυνήθιστα στην κυκλοφορία και η παραδοχή τους θα είχε σαν αποτέλεσμα υπερβολικές διαπλατύνσεις.

Στο τεύχος 103/1 **Διαμορφώσεις διατομών ελληνικών οδών**, για δύο λωρίδες κυκλοφορίας και με ανοικτές καμπύλες οδών, προβλέπονται οι διαπλατύνσεις που δίνει ο Πίνακας 5.1.5.

Οι παραπάνω τιμές διαπλατύνσεως ισχύουν, όπως είπαμε, για ανοικτές καμπύλες. Για ανακάμπτοντες ελιγμούς και διασταυρώσεις οδών ισχύουν άλλες βασικές αρχές.

Ιδιαίτερες απαιτήσεις διαπλατύνσεων επιβάλλουν επίσης τα πολύ επιμήκη οχήματα.

Σε οδούς πλάτους οδοστρώματος 7,00 m και πάνω, δεν απαιτούνται διαπλατύνσεις.

Τέλος σε οδούς με πλάτος οδοστρώματος 6,50 m και ακτίνες καμπυλών μεγαλύτερες από τα 175 m δεν απαιτείται διαπλάτυνση.

2) Νόμος μεταβολής και θέση διαπλατύνσεως.

Η διαπλάτυνση του οδοστρώματος επιτυγχάνεται, γενικά με μετάθεση της εσωτερικής οριογραμμής του οδοστρώματος προς το εσωτερικό της καμπύλης (εφ' όσον συμβαίνει να είναι $S < 35$ m).

Η μετάθεση της εσωτερικής οριογραμμής επιτυγχάνεται προοδευτικά. Αρχίζει λίγο από την αρχή της κλωθοειδούς και λαμβάνει τη μέγιστη τιμή στο τέλος της, δηλαδή στην αρχή του κυκλικού τόξου.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1.5

Τιμών διαπλάτυνσεων για ανοικτές καμπύλες οδών

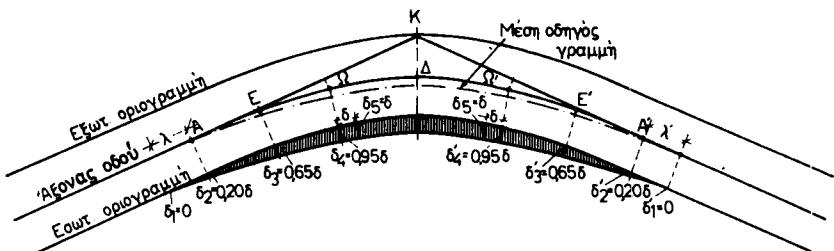
Ακτίνα καμπύλης m	Διαπλάτυνση σε m για πλάτος δύο λωρίδων κυκλοφορίας			
	6,00 m	6,50 m	7,00 m	7,50 m
1165	0,30	0,00	0	0
875	0,45	0,00	0	0
580	0,60	0,00	0	0
435	0,60	0,30	0	0
350	0,60	0,30	0	0
290	0,60	0,30	0	0
250	0,75	0,45	0	0
220	0,75	0,45	0	0
195 - 175	0,75	0,45	0	0
160 - 135	0,90	0,60	0,30	-
125 - 100	0,90	0,60	0,30	-
100 - 85	1,10	0,75	0,45	-
80 - 70	1,20	0,90	0,60	-

Σημείωση: Για ταχύτητες μελέτης 40 και 30 km/h και για ακτίνες κάτω από 70 m, η διαπλάτυνση δ στρογγυλευόμενη ανά 10 cm θα υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\delta = \frac{36}{R} + \frac{4}{\sqrt{R}} = 4 \left(\frac{9 + \sqrt{R}}{R} \right)$$

Με την προοδευτική μετάθεση της εσωτερικής οριογραμμής του οδοστρώματος προς τα μέσα επιτυγχάνεται καμπύλη (νέα εσωτερική οριογραμμή) ομαλή και χωρίς θλάσεις.

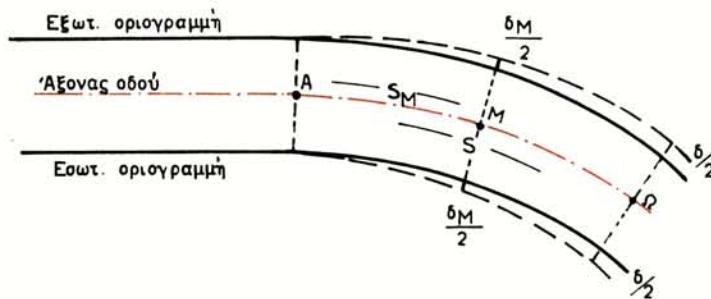
Η μεταβολή της διαπλατύνσεως καθορίζεται πρακτικά σύμφωνα με το σχήμα 5.1ιστ.



Σχ. 5.1ιστ.

Στις καμπύλες με απλό κυκλικό τόξο, χωρίς δηλαδή κλωθοειδές, το σύνολο της διαπλατύνσεως πρέπει να δίνεται πάντοτε προς το εσωτερικό πάλι της καμπύλης όπως παραπάνω.

Στις καμπύλες όμως με κλωθοειδή συναρμογή, όπου $S > 35$ m, πρέπει να εφαρμόζεται μισό στην εσωτερική και μισό στην εξωτερική τροχιά (σχ. 5.1ις).



Σχ. 5.1ιζ.

Και στις δύο περιπτώσεις, η σήμανση της κεντρικής γραμμής πρέπει να γίνεται στο μέσο του οδοστρώματος που πλατύνθηκε και η καμπύλη αποσβέσεως της διαπλατύνσεως να ακολουθεί πολύ ομαλή καμπύλη, χωρίς αιχμές στην αρχή και στο τέρμα της.

Πρακτικά χρησιμοποιούνται διαπλατύνσεις μεγέθους 0,50 m και πάνω.

Η διαπλάτυνση δ_M σε τυχαία θέση M της καμπύλης (σχ. 5.1ιζ) δίνεται από τη σχέση:

$$\frac{\delta_M}{2} = \frac{\delta}{2} (4 \cdot j^3 - 3 \cdot j^4)$$

$$\text{όπου: } j = \frac{S_M \text{ (μήκος από την αρχή της κλωθοειδούς)}}{S \text{ (ολικό μήκος της κλωθοειδούς)}}$$

Παράδειγμα 1.

Δίνονται: $b = 6,00 \text{ m}$, $R = 100 \text{ m}$, $S = 26,84 \text{ m}$ και $S_M = 10,00 \text{ m}$.

Ζητείται η διαπλάτυνση στη θέση M.

Λύση.

Επειδή $S = 26,84 < 35 \text{ m}$, άρα ολόκληρη η διαπλάτυνση είναι προς το εσωτερικό.

Για $b = 6,00 \text{ m}$ και $R = 100 \text{ m}$ από τον πίνακα βρίσκομε $\delta = 1,00 \text{ m}$

$$\text{επειδή } \frac{26,84}{2} = 13,42 > 10 \quad \text{άρα το M βρίσκεται μεταξύ των A και E.}$$

Υστερα από αυτά:

$$j = \frac{S_M}{S} = \frac{10}{26,84} = 0,372$$

$$\text{και } \delta_M = \delta (4 \cdot j^3 - 3 \cdot j^4) = 1,00 (4 \times 0,372^3 - 3 \times 0,372^4) = 0,15 \text{ m}$$

Παράδειγμα 2.

Δίνονται: $b = 6,00 \text{ m}$, $R = 70 \text{ m}$, $S = 44,98 \text{ m}$ και $S_M = 10,00 \text{ m}$.

Ζητείται η διαπλάτυνση στη θέση M.

Λύση.

Για $b = 6,00 \text{ m}$ και $R = 70 \text{ m}$ από τον πίνακα βρίσκεται ότι $\delta = 1,20 \text{ m}$. Επειδή $S = 44,98 > 35$, άρα η διαπλάτυνση κατά το ήμισυ εσωτερικώς είναι:

$$\frac{\delta_M}{2} = \delta/2 (4j^3 - 3j^4) \quad \text{όπου} \quad \delta = 1,20 \quad \text{και} \quad j = \frac{S_M}{S} = \frac{10}{44,98} \simeq 0,20$$

$$\text{με αντικατάσταση: } \frac{\delta_M}{2} = \frac{1,20}{2} (4 \times 0,20^3 - 3 \times 0,20^4) = 0,02 \text{ m.}$$

5.2 Υψομετρικός καθορισμός της οδού.

5.2.1 Γενικά.

Η κατά μήκος κλίση των διαφόρων τμημάτων της οδού εξαρτάται κυρίως από τη μορφολογία του εδάφους, από το οποίο διέρχεται και με την οποία μορφολογία πρέπει και να προσαρμοσθεί η οδός.

Η προσαρμογή γίνεται με τον υψομετρικό καθορισμό του άξονα της οδού, ο οποίος πρέπει να εξασφαλίζει τις παρακάτω βασικές συνθήκες:

- α) Δυνατότητα κινήσεως, διευκόλυνση αυτής και ασφάλεια.
- β) Ελάττωση, όσο μπορεί, του μήκους της οδού.
- γ) Ελάχιστη δυνατή δαπάνη κατασκευής και συντηρήσεως.
- δ) Οικονομικότητα των μεταφορών.

Η πλήρης και σύγχρονη ικανοποίηση και των τεσσάρων συνθηκών δεν είναι δυνατή. Αυτό είναι φυσικό, γιατί για να ικανοποιηθεί απόλυτα η δεύτερη παραδείγματος χάρη συνθήκη θα πρέπει η κατά μήκος κλίση της οδού να παίρνει τιμές όσο το δυνατόν μεγαλύτερες. Αυτό όμως έρχεται σε αντίθεση με την πρώτη συνθήκη, η οποία για να ικανοποιηθεί απόλυτα, απαιτεί μηδενική κλίση της οδού.

Ακόμα, η παραδοχή πολύ μεγάλων κλίσεων έχει σαν αποτέλεσμα την ελάττωση της ταχύτητας και επομένως την αύξηση των δαπανών μεταφοράς (τέταρτη συνθήκη).

Για να ικανοποιηθεί π.χ. η τρίτη συνθήκη, πρέπει όμοια ο άξονας της οδού να προσαρμοσθεί όσο το δυνατόν περισσότερο με το έδαφος, δηλαδή ο αριθμός των κορυφών της πολυγωνικής (δηλαδή των τομών των ευθυγραμμιών) να αυξηθεί, οι ακτίνες να ελαττωθούν και η κατά μήκος κλίση να αυξηθεί. Αυτό όμως έρχεται σε αντίθεση με τη δεύτερη και τέταρτη συνθήκη.

Είναι λοιπόν φανερό ότι η πλήρης ικανοποίηση και των τεσσάρων παραπάνω συνθηκών δεν είναι δυνατή.

Επομένως, καταλληλότερη κρίνεται εκείνη η οποία ικανοποιεί πληρέστερα τις περισσότερες από τις συνθήκες.

5.2.2 Μέγιστη κατά μήκος κλίση.

Τα αυτοκίνητα επειδή διαθέτουν περίσσεια ελκτική δύναμη, μπορούν κάτω από κανονικές συνθήκες να υπερνικούν ισχυρές ανωφέρεις (25% ως 30%).

Όμως δεν συνιστάται η παραδοχή υπερβολικά μεγάλων κλίσεων, γιατί:

- α) Στις ανωφέρεις η τριβή του οδοστρώματος αυξάνει σημαντικά, ενώ στις Ι-

σχυρές κατωφέρεις, επειδή επιβάλλεται τροχοπέδηση, καταπονείται εκτός από το οδόστρωμα και το αυτοκίνητο. Υπάρχει επομένως ο κίνδυνος να παρασυρθεί το όχημα όταν τα φρένα είναι ελαττωματικά.

β) Τα αυτοκίνητα δεν έχουν όλα την ίδια δύναμη. Τα μικρά επιβατηγά αυτοκίνητα π.χ. δεν είναι τόσο ισχυρά, ώστε να υπερνικούν μεγάλες ανωφέρεις, και μάλιστα μεγάλου μήκους.

γ) Όταν κινούνται πάνω σε τμήματα με ισχυρές ανωφέρεις, εφ' όσον τα μήκη τους είναι κάπως σημαντικά, οι οδηγοί αναγκάζονται με τη χρησιμοποίηση του μηχανισμού αλλαγής ταχυτήτων, να οδεύουν με σημαντικά ελαττωμένη ταχύτητα, πράγμα που έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της μέσης ταχύτητας πορείας.

δ) Σε μεγάλες ανωφέρεις, σε περίοδο μάλιστα υγρασίας ή παγετού, η πρόσφυση μεταξύ οδοστρώματος και επισώτρων ελαττώνεται σε βαθμό, ώστε πολλές φορές να γίνεται αδύνατη η προώθηση.

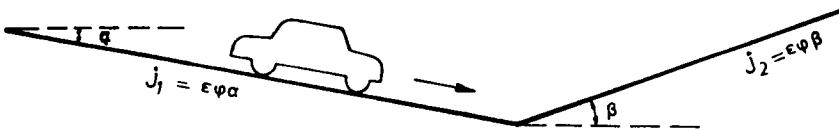
Για τους λόγους αυτούς, επιδιώκομε να μη δημιουργούμε πολύ μεγάλες κλίσεις αν και η χρησιμοποίησή τους οδηγεί σε σημαντική ελάττωση του μήκους της οδού, και της δαπάνης κατασκευής και συντηρήσεώς της.

Στην Ελλάδα, ανάλογα με την κατηγορία και τον τύπο της οδού που είναι για μελέτη, ορίζονται τα μέγιστα όρια των κατά μήκος κλίσεων κάθε μιάς (πίνακας 5.2.1).

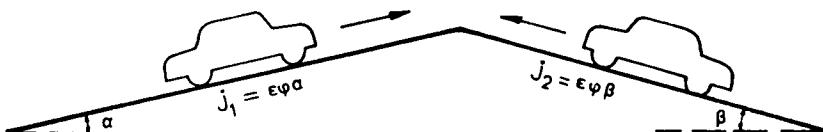
Η μικρή ταχύτητα περιόριζε σημαντικά τους κινδύνους από τις κρούσεις των οχημάτων, από την απότομη μεταβολή της κλίσεως (σχ. 5.2α) και τις συγκρούσεις (σχ. 5.2β).

5.2.3 Συναρμογές των ευθυγραμμιών της κατά μήκος τομής της οδού.

Πριν εμφανισθεί το αυτοκίνητο, η σύνθεση της μηκοτομής της οδού από ευθύγραμμο μόνο τμήμα δεν παρουσίαζε κανένα μειονέκτημα, γιατί τα οχήματα που κυκλοφορούσαν τότε είχαν μικρή ταχύτητα.



Σχ. 5.2α.



Σχ. 5.2β.

Σήμερα όμως, που η κυκλοφορία του αυτοκινήτου έχει αυξηθεί σημαντικά και η μέση ταχύτητά του αυξάνεται συνεχώς, είναι αναγκαία η πρόβλεψη καμπυλών προς συναρμογή των ευθυγράμμων τμημάτων.

Ως καμπύλη συναρμογής χρησιμοποιείται το απλό κυκλικό τόξο.

Διακρίνομε τις ακόλουθες δύο περιπτώσεις:

1) Περίπτωση κοίλης καμπύλης.

Το κυκλικό τόξο (σχ. 5.2γ) αποσκοπεί στο να αποφεύγουν τα οχήματα της κρούσεις.

Από το σχήμα σύμφωνα με τα γνωστά, έχομε:

$$t = R \cdot \epsilon\phi \frac{\Phi}{2} \quad \text{και}$$

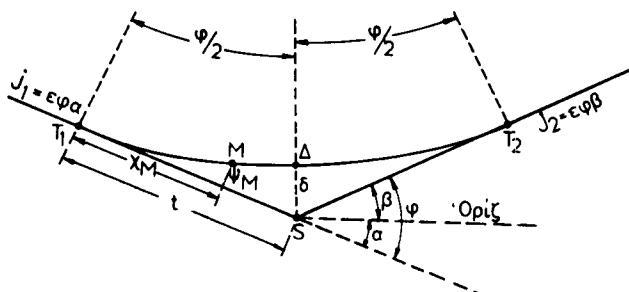
$$\epsilon\phi \frac{\Phi}{2} = \epsilon\phi \frac{\alpha + \beta}{2} \simeq \frac{1}{2} \epsilon\phi (\alpha + \beta) \simeq \frac{1}{2} \epsilon\phi\alpha + \frac{1}{2} \epsilon\phi\beta = \frac{1}{2} (j_1 + j_2)$$

οπότε:

$$t = \frac{R}{2} (j_1 + j_2)$$

και

$$\delta = \frac{t^2}{2R}$$



Σχ. 5.2γ.

Για οποιοδήποτε σημείο M θα έχομε:

$$\Psi_M = \frac{x_M^2}{2R}$$

Από τα παραπάνω φαίνεται καθαρά ότι για να καθορίσουμε κάθε φορά τις τιμές t , δ και Ψ_M επιβάλλεται να καθορίσουμε την τιμή R .

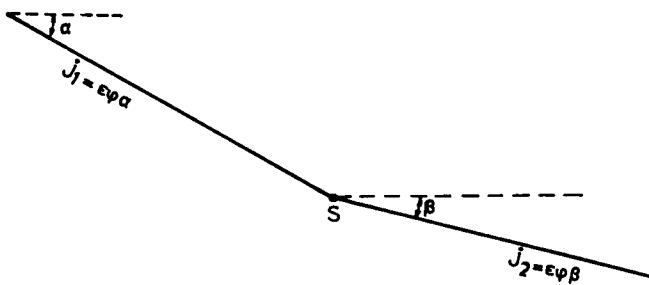
Η τιμή της ακτίνας R του κυκλικού τόξου συναρμογής των ευθυγραμμιών της κατά μήκος τομής της οδού, εξαρτάται αμέσως από την ταχύτητα των οχημάτων, δηλαδή από την κατηγορία και τον τύπο της οδού που μελετάται.

Πέρα από τις παραπάνω περιπτώσεις, σύμφωνα με την οποία ο πρώτος κλάδος κατέρχεται και ο δεύτερος ανέρχεται, κοίλη καμπύλη εμφανίζεται και στις δύο περιπτώσεις:

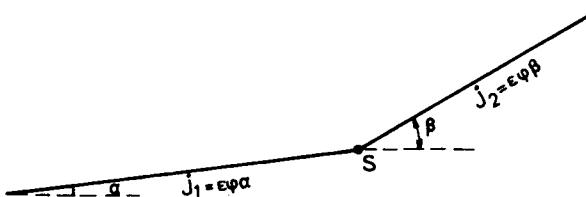
a) Όταν και οι δύο κλάδοι κατέρχονται, αλλά ο δεύτερος με κλίση $j_2 < j_1$ (σχ. 5.2δ).

Αποδεικνύεται, όπως παραπάνω, ότι στην προκειμένη περίπτωση:

$$t = \frac{R}{2} (j_1 - j_2)$$



Σχ. 5.2δ.



Σχ. 5.2ε.

β) Όταν και οι δύο κλάδοι ανέρχονται, αλλά ο δεύτερος με κλίση $j_2 < j_1$ (σχ. 5.2ε).

Όμοια αποδεικνύεται ότι:

$$t = \frac{R}{2} (j_2 - j_1)$$

Σε όλες γενικώς τις περιπτώσεις θα είναι:

$$\delta = \frac{t^2}{2 R}$$

2) Περίπτωση κυρτής καμπύλης.

Στην περίπτωση αυτή, όπου η καμπύλη συναρμογής στρέφει την κυρτότητά της προς τα άνω, είναι ανάγκη να εξασφαλισθεί η απαιτούμενη ορατότητα.

Για το σκοπό αυτό πρέπει να εκλέγεται κάθε φορά μια ακτίνα R μεγαλύτερη από ένα ελάχιστο όριο, R_{min} .

Η τιμή R_{min} εξαρτάται πάλι από την κατηγορία και τον τύπο της μελετώμενης οδού (πίνακας 5.2.1).

Διακρίνομε τις παρακάτω περιπτώσεις σύμφωνα με τις οποίες έχομε κυρτή καμπύλη:

α) Όταν ο πρώτος κλάδος ανέρχεται και ο δεύτερος κατέρχεται (σχ.5.2στ). Θα είναι:

$$t = \frac{R}{2} (j_1 + j_2)$$

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2.1.

Κατηγορίες και τύποι ελαρματών οδών. Βασικά γεωμετρικά στοιχεία μελέτης.

Κατηγορίες οδών	Τύπος σόφοι			Κατηγορίες κυριοτέρων απιθήσιων κυριοτήπων			Τάξητρα πλάτης τροχιών αεροπορίας			Τάξητρα πλάτης τροχιών αεροπορίας			Επιδότηρη έπιπλων ελαρμάτων			Επιδότηρη ακτιβα κολύνης κατημύγκης			Επιδότηρη ακτιβα κοπής κατημύγκης			Επιδότηρη ακτιβα κοπής κατημύγκης						
	Τύπος οδών	Α	Β	Γ	Α	Β	Γ	Α	Β	Γ	Α	Β	Γ	Α	Β	Γ	Α	Β	Γ	Α	Β	Γ	Α	Β	Γ	Α	Β	Γ
Αυτοκινητόδρομοι	I	A	B	C	4 και άνω	3,75	3,25	120	100	80	73	64	6%	500	350	200	3 - (4)%	16000	8000	200	200	150	110	150	8000	5000	4000	
Πρωτεύον δίκτυο εθνικών οδών	II	B	C	D	2	3,75	3,00	100	80	65	64	55	6%	350	200	140	3 - (5,5)%	9000	5000	2500	5000	4000	2500	110	4000	2500	2000	
Δευτερεύον δίκτυο εθνικών οδών	III	C	D	E	2	3,75	3,00	80	65	50	44	36	6%	200	140	75	5 - (6)%	5000	2500	1500	4000	2500	2000	1200	110	2500	2000	60
Δίκτυο επαρχιακών οδών	IV	D	E	Z	2	3,00*	2,75	65	50	40	36	30	8%	140	75	50	5 - (7)%	5000	2500	1000	4000	2500	2000	1200	800	1500	1000	50

Σημείωση: 1) Οι μέγιστες κλίσεις που είναι μέσα σε παρένθεση εφαρμόζονται σε εξαιρετικά δυσχερή τημάτα οδού.

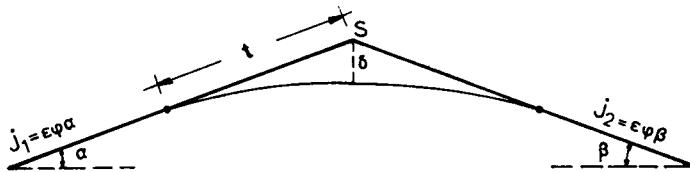
2) Γενικά οι μέγιστες κλίσεις εφαρμόζονται σε όσο το δυνατόν περιορισμένο μήκος.

3) * Για διατομές μιας μόνι τροχής κυκλοφορίας το πλάτος της είναι 3,50 μ.

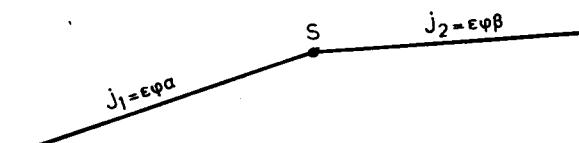
4) ** Μόνο σε απόλυτα εξαιρετικές περιπτώσεις και ύστερα από ειδική έγκριση μέχρι 10%.

β) Όταν και οι δύο κλάδοι ανέρχονται, αλλά ο πρώτος με κλίση μεγαλύτερη από το δεύτερο, δηλαδή $j_1 > j_2$ (σχ. 5.2 ζ) Θα είναι:

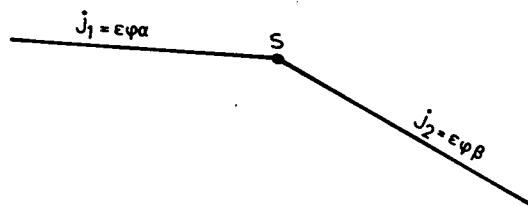
$$t = \frac{R}{2} (j_1 - j_2)$$



Σχ. 5.2στ.



Σχ. 5.2ζ.



Σχ. 5.2η.

γ) Όταν και οι δύο κλάδοι κατέρχονται, αλλά ο πρώτος με κλίση μικρότερη από το δεύτερο, δηλαδή $j_1 < j_2$ (σχ. 5.2η), Θα είναι:

$$t = \frac{R}{2} (j_2 - j_1)$$

Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις θα είναι πάλι:

$$\delta = \frac{t^2}{2 R}$$

Γενική παρατήρηση:

Από τα παραπάνω παρατηρούμε ότι: Αν θεωρήσομε τις ανωφέρειες ως θετικές και τις κατωφέρειες ως αρνητικές, η διαφορά $j_1 - j_2$ μας δίνει σε όλες γενικά τις περιπτώσεις την τιμή της εφφ. Για θετική εφφ η μηκοτομή και η καμπύλη προσαρμογής είναι κοίλη.

Παράδειγμα 1.

Δίνονται: $j_1 = 0,03$ ανωφέρεια, $j_2 = 0,06$ κατωφέρεια και $R = 2000$ m. Ζητούνται οι τιμές των t και δ .

Λύση.

Επειδή είναι $j_1 - j_2 = 0,03 - (-0,06) = + 0,09$ έχομε την περίπτωση κυρτής καμπύλης.

Επειδή ακόμη ο πρώτος κλάδος ανέρχεται και ο άλλος κατέρχεται θα έχομε:

$$t = \frac{R}{2} (j_1 + j_2) = \frac{2000}{2} (0,03 + 0,06) = 90 \text{ m}$$

και $\delta = \frac{t^2}{2 R} = \frac{90^2}{2 \times 2000} = 2,02 \text{ m.}$

Παράδειγμα 2.

Δίνονται: $j_1 = 0,073$ κατωφέρεια, $j_2 = 0,013$ κατωφέρεια και $R = 4000$ m.

Λύση.

Επειδή είναι $j_1 - j_2 = - 0,073 - (-0,013) = - 0,060$, άρα έχομε περίπτωση κοίλης καμπύλης.

Επειδή και οι δύο κλάδοι κατέρχονται θα έχομε:

$$t = \frac{R}{2} (j_1 - j_2) = \frac{4000}{2} (0,073 - 0,013) = 120 \text{ m}$$

και $\delta = \frac{t^2}{2 R} = \frac{120^2}{2 \times 4000} = 1,80 \text{ m.}$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

ΤΑ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΧΑΡΑΞΕΩΣ ΤΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ

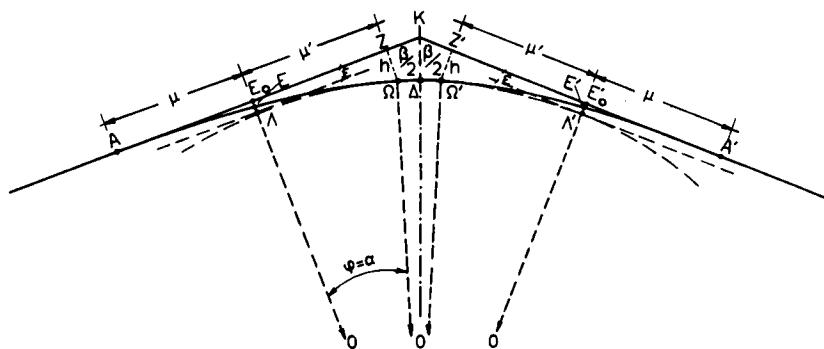
6.1 Καθορισμός των βασικών στοιχείων της χαράξεως. Πίνακες.

Μετά τή μέτρηση της γωνίας β , την εκλογή της ακτίνας R και τον καθορισμό του μήκους της κλωθοειδούς S και της εκτροπής ϵ , όπως αναφέραμε παραπάνω, καθορίζονται τα βασικά στοιχεία χαράξεως της καμπύλης.

Αυτά είναι:

α) Οι ίσες αποστάσεις KE_0 και KE'_0 . Τα σημεία E_0 και E'_0 ορίζονται ως τομές των αρχικών ευθυγραμμιών KA και KA' , με τις αντίστοιχες καθέτους πάνω σ' αυτή από το κέντρο O του κυκλικού τόξου (σχ. 6.1) και είναι:

$$(KE_0) = (KE'_0) = \frac{R}{100} I + IV$$



Σχ. 6.1.

Είναι:

$$\begin{aligned} (KE_0) = (KE'_0) &= (R + \epsilon) \sigma\phi \frac{\beta}{2} = R \cdot \sigma\phi \frac{\beta}{2} + \epsilon \cdot \sigma\phi \frac{\beta}{2} = \\ &= \frac{R}{100} 100 \sigma\phi \frac{\beta}{2} + \epsilon \cdot \sigma\phi \frac{\beta}{2}. \end{aligned}$$

$$\text{Καλούμε } 100 \sigma\phi \frac{\beta}{2} = I \quad \text{και} \quad \epsilon \cdot \sigma\phi \frac{\beta}{2} = IV$$

$$\text{οπότε: } (KE_0) = (KE'_0) = \frac{R}{100} I + IV$$

β) Η απόσταση ΚΔ, μετρούμενη κατά τη διχοτόμο της γωνίας β:

$$(KD) = \frac{R}{100} II + V$$

$$(KD) = (OK) - (O\Delta) = \frac{R + \epsilon}{\eta \mu \frac{\beta}{2}} - R = R - \frac{1}{\eta \mu \frac{\beta}{2}} - 1 + \frac{\epsilon}{\eta \mu \frac{\beta}{2}} \quad \text{ή}$$

$$(KD) = \frac{R}{100} \cdot 100 \cdot \frac{1}{\eta \mu \frac{\beta}{2}} - 1 + \frac{\epsilon}{\eta \mu \frac{\beta}{2}}$$

Καλούμε: $100 - \frac{1}{\eta \mu \frac{\beta}{2}} - 1 = II$ και $\frac{\epsilon}{\eta \mu \frac{\beta}{2}} = V$

οπότε: $(KD) = \frac{R}{100} \cdot II + V$

γ) Οι ίσες αποστάσεις KA – KA':

$$(KA) = \frac{R}{100} I + VI$$

δ) Το ανάπτυγμα (ΑΩΔΩ'Α'):

$$(ΑΩΔΩ'Α') = \frac{R}{100} III + S$$

$$(ΑΩΔΩ'Α') = (\Omega\Delta\Omega' + A\Omega + \Omega'A') \simeq (\Lambda\Omega\Delta\Omega'\Lambda') + (A\Omega - \Lambda\Omega + \Omega'A' - \Omega'\Lambda')$$

$$\begin{aligned} \text{ή } (ΑΩΔΩ'Α') &\simeq (\Lambda\Omega\Delta\Omega'\Lambda') + S = \frac{\pi \cdot R (200 - \beta)}{200} + S = \\ &= \frac{R}{100} \cdot \frac{\pi}{2} (200 - \beta) + S \end{aligned}$$

Καλούμε: $\frac{\pi}{2} (200 - \beta) = III$ οπότε: $(ΑΩΔΩ'Α') = \frac{R}{100} III + S$

ε) Οι ίσες αποστάσεις E₀E και E₀E':

$$(E_0E) = E'_0E' = \Psi_{E_0} = \frac{\epsilon}{2}$$

στ) Οι ίσες αποστάσεις ZΩ και Z'Ω':

$$(ZΩ) = (Z'\Omega') = h = 4 \epsilon$$

Οι συντελεστές I, II,...,IV δίδονται από τους πίνακες του Καθηγητή Δ. Χατζηνικολή σε συνάρτηση με τη γωνία β (I, II, III) ή σε συνάρτηση με τη γωνία β και την εκτροπή ϵ (IV, V) ή σε συνάρτηση με την ακτίνα R και την εκτροπή ϵ (VI).

Για τη μελέτη της χρήσεως των παραπάνω πινάκων, παρατίθεται σελίδα από τους βασικούς πίνακες με την ονομασία πίνακες Β' (Πίνακας 6.1.1).

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1.1

ΠΙΝΑΚΕΣ

Β'

$$\beta = 120^G, 121^G$$

β	I	II	III	β	I	II	III				
120,00	72,654	23,607	125,664	121,00	71,461	22,909	124,093				
10	72,534	23,536	125,507	10	71,342	22,840	123,936				
20	72,415	23,466	125,350	20	71,224	22,772	123,779				
30	72,295	23,396	125,192	30	71,106	22,703	123,622				
40	72,175	23,326	125,035	40	70,987	22,634	123,465				
50	72,056	23,256	124,878	50	70,869	22,566	123,308				
60	71,937	23,186	124,721	60	70,751	22,498	123,150				
70	71,818	23,117	124,564	70	70,634	22,430	122,993				
80	71,699	23,047	124,407	80	70,516	22,362	122,836				
90	71,580	22,978	124,250	90	70,399	22,294	122,679				
IV		VI									
ϵ	β		R	ϵ					V		
	120	121		3,00	2,40	1,80	1,20	0,90	0,60	0,30	
3,0	2,18	2,14	15	—	—	—	—	9,60	7,76	5,41	
2,4	1,74	1,72	20	—	—	—	12,80	11,00	8,90	6,21	20
1,8	1,31	1,29	25	—	—	—	14,23	12,23	9,90	6,92	
1,2	0,87	0,86	30	—	—	19,21	15,51	13,34	10,81	7,56	
0,9	0,65	0,64	35	—	—	20,66	16,69	14,36	11,65	8,15	
0,6	0,44	0,43	40	—	25,61	22,01	17,79	15,33	12,42	8,70	
0,3	0,22	0,21	50	32,01	28,45	24,47	19,80	17,06	13,84	9,70	30
V		60	34,89	31,02	26,69	21,62	18,62	15,12	10,61		
		70	37,53	33,39	28,74	23,28	20,07	16,30	11,44		
ϵ	β		80	39,99	35,58	30,65	24,84	21,41	17,40	12,21	40
	120	121		90	42,30	37,65	32,43	26,29	22,67	18,43	
3,0	3,71	3,69	100	44,49	39,60	34,12	27,67	23,87	19,40	13,63	
2,4	2,97	2,95	125	49,51	44,09	38,00	30,84	26,61	21,64	15,22	
1,8	2,22	2,21	150	54,05	48,15	41,51	33,71	29,09	23,67	16,65	50
1,2	1,48	1,47	175	58,21	51,88	44,74	36,34	31,38	25,53	17,96	
0,9	1,11	1,11	200	62,10	55,34	47,75	38,79	33,50	27,26	19,19	60
0,6	0,74	0,74	250	69,19	61,69	53,24	43,28	37,38	30,43	21,43	70
0,3	0,37	0,37	300	75,59	67,42	58,23	47,33	40,89	33,29	23,45	
			350	81,49	72,69	62,76	51,05	44,11	35,93	25,32	80
			400	86,97	77,58	67,01	54,52	47,11	38,38	27,05	
			450	92,13	82,19	71,00	57,77	49,94	40,68	28,67	
			500	96,99	86,56	74,77	60,87	52,60	42,85	30,22	

Μετά τον υπολογισμό με τη βοήθεια των πινάκων Β' των παραπάνω βασικών στοιχείων της χαράξεως, τα άλλα στοιχεία που απαιτούνται δηλαδή μ , μ' , S , h , (ΑΔΑ) δίδονται, με βάση την ακτίνα R και την εκτροπή ϵ , απ' ευθείας από τους πίνακες Γ' (Πίνακας 6.1.2).

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1.2.

ΠΙΝΑΚΕΣ

Γ'

$R = 90$

ϵ	3,00	2,40	1,80	1,20	0,90	0,60	0,30	0
A	85,270	80,614	74,994	67,738	63,027	56,942	47,871	
s	80,79	72,21	62,49	50,98	44,14	36,03	25,46	
μ	40,12	35,91	31,12	25,42	22,02	17,99	12,72	
μ'	39,05	35,14	30,62	25,15	21,85	17,89	12,69	
h	11,91	9,55	7,17	4,79	3,59	2,40	1,20	
AT	54,44	48,55	41,93	34,13	29,52	24,07	16,99	
X	ψ							
-32	0,01	0,00						
-30	0,02	0,01	0,00					
-28	0,04	0,01	0,00					
-26	0,06	0,02	0,00					
-24	0,10	0,04	0,01	0,00				
-22	0,14	0,07	0,02	0,00	0,00			
-20	0,19	0,10	0,04	0,01	0,00			
-18	0,25	0,15	0,07	0,02	0,01			
-16	0,32	0,20	0,10	0,03	0,01	0,00		
-14	0,41	0,27	0,15	0,05	0,02	0,01		
-12	0,51	0,35	0,21	0,09	0,04	0,01	0,00	
-10	0,63	0,45	0,28	0,13	0,07	0,03	0,00	
-8	0,76	0,56	0,37	0,19	0,12	0,05	0,01	
-6	0,91	0,69	0,47	0,27	0,17	0,09	0,02	
-4	1,08	0,84	0,59	0,36	0,25	0,14	0,05	
-2	1,27	1,00	0,73	0,47	0,34	0,21	0,09	
E = 0	1,48	1,19	0,90	0,60	0,45	0,30	0,15	0,00
+ 1	1,60	1,29	0,98	0,67	0,51	0,35	0,19	0,01
2	1,72	1,40	1,08	0,75	0,58	0,41	0,23	0,02
3	1,84	1,52	1,18	0,84	0,66	0,48	0,28	0,05
4	1,98	1,64	1,29	0,93	0,74	0,55	0,34	0,09
5	2,11	1,77	1,40	1,03	0,83	0,63	0,41	0,14
6	2,26	1,90	1,52	1,13	0,93	0,71	0,48	0,20
7	2,41	2,04	1,65	1,24	1,03	0,80	0,56	0,27
8	2,57	2,18	1,78	1,36	1,14	0,90	0,65	0,36
9	2,73	2,34	1,92	1,49	1,26	1,01	0,75	0,45
10	2,91	2,50	2,07	1,62	1,38	1,13	0,86	0,56

Παράδειγμα.

Δίδονται:

- Η γωνία β μιας κορυφής $\beta = 120,45^\circ$
- Η ακτίνα R $R = 90$ m.
- Η εκτροπή ϵ $\epsilon = 0,90$ m.

Ζητούνται:

Οι συντελεστές I, II, ... VI.

Λύση.

Από τους πίνακες Β' έχομε:

– Για γωνία $\beta = 120,45 \rightarrow I = 72,11, II = 23,28$ και $III = 124,95$

– Για γωνία $\beta = 120,45$ και εκτροπή $\epsilon = 0,90 \rightarrow IV = 0,65, V = 1, 11$

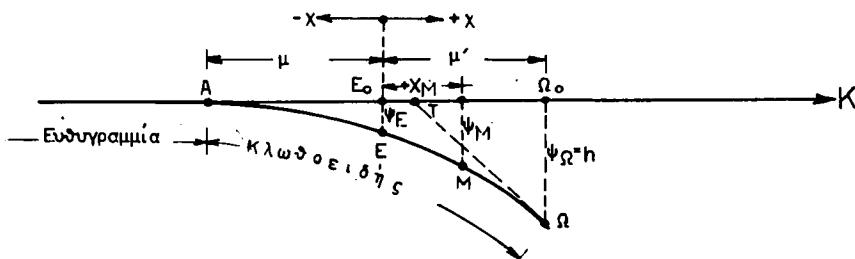
– Για ακτίνα $R = 90$ και εκτροπή $\epsilon = 0,90 \rightarrow VI = 22,67$

Από τους πίνακες Γ':

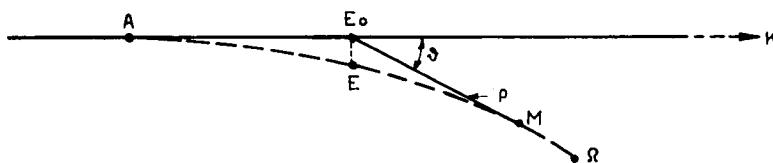
– Για ακτίνα $R = 90$ και $\epsilon = 0,90 \rightarrow S = 44,14, \mu = 22,02, \mu' = 21,85, h = 3,59$.

6.2 Πύκνωση της καμπύλης.

Όταν οι αποστάσεις μεταξύ των βασικών σημείων A, E, Ω, D της καμπύλης (σχ. 6.2α) είναι μεγαλύτερες από 20 m ή όταν μεταξύ τούτων παρεμβάλλονται σημεία του εδάφους, τα οποία πρέπει να απεικονισθούν (π.χ. ρέμμα, κοίλωμα ή έξαρση του εδάφους, τεχνικό έργο κ.λ.π.), τότε πυκνώνεται ο άξονας της καμπύλης. Δηλαδή παρεμβάλλονται και άλλα σημεία μεταξύ των βασικών σημείων.



Σχ. 6.2α.



Σχ. 6.2β.

Η πύκνωση αυτή του άξονα επιτυγχάνεται, γενικά, με την εφαρμογή καρτεσιανών ή πολικών συντεταγμένων με τη βοήθεια αντίστοιχων πινάκων.

Σε περίπτωση π.χ. πυκνώσεως με καρτεσιανές συντεταγμένες, λαμβάνεται συνήθως ως αφετηρία το σημείο E_0 και ως θετική φορά του άξονα των x η φορά E_0K (σχ. 6.2α).

Η πύκνωση γίνεται με τη βοήθεια πινάκων (πίνακες Δ. Χατζηνικολή, βλ. πίνακα Γ'). Στους πίνακες αυτούς το τελευταίο σημείο πριν από το Ω της κλωθοειδούς α-

ναγράφεται με παχιά στοιχεία. Τα στοιχεία πού ακολουθούν αντιστοιχούν στο κεντρικό κυκλικό τόξο, το οποίο μπορεί να πυκνωθεί και από την εφαπτόμενη ΤΩ (για $\epsilon = 0$).

Στην περίπτωση πυκνώσεως με πολικές συντεταγμένες, ως πόλος λαμβάνεται πάλι το σημείο E_0 (σχ. 6.2β). Η πύκνωση γίνεται πάλι με τη βοήθεια πινάκων (πίνακες Δ. Χατζηνικολή).

Παράδειγμα.

Δίδονται: $R = 100$, $\epsilon = 0,90$. Να γίνει η πύκνωση της κλωθοειδούς και του συνεχόμενου κυκλικού τόξου με τη μέθοδο των ορθογωνίων και των πολικών συντεταγμένων.

Λύση.

I. Μέθοδος ορθογωνίων συντεταγμένων:

$$\begin{array}{lllll} \text{Για } x = -20 & x = -10 & x = 0 & x = +10 & x = +20 \\ \text{Είναι } \psi = 0,00 & \psi = 0,08 & \psi = 0,45 & \psi = 1,32 & \psi = 2,92 \end{array}$$

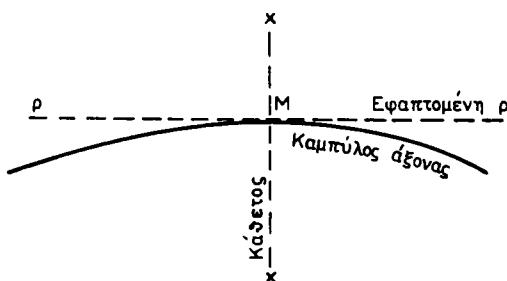
$$\begin{array}{llll} \text{Για } x = +30 & x = +40 & & \\ \text{είναι } \psi = 5,51 & \psi = 9,25 & & \end{array}$$

II. Μέθοδος πολικών συντεταγμένων:

$$\begin{array}{llll} \text{Για } \rho = 10,09 & \rho = 20,21 & \rho = 30,50 & \rho = 41,06 \\ \text{Είναι } \theta = 8,34 & \theta = 9,23 & \theta = 11,56 & \theta = 14,46 \end{array}$$

6.3 Καθορισμός της καθέτου στα καμπύλα τμήματα.

Μετά τη σήμανση (πασσαλωση) των βασικών σημείων του άξονα της καμπύλης καθώς και των σημείων της πυκνώσεως πάνω στο έδαφος πρέπει να καθορισθεί η κάθετος στην εφαπτομένη της καμπύλης σε κάθε ένα από τα σημεία της (σχ. 6.3α).



Σχ. 6.3α.

Ο καθορισμός της καθέτου είναι αναγκαίος γιατί πρέπει:

- a) Να ληφθούν στοιχεία, κατά πλάτος της οδού, απαραίτητα για την προμέτρηση και την επιμέτρηση των εργασιών.

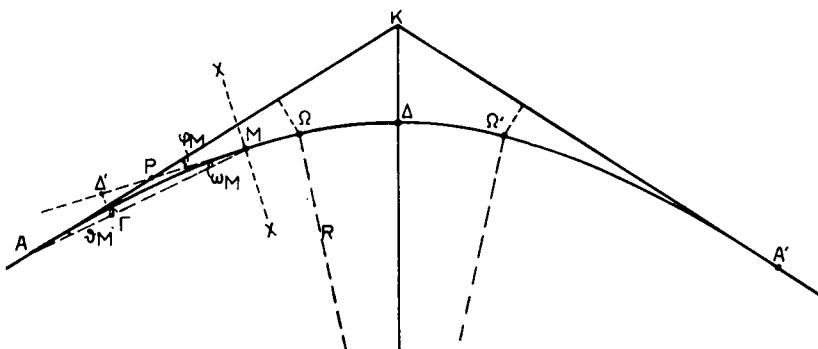
β) Να καθορισθούν οι οριογραμμές του οδοστρώματος και τα ακραία σημεία του καταστρώματος της οδού.

γ) Να γίνουν κτηματολογικές μετρήσεις.

Στο έδαφος είναι εύκολο να καθορισθεί η κάθετος στα σημεία του άξονα σε ευθυγραμμία με τη χρήση του ορθογώνου.

Είναι όμως δύσκολο, όταν τα σημεία του άξονα βρίσκονται στο κεντρικό κυκλικό τόξο ή στην καμπύλη συναρμογής.

Λόγω αυτής της δυσκολίας στην πράξη, πολλοί, αδιαφορώντας για τα δυσάρεστα επακόλουθα, «συμβουλεύουν» τη χάραξη της καθέτου με το «μάτι».



Σχ. 6.3β.

Για να καθορίσουμε ακριβώς την κάθετο για την οποία μιλάμε στα καμπύλα τμήματα του άξονα, εργαζόμαστε ως εξής:

Η ζητούμενη κάθετος $\chi - \chi$ (σχ. 6.3β) θα χαραζόταν εύκολα αν ήταν καθορισμένη στο έδαφος η θέση της εφαπτομένης MP . Επειδή το σημείο M είναι καθορισμένο, αρκεί να καθορισθεί και ένα ακόμα σημείο αυτής της εφαπτομένης.

Επάνω στην ευθυγραμμία MA παίρνομε τμήμα $M\Gamma$ με γνωστό μήκος π.χ. 5,00 μ. Στο σημείο Γ φέρομε κάθετο πάνω στην AM προς το εξωτερικό της καμπύλης πάνω στην οποία παίρνομε μήκος:

$$(\Gamma\Delta') = (M\Gamma) \cdot \text{εφω}_M = 5 \cdot \text{εφω}_M$$

Το σημείο Δ' θα είναι τότε υποχρεωτικά, σημείο της εφαπτομένης $M\Delta'$. Για να καθορίσουμε το σημείο Δ' πρέπει να υπολογίσουμε την τιμή της εφω_M .

Είναι όμως: $\Phi_M = \theta_M + \omega_M$, από την οποία:

$$\omega_M = \Phi_M - \theta_M$$

και με βάση τα προηγούμενα:

$$\text{εφ}\theta_M = \frac{\psi}{\chi} \quad \text{και} \quad \Phi_M = \frac{r_M^2}{2 \cdot R \cdot S} \text{ (ακτίνια)}$$

όπου:

$$\Psi = \frac{l_M^3}{6 \cdot R \cdot S} - \frac{l_M^2}{336 \cdot R^3 \cdot S^3} + \dots \quad \text{καὶ} \quad x = l_M - \frac{l_M^5}{40 \cdot R^2 \cdot S^2} + \dots$$

Αν αντικαταστήσουμε, βρίσκομε την τιμή της γωνίας ω_M , επομένως και την τιμή 5. $\epsilon \omega_M$.

Με αυτό τον τρόπο προσδιορίζεται η θέση του σημείου Δ'.

Αφού με αυτό τον τρόπο καθορίσομε τη θέση της εφαπτομένης ΜΔ', φέρομε εύκολα με ορθογώνιο την κάθετο πάνω σ' αυτή, στο σημείο Μ.

Για να αποφύγομε τις παραπάνω επίπονες πράξεις συντάχθηκαν πίνακες που δίνουν τις τιμές 5. $\epsilon \omega_M$ για τις διάφορες τιμές των μεγεθών R, ε και l_M (Πίνακες ΣΤ, Χατζηνικολη).

Παραδείγματα.

Παράδειγμα 1ο.

Δίνεται η κατηγορία και ο τύπος της οδού, που είναι για μελέτη αντιστοίχως IV και Z (b = 6,00 m). Μετρήθηκε η γωνία $\beta_n = 121,40^\circ$, της κορυφής K_n μεταξύ δύο ευθυγραμμιών, εκλέχθηκε ακτίνα $R_n = 90$ m.

Ζητείται να καθορισθούν: α) Η ελάχιστη επιτρεπόμενη ακτίνα R. β) Τα ελάχιστα απαιτούμενα μήκη S' αποσβέσεως της επικλίσεως και S κλωθοειδούς (με στροφή γύρω από τον άξονα), καθώς και τα μεγέθη q και ε, επικλίσεως και εκτροπής αντίστοιχα. γ) Το ελάχιστο απαιτούμενο ευθυγραμμό τρίμα l'_n και από τις δυό μεριές της καμπύλης. δ) Η τιμή δ της πλήρους διαπλατύνσεως μέσα στο κεντρικό κυκλικό τόξο. ε) Οι τιμές q_M και δ_M της επικλίσεως και διαπλατύνσεως αντιστοίχως, σε τυχαία θέση M του άξονα της καμπύλης, μεταξύ A και Ω απέχουσα απόσταση $l_M = 25,00$ m από το A. στ) Τα βασικά στοιχεία της χαράξεως. ζ) Τα σημεία πυκνώσεως της καμπύλης με ορθογώνιες συντεταγμένες. η) Η κάθετος στην εφαπτομένη στο σημείο M.

Λύση.

α) Για κατηγορία οδού IV τύπου Z, από τον πίνακα 5.2.1 έχομε:

$$V = 40 \text{ km/h}, \quad q_{\max} = 8\% \quad \text{καὶ} \quad R_{\min} = 50 \text{ m}$$

β) Για να εξασφαλίσουμε άνεση στην κίνηση (συντελεστής ανέσεως $K = 0,50$) πρέπει να εκλέξουμε μια κλωθοειδή που το μήκος της:

$$S = \frac{A_{\min}^2}{R}, \quad A_{\min} = 0,17 \sqrt{V^3} = 43 \quad \text{καὶ} \quad S = \frac{43^2}{90} = 20,54 \text{ m}$$

Επίσης για να εξασφαλίσουμε ομαλή απόσβεση της επικλίσεως πρέπει το μήκος αποσβέσεως της επικλίσεως να είναι $S' > \frac{b \cdot q}{2K}$ όπου $q = 6,6\%$ και $K = 1/125$ (παράγρ. 5.1.5) και επομένως $S' = 27,10$ m.

Σύμφωνα με όσα είπαμε στην παράγραφο 5.1.6 για να εξασφαλίσουμε και την άνεση και την απόσβεση πρέπει να εκλέξουμε ένα νέο S που να είναι ίσο ή μεγαλύτερο του μεγαλύτερου από τα δύο παραπάνω μήκη. Δηλαδή να είναι:

$$S \geq 27,10$$

Με $S = 27,10$, θα έχομε μία εκτροπή ϵ :

$$\epsilon = \frac{S^2}{24 R} = \frac{27,10^2}{24 \times 90} = 0,34 \text{ m.}$$

Επομένως η εκτροπή που θα διαλέξουμε (ανάλογα με τις συνθήκες της καμπύλης) θα πρέπει να είναι:

$$\epsilon \geq 0,34$$

Αν χρησιμοποιήσουμε τους πίνακες του καθηγητή Δ. Χατζηνικολή, μπορούμε να εκλέξουμε μια από τις εκτροπές: 0,60, 0,90 κλπ. Αν εκλέξουμε την εκτροπή π.χ. 0,60 τα νέα μας στοιχεία θα είναι:

$$S = \sqrt{24 \cdot R \cdot \epsilon} = 36 \text{ m}$$

ή σύμφωνα με τους Πίνακες 6.1.2 (Χατζηνικολή, πιν. Γ').

$$S = 36,03 \text{ m}$$

$$\text{και } K = \frac{b \cdot q}{2S} = \frac{6,00 \times 0,066}{2 \times 36,03} = \frac{1}{182}$$

γ) Από τον Πίνακα 5.1.4 με $b = 6,00 \text{ m}$ και $V = 40 \text{ km/h}$ παίρνομε:

$$\lambda' = 16,44 \text{ m}$$

Σε περίπτωση στενότητας:

$$\lambda' = 8,22 \text{ m}$$

σε όλως εξαιρετική περίπτωση:

$$\lambda' = 4,11 \text{ m}$$

δ) Από τον Πίνακα 5.1.5 με $b = 6,00 \text{ m}$ και $R = 90 \text{ m}$ παίρνομε:

$$\delta = 1,10 \text{ m}$$

ε) Επειδή το σημείο M βρίσκεται ανάμεσα στα σημεία A και Ω, συγκρίνομε τα μήκη: $l_M = 25,00$ και $\frac{\lambda'}{2} = 8,22 \text{ m}$. Επειδή είναι $l_M > \frac{\lambda'}{2}$ θα έχομε σύμφωνα με τα γνωστά:

$$q' = q'' = + q \cdot \frac{l_M}{S} = 0,066 \times \frac{25,00}{36,03} = 4,55\% \text{ (για δεξιόστροφη καμπύλη)}$$

και $q' = q'' = -q \cdot \frac{l_M}{S} = -0,066 \times \frac{25,00}{36,03} = -4,55\%$ (για αριστερό-στροφη καμπύλη).

Τα παραπάνω αφορούν την επίκλιση στη θέση Μ. Όσον αφορά τη ζητούμενη διαπλάτυνση στην ίδια θέση, θα έχομε:

Επειδή $S = 36,03 > 35,00$ m, η διαπλάτυνση δίνεται μισή εσωτερικά της καμπύλης και μισή εξωτερικά.

$$\text{Έτσι: } j = \frac{S_1}{S} = \frac{25,00}{36,03} = 0,693 \approx 0,70$$

$$\text{και } \frac{\delta_M}{2} = \delta/2 (4 \cdot j^3 - 3 \cdot j^4) = \frac{1,10}{2} \times (4 \times 0,70^3 - 3 \times 0,70^4) = 0,36 \text{ m.}$$

Όμοια από τους πίνακες Χατζηνικολή και για $j = 0,693 \approx 0,70$ παίρνομε:

$$\frac{\delta_M}{2} = 0,72 \quad \frac{\delta}{2} = 0,72 \times 0,55 = 0,39 \text{ m}$$

στ) Από τους πίνακες Χατζηνικολή βρίσκομε (πίνακες Β'):

— Με βάση τη γωνία $\beta = 121^\circ$, 40:

$$(I) = 70,99 \quad (II) = 22,63 \quad (III) = 123,47$$

— Με βάση τη γωνία β και την εκτροπή $\epsilon = 0,60$ m:

$$(IV) = 0,43 \quad (V) = 0,74$$

— Με βάση τη γωνία β , την εκτροπή ϵ και την ακτίνα $R = 90$ m:

$$(VI) = 18,43$$

Από τα παραπάνω με εφαρμογή των γνωστών τύπων βρίσκομε:

$$(KA) = \frac{R}{100} (I) + (VI) = \frac{90}{100} \times 70,99 + 18,43 = 82,32 \text{ m}$$

$$(KE) = \frac{R}{100} (II) + (IV) = \frac{90}{100} \times 22,63 + 0,43 = 64,32 \text{ m}$$

$$(KD) = \frac{R}{100} (III) + (V) = \frac{90}{100} \times 123,47 + 0,74 = 21,11 \text{ m}$$

Τέλος από τους ίδιους πίνακες με βάση την ακτίνα $R = 90$ m και την εκτροπή $\epsilon = 0,60$ βρίσκομε (πίνακες Γ'):

$$\mu = 17,99 \text{ m}$$

$$\mu' = 17,89 \text{ m}$$

$$h = 2,40 \text{ m}$$

$$\text{και } S = 36,03 \text{ m}$$

οπότε και:

$$(ΔΔΔ') = \frac{R}{100} (III) + S = \frac{90}{100} \times 123,47 + 36,03 = 147,15 \text{ m}$$

γ) Για πύκνωση της καμπύλης ανά 10 m (πάνω στον άξονα των χ) από τους πίνακες Χατζηνικολή (για $R = 90$ και $\epsilon = 0,60$):

$$\begin{array}{llll} \text{Για } \chi = -10 & \chi = 0 & \chi = +10 & \chi = +20 \\ \text{Είναι } \psi = 0,30 & \psi = 0,30 & \psi = 1,13 & \psi = 2,85 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Για } \chi = +30 \\ \text{είναι } \psi = 5,75 \text{ κ.ο.κ.} \end{array}$$

η) Από τους πίνακες Χατζηνικολή για $R = 90$ m, $\epsilon = 0,60$ m και $I_M = 25,00$ m βρίσκομε ότι $(\Gamma\Delta') = 5$. $\epsilon_{φωM} = 0,34$ m. Έτσι καθορίζεται το σημείο Δ', επειδή $(M\Gamma) = 5,00$ m και $(\Gamma\Delta) = 0,34$ m. Ύστερα από αυτό, με ορθόγωνο εύκολα άγεται η κάθετος $\chi - \chi$ πάνω στη ΔΜ στο M (σχ. 6.3β).

Παράδειγμα 2o.

Ας πάρομε δύο αντίρροπες διαδοχικές καμπύλες K_n και K_{n+1} οι οποίες έχουν αντίστοιχα $\beta_n = 130^9$, $10 R_n = 70$ V = 40 km/h και $\beta_{n+1} = 140^9$, 00 , $R_{n+1} = 100$, $V' = 50$ km/h. Από αυτές η πρώτη είναι δεξιόστροφη και η δεύτερη αριστερόστροφη.

Για πλάτος οδοστρώματος $b = 8,00$ m και $q_{max} = 8\%$, ζητείται να καθορισθούν:

- α) Η ελάχιστη επιτρεπόμενη ακτίνα R_{min} για κάθε μια καμπύλη.
- β) Τα ελάχιστα απαιτούμενα μήκη S'_n και S'_{n+1} αποσβέσεως των αντιστοίχων επικλίσεων q_n και q_{n+1} (για στροφή γύρω από τον άξονα), καθώς και τα αντίστοιχα μεγέθη S_n και S_{n+1} των κλωθοειδών καμπυλών και ϵ_n , ϵ_{n+1} των εκτροπών.
- γ) Οι τιμές δ_n και δ_{n+1} των αντιστοίχων διαπλατύνσεων.
- δ) Το ελάχιστο απαιτούμενο ευθύγραμμο τμήμα λ μεταξύ των αντιρρόπων καμπυλών.
- ε) Οι τιμές q_M , δ_M ως και q'_M , δ'_M της επικλίσεως και διαπλατύνσεως αντιστοίχως με τυχαία θέση M για την πρώτη καμπύλη και M' για τη δεύτερη, η οποία απέχει 10,00 m και 16,00 m από το A_n και A_{n+1} αντιστοίχως.
- στ) Τα βασικά στοιχεία της χαράξεως της κάθε μιας καμπύλης.
- ζ) Η ελάχιστη απόσταση μεταξύ των κορυφών K_n και K_{n+1} .
- η) Σημεία πυκνώσεως της κάθε μιας καμπύλης με ορθογώνιες συντεταγμένες.
- θ) Η κάθετος στην εφαπτομένη στα σημεία M και M' .

Λύση.

α) Από τον Πίνακα 5.2.1 και για ταχύτητες $V = 40$ km/h και $V' = 50$ km/h βρίσκομε αντιστοίχως:

$$\min. R_n = 50 < 70 \text{ m} \text{ και } \min. R_{n+1} = 75 < 100 \text{ m}$$

$$\beta) S \text{ ανέσεως: } A_{min} = 0,17\sqrt{40^3} = 43 \quad A'_{min} = 0,17\sqrt{50^3} = 60$$

$$S_n = \frac{A_{min}^2}{R_n} = \frac{43^2}{70} = 26,41 \text{ m} \quad \text{και} \quad S_{n+1} = \frac{60^2}{100} = 36 \text{ m}$$

$$\text{S' αποσβέσεως: } S'_n = \frac{b \cdot q_n}{2 K_n} = \frac{8,00 \times 0,08}{2 \times 1/_{125}} = 40 \text{ m}$$

$$S_{n+1} = \frac{b \cdot q_{n+1}}{2 K_{n+1}} = \frac{8 \times 0,075}{2 \times \frac{1}{150}} = 45,00 \text{ m}$$

Έτσι για τη καμπύλη K_n είναι:

$$S'_n = 40 > S_n = 26,41$$

Έτσι εκλέγομε (ανάλογα με τις συνθήκες της καμπύλης K_n) ένα νέο μήκος $S_n \geq S'_n$, π.χ. $S_n = 44,98$ με $\epsilon = 1,20$

Με τον ίδιο τρόπο για την καμπύλη K_{n+1} εκλέγομε: $S_{n+1} = 53,73$ με $\epsilon_{n+1} = 1,20$.

γ) Από τον Πίνακα 5.1.4 με $V = 40$ και $b = 8,00$ παίρνομε:

$$\lambda'_n = 21,92 \text{ m}$$

όμοια με $V = 50$ και $b = 8,00$ παίρνομε:

$$\lambda'_{n+1} = 24,48 \text{ m}$$

επομένως το ζητούμενο ευθύγραμμο τμήμα μεταξύ των καμπυλών θα ισούται με

$$\lambda = \lambda'_n + \lambda'_{n+1} = 21,92 + 24,48 = 46,40 \text{ m}$$

Αυτό βέβαια, μπορεί να περιορισθεί στο μισό ή στο τέταρτο σε περίπτωση μεγάλης στενότητας.

δ) Από τον Πίνακα 5.1.5 με $b = 8,00 \text{ m}$ και για άκτινες $R_n = 70$ και $R_{n+1} = 100$, παίρνομε αντίστοιχα:

$$\delta_n = 1,20 \text{ m} \quad \text{καὶ} \quad \delta_{n+1} = 1,00 \text{ m}$$

Επειδή όμως $S_n = 44,98 > 35,00$ και $S_{n+1} = 53,73 > 35,00$ η διαπλάτυνση και στις δύο καμπύλες δίνεται μισή εσωτερικά και μισή εξωτερικά.

ε) **Τιμές q_M και δ_M** . Επειδή το σημείο M βρίσκεται μεταξύ των σημείων A και Ω (αφού είναι $I_M = 10,00 < S = 44,98$), συγκρίνομε τα μήκη $I_M = 10,00$ και $\frac{l_n}{2} =$

$10,96$. Επειδή είναι $I_M < \frac{l_n}{2}$ θα έχομε, σύμφωνα με τα γνωστά:

Για το εσωτερικό τμήμα: $q''_M = + 2\%$

Για το εξωτερικό τμήμα: $q''''_M = + q_n \frac{I_M}{S_n} = + 7,5 \times \frac{10,00}{44,98} = + 1,7\%$

Η δ_M βρίσκεται όπως παρακάτω:

$$j = \frac{I_M}{S_n} = \frac{10,00}{44,98} = 0,22 \quad \frac{\delta_M}{2} = 0,04 \times \frac{1,20}{2} = 0,02$$

– **Τιμές q_M και δ_M** όπως παραπάνω θα έχομε:

$$\text{Επειδή } l_M = 16,00 > 12,24 = \frac{\lambda_{n+1}}{2} \text{ είναι:}$$

$$q'_M = q''_M = -q_{n+1} \frac{l_M}{S_{n+1}} = -7,8 \times \frac{16,00}{53,73} = -2,3\%$$

$$\text{και επειδή } j = \frac{l_M}{S_{n+1}} = \frac{16,00}{53,73} = 0,30 \text{ είναι:}$$

$$\frac{\delta'_M}{2} = 0,102 \times \frac{1,00}{2} = 0,05 \text{ m}$$

στ) – **Καμπύλη κορυφής K_n** . Από τους πίνακες Χατζηνικολή (πίνακες Β') και με εφαρμογή των γνωστών τύπων παίρνομε:

$$(KA) = \frac{70}{100} \times 61,17 + 23,15 = 65,97 \text{ m}$$

$$(KE) = \frac{70}{100} \times 61,17 + 0,74 = 43,56 \text{ m}$$

$$(K\Delta) = \frac{70}{100} \times 17,23 + 1,41 = 13,47 \text{ m}$$

$$\mu = 22,41 \text{ m}$$

$$\mu' = 22,11 \text{ m}$$

$$h = 4,78 \text{ m}$$

$$S = 44,98 \text{ m}$$

$$(A\Delta A') = \frac{70}{100} \times 109,80 + 44,98 = 121,84 \text{ m}$$

– **Καμπύλη κορυφής K_{n+1}** , Ομοίως:

$$(KA) = \frac{100}{100} \times 50,95 + 27,41 = 78,36 \text{ m}$$

$$(KE) = \frac{100}{100} \times 50,95 + 0,61 = 51,56 \text{ m}$$

$$(K\Delta) = \frac{100}{100} \times 12,23 + 1,35 = 13,58 \text{ m}$$

$$\mu = 26,80 \text{ m}$$

$$\mu' = 26,55 \text{ m}$$

$$h = 4,79 \text{ m}$$

$$S = 53,73 \text{ m}$$

$$(A\Delta A') = \frac{100}{100} \times 94,25 + 53,73 = 147,98 \text{ m}$$

ζ) Η ελάχιστη απόσταση μεταξύ των κορυφών K_n και K_{n+1} , πρέπει να είναι:

$$K_n K_{n+1} = K_n A + \lambda + K_{n+1} A \text{ ή}$$

$$(K_n K_{n+1}) = 65,97 + 46,40 + 78,36 = 190,73 \text{ m}$$

Επειδή όμως το μήκος λ μπορεί να ελαττωθεί και στο τέταρτο ακόμα, το απολύτως απαραίτητο μήκος μεταξύ των κορυφών K_n και K_{n+1} είναι:

$$(K_n K_{n+1}) = 65,97 + 11,60 + 78,36 = 155,93 \text{ m}$$

η) — **Πύκνωση καμπύλης K_n ανά 10m** (πάνω στον άξονα των χ).

Από τους πίνακες (με $R = 70$ και $\epsilon = 1,20$) έχουμε:

Για	$\chi = -10$	$\chi = -20$	$\chi = 0$	$\chi = +10$
$\psi = 0,10$	$\psi = 0,00$	$\psi = 0,60$	$\psi = 1,82$	

$$\begin{aligned} \text{για } \chi &= +20 \\ \text{είναι } \psi &= 4,12 \text{ κ.ο.κ.} \end{aligned}$$

— **Πύκνωση καμπύλης K_{n+1} , ανά 10 m.**

Για	$\chi = 0$	$\chi = -10$	$\chi = +20$	$\chi = +10$
$\psi = 0,60$	$\psi = 0,15$	$\psi = 0,01$	$\psi = 1,55$	

$$\begin{aligned} \text{για } \chi &= +20 \\ \text{είναι } \psi &= 3,21 \text{ κ.ο.κ.} \end{aligned}$$

θ) — **Καμπύλη K_n .** Από τους πίνακες για $R = 70$, $\epsilon = 1,20$ και $I_M = 10,00 \text{ m}$ βρίσκομε ότι $(\Gamma\Delta') = 5$. εφω = 0,05 m. Αφού ορισθεί το Δ', εύκολα άγεται η κάθετος $\chi - \chi$ πάνω στην ΜΔ' στο σημείο Μ (σχ. 6.3β).

— **Καμπύλη K_{n+1} ,** όμοια από τους πίνακες για $R = 100$, $\epsilon = 1,20$, και $I'_M = 16,00 \text{ m}$ βρίσκομε ότι:

$$(\Gamma\Delta') = 5 . \text{εφω} = 0,08 \text{ m}$$

6.4 Ανακεφαλαίωση.

Μετά τη μέτρηση της γωνίας β μεταξύ δύο διαδοχικών ευθυγραμμιών της οδού, την εκλογή της ακτίνας R του καμπύλου τμήματος του άξονα και τον καθορισμό του μήκους S και της εκτροπής ϵ της κλωθοειδούς, καθορίζονται με βάση αυτά, τα βασικά στοιχεία της χαράζεως του άξονα.

Έτσι στη σειρά:

- α) Με βάση τη γωνία β , την εκτροπή ϵ και την ακτίνα R υπολογίζονται με τη σειρά τα μήκη: KA , KE , $K\Delta$, μ , μ' , S και $\Delta\Delta'$.
- β) Με βάση την ακτίνα R και την εκτροπή ϵ επιτυγχάνεται (όταν απαιτείται) η πύκνωση μεταξύ των παραπάνω σημείων του άξονα.
- γ) Με βάση πάλι την ακτίνα R και την εκτροπή ϵ επιτυγχάνεται ο καθορισμός της καθέτου πάνω στον άξονα της οδού τόσο στα βασικά σημεία του άξονα, όσο και στα σημεία πυκνώσεως. Οι απαιτούμενοι υπολογισμοί διευκολύνονται με τη χρήση πινάκων.

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ

ΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΕΩΣ ΤΗΣ ΟΔΟΥ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΤΗΣ ΟΔΟΥ

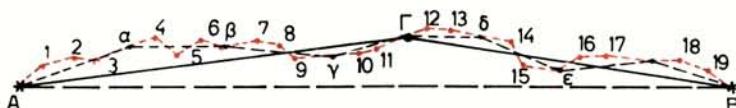
7.1 Εκλογή της γενικής πορείας χαράξεως.

Για να συνταχθεί η μελέτη μιας οδού μεταξύ δύο δεδομένων σημείων A και B, πρέπει να εκλεγεί η καλύτερη δυνατή πορεία της οδού μεταξύ των σημείων αυτών, δηλαδή να καθορισθεί η καταλληλότερη χάραξη της.

Καταλληλότερη χαρακτηρίζεται γενικά η χάραξη, η οποία εξασφαλίζει τη **μεγαλύτερη ευκολία** και **οικονομία** στις συγκοινωνίες και τις μεταφορές, και συγχρόνως τη **μικρότερη δαπάνη κατασκευής** και **συντηρήσεως** της οδού.

Την καταλληλότερη χάραξη μεταξύ δύο δεδομένων άκρων σημείων A και B καθορίζουν, σε γενικές γραμμές τα **κύρια σημεία** και τα **υποχρεωτικά σημεία**.

Ως κύρια σημεία της χαράξεως χαρακτηρίζονται, εκτός από τα άκρα A και B (αρχή και πέρας της οδού, σχ. 7.1), και ενδιάμεσα πολλές φορές σημεία όπως Γ, Δ,... τα οποία από την αρχή ορίζονται ως σημεία, από τα οποία απαραίτητα θα περάσει η οδός. Αυτό γίνεται πιο πολύ σε οδούς μεγάλου μήκους π.χ. ΑΘΗΝΩΝ - ΚΟΠΙΝΘΟΥ - ΠΑΤΡΩΝ - ΠΥΡΓΟΥ - ΦΙΛΙΑΤΡΩΝ. Στην οδό αυτή, εκτός από τα άκρα σημεία (ΑΘΗΝΑΙ, ΦΙΛΙΑΤΡΑ), χαρακτηρίζονται ως κύρια σημεία της οδού και τα σημεία ΚΟΠΙΝΘΟΣ - ΠΑΤΡΑΙ και ΠΥΡΓΟΣ. Αυτό επιβάλλεται για να εξυπηρετηθούν μεγάλα βιομηχανικά και γεωργικά κέντρα και για να ικανοποιηθούν οι γενικότερες συγκοινωνιακές ανάγκες της χώρας, για την προαγωγή της Εθνικής Οικονομίας.



Σχ. 7.1.

Ως **υποχρεωτικά σημεία** της χαράξεως χαρακτηρίζονται τα σημεία, τα οποία εκλέγονται μεταξύ των κύριων σημείων. Η εκλογή τους επιβάλλεται κυρίως για λόγους εθνικούς, στρατιωτικούς, οικονομικούς, κοινωνικούς και τεχνικούς. Τα υποχρεωτικά σημεία διακρίνονται γενικά σε εκείνα, που οφείλουν την εκλογή τους

στην ύπαρξη κατοικημένων τόπων και σε εκείνα, που την οφείλουν στη μορφολογία του εδάφους, που είναι ευνοϊκή για τη χάραξη.

Μια πόλη π.χ. ή ένα χωριό μεταξύ δύο κυρίων σημείων μπορεί να αποτελέσει υποχρεωτικό σημείο διαβάσεως της οδού. Αυτό θα εξαρτηθεί κυρίως από τη γεωγραφική θέση της πόλεως, από τη μορφολογία του εδάφους, από τον πληθυσμό και από την παραγωγή της. Αν οι παράγοντες αυτοί είναι ισχυροί, τότε η πόλη ή το χωριό εκλέγεται ως υποχρεωτικό σημείο. Αν δεν είναι ισχυροί, παρακάμπτεται και εξυπηρετείται με διακλαδώσεις.

Ομοίως, οι χαμηλότεροι αυχένες, οι καταλληλότερες θέσεις τοποθετήσεως μεγάλων κυρίων γεφυρών κλπ., εκλέγονται επίσης ως υποχρεωτικά σημεία διαβάσεως, γιατί διευκολύνουν τη χάραξη.

Γενικά τα υποχρεωτικά σημεία εκλέγονται με γνώμονα τις αρχές της καταλληλότερης χαράξεως, δηλαδή την ευκολία και οικονομία στις μεταφορές, στην κατασκευή και στη συντήρηση της οδού.

Μετά τον καθορισμό των κυρίων και των υποχρεωτικών σημείων διελεύσεως της οδού, καθορίζεται η πορεία της χαράξεως μεταξύ αυτών. Αυτό επιτυγχάνεται με την εκλογή **ενδιάμεσων σημείων** (όπως τα 1,2,3... 19 στο σχ. 7.1) τα οποία ορίζονται με την αποτύπωσή τους μέσω πολυγωνομετρικής οδεύσεως. Η απόσταση μεταξύ των σημείων αυτών ποικίλλει από 200 ως 1000 m, ανάλογα με τη μορφολογία του εδάφους και το όργανο αποτυπώσεως που χρησιμοποιούμε (ταχύμετρο μέχρι 300 m, βαρόμετρο μέχρι 1000 m).

Η ευθεία γραμμή AB, η οποία ενώνει τα κύρια σημεία A (αρχή) και B (πέρας) της χαράξεως, θεωρούμενα σε κάτοψη, καλείται **γενική κατεύθυνση** της οδού. Αν υπάρχουν και άλλα ενδιάμεσα κύρια σημεία Γ,Δ,..., τότε οι ευθείες γραμμές ΑΓ, ΓΔ,... καλούνται **μερικές γενικές κατευθύνσεις** της οδού (σχ. 7.1).

Η πολυγωνική γραμμή, η οποία ενώνει διαδοχικά τα κύρια και τα υποχρεωτικά σημεία της χαράξεως σε κάτοψη πάντα θεωρούμενα, καλείται **γενική πορεία της χαράξεως**.

Η πολυγωνική τέλος γραμμή, η οποία ενώνει διαδοχικά τα κύρια, τα υποχρεωτικά σημεία της χαράξεως και τα ενδιάμεσα τα οποία αποτελούν και τις κορυφές της οδεύσεως, καλείται απλώς **πορεία της χαράξεως**.

Στο σχήμα 7.1 έχομε:

AB: Γενική κατεύθυνση της χαράξεως.

ΑΓ, ΓΒ: Μερικές γενικές κατευθύνσεις.

Α - α - βγ - Γ - δ - ε - ζ - Β: Γενική πορεία της χαράξεως.

Α - 1 - 2 - 3 - α - 4 - 5 - 6 - β - 7...: Πορεία της χαράξεως.

7.2 Γενικές αρχές της χαράξεως.

Όταν το έδαφος που εκτείνεται μεταξύ δύο κυρίων σημείων, παρουσιάζει μικρές μόνο ανωμαλίες, ο καθορισμός των ενδεδειγμένων υποχρεωτικών και ενδιάμεσων σημείων και επομένως η εκλογή της καταλληλότερης χαράξεως, είναι απλή. Αντίθετα, όταν το έδαφος παρουσιάζει σημαντικές ανωμαλίες, ο καθορισμός αυτός είναι πολύ δυσχερής και πολύ αβέβαιος.

Κατά κανόνα η καταλληλότερη πορεία, όταν μελετάται η χάραξη μιας οδού, δεν μπορεί να εκλεγεί από την αρχή όπως π.χ. επιτυγχάνεται η λύση ενός γεωμετρικού

προβλήματος. Η προσφορότερη λύση βρίσκεται συνήθως ύστερα από πολλές δοκιμές και συγκρίσεις. Η μελέτη λοιπόν για τη χάραξη της οδού δεν απαιτεί μόνο επιμέλεια και ευσυνειδησία, αλλά και πάνω από όλα επαρκή τεχνική κατάρτιση και πείρα τόσο στις μελέτες χαράξεως και διανοίξεως οδών, όσο και στις κατασκευές τεχνικών γενικά έργων.

Γενικά σε μια καλή χάραξη θα πρέπει η δικαιολόγηση να προηγείται από τη χάραξη.

Η μελέτη κάθε χαράξεως βασίζεται σε ορισμένες γενικές αρχές, οι οποίες όμως δεν συμβιβάζονται πάντοτε μεταξύ τους, αλλά αντίθετα πολλές φορές είναι τελείως αντίθετες. Έχοντας όμως αυτές οδηγό στη μελέτη της χαράξεως, έστω και αν από ανάγκη απομακρυνόμαστε πολλές φορές από μερικές, κατορθώνομε τελικά να καθορίσουμε την καταλληλότερη χάραξη.

7.2.1 Γενικές αρχές χαράξεως που αφορούν την οριζοντιογραφία.

Οι γενικές αρχές της χαράξεως που αφορούν την οριζοντιογραφία της οδού μπορούν να συνοψισθούν όπως παρακάτω:

1) Κάτω από τις ίδιες συνθήκες κατασκευής πρέπει να επιδιώκεται η συντομότερη χάραξη, οπότε θα έχουμε μικρότερη δαπάνη κατασκευής και συντηρήσεως.

2) Πρέπει να προτιμάται η χάραξη, η οποία θα διευκολύνει την εργασία εξορύξεως των εκχωμάτων, για να μη χρησιμοποιηθούν εκρηκτικές ύλες. (Πόλλες φορές όμως συμφέρει να περάσει η χάραξη από βραχώδες έδαφος με περιορισμένο μηκός για την προμήθεια λίθων και σκύρων).

3) Πρέπει να αποφεύγεται η κατασκευή ορυγμάτων, ιδίως μεγάλου βάθους, σε αργιλώδη εδάφη. Αυτό, γιατί η άργιλος όταν βρέχεται γίνεται ολισθηρή και ευνοεί τις καταπτώσεις.

4) Η έδραση των επιχωμάτων πρέπει να γίνεται σε έδαφος όσο το δυνατόν περισσότερο ανθεκτικό και ομοιογενές.

5) Οι ακτίνες των καμπυλών πρέπει να εκλέγονται ανάλογα με το πως διαμορφώνεται κάθε φορά το έδαφος, ώστε να περιορίζονται οι όγκοι των εκχωμάτων και των επιχωμάτων. Ακόμη πρέπει να επιδιώκεται η χρησιμοποίηση, κατά το δυνατό, των διων ή παραπλήσιων σε μέγεθος ακτίνων σε μεγάλα τμήματα οδού.

6) Πρέπει να αποφεύγεται η εκλογή μικρών ακτίνων στις καμπύλες και ιδίως της ελάχιστα επιτρεπόμενης, η οποία πρέπει να χρησιμοποιείται σε εξαιρετικές περιπτώσεις και μόνο αν υπάρχουν σημαντικά οικονομικά ανταλλάγματα.

7) Πρέπει να αποφεύγεται η δημιουργία ανακαμπτόντων ελιγμών, επειδή επιβαρύνουν σημαντικά τον προϋπολογισμό της δαπάνης κατασκευής, ενώ συγχρόνως δημιουργούν κινδύνους στην κυκλοφορία των οχημάτων.

8) Ανάμεσα σε δύο διαδοχικές αντίρροπες καμπύλες πρέπει να παρεμβάλλεται ένα μικρό έστω ευθύγραμμο τμήμα, το μέγεθος του οποίου εξαρτάται κάθε φορά από τα στοιχεία των καμπυλών.

9) Δεν πρέπει για οποιοδήποτε λόγο μία αμαξιτή οδός και μία σιδηροδρομική γραμμή να διασταυρώνονται ισόπεδα με γωνία μικρότερη από 45°.

10) Τέλος πρέπει η χάραξη να προσαρμόζεται στο τοπίο.

7.2.2 Γενικές αρχές που αφορούν την κατά μήκος τομή.

- Οι αρχές που αφορούν την μηκοτομή της οδού είναι οι εξής:
- 1) Ο καθορισμός των κλίσεων των διαφόρων τμημάτων της οδού πρέπει να γίνεται ύστερα από προσεκτική μελέτη των δημιουργουμένων όγκων των εκχωμάτων και των επιχωμάτων.
 - 2) Στα πεδινά εδάφη πρέπει να προτιμάται η δημιουργία μεγαλύτερου όγκου επιχωμάτων από τα εκχώματα. Στα ορεινά προτιμάται συνήθως το αντίθετο.
 - 3) Οι κλίσεις της μηκοτομής πρέπει να κατανέμονται και διατάσσονται έτσι, ώστε να επιτυγχάνεται ο περιορισμός του συνόλου των χωματισμών και των τεχνικών γενικά έργων στο ελάχιστο δυνατό.
 - 4) Πρέπει να αποφεύγεται η δημιουργία μεμονωμένων κλίσεων εξαιρετικά μεγάλων.
 - 5) Πρέπει να αποφεύγεται η δημιουργία μεγάλης κλίσεως πάνω σε τμήματα της οδού που έχει μεγάλο μήκος (πάνω από 1000 m).
 - 6) Δεν πρέπει η χάραξη να κατεβαίνει, όταν πρόκειται να ανέβει και αντιστρόφως, εκτός εάν με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται μικρότερο ανάπτυγμα της οδού και μικρότερη δαπάνη κατασκευής.
 - 7) Στα ορύγματα γενικά και ιδίως στα μεγάλου μήκους, πρέπει να δίνεται ελαφρά έστω κατά μήκος κλίση για την ταχύτερη απορροή των νερών της βροχής.
 - 8) Στις διαβάσεις των ποταμών και των ρευμάτων πρέπει στις προβλεπόμενες γέφυρες να εξασφαλίζεται η ελεύθερη και ασφαλής φυσική ροή των νερών και στις πιο δυσμενείς περιπτώσεις.
 - 9) Στα ομαλά πεδινά εδάφη, το κατάστρωμα της οδού πρέπει να κατασκευάζεται τουλάχιστον 0,30 m ψηλότερα από το φυσικό έδαφος. Αν το έδαφος μάλιστα κατακλύζεται από πλημμύρες, η διαφορά πρέπει να είναι τουλάχιστον 0,50 m.

7.3 Σκοπός της αναγνωρίσεως.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, για να καθορισθεί η καταλληλότερη πορεία της χαράξεως μεταξύ των δεδομένων σημείων A (αρχή) και B (πέρας) της οδού, επιβάλλεται να εκλεγούν μεταξύ τους τα **υποχρεωτικά σημεία** και στη συνέχεια τα **ενδιάμεσα**.

Η εργασία της εκλογής αυτής καλείται **αναγνώριση της οδού**. εκτελείται δε με βάση πάντοτε τις γενικές αρχές της χαράξεως. Η εργασία στο πρώτο στάδιο της εκτελείται στο γραφείο με τη βοήθεια της υψομετρικής ορίζοντιογραφίας της περιοχής της οδού, και στη συνέχεια επί τόπου. Στην Ελλάδα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το σκοπό αυτό χάρτες με κλίμακα 1:50 000 της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ.), οι οποίοι καλύπτουν ολόκληρο το ελληνικό έδαφος.

Οι χάρτες αυτοί προσφέρουν στο μελετητή πολύτιμες υπηρεσίες

Ο μελετητής με τους χάρτες αυτούς παίρνει μια γενική ιδέα της ανάγλυφης μορφής του εδάφους και έρχεται έτσι σε πρώτη επαφή με τη μορφολογία της περιοχής της οδού.

Σ' αυτούς μελετώνται οι **πιθανές θέσεις** των υποχρεωτικών σημείων και οι **πιθανές διελεύσεις** της χαράξεως, και χαράσσονται κατά προσέγγιση οι αντίστοιχες πιθανές πορείες της.

Μετά την παραπάνω πρώτη πάνω στο χάρτη αναγνώριση, ο μελετητής οφείλει να μεταβεί επί τόπου και να καθορίσει οριστικά πια τα υποχρεωτικά σημεία διελεύσεως της οδού πάνω στο χάρτη ή και να απορρίψει ορισμένα από αυτά με βάση τις παρατηρήσεις στο έδαφος. Αυτό είναι δυνατόν, γιατί οι χάρτες πολλές φορές μειονεκτούν από την επιτόπια παρατήρηση, όταν μάλιστα έχουν συνταχθεί πρίν από πολύ χρόνο.

Μετά τον τελικό καθορισμό των υποχρεωτικών σημείων και αφού σημειωθούν πάνω στο χάρτη οι τυχόν επελθούσες μεταβολές σ' αυτά και στη μεταξύ αυτών πορεία της χαράξεως, ο μελετητής οφείλει να διατρέξει με προσοχή την πορεία αυτή και να χαράξει την πολυγωνομετρική όδευση, η οποία δίνει τη γενική πορεία της χαράξεως.

Την αναγνώριση αυτή επιβάλλουν οι εξής σκοποί:

α) Η εκλογή ενδιαμέσων σημείων, για να καθορισθεί η πορεία της χαράξεως μεταξύ τους. Τα ενδιάμεσα αυτά σημεία εκλέγονται με βάση τις γενικές αρχές της χαράξεως και ορίζονται με αποτύπωση, με τη βοήθεια πολυγωνομετρικής οδεύσεως.

Αν τα στοιχεία της οδεύσεως λαμβάνονται με τη βοήθεια βαρομέτρου, βηματομέτρου και πυξίδας, η αναγνώριση καλείται **βαρομετρική**, αν λαμβάνονται με ταχύμετρο και στόχο καλείται **ταχυμετρική**.

Η απόσταση μεταξύ των ενδιαμέσων σημείων, όπως είπαμε, διαφέρει από 200 ως 1000 m το πολύ. Κυρίως εξαρτάται από την ορατότητα και από τις πτυχώσεις του εδάφους που συναντά, καθώς και από τον τρόπο εκτελέσεως της αναγνωρίσεως.

β) Η εξακρίβωση και η περιγραφή του είδους και της ποιότητας των εδαφών, από τα οποία θα περάσει η οδός: π.χ. εδάφη βραχώδη (ασβεστολιθικά, γρανιτικά κλπ.), γαιώδη, αργιλώδη με κατολισθήσεις εμφανείς ή πιθανές, διαβρώσεις ή καθιζήσεις κλπ.

γ) Ο προσδιορισμός της εγκάρσιας κλίσεως του εδάφους με εκτίμηση ή με μέτρηση.

δ) Ο προσδιορισμός της θέσεως των συναντωμένων μισγαγκειών και του ανοίγματος των μεγαλυτέρων γεφυρών με πρόχειρη εκτίμηση.

ε) Η ονομασία των θέσεων των σημείων της πολυγωνομετρικής οδεύσεως και προ παντός των χαρακτηριστικών σημείων.

στ) Ο προσδιορισμός της θέσεως και της ονομασίας των συναντωμένων χωριών, αγροτικών συνοικισμών, δασών, καθώς και της εκτάσεως και του είδους τους.

ζ) Ο καθορισμός των προσφόρων θέσεων για λατομεία, αμμορυχεία υδροληψία και συλλογή κάθε γενικά χρήσιμης πληροφορίας.

η) Η κατά πρώτη προσέγγιση εκτίμηση της δαπάνης κατασκευής.

'Όλες τις παραπάνω πληροφορίες συγκεντρώνει και καταγράφει ο μελετητής με τη βοήθεια του βοηθού εργάτη, ο οποίος τον συνοδεύει και ο οποίος πρέπει να γνωρίζει πολύ καλά την αναγνωριζόμενη περιοχή.'

Αν μεταξύ δύο υποχρεωτικών σημείων ο μελετητής έχει αναγνωρίσει δύο ή περισσότερες πιθανές πορείες της χαράξεως, επιβάλλεται να διατρέξει χωριστά κάθε μια από αυτές. Και αν δεν πλεονεκτεί προφανώς με βάση τις νέες επιτόπιες παρα-

τηρήσεις ή μια από αυτές, επιβάλλεται να μελετηθούν και άλλες πιθανές λύσεις και ανάλογα να αξιολογηθούν.

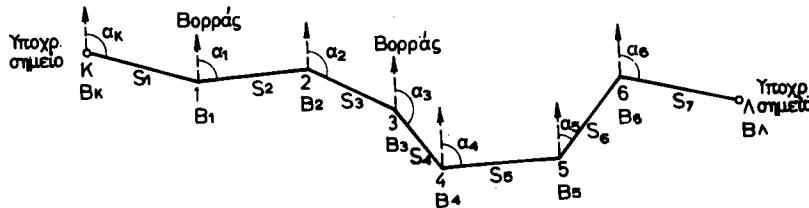
Ο μελετητής πέρα από την αξιολόγηση κάθε πιθανής πορείας πρέπει να προτείνει την καταλληλότερη γι' αυτόν. Η τελική απόφαση εξαρτάται από τον εργοδότη από τον οποίο έχει ανατεθεί η μελέτη αναγνωρίσεως (Δημόσιο, Δήμο, Οργανισμό) και θα ληφθεί, όταν υποβληθεί η μελέτη.

Αν η Αρχή, η οποία επιβλέπει, δεν μπορεί με τα στοιχεία που έχει στα χέρια της να εκλέξει την καταλληλότερη από τις σημειούμενες χαράξεις ή επιθυμεί και τη μελέτη άλλης πορείας, η οποία δε σημειώθηκε από το μελετητή, αναβάλλει την τελική εκλογή της πορείας που πρέπει να ακολουθεί μέχρι να υποβάλλει στή συνέχεια τα ακριβέστερα στοιχεία της προμελέτης, για όλες τις πιθανές λύσεις.

Η θέση των εκλεγομένων ενδιαμέσων σημείων προσδιορίζεται, όπως είπαμε, με τη βοήθεια πολυγωνομετρικής οδεύσεως και η αναγνώριση χαρακτηρίζεται ως βαρομετρική ή ταχυμετρική, ανάλογα με τα όργανα που χρησιμοποιούνται για τη λήψη των στοιχείων της οδεύσεως.

7.4 Βαρομετρική αναγνώριση.

Ο οριζοντιογραφικός και υψομετρικός καθορισμός μιας πολυγωνομετρικής οδεύσεως επιτυγχάνεται, όπως είναι γνωστό από την Τοπογραφία, με τη μέτρηση των οριζοντίων γωνιών της (ή των αζιμουθίων), των πλευρών και των υψομέτρων των κορυφών της. Στη βαρομετρική αναγνώριση οι γωνίες της οδεύσεως μετρούνται με πυξίδα, οι πλευρές με βηματόμετρο ή άλλο μέσο και τα υψόμετρα των κορυφών με βαρόμετρο (σχ. 7.4).



Σχ. 7.4.

Η περιγραφή και ο τρόπος χρήσεως κάθε οργάνου από αυτά αναπτύσσεται πλήρως στο βιβλίο «Τοπογραφία» εκδόσεως του Ιδρύματος Ευγενίδη και στα Κεφάλαια 4.9 και 22 αντιστοίχως.

7.4.1 Εργασίες υπαίθρου.

Η εργασία της βαρομετρικής αναγνωρίσεως στην ύπαιθρο εκτελείται ως εξής:

Ο μελετητής με ένα εργάτη βρίσκεται πάνω στην πρώτη κορυφή της πολυγωνικής οδεύσεως π.χ. της Κ (σχ. 7.4). Ένας άλλος εργάτης βρίσκεται στην επόμενη κορυφή 1 και ασχολείται, ύστερα από σχετικές υποδείξεις, με την επισήμανσή της.

Ο μελετητής διαβάζει τότε με την πυξίδα και καταγράφει το μαγνητικό αζιμούθιο α_1 της πλευράς Κ - 1 με σκόπευση προς την επισημανθείσα κορυφή 1. Μετά κτυπά ελαφρά το κιβώτιο του βαρομέτρου και όταν η βελόνα ηρεμήσει, διαβάζει

και καταγράφει την ένδειξή του Β_Κ. Με τη βοήθεια ρολογιού και θερμομέτρου λαμβάνονται συγχρόνως και η χρονική στιγμή της βαρομετρικής παρατηρήσεως και η θερμοκρασία του περιβάλλοντος γι' αυτήν.

Υστέρα ο εργάτης παραλαμβάνει και στερεώνει το βηματόμετρο, και αφού ελέγχει και καταγράψει τη μηδενική του θέση, αρχίζει την πορεία από το Κ πρός την κορυφή 1.

Στη διαδρομή συλλέγεται και σημειώνεται από το μελετητή κάθε χρήσιμη πληροφορία που αφορά την εγκάρσια κλίση του εδάφους, τη φύση του, καθώς και τα τυχόν ρεύματα μισγαγκείας, λατομεία, σημεία υδροληψίας κλπ. που συναντούνται.

Όταν φθάσει στην κορυφή 1, ο μελετητής γράφει την αναγνωσθείσα ένδειξη του βηματομέτρου και επαλαμβάνεται η εργασία στην κορυφή αυτή, όπως προηγουμένως.

Όλα τα παραπάνω στοιχεία καθώς και η ονομασία της θέσεως των κορυφών καταχωρούνται σε **ειδικό βιβλιάριο βαρομετρικής αναγνωρίσεως**.

Για να ελέγχεται η τυχόν απότομη μεταβολή της ατμοσφαιρικής πιέσεως, πρέπει οι αναγνωρίσεις των ενδείξεων βαρομέτρου, θερμομέτρου και ρολογιού μεταξύ ορισμένων στάσεων να επαναλαμβάνονται με επιστροφή στην προηγούμενη στάση.

Για να εξασφαλισθεί η ακρίβεια των υψομέτρων, των στάσεων και των αποστάσεων μεταξύ τους επαναλαμβάνεται η αναγνώριση με επιστροφή στις ίδιες ακριβώς στάσεις.

Αντί να επαναλαμβάνεται η αναγνώριση με επιστροφή, μπορεί να γίνει η ίδια εργασία με τη χρησιμοποίηση δύο βαρομέτρων. Κάθε παρατηρητής τότε τηρεί χωριστό ειδικό βιβλιάριο αναγνωρίσεως.

Για βαρομετρικές παρατηρήσεις μέσα σε περιορισμένη περιοχή εφαρμόζεται πολλές φορές και η μέθοδος με δύο βαρόμετρα, από τα οποία όμως το ένα παραμένει μόνιμα σε σημείο που έχει εκλεγεί κατάλληλα και στο κέντρο περίπου της περιοχής, σε όλη τη διάρκεια των παρατηρήσεων. Ο παρατηρητής του σταθερού αυτού βαρομέτρου γράφει τις βαρομετρικές και θερμομετρικές ενδείξεις ανά 15'.

7.4.2 Εργασίες γραφείου.

Μετά τη λήψη των παραπάνω στοιχείων, συντάσσονται στο γραφείο τα απαιτούμενα τεύχη, που απαρτίζουν τη μελέτη της αναγνωρίσεως. Αυτά είναι τα εξής:

α) Οριζοντιογραφία των διαφόρων κατευθύνσεων της χαράξεως υπό κλίμακα 1:10 000 ή 1:20 000. Στην οριζοντιογραφία σχεδιάζεται η όδευση και σημειώνονται οι αριθμοί των στάσεων, η ονομασία των θέσεων, καθώς και η κατεύθυνση του βορρά. Όμοια αναγράφονται τα λατομεία, τα χωριά που βρίσκονται κοντά ή οι αγροικίες, τα ρεύματα, οι υδροληψίες κλπ.

Ο άξονας της οδού σχεδιάζεται με κόκκινη γραμμή και αναγράφονται πάνω σ' αυτόν οι χιλιομετρικοί όροι με μικρούς κυκλίσκους.

Πέρα από την παραπάνω οριζοντιογραφία υποβάλλεται επίσης και οριζοντιογραφικό σκαρίφημα με μικρότερη κλίμακα (1:50 000 ή 1:100 000) για να γίνει δυνατή η συσχέτιση των διαφόρων κατευθύνσεων και με μικρότερη κλίμακα.

β) Μηκοτομή των διαφόρων κατευθύνσεων της χαράξεως υπό κλίμακα 1:10 000 για τα μήκη και 1:1000 για τα ύψη ή 1:20 000 για τα μήκη και 1:2000 για τα ύψη.

Σ' αυτήν αναγράφονται οι κατά μήκος κλίσεις, τα υψόμετρα των σημείων αλλαγής κλίσεων, η ονομασία και η θέση των αυχένων και των ρευμάτων, καθώς και η ονομασία των χώρων, από τους οποίους περνά η οδός.

γ) Τεχνική έκθεση, στην οποία περιλαμβάνεται η περιγραφή της χαράξεως γενικά και τμηματικά.

'Όταν για το ίδιο τμήμα της οδού γίνονται περισσότερες από μία αναγνωρίσεις για διάφορες κατευθύνσεις, γίνεται σύγκριση μεταξύ τους και υποδεικνύεται με την έκθεση η προτιμότερη από αυτές.

Στην έκθεση αυτή αναγράφονται και όλες οι πληροφορίες που είχαμε στην αναγνώριση σχετικά με τις πηγές του τόπου σε υλικά, εργάτες, τεχνίτες, μεταφορικά μέσα κλπ. Επίσης δίνονται πληροφορίες για τη θέση των λατομείων, που θα χρησιμοποιηθούν στην κατασκευή της οδού, και για την απόστασή τους από την προτεινόμενη χάραξη. Επίσης αναφέρονται οι προβλεπόμενες γενικά δυσχέρειες στην κατασκευή και τα μεγάλα τεχνικά έργα, τα οποία ίσως υπάρξει ανάγκη να γίνουν.

7.5 Ταχυμετρική αναγνώριση.

Οι πληροφορίες που συγκεντρώνονται με τη βαρομετρική αναγνώριση, όσον αφορά τις μετρήσεις, είναι κατά προσέγγιση μόνον ακριβείς. Αυτό οφείλεται κυρίως στην ατέλεια των οργάνων που χρησιμοποιούνται.

Με τη βαρομετρική αναγνώριση δηλαδή είναι δυνατόν να αποκλείονται βέβαια ορισμένες λύσεις, δεν είναι όμως εύκολο να πραγματοποιηθεί ασφαλής σύγκριση μεταξύ δύο λύσεων και χωρισμός της οδού σε τμήματα με ενιαία ταχύτητα.

Τη βαρομετρική αναγνώριση ακολουθεί κατά κανόνα η αποτύπωση της εδαφικής ζώνης κατά μήκος της προτεινόμενης (ή των προτεινομένων) πορείας της οδού για να ληφθούν περισσότερες και ακριβέστερες πληροφορίες.

Για να συγκεντρώσουμε από την αρχή ακριβέστερες πληροφορίες ή ακόμα για να αποφύγουμε, αν είναι δυνατόν την πλήρη αποτύπωση ολόκληρης της παραπάνω ζώνης, γίνεται χρήση της ταχυμετρικής μεθόδου αναγνωρίσεως.

Αυτή διαφέρει από τη βαρομετρική στο ότι τα στοιχεία εδάφους, δηλαδή τα στοιχεία γωνιών οδεύσεως, αποστάσεις, υψομετρικές διαφορές και εγκάρσιες κλίσεις του εδάφους, μετρούνται με το ταχύμετρο και το στόχο.

Ακόμη, όταν εκπονείται η ταχυμετρική αναγνώριση, είναι πολλές φορές απαραίτητη και η ταχυμετρική αποτύπωση ενός τμήματος της παραπάνω ζώνης, σε όσες θέσεις θεωρήσει αυτό επιβεβλημένο ο μηχανικός που διευθύνει την εργασία.

Οι θέσεις αυτές εκλέγονται ή γιατί σ' αυτές παρουσιάζονται εξαιρετικές εδαφικές ανωμαλίες, ή γιατί προβλέπεται ανάκαμψη της οδού.

Πάντως πρέπει να προηγείται από τη ταχυμετρική αναγνώριση, πρόχειρη έστω, βαρομετρική αναγνώριση.

7.6 Ανακεφαλαίωση.

Η μελέτη αναγνωρίσεως μιας οδού έχει σκοπό:

α) Την εκλογή της καταλληλότερης πορείας της οδού και

β) τη λήψη γενικών πληροφοριών για τη χάραξη και τη δαπάνη κατασκευής της οδού.

Η εκλογή της καταλληλότερης πορείας ακολουθεί τα εξής στάδια:

- α) Εκλογή των πιθανών υποχρεωτικών σημείων διελεύσεως της χαράξεως και σημείωση αυτών πάνω σε χάρτη με κατάλληλη κλίμακα (συνήθως 1:50 000).
 - β) Σημείωση πάνω στον ίδιο χάρτη της πορείας της χαράξεως μεταξύ των πιθανών υποχρεωτικών σημείων που εκλέγονται.
 - γ) Επιτόπια μετάβαση και οριστικός καθορισμός της θέσεως των υποχρεωτικών σημείων πάνω στο έδαφος και σημείωση αυτών πάνω στο χάρτη.
 - δ) Σημείωση πάνω στο χάρτη της πορείας της χαράξεως μεταξύ των υποχρεωτικών σημείων που σημειώθηκαν με πολυγωνομετρική όδευση.
 - ε) Μεταφορά της πολυγωνομετρικής οδεύσεως πάνω στο έδαφος και προσαρμογή της ανάλογα με τις εδαφικές συνθήκες (μορφολογία και σύσταση εδάφους, διάφοροι ειδικοί λόγοι κλπ.).
 - στ) Λήψη στοιχείων για τον καθορισμό της πολυγωνομετρικής οδεύσεως (υψόμετρα κορυφών, μήκη πλευρών, γωνίες).
- Αν για τον καθορισμό της πολυγωνομετρικής οδεύσεως τα παραπάνω στοιχεία λαμβάνονται με τη βοήθεια βαρομέτρου, βηματομέτρου και πυξίδας αντίστοιχα, τότε η αναγνώριση καλείται **βαρομετρική**. Αν τα στοιχεία λαμβάνονται με τη βοήθεια ταχυμέτρου και στόχου, καλείται **ταχυμετρική**.
- ζ) Λήψη γενικών πληροφοριών, όσον αφορά τη χάραξη και τη δαπάνη κατασκευής της οδού.
- η) Σύνταξη τεχνικής εκθέσεως και σχεδίαση της οριζοντιογραφίας και μηκοτομής της χαράξεως.
- Επειδή η κλίμακα του χάρτη που χρησιμοποιείται είναι μικρή (1:50 000) και η ακρίβεια των μετρήσεων μειωμένη, η αναγνώριση δεν καθορίζει την ακριβή θέση της μελετώμενης οδού **αλλά μια εδαφική ζώνη** μικρού πλάτους, μέσα στην οποία προβλέπεται ότι θα περιέχεται ο άξονας της νέας οδού.
-

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΟΟ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΟΔΟΥ

8.1 Γενικά.

Μετά τον καθορισμό της καταλληλότερης πορείας της χαράξεως και την έγκρισή της από την αρμόδια προϊστάμενη αρχή, αρχίζει το στάδιο της προμελέτης της οδού.

Ο καθορισμός της καταλληλότερης πορείας επιτυγχάνεται, όπως είδαμε, με τη βοήθεια χαρτών μικρής κλίμακας (1:50 000) και επιτόπιες γενικές παρατηρήσεις και προσεγγιστικές μετρήσεις.

Ακόμα, η παράσταση της πορείας της χαράξεως πραγματοποιείται, όπως είπαμε, πάνω σε χάρτες 1:10 000 ή 1:20 000 (που προέρχονται συνήθως από μεγέθυνση χαρτών κλίμακας 1:50 000) και επομένως μπορεί βέβαια να θεωρηθεί κατατοπιστική, όχι όμως και ακριβής.

Υστέρα από αυτά μπορούμε να πούμε ότι η σημειούμενη με την αναγνώριση καταλληλότερη πορεία της χαράξεως καθορίζει όχι την πορεία, αλλά την **εδαφική λωρίδα**, μέσα στην οποία θα πρέπει να περιέχεται η πορεία.

Όμοια με την τεχνική έκθεση της αναγνωρίσεως, δίνεται γενική μόνο εικόνα της απαιτούμενης δαπάνης του έργου, με χονδρική προσέγγιση, χρήσιμη μόνο για γενικά συμπεράσματα.

Από τα παραπάνω φαίνεται καθαρά η ανάγκη αποκτήσεως ακριβέστερων στοιχείων τόσο σχετικά με την πορεία της χαράξεως, όσο και με τη δαπάνη κατασκευής.

Για να ικανοποιηθεί αυτή η ανάγκη γίνεται η **προμελέτη** της οδού.

Τα ακριβέστερα αυτά στοιχεία δίνει αποκλειστικά η προμελέτη, όχι πια από τους χάρτες που χρησιμοποιήθηκαν στην αναγνώριση 1:50 000, αλλά από διαγράμματα υψομετρικής οριζόντιογραφίας κλίμακας 1:1000, 1:2000 ή 1:5000 το πολύ.

Με βάση αυτά τα ακριβέστερα στοιχεία που δίνονται καθορίζεται η ακριβής οριζόντιογραφική και υψομετρική θέση της μελετώμενης οδού.

Είναι λοιπόν έπιτακτικά αναγκαία η σύνταξη του διαγράμματος υψομετρικής οριζόντιογραφίας της εδαφικής λωρίδας κατά μήκος της μελετώμενης οδού και η ακρίβεια και πληρότητα των πληροφοριών που δίνονται από αυτό.

Στην Ελλάδα δεν υπάρχουν διαγράμματα μεγάλων κλιμάκων (όπως 1 : 1000 ή 1 : 2000) εκτός από ελάχιστες περιορισμένες περιοχές οικισμών κυρίως.

Η εργασία συντάξεως του διαγράμματος είναι καθαρά εργασία **τοπογραφική**.

Οι μέθοδοι που εφαρμόζονται σήμερα είναι κυρίως η **ταχυμετρική** και η **αεροτοπογραφική**.

Παρακάτω, λόγω της σπουδαιότητας, που έχει το ακριβές και πλήρες διάγραμμα για τη μελέτη της οδού, θα αναπτύξουμε κάθε μέθοδο χωριστά.

8.2 Μέθοδοι αποτυπώσεως της εδαφικής ζώνης κατά μήκος της οδού.

Προτού αναπτύξουμε τις παραπάνω μεθόδους, πρέπει να καθορίσουμε τα τρία βασικά χαρακτηριστικά κάθε αποτυπώσεως. Αυτά είναι:

- α) Το πλάτος της ζώνης που πρέπει να αποτυπωθεί.
- β) Η κλίμακα της αποτυπώσεως.
- γ) Οι λεπτομέρειες που πρέπει να αποτυπωθούν.

Το πλάτος της λωρίδας που πρέπει να αποτυπωθεί δεν είναι πάντοτε το ίδιο, αλλά μεταβάλλεται μεταξύ ορίων που διαφέρουν πάρα πολύ όχι μόνο από χάραξη σε χάραξη, αλλά και μεταξύ τμημάτων της ίδιας χαράξεως.

Κύριοι παράγοντες, που επηρεάζουν τη μεταβολή αυτή, είναι οι εδαφικές συνθήκες, η ακρίβεια με την οποία έγινε η εκλογή της πορείας της χαράξεως στην αναγνώριση και η πείρα του μηχανικού, που διευθύνει τις εργασίες.

Έτσι σε ανώμαλα εδάφη όπου συνήθως παρουσιάζονται αμφιβολίες σχετικά με την πορεία που πρέπει να ακολουθηθεί είναι μεγαλύτερο.

Αντίθετα σε ορεινά εδάφη, όπου μάλιστα πολλά σημεία διαβάσεως είναι εντελώς υποχρεωτικά, το πλάτος της ζώνης περιορίζεται σημαντικά. Γενικά το πλάτος της ζώνης που πρέπει να αποτυπωθεί ρυθμίζεται κάθε φορά από το μηχανικό, με βασική αρχή να περιέχεται σ' αυτό η προβλεπόμενη πορεία της καταλληλότερης χαράξεως.

Κατά κανόνα το πλάτος της ζώνης που πρέπει να αποτυπωθεί κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 100 και 400 m.

Δεύτερο βασικό στοιχείο της αποτυπώσεως είναι η κλίμακα που χρησιμοποιείται.

Όπως είπαμε, στην προμελέτη γίνεται χρήση διαγραμμάτων υψομετρικής οριζοντιογραφίας κλίμακας 1 : 1000 ως 1 : 5000. Της κλίμακας 1 : 1000 γίνεται χρήση σε ανώμαλα εδάφη, ενώ της 1 : 5000 σε εδάφη πολύ ομαλά.

Εκτός όμως από την ομαλότητα ή όχι του εδάφους στην εκλογή της καταλληλότερης κλίμακας παίζει ρόλο και η σημασία της μελετώμενης οδού, καθώς και η χρησιμοποιούμενη μέθοδος αποτυπώσεως. Στην ταχυμετρική αποτύπωση π.χ. γίνεται κατά κανόνα χρήση της κλίμακας 1 : 1000 ή 1 : 2000, ενώ στην αεροτοπογραφική, της 1 : 2000 ή 1 : 5000.

Ταυτόχρονα με την εκλογή της κλίμακας γίνεται και ο καθορισμός της ισοδιαστάσεως των χωροσταθμικών καμπυλών. Εδώ τον πρώτο λόγο έχει η ορεινότητα του εδάφους (η μέγιστη δηλαδή κλίση των κλιτύων) και η κλίμακα αποτυπώσεως που έχει εκλεγεί. Συνήθως γίνεται χρήση της ισοδιαστάσεως 1, 2, 5 και 10 m.

Έτσι για τα πεδινά ή ελαφρώς κυματοειδή εδάφη οι χωροσταθμικές καμπύλες χαράσσονται σύνηθως ανά 1 ή 2 m, οποιαδήποτε και αν είναι η κλίμακα του διαγράμματος.

Αντίθετα, για ορεινά εδάφη οι χωροσταθμικές καμπύλες χαράσσονται ανά 1 ή 2 m για κλίμακα 1 : 1000, ανά 2 ή 5 m για κλίμακα 1 : 2000 και ανά 5 ή 10 m για κλίμακα 1 : 5000.

Τέλος οι λεπτομέρειες, των οποίων η αποτύπωση κρίνεται απαραίτητη, είναι:

- α) Οι ποταμοί, οι χείμαρροι, τα ρυάκια, τα αυλάκια, τα προχώματα και οι τάφροι.
- β) Τα έλη κάθε φύσεως και εκτάσεως.
- γ) Οι πηγές και τα φρέατα.
- δ) Οι οδοί γενικά (σιδηροδρομικές γραμμές, αμαξιτοί, βατές, ατραποί).
- ε) Οι γέφυρες και οι οχετοί με το είδος και το άνοιγμά τους και γενικά όλα τα τεχνικά έργα.

στ) Οι τηλεφωνικές, τηλεγραφικές και γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας (με αποτύπωση των στύλων).

ζ) Τα όρια των καλλιεργούμενων γαιών ανάλογα με το είδος καλλιέργειας (αγροί, άμπελια, κήποι), καθώς και τα όρια των άγονων και μη καλλιεργήσιμων εκτάσεων (αμμώδεις και βραχώδεις εκτάσεις, λατομεία κλπ.).

η) Οι περίμετροι των πόλεων, κωμοπόλεων και χωριών, οι μεμονωμένες οικοδομές (αγρεπαύλεις, εκκλησίες κλπ.), τα εικονοστάσια, τα κοιμητήρια, τα ερείπια κλπ.

θ) Τα δάση, οι συστάδες δένδρων και τα μεμονωμένα δένδρα, τα οποία μπορούν να χρησιμεύσουν ως σημεία προσανατολισμού.

ι) Τα χαρακτηριστικά σημεία της επιφάνειας του εδάφους που απαιτούνται για την όσο το δυνατό ακριβέστερη παράσταση της μορφής του εδάφους.

Μαζί με αυτά στην αποτύπωση αναγράφονται πάνω στο αυτοσχέδιο οι ονομασίες των πόλεων, κωμοπόλεων, χωρίων, τοποθεσιών, ποταμών, χειμάρρων κλπ. καθώς και οι διευθύνσεις των συγκοινωνιακών γενικά οδών.

8.2.1 Ταχυμετρική μέθοδος αποτυπώσεως.

1) Καθορισμός της πολυγωνικής οδεύσεως (βάσεως).

Στη μέθοδο αυτή γίνεται χρήση του ταχύμετρου και του στόχου.

Πριν από κάθε εργασία ο προϊστάμενος του συνεργείου αποτυπώσεως διατρέχει τη σημειούμενη πάνω στο χάρτη της αναγνωρίσεως (βαρομετρικής ή ταχυμετρικής) πορεία και παίρνει γενική ιδέα των δυσχερειών, που θα παρουσιασθούν.

Στη συνέχεια προβαίνει στην **εκλογή, σήμανση** (πασσάλωση) και **εξασφάλιση** των κορυφών της πολυγωνικής οδεύσεως.

Η πολυγωνική όδευση που καθορίζεται με αυτό τον τρόπο αποτελεί τη λεγόμενη **βάση** της αποτυπώσεως.

Η εκλογή των κορυφών της βάσεως γίνεται από το μηχανικό που διευθύνει τις εργασίες, η δε κατάλληλη εκλογή τους διευκολύνει πολύ την ταχύτητα και την ακρίβεια της αποτυπώσεως γενικά.

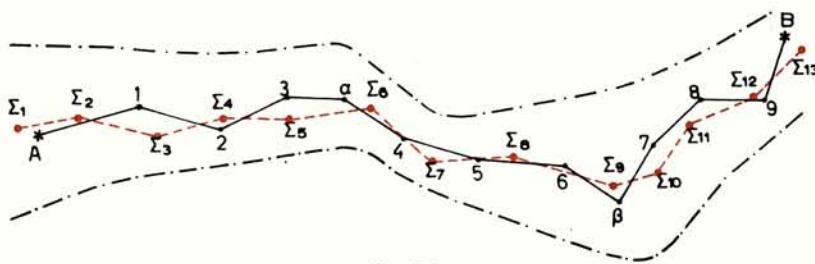
Κατά γενικό κανόνα οι κορυφές για τις οποίες μιλάμε, εκλέγονται σε θέσεις κοντά στη προβλεπόμενη χάραξη, ώστε η πολυγωνική όδευση (βάση) $\Sigma_1 \Sigma_2 \Sigma_3 \dots$ (σχ. 8.2a) που ορίζεται με αυτές να βρίσκεται κοντά στον άξονα της ζώνης που πρέπει να αποτυπωθεί.

Σημειώνομε ότι οι κορυφές Σ_1 της βάσεως πρέπει να εκλέγονται έτσι, ώστε:

α) Κάθε μία από αυτές να είναι ορατή από τη προηγούμενη και την επόμενη της.

β) Να είναι εύκολη και ασφαλής η τοποθέτηση του ταχυμέτρου σ' αυτή.

γ) Να είναι δυνατές οι σκοπεύσεις σε όλες τις διευθύνσεις και



Σχ. 8.2α.

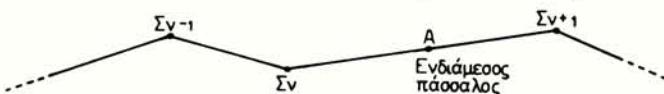
Α,Β: Κύρια σημεία της χαράξεως.

α,β: Υποχρεωτικά σημεία της χαράξεως

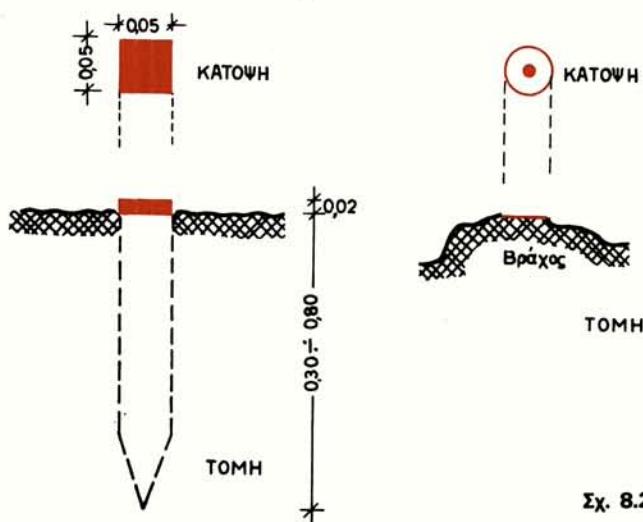
1,2,3,...9: Ταχυμετρική ή βαρομετρική όδευση αναγνωρίσεως.

$\Sigma_1, \Sigma_2, \Sigma_3, \dots$: Πολυγωνική όδευση προμελέτης (Βάση)

- - - - : Οριογραμμές της ζώνης αποτυπώσεως.



Σχ. 8.2β.



Σχ. 8.2γ.

δ) να διακρίνονται καλά από αυτήν οι λεπτομέρειες που πρέπει να αποτυπωθούν.

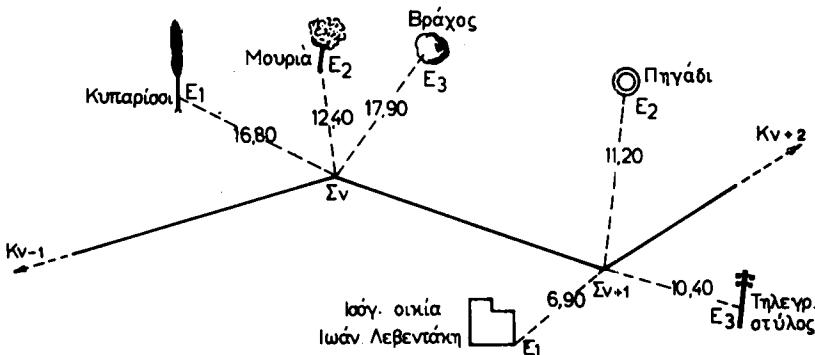
Η συνηθισμένη απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών κορυφών της βάσεως δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 300 m. Είναι δυνατόν να εκλεγούν κορυφές και σε απόσταση μεγαλύτερη από 300 m· πρέπει όμως να τοποθετηθούν **ενδιάμεσοι** πάσσαλοι A (σχ. 8.2β).

Μετά την εκλογή των κορυφών της βάσεως γίνεται η σήμανσή τους με πασσάλους τετραγωνικής (ή και κυκλικής) διατομής, με 0,05 m πλευρά και $0,30 \div 0,80$ m μήκος, ανάλογα με τη φύση του εδάφους (σχ. 8.2γ). Σε έδαφος βραχώδες η σήμανση γίνεται με κόκκινο ελαιόχρωμα (μίνιον) στο βράχο.

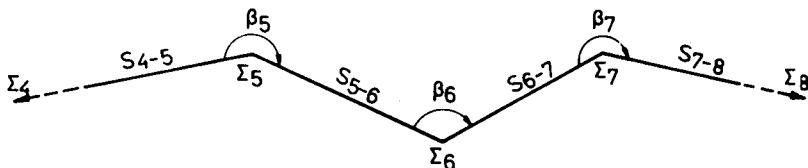
Τέλος η εξασφάλιση της θέσεως των παραπάνω κορυφών της βάσεως οι οποίες έχουν εκλεγεί και έχουν σημανθεί, επιτυγχάνεται αφού τις συσχετίσουμε με τρία τουλάχιστον παρακείμενα σταθερά σημεία (σχ. 8.2δ).

Η εξασφάλιση των κορυφών με αυτόν τον τρόπο γίνεται για να είναι εύκολο να ξαναβρούμε τις αρχικές θέσεις και να ξανατοποθετήσουμε τους πασσάλους των κορυφών σε περίπτωση εκούσιας ή όχι καταστροφής τους.

Μετά την εκλογή, τη σήμανσή και την εξασφάλιση των κορυφών, η διδευσή της αποτυπώσεως είναι πια καθορισμένη με ακρίβεια πάνω στο έδαφος.



Σχ. 8.2δ.



Σχ. 8.2ε.

Για να μπορεί να καθορισθεί και στο σχέδιο πρέπει, δπως είναι γνωστό από τη Τοπογραφία, να μετρηθούν τα μήκη S_i των πλευρών και οι γωνίες β_i της οδεύσεως (σχ. 8.2ε) και να υπολογισθούν τα υψόμετρα H_i (σχετικά ή απόλυτα) των κορυφών της.

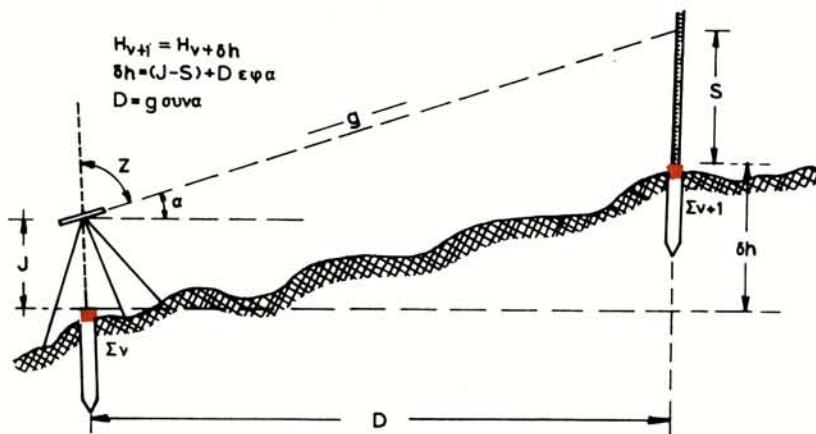
Η μέτρηση των πλευρών S_i γίνεται με μεταλλική μετροταινία ή με δίμετρη βάση και ταχύμετρο ή με άλλα με ανάλογη ακρίβεια μέσα μετρήσεων μηκών.

Η μέτρηση των γωνιών β_i γίνεται με ταχύμετρο, όπως γνωρίζομε από τη Τοπογραφία.

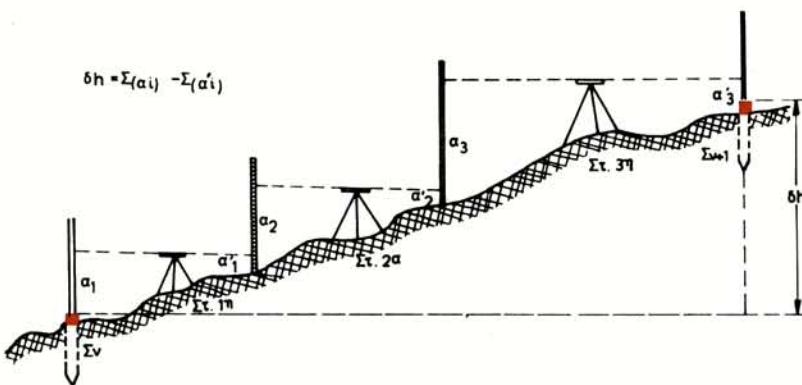
Τέλος ο υπολογισμός των υψομέτρων H_i των κορυφών επιτυγχάνεται κατ' αρχήν ταχυμετρικά (σχ. 8.2στ) και στη συνέχεια με γεωμετρική χωροστάθμηση (σχ. 8.2ζ).

'Όταν υπολογίζομε τις υψομετρικές διαφορές δή με τη γεωμετρική χωροστάθμηση γίνεται χρήση των καλούμένων χωροσταθμικών αφετηριών (repères).

Για το σκοπό αυτό τοποθετούνται κατά μήκος της ζώνης που πρέπει να αποτυπωθεί και σε αποστάσεις 1 ως 2 km σταθερά υψομετρικά σημεία. Τα σημεία αυτά

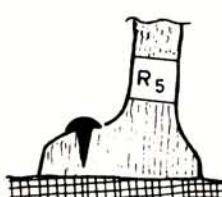


Σχ. 8.2στ.
Ταχυμετρικός υπολογισμός των υψομετρικών διαφορών.



Σχ. 8.2ζ.
Γεωμετρικός ύπολογισμός τών υψομετρικών διαφορών.

κατά προτίμηση τοποθετούνται πάνω σε κορμούς δένδρων (σχ. 8.2η), σε σταθερούς βράχους (σχ. 8.2θ), πάνω στο στέγαστρο των φρεάτων, πάνω σε τοίχους ή πάνω σε κλίμακες οικιών και γενικά πάνω σε σταθερές και μόνιμες θέσεις.



Σχ. 8.2η.
Repère πάνω σε κορμό δένδρου.



Σχ. 8.2θ.
Repère πάνω σε βράχο.

Η θέση των repères εξασφαλίζεται με τον ίδιο τρόπο όπως και οι κορυφές της βάσεως, και συσχετίζεται ταχυμετρικά με δύο τουλάχιστον κορυφές της.

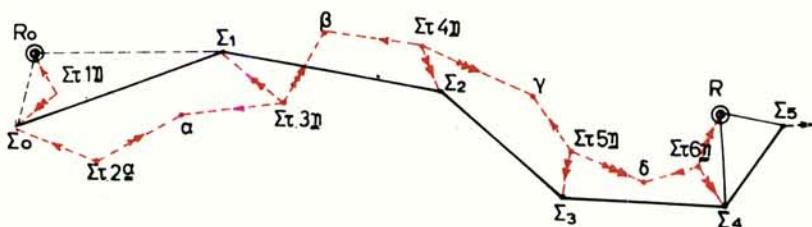
Τα σταθερά σημεία repères χρησιμοποιούνται ακολούθως και στις εργασίες της οριστικής μελέτης.

Υστέρα εκτελείται, σύμφωνα με τὰ γνωστά από την Τοπογραφία, η γεωμετρική χωροστάθμηση (μετάβαση - επιστροφή) μεταξύ των repères.

Στη μετάβαση από το ένα repère στο άλλο, καθώς και στην επιστροφή, σκοπεύονται απαραίτητα οι θέσεις, τόσο των δύο repères, τα οποία θεωρούνται αφετηρίες, όσο και όλες οι συναντώμενες κορυφές της βάσεως (σχ. 8.2i).

Με βάση τα στοιχεία της χωροστάθμησεως αυτής υπολογίζονται τόσο τα υψόμετρα των repères, όσο και τα υψόμετρα H_i των κορυφών της βάσεως.

Στο σχήμα 8.2i παριστάνεται σε κάτοψη γεωμετρική χωροστάθμιση μεταξύ δύο repères.



Σχ. 8.2i.

Υπόμνημα: $\Sigma_0, \Sigma_1, \Sigma_2, \dots$: Κορυφές της πολυγωνικής οδεύσεως αποτυπώσεως (βάσεως)

Στ. 1η, Στ. 2α.: Στάσεις του χωροβάτη.

α, β, γ...: Βοηθητικά σημεία του εδάφους που έχουν εκλεγεί.

— > —: Πρώτη σκόπευση με το χωροβάτη.

— >> —: Δεύτερη σκόπευση με το χωροβάτη.

— >>> —: Τρίτη σκόπευση με το χωροβάτη.

— : Σκοπεύσεις με το ταχύμετρο.

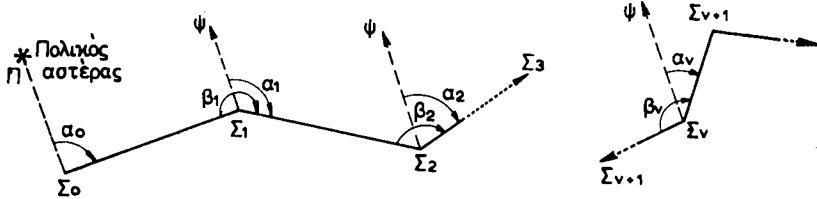
Με τη μέτρηση, λοιπόν, των πλευρών S_i και των γωνιών β_i καθώς και με τον υπολογισμό των υψομέτρων H_i των κορυφών, η βάση της αποτυπώσεως είναι πια καθορισμένη και στο σχέδιο.

Ο καθορισμός όμως αυτός είναι **σχετικός** και αφορά τη θέση κάθε κορυφής σε σχέση με άλλες. Αυτό επειδή η όδευση στην προκειμένη περίπτωση, χαρακτηρίζεται ανοικτή και ανεξάρτητη.

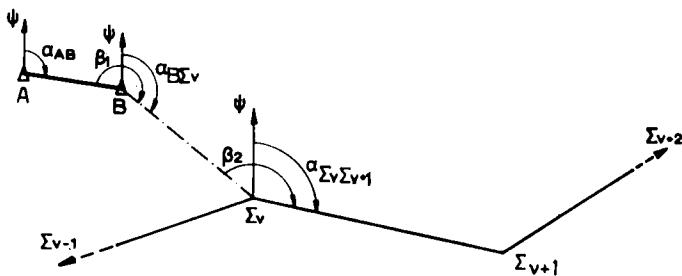
Για να επιτευχθεί ο **απόλυτος** προσανατολισμός της οδεύσεως, πρέπει να είναι γνωστή η **γωνία διευθύνσεως** ή το μαγνητικό αζιμούθιο μιας οποιασδήποτε πλευράς της (σχ. 8.2ia).

Αυτό επιτυγχάνεται από τη βαρομετρική αναγνώριση, με τη βοήθεια πυξίδας, με σκόπευση του πολικού αστέρα, ή τέλος, ακριβέστερα, με σκόπευση σε παραπλήσια υπάρχοντα τριγωνομετρικά σημεία (δύο τουλάχιστον οποιασδήποτε τάξεως).

Ο προσανατολισμός της οδεύσεως με σκόπευση του πολικού αστέρα επιτυγχάνεται με τοποθέτηση του ταχυμέτρου σε τυχαία κορυφή της (κατά προτίμηση στην πρώτη) και με μέτρηση της οριζόντιας γωνίας $\Pi\Sigma$, που σχηματίζουν οι διευθύνσεις του και της επόμενης κορυφής (σχ. 8.2ia).



Σχ. 8.21α.



Σχ. 8.21β.

Η γωνία προσανατολισμού οποιασδήποτε πλευράς $\Sigma_v \Sigma_{v+1}$ της οδεύσεως βρίσκεται τότε από τη γνωστή από τη Τοπογραφία σχέση:

$$\alpha_v = \alpha_0 + \Sigma \beta_i + v \cdot 200^\circ - \kappa \cdot 400^\circ$$

όπου: v και κ είναι αριθμοί ακέραιοι και θετικοί (ή μηδέν).

Ο προσανατολισμός τέλος με τη βοήθεια δύο τουλάχιστο γνωστών τριγωνομετρικών σημείων επιτυγχάνεται με τον υπολογισμό της γωνίας διευθύνσεως α_{AB} αυτών και με μέτρηση των γωνιών $\beta_1 = AB\Sigma_v$ και $\beta_2 = B\Sigma_v \Sigma_{v+1}$ (σχ. 8.21β).

Αν εφαρμόσουμε τον προηγούμενο τύπο, θα έχουμε:

$$\alpha_{\Sigma_v \Sigma_{v+1}} = \alpha_{AB} + (\beta_1 + \beta_2) + 2 \times 200 - \kappa \times 400$$

Αν ανακεφαλαιώσουμε τις μέχρι αυτό το σημείο εργασίες, παρατηρούμε ότι για να καθορίσουμε πλήρως την πολυγωνική όδευση (βάση):

α) Γίνεται κατατοπιστική αναγνώριση κατά μήκος της εδαφικής λωρίδας που πρέπει να αποτυπωθεί.

β) Γίνεται ο καθορισμός της πάνω στο έδαφος με την εκλογή, σήμανση και εξασφάλιση των κορυφών της.

γ) Γίνεται ο καθορισμός σε σχέδιο με μέτρηση των πλευρών και των γωνιών της και με υπολογισμό των υψομέτρων των κορυφών της και

δ) γίνεται ο προσανατολισμός της οδεύσεως σε σχέση με το Βορρά.

2) Αποτύπωση των λεπτομερειών.

Μετά τον καθορισμό της πολυγωνικής οδεύσεως, η οποία αποτελεί το σκελετό

της αποτυπώσεως, αρχίζει η αποτύπωση των λεπτομερειών γύρω από κάθε κορυφή και λαμβάνονται οι απαιτούμενες πληροφορίες για τη σύνταξη της μελέτης.

Η αποτύπωση των λεπτομερειών εξαρτάται από την επιτυχή εκλογή των καταλλήλων σημείων που θα ληφθούν, την ορθότητα και ευκρίνεια των αυτοσχεδίων που συντάσσονται επί τόπου και από την κατάλληλη διάταξη και πορεία των στοχοφόρων.

Όλα αυτά, όπως είναι φανερό, είναι συνάρτηση της πείρας, της αντιλήψεως και της ικανότητας γενικά του Μηχανικού που διευθύνει το συνεργείο.

Σχετικά με την επιτυχή εκλογή των καταλλήλων σημείων ισχύουν, σε γενικές γραμμές, τα εξης:

α) Η λήψη μεγάλου αριθμού σημείων δεν αυξάνει την ακρίβεια της αποτυπώσεως, ενώ πολλαπλασιάζει άσκοπα την όλη εργασία.

Τον ανά μονάδα επιφάνειας απαιτούμενο αριθμό σημείων καθορίζει κυρίως η **κλίμακα** της αποτυπώσεως και η **μορφολογία** του εδάφους.

Πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπ' όψη τόσο ο **σκοπός** της αποτυπώσεως όσο και η αβεβαιότητα στην εκτίμηση των αποστάσεων με τη σταδιομετρική μέθοδο και η **ακρίβεια**, με την οποία γίνεται η αναγωγή των σημείων πάνω στο χάρτη. Έτσι οι μέγιστες αποστάσεις μεταξύ των καταλλήλων σημείων δίνονται από τὸν Πίνακα 8.2.1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.2.1

Κλίμακα	Μέση απόσταση σημείων		Πυκνότητα ανά στρέμμα
	Στο έδαφος	Στο σχέδιο	
1:1000	20 m	2 cm	2,5
1:2000	40 m	2 cm	0,6
1:5000	75 m	1,5 cm	0,2

Όμοια, οι μέγιστες αποστάσεις των καταλλήλων σημείων από τις κορυφές της πολυγωνικής οδεύσεως δεν πρέπει να υπερβαίνουν τις τιμές που δίνει ο Πίνακας 8.2.2.

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.2.2.

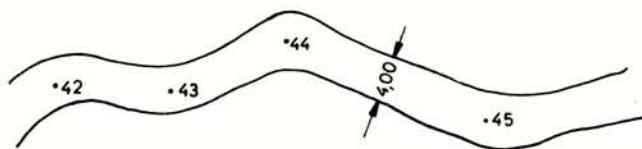
Κλίμακα	Πεδινό έδαφος	Ορεινό έδαφος
1 : 1000	100 m	120 m
1 : 2000	150 m	200 m
1 : 5000	250 m	300 m

β) Οι οδοί που είναι βατές αποτυπώνονται με τη λήψη σημείων στον άξονά τους και μάλιστα στις θέσεις των κυριοτέρων αλλαγών κατευθυνσεώς τους (σχ. 8.2ιγ).

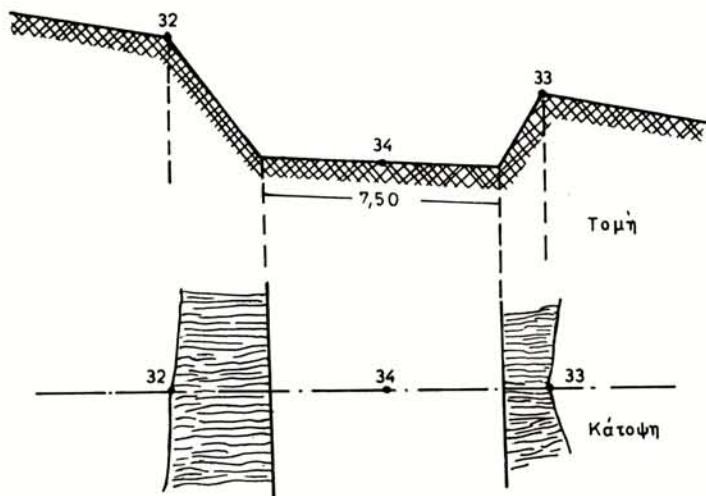
Με μετροτανία λαμβάνεται το μέσο πλάτος τους.

Η αποτύπωση των αμαξιτών και σιδηροδρομικών οδών επιτυγχάνεται με τη λήψη των κυριοτέρων χαρακτηριστικών σημείων τους (σχ. 8.2ιδ).

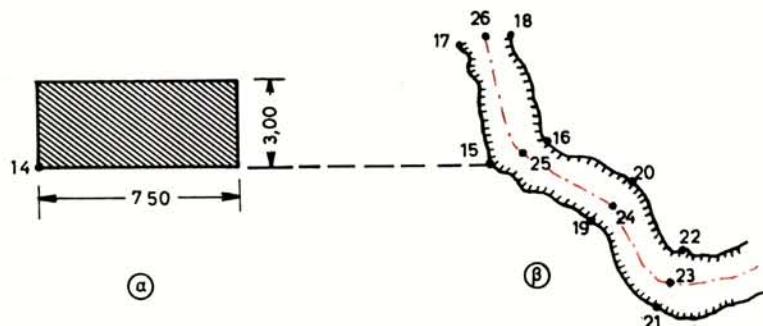
γ) Όταν πρόκειται για μεμονωμένες κυρίως οικοδομές, λαμβάνεται κατά κανόνα, ένα πημείο σε μια από τις γωνίες και άλλο στην προέκταση της μεγαλύτερης κατά προτίμηση πλευράς και σε χαρακτηριστική θέση του εδάφους [σχ. 8.2 ιε(α)].



Σχ. 8.2ιγ.



Σχ. 8.2ιδ.



Σχ. 8.2ιε.

Στη συνέχεια μετρούνται οι διαστάσεις του κτηρίου με μετροταινία ή με στόχο.

δ) Για να αποτυπωθούν ποταμοί, χείμαρροι και ρεύματα λαμβάνονται σημεία τόσο στον άξονά τους όσο και στις όχθες και μάλιστα στις σημαντικές καμπές τους [σχ. 8.2ιε(β)].

ε) Τέλος, για την αποτύπωση των ανωμαλιών γενικά του εδάφους, εκλέγονται χαρακτηριστικά σημεία, ώστε η χάραξη των υψομετρικών καμπυλών να γίνεται εύ-

κολα και χωρίς αμφιβολίες· ο δε ο καθορισμός του ύψομέτρου με γραμμική παρεμβολή κάθε σημείου του εδάφους να επιτυγχάνεται με προσέγγιση 0,25 m για εδάφη ομαλά και 0,50 m για εδάφη ανώμαλα.

Γι' αυτό τα χαρακτηριστικά σημεία εκλέγονται κατάλληλα στα κοιλώματα, οφρύς (φρύδια), πτυχές εδάφους κλπ.

Εκτός από την επιτυχή εκλογή των χαρακτηριστικών σημείων, η ορθή απούπωση των λεπτομερειών απαιτεί ακόμα, όπως είπαμε, ορθότητα και ευκρίνεια των **αυτοσχέδιων** καθώς και κατάλληλη διάταξη και πορεία των στοχοφόρων.

Τα αυτοσχέδια συντάσσονται επί τόπου με το μολύβι, και αποτελούν σκαριφήματα της προς απούπωση περιοχής κάθε μιας κορυφής.

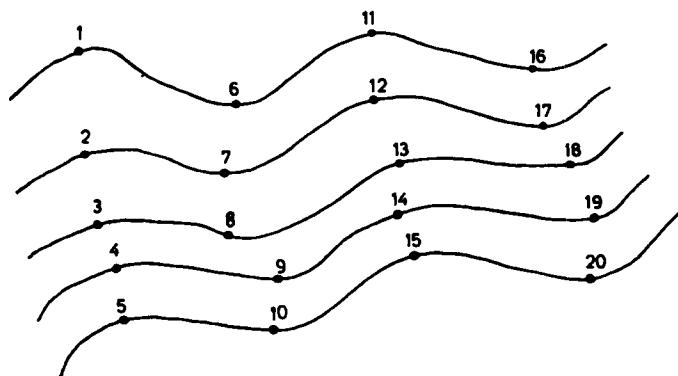
Σ' αυτά με ευκρίνεια και με ορθότητα σημειώνονται:

- α) Ο αριθμός και η σχετική θέση της κορυφής.
- β) Οι αριθμοί και οι σχετικές θέσεις των χαρακτηριστικών σημείων.
- γ) Οι συνθηματικές παραστάσεις των διαφόρων λεπτομερειών και

δ) γενικά αι αναγκαίες ενδείξεις και πληροφορίες για τον ακριβή καταρτισμό των σχεδίων, σχετικά με την παράσταση των λεπτομερειών, και με την καθ' ύψος διαμόρφωση του εδάφους.

'Οσον αφορά την κατάλληλη διάταξη και πορεία των στοχοφόρων, αυτό εξυπηρετεί την ακρίβεια της αποτυπώσεως και την ταχύτητα της εργασίας.

Ο προϊστάμενρς του συνεργείου τοποθετεί κατ' αρχήν τους χρησιμοποιούμενους 3 ως 5 στοχοφόρους (ανάλογα με την ταχύτητα του παρατηρητή) σύμφωνα με τη διάταξη του σχήματος 8.2ιστ (1,2,3,4,5) και μετακινεί κάθε ένα από αυτούς σχεδόν ισοκλινώς (1,6,11,16,21) κατά προτίμηση, όπως είπαμε, στις εξάρσεις ή τις χαραδρώσεις.



Σχ. 8.2ιστ.

Η απόσταση του ενός στοχοφόρου από τον άλλο (1, 2, 3, 4, 5) καθώς και η μεταξύ δύο διαδοχικών θέσεων του ίδιου στοχοφόρου (1, 6, 11, 16) λαμβάνεται ίση (για κλίμακα διαγράμματος 1:2000) με 20 ως 30 m.

Ταυτόχρονα με την απούπωση των λεπτομερειών κάθε κορυφής, συλλέγονται και οι αναγκαίες για το σκοπό της αποτυπώσεως πληροφορίες.

Οι πληροφορίες αυτές κυρίως αφορούν:

- α) Τα είδη των καλλιεργειών.
- β) Τη γεωλογική σύσταση του εδάφους.
- γ) Τα μέγιστα ύψη των νερών των πλημμυρών.
- δ) Τα πιθανά ανοίγματα των προβλεπόμενων γεφυρών.
- ε) Τις τυχόν προβλεπόμενες δυσχέρειες για τη θεμελίωση των τεχνικών έργων.
- στ) Κάθε άλλη σχετική πληροφορία.

3) Σειρά των εργασιών της αποτυπώσεως πάνω στο έδαφος.

Ο μηχανικός που διευθύνει τις εργασίες κατ' αρχήν διατρέχει, όπως είπαμε, τη ζώνη που πρέπει να αποτυπωθεί κατά μήκος και στη συνέχεια προβαίνει στην εκλογή, σήμανση και εξασφάλιση των κορυφών της οδεύσεως.

Τα στοιχεία των εξασφαλίσεων καταγράφει σε ειδικό βιβλιάριο (**βιβλ. 1**).

Ακολουθεί η μέτρηση των πλευρών με μεταλλική μετροταινία με δίμετρη βάση ή με άλλα ανάλογης ακρίβειας μέσα (**βιβλ. 2**), η μέτρηση των γωνιών (**βιβλ. 3**) και ο με οποιοδήποτε τρόπο προσανατολισμός της οδεύσεως. Τέλος λαμβάνονται τα υψόμετρα των κορυφών με γεωμετρική χωροστάθμησή τους (**βιβλ. 4**).

Υστερά από αυτά τοποθετείται το ταχύμετρο στην πρώτη κορυφή, εκτελείται η ακριβής κέντρωση και οριζοντίασή του και λαμβάνεται το ύψος του οργάνου j .

Σε κάθε στόχο (**σταδία**) προσδένεται λεπτή έγχρωμη ταινία στο ύψος της αναγνώσεως j . Αυτό γίνεται για να διευκολυνθεί η εργασία του παρατηρητή και για να απλουστευθούν οι πράξεως στη συνέχεια, επειδή με σκόπευση σε ύψος j στο στόχο ο όρος $j-S$, στο γνωστό από τη Τοπογραφία τύπο $\delta h = (j-S) + Δσφz$, μηδενίζεται.

Ακολούθως το όργανο ρυθμίζεται, ώστε σκοπεύοντας το στόχο στην κορυφή S_2 , ο οριζόντιος δίσκος και ο βερνιέρος να δείχνουν την ανάγνωση μηδέν. Σε ειδικό τότε βιβλιάριο (**βιβλ. 5**) σημειώνοντα με σειρά τα στοιχεία που λαμβάνονται: η οριζόντια γωνία a , το αποκοπόμενο τμήμα g στο στόχο και η ζενίθια απόσταση z (σε ύψος $S = j$), σύμφωνα με τα γνωστά από τη Τοπογραφία

Στη συνέχεια σκοπεύεται ένα απομακρυσμένο σταθερό και εμφανές σημείο και λαμβάνεται η ανάγνωση του οριζόντιου δίσκου. Αυτό γίνεται για να αποφευχθεί η επανάληψη της εργασίας, αν στη διάρκειά της μετακινηθεί ο οριζόντιος δίσκος.

Υστερά αρχίζει η αποτύπωση των λεπτομερειών. Ο προϊστάμενος του συνεργείου στη διάρκεια της παραπάνω προετοιμασίας συντάσσει το αυτοσχέδιο της περιοχής και καταγράφει σ' αυτό όλες τις χρήσιμες πληροφορίες. Στη συνέχεια υποδεικνύει τη θέση κάθε στοχοφόρου εργάτη και τους καθοδηγεί κάθε φορά να μετακινούνται στις νέες θέσεις, οι οποίες καθορίζονται από αυτόν. Όταν ένα πλήρες συνεργείο εργάζεται με αυτόν τον τρόπο, μπορεί κατά μέσο όρο να αποτυπώσει την ημέρα ζώνη εδάφους μήκους 1 km και πλάτους 100 ως 300 m.

4) Σύνταξη και σχεδίαση του διαγράμματος της υψομετρικής οριζοντιογραφίας.

Μετά την εκτέλεση των εργασιών στο έδαφος ακολουθεί η σύνταξη και σχεδίαση του διαγράμματος της υψομετρικής οριζοντιογραφίας.

Αυτή περιλαμβάνει όλους του υπολογισμούς προς εξαγωγή των απαραιτήτων στοιχείων, τη μεταφορά των στοιχείων στα φύλλα σχεδιάσεως και τη χάραξη και σχεδίαση στα φύλλα των ισοϋψών καμπυλών και των υπολοίπων οριζοντιογραφικών και υψομετρικών στοιχείων.

Οι απαιτούμενοι υπολογισμοί συνοψίζονται ως εξής:

α) Υπολογισμός των συντεταγμένων των κορυφών της πολυγωνικής οδεύσεως και των υψομέτρων τους.

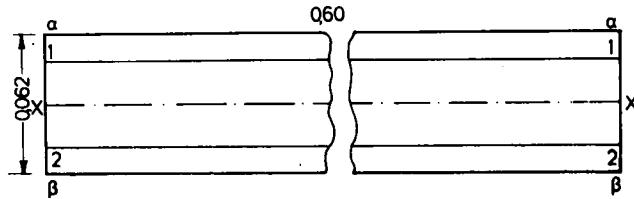
β) Υπολογισμός των υψομέτρων των λεπτομερειακών σημείων και των αποστάσεών τους από τις αντίστοιχες κορυφές.

Τα παρακάτω στοιχεία μεταφέρονται πάνω στα φύλλα χαρτιού σχεδιάσεως.

Οι διαστάσεις των φύλλων αυτών ποικίλλουν· οι συνήθισμένες όμως διαστάσεις των προτύπων φύλλων είναι: πλάτος 0,31 m και μήκος 3,00 ή 4,00 m το πολύ.

Την όλη εργασία μεταφοράς των στοιχείων διευκολύνει σημαντικά ο από πριν καθορισμός του μήκους κάθε φύλλου καθώς και της θέσεως των γραμμών του καννάβου σ' αυτά.

Για το σκοπό αυτό συντάσσομε γενικό περιληπτικό διάγραμμα της πολυγωνικής οδεύσεως σε χαρτί millimétré με κλίμακα 1 : 10 000 ή 1:20 000 πάνω στον οποίο μεταφέρομε όλες τις κορυφές με βάση τις συντεταγμένες τους.



Σχ. 8.2iζ.

Επίσης σχεδιάζομε σε διαφανές χαρτί το περίγραμμα φύλλου πλάτους 0,31 m και μέγιστου 3,00 ή 4,00 m με κλίμακα ανάλογη με την κλίμακα του γενικού διαγράμματος· π.χ. για κλίμακα αποτυπώσεως 1 : 2000 και κλίμακα γενικού διαγράμματος 1:10 000, οι διαστάσεις του περιγράμματος θα είναι (σχ. 8.2iζ):

$$\text{πλάτος: } 0,31 \times \frac{2000}{10\,000} = 0,062 \text{ m}$$

$$\text{μήκος: } 3,00 \times \frac{2000}{10\,000} = 0,60 \text{ m}$$

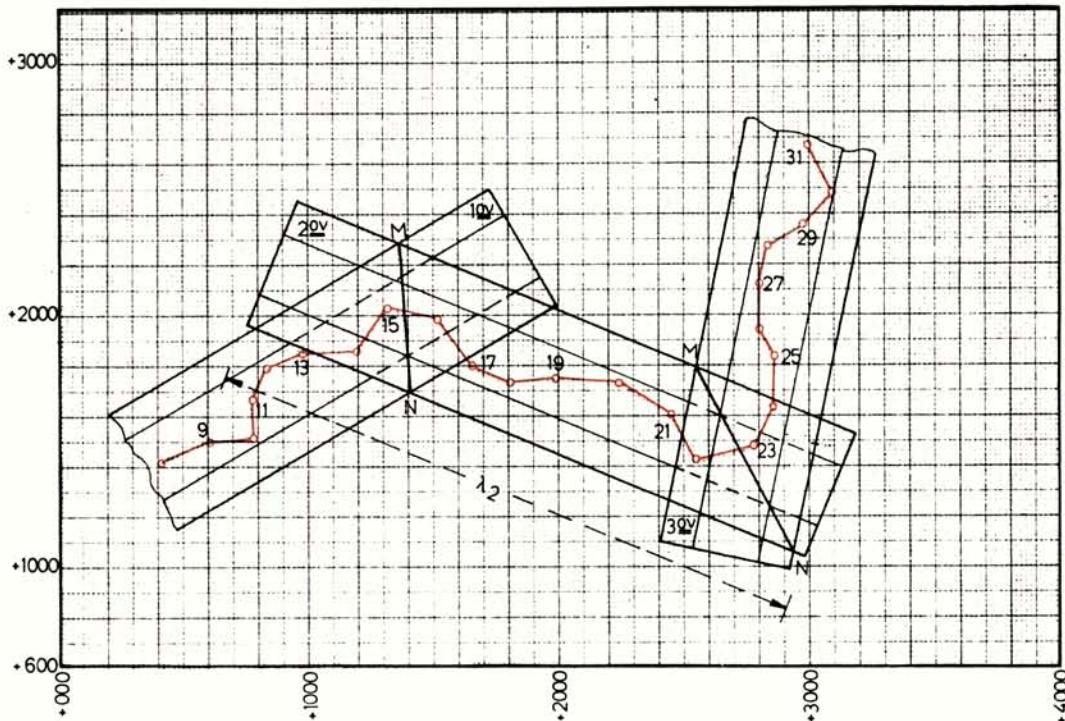
Πάνω σ' αυτό το βοηθητικό φύλλο χαράζομε δύο γραμμές 1-1 και 2-2, παράλληλες με το άξονα χ-χ· η απόστασή τους από τις οριογραμμές α-α και β-β πρέπει να είναι ίση, με την κλίμακα βέβαια του γενικού διαγράμματος, με το μισό του μέγιστου πλάτους της άποτυπωθείσας ζώνης. Π.χ. για μέγιστο πλάτος αποτυπώσεως 300 m και κλίμακα γενικού διαγράμματος 1:10 000 η απόσταση αυτή θα είναι:

$$\frac{300}{2} \times \frac{1}{10\,000} = 0,015 \text{ m}$$

Το υπό σμίκρυνση πρότυπο φύλλο τοποθετούμε πάνω στο γενικό διάγραμμα της πολυγωνικής οδεύσεως και το μετακινούμε δοκιμαστικά για να καθορίσομε τη

θέση του, ώστε να περιλαμβάνει μεταξύ των παραλλήλων 1-1 και 2-2, όσο το δυνατόν περισσότερες κορυφές της οδεύσεως.

Στη θέση αυτή καθορίζεται τόσο το μήκος του φύλλου και η θέση των γραμμών του καννάβου, όσο και η θέση των γραμμών συναρμογής με τα γειτονικά φύλλα (σχ. 8.2ιη). Μετά κόβομε τα φύλλα, χαράζομε στο κάθε ένα τις γραμμές του καννάβου και τα αριθμούμε.



Σχ. 8.2ιη.

Τέλος, μεταφέρομε με μολύβι, με την κλίμακα της αποτυπώσεως, τις κορυφές της οδεύσεως και τα σημεία λεπτομέρειας με τα υψόμετρά τους και με τη βοήθεια των αυτοσχεδίων σχεδιάζομε όλες τις λεπτομέρειες. Μετά τον καθορισμό, με μολύβι πάντοτε, και των υψομετρικών καμπυλών, το διάγραμμα παραδίνεται στους σχεδιαστές για μελάνωση και χρωματισμό.

8.2.2 Αεροτοπογραφική μέθοδος αποτυπώσεως.

Η κυρίως εφαρμοζόμενη σήμερα μέθοδος αποτυπώσεως, εκτεταμένων κατά προτίμηση περιοχών, είναι η **αεροτοπογραφική**.

Αυτή συνδυάζει μεγάλη ταχύτητα εκτελέσεως, ικανοποιητική ακρίβεια και πιστότητα αποτυπώσεως, και σημαντική οικονομία.

Ειδικότερα πλεονεκτεί από τις κλασικές μεθόδους αποτυπώσεως, γιατί δίνει τη δυνατότητα απεικόνισεως του εδάφους σε ορισμένη χρονική στιγμή και μπορεί να

εφαρμοσθεί σε περιοχές δύσκολες ή απρόσιτες στον τοπογράφο.

Η αεροτοπογραφική μέθοδος ξεκινά από δύο κυρίως απόψεις: Από την προβολή και τη στρεοσκοπική παρατήρηση.

Ως «πρώτη ύλη» χρησιμοποιεί τη μετρητική αεροφωτογραφία κατακόρυφης κατά κανόνα λήψεως.

Η πλήρης ανάπτυξη της μεθόδου και η τεχνική της εφαρμογής της αποτελεί κεφάλαιο πολύ εκτεταμένο, που είναι έξω από τους σκοπούς του βιβλίου αυτού.

Εδώ θα γνωρίσομε σε αδρές γραμμές τη σειρά των εργασιών, που απαιτούνται για τη σύνταξη του διαγράμματος της υψομετρικής οριζοντιογραφίας.

Βασικά στάδια για να ολοκληρωθεί μια αποτύπωση είναι:

- α) Η προετοιμασία της πτήσεως.
- β) Η εκτέλεση της πτήσεως.
- γ) Η φωτογραφική επεξεργασία.
- δ) Οι φωτοπροσδιορισμοί.
- ε) Η απόδοση των αεροφωτογραφιών.
- στ) Οι σχεδιαστικές εργασίες και εκτυπώσεις.

Παρακάτω θα αναπτύξουμε κάθε στάδιο χωριστά.

1) Προετοιμασία της πτήσεως.

Η προετοιμασία ή μελέτη της πτήσεως αφορά τις τεχνικές απαιτήσεις, τις οποίες πρέπει να πληρούν οι αεροφωτογραφίες και τους οικονομικούς όρους.

Απαραίτητα στοιχεία για να γίνει η προετοιμασία της πτήσεως είναι:

— Το περίγραμμα της περιοχής (ή ζώνης) που πρέπει να αποτυπωθεί πάνω σε χάρτη με γνωστή κλίμακα.

— Η επιθυμητή κλίμακα αποτυπώσεως.

Όταν πρόκειται να γίνει αποτύπωση εδαφικής λωρίδας κατά μήκος οδού, το μεν περίγραμμα της περιοχής που πρέπει να αποτυπωθεί καθορίζεται εύκολα πάνω στο χάρτη της αναγνωρίσεως, και η κλίμακα αποτυπώσεως ορίζεται συνήθως 1:1000, 1:2000 ή 1:5000 ανάλογα με τη μορφολογία του εδάφους και την απαύγουμενη ακρίβεια.

Αφού καθορίσουμε αυτά, συνεχίζομε την προετοιμασία της πτήσεως, η οποία σε σειρά περιλαμβάνει τις παρακάτω εργασίες:

α) Εκλογή της κατάλληλης φωτομηχανής λήψεως.

Οι φωτομηχανές μετρητικών αεροφωτογραφιών είναι σήμερα αυτόματες λήψεως, και διακρίνονται σε κανονικές, ευρυγώνιες και υπερευρυγώνιες.

Χαρακτηριστική διαφορά μεταξύ τους είναι ότι οι αεροφωτογραφίες που λαμβάνονται με τις υπερευρυγώνιες, για το ίδιο ύψος πτήσεως, απεικονίζουν μεγαλύτερη εδαφική έκταση. Αυτό εξασφαλίζει οικονομία και ταχύτητα εκτελέσεως της εργασίας γενικά.

Σε περιπτώσεις όμως αεροφωτογραφήσεως πόλεων ή ανωμάλων εδαφών και ιδίως από μικρό ύψος, δεν ενδείκνυται η χρήση των υπερευρυγωνίων και ευρυγώνιων φωτομηχανών, γιατί παρουσιάζουν μεγάλες εκτροπές. Τότε γίνεται χρήση των κανονικών. Από τη Δ/νση Ζ, Αεροφωτογραφήσεων του Υ.Δ.Ε. χρησιμοποιούνται οι παρακάτω δύο τύποι φωτομηχανών:

- Ευρυγώνια (Zeiss) εστιακής αποστάσεως $f = 152,72/24 \times 24$
- Κανονική (Wild) εστιακής αποστάσεως $f = 210,02/18 \times 18$

β) Υπολογισμός της κλίμακας των αεροφωτογραφιών που ελήφθησαν.

Για να είναι δυνατή η εκμετάλλευση των αεροφωτογραφιών προς απόδοση διαγράμματος υψημετρικής οριζόντιογραφίας με καθορισμένη κλίμακα $1 : m_k$ πρέπει η κλίμακα των αεροφωτογραφιών $1 : m_b$ να βρίσκεται σε σχέση με την κλίμακα $1 : m_k$ του διαγράμματος.

Η σχέση, που συνδέει τις δύο αυτές κλίμακες, είναι:

$$m_b = c \sqrt{m_k}$$

όπου: c είναι συντελεστής με τιμές μεταξύ των ορίων $100 < c < 300$.

Όσο ακριβέστερο διάγραμμα ενδιαφερόμαστε να συντάξουμε, τόσο πλησιέστερο προς το κατώτερο όριο 100 εκλέγομε τις τιμές του συντελεστή c .

Αντίθετα, οι τιμές του c εκλέγονται πλησιέστερα προς το ανώτερο όριο 300, όταν μας ενδιαφέρει περισσότερο η οικονομία εκτελέσεως της όλης εργασίας και όχι η ακρίβεια συντάξεως του διαγράμματος.

Αν λοιπόν γνωρίζομε την κλίμακα m_k του διαγράμματος της εδαφικής εκτάσεως που θα αποτυπωθεί εύκολα, με βάση τα παραπάνω καθορίζομε την κλίμακα m_b των αεροφωτογραφιών.

Π.χ. για κανονική αποτύπωση υπό κλίμακα $1:2000$ εδαφικής λωρίδας κατά μήκος οδού θα απαιτηθούν αεροφωτογραφίες υπό κλίμακα $1:9000$, γιατί:

$$m_b = 200 \times \sqrt{2000} \approx 9000$$

γ) Υπολογισμός του απαιτούμενου ύψους πτήσεως.

Όταν εκλεγεί σύμφωνα με τα παραπάνω, η κατάλληλη φωτομηχανή λήψεως και καθορισθεί η κλίμακα m_b των αεροφωτογραφιών, έύκολα καθορίζεται το απαιτούμενο ύψος πτήσεως h του αεροσκάφους πάνω από την προς αποτύπωση περιοχή (σχ. 8.2ιθ), από τη σχέση:

$$\frac{1}{m_b} = \frac{f}{h} \quad \text{ή}$$

$$h = f \cdot m_b$$

Όπως είναι φυσικό, λόγω της υψημετρικής ανομοιομορφίας του εδάφους και της μη απόλυτης κανονικής πτήσεως του αεροσκάφους, οι αεροφωτογραφίες δεν έχουν την ίδια κλίμακα όχι μόνο μεταξύ τους, αλλά και μεταξύ των επί μέρους τμημάτων τους.

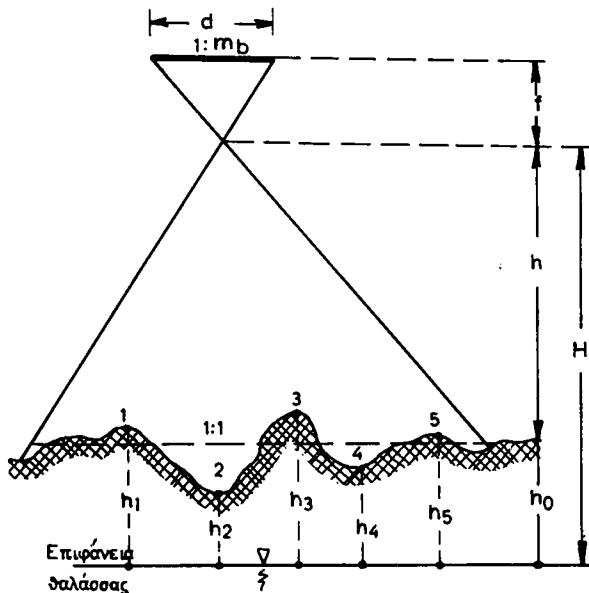
Το ύψος h καλείται **σχετικό ύψος** του αεροσκάφους πάνω από τη φωτογραφιζόμενη περιοχή.

Το απόλυτο ύψος πτήσεως από την επιφάνεια της θάλασσας θα είναι:

$$H = h_0 + h$$

όπου:

$$h_0 = \frac{h_1 + h_2 + \dots + h_v}{v}$$



Σχ. 8.2ιθ.

δ) Διάταξη και σχεδίαση διαδρομών αεροφωτογραφήσεως.

Επειδή, όπως είπαμε, η αεροφωτογραφική μέθοδος βασίζεται στη στερεοσκοπική παρατήρηση, πρέπει να υπάρχει **κατά μήκος επικάλυψη** μεταξύ των αεροφωτογραφιών, όταν λαμβάνονται ανά διο, η οποία να φθάνει σε 60% περίπου (σχ. 8.2κ).

Για λόγους ασφάλειας, αλλά και οικονομίας, όπως θα δούμε, επιβάλλεται και **πλάγια επικάλυψη** των αεροφωτογραφιών ανερχόμενη σε 20% ως 30% περίπου. Αυτό συμβαίνει φυσικά, όταν οι πτήσεις γίνονται παράλληλα (σχ. 8.2κα).

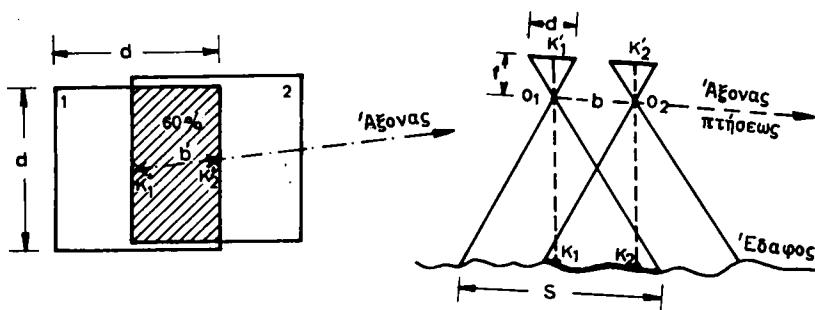
Υστερα από αυτά η απόσταση $O_1 O_2 = b$ μεταξύ δύο διαδοχικών λήψεων, για κατά μήκος επικάλυψη 60% δίνεται από τη σχέση:

$$b = S \left(1 - \frac{60}{100} \right)$$

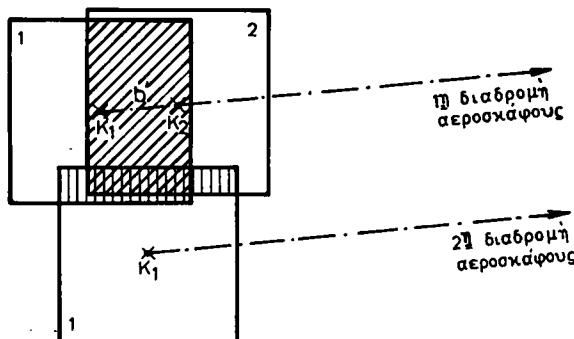
αλλά $S = d \cdot m_b$

οπότε:

$$b = d \cdot m_b \left(1 - \frac{60}{100} \right)$$



Σχ. 8.2κ.



Σχ. 8.2κα.

Αυτό σημαίνει ότι για να ληφθούν αεροφωτογραφίες κλίμακας m_b με κοινή κατά μηκος επικάλυψη 60% με φωτομήχανή διαστάσεων πλάκας $d \times d$, πρέπει ο αεροφωτογράφος να λαμβάνει κάθε αεροφωτογραφία σε απόσταση b από την προηγούμενη.

Είναι δύναμη:

$$b = u \cdot t \quad \text{καὶ} \quad t = \frac{b}{u}$$

όπου: u η ταχύτητα του αεροσκάφους.

Αφού λοιπόν είναι γνωστή η ταχύτητα του αεροσκάφους, πρέπει ο αεροφωτογράφος να λαμβάνει κάθε αεροφωτογραφία σε ισόχρονα κατά t διαστήματα.

Σήμερα χρησιμοποιούνται φωτομηχανές αυτόματης ρυθμίσεως, για να επιτυγχάνεται με ικανοποιητική ακρίβεια το επιθυμητό ποσοστό της κατά μήκος επικαλύψεως.

Μετά τον υπολογισμό των απαιτουμένων στοιχείων ακολουθεί η σχεδίαση των διαδρομών πτήσεως. Χαράσσονται δηλαδή πάνω στο φύλλο 1:50.000 οι απαιτούμενες για να ολοκληρωθεί η αεροφωτογράφηση διαδρομές πτήσεως του αεροσκάφους.

Η σύνταξη του διαγράμματος πτήσεων πρέπει να ακολουθεί τους εξής κανόνες:

α) Κάθε διαδρομή να είναι ευθύγραμμη και να ακολουθεί όσο μπορεί τον άξονα της χαράξεως.

β) Το πλάτος S της ζώνης που φωτογραφίζεται να μη είναι σε καμιά περίπτωση μικρότερο από το απαιτούμενο πλάτος αποτυπώσεως και από τις δύο πλευρές του άξονα της οδού.

Παράδειγμα.

Να συνταχθεί αεροτοπογραφικό διάγραμμα υψομετρικής οριζοντιογραφίας με κλίμακα 1 : 2000 εδαφικής ζώνης κατά μήκος οδού προς μελέτη των απαιτυμένων παραλλαγών της.

Λύση.

Κατ' αρχήν παίρνομε το αντίστοιχο φύλλο χάρτη 1:50 000· κάνομε αναγνώριση της οδού και μελετούμε πάνω στο χάρτη τη μορφολογία της εδαφικής ζώνης κατά μήκος της.

Άν το έδαφος κατά μήκος της ζώνης παρουσιάζει πολλές πτυχώσεις ή η οδός περνά μέσα από χαραδρώσεις κλπ., εκλέγεται η οξυγύνια φωτομηχανή Wild (210, 02/18 x 18) για να αποφύγομε τις κατακόρυφες παραλλάξεις.

Από την εκλογή αυτή προκύπτει το πρώτο στοιχείο:

$$f = 210,02$$

Η κλίμακα των αεροφωτογραφιών καθορίζεται από τη γνωστή σχέση:

$$m_b = c \sqrt{m_k}$$

από την οποία για $c = 200$, έχουμε:

$$m_b = 200 \times \sqrt{2000} \simeq 9000$$

Το απαιτούμενο τότε σχετικό ύψος πτήσεως θα είναι:

$$h = f \cdot m_b = 0,210 \times 9000 \simeq 1900 \text{ m}$$

Αν η οδός, κατά τη μελέτη πάνω στο χάρτη 1:50 000, διαπιστωθεί ότι βρίσκεται σε μέσο ύψος $h_0 = 150 \text{ m}$ από τη θάλασσα, τότε το απόλυτο ύψος πτήσεως θα είναι:

$$H = h_0 + h = 150 + 1900 = 2050 \text{ m}$$

Από τα παραπάνω στοιχεία εξασφαλίζεται πλάτος φωτογραφήσεως:

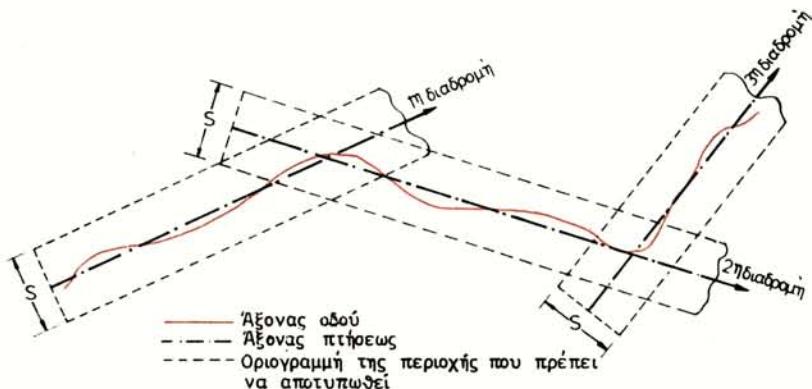
$$S = d \cdot m_b = 0,18 \times 9000 = 1620 \text{ m}$$

Τέλος η απόσταση b μεταξύ δύο διαδοχικών λήψεων θα είναι:

$$b = 0,40 S \simeq 650 \text{ m}$$

Επομένως για ταχύτητα του αεροσκάφους $v = 250 \text{ km/h}$ θα πρέπει ο αεροφωτογράφος να παίρνει μία αεροφωτογραφία ανά $9,4''$, για να εξασφαλισθεί επικάλυψη 60%. Αυτό, όπως είπαμε, ρυθμίζεται αυτόματα.

Με βάση τέλος το παραπάνω ύψος H και πλάτος S που βρήκαμε ως και την οριζοντιογραφική μορφή της οδού, χαράσσονται πάνω στο φύλλο χάρτη οι διαδρομές πτήσεως του αεροσκάφους (σχ. 8.2κβ).



Σχ. 8.2κβ.

2) Εκτέλεση της πτήσεως.

Μετά την προετοιμασία της πτήσεως, η φωτοαποστολή είναι έτοιμη για την εκτέλεση της αποστολής της.

Στην επιτυχία της αεροφωτογραφήσεως επιδρούν πάρα πολύ οι παρακάτω παράγοντες, ιδίως από την άποψη λεπτομερειών και σαφήνειας:

- Η νέφωση.
- Η ατμοσφαιρική διαύγεια.
- Η εποχή.
- Η ώρα.

Καταλληλότερη είναι η εποχή, όταν η βλάστηση ελαττώνεται στο ελάχιστο, ενώ καταλληλότερη ώρα, όταν οι σκιές περιορίζονται και ο φωτισμός είναι ισχυρότερος.

Στην Ελλάδα καταλληλότερη εποχή είναι το καλοκαίρι και καταλληλότερη ώρα το μεσημέρι.

Η αεροφωτογράφηση πρέπει να πραγματοποιείται με ειδικό αεροφωτογραφικό αεροσκάφος με βασικές ιδιότητες:

- a) Ευστάθεια και ασφάλεια.
- β) Μικρή ταχύτητα.
- γ) Ευρύ πεδίο οράσεως από τη θέση του αεροναυτίου.
- δ) Κατάλληλη τοποθέτηση φωτομηχανής και αεροφωτογράφου.
- ε) Πλήρες σύστημα εσωτερικής επικοινωνίας.

Εμείς χρησιμοποιούμε ειδικά διασκευασμένα αεροσκάφη της Πολεμικής Αεροπορίας.

Τη φωτοαποστολή απαρτίζουν ο αεροναυτίλος, ο οποίος επωμίζεται και την ευθύνη της όλης εργασίας, ο αεροφωτογράφος και το απαραίτητο πλήρωμα του αεροσκάφους.

Όταν το αεροσκάφος πετά πάνω από τη περιοχή που πρόκειται να γίνει αεροφωτογράφηση, ο αεροναυτίλος αναγνωρίζει στο έδαφος την κατεύθυνση της πρώτης διαδρομής και καθοδηγεί σχετικά τον πιλότο για να πάρει το αεροπλάνο την κατάλληλη διεύθυνση και το κατάλληλο ύψος.

Ο αεροφωτογράφος ρυθμίζει τη φωτομηχανή με βάση την ταχύτητα του αεροσκάφους, ώστε να εξασφαλίζει την κανονική κατά μήκος επικάλυψη. Ο αεροναυτίλος τον ειδοποιεί σε κατάλληλο χρόνο, πότε θα αρχίσει και πότε θα τελειώσει η αεροφωτογράφηση.

Το ίδιο συμβαίνει σε κάθε διαδρομή μέχρι να ολοκληρωθεί η αεροφωτογράφηση.

3) Φωτογραφική επεξεργασία.

Για τη φωτογραφική επεξεργασία του αεροφίλμ επιδιώκεται η παραγωγή τριών, βασικών για την παραπέρα εργασία, φωτογραφικών «προϊόντων»:

- α) Του αρνητικού αεροφίλμ.
- β) Των διαφανών διαθετικών πλακών (διαποζιτίφ).
- γ) Των κοινών φωτογραφικών αντιτύπων (κόπιες).

4) Φωτοπροσδιορισμοί.

Η χρησιμοποίηση της αεροφωτογραφίας για την αποτύπωση εδαφικής εκτάσεως δεν μας απαλλάσσει εντελώς από την υποχρέωση να κάνουμε εργασίες υπαίθρου· οπωσδήποτε όμως αυτές είναι περιορισμένες συγκριτικά με τις απαιτούμενες, όταν εργαζόμαστε με τις κλασικές τοπογραφικές μεθόδους.

Οι εργασίες αυτές είναι απαραίτητες και για την απόδοση του διαγράμματος και για την επαλήθευση στη συνέχεια και συμπλήρωση των οριζοντιογραφικών στοιχείων του.

Για την απόδοση του διαγράμματος απαραίτητος είναι ο προσδιορισμός των καλούμένων **φωτοσταθερών** σημείων.

Αυτά είναι χαρακτηριστικά σημεία του εδάφους (π.χ. γωνίες οικιών, μανδρότοιχοι, μεμονωμένα δένδρα κλπ), τα οποία εικονίζονται καθαρά στις αεροφωτογραφίες.

Ο υπολογισμός των συντεταγμένων τους επιτυγχάνεται με τη μεθόδο των τομών (εμπροσθοτομίες, οπισθοτομίες), σε εξάρτηση βεβαία από ιδρυόμενο τριγωνομετρικό δίκτυο.

Κάθε ζευγός διαδοχικών αεροφωτογραφιών απαιτεί τρία τουλάχιστο φωτοσταθερά σημεία και ένα τέταρτο σημείο για έλεγχο.

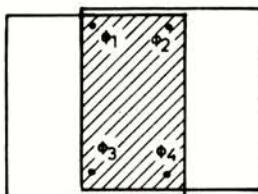
Οι θέσεις των σημείων αυτών εκλέγονται πάνω στην κοινή επιφάνεια των δύο αεροφωτογραφιών και κατά προτίμηση στις τέσσερεις γωνίες της (σχ. 8.2κγ).

Η διαδοχική σειρά των εργασιών προς λήψη των απαιτουμένων φωτοσταθερών σημείων είναι η εξής:

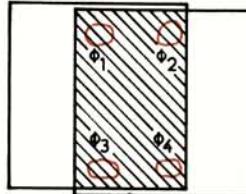
α) Σημειώνομε πάνω στις αεροφωτογραφίες με κόκκινη μελάνη το περίγραμμα της περιοχής, μέσα στη οποία επιβάλλεται η κατάλληλη εκλογή κάθε φωτοσταθε-

ρου σημείου, φροντίζοντας ώστε σε κάθε ζεύγος διαδοχικών αεροφωτογραφιών να αντιστοιχούν 4 τουλάχιστον φωτοσταθερά σημεία (σχ. 8.2κδ).

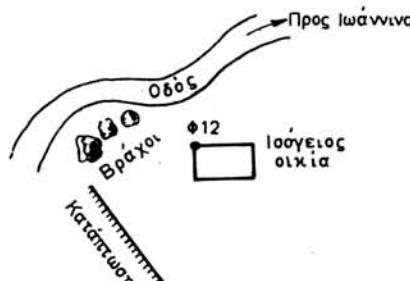
β) Εκλέγεται και επισημαίνεται από το μελετητή - τοπογράφο, ένα χαρακτηριστικό σημείο, το οποίο περιέχεται μέσα στον αντίστοιχο κυκλίσκο και το οποίο εύκολα αναγνωρίζεται στη φωτογραφία και στο εδάφος.



Σχ. 8.2κγ.



Σχ. 8.2κδ.



Σχ. 8.2κε.

γ) Περιγράφεται η θέση του φωτοσταθερού, που εκλέξαμε, η σύνταξη σκαρίφημάτος της περιοχής του, καθώς και το **τσίμπημά** του με βελόνα πάνω στην αεροφωτογραφία (σχ. 8.2κε).

δ) Εκτελούνται οι απαιτούμενες γωνιομετρήσεις για να εξασφαλισθούν οι τομές.

ε) Ακολουθεί, με τις εργασίες γραφείου, ο προσδιορισμός των συντεταγμένων x_i ψ_i και των υψομέτρων H_i των φωτοσταθερών σημείων.

Εύκολα υπολογίζεται ότι, σε περίπτωση μιας διαδρομής του αεροσκάφους, στην οποία θα ληφθούν N διαδοχικές αεροφωτογραφίες, θα είναι $N-1$ ζεύγη προς απόδοση και απαιτούνται $2N$ φωτοσταθερά σημεία.

Επειδή επιδιώκουμε την όσο το δυνατό μείωση του χρόνου παραμονής στο ύπαιθρο και την οικονομία, στην αεροτοπογραφία εφαρμόζεται πολύ ο **αεροτριγωνισμός**, γραφικός ή αναλυτικός.

Υπάρχουν περιπτώσεις, στις οποίες δεν μπορούμε να εργασθούμε στο ύπαιθρο, όπως π.χ. σε ορεινές ή απρόσιτες γενικά περιοχές.

Με τον αεροτριγωνισμό επιτυγχάνουμε τον επιπεδομετρικό και υψομετρικό προσδιορισμό μερικών σημείων, τα οποία κατάλληλα εκλέγονται στις αεροφωτογραφίες με τη βοήθεια άλλων γνωστών σημείων στην αρχή και στο τέλος κάθε διαδρομής.

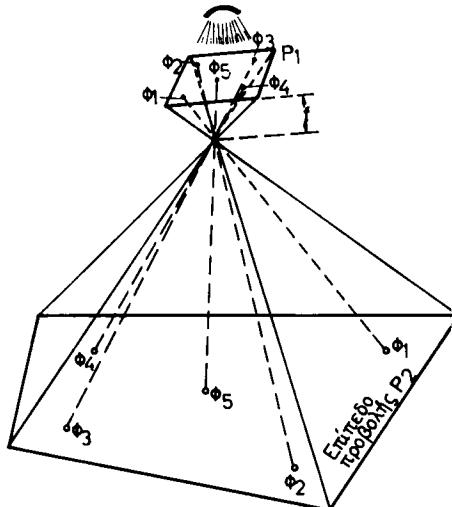
5) Απόδοση των αεροεικόνων.

Η εκμετάλλευση των αεροεικόνων επιτυγχάνεται **ΜΟΝΟΕΙΚΟΝΙΚΑ** και **ΔΙΕΙΚΟΝΙΚΑ**.

Η μονοεικονική εκμετάλλευση προϋποθέτει το προς απεικόνιση έδαφος να είναι ομαλό, επίπεδο, και να μη περιλαμβάνει υψηλά κτίρια κλπ. για να αποφεύγονται οι δυσάρεστες παραλλάξεις.

Με τη μονοεικονική εκμετάλλευση πάρινομε μόνο την οριζοντιογραφική κατάσταση του εδάφους που απεικονίζεται και μάλιστα με μειωμένη ακρίβεια.

Η μέθοδος στηρίζεται στις βασικές αρχές της προβολής (σχ. 8.2κστ), γίνεται χωριστά για κάθε αεροεικόνα και για την προσαρμογή της κλίμακας απαιτούνται τέσσερα ή πέντε φωτοσταθερά σημεία.



Σχ. 8.2κστ.

Έτσι **ρεπορτάρομε** τα φωτοσταθερά σημεία Φ_1, \dots, Φ_5 πάνω σε ένα φύλλο χαρτί με την επιθυμητή κλίμακα του οριζοντιογραφικού διαγράμματος που ζητούμε. Στη συνέχεια τοποθετούμε πάνω στο επίπεδο P_1 το αρνητικό της αεροεικόνας και πάνω στο P_2 το παραπάνω φύλλο χαρτί. Σ' αυτό απεικονίζονται σε μεγέθυνση όλα τα στοιχεία της αεροεικόνας καθώς και τα φωτοσταθερά σημεία Φ_1, \dots, Φ_5 , τα οποία **ρεπορτάραμε**.

Για κάθε θέση του μεταβλητού επιπέδου P_2 η σχετική θέση των εικονιζόμενων σ' αυτό σε μεγέθυνση στοιχείων της αεροεικόνας, επομένως και των φωτοσταθερών, μεταβάλεται.

Με κατάλληλες κλίσεις του επιπέδου P_2 επιτυγχάνεται σύμπτωση των προβολών των φωτοσταθερών με τα σημεία που ρεπορτάραμε πάνω στο χαρτί.

Τότε τοποθετούμε πάνω στο P_2 φωτοπαθές χαρτί, το φωτίζομε και έτσι επιτυγχάνομε την οριζοντιογραφική απεικόνιση του εδάφους που περιλαμβάνεται στο αρνητικό και μάλιστα σε μεγέθυνση.

Προσφορότερη όμως και ακριβέστερη είναι η διεικονική εκμετάλλευση, με την οποία αποδίδεται διάγραμμα υψομετρικής οριζοντιογραφίας μεγάλων αξιώσεων.

Αυτό επιτυγχάνεται με εκμετάλλευση των αεροεικόνων σε ζεύγη με τη βοήθεια των φωτοσταθερών σημείων και ειδικών φωτογραμμετρικών οργάνων.

Σε κάθε ζεύγος εκμεταλλεύσιμη περιοχή είναι το κοινό τμήμα των δύο αεροφωτογραφιών.

Με τα φωτογραμμετρικά όργανα, για τα οποία μιλούμε, επιτυγχάνεται με κατάλληλο χειρισμό αναπαράσταση των **συνθηκών λήψεως** κάθε αποδιδόμενου ζεύγους.

Έτσι με την επίτευξη του **εσωτερικού** και **εξωτερικού**, προσανατολισμού επιτυγχάνεται τελικά το ανάγλυφο του εδάφους με γνωστή κλίμακα.

Πάνω στο ανάγλυφο εργάζονται ειδικά εξασκημένοι φωτοτοπογράφοι - χειριστές και αποδίδουν όλα τα οριζοντιογραφικά και υψομετρικά στοιχεία του ζεύγους.

Ακολούθως τα ζεύγη συντίθενται μεταξύ τους και σχηματίζουν το διάγραμμα της όλης περιοχής ή ζώνης.

Το αεροτοπογραφικό διάγραμμα, που λαμβάνεται με αυτό τον τρόπο, πρέπει να ελέγχεται και να συμπληρώνεται, όπως είπαμε, με επί τόπου μετάβαση.

Ο έλεγχος και η συμπλήρωση αφορά τα τοπωνυμικά και τα στοιχεία εκείνα, τα οποία για διαφόρους λόγους δεν εμφανίζονται καλά πάνω στις αεροφωτογραφίες.

Οι σπουδαιότεροι από τους λόγους αυτούς είναι:

- α) Η κλίμακα των αεροφωτογραφιών (υψηλές αεροφωτογραφήσεις).
- β) Η εποχή της αεροφωτογραφήσεως (υψηλή βλάστηση).
- γ) Η χρονική στιγμή της αεροφωτογραφήσεως (σκιές).
- δ) Το ποσοστό δασικής καλύψεως (απόκρυψη στοιχείων).
- ε) Οι καιρικές συνθήκες αεροφωτογραφήσεως (νέφωση).

Είναι βεβαίως απαραίτητη η ενημέρωση του αεροτοπογραφικού διαγράμματος, για να γίνει ισότιμο, από την άποψη λεπτομερειών, με το συντασσόμενο με τη κλασική τοπογραφία.

6) Σχεδιαστικές εργασίες και εκτυπώσεις.

Αφού γίνουν όλες αυτές οι εργασίες, τα διαγράμματα σχεδιάζονται με μελάνη.

Η αναφωτογράφηση με σκοπό την αναπαραγωγή φωτογραφιών με την ίδια κλίμακα ή σε μεγένθυση, γίνεται με τη βοήθεια φωτομηχανήματος αντιγράφων ακριβείας ή σε φωτοαναγωγές.

Η χρησιμοποίηση του αρνητικού στη συνέχεια γίνεται συνήθως για αναπαραγωγή μικρού αριθμού φωτογραφικών αντιτύπων. Για περιπτώσεις όμως εκτυπώσεως πολλών αντιτύπων, η έκδοση αεροτοπογραφικών χαρτών γίνεται φωτοτσιγκογραφικά πάνω σε κοινό χαρτί και με τυπογραφικό πιεστήριο **όφφσετ**.

8.3 Μελέτη χαράξεως της οδού πάνω στο διάγραμμα της υψομετρικής οριζοντιογραφίας.

8.3.1 Γενικά.

Σε εδαφική ζώνη, που αποτυπώσαμε ή με τη ταχυμετρική ή με την αεροτοπογραφική μέθοδο, καθορίζεται η οριζοντιογραφική και υψομετρική θέση της οδού.

Σε περίπτωση πεδινού εδάφους, όπου δεν αντιμετωπίζεται πρόβλημα κατά μήκος κλίσεων της οδού, η οριζοντιογραφική τοποθέτησή της είναι γενικά, εύκολη.

Εδώ ασχολούμαστε μόνο με την παράκαμψη ή διάβαση των εμποδίων που παρεμβάλλονται, η δε χάραξη αποτελείται από μεγάλα συνήθως ευθύγραμμα τμήματα που συναρμόζονται με καμπύλες με μεγάλες ακτίνες.

Σε περίπτωση όμως ορεινού και ανώμαλου εδάφους η καταλληλότερη χάραξη επιτυγχάνεται, κατά κανόνα, με σειρά δοκιμών με βάση τις εκτεθείσες γενικές αρχές της χαράξεως και τη γενική μέση κλίση σε κάθε τμήμα της οδού, που καθορίσθηκε στην αναγνώριση.

8.3.2 Ισοκλινής.

Για να βρούμε την ευνοϊκότερη από κάθε άποψη χάραξη πρέπει να χαράζομε δοκιμαστικά πάνω στην υψομετρική οριζοντιογραφία τμηματικές ισοκλινικές γραμμές.

Ισοκλινής γραμμή καλείται η ισόπλευρη τεθλασμένη γραμμή, η οποία χαράζεται πάνω στην υψομετρική οριζοντιογραφία με καθορισμένη κλίση και της οποίας οι κορυφές βρίσκονται στις ισούψεις καμπύλες:

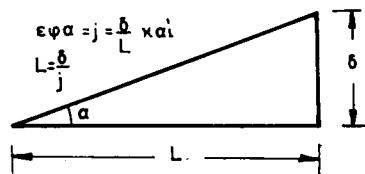
Η χάραξη της ισοκλινούς γίνεται με το διαβήτη.

Αφού είναι γνωστή η κλίμακα m_k του διαγράμματος της υψομετρικής οριζοντιογραφίας και η ισοδιάσταση δ από καμπύλη σε καμπύλη, κάθε κλάδος της ισοκλινούς γραμμής για κλίση j θα έχει οριζόντιο μήκος πάνω στο έδαφος (σχ. 8.3a):

$$L = \frac{\delta}{j}$$

ενώ στο διάγραμμα το μήκος αυτό θα είναι:

$$l = \frac{\delta}{j \cdot m_k}$$



Σχ. 8.3a.

Παράδειγμα.

Δίνεται κλίμακα διαγράμματος $m_k = 2000$ και ισοδιάσταση δ καμπυλών ίση με 2 m.

Ζητείται να βρεθεί το άνοιγμα του διαβήτη προς χάραξη ισοκλινούς γραμμής πάνω στο διάγραμμα με κλίση 5% (ή 0,05), καθώς και το μήκος ενός κλάδου της ισοκλινούς αυτής επάνω στο έδαφος.

Λύση.

Σύμφωνα με τα παραπάνω θα είναι:

$$\text{άνοιγμα διαβήτη: } l = \frac{\delta}{j \cdot m_k} = \frac{2}{0,05 \times 2000} = 0,020 \text{ m} \quad \text{ή} \quad 20 \text{ mm}$$

$$\text{οριζόντιο μήκος στο έδαφος: } L = \frac{\delta}{j} = \frac{2}{0,05} = 40 \text{ m.}$$

Από τη σχέση

$$l = \frac{\delta}{j \cdot m_k}$$

φαίνεται καθαρά ότι για κάθε τιμή της κλίσεως j καθορίζεται και μία ισοκλινής γραμμή.

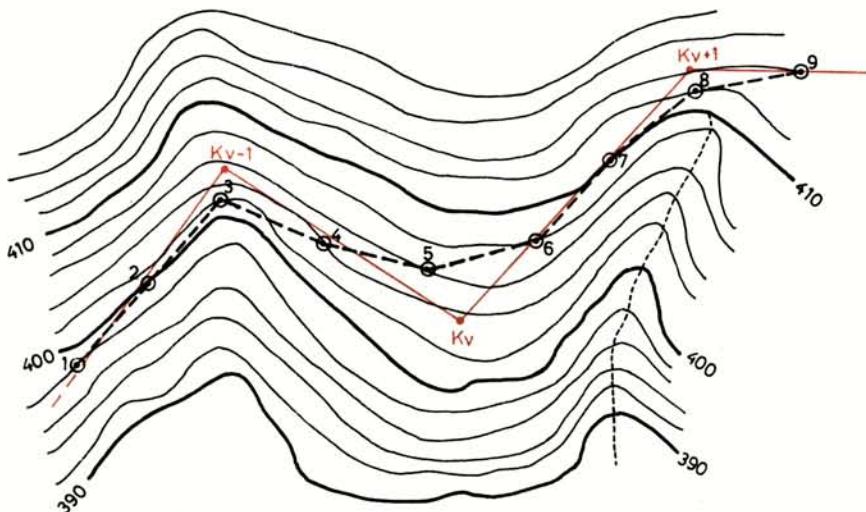
Από τις άπειρες αυτές ισοκλινές γραμμές προτιμάται εκείνη, η οποία ικανοποιεί πληρέστερα τις εκτεθείσες γενικές αρχές, που αφορούν την οριζοντιογραφία και τη μηκοτομή της οδού.

Για να βρούμε τη καταλληλότερη αυτή ισοκλινή πρέπει να καθορισθεί η καταλληλότερη γι' αυτό κλίση, η οποία αναζητείται με δοκιμαστικές χαράξεις.

Για να αποφύγομε τις άσκοπες δοκιμές, η αναζήτηση εντοπίζεται στην περιοχή των κλίσεων που έχουν καθορισθεί στο στάδιο της αναγνωρίσεως. Όπως είναι φυσικό, η ύπαρξη πείρας πέριοριζει τον αριθμό των δοκιμών.

Ευνόητο είναι ότι δεν επιβάλλεται ο καθορισμός ενιαίας κλίσεως για ολόκληρη την οδό, αν και αυτό είναι προτιμότερο και πρέπει να επιδιώκεται.

Μετά τον καθορισμό της καταλληλότερης κλίσεως για κάθε τρίμα ή για ολόκληρη την οδό, χαράζεται με διαβήτη η αντίστοιχη ισοκλινής 1, 2, 3, 4, ... (σχ. 8.3β).



Σχ. 8.3β.

Απόσπασμα διαγράμματος υψομετρικής οριζοντιογραφίας: κλίμακα 1:2000.
Ισοκλινής γραμμή 1,2,3,...9 με κλίση + 5%. Πολυγωνική γραμμή $K_v - 1$, K_v , $K_v + 1$...

8.3.3 Πολυγωνική.

Από απόφεως χωματισμών η ισοκλινής γραμμή θεωρείται άριστη χάραξη, γιατί εξασφαλίζει την ελάχιστη δαπάνη κατασκευής.

Πραγματικά στην περίπτωση παραδοχής της ισοκλινούς σαν τελική χάραξη, τα δημιουργούμενα από το πλάτος της οδού εκχώματα και επιχώματα σε κάθε διατομή έχουν ύψος στον άξονά της ίσο με το μηδέν. Για το λόγο αυτό η ισοκλινής γραμμή καλείται και **μηδενική ή οδηγήτρια** γραμμή.

Πέρα όμως από την επιδιωκόμενη ελάχιστη δαπάνη κατασκευής, προέχει οπωσδήποτε και η εξασφάλιση της προβλεπόμενης για την κατηγορία της οδού ταχύτητας μελέτης.

Για ορισμένη όμως ταχύτητα μελέτης αντιστοιχεί, όπως είδαμε, μια ελάχιστη ακτίνα σε οριζοντιογραφία, η οποία επιβάλλει πάλι μια ελάχιστη απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών κορυφών της χαράξεως. Την απόσταση όμως αυτή δεν μπορεί να εξασφαλίσει η ισοκλινής γραμμή.

Εκτός όμως από αυτό, η χάραξη απαιτεί όσο το δυνατόν τεταμένη πορεία, σε συνδυασμό βέβαια με τη δαπάνη κατασκευής.

Για τους παραπάνω λόγους λαμβάνεται βέβαια ως «οδηγήτρια» γραμμή η ισοκλινής, όσον αφορά τη δαπάνη κατασκευής: η οδός όμως ακολουθεί την τεταμένη πορεία (... K_{v-1}, K_v, K_{v+1}, ...) της **πολυγωνικής** (σχ. 8.3β).

Η χάραξη της πολυγωνικής γραμμής επιδιώκει πάντοτε να συμβιβάζει τις συγκρουόμενες απαιτήσεις της ελάχιστης δαπάνης κατασκευής και της τεταμένης χαράξεως.

Για το σκοπό αυτό η πολυγωνική ή ταυτίζεται με την ισοκλινή, όταν πολλά σημεία της τελευταίας βρίσκονται σε ευθυγραμμία, ή διαχωρίζει και από τις δύο πλευρές τα σημεία της, για να επιτευχθεί με τη μικρότερη δαπάνη το τεταμένο της χαράξεως.

Τα σημεία τομής K_i των ευθυγράμμων τμημάτων της πολυγωνικής, δηλαδή οι κορυφές της, εκλέγονται σε θέση, ώστε με τον καθορισμό στη συνέχεια των κατάλληλων ακτίνων, ο καμπύλος άξονας της οδού να περνά ή να διαχωρίζει, όπως παραπάνω, τα σημεία της ισοκλινούς.

Έτσι επιτυγχάνεται η καλύτερη προσαρμογή της χαράξεως στις πτυχώσεις του εδάφους σε συνάρτηση με το τεταμένο της.

Παρέκκλιση του άξονα της οδού από την οδηγήτρια ισοκλινή προς τα ανάντη (δηλαδή προς το βουνό) σημαίνει δημιουργία εκχώματος.

Αντίθετα, προς τα κατάντη σημαίνει δημιουργία επιχώματος.

Γενικά στη χάραξη της κατάλληλης πολυγωνικής επιδιώκεται να επικρατεί για ολόκληρη την οδό η προβλεπόμενη ταχύτητα μελέτης. Επομένως, επιδιώκεται η χάραξη **ισοδύναμης**. Θα λέγαμε, **πολυγωνικής**.

Πολλές φορές όμως λόγω της ανώμαλης μορφολογίας και της βραχώδους συστάσεως τμήματος της μελετώμενης εδαφικής ζώνης, επιβάλλεται η μείωση της ταχύτητας μελέτης στο τμήμα αυτό, για να προσεγγίσει η πολυγωνική περισσότερο την «οδηγήτρια» ισοκλινή. Αυτό ταιριάζει στις περιπτώσεις, που μικρή μείωση της ταχύτητας μελέτης επιφέρει μεγάλη μείωση της δαπάνης κατασκευής.

Αντίθετα, επιβάλλεται πολλές φορές η επίτευξη μεγαλύτερης ταχύτητας σε τμήματα, που η σημαντική αύξησή της επιφέρει μικρή μόνο αύξηση της δαπάνης.

Επομένως πριν από τη χάραξη της πολυγωνικής και ανάλογα με τη μορφή της ισοκλινούς και της συστάσεως του εδάφους, επιβάλλεται η διαίρεση της οδού σε τμήματα με ενιαία ταχύτητα.

Πάντως καλό έίναι τα τμήματα αυτά να έίναι όσο το δυνατόν λιγότερα σε αριθμό και επομένως μεγαλύτερα σε μήκος.

Ακόμη οι ταχύτητες των τμημάτων αυτών επιβάλλεται να πλησιάζουν, όσο το δυνατόν την ταχύτητα μελέτης που καθορίσθηκε για την κατηγορία της όλης οδού.

Αφού χαραχθεί σύμφωνα με τα παραπάνω η πολυγωνική, είναι καθορισμένη πια η επιθυμητή ταχύτητα μελέτης της όλης οδού ή κάθε τμήματός της.

Όταν παρατηρείται μείωση της ταχύτητας σε μια ή δυο μόνο συνεχόμενες κορυφές της πολυγωνικής, επιβάλλεται στο στάδιο της κατασκευής η κατάλληλη σήμανση με προειδοποιητική πινακίδα.

8.3.4 Ανακάμπτοντες ελιγμοί (επιστροφές).

Στη χάραξη της ισοκλινούς γραμμής είδαμε ότι ο λόγος δ/ι μας δίδει το οριζόντιο μήκος L .

Σε περίπτωση συνεχούς αναβάσεως (ή καταβάσεως), για να εξουδετερώσουμε την υψομετρική διαφορά δη μεταξύ των υποχρεωτικών σημείων, που είναι για ένωση, εύκολα φαίνεται καθαρά ότι ο λόγος δh/j θα μας δίδει το απαιτούμενο οριζόντιο μήκος S της χαράξεως μεταξύ των υπ' όψη σημείων.

Π.χ. αν η υψομετρική διαφορά μεταξύ δύο υποχρεωτικών σημείων είναι 120 m, τότε το ελάχιστο απαιτούμενο οριζόντιο μήκος S της χαράξεως μεταξύ τους θα είναι:

$$\text{Για κλίση } 5\% : S_1 = \frac{120}{0,05} = 2400 \text{ m}$$

$$\text{Για κλίση } 7\% : S_2 = \frac{120}{0,07} = 1714 \text{ m k.o.k.}$$

Παρατηρούμε ότι, όταν αυξάνεται η κλίση j , ελαττώνεται το απαιτούμενο μήκος S .

Πολλές φορές όμως στη χάραξη της ισοκλινούς δεν είναι δυνατό να υπάρξει το απαιτούμενο σύμφωνα με τα παραπάνω μήκος S για να εξουδετερώσει την υφιστάμενη υψομετρική διαφορά, έστω και αν εξαντλήσουμε το όριο της μέγιστης κλίσεως.

Αυτό συνήθως συμβαίνει στην περίπτωση, που έχομε βασικούς λόγους να περιορίσουμε τη χάραξη μέσα σε ορισμένο τμήμα των κλιτύων λόγω εμποδίων που υπάρχουν και από τις δύο πλευρές (χαράδρες, ρεματιές, απότομοι βράχοι, κλπ.).

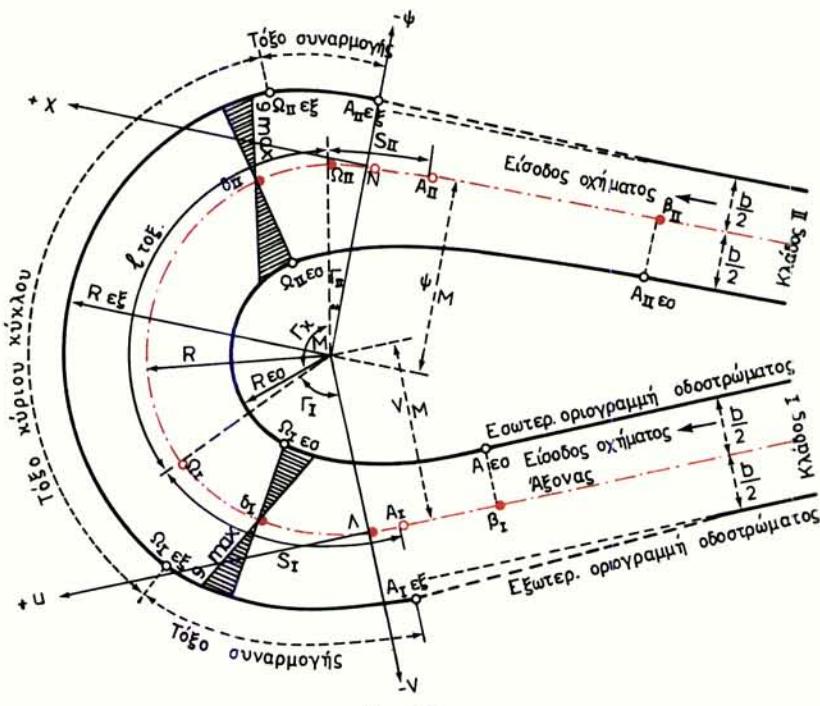
Σε παρόμοιες περιπτώσεις, για να επαυξηθεί το ανάπτυγμα S της χαράξεως, δημιουργούμε ένα ή περισσότερους **ανακάμπτοντες ελιγμούς** (σχ. 8.3γ).

Οι ανακάμπτοντες ελιγμοί είναι σοβαρό εμπόδιο στην κυκλοφορία και πρέπει να αποφεύγονται. Όταν όμως είναι αναπόφευκτοι, για να μειώσουμε τα μειονεκτήματά τους επιβάλλεται:

α) Η εκλογή όσο το δυνατόν μεγαλύτερων ακτίνων για να εξυπηρετείται η κυκλοφορία των οχημάτων.

β) Η εκλογή της καταλληλότερης θέσεως χαράξεώς τους με σκοπό τη μείωση των δαπανών κατασκευής, επειδή κατά κανόνα πρόκειται για πολύ δαπανηρά έργα.

Στο σχήμα 8.3γ φαίνεται σε οριζοντιογραφία η σχηματική παράσταση ελιγμού.



Σχ. 8.3γ.

Από το Υπουργείο Δημ. Έργων στο τεύχος **Διαμόρφωσις ελιγμών ελληνικών οδών** καθορίζονται οι τύποι ελιγμών που πρέπει να εφαρμόζονται στις μελέτες οδών (Πίνακας 8.3.1).

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.3.1

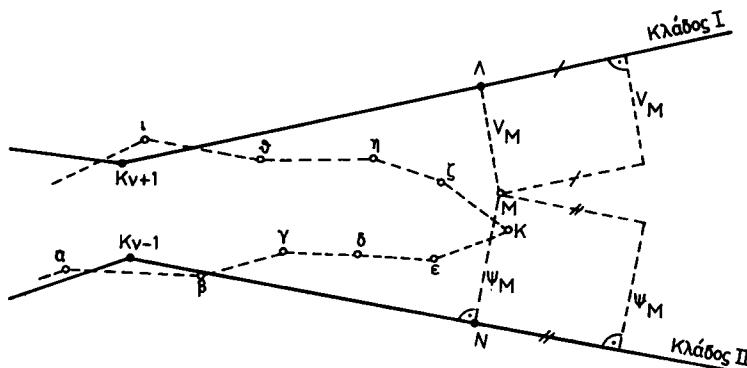
Τύποι ελιγμών ελληνικών οδών

Στοιχεία	Τ Y P O Σ									
	6/8	6/10	6/15	6/20	6,5/15	6,5/15	6,5/20	7/10	7/15	7/20
b	6,00	6,00	6,00	6,00	6,50	6,50	6,50	7,00	7,00	7,00
R _{εσ}	8,00	10,00	15,00	20,00	10,00	15,00	20,00	10,00	15,00	20,00
R	12,70	14,50	19,20	23,90	14,75	19,45	24,15	15,00	19,70	24,40
R _{εξ}	16,90	18,65	23,10	27,65	19,15	23,55	28,15	19,65	24,00	28,65
V _M	13,00	14,50	19,50	24,50	14,75	19,75	24,75	15,00	20,00	25,00
ψ _M	13,85	15,20	19,90	24,80	15,45	20,15	25,05	15,70	20,40	25,30
S _I	18,76	17,48	22,38	18,40	17,83	22,33	18,38	18,25	22,29	18,36
S ₂	12,45	20,04	18,58	18,44	20,09	18,57	18,43	19,97	18,57	18,41

Με βάση τον τύπο και τη μορφή της ισοκλινούς χαράζονται και από τις δύο πλευρές του ελιγμού οι κλάδοι I και II, εισόδου και εξόδου των οχημάτων, σαν επέκταση της πολυγωνικής γραμμής που χαράσσεται.

Αφού καθορίσομε και τους κλάδους I και II, με δοκιμές, ο ελιγμός πια είναι πλήρως καθορισμένος.

Πραγματικά, όπως βλέπομε στο σχήμα 8.3δ, με απλή γεωμετρική κατασκευή καθορίζεται το κέντρο M του ελιγμού, ως τομή των παραλλήλων με τους κλάδους I και II εύθειών και σε αποστάσεις V_M και ψ_M αντιστοίχως.



Σχ. 8.3δ.

Το κέντρο M του ελιγμού πρέπει να μη απέχει πολύ από το σημείο τομής K των τμημάτων της ισοκλινούς από τις δύο πλευρές του ελιγμού, αλλά να βρίσκεται σε παραπλήσια θέση ή και να συμπίπτει με αυτό. Διαφορετικά μεταβάλλομε ανάλογα τη θέση των κλάδων I και II μέχρι να το επιτύχομε.

Όπως βλέπομε από τον πίνακα, σε κάθε τύπο ελιγμού, π.χ. 6/8, 6/10, κλπ., ο αριθμητής παριστάνει το πλάτος b του οδοστρώματος της οδού σε ευθυγραμμία και ο παρονομαστής την ακτίνα R_{es} της εσωτερικής οριογραμμής.

Ο τύπος ελιγμού 6/8 εφαρμόζεται μόνο για τουριστικές οδούς με πάρα πολύ δυσχερή μορφολογία εδάφους και συνεπώς υψηλό κόστος κατασκευής, πέρα από το επιτρεπόμενο.

Για οδό πλάτους οδοστρώματος σε ευθυγραμμία 5,50 m, σε περίπτωση ελιγμού, εφαρμόζεται ο τύπος $6/R_{es}$. Δηλαδή οι τύποι ελιγμών 5,50/8, 5,50/10, 5,50/15 και 5,50/20 συμπίπτουν με τους αντίστοιχους τύπους: 6/8, 6/10, 6/15 και 6/20.

1) Οριζοντιογραφικός καθορισμός ενός ελιγμού.

Αρχικά καθορίζεται πάνω στην υψομετρική οριζοντιογραφία περίπου η θέση εγκαταστάσεως του ελιγμού. Η θέση αυτή πρέπει να πλεονεκτεί από άλλες θέσεις σχετικά με τη δυνατότητα εφαρμογής μεγαλύτερης ακτίνας R με τη μικρότερη δαπάνη κατασκευής. Επομένως το έδαφος πρέπει να είναι κατά προτίμηση γαιώδες και με τη μικρότερη εγκάρσια κλίση.

Μετά την εκλογή της θέσεως του ελιγμού ακολουθεί η χάραξη των κατάλληλων ισοκλινών γραμμών με κατεύθυνση τη θέση αυτή (σχ. 8.3δ). Οι ισοκλινείς γραμμές στη θέση του ελιγμού και λίγο και από τις δύο της μεριές πρέπει να χαράσσονται με τη μικρότερη δυνατή κλίση.

Υστέρα εκλέγεται ο τύπος του ελιγμού, ανάλογα με τη κατηγορία της οδού και τα χαρακτηριστικά της θέσεως που εκλέξαμε.

Οι κλάδοι I (είσοδος αυτοκινήτων με την εσωτερική οριογραμμή) και II (είσοδος με την εξωτερική) φροντίζομε να συναντούν την ισοκλινή σε όσο το δυνατόν μικρότερη απόσταση από το Λ και Ν αντιστοίχως για να μειωθούν οι χωματισμοί:

Πρέπει, όμως τα μήκη $K_v + 1, \Lambda$ και $K_v - 1, N$ να είναι αρκετά μεγάλα, για να επιτρέπουν την πλήρη απόσβεση των επικλίσεων.

Οι διευθύνσεις των κλάδων για τους οποίους μιλούμε, πρέπει να σχηματίζουν, προς το μέρος του ελιγμού, γωνία $\Gamma = \Delta MN > 200^\circ$.

Υστέρα καθορίζομε τη θέση του καμπύλου άξονα της οδού με βάση την ακτίνα R του ελιγμού που εκλέξαμε με τη χρήση πινάκων.

Όσον αφορά τη χάραξη του ελιγμού στο έδαφος στο στάδιο της οριστικής μελέτης, αυτή επιτυγχάνεται ως εξής:

Καθορίζεται, όπως είπαμε, το κέντρο M του ελιγμού και σημαίνεται με πάσσαλο.

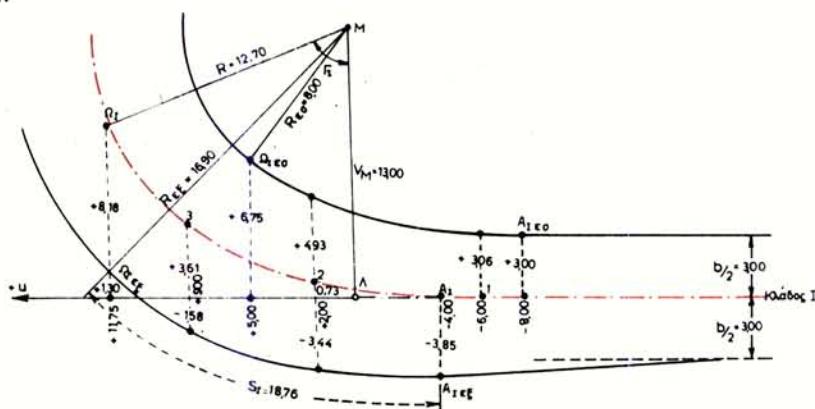
Στη συνέχεια ακολουθεί η πασσάλωση κάθε κλάδου χωριστά με τη βοήθεια ορθογωνίων συντεταγμένων, με βάση πίνακα για κάθε τύπο ελιγμού.

Έτσι πασσαλώνονται πάνω στο έδαφος εκτός από τα κύρια σημεία A_I, O_I, O_{II} , A_{II} του άξονα και άλλα χαρακτηριστικά σημεία όπως τα 1, 2, 3, ... (σχ. 8.3ε).

Στο στάδιο της κατασκευής εκτός από τον άξονα απαιτείται και ο καθορισμός των δύο οριογραμμών του πάνω στο έδαφος και από τις δύο πλευρές του.

Στο σχήμα 8.3ε φαίνεται ο τρόπος πασσαλώσεως του άξονα και των οριογραμμών ενός ελιγμού τύπου 6/8 και στη συνέχεια παρατίθεται ο αντίστοιχος πίνακας (Πίνακας 8.3.2).

Σε κάθε ελιγμό λοιπόν διακρίνομε τον άξονά του, τις δύο οριογραμμές (εσωτερική και εξωτερική), το κέντρο ανακάμψεως M, καθώς και την επίκεντρη γωνία $\Gamma = \Delta MN$.



Σχ. 8.3ε.

ΤΥΠΟΣ 6/8

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.3.2

Κλάδος I				Κλάδος II			
$\zeta_{\text{θερ}}$	U	$\Delta_{\text{Ένονα}}$	V	$\zeta_{\text{θερ}}$	X	$\Delta_{\text{Ένονα}}$	Ψ
$\zeta_{\text{θερ}}$	$\Delta_{\text{Ένονα}}$	Εξωτερ. οριογραφ.	Εξωτερ. οριογραφ.	$\zeta_{\text{θερ}}$	X	Εσωτερ. οριογραφ.	Εξωτερ. οριογραφ.
b = 6,00 μ	-8,00 -6,00 0,00 -4,00 2,00 -2,00 0,00	-8,00 -6,00 A _I 0,00 + 0,09 + 0,32 + 4,17	A _I _{θερ} + 3,00 + 3,06 + 3,26 A _I _{θερ} - 3,85 + 3,61 - 3,84 + 4,17 - 3,71	-18,00 -16,00 -14,00 -12,00 -10,00	A _I _{θερ} + 3,00 + 3,01 + 3,05 + 3,12 + 3,20		
R _{θερ} = 8,00 μ							
R = 12,70 μ							
R _{θερ} = 16,90 μ	5,02 6,05 7,10 8,16 9,25	+ 1,00 + 2,00 + 3,00 + 4,00 + 5,00	+ 0,49 + 0,73 + 1,03 + 1,38 + 1,81 A _I _{θερ} + 6,75	-3,59 -3,44 -3,25 -3,00 -2,72	-8,00 -6,00 -4,00 -2,00 0,00	A _{II} 0,00 + 0,03 + 0,20 + 0,20 + 0,53	+ 3,34 + 3,55 + 3,80 + 4,21 A _{II} - 3,37 + 4,78 - 3,30
V _M = + 13,00 μ							
$\Psi_M = + 13,85 \mu$							
S _I = 18,76	10,37 11,54 12,77 14,09 15,52	+ 6,00 + 7,00 + 8,00 + 9,00 + 10,00	+ 2,30 + 2,90 + 3,61 + 4,46 + 5,47	-2,40 -2,03 -1,58 -1,07 -0,46	7,07 8,11 9,16 10,23 11,32	+ 1,00 + 2,00 + 3,00 + 4,00 + 5,00	+ 0,77 + 1,05 + 1,35 + 1,72 + 2,15
S _{II} = 12,45							
	17,16 + 11,00 18,76 + 11,75	+ 6,77 Ω _I + 8,18 + 12,20	+ 0,27 Ω _I _{θερ} + 1,30	12,45 + 6,00 + 7,00 + 7,85	Ω _{II} + 2,66 Ω _I _{θερ} + 8,56 Ω _I _{θερ} - 1,12		- 1,96 - 1,53

Ο áξονας του ελιγμού, ως διαχωριστική γραμμή των δύο λωρίδων κυκλοφορίας με αντίθετη κατεύθυνση, δεν απέχει ίδια απόσταση από τις δύο οριογραμμές, αλλά βρίσκεται πλησιέστερα στην εξωτερική οριογραμμή. Ο áξονας αυτός αποτελείται από το κεντρικό κυκλικό τόξο $\Omega_1 \Omega_{II} = l$ και από τα δύο και από τις δύο μεριές τμήματά του συναρμογής $A_1 \Omega_1 = S_1$ και $A_{II} \Omega_{II} = S_{II}$.

Το ίδιο συμβαίνει και για τις δύο οριογραμμές του οδοστρώματος.

Τα κεντρικά κυκλικά τόξα του áξονα και των οριογραμμών έχουν το ίδιο κέντρο περιστροφής M και αντίστοιχες ακτίνες R , R_{es} και $R_{e\xi}$.

Όταν πρόκειται για ανακάμπτοντες ελιγμούς που περιλαμβάνονται στους παραπάνω τύπους, οι καμπύλες συναρμογής τους μπορούν να υπολογισθούν με παρεμβολή.

Οι συντεταγμένες που δίνονται από τους πίνακες για κάθε τύπο ελιγμού, περιλαμβάνουν και τις αντίστοιχες διαπλατύσεις, οι οποίες εξυπηρετούν την ασφαλή κίνηση των οχημάτων μέσα στον ελιγμό.

2) Υψομετρικός καθορισμός ενός ελιγμού.

Η κατά μήκος κλίση του áξονα της οδού στη θέση του ελιγμού και στις και από τις δυό μεριές γειτονικές θέσεις, πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερη χωρίς να υπερβαίνει το 3%.

Όταν τα τμήματα του áξονα της οδού και από τις δυο μεριές του ελιγμού παρουσιάζουν ισχυρές κατά μήκος κλίσεις, πρέπει να συναρμόζονται υψομετρικά με τα τμήματα του ελιγμού με κατακόρυφα κυκλικά τόξα με μεγάλη ακτίνα.

Αυτό γίνεται για να άποφεύγονται οι δυσμενείς επιπτώσεις στην κυκλοφορία και ο κίνδυνος προσκρούσεως του χαμήλου μέρους του οχήματος με την επιφάνεια του οδοστρώματος.

3) Επίκλιση στους ελιγμούς.

Η μέγιστη επιτρεπόμενη επίκλιση q_{max} του οδοστρώματος σε ελιγμό εκλέγεται πάντοτε ίση ή μικρότερη από 10%.

Αυτό επιβάλλεται για να μη προκύπτει κατά μήκος κλίση των οριογραμμών μεγαλύτερη από την επιτρεπόμενη σε οδό σε ευθυγραμμία, ούτε μικρότερη από την κλίση 0,5%.

Τα μήκη των οριογραμμών, για να βρούμε την κατά μήκος κλίση τους, είναι δυνατό να ληφθούν γραφικά από την οριζοντιογραφία των κλάδων I και II με κλίμακα 1 : 100.

Χαρακτηριστικές θέσεις του áξονα, στις οποίες πραγματοποιούνται αλλαγές των επικλίσεως, είναι οι α, β, γ, και δ (σχ. 8.3στ).

Αυτές καθορίζονται ως εξής:

Τα σημεία β και δ είναι τα αντίστοιχα σημεία των A_{es} και Ω_{es} πάνω στον áξονα του ελιγμού.

Η απόσταση βδ λαμβάνεται γραφικά, όπως παραπάνω, από την οριζοντιογραφία των κλάδων I και II με κλίμακα 1 : 100.

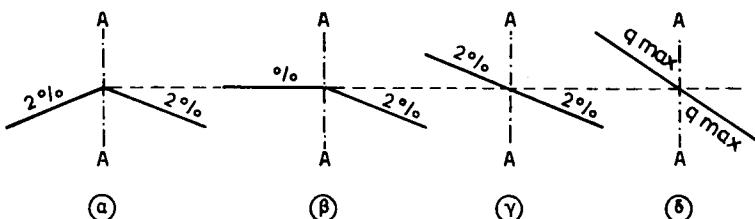
Τα σημεία α και γ καθορίζονται οριζοντιογραφικά από τις σχέσεις:

$$(βγ) = (\betaδ) \cdot \frac{2\%}{q_{max}}$$

και

$$(\beta\alpha) = 2(\beta\gamma)$$

Η στροφή γίνεται γύρω από τον άξονα της οδού. Στις χαρακτηριστικές θέσεις α, β, γ, δ κάθε κλάδου η διατομή του οδοστρώματος παίρνει τις μορφές του σχήματος 8.3στ.



Σχ. 8.3στ.

4) Απαιτούμενα διαγράμματα ενός ελιγμού.

Επειδή, όπως έπαμε, οι ελιγμοί είναι πολύ αξιόλογα έργα, απαιτούνται λεπτομερή διαγράμματα της θέσεώς τους, τόσο στην προμελέτη όσο και στην οριστική μελέτη.

Στο στάδιο της προμελέτης, όταν πρόκειται για θέσεις δυσχερών ανακαμπτόντων ελιγμών, η αποτύπωση και η σχεδίαση της υψομετρικής οριζοντιογραφίας γίνεται χωριστά με μεγαλύτερη κλίμακα, η οποία καθορίζεται ανάλογα με την περίπτωση, σε ιδιαίτερο σχέδιο.

Στο στάδιο της οριστικής μελέτης κάθε ελιγμού απαιτούνται:

α) **Γενική οριζοντιογραφία** με κλίμακα: 1 : 500 του άξονα και των οριογραμμών του ελιγμού με τις παρακείμενες κορυφές της πολυγωνικής.

β) **Οριζοντιογραφία** με κλίμακα 1 : 100 κάθε κλάδου του ελιγμού, πάνω στην οποία πρέπει να αναγράφονται οι συντεταγμένες καθορισμού του άξονα και των δύο οριογραμμών.

γ) **Κατά μήκος τομή** του άξονα της οδού με κλίμακα μηκών 1 : 1000 και υψών 1 : 100.

δ) **Σχηματική παράσταση** με κλίμακα μηκών 1 : 500 και επικλίσεων $1 \text{ cm} \equiv 2\%$ της αλλαγής των επικλίσεων στις χαρακτηριστικές διατομές του ελιγμού, η οποία περιλαμβάνει και την αλλαγή των επικλίσεων των διατομών των καμπυλών (από τη διχοτόμο κάθε μιας), που βρίσκονται κοντά στον ελιγμό.

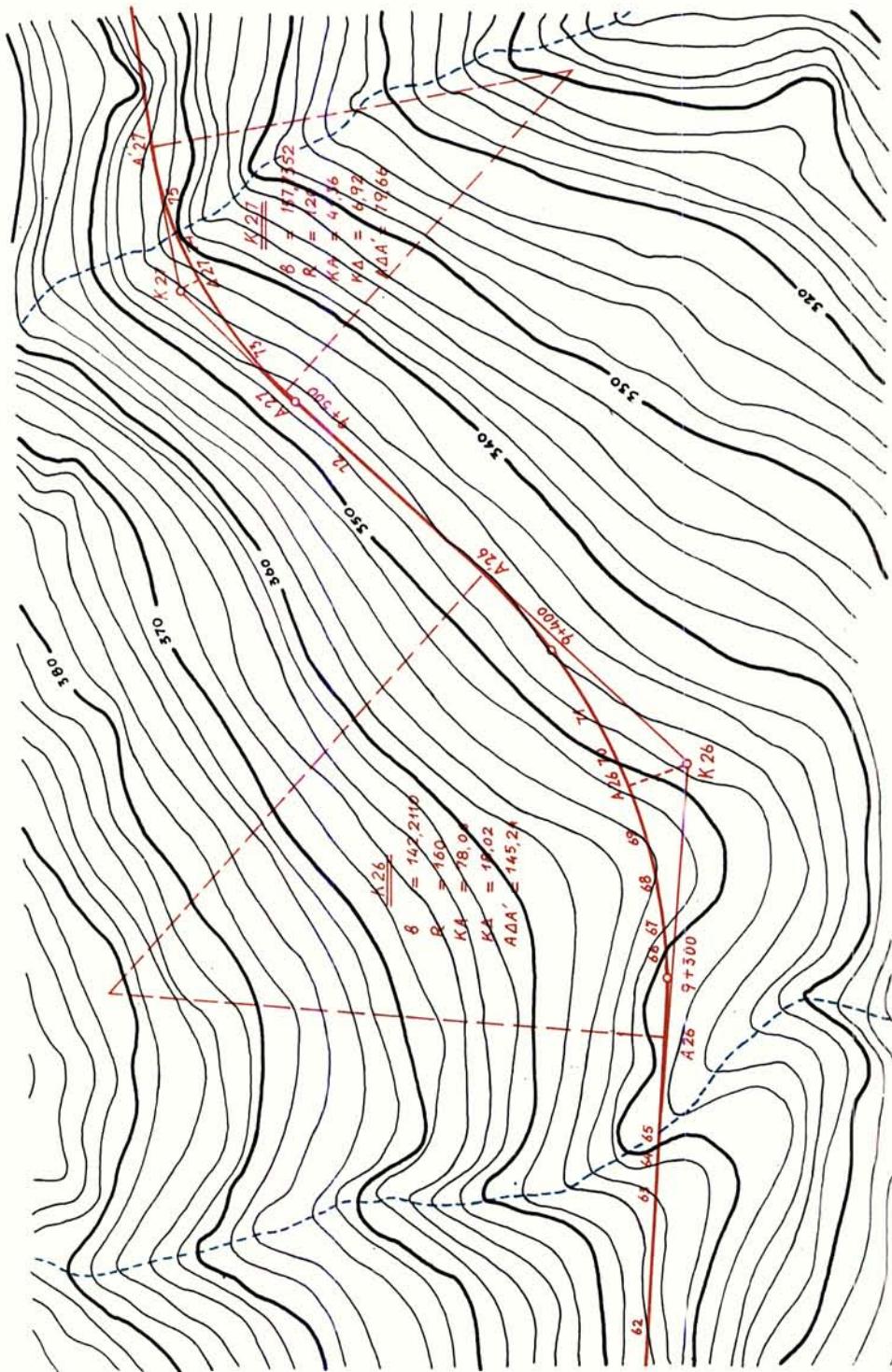
ε) **Διατομές** με κλίμακα 1 : 100 σε όλες τις χαρακτηριστικές θέσεις του ελιγμού (θέσεις συναρμογών και αλλαγών επικλίσεων).

5) Καθορισμός των καμπύλων τμημάτων της χαράξεως.

Μετά τον καθορισμό της πολυγωνικής, ακολουθεί ο καθορισμός των καμπύλων τμημάτων της χαράξεως.

Για το σκοπό αυτό εργαζόμαστε διαδοχικά, σύμφωνα με τα γνωστά, ως εξής:

α) Μετρούμε τις γωνίες β_i της πολυγωνικής. Η μέτρηση γίνεται με μεταλλικό αναγωγέα.



Σχ. 8.34
Αποτασμα οριζοντιογραφιας προμελέτης (κλίμακα 1:2000).

β) Εκλέγομε την κατάλληλη ακτίνα R και υπολογίζομε την εκτροπή ε, για κάθε κορυφή της πολυγωνικής.

γ) Υπολογίζομε τα υπόλοιπα απαιτούμενα στοιχεία για κάθε κορυφή, δηλαδή τα KA, KE, KD, κλπ. με τη βοήθεια των πινάκων (παράγρ. 6.1).

δ) Σχεδιάζομε τέλος επάνω στην υψομετρική οριζοντιογραφία τον áξονα των καμπύλων τμημάτων, σημειώνομε τα χαρακτηριστικά σημεία A, Δ, Α' πάνω σ' αυτόν και γράφομε δίπλα τα στοιχεία κάθε καμπύλου τμήματος (σχ. 8.3ζ).

Μετά τον καθορισμό των ευθυγράμμων (πολυγωνική) και των καμπύλων τμημάτων του áξονα της οδού, έχει καθορισθεί πια με άκριβεια η οριζοντιογραφική θέση της οδού πάνω στο διάγραμμα της υψομετρικής οριζοντιογραφίας (επομένως θεωρητικά και πάνω στο έδαφος).

Για τον καθορισμό και την υψομετρική θέση του áξονα της οδού συντάσσεται στη συνέχεια, το διάγραμμα της μηκοτομής του έδαφους και της οδού.

8.4 Σύνταξη τού διαγράμματος της μηκοτομής της οδού και του εδάφους.

Για τον καθορισμό των ευθυγράμμων και καμπύλων τμημάτων του áξονα της οδού πάνω στο διάγραμμα της υψομετρικής οριζοντιογραφίας, καθορίζεται, όπως είναι φυσικό, και η θέση κάθε σημείου του áξονα, τόσο οριζοντιογραφικά όσο και υψομετρικά.

Αν θεωρήσομε προς στιγμή ότι οι προβολές των σημείων αυτών του áξονα της οδού είναι πάνω σε ένα áξονα και διατηρούν τη σχετική μεταξύ τους οριζοντιογραφική θέση, τότε η γραμμή, που σχηματίζει η υψομετρική θέση τους, παριστάνει την πραγματική μορφή του έδαφους κατά μήκος του áξονα της οδού. Η γραμμή αυτή καλείται **μηκοτομή του εδάφους**.

Επειδή πρακτικά είναι αδύνατο να έχομε όλα τα σημεία του áξονα της οδού για να συντάξουμε τη μηκοτομή του έδαφους, γι' αυτό παίρνομε μόνο λίγα χαρακτηριστικά σημεία, με τα οποία μπορεί να παρασταθεί με ικανοποιητική προσέγγιση η μορφή του έδαφους.

Για το σκοπό αυτό ως χαρακτηριστικά σημεία παίρνονται:

α) Τα βασικά σημεία A, Δ, Α' κάθε καμπύλης.

β) Τα σημεία τομής του áξονα της οδού με τις υψομετρικές καμπύλες.

γ) Τα ενδιάμεσα σημεία, με τα οποία αποδίδεται πιοστότερα η μορφή του εδάφους και

δ) τα εκατομμετρικά και χιλιομετρικά σημεία του áξονα, τα οποία προκύπτουν από τη χιλιομέτρησή του. Τα εκατομμετρικά σημεία σημειώνονται με ένα κυκλίσκο και τα χιλιομετρικά με δύο ομόκεντρους κυκλίσκους.

Κάθε υψόμετρο των παραπάνω χαρακτηριστικών σημείων εκτιμάται με βάση την οριζοντιογραφική του θέση και το ύψομετρο των παραπλησίων καμπυλών (μέθοδος παρεμβολής), εκτός φυσικά από τα σημεία, το υψόμετρο των οποίων δίνεται χωρίς παρεμβολή.

Η θέση τους στον áξονα καθορίζεται με την απόσταση κάθε ενός από το πριν από αυτόν εκατομμετρικό σημείο.

Επειδή τα εκατομμετρικά σημεία λαμβάνονται ως αφετηρίες, επιβάλλεται η όσο το δυνατόν επακριβής σημείωσή τους.

Για το σκοπό αυτό η εργασία της χιλιομετρήσεως γίνεται ως εξής:

Μετρούμε με το υποδεκάμετρο (απ' ευθείας ή με τη βοήθεια διαστημομέτρου) τα μήκη των πλευρών της πολυγωνικής. Από κάθε μήκος που μετρήσαμε αφαιρούμε και από τις δύο μεριές τα γνωστά μήκη των εφαπτομένων και βρίσκομε τα ευθύγραμμα μήκη του αξονα της χαράξεως.

Έτσι η χιλιομετρική θέση π.χ. του σημείου A_1 , της πρώτης καμπύλης βρίσκεται από το μήκος του πρώτου ευθύγραμμου τμήματος της χαράξεως. Σ' αυτό το μήκος αν προσθέσουμε το γνωστό μήκος A_1A' του πρώτου καμπύλου τμήματος βρίσκομε τη χιλιομετρική θέση του σημείου A_1 , κ.ο.κ. (σχ. 8.3ζ).

Τις χιλιομετρικές αυτές τιμές των θέσεων A_1 και A' γράφομε κάθετα στον αξονα της χαράξεως.

Αφού πάρομε ύστερα ως αφετηρίες τις ακριβείς χιλιομετρικές αυτές θέσεις, καθορίζομε με το υποδεκάμετρο τις θέσεις των εκατομμέτρων και χιλιομέτρων και από τις δύο μεριές πάνω στη χάραξη.

Μετά την εκλογή και τη σημείωση όλων των χαρακτηριστικών σημείων και τη λήψη των οριζοντιογραφικών και υψομετρικών στοιχείων τους, συντάσσεται η μηκοτομή του εδάφους.

Για το σκοπό αυτό σημειώνεται επάνω στο θεωρητικό αξονα η θέση όλων των χαρακτηριστικών σημείων και φέρονται τεταγμένες πάνω σ' αυτά. Επάνω στις τεταγμένες λαμβάνονται μήκη ανάλογα με τα υψόμετρα των σημείων με κλίμακα δεκαπλάσια από την κλίμακα των μηκών (συνήθως 1 : 200). Όταν ενώσουμε τα πέρατα των τεταγμένων, εμφανίζεται η μηκοτομή του φυσικού εδάφους (σχ. 8.4).

Απλή εξέταση της μηκοτομής αυτής είναι αρκετή για τον πεπειραμένο τεχνικό για να βεβαιωθεί, αν ικανοποιούνται οι περιορισμοί των κλίσεων της οδού. Σε αρνητική περίπτωση τροποποιείται στην κατάλληλη περιοχή ανάλογα η οριζοντιογραφία της χαράξεως.

Πάνω στην παραπάνω μηκοτομή του εδάφους καθορίζεται σχεδιαστικά η μηκοτομή της οδού (κόκκινη γραμμή). Ο τρόπος καθορισμού της έχει πολύ ενδιαφέρον και απαιτεί μεγάλη πείρα και ευρεία γνώση των θεμάτων που συναντούμε.

Γενικά η χάραξη της κόκκινης γραμμής επιτυγχάνεται με βάση την κατά μήκος και την κατά πλάτος μορφή του εδάφους, τη σύστασή του και τις τοπικές συνθήκες της οδού και του εδάφους.

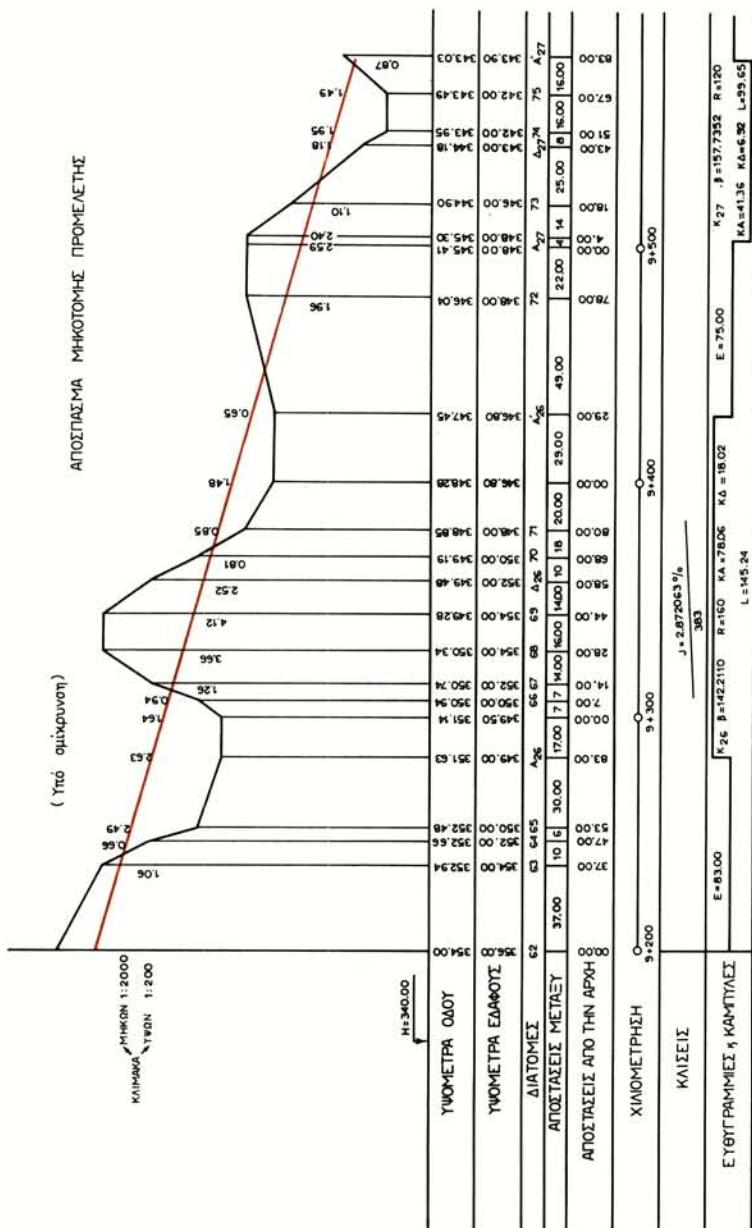
Οι γενικές αρχές τις οποίες πρέπει νά ακολουθεί η χάραξη της κόκκινης γραμμής, αναπτύχθηκαν στην παράγραφο 7.2.2.

8.5 Υπολογισμός των σγκων (ικύβων) των ορυγμάτων και των επιχωμάτων.

Ο όγκος των προβλεπομένων ορυγμάτων και επιχωμάτων όχι μόνον επηρεάζει σημαντικά τη δαπάνη κατασκευής μιας οδού, αλλά πολλές φορές δίνει και ασφαλή κριτήρια για την ορθότητα ή μη της πορείας που ακολουθήθηκε στη χάραξη.

Υστερά από αυτό επιβάλλεται ο υπολογισμός του όγκου των ορυγμάτων, η εξαγωγή συμπερασμάτων και στην ανάγκη η διόρθωση της μηκοτομής της οδού ή η τροποποίηση της χαράξεως.

Για να υπολογίσουμε τους όγκους παίρνομε χαρακτηριστικές διατομές κατά μήκος της χαράξεως. Οι διατομές εκλέγονται έτσι, ώστε να αντιπροσωπεύουν τη μέση εγκάρσια μορφή του εδάφους στό τμήμα της χαράξεως, στο οποίο αναφέρονται



Σχ. 8.4.

ται. Όμοια εκλέγονται σε θέσεις μεγάλων τεχνικών έργων, τοίχων αντιστηρίζεως κλπ.; ώστε να δίνουν ακριβέστερες πληροφορίες γι' αυτούς.

Τα απαιτούμενα οριζοντιογραφικά και υψομετρικά στοιχεία για την παρουσίαση της εγκάρσιας κλίσεως του εδάφους στις θέσεις των διατομών, λαμβάνονται από το διάγραμμα της υψομετρικής οριζοντιογραφίας.

Η εμβαδομέτρηση των διατομών και ο υπολογισμός του σύγκου στη συνέχεια αναπύσσονται διεξοδικά στα επόμενα κεφάλαια.

8.6 Συμπλήρωση της προμελέτης.

Για να συμπληρωθεί η προμελέτη, εκτός από το διάγραμμα της οριζοντιογραφίας και της μηκοτομής, απαιτούνται ακόμη:

- α) Διαγράμματα των χαρακτηριστικών διατομών με κλίμακα 1 : 200.
- β) Πίνακας χωματισμών και τοίχων αντιστηρίζεως.
- γ) Διάγραμμα θέσεως λήψεως δοκίμων υλικών.
- δ) Πίνακας τεχνικών έργων και εκτίμηση της δαπάνης τους.
- ε) Προμέτρηση οδοστρωσίας και ασφαλτικών εργασιών.
- στ) Προϋπολογισμός της δαπάνης.
- ζ) Τεχνική έκθεση.

8.7 Ανακεφαλαίωση.

Σκοπός της προμελέτης μιας οδού είναι:

- α) Ο ακριβής καθορισμός του άξονα της οδού σε διάγραμμα υψομετρικής οριζοντιογραφίας με μεγάλη κλίμακα (συνήθως 1 : 1000, 1 : 2000 ή το πολύ 1 : 5000).
- β) Η λήψη ακριβεστέρων πληροφοριών για το ύψος της δαπάνης κατασκευής της οδού.

Το διάγραμμα της υψομετρικής οριζοντιογραφίας περιλαμβάνει το πλάτος της εδαφικής ζώνης, η οποία καθορίσθηκε με την αναγνώριση και συντάσσεται με την ταχυμετρική ή την αεροτοπογραφική μέθοδο αποτυπώσεως.

Η αεροτοπογραφική μέθοδος αποτυπώσεως πλεονεκτεί από την ταχυμετρική μέθοδο στην ταχύτητα, την ακρίβεια και την οικονομία.

Επάνω στο παραπάνω διάγραμμα καθορίζεται η οριζοντιογραφική και υψομετρική θέση του άξονα της οδού.

Αυτό επιτυγχάνεται με τις παρακάτω κατά σειρά εργασίες:

- α) Χάραξη ισοκλινούς γραμμής μεταξύ των υποχρεωτικών σημείων της χαράξεως.
- β) Χάραξη της πολυγωνικής και εκλογή της θέσεως των τυχόν ελιγμών που απαιτούνται.
- γ) Καθορισμός των καμπύλων τμημάτων της χαράξεως. Πίνακες.
- δ) Σύνταξη του διαγράμματος της μηκοτομής της οδού και του εδάφους.

Τέλος συντάσσονται τα υπόλοιπα απαιτούμενα διαγράμματα για την παρουσίαση της μελέτης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ

ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΟΔΟΥ

9.1 Γενικά.

Η οριστική μελέτη αρχίζει, κατά γενικό κανόνα, μετά την έγκριση της προμελέτης. Σε απλές όμως περιπτώσεις οδών είτε λόγω μειωμένης σημασίας, είτε λόγω ελλείψεως εδαφολογικών δυσχερειών, όπου δεν κρίνεται απαραίτητη η προμελέτη, η οριστική μελέτη εκτελείται αμέσως μετά την έγκριση της μελέτης αναγνωρίσεως.

Σε πολύ απλές περιπτώσεις, η οριστική μελέτη μπορεί να εκτελεσθεί και απ' ευθείας, χωρίς δηλαδή να μεσολαβήσουν τα δύο πρώτα στάδια (μελέτης αγαγνωρίσεως και προμελέτης).

Με την οριστική μελέτη επιδιώκεται, με ικανοποιητική προσέγγιση, η έρευνα και η επίλυση των προβλημάτων της εκτελέσεως του έργου από τεχνική και οικονομική άποψη.

Για το σκοπό αυτό η οριστική μελέτη περιλαμβάνει τις παρακάτω γενικές εργασίες:

α) Τον καθορισμό του άξονα της οδού με τοποθέτηση πασσάλων στο έδαφος.

β) Τη λήψη όλων των αναγκαίων στοιχείων και πληροφοριών με βάση αυτό τον άξονα.

γ) Τη σύνταξη των απαιτουμένων διαγραμμάτων και τευχών του φακέλου της οριστικής μελέτης.

Οι εργασίες της οριστικής μελέτης διακρίνονται βασικά σε εκείνες που εκτελούνται στο ύπαιθρο και εκείνες που εκτελούνται στο γραφείο.

9.2 Εργασίες υπαίθρου.

Στις εργασίες υπαίθρου κατά σειρά γίνονται οι παρακάτω εργασίες:

9.2.1 Καθορισμός επάνω στο έδαφος των ευθυγραμμιών της πολυγωνικής.

Ο καθορισμός των ευθυγραμμιών της πολυγωνικής πάνω στο έδαφος με πασσάλους αποτελεί σημαντικό στάδιο των εργασιών υπαίθρου, επειδή με αυτόν επιτυγχάνεται η **υλοποίηση** του σκελετού της χαράξεως.

Εάν δεν υπάρχει προμελέτη, οι ευθυγραμμίες της πολυγωνικής καθορίζονται με την απ' ευθείας πάνω στο έδαφος εκλογή και πασσάλωση των κορυφών της πολυγωνικής και πυκνώσεως μεταξύ τους.

Σ' αυτή την περίπτωση η θέση και το πλήθος των κορυφών της πολυγωνικής

καθορίζονται επί τόπου με βάση τη μορφολογία του εδάφους που συναντούν και την επιδιωκόμενη ταχύτητα μελέτης και οικονομίας.

Αυτό πάντως απαιτεί αξιόλογη πείρα και μεγάλη ευσυνειδησία.

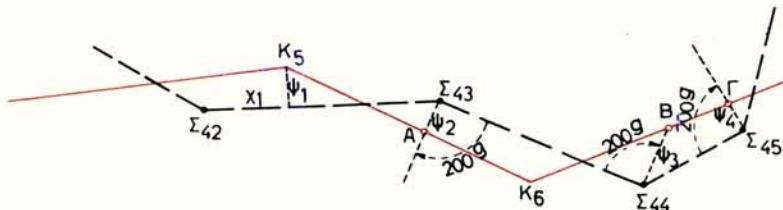
Στη συνηθισμένη περίπτωση της εφαρμογής εγκεκριμένης προμελέτης, η θέση και το πλήθος των κορυφών της πολυγωνικής (επομένως και των ευθυγραμμιών) είναι καθαρά καθορισμένες πάνω στο διάγραμμα της υψομετρικής οριζοντιογραφίας.

Το διάγραμμα αυτό λαμβάνεται, όπως είδαμε, ταχυμετρικά ή αεροτοπογραφικά.

Στην προμελέτη με ταχυμετρικό διάγραμμα, χρησιμοποιούνται οι πάσσαλοι της βάσεως αποτυπώσεως που υπάρχουν στο έδαφος [παράγρ. 8.2.1 (1)].

Οι κορυφές της βάσεως αποτυπώσεως, όπως είδαμε, πασσαλώνονται στο έδαφος και σημειώνονται επάνω στο διάγραμμα της υψομετρικής οριζοντιογραφίας.

Για να καθορίσομε πάνω στο έδαφος τις ευθυγραμμίες και τις κορυφές της πολυγωνικής της χαράξεως, τις **συσχετίζομε** κατ' αρχήν με τις κορυφές ή και τις πλευρές της βάσεως αποτυπώσεως. Η συσχέτιση αυτή εκτελείται αρχικά επάνω στο διάγραμμα, όπου σημειώνονται, και γίνεται με απλές γεωμετρικές κατασκευές, οι οποίες εύκολα μεταφέρονται στο έδαφος (σχ. 9.2a).



Σχ. 9.2a.

Έτσι π.χ. για να καθορίσομε την κορυφή K_5 , ο συσχετισμός επιτυγχάνεται με μέτρηση των ορθογωνίων συντεταγμένων χ_1 , ψ_1 . Για να καθορίσομε την K_6 , η οποία βρίσκεται ως τομή των K_5A και BG , ο συσχετισμός επιτυγχάνεται με μέτρηση των μηκών ψ_2 , ψ_3 , ψ_4 και καθορισμό των αντιστοίχων σημείων A , B , G (σχ. 9.2a).

Τα μήκη χ_i , ψ_i λαμβάνονται γραφικά από το διάγραμμα της υψομετρικής οριζοντιογραφίας και μεταφέρονται στο έδαφος, σε συνάρτηση με τη κλίμακα του διαγράμματος.

Μετά τον παραπάνω συσχετισμό στο διάγραμμα, ακολουθεί πάνω στο έδαφος πια η αναζήτηση, εντοπισμός και επισήμανση των απαραιτήτων για τη συσχέτιση κορυφών Σ της βάσεως αποτυπώσεως.

Τέλος με βάση τα στοιχεία συσχετισμού, δηλαδή των γωνιών και των ορθογωνίων αποστάσεων χ και ψ , καθορίζονται πάνω στο έδαφος οι ευθυγραμμίες και κορυφές της πολυγωνικής.

Σε περίπτωση προμελέτης σε αεροτοπογραφικό διάγραμμα, οπότε δεν υπάρχει βάση αποτυπώσεως, η υλοποίηση της πολυγωνικής της χαράξεως επιτυγχάνεται με τη βοήθεια χαρακτηριστικών οριζοντιογραφικών στοιχείων.

9.2.2 Μέτρηση των γωνιών της πολυγωνικής.

Μετά τον καθορισμό της πολυγωνικής επάνω στο έδαφος, ακολουθεί η μέτρη-

ση των γωνιών της. Το αποτέλεσμα κάθε μετρήσεως συγκρίνεται με το αντίστοιχο, το οποίο είναι σημειωμένο επάνω στο διάγραμμα της προμελέτης, για να αποφευχθεί χονδροειδές σφάλμα.

Μεταξύ των δύο αυτών αριθμών υπάρχει οπωσδήποτε συνήθως μικρή διαφορά, που οφείλεται, εκτός από τα άλλα και στο ότι η γωνία του σχεδίου μετρήθηκε με αναγωγέα, και η αντίστοιχη επάνω στο έδαφος με ταχύμετρο.

Η ανεκτή διαφορά ανάμεσα στις δύο αυτές γωνίες δίνεται, σύμφωνα με τον καθηγητή Σ. Νομικό, από τον εμπειρικό Πίνακα 9.2.1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.2.1

Άθροισμα των μηκών των δύο ευθυγραμμιών	Ανεκτή διαφορά σε βαθμούς
μέχρι 200 m	2,80
για 400 m	1,50
για 600 m	1,10
για 800 m	0,80
για 1000 m	0,65
για 1200 m και πάνω	0,55

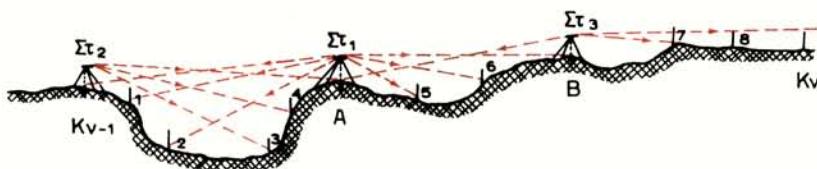
Σε περίπτωση, συνεπώς, μεγαλύτερης διαφοράς, πρέπει να ελεγχθούν οι εργασίες καθορισμού των ευθυγραμμιών της πολυγωνικής.

Αμέσως μετά τη μέτρηση κάθε γωνίας, υπολογίζεται το μισό της και καθορίζεται με το ταχύμετρο η διεύθυνση της διχοτόμου της γωνίας. Η εργασία αυτή διευκολύνει την πασσάλωση των κυρίων σημείων της καμπύλης, και ειδικότερα τον καθορισμό του σημείου Δ της διχοτόμου.

9.2.3 Πύκνωση των ευθυγραμμιών της πολυγωνικής.

Η πύκνωση των ευθυγραμμιών της πολυγωνικής γίνεται με την τοποθέτηση ενδιαμέσων πασσάλων ανά 50 ως 100 m.

Η θέση των πασσάλων καθορίζεται επακριβώς με το ταχύμετρο από τις κορυφές, ή και από ενδιάμεσους πασσάλους, ανάλογα με τη μορφολογία του εδάφους και το μήκος της ευθυγραμμίας (σχ. 9.2β).



Σχ. 9.2β.

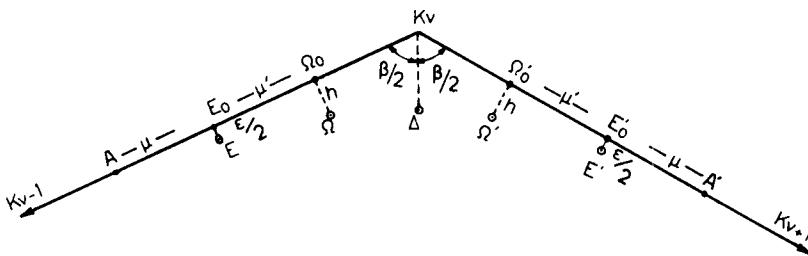
Έτσι στη περίπτωση του σχήματος 9.2β προς πύκνωση της ευθυγραμμίας μεταξύ των κορυφών $K_v - 1$, K_v τοποθετούμε το όργανο στα ενδιάμεσα σημεία A και B της ευθυγραμμίας και στην κορυφή $K_v - 1$.

9.2.4 Πασσάλωση των κυρίων σημείων των καμπυλών του άξονα της οδού.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η γωνία που μετρείται πάνω στο έδαφος διαφέρει λίγο από αυτήν που αναγράφεται στο σχέδιο. Η μικρή όμως αυτή διαφορά προκαλεί μεταβολή των στοιχείων της καμπύλης που αναγράφονται επάνω στο σχέδιο της προμελέτης.

Υστερά από αυτό ο μελετητής με βάση τη νέα **γωνία β** και την αναγραφόμενη στο σχέδιο **ακτίνα R** και **εκτροπή ε** υπολογίζει, σύμφωνα με τα γνωστά (παράγρ. 6.1), τα νέα στοιχεία της καμπύλης προς πασσάλωσή της.

Τα απαραίτητα στοιχεία για την πασσάλωση των κύριων σημείων της καμπύλης είναι τα: KA, KE, KD, ϵ , μ' και h (σχ. 9.2γ). Εκτός από αυτά για τον υπολογισμό των καμπύλων μηκών μεταξύ των κύριων σημείων χρησιμεύουν και τα S και AA'.



Σχ. 9.2γ.

Μετά τον υπολογισμό των στοιχείων ο μελετητής συντάσσει σκαρίφημα κάθε καμπύλης, και σημειώνει πάνω σ' αυτό τα κύρια σημεία, καθώς και τις απαιτούμενες αποστάσεις για τον καθορισμό τους πάνω στο έδαφος.

Η τυχόν απαιτούμενη πύκνωση μεταξύ των κύριων σημείων ή για πιστότερη απεικόνιση του εδάφους ή για ικανοποίηση συμβατικού όρου (η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών πασσάλων δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 20 m), γίνεται επί τόπου από το μηχανικό που διευθύνει τις εργασίες.

Κατ' αρχήν πάνω στην ευθυγραμμία K_v , K_{v-1} , και με αρχή την κορυφή K_v (σχ. 9.2γ) μετρείται μήκος K_v E_0 και ορίζεται το σημείο E_0 , το οποίο σημαίνεται προσωρινά (π.χ. με καρφί). Από το E_0 άγεται κάθετος στην ευθυγραμμία και πάνω σ' αυτή, με αρχή το E_0 , μετρείται μήκος $\epsilon/2$ (εκτροπή) και πασσαλώνεται το σημείο E . Με αρχή πάλι το προσωρινό σημείο E_0 και από τις δύο μεριές του μετρούνται οι αποστάσεις μ και μ' και ορίζονται αντίστοιχα τα σημεία A και Ω_0 . Το A σημαίνεται μόνιμα με κανονικό πάσσαλο, ενώ το Ω_0 προσωρινά (καθώς και το E_0). Από το Ω_0 φέρεται κάθετος στην ευθυγραμμία και πάνω σ' αυτή με αρχή το Ω_0 μετρείται μήκος h και ορίζεται το σημείο Ω . Στη συνέχεια διχοτομείται η γωνία β και πάνω στη διχοτόμη μετρείται μήκος ίσο με το KD το οποίο υπολογίσαμε, και μετά ορίζεται το σημείο Δ .

Με τον ίδιο τρόπο πασσαλώνεται και το άλλο μισό της καμπύλης.

Στο τέλος της πασσαλώσεως κάθε καμπύλης αφαιρούνται οι σημάνσεις των βοηθητικών σημείων E_0 , Ω_0 , Ω_0' και E_0' .

Η εργασία γίνεται με τη βοήθεια ταχυμέτρου, ορθόγωνου και μεταλλικής μετροταινίας.

Οι πάσσαλοι που χρησιμοποιούνται πρέπει να είναι κατά κανόνα ξύλινοι με διαστάσεις $3 \times 3 \times 20$ cm, από ανθεκτική ξυλεία. Το τμήμα τους που βρίσκεται επάνω από την επιφάνεια του εδάφους, δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 4 cm. Το τμήμα αυτό επαλείφεται με κόκκινο ανεξίτηλο χρώμα, εκτός από μια πλευρά συνήθως πάνω στην οποία σημειώνεται η ονομασία του πασσάλου.

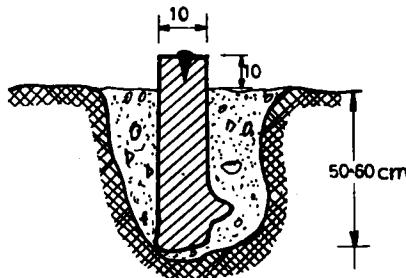
Όταν το έδαφος είναι βραχώδες ή υπάρχει οδόστρωμα κλπ., αντί ξύλινους πασσάλους χρησιμοποιούμε σιδερένια καρφιά με ανάλογες διαστάσεις ή και απλές σημάνσεις με σταυρό ή μικρό κύκλο, ο οποίος φέρει τελεία στο κέντρο.

Οι πάσσαλοι των κύριων σημείων των καμπυλών χαρακτηρίζονται με τα γράμματα A, E, Ω, ... (σχ. 9.2γ), ενώ οι υπόλοιποι με τους αριθμούς 1, 2, 3, ...

Είτε σημειώσομε στον πάσσαλο την ονομασία του είτε όχι, αυτή αναγράφεται υποχρεωτικά και σε δένδρο που βρίσκεται κοντά σε κτίσμα, βράχο κλπ.

9.2.5 Σήμανση και εξασφάλιση των κορυφών της πολυγωνικής.

Όταν εκτελείται η εργασία, οι κορυφές σημαίνονται προσωρινά με κοινούς πασσάλους. Πρέπει όμως η σήμανση των κορυφών να γίνει μονιμότερα ή με μεταλλικά καρφιά (μπουλόνια), που στερεώνονται μέσα σε σκυρόδεμα (σχ. 9.2δ), ή και με άλλο ανάλογο μόνιμο τρόπο.



Σχ. 9.2δ.

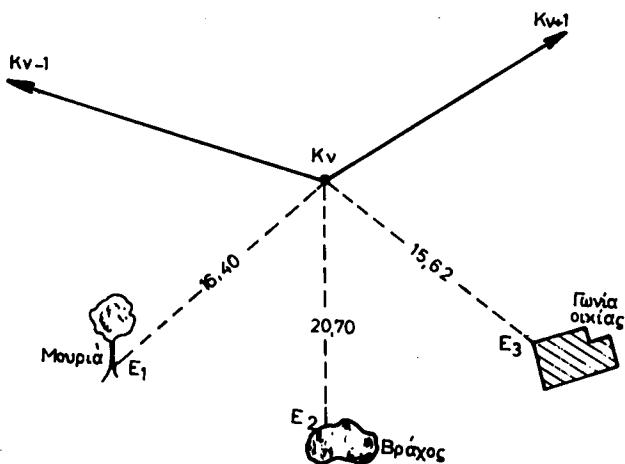
Η εξασφάλιση των κορυφών έπιτυγχάνεται αν τις συσχετίσομε με τρία τουλάχιστο σταθερά σημεία (ή πασσάλους), που εκλέγονται κατάλληλα (σχ. 9.2ε) ή με δύο σημεία (ή πασσάλους) πάνω στη διχοτόμο της γωνίας (σχ. 9.2στ), τα οποία όμως πάντοτε βρίσκονται έξω από το πλάτος της οδού.

Η εκλογή των σταθερών σημείων γίνεται με τρόπο, ώστε:

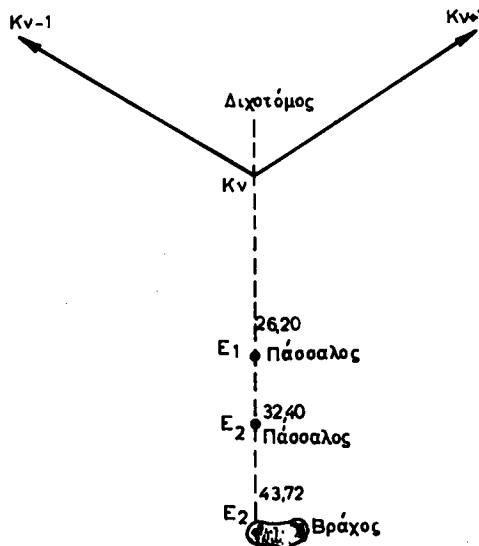
- α) Να είναι όσο μπορεί μόνιμα και έξω από το πλάτος καταλήψεως της οδού.
- β) Να είναι ευχερής η μέτρηση των αποστάσεών τους από την κορυφή.
- γ) Να είναι εύκολος και σαφής ο προσδιορισμός της θέσεως των κορυφών αργότερα από αυτές.

9.2.6 Πασσάλωση των ευθυγραμμιών της χαράξεως.

Μετά την πασσάλωση των καμπύλων τμημάτων της χαράξεως, ακολουθεί η πασσάλωση των μεταξύ αυτών ευθυγράμμων τμημάτων.



Σχ. 9.2ε.

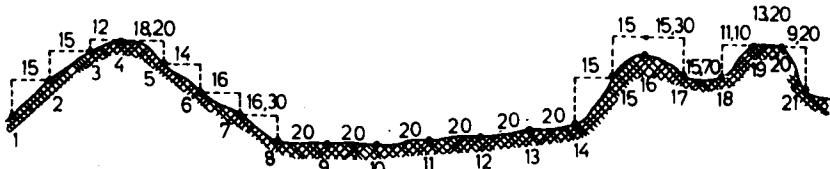


Σχ. 9.2στ.

Για το σκοπό αυτό με αφετηρία το πέρας (σημείο A') κάθε καιμπύλου τρήματος, εκλέγομε πάνω στην ευθυγραμμία τα χαρακτηριστικά εκείνα σημεία του φυσικού εδάφους, τα οποία όταν τα συνενώσομε, απεικονίζουν πιστότερα και ταχύτερα τη μορφή του σε μηκοτομή. Τα σημεία αυτά πασσαλώνονται, κατά τα γνωστά, και μετρούνται με χαλύβδινη μετροταινία οι αποστάσεις μεταξύ τους.

Ειδικότερα εκλέγονται, χιλιομετρούνται και πασσαλώνονται τα εξής (σχ. 9.2ζ):

α) Όλα τα σημεία της ευθυγραμμίας, στα οποία παρατηρείται αλλαγή κλίσεως του εδάφους κατά τη διεύθυνση της χαράξεως (όπως τα σημεία: 1, 4, 8, 14, 16, 17, 18, 19, 20 και 21 του σχήματος 9.2ζ).



Σχ. 9.2ζ.

Αυτά εκλέγονται κατά προτίμηση σε χιλιομετρικές θέσεις που εκφράζονται με ακέραιους αριθμούς μέτρων, για να διευκολύνεται η λογιστική στο γραφείο εργασία.

β) Όλα τα αναγκαία σημεία, για την όσο το δυνατό ακριβή παράσταση της μηκοτομής των διαφόρων εδαφικών λεπτομερειών, φυσικών ή τεχνικών (ρευμάτων, τάφρων, αναχωμάτων, ορυγμάτων, κλπ.). (Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα σημεία 16, 17, 18, 19 και 20 του σχήματος 9.2ζ).

γ) Σημεία που απέχουν μεταξύ τους 20 m. Αυτό εφαρμόζεται κυρίως σε πεδινά και γενικά ομαλά εδάφη, όπου δεν παρατηρούνται αισθητές μεταβολές των κλίσεων κατά τη διεύθυνση της χαράξεως γενικά εφαρμόζεται σε κάθε περίπτωση που τα παρατηρούμενα σημεία αλλαγής κλίσεων απέχουν περισσότερο από 20 m μεταξύ τους (όπως τα σημεία 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, και 15 του σχήματος 9.2ζ).

δ) Οι αποστάσεις μεταξύ των σημείων που εκλέγονται σύμφωνα με τα παραπάνω, μετρούνται, όπως έχομε εξηγήσει τα αποτελέσματα των μετρήσεων καταγράφονται κατά σειρά σε ειδικό σημειωματάριο **χιλιομετρήσεως**. Στο σημειωματάριο αυτό γράφονται και όλες οι αναγκαίες πληροφορίες, που αφορούν τα παραπάνω σημεία.

9.2.7 Γεωμετρική χωροστάθμιση των πασσάλων της χαράξεως.

Σκοπός της χωροσταθμίσεως των πασσάλων του άξονα της οδού είναι ο υψομετρικός καθορισμός τους και φυσικά ο υψομετρικός καθορισμός της χαράξεως.

Στη γεωμετρική χωροστάθμιση, όπως είπαμε και στην αποτύπωση της ζώνης, γίνεται χρήση των **χωροσταθμικών αφετηριών (R)**.

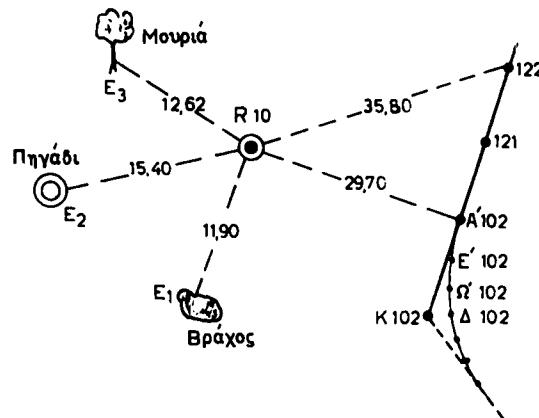
Οι αποστάσεις μεταξύ των χωροσταθμικών αφετηριών στην οριστική μελέτη δεν πρέπει να υπερβαίνουν τα 500 m.

Οι χωροσταθμικές αφετηρίες τοποθετούνται κατά μήκος της χαράξεως και έξω από το πλάτος καταλήψεως της οδού.

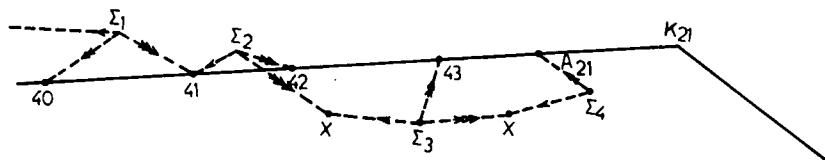
Μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι τυχόν υπάρχοντες στην αποτύπωση της ζώνης παλαιές υψομετρικές αφετηρίες, με την προϋπόθεση όμως ότι αυτές δεν θα απέχουν από τη χάραξη περισσότερο από 50 m.

Οι υψομετρικές αφετηρίες που τοποθετούνται, σημαίνονται και εξασφαλίζονται κατά τα γνωστά (σχ. 8.2η, 8.2θ και 8.2ι).

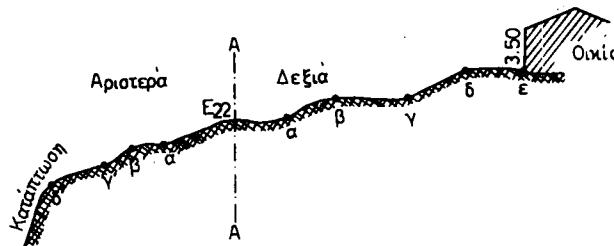
Η οριζοντιογραφική θέση κάθε αφετηρίας συσχετίζεται υποχρεωτικά με δύο τουλάχιστο πασσάλους του άξονα της οδού (σχ. 9.2η). Ακολουθεί περιγραφή της θέσεως και των σημείων συσχετισμού σε ειδικό γι' αυτό το σκοπό βιβλιάριο.



Σχ. 9.2η.



Σχ. 9.2θ.



Σχ. 9.2ι.

Η υψομετρική όδευση που σχηματίζεται με τις υψομετρικές αφετηρίες, πρέπει να εξαρτάται στην αρχή και στο τέλος της από χωροσταθμικές αφετηρίες από το δίκτυο της χώρας.

Όταν δεν μπορεί να γίνει αυτό, πρέπει να εφαρμόζονται απόλυτα υψόμετρα ή από τη μελέτη αναγνωρίσεως (ή προμελέτη), ή στην ανάγκη από υψομετρικό χάρτη της περιοχής.

Η εύρεση των υψομέτρων, τόσο των υψομετρικών αφετηριών όσο και των ενδιαμέσων πασσάλων, επιτυγχάνεται με απλή γεωμετρική χωροστάθμιση (μετάβαση και επιστροφή), σύμφωνα με τὰ γνωστά από τη Τοπογραφία.

Στο σχήμα 9.2.θ φαίνεται σε κάτοψη ενδεικτικά ο τρόπος χωροσταθμήσεως των πασσάλων του άξονα.

Τα Σ_1 , Σ_2 ... παριστάνουν τις στάσεις του χωροβάτη, οι διακεκομένες γραμμές τις διευθύνουσεις των σκοπεύσεων, τα βέλη τη σειρά των σκοπεύσεων από κάθε στάση και τα σημεία X τα βοηθητικά σημεία προς εξυπηρέτηση της χωροσταθμήσεως.

Με βάση τα αποτελέσματα των σκοπεύσεων αυτών βρίσκονται τα υψόμετρα των πασσάλων του άξονα με τη βοήθεια του Πίνακα 9.2.2.

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.2.2

Σημεία	ΣΚΟΠΕÚΣΕΙΣ			Ορίζοντας	Υψόμετρα	Παρατηρήσεις
	Οπισθοκ. Ο	μεταξύ	Εμπροσθ. Ε			
R ₅	1,22			191,64	190,42	
40		0,90			190,74	
41	3,44		0,40	194,68	191,24	
42		1,74			192,94	
X	2,93		0,64	196,97	194,04	
43		1,12			195,85	
X	2,46		0,44	198,99	196,53	
A ₂₁			1,23		197,76	

9.2.8 Λήψη στοιχείων κατά πλάτος διατομών.

Εκτός από το κατά μήκος υψομετρικό καθορισμό της χαράξεως, απαιτείται και ο υψομετρικός καθορισμός της κατά πλάτος.

Αυτό επιτυγχάνεται κατά προσέγγιση με τη **λήψη των στοιχείων διατομών** σε όλα τα σημεία του άξονα της οδού που έχουν πασσαλωθεί.

Η σειρά των εργασιών λήψεως των στοιχείων, για τη σύνταξη των διαγραμμάτων των διατομών στη συνέχεια είναι η εξής:

- α) Χάραξη της καθέτου στον άξονα οδού.
- β) Σύνταξη αυτοσχεδίου και σημείωση παρατηρήσεων.
- γ) Εκτέλεση των μετρήσεων.

Οι παραπάνω εργασίες γίνονται για κάθε πάσσαλο της χαράξεως χωριστά.

Η χάραξη της καθέτου επάνω στον άξονα της χαράξεως πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή, γιατί από αυτήν κυρίως εξαρτάται η ακρίβεια εκτελέσεως της εργασίας.

Σε περίπτωση που ο άξονας της χαράξεως είναι ευθύγραμμος, η χάραξη της καθέτου γίνεται εύκολα με τη βοήθεια ορθογωνίου και ακοντίων, σύμφωνα με τα γνωστά από την Τοπογραφία.

Στα καμπύλα όμως τμήματα της χαράξεως και συγκεκριμένα στα σημεία E, Ω, Δ, ... η χάραξη της καθέτου είναι περισσότερο δύσκολη και επιτυγχάνεται με τη βοή-

Θεια πινάκων (παράγρ. 6.3).

Μετά τη χάραξη της καθέτου και την «υλοποίησή» της με ακόντιο συντάσσεται από τον προϊστάμενο του συνεργείου ένα αυτοσχέδιο (σκαρίφημα) της τομής του εδάφους κατά τη χαραχθείσα κάθετο (σχ. 9.2i).

Πάνω σ' αυτό σημειώνονται ενδεικτικά και αριθμούνται τα χαρακτηριστικά σημεία του εδάφους, καθώς και οι τυχόν υπάρχουσες παρατηρήσεις.

Από την κατάλληλη εκλογή των σημείων εξαρτάται βασικά η ποιότητα και η ταχύτητα της εργασίας.

Στις παρατηρήσεις πρέπει, εκτός από τα άλλα, να αναγράφεται απαραίτητα κατ' εκτίμηση και ο χαρακτηρισμός του εδάφους, δηλ. βραχώδες, ημιβραχώδες ή γαιώδες σε ποσοστό στα εκατό (%). Υστερα αρχίζει το στάδιο των μετρήσεων, οι οποίες έχουν σκοπό τον οριζοντιογραφικό και υψομετρικό καθορισμό των παραπάνω χαρακτηριστικών σημείων που έχουν εκλεγεί.

Αν το έδαφος είναι πεδινό, ο καθορισμός επιτυγχάνεται με μετροταινία και χωροβάτη. Δηλαδή μετρούνται οι αποστάσεις μεταξύ των χαρακτηριστικών σημείων και χωροσταθμούνται οι θέσεις τους.

Αν οι εγκάρσιες κλίσεις του εδάφους είναι σχετικά μεγάλες, αντί για χωροβάτη και μετροταινία χρησιμοποιείται ζεύγος κανόνων με διαστάσεις μήκους 2 και 4 μέτρα, οι οποίοι είναι διαιρεμένοι σε δέκατα του μέτρου. Επάνω στο μεγάλο κανόνα προσδένεται στερεά αεροστάθμη, για να επιτυγχάνεται η οριζοντίωσή του.

Τέλος, σε περίπτωση μεγάλων εγκαρσίων κλίσεων χρησιμοποιούμε συνήθως το ταχύμετρο και το στόχο. Οι αποστάσεις και εδώ μετρούνται με μετροταινία.

Σε κατάλληλα έντυπα σημειώνονται τα αποτελέσματα των παραπάνω μετρήσεων.

Οι μετρήσεις πρέπει να εκτείνονται σε αρκετό πλάτος και από τις δύο μεριές της χαράξεως, και σε κάθε περίπτωση να καλύπτουν το πλάτος καταλήψεως της οδού συν 12 m και από τις δύο μεριές της.

9.2.9 Λήψη στοιχείων για την αποτύπωση των θέσεων των τεχνικών έργων.

Στις θέσεις, όπου προβλέπεται η κατασκευή σημαντικών τεχνικών έργων, απαιτείται ιδιαίτερη και λεπτομερής ταχυμετρική αποτύπωση με μεγάλη κλίμακα.

Κατάλληλη θεωρείται η κλίμακα 1 : 500 ή το πολύ 1 : 1000.

Σκοπός της αποτυπώσεως των θέσεων αυτών είναι η μελέτη της ακριβούς τοποθετήσεως των προβλεπομένων τεχνικών έργων, καθώς και ο καθορισμός των στοιχείων τους (ύψη βάθρων, διαστάσεις πτερυγοτοίχων κλπ.).

Για το σκοπό αυτό εκλέγονται μια ή περισσότερες στάσεις οργάνου, κατά τα γνωστά από την Τοπογραφία, από τα οποία λαμβάνονται ταχυμετρικά τα απαιτούμενα στοιχεία (δηλαδή οριζόντια και κατακόρυφη γωνία, καθώς και «αποκοπόμενο» πάνω στο στόχο τμήμα) για κάθε χαρακτηριστικό σημείο του εδάφους.

Ως σημεία στάσεως του οργάνου εκλέγονται κατά προτίμηση πάσσαλοι της χαράξεως, χωρίς φυσικά αυτό να είναι υποχρεωτικό.

Τα σημεία στάσεως που έχουν εκλεγεί, πρέπει να συσχετίζονται οριζοντιογραφικά και υψομετρικά με σημεία του άξονα της χαράξεως, τα οποία είναι πασσαλώμενα.

9.2.10 Λήψη στοιχείων κτηματολογίου.

Η οδός καταλαμβάνει στην κατασκευή της μια λωρίδα εδάφους, η οποία καλείται **ζώνη καταλήψεως της οδού**. Η ζώνη αυτή δεν είναι, συνήθως, ιδιοκτησία του Δημοσίου.

Για να είναι λοιπόν δυνατή η κατασκευή της οδού, επιβάλλεται να εκτελεσθεί **αναγκαστική απαλλοτρίωση** της ιδιοκτησίας, δηλαδή υποχρεωτική εξαγορά της από το Δημόσιο.

Απαραίτητα στοιχεία για την κήρυξη αναγκαστικής απαλλοτριώσεως είναι το **κτηματολογικό διάγραμμα** και ο αντίστοιχος **κτηματολογικός πίνακας**.

Τα δυό αυτά στοιχεία συνθέτουν το καλούμενο **κτηματολόγιο**.

Για τη σύνταξη του κτηματολογίου απαιτείται η επιτόπια λήψη ορισμένων στοιχείων. Τα στοιχεία αυτά διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

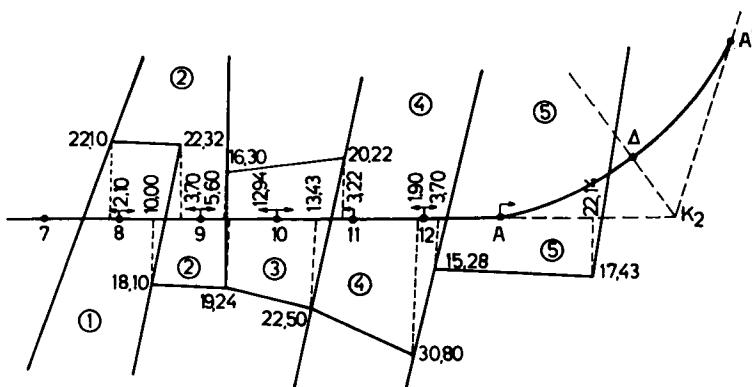
α) Τις **πληροφορίες**. Σ' αυτές ανήκουν οι κάθε φύσεως επιτόπιες πληροφορίες, όσον αφορά τα στοιχεία κάθε ιδιοκτήτη (ονοματεπώνυμο, πατρώνυμο, διεύθυνση κατοικίας), στα στοιχεία κάθε κτήματος (ονομασία περιοχής, αξία γης κλπ.), καθώς και τα όρια της ιδιοκτησίας.

β) Τις **παρατηρήσεις**. Αυτές αναφέρονται στο είδος των καλλιεργειών (ακάλυπτα, άγονα, δασώδη, κλπ.), στο είδος των κτισμάτων (δεξαμενές, φρέατα, καλύβες, βοηθητικά κτίσματα, οικίες), στα χαρακτηριστικά των κτισμάτων (μονόροφο, διώροφο, λίθινο, από σκυρόδεμα κλπ.), στο είδος και τις διαστάσεις των δένδρων (μικρά, μεσαία, μεγάλα) κ.α.

γ) Τις **μετρήσεις**. Οι μετρήσεις αναφέρονται κυρίως στην έκταση των επιφανειών, τον όγκο των κτισμάτων και την αρίθμηση των δένδρων.

Στους αραιά κατοικημένους οικισμούς ή στην ύπαιθρο χώρα χρησιμοποιείται το ταχύμετρο και ο στόχος, το δε κτηματολογικό διάγραμμα συντάσσεται με κλίμακα 1 : 1000 ή 1 : 2000.

Στους πυκνά όμως κατοικημένους οικισμούς χρησιμοποιείται το ορθόγωνο και η μετροταινία (σχ. 9.2ia), το δε κτηματολογικό διάγραμμα συντάσσεται με κλίμακα 1 : 200 ή 1 : 500.



Σχ. 9.2ia.

Αύτοσχέδιο κτηματολογικού διαγράμματος.

Οι παραπάνω εργασίες του κτηματολογίου πρέπει να επεκτείνονται και πέρα από τις οριογραμμές της ζώνης καταλήψεως της οδού, τουλάχιστο 20 m και από τις δυο μεριές τους.

9.3 Εργασίες γραφείου.

Οι εργασίες γραφείου συνίστανται στην επεξεργασία των στοιχείων υπαίθρου. Με τις εργασίες αυτές καταρτίζονται:

1) Οριζοντιογραφία με κλίμακα 1 : 1000.

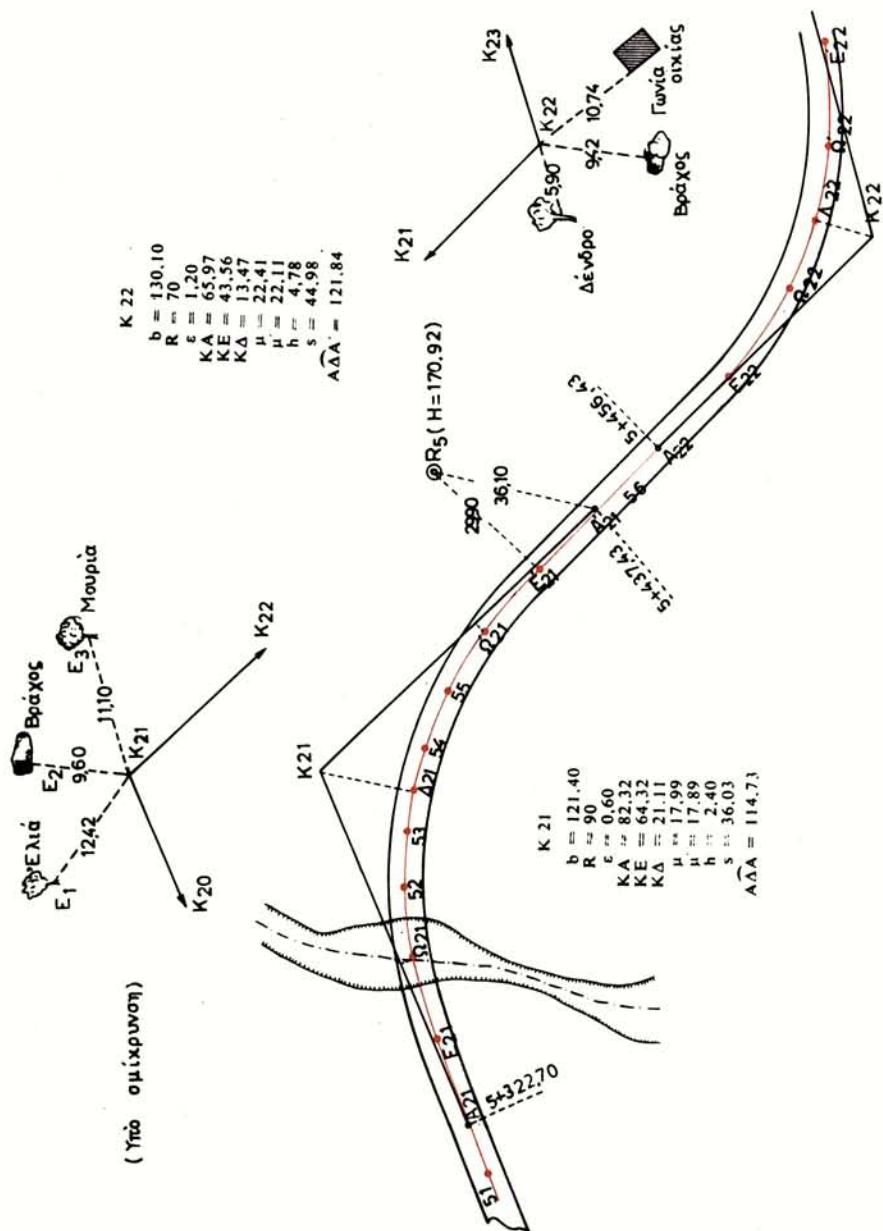
Στην οριζοντιογραφία πρέπει να φαίνονται:

- α) Η θέση του άξονα της χαράξεως.
 - β) Τα άκρα του καταστρώματος της οδού.
 - γ) Η θέση των κορυφών και όλων των πασσάλων με την ονομασία καθενός.
 - δ) Η χιλιομέτρηση (εκατομμετρικά και χιλιομετρικά σημεία).
 - ε) Τα στοιχεία των καμπυλών.
 - στ) Οι θέσεις εξασφαλίσεως των κορυφών και των τυχόν ενδιαμέσων πασσάλων.
 - ζ) Οι θέσεις και τα υψόμετρα των υψομετρικών αφετηριών (repères) καθώς και οι θέσεις εξασφαλίσεώς τους.
 - η) Τα άξια λόγου τοπωνύμια, η ονομασία των αυχένων, χειμάρρων, ποταμών, οι διασταυρώσεις με τις σιδηροδρομικές γραμμές ή άλλες οδούς, οι θέσεις διωρύγων, υδραυλικών δικτύων, αγωγών πετρελαίου κλπ.
 - θ) Κάθε γενικά χρήσιμη πληροφορία.
- Στο σχήμα 9.3α δίνεται απόσπασμα οριζοντιογραφίας.

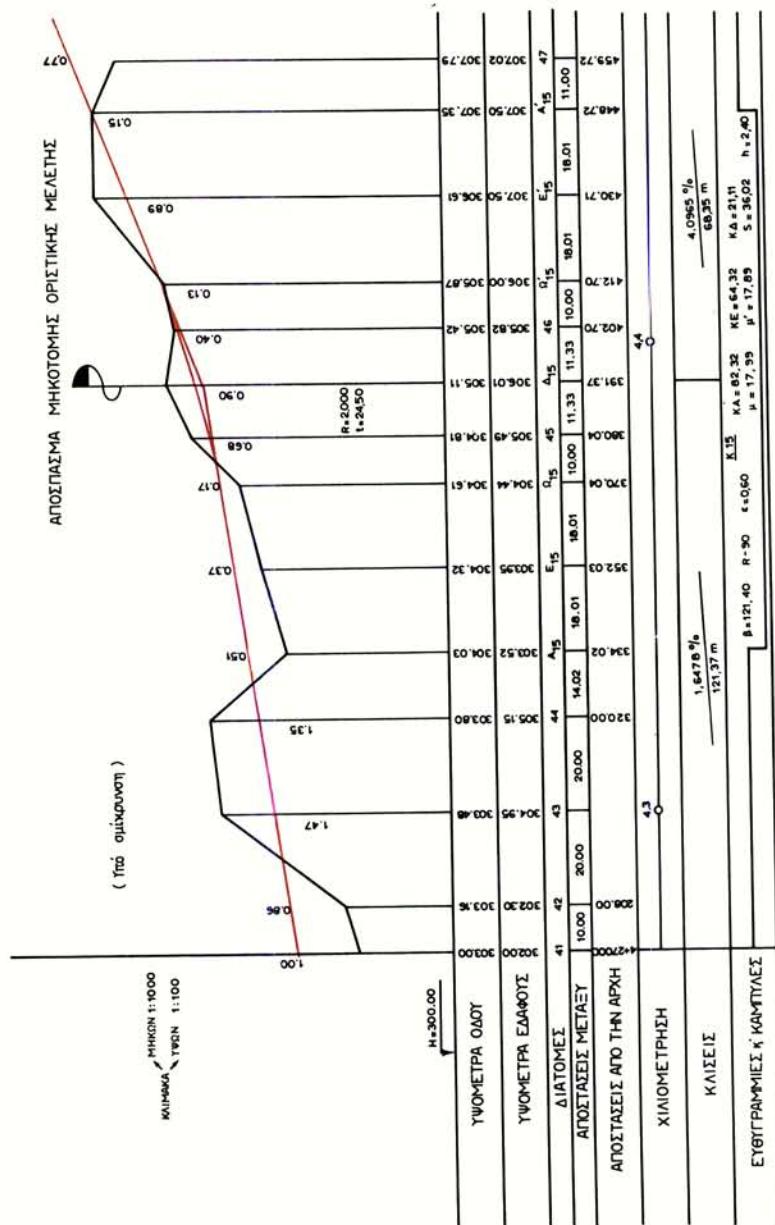
2) Μηκοτομή με κλίμακα 1 : 1000 για τα μήκη και 1 : 100 ή 1 : 200 για τα ύψη.

Σ' αυτή πρέπει να φαίνονται:

- α) Οι ενδεικτικές θέσεις, οι μεταξύ αποστάσεις και η ονομασία των πασσάλων.
 - β) Τα υψόμετρα των πασσάλων.
 - γ) Η χιλιομέτρηση (εκατόμμετρα και χιλιόμετρα).
 - δ) Τα υψόμετρα της οδού στις θέσεις των πασσάλων.
 - ε) Τα υψόμετρα του εδάφους στις θέσεις των πασσάλων.
 - στ) Οι κλίσεις της κόκκινης γραμμής.
 - ζ) Οι συναρμογές της κόκκινης γραμμής με κατακόρυφες καμπύλες με όλα τα στοιχεία τους.
 - η) Οι ευθυγραμμίες και οι καμπύλες (από την οριζοντιογραφία).
 - θ) Οι θέσεις, τα ανοίγματα κλπ. των τεχνικών έργων.
 - ι) Οι θέσεις διασταυρώσεως με άλλες οδούς κάθε φύσεως, με δίκτυα, αγωγούς κλπ.
 - ια) Η θέση και ονομασία των διαφόρων χειμάρρων, ποταμών, αυχένων, οικισμών, ελιγμών κλπ.
 - ιβ) Η θέση ιδιαίτερα υπόπτων ή απόκρημνων εδαφών.
 - ιγ) Κάθε χρήσιμη πληροφορία.
- Στο σχήμα 9.3β δίνεται απόσπασμα μηκοτομής.



Σχ. 9.3a.



Σχ. 9.3B.

3) Διατομές με κλίμακα 1 : 100 (ή 1 : 200).

Σ' αυτές πρέπει να φαίνονται:

- α) Η γραμμή του εδάφους.
 - β) Το περίγραμμα της οδού (οδόστρωμα, ερείσματα, τάφροι, πρανή, με όλα τα στοιχεία τους, δηλαδή πλάτη, κλίσεις κλπ.).
 - γ) Το πάχος του οδοστρώματος.
 - δ) Τα κάθε φύσεως τεχνικά έργα (τοίχοι αντιστροφέως, στραγγιστήρια κλπ.).
 - ε) Η χιλιομετρική θέση της διατομής.
 - στ) Ο αριθμός του πασσάλου.
 - ζ) Το υψόμετρο της οδού και του εδάφους.
 - η) Το εμβαδό της επιφάνειας των εκχωμάτων και των επιχωμάτων.
 - θ) Τα οριζοντιογραφικά και υψομετρικά στοιχεία, από τα οποία προκύπτει η γραμμή του εδάφους.
 - ι) Οι κλίσεις των πρανών.
- Στο σχήμα 9.3γ δίνεται υπόδειγμα διατομής.

4) Κτηματολογικό διάγραμμα και πίνακας.

Η σύνταξη του κτηματολογικού διαγράμματος και του πίνακα γίνεται με βάση τα πάνω στο έδαφος στοιχεία (παράγρ. 9.2.1).

Το **κτηματολογικό διάγραμμα** συντάσσεται με κλίμακα 1 : 1000 ή 1 : 2000 για υπαίθρια ή αραιά κατοικημένους οικισμούς, και 1 : 200 ή 1 : 500, για πυκνά κατοικημένους οικισμούς.

Σ' αυτό πρέπει να φαίνονται (σχ. 9.3δ):

- α) Ο άξονας της χαράξεως και η θέση των πασσάλων.
- β) Η χιλιομέτρηση (εκατομμετρικά και χιλιομέτρικά σημεία).
- γ) Τα όρια των ιδιοκτησιών (με όλες τις λεπτομέρειες).
- δ) Οι οριογραμμές του πλάτους καταλήψεως της οδού.
- ε) Οι οριογραμμές του πλάτους απαλλοτριώσεως.

Σχετικά με αυτό πρέπει να αναφερθεί, ότι πρέπει να αποφεύγονται οι συχνές θλάσεις της γραμμής απαλλοτριώσεως. Επίσης αν παραμένουν υπόλοιπα τεμάχια κτισμάτων ή ιδιοκτησιών που δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν, θα περιλαμβάνονται και αυτά στη ζώνη απαλλοτριώσεως.

στ) Η αρίθμηση των ιδιοκτησιών.

ζ) Οι θέσεις και οι ονομασίες των χειμάρρων, ποταμών, οικισμών κλπ. Στο σχήμα 9.3δ δίνεται απόσπασμα κτηματολογικού διαγράμματος.

Ο **κτηματολογικός πίνακας** πρέπει να περιέχει το ονοματεπώνυμο του ιδιοκτήτη, το πατρώνυμο, τη διεύθυνση κατοικίας του, το είδος και την έκταση της ιδιοκτησίας, το είδος και τον αριθμό δένδρων που απαλλοτριώθηκαν κατά μέγεθος, τους κύβους (όγκους) των κτισμάτων κλπ.

Επίσης πρέπει να περιέχονται και οι τιμές μονάδας της αξίας κάθε είδους ιδιοκτησίας, οι προτεινόμενες να καταβληθούν αποζημιώσεις, καθώς και κάθε αναγκαίο στοιχείο, ανάλογα με την περίπτωση, για να εκτιμηθεί η αξία των ιδιοκτησιών που είναι για απαλλοτρίωση.

Υπόδειγμα κτηματολογικού πίνακα δίνει ο Πίνακας 9.3.1.

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΔΙΑΤΟΜΗΣ

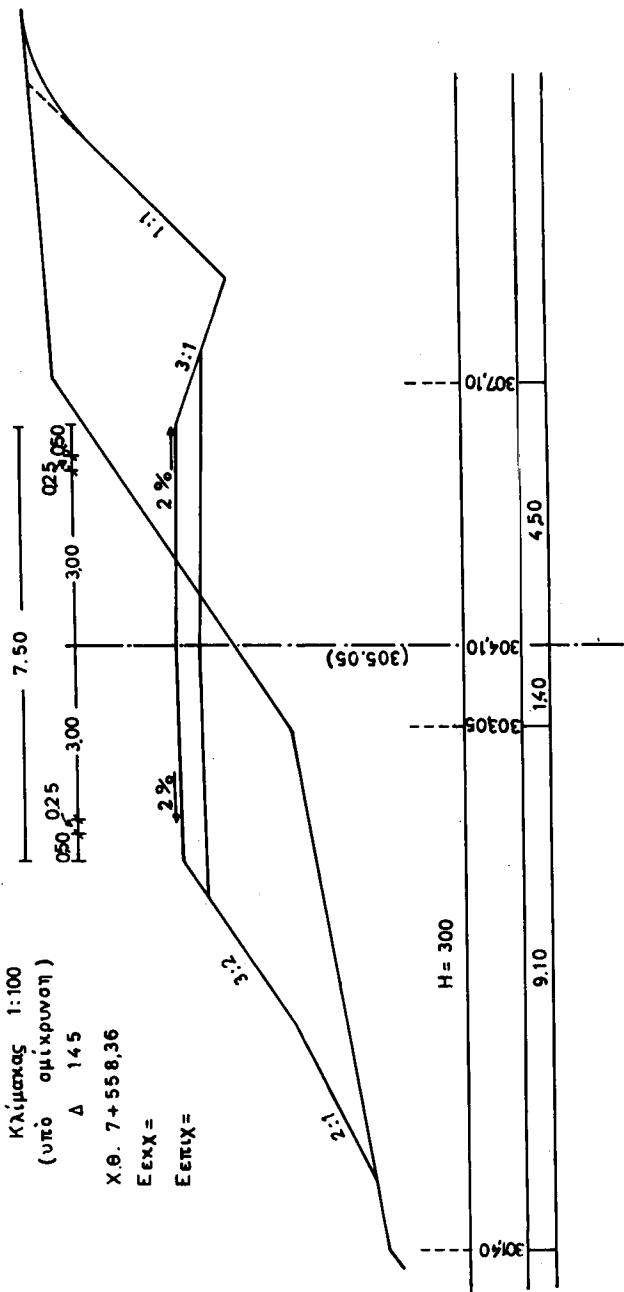
Κλίμακας 1:100
(υπό αμιχρυνού)

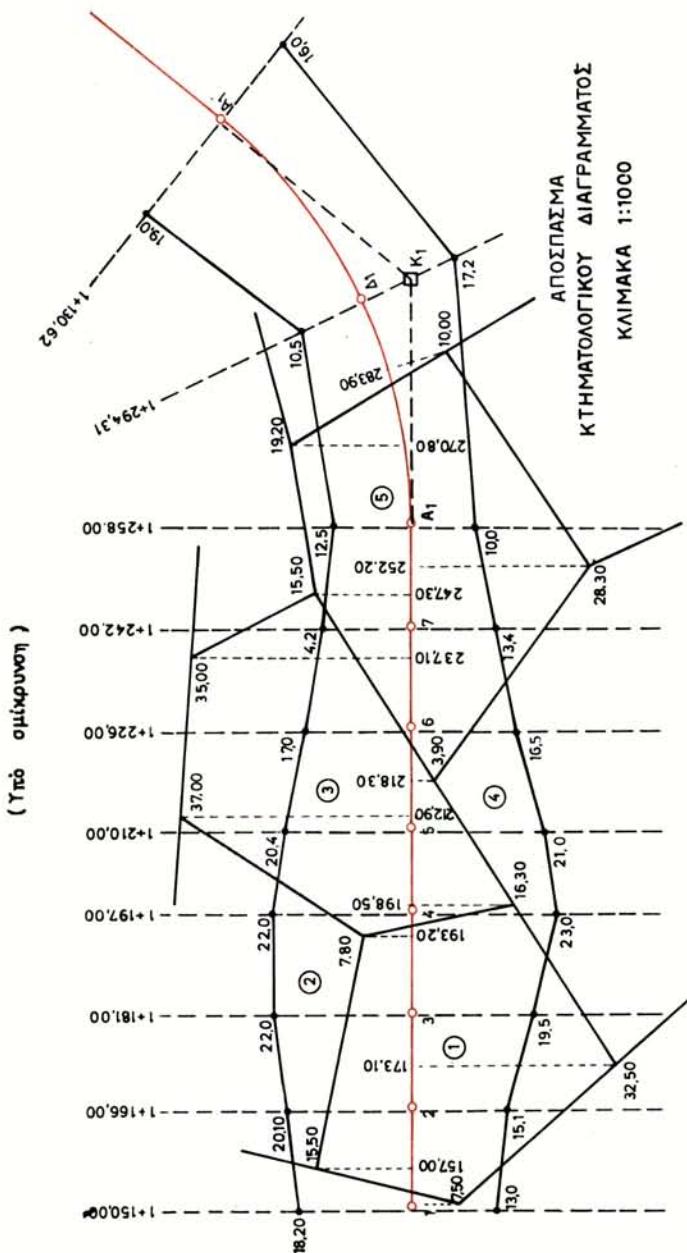
$\Delta = 145$

$X.θ. 7 + 55 8,36$

$E_{ex}x =$

$E_{ex}x =$





ΣΧ. 9.36.

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.3.1.

Υπόδειγμα κτηματολογικού πίνακα υποτιθέμενων δικαιούχων.

α/α	αριθμός κτήματος	Δικαιούχοι				Δένδρα						
		Ονοματεπώνυμο		Όνομα πατέρος ή συζύγου	Δ/νση κατοικίας							
		Είδος ακινήτων	Έκταση σε m^2	Είδος κτήματος & λοιπων εγκαστων.	Διαστάσεις							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

9.4 Συμπλήρωση της οριστικής μελέτης.

Για να συμπληρωθεί η οριστική μελέτη, εκτός από τα παραπάνω απαιτούνται:

- α) Διάγραμμα και πίνακας κινήσεως (μεταφοράς) γαιών.
- β) Πίνακας κάθε φύσεως τεχνικών έργων και δαπάνη τους.
- γ) Τοπογραφικά διαγράμματα με κλίμακα 1 : 500.
- δ) Διάγραμμα των θέσεων λήψεως δοκίμων υλικών, δανείων χωμάτων και αποθέσεων.
- ε) Προμέτρηση εργασιών.
- στ) Τιμολόγιο.
- ζ) Προϋπολογισμός δαπάνης.
- η) Τεχνική έκθεση.

9.5 Ανακεφαλαίωση.

Σκοπός της οριστικής μελέτης είναι:

- α) Ο καθορισμός του άξονα της οδού πάνω στο έδαφος με πασσάλους.
 - β) Η λήψη ακριβέστερων πληροφοριών για τη τεχνική και οικονομική εκτέλεση του έργου.
- Ο καθορισμός του άξονα πάνω στο έδαφος επιτυγχάνεται με τη μεταφορά και της εγκεκριμένης πολυγωνικής και του άξονα της προμελέτης, από το διάγραμμα στο έδαφος, με τη βοήθεια τοπογραφικών μεθόδων.

Τη μεταφορά του άξονα ακολουθεί η πύκνωση των πασσάλων και στα ευθύγραμμα και στα καρπύλα τμήματά του.

Οι κορφές της πολυγωνικής επισημαίνονται μόνιμα και έξασφαλίζονται από σταθερά σημεία. Τα υπόλοιπα σημεία απλώς σημαίνονται με πασσάλους.

Μετά την πασσάλωση ακολουθεί η λήψη στοιχείων και η συλλογή πληροφοριών για τη σύνταξη του κτηματολογίου.

Ειδικότερα γίνονται κατά σειρά οι παρακάτω εργασίες:

- α) Μεταφορά της πολυγωνικής και του άξονα της προμελέτης πάνω στο έδαφος και η πύκνωση των πασσάλων του άξονα.
- β) Χωροστάθμηση των πασσάλων του άξονα.
- γ) Λήψη στοιχείων κατά πλάτος διατομών.
- δ) Λήψη στοιχείων για την αποτύπωση των θέσεων των τεχνικών έργων.
- ε) Λήψη στοιχείων κτηματολογίου.

Με την επεξεργασία των στοιχείων αυτων επιτυγχάνεται η σύνταξη των παρακάτω αντιστοίχων διαγραμμάτων και τευχών:

- α) Οριζοντιογραφία.

- β) Μηκοτομή.
 - γ) Διατομές.
 - δ) Τοπογραφικά διαιγράμματα θέσεων τεχνικών έργων.
 - ε) Κτηματολογικό διάγραμμα και κτηματολογικός πίνακας.
- Τέλος, η οριστική μελέτη συμπληρώνεται και από τα υπόλοιπα απαιτούμενα διαιγράμματα και τεύχη (όπως τεχνική έκθεση, προμέτρηση, προϋπολογισμός, διάγραμμα κινήσεως γαιών κλπ.).
-

ΜΕΡΟΣ ΤΕΤΑΡΤΟ
ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΑ
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

10.1 Γενικά.

Η εκτέλεση ενός έργου εξαρτάται από δύο βασικούς παράγοντες: τη **σκοπομότητα του έργου** και τη **δαπάνη κατασκευής του**. Η δαπάνη κατασκευής εξαρτάται από τις εργασίες, που προβλέπονται από τη μελέτη.

Ειδικότερα τη δαπάνη κατασκευής μιας οδού διαμορφώνουν κυρίως τα προβλεπόμενα χωματουργικά και τεχνικά έργα. Με τα έργα αυτά επιτυγχάνεται η δημιουργία της **υποδομής** της οδού, με κατάλληλη μορφή για την ομαλή αποχέτευση των νερών και την ασφαλή υποδοχή του οδοστρώματος.

Χωματουργικά καλούνται τα έργα εκείνα, με τα οποία υπερυψώνομε ή χαμηλώνομε την επιφάνεια του φυσικού εδάφους μέχρι το προβλεπόμενο ύψος.

Το χαμήλωμα της επιφάνειας του φυσικού εδάφους πραγματοποιείται με την εκσκαφή του (εκχώματα), ενώ η υπερύψωση με επίχωση (επίχωματα).

Επειδή ο όγκος των εκσκαφών και επιχώσεων, δηλαδή ο όγκος των χωματουργικών έργων, επηρεάζει, όπως είπαμε, το ύψος της δαπάνης κατασκευής της οδού, επιβάλλεται προηγουμένως ο υπολογισμός του όγκου και χαρακτηρισμός του είδους των χωματουργικών έργων.

Ως συνολικός όγκος χωματουργικών λαμβάνεται το άθροισμα των επί μέρους όγκων μεταξύ δύο διαδοχικών διατομών της οδού.

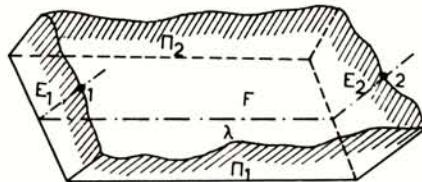
Οι επί μέρους αυτοί όγκοι περιορίζονται (σχ. 10.1):

- Από τις κατακόρυφες επιφάνειες E_1 και E_2 των δύο διαδοχικών διατομών.
- Από τις επιφάνειες Π_1 και Π_2 των πρανών και από τις δύο μεριές.
- Από την επιφάνεια του καταστρώματος της οδού.
- Από την επιφάνεια F του φυσικού εδάφους.

Τα απαιτούμενα στοιχεία για τον υπολογισμό των επί μέρους όγκων είναι τα εμβαδά των επιφανειών E_1 και E_2 και η μεταξύ τους απόσταση λ .

Έτσι με εφαρμογή του προσεγγιστικού τύπου:

$$V = \frac{E_1 + E_2}{2} \cdot \lambda \quad (1)$$



Σχ. 10.1.

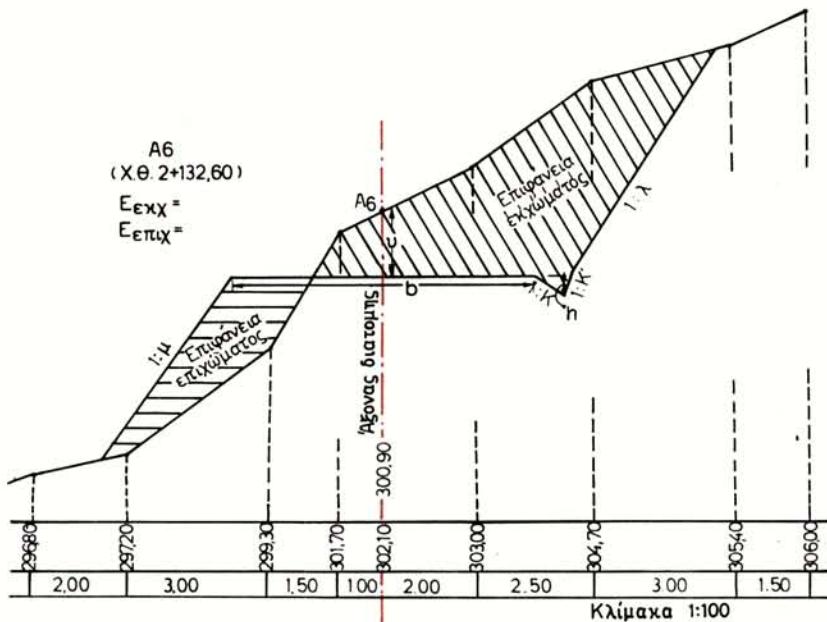
υπολογίζεται ο όγκος, που περιλαμβάνεται μεταξύ των διατομών 1 και 2 για άποσταση λ μεταξύ τους.

Επειδή οι αποστάσεις λ, μεταξύ των διαδοχικών διατομών είναι γνωστές από μετρήσεις της οριστικής μελέτης, απομένει ο υπολογισμός των εμβαδών στις θέσεις των διατομών της οδού.

10.2 Γενικά στοιχεία διατομών.

Μία διατομή οδού, όπως είναι γνωστό από όσα είπαμε στο Κεφάλαιο 2, είναι δυνατόν να είναι:

- α) Σε πλήρες έκχωμα.
- β) Σε πλήρες επίχωμα.
- γ) Μερικώς σε έκχωμα και μερικώς σε επίχωμα.



Σχ. 10.2.

δ) Το ύψος υ στον άξονα (θετικό ή αρνητικό).

ε) Μεταξύ των στοιχείων, που καθορίζουν τη γραμμή του φυσικού εδάφους, όταν η διατομή ανήκει σε καμπύλο τμήμα, περιλαμβάνεται ακόμα και η διαπλάτυνση δ (η οποία προστίθεται στο πλάτος b) και η επίκλιση q.

Μετά τον καθορισμό των στοιχείων αυτών κάθε διατομή σχεδιάζεται χωριστά με κλίμακα 1: 100 (σχ. 10.2).

Σε όλες πάντως τις περιπτώσεις, για να καθορισθεί πλήρως η διατομή απαιτούνται τα εξής στοιχεία:

- Το πλάτος b του καταστρώματος (οδόστρωμα + ερείσματα).

- Οι κλίσεις 1 : κ και 1 : κ' καθώς και τα h των τάφρων.

- Οι κλίσεις 1 : λ και 1 : μ των πρανών (εκχωμάτων και επιχωμάτων αντιστοίχως).

10.3 Εμβαδομέτηση διατομών.

Οι μέθοδοι εμβαδομετρήσεως διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίας: τις **γραφικές** και τις **υπολογιστικές**.

Στις γραφικές μεθόδους απαιτείται επακριβής σχεδίαση των διατομών, ο υπολογισμός όμως των εμβαδών είναι γρήγορος και εύκολος. Αντίθετα στις υπολογιστικές μεθόδους δεν απαιτείται ακριβής σχεδίαση αλλά πρόχειρο σκαρίφημα με αυτά έχομε καλύτερα υποτελέσματα, ο υπολογισμός δημιουργίας των εμβαδών είναι περισσότερο κοπιώδης και απαιτεί πολύ χρόνο.

Στις γραφικές ή στις υπολογιστικές μεθόδους, όταν πρόκειται για μικτή διατομή, εκτελείται χωριστά ο υπολογισμός του εκχώματος και χωριστά του επιχώματος.

10.3.1 Γραφικές μέθοδοι.

Στις μεθόδους αυτές περιλαμβάνονται:

α) Μέθοδος του εμβαδομέτρου. Το εμβαδόμετρο, όπως γνωρίζομε από την Τοπογραφία, είναι ειδικό όργανο, με το οποίο μετρείται με ικανοποιητική ακρίβεια απ' ευθείας το εμβαδόν μιας διατομής.

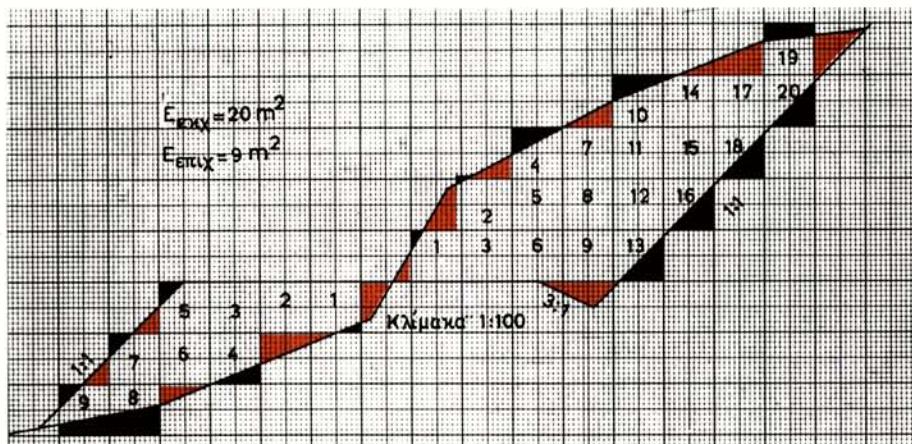
β) Μέθοδος των τετραγωνιδίων. Οι διατομές σχεδιάζονται πάνω σε χιολιοστομετρημένο χαρτί (Millimétré) με ακριβή κλίμακα (συνήθως 1:100). Κάθε τετραγωνίδιο του χαρτού διαστάσεων 10×10 mm, παριστάνει ορισμένη επιφάνεια (ανάλογα με την κλίμακα σχεδιάσεως της διατομής).

Μετρούμε τον αριθμό των τετραγωνιδίων, αφού υπολογίσομε τα μεγαλύτερα από το μισό σαν ολόκληρα και αφού παραλείψομε τα μικρότερα από το μισό.

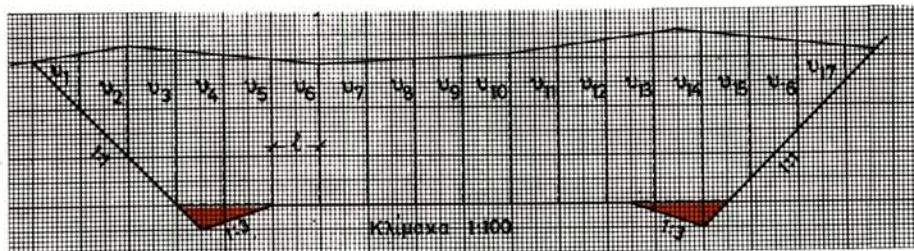
Το γινόμενο του αριθμού των τετραγωνιδίων με το εμβαδό κάθε ενός δίνει το εμβαδό της διατομής.

Ειδικότερα για την κλίμακα 1:100; κάθε τετραγωνίδιο διαστάσεων 10×10 mm παριστάνει εμβαδό $1 m^2$. Επομένως ο συνολικός αριθμός των τετραγωνιδίων παριστάνει και το εμβαδό της επιφάνειας σε m^2 (σχ. 10.3α).

γ) Μέθοδος των λωρίδων. Στη μέθοδο αυτή σχεδιάζονται οι διατομές με ακριβή κλίμακα (συνήθως 1:100) και διαιρούνται με παράλληλες γραμμές u_1, u_2, u_3, \dots , οι οποίες απέχουν μεταξύ τους ίση απόσταση l (σχ. 10.3β).



Σχ. 10.3α.



Σχ. 10.3β.

Έτσι η διατομή διαιρείται σε πολλά τραπέζια με βάσεις τις παράλληλες u_1, u_2, u_3, \dots και ύψος τη μεταξύ τους απόσταση l , καθώς και σε δύο ακραία τρίγωνα.

Το ολικό εμβαδό της διατομής θα είναι (κατά προσέγγιση):

$$E = \frac{1}{2} \cdot u_1 \cdot l + \frac{u_1 + u_2}{2} \cdot l + \frac{u_2 + u_3}{2} \cdot l + \dots +$$

$$E = l(u_1 + u_2 + u_3 + \dots)$$

Αρκεί επομένως, να προσθέσουμε το άθροισμα των παραλλήλων αυτών και να πολλαπλασιάσουμε με τη σταθερή απόσταση l , για να έχομε το εμβαδό της διατομής.

Παρατηρούμε ότι θα πρέπει οι παράλληλες να διέρχονται από τα άκρα της διατομής και από τα σημεία, όπου το έδαφος παρουσιάζει αλλαγές κλίσεως.

Υστερά από αυτό, για να απλοποιήσουμε την εργασία και για να υπολογίσουμε με περισσότερη ακρίβεια, οι παράλληλες δεν χαράζονται πάνω στο σχέδιο της διατομής αλλά πάνω σε διπλανές χαρτί.

Το χαρτί αυτό τοποθετείται πάνω στη διατομή και μετρούνται τα αποκοπόμενα

μήκη u_1, u_2, u_3, \dots των παραλλήλων που είναι πάνω στη διατομή.

Το άθροισμα των παραλλήλων τρημάτων u_1, u_2, u_3, \dots μπορούμε να βρούμε και με το διαβήτη. Έτσι με το διαβήτη μετρούμε το πρώτο μήκος u_1 , και το μεταφέρουμε στην προέκταση του u_2 , ώστε νά προκύπτει το μήκος $u_1 + u_2$. Το άθροισμα αυτό $u_1 + u_2$ μεταφέρομε πάλι με το διαβήτη στην προέκταση του μήκους u_3 κ.ο.κ., μέχρι να βρούμε το συνολικό άθροισμα όλων των παραλλήλων.

Μπορούμε επίσης να βρούμε το άθροισμα των παραλλήλων και αν χρησιμοποιήσουμε κανόνα που κατασκευάσθηκε με την κλίμακα του σχεδίου.

Παράδειγμα.

Δίνεται διατομή με κλίμακα σχεδιάσεως 1:100. Επάνω σ' αυτή με μια από τις παραπάνω μεθόδους και με $l = 2$ cm μετρήθηκαν τα μήκη $u_1 = 1,2$ cm, $u_2 = 3,1$ cm, $u_3 = 3,0$ cm, $u_4 = 2,9$ cm, $u_5 = 3,0$ cm, $u_6 = 3,2$ cm, $u_7 = 3,5$ cm, $u_8 = 2,7$ cm, $u_9 = 0,5$ cm.

Ζητείται το εμβαδόν της διατομής.

Λύση:

Με βάση τον τύπο θα είναι:

$$E = 2(1,2 + 3,1 + 3,0 + 2,9 + 3,0 + 3,2 + 3,5 + 2,7 + 0,5) = 2 \times 23,1 = 46,2 \text{ cm}^2.$$

Στην κλίμακα όμως 1:100 τό 1 cm² αντιστοιχεί με 1 m².

Άρα το ζητούμενο εμβαδόν: $E = 46,2 \text{ m}^2$.

10.3.2 Υπολογιστικές μέθοδοι.

Σ' αυτές ανήκουν η γεωμετρική και η αλγεβρική μέθοδος.

Στη γεωμετρική μέθοδο φέρονται κατακόρυφοι από όλα τα σημεία, όπου αλλάζει η κλίση ή της οδού ή του φυσικού εδάφους. Έτσι η διατομή διαιρείται σε διάφορα σχήματα (ορθογώνια, τρίγωνα, τραπέζια), από τα οποία υπολογίζονται τα ύψη και οι βάσεις.

Στην αλγεβρική μέθοδο το εμβαδόν υπολογίζεται με αλγεβρικούς τύπους. Σ' αυτή προϋποτίθεται ότι το έδαφος έχει σταθερή εγκάρσια κλίση σε όλο το πλάτος της διατομής.

Η όλη εργασία απλοποιείται με τη κατασκευή ειδικών διαγραμμάτων (νομογραφήματα) ή ειδικών πινάκων, οι οποίοι κατασκευάζονται για οδό ορισμένου πλάτους.

10.4 Μέθοδοι υπολογισμού του όγκου των χωματισμών.

Για τον κατά προσέγγιση υπολογισμό του όγκου των χωματισμών χρησιμοποιούνται βασικά δύο μέθοδοι: Η μέθοδος των μέσων επιφανειών και η μέθοδος των εφαρμοστέων μηκών.

Έχομε τις διαδοχικές σε πλήρες έκχωμα (ή επίχωμα) διατομές 1,2,3,..., από τις οποίες τα αντίστοιχα εμβαδά είναι E_1, E_2, E_3, \dots και οι αποστάσεις μεταξύ των διατομών είναι $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots$

Με εφαρμογή του γνωστού τύπου:

$$V = \frac{E_1 + E_2}{2} \cdot \lambda_1 \quad \text{Θα είναι:}$$

$$V = \frac{E_1 + E_2}{2} \cdot \lambda_1 + \frac{E_2 + E_3}{2} \cdot \lambda_2 + \frac{E_3 + E_4}{2} \cdot \lambda_3 + \dots \quad (1)$$

Τά $\frac{E_1 + E_2}{2}, \frac{E_2 + E_3}{2}, \frac{E_3 + E_4}{2}$ καλούνται **μέσες επιφάνειες** και γι' αυτό ο υπολογισμός του όγκου V με βάση τη σχέση (1), καλείται **μέθοδος των μέσων επιφανειών**. Η σχέση (1) μπορεί να γραφεί και:

$$V = E_1 \cdot \frac{\lambda_1}{2} + E_2 \cdot \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2} + E_3 \cdot \frac{\lambda_2 + \lambda_3}{2} + \dots \quad (2)$$

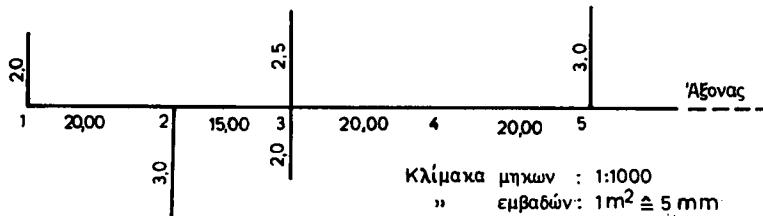
Τα $\frac{\lambda_1}{2}, \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2}, \frac{\lambda_2 + \lambda_3}{2}$, καλούνται **εφαρμοστέα μήκη** και για αυτό ο υπολογισμός του όγκου με βάση τη σχέση (2) καλείται **μέθοδος των εφαρμοστέων μηκών**.

Οι παραπάνω όμως σχέσεις ισχύουν, όπως είπαμε, μόνο όταν όλες οι διατομές μιας οδού είναι ολόκληρες σε έκχωμα ή ολόκληρες σε επίχωμα. Αυτό όμως σπάνια συμβαίνει. Συνήθως άλλες διατομές είναι σε έκχωμα, άλλες σε επίχωμα και άλλες μικτές. Για να απλουστεύσουμε τη μελέτη των διαφόρων περιπτώσεων παραδεχόμαστε τα παρακάτω:

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

β) Συμβολίζομε το εμβαδόν με μια γραμμή (δηλ. την επιφάνεια με μήκος). Το μήκος της γραμμής λαμβάνεται ανάλογα με την τιμή του εμβαδού με βάση κλίμακας που έχει εκλεγεί κατάλληλα. Έτσι στην κλίμακα 1 m² ≈ 10 mm το $E = 3,25 \text{ m}^2$ θα παριστάνεται με μία γραμμή μήκους 32,5 mm, ενώ στην κλίμακα 1 m² ≈ 5 mm θα παριστάνεται με γραμμή μήκους 16,25 mm.

γ) Θεωρούμε, ότι, όταν η γραμμή βρίσκεται πάνω από τον άξονα, παριστάνει έκχωμα, ενώ όταν βρίσκεται κάτω από αυτήν, παριστάνει επίχωμα (σχ. 10.4a).



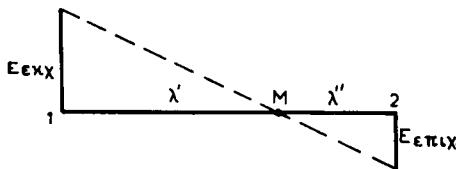
Σχ. 10.4a.

Στο σχήμα 10.4a φαίνονται ο άξονας, οι διατομές 1,2, ..., 5, οι αποστάσεις μεταξύ τους 20,00, 15,00, 20,00, και 20,00 m, τα εμβαδά των εκχωμάτων 2,0, 2,5 και 3,0 m² στις διατομές 1, 3 και 5 αντιστοίχως, και τέλος τα εμβαδά των επιχωμάτων 3,0 και 2,0 m² στις διατομές 2 και 3 αντιστοίχως.

Η κλίμακα των μηκών είναι $1:1000$ και των εμβαδών $1 \text{ m}^2 = 5 \text{ mm}$.

Οι διατομές 1 και 5 είναι σε πλήρες έκχωμα, η διατομή 2 σε πλήρες επίχωμα, η 3 μικτή και η 4 μηδενική.

δ) Τέλος δεχόμαστε ότι ανάμεσα σε δύο διατομές, από τις οποίες η μια βρίσκεται ολόκληρη σε έκχωμα και η άλλη ολόκληρη σε επίχωμα, ο μηδενισμός του εκχώματος και επιχώματος γίνεται στη μέση της αποστάσεως μεταξύ των διατομών (σημείο διαβάσεως) (σχ. 10.4β).



Σχ. 10.4β.

Θεωρούμε δηλαδή ότι το σημείο διαβάσεως M είναι το μέσον του μήκους λ , είναι δηλαδή $\lambda' = \lambda''$.

Η παραδοχή αυτή ενώ αρχικά φαίνεται απαράδεκτη, δεν οδηγεί σε παράλογα αποτελέσματα, γιατί τα σφάλματα που παρουσιάζονται από την παραδοχή σχεδόν αλληλοεξουδετερώνονται.

Υστέρα από τις παραπάνω γενικές παραδοχές αναπτύσσομε χωριστά κάθε μία από τις δυο μεθόδους υπολογισμού του όγκου των χωματισμών, για όλες τις περιπτώσεις διατομών.

10.4.1 Μέθοδος των μέσων επιφανειών.

Ο γενικός τύπος ευρέσεως του όγκου των χωματισμών με τη μέθοδο αυτή είναι, όπως είδαμε:

$$V = \frac{E_1 + E_2}{2} \cdot \lambda_1 + \frac{E_2 + E_3}{2} \cdot \lambda_2 + \dots + \frac{E_{v-1} + E_v}{2} \cdot \lambda_{v-1}$$

Με απλούς υπολογισμούς για κάθε περίπτωση βρίσκομε:

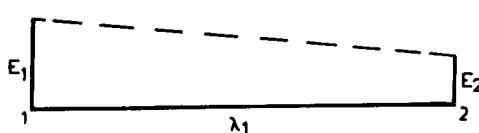
α) Όταν και οι δύο διατομές είναι σε έκχωμα (ή επίχωμα) (σχ. 10.4γ):

$$V = \frac{E_1 + E_2}{2} \cdot \lambda_1$$

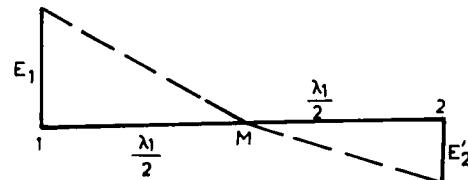
β) Όταν η μία διατομή είναι σε πλήρες έκχωμα και η άλλη σε πλήρες επίχωμα (σχ. 10.4δ):

$$V_{\text{εκκ}} = \frac{E_1}{2} \cdot \frac{\lambda_1}{2} = \frac{E_1}{4} \cdot \lambda_1$$

$$V_{\text{επιχ}} = \frac{E_2}{2} \cdot \frac{\lambda_1}{2} = \frac{E_2}{4} \cdot \lambda_1$$



Σχ. 10.4γ.

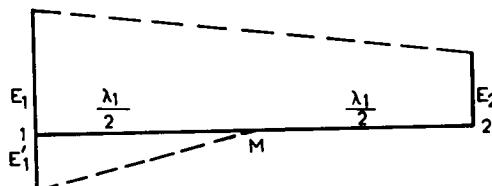


Σχ. 10.4δ.

γ) Όταν η μια διατομή είναι μικτή και η άλλη σε πλήρες έκχωμα (ή επίχω 10.4ε):

$$V_{\text{εκχ}} = \frac{E_1 + E_2}{2} \cdot \lambda_1$$

$$V_{\text{επιχ}} = \frac{E'_1}{2} \cdot \frac{\lambda_1}{2} = \frac{E'_1}{4} \cdot \lambda_1$$

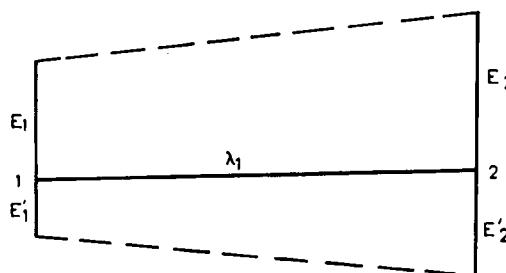


Σχ. 10.4ε.

δ) Όταν και οι δύο διατομές είναι μικτές (σχ. 10.4στ):

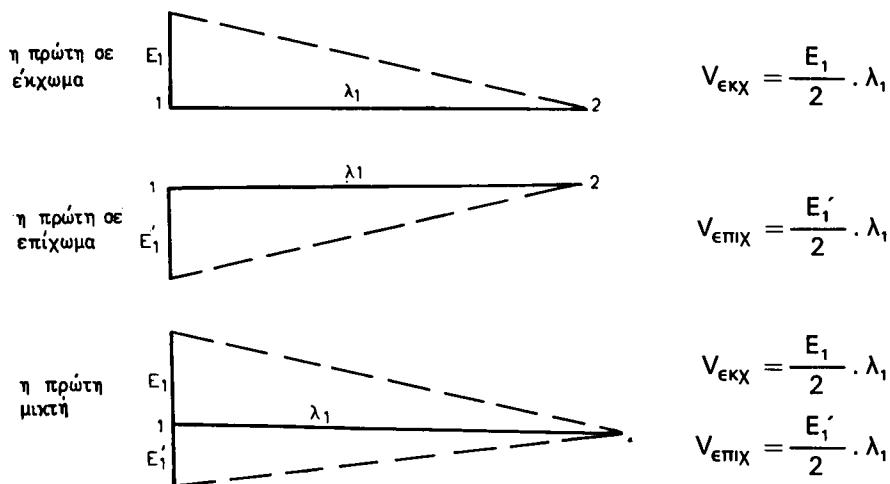
$$V_{\text{εκχ}} = \frac{E_1 + E_2}{2} \cdot \lambda_1$$

$$V_{\text{επιχ}} = \frac{E'_1 + E'_2}{2} \cdot \lambda_1$$



Σχ. 10.4στ.

ε) Όταν μία από τις δυο διαδοχικές διατομές είναι μηδενική (σχ. 10.4ζ):



Σχ. 10.4ζ.

Από τα παραπάνω προκύπτει ο εξής πρακτικός κανόνας:

Για τον υπολογισμό του δύκου των χωματισμών στη μέθοδο των μέσων επιφανειών πρέπει να εφαρμόζομε το γενικό τύπο:

$$V = \frac{E_1 + E_2}{2} \cdot \lambda_1 + \frac{E_2 + E_3}{2} \cdot \lambda_2 + \dots$$

Όταν δύμας πρόκειται για διατομές, οι οποίες γειτονεύουν με διατομές με μηδενικό έκχωμα ή με μηδενικό επίχωμα, τοποθετούμε $E/4$ αντί $E/2$ εκτός από την περίπτωση όπου και το έκχωμα και το επίχωμα είναι μηδέν, οπότε μπαίνει $E/2$.

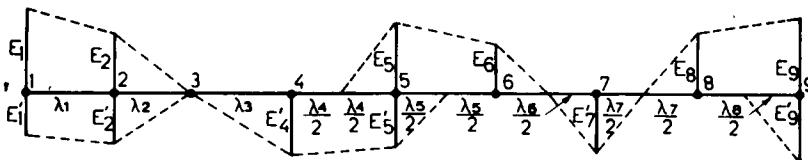
Παράδειγμα.

Δίνονται οι διατομές με τα αντίστοιχα εκχώματα και επιχώματα και τις μεταξύ αποστάσεις, όπως παρακάτω. Να υπολογισθεί ο δύκος των χωματισμών με το γενικό τύπο των μέσων επιφανειών και να συνταχθεί το αντίστοιχο διάγραμμα (σχ. 10.4η).

Διατομές:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Έκχώματα:	E_1	E_2	—	—	E_5	E_6	—	E_8	E_9
Επιχώματα:	E_1'	E_2'	—	E_4'	E_5'	—	E_7'	—	E_9'
Αποστ. μεταξύ:	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	

Λύση.

$$V_{\text{εκχ}} = \left(\frac{E_1}{2} + \frac{E_2}{2} \right) \cdot \lambda_1 + \frac{E_2}{2} \cdot \lambda_2 + 0 + \frac{E_5}{4} \cdot \lambda_4 +$$



Σχ. 10.4η.

$$\begin{aligned}
 & + \left(\frac{E_5}{2} + \frac{E_6}{2} \right) \cdot \lambda_5 + \frac{E_6}{4} \cdot \lambda_6 + \frac{E_8}{4} \cdot \lambda_7 + \left(\frac{E_8}{2} + \frac{E_9}{2} \right) \cdot \lambda_8 \\
 V_{\text{επιχ}} = & \left(\frac{E'_1}{2} + \frac{E'_2}{2} \right) \cdot \lambda_1 + \frac{E'_2}{2} \cdot \lambda_2 + \frac{E'_4}{2} \cdot \lambda_3 + \\
 & + \left(\frac{E'_4}{2} + \frac{E'_5}{2} \right) \cdot \lambda_4 + \frac{E'_5}{4} \cdot \lambda_5 + \frac{E'_7}{4} \cdot \lambda_6 + \frac{E'_7}{4} \cdot \lambda_7 + \frac{E'_9}{4} \cdot \lambda_8
 \end{aligned}$$

Αυτά που είναι πάνω από τον άξονα παριστάνουν όγκους εκχωμάτων και αυτά που είναι κάτω όγκους επιχωμάτων.

Στις εφαρμογές, για να αποφύγομε τα διαγράμματα και τους τύπους, η όλη εργασία του υπολογισμού του όγκου των χωματισμών με τη μέθοδο των μέσων επιφανειών παρουσιάζεται με μορφή πίνακα, ο οποίος καλείται **πίνακας χωματισμών** (Πίνακας 10.4.1).

10.4.2 Μέθοδος των εφαρμοστέων μηκών.

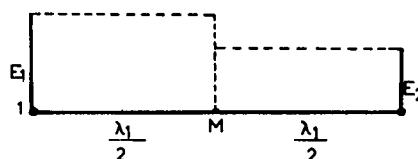
Ο γενικός τύπος ευρέσεως του όγκου των χωματισμών με τη μέθοδο αυτή είναι, όπως είδαμε:

$$\begin{aligned}
 V = & E_1 \cdot \frac{\lambda_1}{2} + E_2 \cdot \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2} + E_3 \cdot \frac{\lambda_2 + \lambda_3}{2} + \dots \\
 & + E_{v-1} \cdot \frac{\lambda_{v-2} + \lambda_{v-1}}{2} + E_v \cdot \frac{\lambda_{v-1}}{2}
 \end{aligned}$$

Με απλούς συλλογισμούς για κάθε περίπτωση, όπως και παραπάνω, βρίσκομε:

a) Όταν και οι δύο διατομές είναι σε έκχωμα (ή επίχωμα) (σχ. 10.4θ):

$$V_{\text{εκχ}} = E_1 \cdot \frac{\lambda_1}{2} + E_2 \cdot \frac{\lambda_1}{2}$$



Σχ. 10.4θ.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.4.1

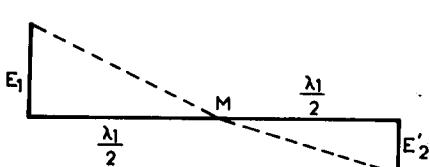
Υπολογισμός των κύβων των χωραπορών με τη μέθοδο των μέσων επιφανειών.

Αιστορίες	Χιλιομετρική δέση	Αιστορίες ίε-	τρέψη διατομής	Μέσες εμφ. εκκ.	Κύβοι	Ταίωση	Ημιφάκωση	Βαθύωση	Εύρ/ορθ's εμμή.	Εκκώμη. Ηε εμμήληθ.	Εκκώμη. Τη εμμήληθ.	Εκκώμη. Τη εμμήληθ.	Περισσεύματα	Εμπλήκτα	Εκκώμητα	Αιστορία στρώ-	την αρχή
1	0 + 000,00	10,00	3,40	2,95	29,50	2,00	0,50	05,00	29,50	1,00	29,50	05,00	24,50	—	—	+ 24,50	
2	0 + 010,00	2,00	2,50	1,25	25,00	—	—	—	25,00	1,00	25,00	—	25,00	—	—	+ 49,50	
3	0 + 030,00	15,00	—	2,05	30,75	—	1,50	22,50	30,75	1,10	33,83	22,50	11,33	—	—	+ 60,83	
A ₁	0 + 045,00	4,10	4,10	1,02	13,46	3,00	2,50	33,00	13,46	1,10	14,81	14,81	—	18,19	—	+ 42,64	
E ₁	0 + 058,20	13,20	—	0,50	6,20	2,00	0,50	6,20	—	6,20	1,15	7,13	6,20	0,93	—	+ 43,57	
Ω ₁	0 + 070,60	12,40	2,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

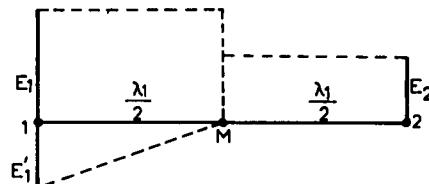
β) Όταν η μία διατομή βρίσκεται ολόκληρη σε έκχωμα και η άλλη ολόκληρη σε επίχωμα (σχ. 10.4i):

$$V_{\text{εκχ}} = E_1 \cdot \frac{\lambda_1}{4}$$

$$V_{\text{επιχ}} = E_2 \cdot \frac{\lambda_1}{4}$$



Σχ. 10.4i.



Σχ. 10.4ia.

γ) Όταν η μία διατομή είναι μικτή και η άλλη ολόκληρη σε έκχωμα (ή επίχωμα) (σχ. 10.4ia):

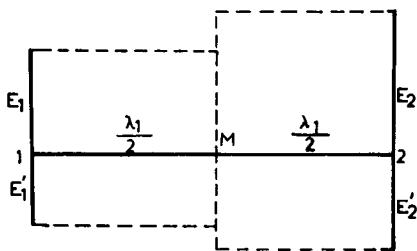
$$V_{\text{εκχ}} = E_1 \cdot \frac{\lambda_1}{2} + E_2 \cdot \frac{\lambda_1}{2}$$

$$V_{\text{επιχ}} = E_1' \cdot \frac{\lambda_1}{4}$$

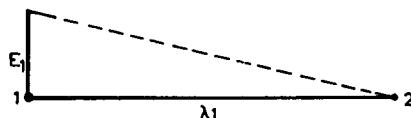
δ) Όταν και οι δύο διατομές είναι μικτές (σχ. 10.4iβ):

$$V_{\text{εκχ}} = E_1 \cdot \frac{\lambda_1}{2} + E_2 \cdot \frac{\lambda_1}{2}$$

$$V_{\text{επιχ}} = E_1' \cdot \frac{\lambda_1}{2} + E_2' \cdot \frac{\lambda_1}{2}$$



Σχ. 10.4iβ.



Σχ. 10.4γ.

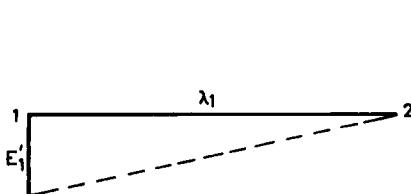
ε) Όταν μία από τις δύο διαδοχικές διατομές είναι μηδενική:

— Η πρώτη σε έκχωμα (σχ. 10.4iγ):

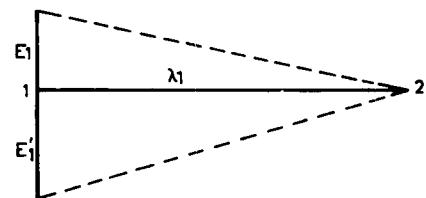
$$V_{\text{εκχ}} = E_1 \cdot \frac{\lambda_1}{2}$$

— Η πρώτη σε επίχωμα (σχ. 10.4ιδ):

$$V_{\text{επιχ}} = E_1 \cdot \frac{\lambda_1}{2}$$



Σχ. 10.4ιδ.



Σχ. 10.4ιε.

— Η πρώτη μικτή (σχ. 10.4ιε):

$$V_{\text{εκχ}} = E_1 \cdot \frac{\lambda_1}{2}$$

$$V_{\text{επιχ}} = E_1' \cdot \frac{\lambda_1}{2}$$

Από τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτει ο ακόλουθος πρακτικός κανόνας (ανάλογος με τον προηγούμενο):

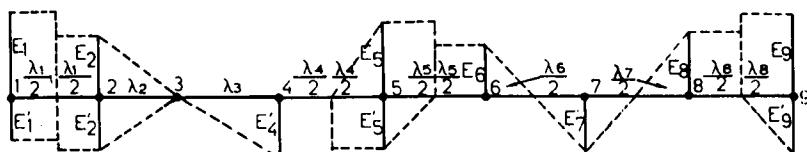
Για τον υπολογισμό του όγκου των χωματισμών πρέπει να εφαρμόζομε το γενικό τύπο:

$$V = E_1 \cdot \frac{\lambda_1}{2} + E_2 \cdot \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2} + \dots$$

Όταν δύναται να διατομέσαι το χωματισμό σε διατομές με μηδενικό έκχωμα ή με μηδενικό επίχωμα, τοποθετούμε λ/4 αντί λ/2 εκτός από τη περιπτωση όπου και το έκχωμα και το επίχωμα είναι μηδέν, οπότε τίθεται λ/2.

Παράδειγμα.

Δίνονται οι διατομές με τα αντίστοιχα εκχώματα και επιχώματα και τις μεταξύ αποστάσεις, όπως το προηγούμενο παράδειγμα. Να υπολογισθεί ο όγκος των χωματισμών με το γενικό τύπο των εφαρμοστέων μηκών και να συνταχθεί το αντίστοιχο διάγραμμα (σχ. 10.4ιστ).



Σχ. 10.4ιστ.

Λύση.

$$V_{\text{εκχ}} = E_1 \cdot \frac{\lambda_1}{2} + E_2 \cdot \left(\frac{\lambda_1}{2} + \frac{\lambda_2}{2} \right) + E_5 \cdot \left(\frac{\lambda_4}{4} + \frac{\lambda_5}{2} \right) +$$

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.4.2

Υπολογισμός των κύβων των χωματουρών με τη μέθοδο των εφαρμοστέων μηχάνων.

Διατοήσεις	Χιαζομετρική θέση	Αποτόδεσις ή επίπλων διατοήσεων	Επικάμματα	Επικάμματα	Καπάστην εκχώμ.	Ημιφάκων	Βραχών	Ζυγι/οτής εμμή.	Εκχύματα ή εμμάχη.	Εκχύματα ή εμμάχη.	Επιστροφή στην εργασία	Αλγόριθμος από την αρχή	Δεποιτήρια από την αρχή	
1	0 + 000,00	05,00	3,40	17,00	2,50	2,00	05,00	17,00		1,00	17,00	05,00	12,00	- + 12,00
2	0 + 010,00	10,00	15,00	2,50	37,50	-	-	37,50		1,00	37,50	-	37,50	- + 49,50
3	0 + 030,00	20,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- + 49,50
A ₁	0 + 045,00	15,00	10,80	4,10	44,28	14,10	3,00	42,30	44,28	1,10	48,71	42,30	06,41	- + 55,91
E ₁	0 + 058,20	13,20	-	-	09,70	2,00	19,40	-	-	-	-	-	19,40	+ 36,51
Ω ₁	0 + 070,60	12,40	03,10	2,00	06,20	-	-	6,20	1,15	07,13	-	07,13	-	

$$\begin{aligned}
 & + E_6 \cdot \left(\frac{\lambda_5}{2} + \frac{\lambda_6}{4} \right) + E_8 \cdot \left(\frac{\lambda_7}{4} + \frac{\lambda_8}{2} \right) + E_9 \cdot \frac{\lambda_8}{2} \\
 V_{\text{επιχ}} = & E_1' \cdot \frac{\lambda_1}{2} + E_2' \cdot \left(\frac{\lambda_1}{2} + \frac{\lambda_2}{2} \right) + E_4' \cdot \left(\frac{\lambda_3}{2} + \frac{\lambda_4}{2} \right) + \\
 & + E_5' \cdot \left(\frac{\lambda_4}{2} + \frac{\lambda_5}{4} \right) + E_7' \cdot \left(\frac{\lambda_6}{4} + \frac{\lambda_7}{4} \right) + E_9' \cdot \frac{\lambda_8}{4}
 \end{aligned}$$

Αυτά που είναι πάνω από τον άξονα παριστάνουν όγκους εκχωμάτων και αυτά που είναι κάτω όγκους επιχωμάτων.

Στις εφαρμογές για να αποφύγομε τα διαγράμματα και τους τύπους η όλη εργασία του υπολογισμού του όγκου των χωματισμών με τη μέθοδο των εφαρμοστέων μηκών παρουσιάζεται με μορφή πίνακα (Πίνακας 10.4.2).

10.5 Το επίπλησμα.

Τα εκχώματα δεν καταλαμβάνουν τον ίδιο όγκο πριν και μετά από την εκσκαφή τους. Λόγω της εκσκαφής επέρχεται, όπως είναι φυσικό, μικρή χαλάρωση της συνοχής των κόκκων του εδάφους, με αποτέλεσμα τη δημιουργία κενών μεταξύ τους και μικρή αύξηση του όγκου τους.

Όταν τα προϊόντα του εκχώματος αυτού χρησιμοποιηθούν για επιχωμάτωση, τα κενά διατηρούνται μερικώς και μετά την κυλίνδρωση του επιχώματος.

Υστέρα από αυτό 1 m^3 εκχώματος πληροί $\beta \text{ m}^3$ επιχώματος, όπου $\beta > 1$. Ο αριθμός β καλείται **συντελεστής επιπλήσματος** και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες.

Στην οδοποία λαμβάνεται:

Για γαιώδη εδάφη $\beta = 1,00$

Για ημιβραχώδη εδάφη $\beta = 1,10$

Για βραχώδη εδάφη $\beta = 1,15$

Ο συντελεστής επιπλήσματος καταλαμβάνει ιδιάτερη στήλη στον πίνακα των χωματισμών.

10.6 Διανομή και κίνηση γαιών.

Η δαπάνη για τους χωματισμούς δεν εξαρτάται μόνο από τον όγκο τους, αλλά και από την απόσταση στην οποία μεταφέρονται τα εκχώματα. Μέρος από τα εκχώματα μεταφέρεται κάθετα στον άξονα της οδού και το υπόλοιπο παράλληλα με αυτόν, από διατομή σε διατομή.

Κάθετα στον άξονα μετακινούνται μόνον εκχώματα, που αντιστοιχούν σε μικρές εγκάρσιες διατομές.

Η απόσταση μεταφοράς, για κάθετη στον άξονα κίνηση, είναι μικρή και λαμβάνεται περίπου ίση με το πλάτος του καταστρώματος της οδού.

Τα περισσεύματα των εκχωμάτων σε κάθε διατομή μεταφέρονται παράλληλα προς τον άξονα της οδού προς επίχωση άλλων διατομών.

Στην περίπτωση αυτή πρέπει να καθορίζεται:

α) Ο ευνοϊκότερος δυνατός τρόπος χρησιμοποίησεως και διανομής του εκχώ-

ματος, που περισσεύει από απόψεως δαπανών μεταφοράς.

β) Τα οικονομικότερα είδη μεταφορικών μέσων.

γ) Οι ποσότητες, που θα μεταφερθούν με κάθε μεταφορικό μέσο.

δ) Οι μέσες αποστάσεις μεταφοράς με κάθε μεταφορικό μέσο.

Οι παραπάνω αναζητήσεις και σχετικοί αναλυτικοί και γραφικοί υπολογισμοί αποτελούν τη **μελέτη διανομής και κινήσεως γαϊών**.

Η παραπάνω μελέτη γίνεται με δύο βασικές μεθόδους:

— Με τη μέθοδο Bruckner και

— με τη μέθοδο Lalanne.

Η ανάπτυξη των παραπάνω μεθόδων δεν είναι στους σκοπούς του βιβλίου μας.

10.7 Ανακεφαλαίωση.

Οι εκσκαφές και οι επιχώσεις, που απαιτούνται για την κατασκευή μιας οδού καλούνται χωματουργικά έργα.

Ο όγκος των χωματουργικών έργων επηρεάζει σημαντικά το ύψος της δαπάνης κατασκευής της οδού. Επιβάλλεται συνεπώς ο υπολογισμός του και η εκτίμηση της δαπάνης από πριν.

Για να υπολογισθεί ο όγκος γίνεται έμβαδομέτρηση των διατομών της οδού στις θέσεις των πασαλών.

Η έμβαδομέτρηση επιτυγχάνεται ή με γραφικές μεθόδους (του έμβαδομέτρου, των τετραγωνιδίων ή των λωρίδων), ή με υπολογιστικές μεθόδους (αλγεβρική και γεωμετρική).

Με μια από τις μεθόδους αυτές βρίσκεται κατά προσέγγιση, με ικανοποιητική πάντως ακρίβεια, το έμβαδον κάθε διατομής της οδού.

Από το έμβαδον των διαδοχικών διατομών και από τις μεταξύ τους αποστάσεις υπολογίζονται οι αντίστοιχοι όγκοι.

Αυτό επιτυγχάνεται με εφαρμογή ή της μεθόδου των εφαρμοστέων μηκών, ή της μεθόδου των μέσων έπιφανειών.

Η εφαρμογή οποιασδήποτε μεθόδου δεν μεταβάλλει καθόλου το αποτέλεσμα.

Και στις δύο μεθόδους τα γνωστά στοιχεία και αυτά που προκύπτουν κατατάσσονται σε πίνακα που ονομάζεται **Πίνακας χωματοπομών**, ο οποίος υποβάλλεται ως άνεξάρτητο τεύχος της οριστικής μελέτης.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11

ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

11.1 Προκαταρκτικές εργασίες.

Η εκτέλεση των χωματουργικών εργασιών περιλαμβάνει βασικά την κατασκευή των προβλεπομένων εκχωμάτων και επιχωμάτων.

Πριν από κάθε χωματουργική εργασία επιβάλλεται η εκτέλεση ορισμένων προκαταρκτικών εργασιών. Οι εργασίες αυτές είναι:

1) Τοπογραφικές εργασίες.

Με αυτές επιτυγχάνεται η νέα πασσάλωση του άξονα της οδού καθώς και η πασσάλωση των οριογραμμών της ζώνης καταλήψεώς της και καθορίζεται πάνω στο έδαφος η λωρίδα πάνω στην οποία θα εκτελεσθούν οι χωματουργικές εργασίες. Ακόμη λαμβάνονται όλα τα απαιτούμενα υψομετρικά στοιχεία για την ασφαλή παρακολούθηση και επιμέτρηση των χωματουργικών εργασιών.

2) Εργασίες απομακρύνσεως ή εξασφαλίσεως των διαφόρων εγκαταστάσεων.

Όταν μέσα στην παραπάνω καθοριζόμενη εδαφική ζώνη υπάρχουν εγκαταστάσεις συγκοινωνιακές, τηλεφωνικές, μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας κλπ., επιβάλλεται η απομάκρυνσή τους σε συνεργασία πάντοτε με την αρμόδια υπηρεσία.

Όμοια επιβάλλεται η εξασφάλιση των κατασκευών και εγκαταστάσεων, οι οποίες βρίσκονται έξω από τη ζώνη καταλήψεως της οδού, κινδυνεύουν όμως άμεσα ή έμμεσα από τις εργασίες.

3) Εργασίες κατεδαφίσεως ακινήτων.

Οι εργασίες κατεδαφίσεως των απαλλοτριούμενων ακινήτων πρέπει να εκτελούνται με βάση τους κανόνες ασφάλειας και τις σχετικές Αστυνομικές διατάξεις.

4) Εργασίες καθαρισμού και εκριζώσεως.

Καθαρισμός είναι η αφαίρεση του επιφανειακού στρώματος της «φυτικής γης». Αυτό ή απομακρύνεται, ή αφού κοπεί κατάλληλα χρησιμοποιείται για την επένδυση των πρανών.

Σε εδάφη θαμνώδη και δασώδη πρέπει να γίνεται η εκθάμνωση και η εκρίζωση των δένδρων. Ειδικότερα στις θέσεις των επιχωμάτων επιβάλλεται η αφαίρεση και των ριζών των δένδρων σε βάθος τουλάχιστο 0,50 m.

Ο καθαρισμός και η εκρίζωση πρέπει να εκτελούνται όχι μόνο μέσα στη ζώνη καταλήψεως της οδού, αλλά και πέρα από αυτήν τουλάχιστο 2 m από κάθε οριογραμμή και από τις δύο πλευρές.

Τέλος τα κάθε φύσεως ακατάλληλα υλικά, τα οποία λαμβάνονται κατά τον καθαρισμό, την εκρίζωση των δένδρων, την αφαίρεση φρακτών, λίθων κλπ., πρέπει να απομακρύνονται από την περιοχή του έργου και να μεταφέρονται σε ειδικές καθορισμένες για το σκοπό αυτό θέσεις.

11.2 Κατασκευή ορυγμάτων.

Για την κατασκευή των ορυγμάτων μεγάλη σημασία έχει η συνεκτικότητα του εκσκαπτόμενου εδάφους. Στην οδοποιία τα εδάφη, με βάση τη συνεκτικότητα που παρουσιάζουν, κατατάσσονται σε τρεις βασικές κατηγορίες: Τα γαιώδη, τα ημιβραχώδη και τα βραχώδη.

Ως **γαιώδη** χαρακτηρίζονται τα χαλαρά ή ελαφρώς συνεκτικά εδάφη τα εκσκαπτόμενα εύκολα με τα συνηθισμένα μέσα εκσκαφής. Τα περισσότερο συνεκτικά εδάφη, στα οποία οι κόκκοι είναι στερεά συνδεμένοι και συγκολλημένοι μεταξύ τους, ώστε να εκσκάπονται δύσκολα (χωρίς όμως τη χρήση εκρηκτικών), χαρακτηρίζονται ως **ημιβραχώδη**. Τέλος ως **βραχώδη** χαρακτηρίζονται τα κάθε φύσεως πετρώματα με μεγάλη ανθεκτικότητα, από τα οποία η εξόρυξη μπορεί να γίνει μόνο με τη χρήση εκρηκτικών υλών.

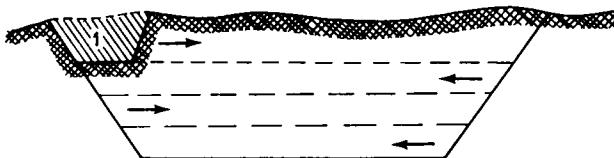
Η εκσκαφή των ορυγμάτων γίνεται με διάφορους τρόπους. Η εκλογή του καταλληλότερου εξαρτάται:

- Από την κατηγορία του εδάφους που είναι για εκσκαφή.
- Από τη εγκάρσια κλίση του φυσικού εδάφους.
- Από το βάθος του εκχώματος.
- Από τη διάταξη των στρωμάτων.
- Από τα διατιθέμενα μέσα.

Παρακάτω δίνομε δύο χαρακτηριστικές μεθόδους εκσκαφής ορυγμάτων.

11.2.1 Εκσκαφή κατά στρώματα.

Κατά τη μέθοδο αυτή το έδαφος εκσκάπτεται κατά στρώματα πάχους 1,5 ως 2 m, πάνω σε ολόκληρο το πλάτος του ορύγματος (σχ. 11.2a).



Σχ. 11.2a.

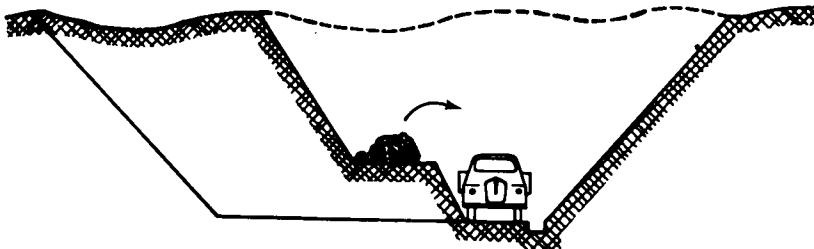
Η εκσκαφή αρχίζει από τη θέση 1 και ακολουθεί τη σημειούμενη με βέλη διαδρομή.

Για μεγάλα εκχώματα δημιουργούνται περισσότερα από ένα σημεία προσβολής.

Σε περίπτωση εγκάρσιας κλίσεως του εδάφους, η εκσκαφή αρχίζει από το υψηλότερο σημείο της κλίσεως.

11.2.2 Εκσκαφή κατά δώματα.

Αρχικά εκσκάπτεται πάνω στη μιά πλευρά του εκχώματος και μέχρι το προβλεπόμενο βάθος εντομή, η οποία αποτελεί την οδό μεταφοράς των προϊόντων εκσκαφής (σχ. 11.2β).



Σχ. 11.2β.

Η εντομή αυτή προεκτείνεται προς τα εμπρός, «κατά μέτωπο», και συγχρόνως κατασκευάζονται δώματα σε αποστάσεις 1,50 ως 3,00 m, στα οποία υπάρχουν άλλες οδοί μεταφοράς, συναντώμενες με τη πρώτη στην αρχή του εκχώματος.

Ο τρόπος αυτός πλεονεκτεί για μεγάλο μήκος και βάθος ορύγματα, λόγω του μεγάλου μήκους εκσκαφής.

Εκτός από τις παραπάνω χαρακτηριστικές μεθόδους, εφαρμόζονται και πολλές άλλες μέθοδοι εκσκαφής ή συνδυασμοί μεθόδων, με τις οποίες επιτυγχάνεται οικονομικότερο και ταχύτερο αποτέλεσμα.

Κατά τη διάρκεια των εκσκαφών πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα για τη συνεχή αποστράγγιση του πυθμένα των ορυγμάτων, γι' αυτό είναι απαραίτητη η κατασκευή προσωρινών τάφρων αποστραγγίσεως.

Σε περιπτώσεις επικλινών εδαφών επιβάλλεται η λήψη, προστατευτικών μέτρων για τις περιοχές, που βρίσκονται κάτω από το έργο, από κατολισθήσεις, κατακρημνίσεις βράχων κλπ.

Όταν τέλος είναι απαραίτητη η χρήση εκρηκτικών υλών, πρέπει να λαμβάνονται όλα τα ενδεικνυόμενα μέτρα ασφάλειας των ιδιοκτησιών και των κατοίκων.

Τα προϊόντα των εκσκαφών πρέπει να διαχωρίζονται ανάλογα με τη χρησιμότητά τους. Έτσι με βάση τις εδαφολογικές και φυσικές ιδιότητές τους, όσα δεν απορρίπτονται επί τόπου χρησιμοποιούνται:

- α) Για επιχώσεις.
- β) Για επενδύσεις πρανών.
- γ) Για την κατασκευή τεχνικών έργων (λίθοι, χάλικες, άμμος κλπ).

Τέλος η διαμόρφωση της επιφάνειας των πυθμένων των ορυγμάτων καθώς και των πρανών τους πρέπει να είναι σχολαστική και σύμφωνη με την υφιστάμενη μελέτη.

11.3 Κατασκευή επιχωμάτων.

Η επιτυχής κατασκευή επιχωμάτου θέλει μεγάλη προσοχή και εξαρτάται από

τρεις βασικούς παραγόντες:

- α) Από το υπέδαφος, στο οποίο εδράζεται το επίχωμα.
- β) Από τη φύση και κατάσταση του υλικού επιχώσεως.
- γ) Από τον τρόπο κατασκευής.

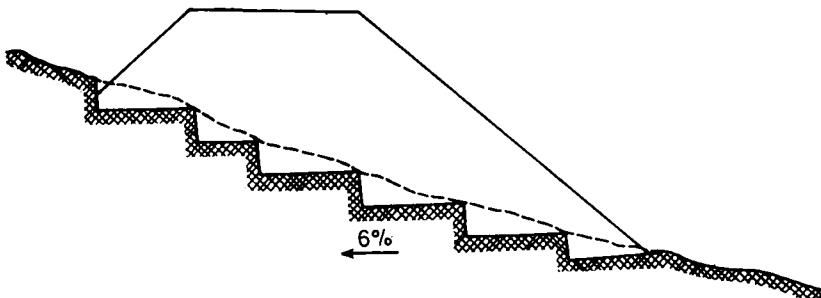
Έτσι το υπέδαφος, πάνω στα οποίο προβλέπεται να εδρασθεί ένα επίχωμα, πρέπει να παρουσιάζει βασικά, ικανή αντοχή και μικρή εγκάρσια κλίση.

Για να εξασφαλισθεί η απαιτούμενη αντοχή του εδάφους εδράσεως, επιβάλλεται η αποστράγγιση και η συμπύκνωσή του και πέρα από τη καταλαμβανόμενη ζώνη τουλάχιστο 2 m και από τις δύο μεριές της.

Όταν το έδαφος είναι υγρό ή τα υλικά επιχώσεως παρουσιάζουν δυσμενείς ίδιότητες από το νερό που πιθανόν υπάρχει, τότε συνιστάται η κατασκευή στρώσεως από αμμοχάλικο με πάχος 30 ως 40 cm σε συνδυασμό με σύστημα αποστραγγιστικής εγκαταστάσεως.

Γενικά σε ασταθή, υγρά ή γενικά ύποπτα εδάφη εδράσεως επιχωμάτων, απαιτείται ειδική εδαφοτεχνική μελέτη.

Όταν η επιφάνεια εδράσεως παρουσιάζει εγκάρσια κλίση μεγαλύτερη από 10° σχετικά με τον ορίζοντα, πρέπει να κατασκευασθούν βαθμίδες αγκυρώσεως του επιχώματος. Το ύψος και το πλάτος των βαθμίδων εξαρτάται από το είδος του υπέδαφους. Πάντως κάθε βαθμίδα πρέπει να παρουσιάζει προς το έσωτερικό του επιχώματος κλίση 6% σε σχέση με τον ορίζοντα (σχ. 11.3).



Σχ. 11.3.

Μετά τη σταθεροποίηση της επιφάνειας εδράσεως με αποστράγγιση, με κατασκευή βαθμίδων ή με άλλα συναφή έργα, ακολουθεί η εκλογή και μεταφορά του κατάλληλου υλικού επιχώσεως.

Όλα τα υλικά δεν είναι κατάλληλα για την κατασκευή επιχωμάτων. Πάρα πολλά κρίνονται τελείως ή μερικώς ακατάλληλα. Όπως π.χ. υλικά προερχόμενα από έλη [ανθρακίτης (τύρφη), λάσπη, βούρκος, χώμα] θεωρούνται τελείως ακατάλληλα.

Η άργιλος και η μάργα μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο, όταν η πρώτη περιέχει άμμο και η δευτέρη προφυλάσσεται από τον αέρα με επένδυση.

Τα πιο κατάλληλα υλικά είναι η άμμος, τα χαλίκια και τα βραχώδη προϊόντα, γενικά γιατί είναι ανθεκτικά και στεγνά.

Πρέπει να δίνεται προσοχή, ώστε τα χρησιμοποιούμενα υλικά επιχώσεως να μη περιέχουν υγρασία μεγαλύτερη από την απαιτούμενη για την καλή συμπύκνωσή τους.

Τέλος ο τρόπος κατασκευής του επιχώματος συμβάλλει αποτελεσματικά στη διάρκεια ζωής του.

Βασικά χαρακτηριστικά του τρόπου κατασκευής ενός επιχώματος είναι η διάστρωση των υλικών και η συμπύκνωσή τους.

Η διάστρωση πρέπει να γίνεται με διαδοχικές στρώσεις σε όλο το πλάτος της διατομής.

Το χαλαρό πάχος κάθε στρώσεως δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 30 cm για τα μη βραχώδη προϊόντα και τα 40 cm για τα βραχώδη.

Όλες αι στρώσεις πρέπει να είναι επίπεδες και να παρουσιάζουν ελαφρά κλίση για την απομάκρυνση των νερών.

Προτιμάται πάντοτε τα καλύτερης ποιότητας υλικά να διαστρώνονται στις παραπάνω στρώσεις.

Ειδικά για βραχώδη προϊόντα πρέπει κάθε νέα στρώση να περιέχει λεπτότερα υλικά από την προηγούμενη. Τα υλικά της επιφανειακής στρώσεως πρέπει να παρουσιάζουν ικανή κοκκομετρική διαβάθμιση, ώστε να μη απαιτείται υπόβαση (θεμελίωση) κατά την οδοστρωσία.

Τη διάστρωση κάθε στρώσεως ακολουθεί η συμπύκνωσή της.

Η συμπύκνωση αρχίζει στις ευθυγραμμίες από τα άκρα προς το κέντρο και στις καμπύλες από το χαμηλότερο προς το ψηλότερο άκρο παράλληλα πάντοτε με τον άξονα της οδού.

Σε κάθε διαδρομή του οδοστρωτήρα, οι πίσω τροχοί του πρέπει να επικαλύπτουν με επιμέλεια κάθε ίχνος προηγούμενης διελεύσεώς τους.

Το συμπυκνούμενο υλικό κάθε στρώσεως θα αναμοχλεύεται και θα καταβρέχεται ομοιόμορφα, μέχρι να επιτευχθεί η «βελτίστη» υγρασία.

Ο αριθμός διελεύσεων του οδοστρωτήρα εξαρτάται κυρίως από τον τύπο του μηχανήματος και το πάχος της προς συμπύκνωση στρώσεως έτσι, ώστε να επιτυγχάνεται ο απαιτούμενος βαθμός συμπυκνώσεως.

Τέλος και τα πρανή των επιχωμάτων (καθώς και τα εκχώματα) συμπυκνώνονται με κρούση και θλίψη με τη βοήθεια καταλλήλων μηχανημάτων.

11.4 Πλήρωση του κενού πίσω από τα τεχνικά έργα και επιχωμάτωση (κάλυψη τους).

Μετά την κατασκευή των τεχνικών έργων προβλέπεται ή πλήρωση του κενού πίσω από αυτό, ή εγκιβωτισμός και επιχωμάτωσή (κάλυψη) τους. Οι εργασίες αυτές απαιτούν μεγάλη προσοχή και επιμέλεια, όχι μόνο για να αποφεύγονται ζημιές στα τεχνικά έργα, αλλά και για να εξασφαλίζεται η αρμονική συνεργασία τους με την οδό.

Για το σκοπό αυτό για την πλήρωση πίσω από τα τεχνικά έργα χρησιμοποιούνται μη συνεκτικά υλικά (π.χ. αμμοχάλικα χειμάρρων κλπ), τα οποία διαστρώνονται σε στρώσεις ανά 20 ως 30 cm και συμπυκνώνονται προσεκτικά.

Ο χώρος αυτός έχει θέση μεταβατικής ζώνης μεταξύ της άκαμπτης κατασκευής του τεχνικού έργου και του εύκαμπτου οδοστρώματος.

Όταν δεν συμφέρει οικονομικά η χρησιμοποίηση αμμοχάλικου, τότε η μεταβατική ζώνη κατασκευάζεται από λίθους με διαστάσεις μέχρι 30 cm, οι οποίοι τοποθετούνται σε στρώσεις με τα χέρια.

Η επιχωμάτωση (κάλυψη) των τεχνικών έργων και η πλήρωση πίσω από αυτά πρέπει να γίνεται συγχρόνως και από τις δυο πλευρές.

Η συμπύκνωση των τεχνικών έργων πρέπει να γίνεται με ελαφρά μηχανικά μέσα μέχρι τουλάχιστον ορισμένο ύψος από αυτά; ανάλογα με το τεχνικό έργο.

Σε περίπτωση εγκιβωτισμού και επιχωματώσεως σωληνώσεων διαστρώνεται κάθε στρώση πάχους 20 ως 30 cm, συγχρόνως και από τις δύο πλευρές και συμπικνώνεται με τη βοήθεια χειροκινήτων κοπάνων. Η μηχανική συμπύκνωση επιτρέπεται σε ύψος μεγαλύτερο από τα 75 cm πάνω από τη κορυφή της σωληνώσεως.

11.5 Ανακεφαλαίωση.

Η εκτέλεση των χωματουργικών εργασιών μίας οδού περιλαμβάνει την κατασκευή των προβλέπομένων εκχωμάτων (ορυγμάτων) και επιχωμάτων.

Πριν από τη κατασκευή αυτών προηγούνται σε σειρά οι παρακάτω εργασίες:

α) Τοπογραφικές εργασίες.

β) Εργασίες απομακρύνσεως ή εξασφαλίσεως των διαφόρων εγκαταστάσεων.

γ) Εργασίες κατεδαφίσεως ακινήτων.

δ) Εργασίες καθαρισμού και εκριζώσεως.

Μετά την εκτέλεση των εργασιών αυτών αρχίζει η κατασκευή των εκχωμάτων και επιχωμάτων με τη χρήση μηχανικών μέσων.

Ο τρόπος κατασκευής ενός εκχώματος εξαρτάται κυρίως από τον δύκο του και από τη συνεκτικότητα του εδάφους.

Σε περίπτωση βραχώδους εδάφους γίνεται χρήση εκρηκτικών για εκσκαφή υλών.

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι εκσκαφής ορυγμάτων, όπως κατά στρώματα, κατά δώματα κλπ.

Τα προϊόντα εκσκαφής ή απορρίπτονται επί τόπου, ή χρησιμοποιούνται για επιχώσεις, επενδύσεις πρανών ή επιχωμάτων τεχνικών έργων.

Προσοχή πρέπει να δίνεται στη σχολαστική διαμόρφωση του πυθμένα των ορυγμάτων.

Για την κατασκευή ενός επιχώματος πρέπει να δίνομε μεγάλη προσοχή:

— Στο υπέδαφος εδράσεως του.

— Στη φύση και κατάσταση του υλικού επιχώσεως.

— Στον τρόπο κατασκευής.

Η σειρά εργασιών κατασκευής ενός επιχώματος είναι:

— Διαμόρφωση και σταθεροποίηση της επιφάνειας εδράσεως του.

— Εκλογή και μεταφορά του κατάλληλου υλικού επιχώσεως.

— Διάστρωση, κατά στρώσεις, ελαφρά διαβροχή (αν απαιτείται) και συμπύκνωση του υλικού.

— Συμπύκνωση των πρανών με κρούση και θλίψη.

Στην κατασκευή των επιχωμάτων ανήκει και η απαιτούμενη πλήρωση πίσω από τα τεχνικά έργα και η επιχωμάτωσή τους.

Για την πλήρωση πίσω από τα τεχνικά έργα απαιτούνται μη συνεκτικά υλικά, όπως π.χ. αμμοχάλικα, μικροί λίθοι κλπ., και γίνεται συγχρόνως και από τις δύο πλευρές του έργου.

Η επιχωμάτωση των τεχνικών έργων γίνεται προσεκτικά από ελαφρά αρχικά μηχανικά μέσα.

ΜΕΡΟΣ ΠΕΜΠΤΟ

ΟΔΟΣΤΡΩΣΙΑ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ ΕΡΓΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΩΔΕΚΑΤΟ

ΟΔΟΣΤΡΩΣΙΑ

12.1 Γενικά.

Όπως είπαμε, ο τελικός σκοπός της κατασκευής μιας οδού είναι η ασφαλής, γρήγορη, και άνετη κυκλοφορία των οχημάτων πάνω σ' αυτή σε όλες τις εποχές του έτους.

Ο σκοπός αυτός όμως δεν επιτυγχάνεται μόνο με τη διάνοιξη της οδού, γιατί το φυσικό έδαφος δεν μπορεί να αντισταθεί στην καταπόνηση από την κυκλοφορία. Κάθε φορά, ανάλογα με τη σύστασή του και την υγρασία που περιέχει, επιδρά διαφορετικά στα οχήματα.

Έστω και αν οι συνθήκες συστάσεως και υγρασίας είναι ιδανικές, το φυσικό έδαφος δεν μπορεί να έχει λεία επιφάνεια, ώστε να διευκολύνει την κίνηση των τροχών πάνω σ' αυτό.

Από τα παραπάνω φαίνεται καθαρά η ανάγκη δημιουργίας καταλήλων συνθηκών επάνω στο κατάστρωμα της οδού, οι οποίες να ευνοούν την κυκλοφορία των οχημάτων.

Οι συνθήκες αυτές εξασφαλίζονται με την κατασκευή των **όδοστρωμάτων**.

Με αυτά ενισχύομε το φυσικό έδαφος, ώστε να ανθίσταται στη **δράση** της κυκλοφορίας και τη φθορά του χρόνου και συγχρόνως διευκολύνουμε την κίνηση των οχημάτων μειώνοντας τις τριβές και τις κρούσεις.

Τα οδοστρώματα είναι επάλληλες στρώσεις πάνω στο κατάστρωμα της οδού, με κατάλληλο κάθε φορά υλικό ή μίγμα υλικών.

Ο αριθμός των στρώσεων, η σύνθεση και το πάχος τους ποικίλλει όχι μόνο από όδο σε οδό, αλλά και μεταξύ των τρημάτων της ίδιας οδού.

Οι σπουδαιότεροι παράγοντες που καθορίζουν τα στοιχεία αυτά, είναι:

α) Κυκλοφοριακοί (πυκνότητα κυκλοφορίας, σύνθεση κυκλοφορίας κλπ.).

β) Εδαφολογικοί (ποιότητα του εδάφους κάτω από το οδόστρωμα).

γ) Κλιματολογικοί (βροχοπτώσεις, χιονοπτώσεις κλπ.).

Η μελέτη καί η αντιμετώπιση των παραγόντων αυτών γίνεται με τη στατική μελέτη της οδού:

1) Διάκριση οδοστρωμάτων.

α) **Ανάλογα με τα υλικά και τον τρόπο κατασκευής** τα οδοστρώματα διακρίνονται σε:

- Οδοστρώματα με σταθεροποίηση του φυσικού εδάφους.
- Λιθοστρώματα.
- Σκυροδέματος.
- Σκυρωτά.
- Ασφαλτικά και
- κυκλοφοριόπηκτα.

β) **Ανάλογα με το βαθμό ελαστικότητας** (ευκαμψίας), που παρουσιάζουν κάτω από την επίδραση της κυκλοφορίας, διακρίνονται σε:

- Εύκαμπτα και
- άκαμπτα.

Τα περισσότερο εύκαμπτα είναι τα ασφαλτικά, ακολουθούν τα κυκλοφοριόπηκτα, τα με σταθεροποίηση του εδάφους και τα σκυρωτά.

Αντίθετα τα περισσότερο άκαμπτα είναι τα από σκυρόδεμα και τα λιθόστρωτα.

2) Μέρη του οδοστρώματος.

Κάθε οδόστρωμα αποτελείται γενικά από τρία μέρη: την **υπόβαση (θεμελίωση)**, τη **βάση** και τη **στρώση κυκλοφορίας**. Η στρώση κυκλοφορίας υφίσταται τα φορτία της κυκλοφορίας, τα οποία μεταβιβάζει στη βάση, η βάση τα μεταβιβάζει στην υπόβαση και αυτή τέλος στο έδαφος.

Η **υπόβαση** μπορεί να γίνει με:

- α) Λιθόστρωτο ή με κροκάλες.
- β) Φυσικό αμμοχάλικο.
- γ) Σπασμένο υλικό και
- δ) με αδύνατο σκυρόδεμα.

Η εκλογή του υλικού εξαρτάται κυρίως από το έδαφος πάνω στο οποίο θα εδρασθεί η υπόβαση, και από τη δαπάνη προμήθειας και μεταφοράς του.

Βασικός σκοπός της υποβάσεως είναι η σταθεροποίηση της επιφάνειας των χωματουργικών έργων. Όταν η επιφάνεια των χωματουργικών έργων είναι από τη φύση της σταθερή, δεν απαιτείται υπόβαση.

Στα βραχώδη π.χ. τμήματα της οδού (σε όρυγμα) ή και στα γαιώδη (σε επίχωση), στα οποία όμως η ανώτερη στρώση του επιχώματος ή και ολόκληρο το επίχωμα κατασκευάζονται από αμμοχάλικο, δεν απαιτείται υπόβαση.

Στις περιπτώσεις αυτές, αντί για υπόβαση κατασκευάζεται μια ισοπεδωτική στρώση με συμπυκνωμένο πάχος 10 cm από σπασμένο υλικό, που πρέπει να συμφωνεί με την πρότυπη τεχνική προδιαγραφή Π.Τ.Π. Ο 150 του Υπ. Δημ. Έργων.

Η **βάση**, που είναι και το κύριο μέρος του οδοστρώματος μπορεί να γίνει με:

- α) Θραυστό υλικό.
- β) Λιθόστρωτο.
- γ) Σκυρόδεμα και
- δ) με ασφαλτόμιγμα.

Η εκλογή του κατάλληλου κάθε φορά υλικου εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Ο σπουδαιότερος είναι η δαπάνη κατασκευής.

Τέλος η **στρώση κυκλοφορίας** γίνεται συνήθως από μίγμα ασφαλτικών (Κεφαλ. 13) και αδρανών υλικών εκτός από τα οδοστρώματα από σκυρόδεμα στα οποία η βάση, δηλαδή η πλάκα από σκυρόδεμα, αποτελεί και τη στρώση κυκλοφορίας.

3) Προκαταρκτικές εργασίες.

Πριν αρχίσουν οι εργασίες κατασκευής ενός οδοστρώματος πρέπει να γίνουν οι παρακάτω εργασίες:

α) Τοπογραφικές εργασίες.

Συνίστανται στην εκ νέου πασσάλωση του άξονα της οδού, στη χωροστάθμησή του, καθώς και στη λήψη εγκαρσίων διατομών επάνω στην επιφάνεια των χωματουργικών, για να ελεγχθεί η ακριβής εφαρμογή των στοιχείων της μελέτης που υφίσταται.

Η πασσάλωση γίνεται με ταχύμετρο, με μεταλλική μετροταινία και σιδερένια καρφιά και εξασφαλίζεται σύμφωνα με τα γνωστά [παράγρ. 8.2(Δ) και (ΣΤ)].

Η χωροστάθμηση των σιδερένιων καρφιών με **χωροβάτη** και **στάδια** και με τη βοήθεια των χωροσταθμικών αφετηριών (geodetic) που ήδη υπάρχουν και άλλων που εκλέγονται και ιδρύονται έτσι ώστε η μεταξύ τους απόσταση να μην υπερβαίνει τα 100 m.

Τέλος λαμβάνονται τα στοιχεία των διατομών τα οποία υποχρεωτικά λαμβάνονται από τα χαρακτηριστικά των καμπυλών καθώς και από τα στοιχεία που αντιστοιχούν στην αρχή και στο τέλος των αποσβησμένων επικλίσεων.

β) Εργασίες ισοπεδωτικής στρώσεως.

Σε περίπτωση που τα στοιχεία που λαμβάνονται με τις τοπογραφικές εργασίες δεν ανταποκρίνονται σ' αυτά που απαιτούνται από τη μελέτη, πρέπει να γίνεται ισοπεδωτική στρώση, ώστε η επιφάνεια του καταστρώματος να ανταποκρίνεται πλήρως στο προγραμματισμένο γεωμετρικό σχήμα της διατομής της οδού.

Αυτή η ισοπεδωτική στρώση γίνεται ως εξής:

α) Γεμίζομε τους λάκκους του καταστρώματος με το ίδιο υλικό του επιφανειακού στρώματος της οδού, με μέγιστο κόκκο 25 mm.

β) Αναμοχλεύομε ελαφρά την επιφάνεια του καταστρώματος σε βάθος 5 cm περίπου.

γ) Προσθέτομε πάνω στο κατάστρωμα την απαιτούμενη συμπληρωματική ποσότητα υλικού, το διαβρέχομε και ακολούθως το αναμιγνύομε, το διαστρώνομε και το συμπυκνώνομε.

Έτσι η επιφάνεια του καταστρώματος είναι πια έτοιμη να δεχθεί το οδόστρωμα γι' αυτό και ονομάζεται **επιφάνεια εδράσεως** του οδοστρώματος. Η επιφάνεια αυτή δεν πρέπει να παραμορφώνεται από τα μέσα διαστρώσεως και μεταφοράς υλικού οδοστρωσίας, τα οποία θα χρησιμοποιηθούν.

4) Γενικοί κανόνες συμπυκνώσεως με οδοστρωτήρα.

Όπως είδαμε παραπάνω, η κατασκευή ενός οδοστρώματος γίνεται κατά στρώσεις. Κάθε στρώση διαμορφώνεται και συμπυκνώνεται ιδιαίτερα.

Η συμπυκνώση γίνεται με οδοστρωτήρα του οποίου το βάρος είναι ανάλογο με την επιδιωκόμενη συμπυκνώση (συνήθως βάρος 8 ως 10 τόννοι).

Η κίνηση του οδοστρωτήρα γίνεται πάντοτε παράλληλα με τον άξονα της οδού και ποτέ κάθετα ή υπό γωνία.

Στα ευθύγραμμα τμήματα της οδού η κυλίνδρωση αρχίζει από τα άκρα προς το κέντρο της, ενώ στις καμπύλες (σε επίκλιση) από το χαμηλότερο προς το υψηλότερο άκρο.

Κάθε διαδρομή του οδοστρωτήρα θα υπερκαλύπτει την προηγούμενη στο μισό του λάχιστο πλάτος του πίσω τροχού.

Οποιαδήποτε μετακίνηση υλικού, η οποία προέρχεται από την αλλαγή κατεύθυνσεως του οδοστρωτήρα, πρέπει να διορθώνεται αμέσως με χειροκίνητα μέσα και με προσθήκη, όπου απαιτείται, νέου υλικού.

5) Υπόβαση.

Η υπόβαση αποτελεί, όπως είπάμε, το υπόβαθρο πάνω στο οποίο εδράζεται το κύριο οδόστρωμα.

Κατά κανόνα η υπόβαση κατασκευάζεται με υλικά σταθεροποιημένου τύπου, δηλαδή σπασμένο ή όχι αιμορχάλικο από τα ποτάμια, από τους χειμάρρους κλπ. ή σπασμένο υλικό από λίθους κάθε φύσεως σύμφωνα με την Π.Τ.Π. Ο 150 του ΥΠ. Δημ. Έργων.

Στην αρχή γίνεται η προπαρασκευή της επιφάνειας των χωματουργικών, δηλαδή έλεγχος, ισοπέδωση και συμπύκνωσή της σύμφωνα με τα γνωστά.

Ακολουθεί η μεταφορά και διάστρωση του υλικού υποβάσεως πάνω στην επιφάνεια που γι' αυτό έχει προετοιμασθεί.

Το υλικό της υποβάσεως μπορεί να διαστρωθεί σε μία ή περισσότερες στρώσεις. Αυτό εξαρτάται από το πάχος υποβάσεως, το οποίο προβλέπεται από την εδαφοτεχνική μελέτη.

Το συμπυκνωμένο πάχος κάθε στρώσεως δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 12 cm.

Μετά την διάστρωση του υλικού της πρώτης στρώσεως, αυτό αναμιγνύεται καλά με διαμορφωτήρα (grader). Κατά την ανάμιξη προστίθεται και η απαιτούμενη ποσότητα νερού, μέχρι να αποκτήσει το υλικό υγρασία ίση με τη «βέλτιστη».

Μετά την τέλεια ανάμιξη το μίγμα διαστρώνεται σε στρώση με προγραμματισμένο πάχος και συμπυκνώνεται με οδοστρωτήρα σύμφωνα με τα γνωστά.

Όταν απαιτούνται περισσότερες από μία στρώση, κάθε στρώμα πρέπει να διαστρώνεται μόνο, αφού η προηγούμενη θα έχει διαστρωθεί, διαμορφωθεί και συμπυκνωθεί.

Η επιφάνεια που προκύπτει μετά την παρασκευή ολόκληρης της υποβάσεως, δεν πρέπει να διαφέρει περισσότερο από το ± 1 cm από το ύψος που έχει προβλεφθεί από τη μελέτη.

Σε περιπτώσεις ασταθών κλπ. εδαφών γίνεται και θεμελίωση της υποβάσεως.

Γίνεται συνήθως με λιθόστρωτο ή με κροκάλες με κανονικό μέγεθος και στρογγυλεμένες. Τα υλικά αυτά τοποθετούνται με τα χέρια και πλέκονται μεταξύ τους με σφήνες από αιμορχάλικο ή σύντριμμα.

6) Βάση.

Η βάση αποτελεί το κύριο οδόστρωμα, εδράζεται επάνω στην υπόβαση και μπορεί να αποτελείται από μια ή και περισσότερες στρώσεις.

Τα υλικά της βάσεως είναι κατά κανόνα σταθεροποιημένου τύπου σύμφωνα με την Π.Τ.Π. Ο 155 του Υπ. Δημ. Έργων.

Ος υλικό βάσεως χρησιμοποιείται συνήθως σπασμένο αμμοχάλικο ή σπασμένο υλικό από κατάλληλους λίθους κάθε φύσεως.

Στην αρχή προσπαρασκευάζεται η επιφάνεια εδράσεως, η οποία ανάλογα με την περίπτωση είναι η επιφάνεια της υποβάσεως, ή όταν δεν υπάρχει αυτή, η επιφάνεια των χωματουργικών.

Στη συνέχεια γίνεται η μεταφορά, διάστρωση, ανάμιξη και συμπύκνωση του υλικού κατά στρώσεις, όπως ακριβώς και κατά την κατασκευή της υποβάσεως.

Και εδώ το συμπυκνωμένο πάχος κάθε στρώσεως δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 12 cm.

12.2 Οδοστρώματα με σταθεροποίηση του φυσικού εδάφους.

Όπως είπαμε παραπάνω, το φυσικό υπέδαφος γενικά δεν μπορεί να θεωρηθεί κατάλληλο να αντισταθεί στη δράση της κυκλοφορίας· αυτό οφείλεται στην ακατάλληλη κοκκομετρική σύνθεση, που παρουσιάζουν τα διάφορα τμήματά του.

Ανάλογα με τη κοκκομετρική σύνθεση τα εδάφη γενικά διακρίνονται σε:

- α) Χαλικώδη (με διάσταση κόκκου πάνω από 2 cm).
- β) Αμμώδη (με διάσταση κόκκου 2 ως 0,05 cm).
- γ) Αργιλώδη (με διάσταση κόκκου < 0,05 cm).

Τα χαλικώδη και αμμώδη εδάφη ενώ δεν επηρεάζονται από την υγρασία, όμως δεν έχουν αρκετή συνοχή, ώστε να αποτελούν ανθεκτικό σύνολο κατάλληλο να αντισταθεί στη δράση των τροχών.

Ομοίως τα αργιλώδη εδάφη κρίνονται ως ακατάλληλα, γιατί είναι συνεκτικά μόνο όταν είναι ξηρά. Κάτω από την επίδραση της υγρασίας καθίστανται πλαστικά και ολισθηρά.

Το κάθε ένα λοιπόν από τα παραπάνω υλικά, δε μπορεί από μόνο του να αποτελέσει κατάλληλο οδόστρωμα. Μόνο αναμιγνύοντάς τα και δημιουργώντας μίγμα με ορισμένη σύνθεση μπορεί να κατσκευασθεί οδόστρωμα κατάλληλο για όλες τις εποχές του έτους.

Σ' αυτό το μίγμα, το αμμοχαλικώδες υλικό παίζει το ρόλο του ανθεκτικού σκελετού, ενώ η άργιλος τον ρόλο του συνδετικού υλικού.

Όταν λοιπόν το φυσικό έδαφος δεν έχει τις απαιτούμενες αναλογίες από αμμώδες και από κατάλληλο αργιλώδες υλικό πρέπει να αλλάξουμε την κοκκομετρική σύνθεσή του, προσθέτοντας υλικά, τα οποία θα βρίσκονται σε λογικές από το έργο αποστάσεις.

Με το τρόπο αυτό επιτυγχάνομε τη βελτίωση των ιδιοτήτων του φυσικού εδάφους, ώστε με κατάλληλη στη συνέχεια επεξεργασία, να καθίσταται κατάλληλο ως υλικό οδοστρωσίας.

Η βελτίωση του φυσικού εδάφους με την προσθήκη άλλων υλικών καλείται **σταθεροποίηση**.

Η σταθεροποίηση του φυσικού εδάφους στην απλούστερη μορφή της είναι η προσθήκη αργίλου σε αμμώδες υλικό και καλείται **απλή σταθεροποίηση με άργιλο**.

Εκτός από την άργιλο, για τη σταθεροποίηση του εδάφους χρησιμοποιούνται

και άλλα υλικά όπως το τσιμέντο, τα διάφορα είδη ασβέστη και η άσφαλτος. Τα υλικά αυτά καλούνται **σταθεροποιητές**.

1) Σταθεροποίηση με άργιλο.

Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνομε οικονομικότερη κατασκευή οδοστρωμάτων.

Η άργιλος πρέπει να είναι σε τέτοια αναλογία, ώστε να γεμίζει τα κενά του αμώδους υλικού. Η αναλογία αυτή ποικίλλει από 20% ως 25%.

Η εργασία σταθεροποιήσεως περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

- Εκσκαφή του εδάφους στο καθορισμένο βάθος και δημιουργία της **σκάφης**.
- Προμήθεια χονδρού και συνδετικού υλικού.
- Ανάμιξη και διάστρωση του μίγματος άργιλου και αμμοχάλικου σε στρώση 20 cm.

δ) Διαβροχή και συμπύκνωση της στρώσεως. Η συμπύκνωση γίνεται στην αρχή με οδοντωτό οδοστρωτήρα και στη συνέχεια με άλλον, που έχει τροχούς ελαστικούς.

ε) Κατασκευή των ερεισμάτων με υλικά κατώτερης ποιότητας.

Παρατηρήθηκε γενικά, ότι όλα τα χωμάτινα οδοστρώματα ενώ συμπεριφέρονται καλά, όταν είναι ελαφρώς υγρά, καταστρέφονται εύκολα, όταν ξηραίνονται.

Για να διατηρείται η σχετική υγρασία τους ενσωματώνονται στο σταθεροποιημένο έδαφος ορισμένα χημικά προϊόντα, όπως το χλωρικό ασβέστιο ή το χλωρικό νάτριο.

Τα χλωρικά γενικά άλατα απορροφούν την υγρασία της ατμόσφαιρας και διατηρούν το οδόστρωμα σε σχετική υγρασία.

Οι ποσότητες χλωριούχων αλάτων που χρησιμοποιούνται είναι 1,10 ως 1,40 kg/m².

2) Σταθεροποίηση με τσιμέντο.

Όλα τα εδάφη θεωρητικά μπορούν να σταθεροποιηθούν με τσιμέντο.

Σε πολύ αργιλώδη εδάφη όμως η απαιτούμενη ποσότητα τσιμέντου είναι πολύ μεγάλη και θεωρείται αντιοκονομική.

Το τσιμέντο στο προς σταθεροποίηση έδαφικό υλικό δεν δρα όπως στην περίπτωση του σκυροδέματος.

Εδώ το τσιμέντο δεν γεμίζει τα κενά των αδρανών και δεν περιβάλλει τελείως τους κόκκους, αλλά με τους μικρούς κόκκους του υλικού δημιουργεί **συσσωματώματα**, τα οποία όταν συνδέονται ισχυρά μεταξύ τους δημιουργούν μια **κυψελωτή κατασκευή**. Η κυψελωτή αυτή κατασκευή δημιουργεί μέσα στη μάζα του υλικού ισχυρότερο σκελετό, ο οποίος επαυξάνει τη μηχανική αντοχή του υλικού και βελτιώνει την ανθεκτικότητά του στις επιδράσεις του νερού και του παγετού.

Το ποσοστό του τσιμέντου που απαιτείται για κάθε είδος εδάφους πρέπει να προσδιορίζεται με κατάλληλες εργαστηριακές μελέτες. Πάντως το ποσοστό αυτό κυμαίνεται από 8% ως 12%.

Η εργασία σταθεροποιήσεως περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

- Διαμόρφωση της σκάφης σε κατάλληλο βάθος (15 ως 30 cm).
- Κονιορτοποίηση του εδάφους που θέλουμε να σταθεροποιήσομε.

Η κονιορτοποίηση επιτυγχάνεται με δίσκους και το κονιορτοποιούμενο υλικό διαστρώνεται σε «σειράδιο».

γ) Διανομή του τσιμέντου. Αυτή γίνεται πάνω στο «σειράδιο» με τα χέρια ή με ειδικά μηχανήματα διανομής.

δ) Ανάμιξη τσιμέντου και εδάφους. Η ανάμιξη γίνεται με διαμορφωτή. Πρέπει να υπολογίζεται η απώλεια τσιμέντου (10% περίπου) κατά την εργασία της αναμίξεως.

ε) Διαβροχή του μίγματος.

στ) Διαμόρφωση και κυλίνδρωση του μίγματος.

ζ) Προφύλαξη του οδοστρώματος κατά την πήξη.

Η προφύλαξη επιτυγχάνεται με διάστρωση χώματος που έχει πάχος 5 ως 8 cm, με χόρτο ή με άλλα προφυλακτικά υλικά.

Γενικά η μέθοδος κατασκευής σταθεροποιημένων οδοστρωμάτων απαιτεί λεπτή εφαρμογή, εξασφαλίζει όμως ικανοποιητικά και προ παντός οικονομικά αποτελέσματα.

12.3 Λιθόστρωτα οδοστρώματα.

Τα λιθόστρωτα οδοστρώματα κατασκευάζονται με φυσικούς λίθους λατομείου που τοποθετούνται με τα χέρια και οι οποίοι έχουν κατάλληλο σχήμα και διαστάσεις. Τα λιθοστρώματα εδράζονται πάνω σε στρώσεις από άμμο με αρκετό πάχος.

Κατά κανόνα τα λιθόστρωτα οδοστρώματα περιορίζονται από κράσπεδα τα οποία δέχονται τις πλευρικές πιέσεις και καθορίζουν το γεωμετρικό σχήμα τους.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται, δηλαδή λίθοι και άμμος, πρέπει να προέρχονται από πετρώματα υγιή, καθαρά, πολύ σκληρά, ομοιογενή και ανθεκτικά.

Οι λίθοι έχουν, συνήθως σχήμα ορθογωνίου παραλληλεπιπέδου ή κύβου.

Οι διαστάσεις των κυβικών λίθων είναι 15 ως 20 cm, ενώ των παραλληλεπιπέδων το πλάτος είναι 10 ως 16 cm και το μήκος 20 ως 25 cm.

Τα λιθόστρωτα οδοστρώματα παλιότερα είχαν πολύ μεγάλη εφαρμογή. Σήμερα όμως κατασκευάζονται πολύ σπάνια και σε ειδικές μόνο περιπτώσεις, σε περιορισμένα τμήματα.

1) Κατασκευή του οδοστρώματος.

Πριν κατασκευασθεί το λιθόστρωτο γίνεται σύμφωνα με τα γνωστά, έλεγχος και προπαρασκευή της επιφάνειας εδράσεως του καθώς και η κατασκευή των πλευρικών κρασπέδων.

Κατόπιν αρχίζει η κατασκευή του οδοστρώματος με διάστρωση της άμμου πάνω στη σκάφη (επιφάνεια εδράσεως) στην οποία θα εδρασθούν οι κυβόλιθοι.

Το πάχος της άμμου πρέπει να κυμαίνεται από 6 ως 8 cm για λιθόστρωτο με μικρές διαστάσεις και από 8 ως 12 cm για λιθόστρωτο με μεγάλες διαστάσεις.

Η στρώση αυτή της άμμου διαβρέχεται με άφθονο νερό και στη συνέχεια συμπυκνώνεται με οδοστρωτήρα ή δονητή και συμπληρώνονται τα τυχόν κενά που παρουσιάζονται.

Επάνω στο υλικό που συμπυκνώθηκε διαστρώνεται σε μικρό πάχος η λεπτόκοκκη άμμος.

Στη συνέχεια, και πριν τοποθετηθούν οι κυβόλιθοι, τοποθετούνται τεντωμένα ράμματα τα οποία προσδένονται σε σιδερένιες βελόνες που είναι μπηγμένες στην άμμο.

Αρχικά τοποθετείται σειρά ραμμάτων παράλληλα με τον άξονα του οδοστρώματος σε ύψος στο οποίο προβλέπεται να φθάσει η επιφάνεια του οδοστρώματος έτσι, ώστε με τα ράμματα να σχηματίζεται τέλεια η μορφή του οδοστρώματος.

Άλλα ράμματα τοποθετούνται κατόπιν εγκάρσια ανά 10 ως 20 στοίχους (σειρές) περίπου, τα οποία ρυθμίζουν τη διεύθυνση των στοίχων των κυβολίθων.

Στη συνέχεια αρχίζει η λιθόστρωση.

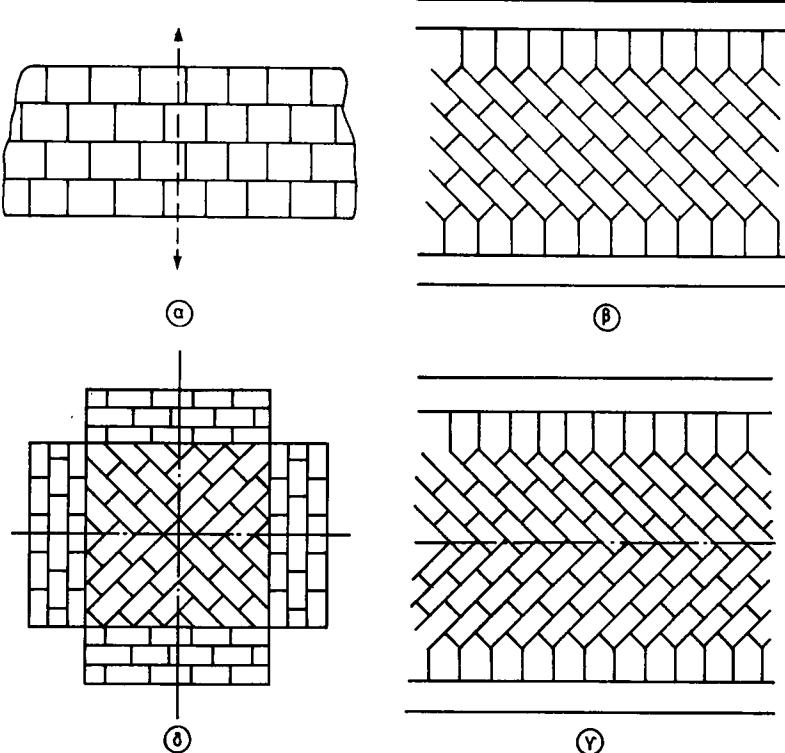
Η τοποθέτηση των κυβολίθων γίνεται από δύο συγχρόνως λιθόστρωτές, οι οποίοι προχωρούν ο ένας προς τον άλλο συμπληρώνοντας την ίδια σειρά από έξω προς τα μέσα. Στο σημείο που συναντώνται τοποθετείται κυβόλιθος ο οποίος ονομάζεται **σφηνόλιθος** (κλειδί) και ο οποίος πρέπει να γεμίζει επακριβώς την κενή θέση.

Για την καλύτερη στερέωση των κυβολίθων κτυπούμε με τον κόπανο την επάνω επιφάνειά τους. Αν ένας λίθος εξέχει ή βυθίζεται περισσότερο από ότι πρέπει, αντικαθίστανται με άλλο.

Τέλος, για να γεμίσουν οι αρμοί, επιστρώνεται επάνω στο λιθόστρωτο ομοιόμορφη στρώση άμμου με πάχος 1 ως 3 cm.

Το λιθόστρωτο πρέπει να παραμείνει σε ηρεμία τουλάχιστο 24 ώρες, προτού παραδοθεί στην κυκλοφορία. Στο διάστημα αυτό πρέπει να διατηρείται σε υγρή κατάσταση.

Στο σχήμα 12.3 (α, β, γ, δ) φαίνονται διάφορες διατάξεις των λίθων.



Σχ. 12.3.

2) Πλήρωση των αρμών.

Η πλήρωση των αρμών του λιθόστρωτου με άμμο δεν ικανοποιεί απόλυτα, γιατί κάτω από την επίδραση της κυκλοφορίας η άμμος απομακρύνεται από τους αρμούς, και η διείσδυση του νερού στο εσωτερικό του λιθόστρωτου μειώνει τη διάρκεια της ζωής του.

Επομένως απαιτείται η πλήρωση των αρμών με άλλα υλικά. Καταλληλότερο υλικό είναι το ασφαλτικό, με ή χωρίς σύντριμμα.

12.4 Οδοστρώματα από σκυρόδεμα.

Η πρώτη εφαρμογή των οδοστρωμάτων από σκυρόδεμα έγινε στη Γερμανία και στη Γαλλία το έτος 1890. Επειδή όμως πάρα πολύ γρήγορα η επιφάνειά τους παρουσίασε φθορά εξ αιτίας των μεταλλικών επισώτρων των τροχών και των απλών των ζώων, περιορίσθηκε η χρήση τους μόνο στην κατασκευή θεμελίων οδοστρωμάτων.

Αργότερα, όταν οι παραπάνω αιτίες φθοράς, εξαφανίσθηκαν, επιχειρήθηκε ξανά η κατασκευή τους. Η αύξηση όμως των φορτίων κυκλοφορίας και η καταστρεπτική ενέργεια του νερού και του παγετού, προκάλεσαν ξανά τη γρήγορη καταστροφή τους.

Όταν όμως αργότερα μελετήθηκε από τους οδοποιούς επιστημονικά η υπόβαση των οδοστρωμάτων και διαπιστώθηκε η τεράστια σημασία της για τη διάρκεια ζωής των οδοστρωμάτων, άρχισαν να χρησιμοποιούνται πάλι τα οδοστρώματα από σκυρόδεμα.

1) Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

Τα οδοστρώματα από σκυρόδεμα παρουσιάζουν τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- α) Αντοχή σε φθορά και μεγάλη διάρκεια ζωής (20 ως 30 χρόνια).
- β) Τραχεία και απόλυτα επίπεδη επιφάνεια και συνεπώς καλή πρόσφυση και λιγότεροι κίνδυνοι δυστυχημάτων.

- γ) Ασφαλή, ταχεία και ακριβή κατασκευή με τη χρήση μηχανικών μέσων.
- δ) Ομοιόμορφη κατανομή των φορτίων κυκλοφορίας επάνω στην άκαμπτη επιφάνεια του οδοστρώματος.
- ε) Ελάχιστη δαπάνη συντηρήσεως.
- στ) Οι πηγές των υλικών που απαιτούνται (άμμος, χαλίκια κλπ.) είναι πολυπλοθείς και πολλές φορές κοντά στον τόπο των έργων.

Τα μειονεκτήματά τους είναι:

- α) Στερούνται ελαστικότητας και η επιφάνειά τους τρίβεται ευκολότερα από τα άλλα οδοστρώματα.
- β) Οι μεταβολές της θερμοκρασίας, καθώς και η κακή ποιότητα του εδάφους, επιδρούν πολύ δυσμενώς σ' αυτά.
- γ) Ως άκαμπτα είναι περισσότερο θορυβώδη κατά την κυκλοφορία των οχημάτων πάνω σ' αυτά.

2) Θεμελίωση οδοστρωμάτων από σκυρόδεμα.

Η πλάκα από σκυρόδεμα, που αποτελεί και την επιφάνεια κυκλοφορίας του οδοστρώματος, πρέπει να εδράζεται επάνω σε καλά κατασκευασμένη υπόβαση.

Η υπόβαση, εκτός από την ανάγκη της στατικής αντοχής της, πρέπει να παρουσιάζει και ανθεκτικότητα στον παγετό καθώς και τέλειο σύστημα αποστραγγίσεως.

Το απαιτούμενο πάχος υποβάσεως καθορίζεται με τη μελέτη της εδαφολογικής συστάσεως, της ποιότητας των υλικών υποβάσεως, των υδρολογικών στοιχείων της περιοχής κλπ.

Για να προστατεύεται το οδόστρωμα από τον παγετό, σε οδούς μάλιστα με βαριά κυκλοφορία, τα ανώτερα 12 ως 15 cm της υποβάσεως σταθεροποιούνται με εμπλουτισμό με τσιμέντο ή άσφαλτο.

Μεγάλη σημασία δίνεται στην επίτευξη επίπεδης επιφάνειας της υποβάσεως. Επιδιώκεται επιπεδότητα μέχρι ± 1 cm. Πάνω σ' αυτή την υπόβαση τοποθετείται η πλάκα από σκυρόδεμα.

Η τριβή μεταξύ της πλάκας και της υποβάσεως πρέπει να μειώνεται στο ελάχιστο, προς αποφυγή δημιουργίας ισχυρών τάσεων και συνεπώς πρός αποφυγή ρωγμών επάνω στη πλάκα. Αυτό εξασφαλίζεται με την ελεύθερη κίνηση της πλάκας (δημιουργία αρμών, αποφυγή ακάμπτων συνδέσεων με τα και από τις δύο μεριές κράσπεδα) και με διάστρωση κάτω από πλάκα ειδικού χαρτιού ή φύλλων από πλαστική ύλη.

3) Αντοχή οδοστρώματος από σκυρόδεμα.

Ανάλογα με την προβλεπόμενη κυκλοφοριακή ένταση στην οδό και το βάρος των οχημάτων, δίνονται τα παρακάτω πάχη πλακών:

- | | |
|------------------------------|--|
| α) Αυτοκινητόδρομοι | 22 ως 24 cm |
| β) Οδοί με βαριά κυκλοφορία | 24 cm |
| γ) Οδοί με μεσαία κυκλοφορία | 20 cm |
| δ) Αγροτικές | 12 ως 15 cm (ποτέ κάτω από 12 cm) |
| ε) Ποδηλατόδρομοι | 10 cm |
| στ) Οδοστρώματα αεροδρομίων | 20 ως 35 cm (ανάλογα με τα προβλεπόμενα φορτία). |

Τα πάχη πλακών που αναφέρονται εξαρτώνται ακόμη από την κατάλληλη κατασκευή της υποβάσεως και κυρίως από την κατηγορία του οπλισμού.

4) Οπλισμός πλάκας.

Η πλάκα του οδοστρώματος δεν είναι ενιαία, αλλά χωρίζεται σε επί μέρους πλάκες (φατνώματα) από τους κατά μήκος και εγκάρσιους αρμούς.

Οι πλάκες αυτές πρέπει απαραίτητα να οπλίζονται για να αντέχουν στις αλλεπάλληλες καταπονήσεις. Ο κατάλληλος οπλισμός καθώς και το πάχος της πλάκας βρίσκεται ύστερα από υπολογισμό.

Ο οπλισμός όχι μόνο περιορίζει σημαντικά τις ρωγμές, αλλά και όταν εμφανίζονται, εμποδίζει τη διεύρυνσή τους και έτσι αποφεύγεται η καταστρεπτική διείσδυση του νερού.

Ο οπλισμός των πλακών αποτελείται από πλέγματα χαλυβδίνων ράβδων οι οποίες είναι προκατασκευασμένες.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι χαλυβδίνων πλεγμάτων, ανάλογα με τις διαστάσεις και τη προβλεπόμενη φόρτιση κάθε πλάκας.

Γενικά όμως οι κατά μήκος ράβδοι των πλεγμάτων έχουν μεγαλύτερη διατομή από τις εγκάρσιες.

Το βάρος του κατά μήκος οπλισμού ανά μονάδα επιφάνειας πρέπει να είναι περίπου $2\frac{1}{2}$ φορές μεγαλύτερο από το βάρος του εγκάρσιου οπλισμού. Επίσης οι αποστάσεις μεταξύ των κατά μήκος ράβδων πρέπει να είναι μικρότερες (15 cm) από τις αποστάσεις μεταξύ των εγκαρσίων (30 cm).

Ειδικός οπλισμός τοποθετείται στους αρμούς μεταξύ των φατνωμάτων. Αυτό γίνεται για να μεταβιβασθούν και κατανεμηθούν τα φορτία από το ένα φάτνωμα στα γειτονικά. Οι ράβδοι του ειδικού οπλισμού είναι ευθύγραμμες και έχουν κυκλική διατομή. Τοποθετούνται στο μέσο του πάχους της πλάκας και πάνω σε επίπεδο παράλληλο με την επιφάνεια της πλάκας.

5) Σκυρόδεμα.

Το σκυρόδεμα που χρησιμοποιείται πρέπει, εκτός από τις καλές ιδιότητες ενός συνηθισμένου σκυροδέματος, να έχει και εξαιρετική πλαστικότητα και συμπιεστικότητα.

Είναι απαραίτητο το οδόστρωμα να αποκτά όσο το δυνατό πιο γρήγορα μεγάλη αντοχή και ομοιόμορφη ομαλή επιφάνεια.

Επίσης πρέπει να έχει την απόλυτα προκαθορισμένη περιεκτικότητα σε νερό.

Τέλος η επιφάνεια κυκλοφορίας πρέπει να έχει μεγάλη αντοχή στη φθορά, καθώς και συντελεστή τριβής κατάλληλο, για να υπάρχει καλή επιφάνεια προσφύσεως.

6) Αρμοί.

Οι αρμοί διαστολής είναι απαραίτητοι στα οδοστρώματα από σκυρόδεμα. Οι αποστάσεις μεταξύ τους, καθώς και ο τρόπος κατασκευής τους, ποικίλλει ανάλογα με το κλίμα, των φορτίων κυκλοφορίας κλπ. Επίσης χρησιμοποιούνται και ψευδοαρμοί, στους οποίους δεν αφήνεται χώρος για τη διαστολή των φατνωμάτων της πλάκας.

Γενικά πρέπει να τοποθετούνται ψευδοαρμοί ανά 10 m και αρμοί διαστολής ανά 30 ως 50 m.

Οι αρμοί γεμίζονται με πλαστικά και συγκολλητικά υλικά. Τελευταία χρησιμοποιήθηκε με επιτυχία ειδικός ελαστικός σωλήνας για το γέμισμα των αρμών.

Γενικά μπορούμε να πούμε ότι από την επιτυχή τοποθέτηση και κατασκευή των αρμών και ψευδοαρμών, εξαρτάται σημαντικά η διάρκεια ζωής ενός οδοστρώματος από σκυρόδεμα.

7) Παρασκευή και διάστρωση του σκυροδέματος.

Το σκυρόδεμα παρασκευάζεται σε μόνιμες ή σε φορητές εγκαταστάσεις. Οι φορητές παρακολουθούν τη θέση εργασίας στο εργοτάξιο. Σε περίπτωση μονίμων εγκαταστάσεων πρέπει να λαμβάνονται μέτρα προς αποφυγή του κινδύνου «απο-

χωρίσεως» του σκυροδέματος όταν μεταφέρεται στο εργοτάξιο.

Η πλάκα διαστρώνεται σε δύο στρώσεις.

Στην αρχή διαστρώνεται και τυπάνεται το σκυρόδεμα της κάτω στρώσεως με ειδικά μηχανήματα. Πάνω στη στρώση αυτή τοποθετείται ο οπλισμός. Κατά την τοποθέτηση των χαλυβδίνων πλεγμάτων πρέπει οι εγκάρσιες ράβδοι τους να είναι κάτω από τις κατά μήκος ράβδους.

Ακολουθεί η διάστρωση, τύπανση και λείανση της δεύτερης στρώσεως.

Η διάρκεια της όλης έργασίας διαστρώσεως και των δύο στρώσεων δεν πρέπει να υπερβαίνει τις 2 ώρες σε περίοδο ξηρασίας ή τις 3 ώρες σε περίοδο που ο καιρός είναι ψυχρός ή υγρός.

8) Προστασία της νωπής επιφάνειας του σκυροδέματος.

Για την προστασία της νωπής επιφάνειας του σκυροδέματος από τον ήλιο και τη βροχή, καλύπτεται με ψάθες, άμμο, ή λινάτσες οι οποίες διαβρέχονται με ειδικά υγρά.

Ειδικά σε ζεστά κλίματα χρησιμοποιείται με επιτυχία η μέθοδος ραντίσεως της νωπής επιφάνειας του σκυροδέματος με ειδικό υγρό. Το υγρό αυτό σχηματίζει προστατευτική μεμβράνη, που συγκρατεί το νερό του σκυροδέματος μέσα στην πλάκα, μέχρι να αποκτήσει το σκυρόδεμα ορισμένη σκληρότητα.

Η παραπάνω προστατευτική μεμβράνη καταστρέφεται με την πάροδο του χρόνου από τη κυκλοφορία, αφού έχει ήδη εκτελέσει τον προορισμό της.

Καλό πάντως είναι και στην περίπτωση της ραντίσεως με ειδικό υγρό να καλύπτεται η νωπή επιφάνεια με ψάθες για 2 ως 3 ημέρες χωρίς να υπάρχει ανάγκη να διαβρέχεται.

12.5 Υδατόπηκτα σκυρωτά οδοστρώματα (Mac-Adam).

Τα υδατόπηκτα σκυρωτά οδοστρώματα κατασκευάζονται με σκύρα. Τα κενά που είναι μεταξύ των σκύρων γεμίζονται με συνδετική ύλη, συνήθως άμμο ή σύντριμμα.

Η κατασκευή των σκυρωτών οδοστρωμάτων αποφασίζεται μόνο όταν υπάρχουν κατάλληλα λατομεία, τα οποία προσφέρουν τα απαραίτητα αδρανή υλικά.

Η επιφάνεια των οδοστρωμάτων αυτών πρέπει κατά κανόνα να προστατεύεται με ασφαλτικές στρώσεις κυκλοφορίας, διαφορετικά φθείρεται εύκολα και πτυχώνται.

Αν το υπέδαφος είναι βραχώδες, αμμοχαλικώδες κλπ., τότε το σκυρωτό μπορεί να εδρασθεί απευθείας πάνω σ' αυτό χωρίς κατασκευή υποβάσεως, διαφορετικά κατασκευάζεται υπόβαση σύμφωνα με τα γνωστά.

Αν στην κατασκευή του υδατόπηκτου σκυρωτού η θερμοκρασία είναι κάτω από 4^o C, τότε το οδόστρωμα πρέπει να προστευθεί από τον παγετό μέχρι να ξεραθεί.

Η προστασία του γίνεται με στρώμα από άχυρο ή άλλο ανάλογο προστατευτικό μέσο.

Επιβάλλεται ο εγκιβωτισμός του σκυρωτού οδοστρώματος με οποιονδήποτε τρόπο. Στις περιπτώσεις που αυτό δεν περιορίζεται από κράσπεδα ή στερεά εγκιβωτισμού, πρέπει να εφαρμόζεται άλλος τρόπος εγκιβωτισμού (π.χ. κυλίνδρωση

τμήματος του ερείσματος συγχρόνως με κάθε στρώση σκυρωτού).

Τέλος μετά την κατασκευή του σκυρωτού, το ύψος τής επιφάνειάς του δεν πρέπει να διαφέρει περισσότερο από ± 1 cm από το ύψος που προβλέπονταν από τη μελέτη.

1) Υλικά κατασκευής.

Τα βασικά υλικά ενός υδατόπηκτου σκυρωτού οδοστρώματος είναι τα σκύρα και η άμμος (ή το σύντριμμα). Αυτά πρέπει να αποτελούνται από σκληρά και ανθεκτικά τεμάχια, να είναι καθαρά, ομοιόμορφης ποιότητας, συμπαγή, σκληρά, ανθεκτικά, γωνιώδη και να έχουν όσο το δυνατό κυβική μορφή.

Η προέλευσή τους πρέπει να είναι από λίθους ή ευμεγέθεις κροκάλες ύστερα από πολλαπλή θραύση τους σε μόνιμη εγκατάσταση.

Η κοκκομετρική διαβάθμιση του υλικού πρέπει να ανταποκρίνεται στα καθοριζόμενα από τη σχετική πρότυπη τεχνική προδιαγραφή έργων οδοποιίας.

2) Κατασκευή του οδοστρώματος.

Μετά την κατασκευή της επιφάνειας εδράσεως αρχίζει η κατασκευή του υδατόπηκτου σκυρωτού.

Αρχικά διαστρώνονται τα σκύρα ομοιόμορφα και ομαλά. Η διάστρωση γίνεται με αυτοκινούμενους διανομείς σκύρων (finisher) και αρχίζει κατά μήκος του άξονα στις αμφικλινείς διατομές, ή από το ψηλότερο άκρο στις μονοκλινείς.

Το σκυρωτό κατασκευάζεται σε στρώσεις έτσι, ώστε το συμπυκνωμένο πάχος κάθε μιας να μην είναι μικρότερο από 6,5 cm και μεγαλύτερο από 10 cm.

Η επιφάνεια του υλικού που διαστρώθηκε ελέγχεται και οι ανωμαλίες διορθώνονται με πρόσθεση ή αφαίρεση υλικού.

Μετά τη διάστρωση σε μήκος όχι μεγαλύτερο από 150 m ακολουθεί ελαφρός ραντισμός των σκύρων με νερό. Ο ραντισμός έχει σκοπό να διευκολύνει τη μετακίνηση των σκύρων κατά τη συμπύκνωσή τους ώστε να αποφεύγεται η θραύση τους.

Αμέσως μετά εκτελείται εντατική κυλίνδρωση των σκύρων σε όλο το πάχος και πλάτος της στρώσεως.

Η κυλίνδρωση εκτελείται στην αρχή με οδοστρωτήρα 8 ως 10 τόννων δίτροχο ή τρίτροχο. Στη φάση αυτή συγχρόνως με τη συμπύκνωση εκτελείται συνεχής έλεγχος της επιφάνειας και διόρθωσή της από όπου απαιτείται, για να προκύψει τελικά επιφάνεια απαλλαγμένη από προεξοχές ή κοιλότητες.

Στη δεύτερη φάση εκτελείται εντατική κυλίνδρωση με οδοστρωτήρα με μεγαλύτερη συμπίεση.

Η κυλίνδρωση και στις δύο φάσεις γίνεται κατά μήκος του άξονα της οδού και από τα άκρα προς το μέσο, σύμφωνα με τα γνωστά.

Τέλος η κυλίνδρωση διακόπτεται, όταν επέλθει πλήρης πια εμπλοκή των σκύρων. Αυτό διαπιστώνεται, εκτός από τα άλλα, και από το ότι οι κύλινδροι του οδοστρωτήρα παύουν να αφήνουν ίχνη πάνω στη στρώση του σκυρωτού.

Μετά την κυλίνδρωση της στρώσεως του σκυρωτού διασταυρώνεται πάνω σ' αυτή ομοιόμορφα το σύντριμμα με διανομείς άμμου (άμμουδιέρες) και σε μικρό πάχος, ώστε στην άμεση κυλίνδρωση που ακολουθεί αυτό να απορροφάται εντελώς.

Σκοπός του συντρίμματος είναι το γέμισμα όλων των κενών που υπάρχουν μεταξύ των σκύρων.

Η διάστρωση συντρίμματος (ή άμμου) και η κυλίνδρωσή του επαναλαμβάνεται μέχρι να γεμίσουν εντελώς τα κενά.

Η απορρόφηση του συντρίμματος υποβοηθείται από τους κραδασμούς του οδοστρωτήρα και από χειροκίνητες ψήκτρες.

Το σύντριμμα που δεν απορροφάται απομακρύνεται από την έπιφάνεια του οδοστρώματος με τις ψήκτρες.

Αρέσως μετά το γέμισμα των κενών ενός τρήματος (όχι μεγαλύτερο από 150 m) καταβρέχεται τό σκυρωτό μέχρι **κορεσμού** και άκολουθει νέα κυλίνδρωση. Στό στάδιο αυτό προστίθεται τοπικά και νέα ποσότητα συντρίμματος.

Το «κατάβρεγμα» και η κυλίνδρωση συνεχίζονται, μέχρι να επιτευχθεί πλήρης συμπύκνωση (γι' αυτό ονομάζονται **υδατόπηκτα σκυρωτά**).

Εμπειρικά αυτό ελέγχεται, όταν ρίζομε ένα σκύρο στους κυλίνδρους του οδοστρωτήρα και δεν εισχωρήσει μέσα στο σκυρωτό, αλλά συντριβεί από τους κυλίνδρους.

Σε περίπτωση που εχομε περισσότερες στρώσεις επαναλαμβάνεται ακριβώς η παραπάνω εργασία.

Τέλος γίνεται διάστρωση συντρίμματος σε μικρό και ομοιόμορφο πάχος, το οποίο αποτελεί την επιφανειακή στρώση του οδοστρώματος.

12.6 Κυκλοφοριόπηκτα οδοστρώματα.

Τα κυκλοφοριόπηκτα οδοστρώματα άρχισαν να εφαρμόζονται στην Ελλάδα από το έτος 1951 με πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Το βασικό χαρακτηριστικό τους είναι ότι η συμπύκνωση του υλικού οδοστρωσίας δεν γίνεται με τη χρήση οδοστρωτήρα, αλλά αφήνεται στη δράση της κυκλοφορίας.

Ος υλικά οδοστρωσίας χρησιμοποιούνται αμμοχάλικα χειμάρρων και ορυχείων «μετά διαλογής» ή θραυστά υλικά, τα οποία πάντοτε υπάρχουν κοντά στο έργο. Οι στρώσεις δυνατόν να είναι μία ή περισσότερες.

Τα κυκλοφοριόπηκτα οδοστρώματα εφαρμόζονται κατά προτίμηση σε οδούς με μικρό μήκος και πλάτος και μάλιστα σε περιπτώσεις μικρής κυκλοφορίας.

Με τα οδοστρώματα αυτά επιτυγχάνεται η εξασφάλιση βατότητας με απλή, γρήγορη και κυρίως οικονομική κατασκευή.

1) Υλικά κατασκευής.

Το χρησιμοποιούμενο θραυστό ή φυσικό υλικό πρέπει να αποτελείται από σκληρά, υγιή και ανθεκτικά τεμάχια και να παρουσιάζει την κατάλληλη κοκκομετρική διαβάθμιση, σύμφωνα με την αντίστοιχη πρότυπη τεχνική προδιαγραφή.

2) Κατασκευή του οδοστρώματος.

Αρχικά γίνεται ο έλεγχος και η διαμόρφωση της επιφάνειας εδράσεως του οδοστρώματος.

Ακολουθεί η μεταφορά και διάστρωση του υλικού επάνω στην επιφάνεια που προετοιμάστηκε από διαμορφωτήρα (grader).

Μετά τη διάστρωση το οδόστρωμα διαβρέχεται ελαφρά και στη συνέχεια αναμιγνύεται σ' ολόκληρο το πάχος του με το διαμορφωτήρα.

Στη διάρκεια της αναμίξεως προστίθεται η αναγκαία ποσότητα νερού, μέχρι να αποκτήσει το υλικό υγρασία ίση με τη «βέλτιστη».

Μετά την τέλεια ανάμιξη το μίγμα διαστρώνεται σε στρώση με προγραμματισμένο πάχος. Το συμπυκνωμένο πάχος κάθε στρώσεως δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 10 cm.

Από την έτοιμη τώρα στρώση επιτρέπομε να περνούν τα οχήματα, γιατί να συμπιεσθεί τό υλικό που διαστρώθηκε και να εμφανισθούν τα ασθενή σημεία του οδοστρώματος.

Με το διαμορφωτήρα διορθώνομε σχολαστικά οποιεσδήποτε τοπικές ανωμαλίες εμφανίζονται ή μετατοπίσεις υλικού, οι οποίες δημιουργούνται από την κυκλοφορία, μέχρι να γίνει η επιφάνεια δύσιο το δυνατό λεία.

Μ' αυτό τον τρόπο στα σκυρωτά οδοστρώματα επιτυγχάνεται η ισορρόπηση των κόκκων του αργού υλικού και το γέμισμα των μεταξύ τους κενών, όχι με κυλίνδρωση αλλά με διαδοχικές μετατοπίσεις των κόκκων από την κυκλοφορία.

3) Συντήρηση.

Τα κυκλοφοριόπηκτα οδοστρώματα απαιτούν άμεση και συνεχή συντήρηση επειδή επηρεάζονται σοβαρά από τις καιρικές μεταβολές και την κυκλοφορία των οχημάτων.

Αυτό αποτελεί και την μεγάλη αδυναμία των οδοστρωμάτων αυτών.

Η εργασία συντηρήσεως συνίσταται στο γέμισμα των λάκκων ή στην αναμόχλευση και ανακατασκευή τμημάτων του οδοστρώματος, που έχουν φθαρεί με προσθήκη ή χωρίς νέου υλικού.

Το βάθος της αναμοχλεύσεως πρέπει να φθάνει 2 ως 3 φορές το μήκος του μεγαλύτερου κόκκου.

12.7 Ανακεφαλαίωση.

Η κατασκευή ενός οδοστρώματος έχει ως αντικειμενικό σκοπό:

a) Την ενίσχυση του φυσικού εδάφους, ώστε να ανθίσταται στη δράση της κυκλοφορίας και τη φθορά του χρόνου.

β) Τη διευκόλυνση της κινήσεως των οχημάτων με τη μείωση των τριβών και των κρούσεων.

Ένα οδόστρωμα αποτελείται γενικά:

a) Από την υπόβαση.

β) Την βάση και

γ) την στρώση κυκλοφορίας.

Η επιφάνεια του εδάφους, πάνω στο οποίο κατασκευάζεται ένα οδόστρωμα καλείται επιφάνεια εδράσεώς του.

Πριν αρχίσει η κατασκευή ενός οδοστρώματος, η επιφάνεια εδράσεώς του προετοιμάζεται (όταν απαιτείται) κατάλληλα, για να δεχθεί το οδόστρωμα.

Η προετοιμασία γενικά συνίσταται στην αύξηση της αντοχής της, τον έλεγχο της επιπεδότητάς της και την κανονική υψηλοτερίκη της θέση.

Αυτά επιτυγχάνονται με τη κατασκευή της ισοπεδωτικής στρώσεως.

Ανάλογα με τα υλικά και τον τρόπο κατασκευής τους τα οδοστρώματα διακρίνονται σε:

α) Οδοστρώματα με απλή σταθεροποίηση του εδάφους.

β) Λιθόστρωτα.

γ) Σκυρωτά.

δ) Κυκλοφοριόπηκτα.

ε) Ασφαλτικά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΤΡΙΤΟ

ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ ΕΡΓΑ

13.1 Ασφαλτικά υλικά.

Ως ασφαλτικά υλικά χαρακτηρίζονται η καθαρή άσφαλτος, τα παράγωγα από αυτήν ασφαλτικά διαλύματα και ασφαλτικά γαλακτώματα, καθώς και τα κάθε φύσεως αντιυδρόφιλα υλικά.

13.1.1 Άσφαλτος.

Η άσφαλτος γενικά παράγεται ή από τα προϊόντα του αργού πετρελαίου κατά την κλασματική απόσταξή τους ή προέρχεται από ασφαλτικά προϊόντα που βρίσκονται σε επιφανειακά κοιτάσματα.

Ειδικά η άσφαλτος που χρησιμοποιείται στην οδοστρωσία είναι το υπόλειμμα της αποστάξεως του αργού πετρελαίου.

Όταν ρυθμίσομε τη θερμοκρασία κατά την απόσταξη, παραμένουν στο υπόλειμμα λιγότερα ή περισσότερα ελαιώδη συστατικά και επομένως η άσφαλτος που προκύπτει είναι σκληρή ή μαλακή αντιστοίχως. Έτσι έχομε διάφορους τύπους ασφάλτου.

Κάθε τύπος χαρακτηρίζεται από τό βάθος, στο οποίο διεισδύει πρότυπη βελόνα μέσα στη μάζα της ασφάλτου και με πίεση βάρους 100 g, το οποίο ενεργεί κάθετα σε χρόνο 5 sec και σε θερμοκρασία 25°C. Η διείσδυση μετρείται σε 0,1 mm..

Έχομε τύπους ασφάλτου 20/30, 40/50, 80/100, 180/200 κλπ. Ο τύπος π.χ. 80/100 σημαίνει ότι η βελόνα εισδύει μέσα στη μάζα της ασφάλτου του τύπου αυτού σε βάθος 8 ως 100 δέκατα του χιλιοστού, δηλαδή σε βάθος 8 ως 10 mm.

Τα ελληνικά διυλιστήρια Ασπροπύργου παράγουν δύο τύπους ασφάλτου οδοστρωσίας, τους 80/100 και 180/220.

Η άσφαλτος οδοστρωσίας πρέπει να είναι υλικό ομοιογενές και απαλλαγμένο από νερό.

Η πρότυπη τεχνική προδιαγραφή A 200/66 του Υπ. Δημ. Έργων περιγράφει τους διάφορους τύπους ασφάλτου οδοστρωσίας και τα απαιτούμενα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους.

Η άσφαλτος οδοστρωσίας επομένως πριν από την παραλαβή της πρέπει να ελέγχεται από το εργαστήριο του Υ.Δ.Ε., αν είναι σύμφωνη με τις απαιτήσεις των προδιαγραφών.

Ο έλεγχος γίνεται με δείγμα το οποίο στέλνεται στο Υ.Δ.Ε. και το οποίο πρέπει να αντιπροσωπεύει τη μέση κατάσταση της μάζας της ασφάλτου που πρέπει να ε-

λεγχθεί τοποθετείται μέσα σε μεταλλικό δοχείο που φράσσεται καλά και έχει χωρητικότητα 1 ως 2 kg.

Το δείγμα που στέλνεται στο εργαστήριο υπόκειται στις παρακάτω δοκιμές:

α) **Δοκιμή διεισδύσεως.** Με τη δοκιμή αυτή ελέγχεται η συνεκτικότητα της ασφάλτου.

β) **Δοκιμή σημείου μαλθώσεως.** Με αυτήν ελέγχεται το σημείο από το οποίο αρχίζει η ρευστοποίηση της ασφάλτου.

γ) **Δοκιμή ολκιμότητας.** Με αυτήν ελέγχεται η ελαστικότητα της ασφάλτου προς επιμήκυνση.

δ) **Δοκιμή διαλυτότητας.** Η πρακτική σημασία της δοκιμής αυτής είναι ο ποιοτικός έλεγχος της ασφάλτου από την άποψη της παρουσίας ανεπιθυμήτων ανοργάνων ή οργανικών υλών, δηλαδή για τυχόν νοθεία της ασφάλτου.

ε) **Δοκιμή απώλειας βάρους.** Η πρακτική σημασία της δοκιμής αυτής είναι η διαπίστωση της αντοχής της ασφάλτου σε πολύωρες εργοταξιακές θερμάνσεις, χωρίς σημαντική μεταβολή των βασικών χαρακτηριστικών της.

σ) **Δοκιμή τέφρας.** Η δοκιμή αυτή αποσκοπεί στο να διαπιστωθεί η ποιότητα της ασφάλτου από απόψεως ανοργάνων υλών.

ζ) **Δοκιμή σημείου αναφλέξεως.** Με αυτήν εξασφαλίζεται στο εργοτάξιο η θερμοκρασία θερμάνσεως της ασφάλτου, χωρίς κίνδυνο αναφλέξεως της.

η) **Δοκιμή υγρασίας.** Η άσφαλτος πρέπει να είναι απαλλαγμένη από νερό, για να μηνυπάρχει κίνδυνος υπερχειλίσεως της ασφάλτου λόγω αφρισμού κατά τη θέρμανσή της στο εργοτάξιο.

Η άσφαλτος οδοστρωσίας στις συνηθισμένες θερμοκρασίες είναι σώμα στερεό. Όταν θερμαίνεται στους 120°C ως 150°C γίνεται αρκετά ρευστή. Με τη μορφή αυτή κατά κανόνα, χρησιμοποιείται στην οδοστρωσία ή με το να διασκορπίζεται με ψεκασμό πάνω στην επιφάνεια του οδοστρώματος ή με το να διαστρώνεται πάνω στην επιφάνεια του οδοστρώματος ή τέλος με το να διαστρώνεται πάνω σ' αυτό σαν μίγμα με αδρανή υλικά.

Στις περιοχές που έχουν ψυχρό κλίμα χρησιμοποιείται συνήθως μαλακή άσφαλτος, ενώ στις περιοχές με θερμότερα κλίματα, σχετικά σκληρή.

Το είδος της ασφάλτου εξαρτάται επίσης πολλές φορές και από το είδος της κατασκευής.

Η άσφαλτος εκτός από την παραπάνω αυτούσια μορφή, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και με δύο άλλες βασικές μορφές: με τη μορφή των ασφαλτικών διαλυμάτων και με τη μορφή των ασφαλτικών γαλακτωμάτων.

13.1.2 Ασφαλτικά διαλύματα.

Τα ασφαλτικά διαλύματα είναι προϊόντα αναμίξεως συνήθων ασφάλτων οδοστρωσίας με ορισμένους διαλύτες, δηλαδή βενζίνη, φωτιστικό πετρέλαιο ή ακάθαρτο πετρέλαιο.

Ο διαλύτης έχει σκοπό να καταστήσει το ασφαλτικό υλικό χρησιμοποιήσιμο σε χαμηλές θερμοκρασίες.

Όταν το ασφαλτικό διάλυμα εκτεθεί στον ατμοσφαιρικό αέρα, ο διαλύτης εξατμίζεται. Έτσι η άσφαλτος παραμένει ως συνδετικό υλικό των κόκκων των αδρανών.

Ανάλογα με την πτητικότητα του διαλύτη, τα ασφαλτικά διαλύματα διακρίνονται σε **ταχείας εξατμίσεως** (Τ.Ε.), **μέσης** (Μ.Ε.) και **βραδείας εξατμίσεως** (Β.Ε.).

Σε μας χρησιμοποιούνται τα ασφαλτικά διαλύματα μέσης εξατμίσεως (διαλύτης φωτιστικό πετρέλαιο με άσφαλτο τύπου 80/100).

Κατά κανόνα προτιμάται η χρήση ετοίμων διαλυμάτων. Σε περίπτωση όμως που η προμήθειά τους δεν είναι δυνατή, μπορούν να παρασκευασθούν και στο εργοτάξιο, αρκεί να δοθεί η προσοχή για να αποφευχθεί η ανάφλεξή τους.

~~Για το λόγο αυτό πρέπει στο εργοτάξιο να διατίθενται όλα τα αναγκαία μέσα παρασκευασίας (πυροσβεστηρες αφρού, χώματος, άμμου κλπ.).~~

Η παράσκευή των ασφαλτικών διαλυμάτων στο εργοτάξιο γίνεται ως εξής:

Τήκεται η άσφαλτος μέσα σε λέβητες σε θερμοκρασία 140°C ως 160°C και ακολούθως αναρροφείται από το διανομέα με προκαθορισμένη αναλογία. Στη συνέχεια αναρροφείται αργά η αντίστοιχη ποσότητα φωτιστικού πετρελαίου. Το μίγμα που παρασκευάζεται αναταράσσεται συνεχώς μέχρι να σχηματίσθει ομοιογενές μίγμα μέσης εξατμίσεως.

Ανάλογα με τη σύνθεση και τη ρευστότητα, τα διαλύματα μέσης εξατμίσεως διακρίνονται σε 6 τύπους, δηλαδή ΜΕ-0, ΜΕ-1, ΜΕ-2, ΜΕ-3, ΜΕ-4 και ΜΕ-5.

Για την επιτυχή εφαρμογή στις ασφαλτικές κατασκευές χρησιμοποιούμε τον ανάλογο τύπο ασφαλτικού διαλύματος.

Η εκλογή του κατάλληλου τύπου εξαρτάται από το είδος της ασφαλτικής κατασκευής, τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής του έργου, τη θερμοκρασία και την υγρασία της ατμόσφαιρας, καθώς και από την καθαρότητα των αδρανών υλικών.

Ο τρόπος δειγματοληψίας και ο εργαστηριακός έλεγχος των ασφαλτικών διαλυμάτων στη συνέχεια γίνεται σύμφωνα με την Π.Τ.Π. A201/67 του Υπ. Δημ. Έργων.

13.1.3 Ασφαλτικά γαλακτώματα.

Τα ασφαλτικά γαλακτώματα αποτελούνται από άσφαλτο και νερό. Για να παρασκευάσομε το ασφαλτικό γαλάκτωμα θερμαίνομε το ασφαλτικό υλικό μέχρι να υγροποιηθεί (130°C ως 140°C) και στη συνέχεια το αναμιγνύομε με ζεστό νερό (60°C ως 70°C), μετά αναταράσσομε με δύναμη το μίγμα. Το ασφαλτικό υλικό αποτελείται από λεπτά σταγονίδια και γι' αυτό επιτυγχάνεται ομοιογενές υλικό.

Τα σταγονίδια όμως αυτά έχουν την τάση να ενώνονται μεταξύ τους και να διασπούν το γαλάκτωμα. Γ' αυτό είναι αναγκαία η χρησιμοποίηση ορισμένης ουσίας, για να γίνει το γαλάκτωμα σταθερότερο. Η ουσία αυτή καλείται **παράγοντας γαλακτώματος** και είναι συνήθως καυστική σόδα, νιτρικό οξύ, υδροχλωρικό οξύ κλπ.

Ο παράγοντας γαλακτώσεως σχηματίζει προστατευτικό υμένα γύρω από τα σταγονίδια της ασφάλτου και το φορτίζει ηλεκτρικά ομόσημα, ώστε να απωθούνται αμοιβαίως.

Όταν το γαλάκτωμα έλθει σε επαφή με τα αδρανή του οδοιστρώματος, το νερό απορροφάται ή εξατμίζεται και τα σταγονίδια της ασφάλτου αφού συνενωθούν, δημιουργούν την απαιτούμενη συγκολλητική ύλη των αδρανών υλικών.

Τα ασφαλτικά γαλακτώματα παρουσιάζουν τα εξής βασικά πλεονεκτήματα:

- α) Δεν φλέγονται.
- β) Στη συνήθισμένη θερμοκρασία είναι ρευστά και επομένως εύχρηστα.
- γ) Μπορούν να χρησιμοποιηθούν και με υγρά αδρανή υλικά.

Τα γαλακτώματα διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τα **αλκαλικά** (ανιονικά) και τα **όξινα** (κατιονικά), ανάλογα με το αν τα σταγονίδια της ασφάλτου είναι φορτισμένα με αρνητικό ή θετικό αντίστοιχα ηλεκτρισμό. Αυτό βεβαίως εξαρτάται από τον **παράγοντα γαλακτώσεως** που χρησιμοποιείται. Για την παραγωγή αλκαλικών γαλακτωμάτων χρησιμοποιούμε ως παράγοντα γαλακτώσεως καυστική σόδα, ενώ για την παραγωγή οξίνων γαλακτωμάτων χρησιμοποιούμε το νιτρικό ή το υδροχλωρικό οξύ. Η σπουδαιότερη διαφορά μεταξύ τους είναι η διαφορετική πρόσφυση (ικανότητα προσκολλήσεως), που παρουσιάζουν στα διάφορα πετρώματα.

Έτσι τα αλκαλικά λόγω της αρνητικής φορτίσεως των σταγονιδίων της ασφάλτου παρουσιάζουν μεγαλύτερη πρόσφυση στα ασβεστολιθικά αδρανή υλικά, τα οποία όταν είναι υγρά έχουν αρνητική φόρτιση (ως ομώνυμα απωθούνται).

Όμοια, τα οξινά γαλακτώματα, λόγω της θετικής φορτίσεως των σταγονιδίων προσφύνονται καλύτερα πάνω στα ετερώνυμα προς αυτά φορτισμένα πετρώματα, δηλαδή στα πυριτικά ή χαλαζιακά.

— Τα οξινά όμως γαλακτώματα παρουσιάζουν επιπροσθέτως τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

α) Προσφύνονται και σε πετρώματα (ασβεστολιθικά υδρόφυλα υλικά) που είναι ομώνυμα φορτισμένα με αυτά.

β) Παρουσιάζουν μεγάλη πρόσφυση ακόμη και σε πολύ μεγάλο ποσοστό υγρασίας.

γ) Αντέχουν περισσότερο στο ψύχος και στην αποθήκευση.

δ) Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μικτά πετρώματα.

ε) Χρησιμοποιούνται για τη σταθεροποίηση εδαφών.

— Αν διαταράξομε την ισορροπία ενός γαλακτώματος πέρα από ένα ορισμένο όριο, τότε συσσωματώνονται τα σωματίδια της ασφάλτου και διαχωρίζεται η ασφαλτος από το νερό. Το φαινόμενο αυτό καλείται **διάσπαση του γαλακτώματος**.

Η διάσπαση του γαλακτώματος συμβαίνει ακόμη:

α) Όταν εξατμισθεί και απορροφηθεί το νερό του γαλακτώματος.

β) Όταν επιδράσει ηλεκτρολύτης.

γ) Όταν ψύξομε το γαλάκτωμα σε θερμοκρασία μικρότερη από την πήξη του νερού.

δ) Αν αναμίξομε δύο αντίθετα φορτισμένα γαλακτώματα.

— Τα αλκαλικά (ανιονικά) γαλακτώματα διακρίνονται σε τρεις βασικές κατηγορίες:

α) Ταχείας διασπάσεως (τύποι: ΑΕ - 1, ΑΕ - 2).

β) Μέσης ταχύτητας διασπάσεως (τύποι: ΑΕ - 3, ΑΕ - 4).

γ) Βραδείας διασπάσεως (τύπος: ΑΕ - 5).

— Τα οξινά (κατιονικά) γαλακτώματα διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

α) Ταχείας διασπάσεως (τύποι: ΚΕ - 1, ΚΕ - 2).

β) Μέσης ταχύτητας διασπάσεως (τύποι: KE - 3, KE - 4, KE - 5).

Η δειγματοληψία και ο εργαστηριακός έλεγχος των ασφαλτικών γαλακτωμάτων γίνεται σύμφωνα με την αντίστοιχη πρότυπη τεχνική προδιαγραφή (Π.Τ.Π.) του Υπ. Δημ. Έργων.

Βελτίωση της προσφύσεως με αντιυδρόφιλα υλικά γίνεται στα εξής ασφαλτικά συνδετικά:

- α) Σε διάφορους τύπους καθαρής ασφάλτου.
- β) Σε ασφαλτικά διαλύματα εκτός αν αυτά χρησιμοποιούνται για ασφαλτικές επαλείψεις, όπου το μεγάλο ποσοστό διαλύτη δεν επιτρέπει την καλή πρόσφυση.

Η τυχόν υδροφιλία που εμφανίζεται στα ασφαλτικά γαλακτώματα αντιμετωπίζεται όχι με την προσθήκη αντιυδρόφιλου υλικού, αλλά με τη χρησιμοποίηση άλλου κατάλληλου ασφαλτικού γαλακτώματος δξινου ή αλκαλικού.

13.1.4 Αντιυδρόφιλα υλικά.

Τα κατάλληλα ασφαλτικά υλικά πρέπει να προσφύνονται καλά πάνω στα αδρανή. Από το βαθμό προσφύσεώς τους εξαρτάται η επιτυχία ή η αποτυχία των ασφαλτικών εργασιών.

Επομένως το ασφαλτικό και το αδρανές υλικό που προορίζονται για την κατασκευή ενός οδοστρώματος υπόκεινται στη δοκιμή προσφύσεως.

Η δοκιμή αυτή γίνεται στο εργαστήριο του Υ.Δ.Ε. και σύμφωνα με την Π.Τ.Π. A206/66.

Σύμφωνα με αυτήν, κάτω από ορισμένες συνθήκες, το αδρανές επικαλύπτεται με ασφαλτικό συνδετικό (καθαρή άσφαλτος ή ασφαλτικό διάλυμα) και ακολούθως εμβαπτίζεται μέσα σε νερό για ορισμένο χρονικό διάστημα. Στο τέλος της περιόδου εμβαπτίσεως εκτιμάται με το μάτι η επικαλυμμένη με ασφαλτικό επιφάνεια του αδρανούς, η οποία παραμένει. Αν η επικάλυψη που παρατηρήθηκε είναι μεγαλύτερη από 95%, λέμε ότι το υλικό δεν παρουσιάζει **υδροφιλία** και επομένως δεν απαιτείται βελτίωση τής προσφύσεως. Στην αντίθετη περίπτωση, δηλαδή αν η επικάλυψη είναι κάτω από 95%, η πρόσφυση δεν είναι ικανοποιητική.

Για να αυξηθεί ο βαθμός προσφύσεως, χρησιμοποιούνται χημικά παρασκευάσματα, τα οποία ονομάζονται **αντιυδρόφιλα υλικά ή βελτιωτικά προσφύσεως**.

Τα αντιυδρόφιλα υλικά είναι ουσιαστικά «παράγοντες γαλακτώσεως» τα οποία όταν επιδρούν έχουν σαν αποτέλεσμα την απομάκρυνση του νερού από την επιφάνεια των αδρανών και επομένως την αύξηση της προσφύσεως του ασφαλτικού υλικού πάνω σ' αυτά.

Προστίθενται στο ασφαλτικό που είναι για χρήση και που έχει ρευστοποιηθεί σε ποσοστό από 0,50 ως 1,50% κατά βάρος και αναμιγνύονται καλά για να σχηματισθεί το ομοιογενές μίγμα.

Το ποσοστό που απαιτείται καθορίζεται με δοκιμές.

Η προμήθεια του κατάλληλου αντιυδρόφιλου υλικού γίνεται από το εμπόριο. Γενικά στο εμπόριο υπάρχουν πολλά αντιυδρόφιλα παρασκευάσματα με διαφορετικό όνομα και διαφορετική δραστικότητα το κάθε ένα.

13.2 Ασφαλτικές εργασίες.

Οι ασφαλτικές εργασίες μπορούν να καταχθούν σε 4 βασικές κατηγορίες:

Οι ασφαλτικές εργασίες μπορούν να καταχθούν σε 4 βασικές κατηγορίες:

- α) Τις ασφαλτικές επαλείψεις.
- β) Τις ελαφρές ασφαλτικές στρώσεις με εμποτισμό.
- γ) Τις ασφαλτικές στρώσεις με ασφαλτόμιγμα.
- δ) Τις ασφαλτικές στρώσεις με ασφαλτικό σκυρόδεμα.

1) Σύγκριση της διατομής με τη συμβατική και επούλωση των φθορών που τυχόν υπάρχουν.

2) Έλεγχος των αδρανών και ασφαλτικών υλικών, που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν, ώστε να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις της αντίστοιχης Π.Τ.Π.

3) Καθαρισμός της επιφάνειας του οδοστρώματος για να απομακρυνθεί η σκόνη ή άλλες ξένες ύλες.

4) Έλεγχος των καταλλήλων καιρικών συνθηκών (θερμοκρασίας και υγρασίας).

13.2.1 Ασφαλτικές επαλείψεις.

Ως ασφαλτική επάλειψη χαρακτηρίζεται η διάχυση ασφαλτικού υλικού πάνω στην επιφάνεια του οδοστρώματος και η διάστρωση και η κυλίνδρωση στη συνέχεια ψηφίδων ή άμμου πάνω σ' αυτήν.

Η ασφαλτική επάλειψη εκτελείται πάντοτε πάνω σε έτοιμες βάσεις οδοστρωμάτων για να στεγανοποιηθεί και σταθεροποιηθεί η επιφάνειά τους.

Διακρίνομε την άπλη ασφαλτική επάλειψη και τη διπλή.

1) Άπλη ασφαλτική επάλειψη.

Αυτή εκτελείται κατά κανόνα πάνω σε παλιές και φθαρμένες ασφαλτικές επιφάνειες για τη συντήρησή τους.

Το ασφαλτικό υλικό που χρησιμοποιείται είναι:

- α) Ασφαλτικό γαλάκτωμα τύπου ΑΕ - 1, ΑΕ - 2, ΑΕ - 3, ΚΕ - 1 και ΚΕ - 2.
- β) Ασφαλτικό διάλυμα τύπου ΜΕ - 5.
- γ) Καθαρή άσφαλτος τύπου 80/100 ή 180/200.

Η ποσότητα που αναλογεί και η θερμοκρασία που απαιτείται για κάθε ένα από αυτά καθορίζονται από τήν Π.Τ.Π. A222 του Υπ. Δημ. Έργων.

Το χρησιμοποιούμενο αργό υλικό πρέπει να είναι λεπτόκοκκο, καθαρό, ομοιόμορφο, σκληρό και απαλλαγμένο από πλακοειδή ή επιμήκη τεμάχια, καθώς και από παιπάλη. Πρέπει ακόμα να παρουσιάζει μεγάλη πρόσφυση με το χρησιμοποιούμενο ασφαλτικό υλικό, διαφορετικά προστίθεται αντιυδρόφιλο υλικό.

Το χρησιμοποιούμενο αργό υλικό υπόκειται σε διάφορες εργαστηριακές δοκιμασίες, όσον αφορά τη σύνθεση, τη φθορά κατά την τριβή και κρούση, τη σκληρότητα κλπ. σύμφωνα με την Π.Τ.Π. A222/66.

Μετά τις βασικές προκαταρκτικές εργασίες, δηλαδή επούλωση των φθορών, διαμόρφωση και συμπύκνωση της παλαιάς ασφαλτικής επιφάνειας κλπ., ακολουθεί σχολαστικός καθαρισμός της επιφάνειας που πρόκειται να επαλειφθεί.

Ο καθαρισμός γίνεται με μηχανικό ή άλλο σάρωθρο με σκοπό την απομάκρυνση εντελώς της σκόνης, χαλαρού υλικού και γενικά ξένων υλών, που εμποδίζουν την καλή πρόσφυση του ασφαλτικού υλικού.

Υστερα ακολουθεί η κυρίως εργασία της επαλείψεως όπως παρακάτω:

α) Διαχέεται το ασφαλτικό υλικό (διάλυμα, γαλάκτωμα ή καθαρή άσφαλτος σε ποσότητα 1,1 ή 1,2 ή 1 kg/m² αντιστοίχως).

Η διάχυση (ψέκαση) γίνεται κάτω από πίεση με το διανομέα ασφάλτου.

β) Διαστρώνεται το σύντριμμα σε ποσότητα 10 ως 15 kg/m².

Η διάστρωση δεν πρέπει να γίνεται με τα χέρια, αλλά με μηχανοκίνητο διανομέα αργού υλικού.

γ) Κυλινδρώνεται ελαφρά το σύντριμμα που έχει διαστρωθεί.

δ) Ισοπεδώνεται με το ελκόμενο σάρωθρο.

ε) Κυλινδρώνεται, τέλος περισσότερο η επιφάνεια και συγχρόνως αποφεύγεται η θραύση των κόκκων.

Η κυλίνδρωση γίνεται με βάση τους γενικούς κανόνες καλής κυλινδρώσεως, σύμφωνα με τα γνωστά.

2) Διπλή ασφαλτική επάλειψη.

Αυτή εκτελείται κατά κανόνα πάνω σε καινούργιες βάσεις οδοστρωμάτων.

Το χρησιμοποιούμενο ασφαλτικό υλικό μπορεί να είναι:

α) Ασφαλτικό διάλυμα τύπου ΜΕ - 0, ΜΕ - 1, ΜΕ - 5.

β) Ασφαλτικό γαλάκτωμα τύπου ΑΕ - 1, ΑΕ - 2, ΑΕ - 3, ΚΕ - 1, ΚΕ - 2, ΚΕ - 5.

γ) Καθαρή άσφαλτος τύπου 80/100 ή 180-/220.

Η ποσότητα που αναλογεί καθώς και η θερμοκρασία που απαιτείται για το κάθε ένα από αυτά καθορίζεται από την Π.Τ.Π. A226/66 του Υ.Δ.Ε.

Το χρησιμοποιούμενο αργό υλικό είναι ανάλογο, σε φυσικά χαρακτηριστικά, με το χρησιμοποιούμενο στις άλλες επαλείψεις, δοκιμάζεται και ελέγχεται σύμφωνα με την παραπάνω πρότυπη προδιαγραφή.

Μετά τις βασικές προκαταρκτικές εργασίες, δηλαδή μετά την επούλωση των φθορών, τη διαμόρφωση και συμπύκνωση της επιφάνειας της βάσεως κλπ., ακολουθεί σχολαστικός καθαρισμός της επιφάνειας που θα επαλειφθεί.

Ο καθαρισμός γίνεται με μηχανικά ή ελκόμενα σάρωθρα ή άλλα συναφή μέσα.

Υστερα ακολουθεί η κυρίως εργασία της διπλής επαλείψεως, όπως παρακάτω:

α) Διαχέεται ασφαλτικό γαλάκτωμα ή διάλυμα σε ποσότητα 1,2 ως 1,7 ή 1,0 ως 1,50 kg/m² αντιστοίχως το οποίο αποτελεί την καλούμενη **προεπάλειψη**.

β) Διαχέεται πάλι ασφαλτικό γαλάκτωμα ή διάλυμα σε ποσότητα 0,50 ως 0,60 kg/m², το οποίο αποτελεί την καλούμενη **συγκολλητική επάλειψη**.

γ) Διαστρώνεται αργό υλικό σε ποσότητα 0,0082 m³/m² επιφάνειας. Η διάστρωση γίνεται μετά την απορρόφηση, όχι όμως και μετά την ξήρανση του ασφαλτικού υλικού.

δ) Ισοπεδώνεται το αργό υλικό με ελκόμενο σάρωθρο.

ε) Κυλινδρώνεται η ελαφρά επιφάνεια.

στ) Διαχέεται νέο ασφαλτικό γαλάκτωμα ή διάλυμα σε ποσότητα 1,2 ή 1,0 kg/m² αντιστοίχως.

ζ) Διαστρώνεται αργό υλικό σε ποσότητα 0,0054 m³/m² επιφάνειας.

η) Ισοπεδώνεται το αργό υλικό με ελκόμενο σάρωθρο.

θ) Κυλινδρώνεται, τέλος η επιφάνεια περισσότερο και συγχρόνως αποφεύγεται η θραύση των κόκκων.

Η εργασία των διαδοχικών διαχύσεων ασφαλτικού υλικού πρέπει να γίνεται με διανομέα ασφάλτου.

Πριν αρχίσει η διάχυση δοκιμάζεται η καλή λειτουργία των κρουνών του διανομέα για να αποφευχθεί η έμφραξή τους κατά τη διάρκεια της εργασίας.

Πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή όταν διαχέεται το ασφαλτικό υλικό, για να αποφεύγονται οι διπλές επικαλύψεις και η δημιουργία των καλουμένων **σαμαριών**.

Αν δεν είναι δυνατή η τέλεια διακοπή της κυκλοφορίας, η εργασία των διαδοχικών διαχύσεων θα εκτελείται στο μισό πλάτος του οδοστρώματος της οδού.

Αυτό γίνεται για να αποφευχθεί η αποκόλληση του ασφαλτικού υλικού από τα ελαστικά επίσωτρα των αυτοκινήτων.

13.2.2 Ελαφρές ασφαλτικές στρώσεις με εμποτισμό.

Βασικό χαρακτηριστικό των ελαφρών ασφαλτικών στρώσεων με εμποτισμό είναι η διάστρωση πάνω στα οδοστρώματα λεπτόκοκκου αδρανούς υλικού και ο εμπλουτισμός του στη συνέχεια με κατάλληλο ασφαλτικό υλικό.

Ενώ δηλαδή στις επαλείψεις πρώτα διαχέεται το ασφαλτικό υλικό και αμέσως ακολουθεί η διάστρωση του αδρανούς υλικού πάνω σ' αυτό, στις στρώσεις με εμπλουτισμό γίνεται το αντίθετο.

Όπως και στις επαλείψεις, έτσι και εδώ οι στρώσεις εκτελούνται πάνω σε κατασκευασμένη και προετοιμασμένη βάση οδοστρώματος.

Η κατασκευή και η προετοιμασία της βάσεως γίνεται σύμφωνα με τα γνωστά.

Όπως και στη διπλή επάλειψη έτσι και εδώ γίνεται αρχικά μια προεπάλειψη της βάσεως του οδοστρώματος, δηλαδή διάχυση ασφαλτικού διάλυματος ή γαλακτώματος σε ποσότητα 1,00 ως 1,50 ή 1,20 ως 1,70 kg/m² αντιστοίχως.

Μετά τη ρόφηση ή ξήρανση του ασφαλτικού υλικού ακολουθούν οι ελαφρές ασφαλτικές στρώσεις (τρεις, τέσσερεις ή και περισσότερες).

Ως αργό υλικό για όλες τις στρώσεις χρησιμοποιείται λεπτόκοκκο υλικό (σύντριμμα) διαφόρων διαβαθμίσεων και ως ασφαλτικό υλικό διάλυμα ή γαλάκτωμα διαφόρων τύπων.

Οι ποσότητες, ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας τόσο του αργού όσο και του ασφαλτικού υλικού καθορίζονται με τις αντίστοιχες πρότυπες τεχνικές προδιαγραφές του Υ.Δ.Ε.

Ανάλογα τώρα με τη χρησιμοποιούμενη ποσότητα του αργού υλικού και με ταν τρόπο κατασκευής διακρίνομε τις παρακάτω περιπτώσεις:

1) Ελαφρή ασφαλτική στρώση με εμποτισμό και χρήση 25 kg αργού υλικού ανά m² (Π.Τ.Π.Α236/66).

Οι κατάλληλο ασφαλτικό υλικό χρησιμοποιείται ασφαλτικό διάλυμα των τύπων ΜΕ - 0, ΜΕ - 1, ΜΕ - 5 ή ασφαλτικό γαλάκτωμα των τύπων ΑΕ - 1, ΑΕ - 2, ΑΕ - 3.

Μετά την εκτέλεση των προκαταρκτικών εργασιών και τον καθαρισμό της επιφάνειας του οδοστρώματος, εκτελείται η **προεπάλειψη**.

Αφού γίνει η ρόφηση και η ξήρανση του ασφαλτικού υλικού ακολουθούν οι ασφαλτικές στρώσεις, όπως παρακάτω:

α) Διαστρώνεται αργό υλικό, σε αναλογία 18,12 kg/m² πάνω στην επιφάνεια στην οποία έγινε η προεπάλειψη.

β) Ψεκάζεται ασφαλτικό διάλυμα ή γαλάκτωμα πάνω στο υλικό που διαστρώθηκε σε ποσότητα 1,32 ή 1,60 kg/m² αντιστοίχως.

γ) Αναμιγνύονται τα παραπάνω υλικά με διαμορφωτήρα και ισοπεδώνεται το μίγμα με ελκόμενο σάρωθρο. Τέλος κυλινδρώνεται ελαφρά.

δ) Διαστρώνεται νέα ποσότητα αργού υλικού σε αναλογία 3,62 kg/m² και ακολουθεί η πλήρης κυλίνδρωσή του. Η πρώτη στρώση που κατασκευάσθηκε αφήνεται 48 ώρες τουλάχιστον για να συσσωματωθεί πλήρως το μίγμα.

ε) Καθαρίζεται η έπιφάνεια από κάθε υλικό που δεν επικολλήθηκε.

στ) Ψεκάζεται νέο ασφαλτικό διάλυμα ή γαλάκτωμα σε αναλογία 0,76 ή 0,90 kg/m² αντιστοίχως.

ζ) Διαστρώνεται αμέσως αργό υλικό σε αναλογία 3,17 kg/m² και ακολουθεί ισοπέδωση και τελική κυλίνδρωση.

Μετά την κυλίνδρωση τα άκρα της ασφαλτικής επιστρώσεως πρέπει να κόβονται κατακόρυφα στο προβλεπόμενο πλάτος.

2) Ελαφρή ασφαλτική στρώση με εμποτισμό και χρήση ασφαλτικου γαλακτώματος (Π.Τ.Π.Α231/66).

Ως κατάλληλο ασφαλτικό υλικό χρησιμοποιείται ασφαλτικό γαλάκτωμα των τύπων ΑΕ - 1, ΑΕ - 2, ΑΕ - 3, ΚΕ - 1, ΚΕ - 2.

Μετά την εκτέλεση των προκαταρκτικών εργασιών και τον καθαρισμό της έπιφάνειας του οδοστρώματος εκτελείται η καλούμενη **προεπάλειψη**.

Αφου γίνει η ρόφηση και ξήρανση του ασφαλτικού υλικού ακολουθούν οι ασφαλτικές στρώσεις όπως παρακάτω:

α) Διαστρώνεται αργό υλικό, πάνω στην έπιφάνεια στην οποία έγινε η προεπάλειψη σε αναλογία 25 kg/m², ισοπεδώνεται με ελκόμενα σάρωθρα και κυλινδρώνεται πλήρως.

β) Διαχέεται ασφαλτικό γαλάκτωμα σε αναλογία 1,15 kg/m².

γ) Διαστρώνεται αμέσως νέα ποσότητα αργού υλικού σε αναλογία 7 kg/m², το οποίον ισοπεδώνεται πάλι όπως παραπάνω και κυλινδρώνεται πλήρως.

δ) Διαχέεται νέα ποσότητα ασφαλτικού γαλακτώματος σε αναλογία 1,50 kg/m².

ε) Διαστρώνεται νέα ποσότητα αργού υλικού σε αναλογία 4,50 kg/m² το οποίο ισοπεδώνεται με ελκόμενα σάρωθρα και κυλινδρώνεται πλήρως.

στ) Αφήνεται μετά η έπιφάνεια να αποξηρανθεί για 48 ώρες τουλάχιστον.

ζ) Διαχέεται ασφαλτικό γαλάκτωμα σε αναλογία 0,75 kg/m².

η) Διαστρώνεται αργό υλικό σε αναλογία 2,20 kg/m².

Πριν διαχυθεί κάθε φορά νέο ασφαλτικό γαλάκτωμα επιβάλλεται, η έπιφάνεια να καθαρίζεται καλά από κάθε υλικό που δεν επικολλήθηκε ή από κάθε ξένο υλικό.

3) Ελαφρή ασφαλτική στρώση με εμποτισμό και χρήση 40 kg αργού υλικού ανά m² (Π.Τ.Π. 233).

Η κατασκευή αυτή χρησιμοποιείται και για νέες οδούς αλλά και για τη συντήρηση παλαιών ασφαλτικών έπιφανειών.

Ως κατάλληλο ασφαλτικό υλικό χρησιμοποιείται ασφαλτικό διάλυμα τύπου ΜΕ - 5 ή ασφαλτικό γαλάκτωμα των τύπων ΑΕ - 1, ΑΕ - 2, ΑΕ - 3, ΚΕ - 1, ΚΕ - 2.

Μετά την εκτέλεση των προκαταρκτικών εργασιών και τον καθαρισμό της έπι-

φάνειας του οδοστρώματος σύμφωνα με τα γνωστά, εκτελείται στην αρχή η λεγόμενη **συγκολλητική** επάλειψη.

Αυτή γίνεται διαχέοντας ασφαλτικό διάλυμα ή γαλάκτωμα σε αναλογία 0,40 ως 0,60 kg/m² και στη συνέχεια με διάστρωση, ισοπέδωση και κυλίνδρωση αργού υλικού.

Η διάστρωση του αργού υλικού γίνεται πριν ξεραθεί το ασφαλτικό διάλυμα ή το γαλάκτωμα που διαχύθηκε και σε αναλογία 32 kg/m².

Μετά την κατασκευή της συγκολλητικής επάλειψης αρχίζει η εργασία κατασκευής των στρώσεων, η οποία εξαρτάται από το είδος ασφαλτικού υλικού που χρησιμοποιείται.

Σε περίπτωση πχ. χρησιμοποιήσεως ασφαλτικού διαλύματος, μετά τη συγκολλητική επάλειψη ακολουθούν οι παρακάτω εργασίες:

α) Διαχέεται ασφαλτικό διάλυμα σε αναλογία 1,00 ως 1,20 kg/m² και το μίγμα ασφαλτικού και αργού υλικού που δημιουργείται πάνω στο οδόστρωμα αναμιγνύεται καλά με το διαμορφωτήρα, διαστρώνεται ομοιόμορφα και κυλινδρώνεται ελαφρά.

β) Διαστρώνεται αμέσως νέο αργό υλικό, σε αναλογία 4 kg/m², το οποίο ισοπεδώνεται και κυλινδρώνεται εντελώς.

γ) Αφήνεται η επιφάνεια να ξεραθεί τουλάχιστον 48 ώρες.

δ) Διαχέεται νέο ασφαλτικό διάλυμα σε αναλογία 0,80 ως 1,00 kg/m².

ε) Διαστρώνεται ευθύς αμέσως αδρανές υλικό σε αναλογία 4 kg/m², το δε μίγμα αναμιγνύεται καλά, διαστρώνεται ομοιόμορφα και κυλινδρώνεται ελαφρά.

στ) Επακολουθεί σάρωμα με ελκόμενο σάρωθρο και εντατική κυλίνδρωση.

Σε περίπτωση χρησιμοποίησεως ασφαλτικού γαλακτώματος μετά τη συγκολλητική επάλειψη ακολουθούν οι παρακάτω εργασίες:

α) Διαχέεται ασφαλτικό γαλάκτωμα σε αναλογία 0,40 ως 0,60 kg/m².

β) Διαστρώνεται ευθύς αμέσως αργό υλικό σε αναλογία 1,40 ως 1,60 kg/m² και κυλινδρώνεται στην αρχή ελαφρά και στη συνέχεια εντατικά.

γ) Διαχέεται νέο ασφαλτικό γαλάκτωμα σε αναλογία 1,00 ως 1,20 kg/m².

δ) Διαστρώνεται αργό υλικό σε αναλογία 4 kg/m², το οποίο κυλινδρώνεται ελαφρά.

ε) Επακολουθεί σάρωμα με ελκόμενο σάρωθρο και εντατική κυλίνδρωση.

13.2.3 Ασφαλτικές στρώσεις με ασφαλτόμιγμα.

Το γενικό χαρακτηριστικό των ασφαλτικών στρώσεων είναι ότι κατασκευάζονται με προκατασκευασμένο μίγμα από ασφαλτικό και αδρανές υλικό.

Το μίγμα αυτό που ονομάζεται **ασφαλτόμιγμα**, παρασκευάζεται πάντοτε με ζέσταμα αναμιγνύοντας αδρανή υλικά με ασφαλτικό συνδετικό.

Ως ασφαλτικό συνδετικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί καθαρή άσφαλτος, ασφαλτικό διάλυμα ή ακόμη και ασφαλτικό γαλάκτωμα.

Ανάλογα με τον τρόπο αναμίξεως τα ασφαλτομίγματα διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

α) Αυτά που παρασκευάζονται με την ανάμιξη των υλικών πάνω στην οδό.

β) Αυτά που παρασκευάζονται με την ανάμιξη των υλικών σε μόνιμες εγκαταστάσεις.

Ανάλογα με την κοκκομετρική διαβάθμιση των χρησιμοποιουμένων αδρανών υλικών και του ποσοστού του ασφαλτικού συνδετικού, τα ασφαλτομίγματα διακρίνονται βασικά σε δύο πάλι κατηγορίες:

- α) Τα ασφαλτομίγματα ανοικτής συνθέσεως.
- β) Τα ασφαλτομίγματα πυκνής συνθέσεως.

Τα ασφαλτομίγματα χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των παραπάνω στρώσεων ενός οδοστρώματος.

Η διάστρωσή τους γίνεται κατά κανόνα πάνω σε επιφάνεια, η οποία έχει προεπαλειφθεί.

1) Ασφαλτική στρώση με ανάμιξη των υλικών πάνω στην οδό.

Η ανάμιξη των δύο υλικών γίνεται πάνω στην οδό από κινούμενο κατά μήκος της ασφαλτικό αναμικτήρα.

Ως κατάλληλο ασφαλτικό υλικό χρησιμοποιείται το ασφαλτικό διάλυμα μέσης εξατμίσεως τύπου ME - 2, ME - 3 ή ME - 4.

Το χρησιμοποιούμενο αργό υλικό πρέπει να προέρχεται από λίθους ή χαλίκια, ύστερα από πολλαπλή θραύση ή και από αμμοχάλικο ορυχείων, ποταμών κλπ., αυτούσιο ή αφού προηγουμένως κοσκινισθεί.

Η κοκκομετρική διαβάθμιση του υλικού πρέπει να ανταποκρίνεται στην αντίστοιχη πρότυπη προδιαγραφή.

Μετά την εκτέλεση των προκαταρκτικών εργασιών κλπ., γίνεται η προεπάλειψη της επιφάνειας εδράσεως της ασφαλτικής στρώσεως.

Η κατασκευή της στρώσεως γίνεται ως ακολούθως:

α) Μεταφέρεται το αδρανές υλικό πάνω στην οδό και τοποθετείται κατά μήκος της μιας πλευράς της, μορφούμενο σε «σειράδιο».

β) Ελέγχεται η υγρασία που περιέχει το αδρανές υλικό, ώστε να είναι μικρότερη από 2% από το βάρος του ξηρού υλικού. Σε περίπτωση που η υγρασία είναι μεγαλύτερη από 2%, επιβάλλεται η αναμόχλευση και ο αερισμός του υλικού.

γ) Αναμιγνύεται το αργό με το ασφαλτικό υλικό με τον αυτοκινούμενο αναμικτήρα.

Για να είναι η ανάμιξη τέλεια πρέπει η εισαγωγή του ασφαλτικού υλικού, ο χρόνος αναμίξεως και η ταχύτητα του αναμικτήρα να είναι κανονικά.

Η θερμοκρασία αναμίξεως κυμαίνεται από 40°C ως 107°C ανάλογα με τον τύπο του διαλύματος.

δ) Διαστρώνεται το μίγμα, μετατοπίζεται και αναμόχλεύεται πολλές φορές με το διαμορφωτήρα προς αερισμό και απομάκρυνση των πητητικών ελαίων, που περιέχονται στο ασφαλτικό υλικό.

Η εργασία αυτή συνεχίζεται πολλές μέρες μέχρι να απαλλαγεί το μίγμα από το μεγαλύτερο ποσοστό πητητικών ελαίων.

ε) Γίνεται, τέλος, διάστρωση του μίγματος και ελαφρή κυλίνδρωσή τους.

Με τον ίδιο, όπως παραπάνω τρόπο γίνονται όλες οι προβλεπόμενες στρώσεις.

στ) Όταν διαστρωθούν όλες οι στρώσεις, το μίγμα κυλινδρώνεται εντατικά, σύμφωνα με τα γνωστά.

2) Ασφαλτική στρώση με ασφαλτικό σκυρωτό, το οποίο παρασκευάζεται σε μόνιμη εγκατάσταση.

Ως κατάλληλο ασφαλτικό υλικό χρησιμοποιείται η καθαρή άσφαλτος των τύπων 80/100, 120/150, 180/220.

Τα χρησιμοποιούμενα αδρανή υλικά πρέπει να προέρχονται από τη θραύση λίθων ή κροκάλων, να έχουν όσο το δυνατόν κυβική μορφή και να είναι απαλλαγμένα από επιμήκη και πλακοειδή τεμάχια.

Η κοκκομετρική διαβάθμιση των αδρανών πρέπει να ανταποκρίνεται σε ορισμένα δρια διαβαθμίσεως (Π.Τ.Π.Α250/66).

Η παρασκευή του ασφαλτομίγματος γίνεται σε μόνιμες εγκαταστάσεις, οι οποίες πρέπει να περιλαμβάνουν:

- Εξοπλισμό θερμάνσεως ασφάλτου.
 - Ξηραντήρα αδρανών υλικών.
 - Διατάξεις ελέγχου ποσότητας ασφαλτικού και αδρανούς υλικού.
 - Όργανα μετρήσεως θερμοκρασίας και χρόνου.
- Η παρασκευή του ασφαλτομίγματος γίνεται όπως παρακάτω:
- Θερμαίνεται η άσφαλτος μέσα σε κλιβάνους τήξεως.
 - Ξηραίνονται και θερμαίνονται τα αδρανή υλικά.

Η θερμοκρασία θερμάνσεως τόσο του ασφαλτικού όσο και του αδρανούς υλικού εξαρτάται από τον τύπο της ασφάλτου, όπως δείχνει ο Πίνακας 13.2.1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 13.2.1

Τύπος ασφάλτου	Θερμοκρασία θερμάνσεως	
	Αδρανών	Ασφάλτου
80/100	135° – 136°C	155°C
120/150	130° – 160°C	150°C
180/220	125° – 155°C	145°C

— Τα θερμά αδρανή και η λειωμένη άσφαλτος μετρούνται χωριστά και με την κατάλληλη αναλογία αναμιγνύονται καλά.

Η ανάμιξη διαρκεί μέχρι το μίγμα να γίνει ομοιόμορφο· όλοι οι κόκκοι του αδρανούς πρέπει να έχουν πλήρως και ομοιόμορφα επαλειφθεί με ασφαλτικό συνδετικό.

Προς κατασκευή των στρώσεων του σκυρωτού μετά την προετοιμασία της επιφάνειας εδράσεώς του, κατά τα γνωστά, εκτελούνται οι παρακάτω με τη σειρά εργασίες:

- Μεταφέρεται το θερμό ασφαλτόμιγμα στον τόπο του έργου με ανατρεπόμενα οχήματα, τα οποία έχουν μεταλλικό πυθμένα. Η θερμοκρασία διαστρώσεως του ασφαλτομίγματος δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 120°C.
 - Διαστρώνεται το ασφαλτόμιγμα με διαστρωτή (finisher).
 - Κυλινδρώνεται ελαφρά στην αρχή και ακολουθεί εντατική κυλίνδρωση.
- Με τον ίδιο τρόπο γίνονται όλες οι προβλεπόμενες στρώσεις σκυρωτού.

13.2.4 Στρώσεις με ασφαλτικό σκυρόδεμα.

Το ασφαλτικό σκυρόδεμα είναι ασφαλτόμιγμα με πολύ επιμελημένη και πυκνή σύνθεση και με ανοχές και όρια πολύ αυστηρά καθορισμένα.

Ως συνδετική ύλη του ασφαλτικού σκυροδέματος χρησιμοποιείται καθαρή άσφαλτος των τύπων 50/60, 60/70, 80/100, 120/150, 180/220.

Ο ενδεδειγμένος κάθε φορά τύπος καθορίζεται από τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής του έργου, της συνθέσεως του σκυροδέματος, του είδους και της ίκανότητας της υποκείμενης δομής, καθώς και από τα φορτία και τα λοιπά χαρακτηριστικά της κυκλοφορίας.

Ως αδρανές υλικό χρησιμοποιείται μίγμα χονδρόκοκκου υλικού, λεπτόκοκκου και παιπάλης.

Η ποιότητα και η σύνθεση του αδρανούς υλικού πρέπει να είναι πολύ επιμελημένη (Π.Τ.Π. A265/66 του Υ.Δ.Ε.).

Το ασφαλτικό σκυρόδεμα παρασκευάζεται σε μόνιμες εγκαταστάσεις όπως παρακάτω.

Τήκεται και θερμαίνεται η άσφαλτος μέσα στους κλιβάνους της εγκαταστάσεως και τα αδρανή ξηραίνονται και θερμαίνονται μέσα στους ξηραντήρες.

Η κατάλληλη θερμοκρασία θερμάνσεως της ασφάλτου και των αδρανών εξαρτάται από τον τύπο της ασφάλτου που χρησιμοποιείται. Δίδεται στον Πίνακα 13.2.2.

Τα ξηρά και θερμά πια αδρανή διαχωρίζονται με κοσκίνισμα σε περισσότερα κλάσματα.

Κάθε κλάσμα θερμού αδρανούς μαζί με την παιπάλη εισάγονται στον αναμικτήρα με κατάλληλη αναλογία και αναμιγνύονται καλά για 15 sec. Στη συνέχεια ψεκάζεται η λειωμένη άσφαλτος και η ανάμιξη συνεχίζεται για 20 sec, μέχρι δηλαδή να επιτευχθεί ομοιόμορφο μίγμα.

Στο ασφαλτόμιγμα αυτό, καλούμενο **ασφαλτικό σκυρόδεμα**, εκτός από την επιμελημένη σύνθεση, πρέπει οι κόκκοι του αδρανούς να έχουν επαλειφθεί ομοιόμορφα με ασφαλτικό συνδετικό.

ΠΙΝΑΚΑΣ 13.2.2

Τύπος ασφάλτου	Θερμοκρασία θερμάνσεως	
	Αδρανών	Ασφάλτου
50/60	150° – 180°C	165°C
60/70	140° – 170°C	160°C
80/100	135° – 163°C	155°C
120/150	130° – 160°C	150°C
180/220	125° – 155°C	145°C

Το ασφαλτικό σκυρόδεμα που παρασκευάζεται με αυτό τον τρόπο προορίζεται

για την κατασκευή **στρώσεων κυκλοφορίας, συνδετικών και ισοπεδωτικών** πάνω σε έτοιμες βάσεις οδοστρωμάτων.

Ισοπεδωτική καλείται η στρώση από ασφαλτικό σκυρόδεμα με μεταβλητό πάχος, η οποία χρησιμοποιείται για την εξάλειψη των ανωμαλιών της επιφάνειας της βάσεως και για την προσαρμογή στο προγραμματισμένο γεωμετρικό σχήμα.

Στρώση **κυκλοφορίας** καλείται η επιφανειακή στρώση του οδοστρώματος, η οποία υφίσταται άμεσα την επίδραση της κυκλοφορίας και η οποία κάνει ομαλή και άνετη την κίνηση των οχημάτων. Το πάχος της δεν υπερβαίνει τα 5 cm.

Η στρώση αυτή παρουσιάζει μεγάλη ευστάθεια, υδατοστεγανότητα, ανθεκτικότητα στις καιρικές επιδράσεις και αντοχή στη φθορά από την κυκλοφορία.

Μεταξύ των δύο αυτών στρώσεων κατασκευάζεται η καλούμενη **συγκολλητική** ή **συγκολλητική στρώση**, η οποία συνδέει την ισοπεδωτική με τη στρώση κυκλοφορίας.

Μετά την προετοιμασία, καθαρισμό κλπ. της επιφάνειας της βάσεως, γίνεται μια προεπάλειψη πάνω σ' αυτήν. Μετά την ξήρανση της επιφάνειας αρχίζει η κατασκευή των στρώσεων με σκυρόδεμα όπως παρακάτω:

α) Μεταφέρεται θερμό το ασφαλτικό σκυρόδεμα στον τόπο του έργου με ανατρεπόμενα οχήματα που έχουν μεταλλικό πυθμένα. Το ασφαλτικό σκυρόδεμα πρέπει να φθάνει στον τόπο του έργου σε κατάλληλη θερμοκρασία για την ευχερή διάστρωση και συμπύκνωσή του.

Η κατάλληλη θερμοκρασία του σκυροδέματος κυμαίνεται μεταξύ 120° και 135°C.

β) Διαστρώνεται το ασφαλτικό σκυρόδεμα με κατάλληλο διαστρωτή (finisher) και ισοπεδώνεται στο απαιτούμενο πάχος.

γ) Κυλινδρώνεται το ασφαλτικό σκυρόδεμα στην αρχή ελαφρά και στη συνέχεια εντατικά.

Η κυλίνδρωση γίνεται σύμφωνα με τα γνωστά.

13.3 Πλεονεκτήματα ασφαλτικών οδοστρωμάτων.

Τα ασφαλτικά οδοστρώματα έχουν τα παρακάτω πλεονεκτήματα, από τα άλλα οδοστρώματα:

α) **Ομαλότητα οδοστρώματος.** Οι ασφαλτικές στρώσεις παρουσιάζουν ευχάριστη όψη χωρίς αρμούς, ρωγμές κλπ. Η επιφάνειά τους είναι συνεχής και απλή στην κύλιση, χωρίς να καταπονούνται τα οχήματα και οι επιβάτες. Επίσης η λεία επιφάνεια συντελει στην αξιοποίηση της ελεκτικής δυνάμεως που καταβάλλεται.

β) **Ελαστικότητα οδοστρώματος.** Τα ασφαλτικά οδοστρώματα είναι ελαστικά και απορροφούν τις κρούσεις από την κυκλοφορία των οχημάτων, χωρίς να αποσυντίθενται ή να θρυμματίζονται.

γ) **Κανονική φθορά.** Τα ασφαλτικά οδοστρώματα φθείρονται κανονικά και ομοιόμορφα, χωρίς να σχηματίζεται κονιορτός ή λάσπη.

δ) **Στεγανότητα επιφάνειας.** Την επιφάνεια των οδοστρωμάτων δεν την διαπερνά το νερό και έτσι προφυλάσσεται η θεμελίωση από τις καταστρεπτικές επιδράσεις του.

ε) **Ταχύτητα παραδόσεως στην κυκλοφορία.** Παραδίνονται στην κυκλοφορία σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα μετά την αποπεράτωσή τους.

στ) Ευκολίες συντηρήσεως. Η συντήρησή τους είναι εύκολη και οικονομική, χωρίς να διακόπτεται η κυκλοφορία και χωρίς να' υπάρχει ανάγκη δημιουργίας παρακαμπτηρίων.

ζ) Χρήση σε οποιοδήποτε κλίμα. Είναι κατάλληλα για όλα τα κλίματα και τα γεωγραφικά πλάτη.

η) Οικονομία. Τα ασφαλτικά οδοστρώματα μπορούν να θεωρηθούν ως οικονομικότερα από τα άλλα οδοστρώματα. Αυτό οφείλεται κυρίως στη μακριά διάρκεια ζωής τους και τη μικρή δαπάνη συντηρήσεώς τους. Βασικός λόγος οικονομίας είναι επίσης η χρησιμοποίηση υλικών που βρίσκονται πολλές φορές κοντά στα έργα.

θ) Είναι αθόρυβα και έχουν υγιεινή κατασκευή. Λόγω του αθόρυβου κατά την κυκλοφορία και της υγιεινής κατασκευής και λόγω της ευκολίας καθαρισμού της επιφάνειας, προτιμώνται ως οδοστρώματα της αστικής συγκοινωνίας.

13.4 Ανακεφαλαίωση.

Οι ασφαλτικές εργασίες εκτελούνται αναμιγνύοντας εν ψυχρώ ή εν θερμώ και συμπυκνώνοντας ασφαλτικά και αδρανή υλικά.

Τα βασικά ασφαλτικά υλικά είναι:

- α) Η καθαρή άσφαλτος.
- β) Τα ασφαλτικά διαλύματα (άσφαλτος + βενζίνη ή πετρέλαιο).
- γ) Τα ασφαλτικά γαλακτώματα (άσφαλτος + νερό + παράγοντας γαλακτώσεως).

Τα κυρίως χρησιμοποιούμενα αδρανή είναι:

- α) Ψηφίδες.
- β) Λεπτόκοκκο αδρανές.
- γ) Χονδρόκοκκο αδρανές υλικό.

Για την αύξηση της προσφύσεως μεταξύ ασφαλτικών και αδρανών υλικών χρησιμοποιούνται τα αντιυδρόφιλα υλικά.

Πριν αρχίσει οποιαδήποτε ασφαλτική εργασία απαιτούνται:

- α) Σύγκριση της διατομής με τη συμβατική επούλωση των φθορών, που τυχόν υπάρχουν και σταθεροποίηση της επιφάνειας του οδοστρώματος.
- β) Έλεγχος των αδρανών και ασφαλτικών υλικών, που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν.
- γ) Καθαρισμός της επιφάνειας του οδοστρώματος.
- δ) Έλεγχος των καιρικών περιορισμών.

Ανάλογα με τον τρόπο και τον τύπο αναμίξεως των ασφαλτικών και αδρανών υλικών, του είδους και της αναλογίας καθενός, οι ασφαλτικές εργασίες διακρίνονται:

- α) Σε ασφαλτικές επαλείψεις.
- β) Σε ελαφρές ασφαλτικές στρώσεις με εμποτισμό.
- γ) Σε ασφαλτικές στρώσεις με ασφαλτόμιγμα.
- δ) Σε ασφαλτικές στρώσεις με ασφαλτικό σκυρόδεμα.

Λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων, που παρουσιάζουν τα ασφαλτικά οδοστρώματα, έχουν πάρα πολύ μεγάλη χρήση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΟΔΩΝ ΜΕ ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΑ

14.1 Γενικά.

Μόλις τελειώσει η κατασκευή μιας οδού, αρχίζει η ανάπτυξη εσωτερικών τάσεων μέσα στο σώμα της. Η κυκλοφορία, οι μεταβολές της θερμοκρασίας ή της υγρασίας που περιέχει, οι μικρές κινήσεις του εδάφους κλπ. είναι τα βασικά αίτια εμφανίσεως των παραπάνω τάσεων. Οι τάσεις αυτές δημιουργούν αρχικά μικρές φθορές. Με την πάροδο όμως του χρόνου οι φθορές γίνονται σοβαρότερες και στην ασφαλτική επιφάνεια του οδοστρώματος εμφανίζονται ρωγμές, φωλιές, καθίζσεις και άλλες παραμορφώσεις και καταπονήσεις, οι οποίες αποτελούν το τελευταίο στάδιο της διαδικασίας της φθοράς· επιβάλλεται λοιπόν η γρήγορη επισκευή τους.

Οι επισκευές του οδοστρώματος πρέπει να γίνονται μόλις διαπιστωθεί η ανάγκη τους, γιατί οι ρηγματώσεις και οι άλλες επιφανειακές μικροφθορές μπόρει να εξελιχθούν σε σοβαρές φθορές, αν δεν επισκευασθούν αμέσως.

Οι εργασίες επισκευής, που απαιτούνται για να διατηρήσει το οδόστρωμα, όσο είναι δυνατόν, την αρχική του κατάσταση, αποτελούν τη λεγόμενη **συντήρηση** της οδού.

Στις εργασίες συντηρήσεως δεν περιλαμβάνονται εργασίες ανακατασκευής του οδοστρώματος ή βελτιώσεις και επισκευές, γιατί αυτές επιβάλλονται και για άλλους λόγους εκτός από τις φυσικές φθορές.

Η έγκαιρη επισήμανση και επισκευή φθορών που φαίνονται ασήμαντες είναι χωρίς αμφιβολία η πιο αποτελεσματική εργασία συντηρήσεως. Γι' αυτό πρέπει να γίνονται συχνές και προσεκτικές επιθεωρήσεις των οδοστρωμάτων από έμπειρο προσωπικό. Ο καλύτερος τρόπος επισήμανσεως των φθορών είναι η επιθεώρηση της οδού με τα πόδια και όχι πάνω σε αυτοκίνητο, έστω και αν το αυτοκίνητο κινείται με μικρή ταχύτητα.

Η επιθεώρηση δεν πρέπει να περιορίζεται πάνω στην επιφάνεια του οδοστρώματος, αλλά και στο σύστημα αποχετεύσεως των νερών.

Όταν οι τάφροι, οι οχετοί, τα στραγγιστικά και υπόλοιπα μέρη του συστήματος αποχετεύσεως των νερών λειτουργούν κανονικά, μερικές από τις πιο σοβαρές αιτίες φθοράς των οδοστρωμάτων παύουν να υπάρχουν.

Τέλος όλες οι έξοδοι οχετών και στραγγιστηρίων πρέπει να έχουν σημανθεί καλά στο έδαφος και να έχουν περιληφθεί μία προς μία στους ειδικούς χάρτες συντηρήσεως. Έτσι γίνεται εύκολα ο έλεγχος λειτουργίας τους στις σχετικές επιθεωρήσεις.

Παρακάτω θα ασχοληθούμε με τους πιο συνηθισμένους τύπους φθορών των ασφαλτικών οδοστρωμάτων, τις πιθανές αιτίες δημιουργίας τους, καθώς και τις ενδεειγμένες μεθόδους επισκευής τους.

14.2 Ρηγματώσεις του ασφαλτικού οδοστρώματος.

Η εμφάνιση ρωγμών πάνω στην επιφάνεια ασφαλτικού οδοστρώματος, είναι μια από τις πιο συνηθισμένες φθορές του. Οι ρωγμές παρουσιάζουν διάφορες μορφές ανάλογα με την αιτία που τις δημιουργούν. Σε μερικές περιπτώσεις η απλή πλήρωση των ρωγμών με ασφαλτικό υλικό είναι η σωστή θεραπεία. Σε άλλες περιπτώσεις απαιτείται η πλήρης εκσκαφή της επιφάνειας και η εξασφάλιση της αποστραγγίσεως του οδοστρώματος πριν επισκευάσουμε αποτελεσματικά τη φθορά.

Έτσι, το πρώτο βήμα για την ορθή αντιμετώπιση του προβλήματος είναι να προσδιορισθεί η αιτία της ρηγματώσεως.

Είπαμε παραπάνω ότι οι ρωγμές παρουσιάζουν διάφορες μορφές. Από τη μορφή που έχουν ανακαλύπτομε τα αίτια δημιουργίας τους και εφαρμόζομε την κατάλληλη επισκευή, όπως εξηγείται παρακάτω.

14.2.1 Ρωγμές αλλιγάτορα.

Αυτές αποτελούνται από ρηγματώσεις, που συνδέονται μεταξύ τους και σχηματίζουν πλήθος από μικρά πολύγωνα. Το όλο σχήμα μοιάζει με δέρμα αλλιγάτορα (σχ. 14.2a).



Σχ. 14.2a.

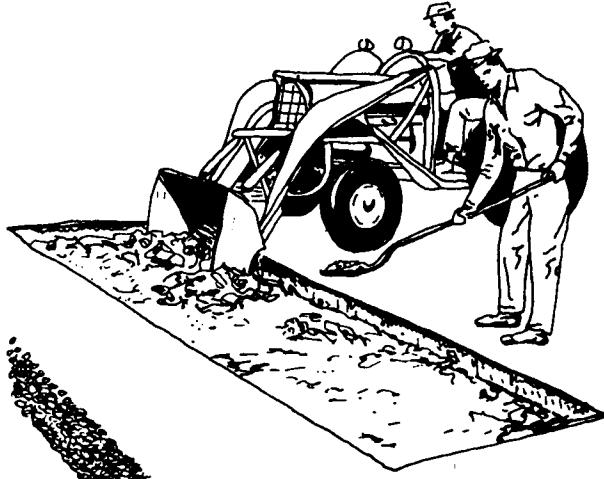
Στις πιο πολλές περιπτώσεις οι ρωγμές αλλιγάτορα προέρχονται από παρομορφώσεις της ασφαλτικής επιφάνειας λόγω ασταθούς βάσεως ή ύποδομής.

Η ρηγματωμένη επιφάνεια συνήθως δεν είναι μεγάλη. Η συχνή όμως διέλευ-

ση μεγάλων φορτίων την επεκτείνει σημαντικά.

Η μόνιμη άποκατάσταση των ρωγμών αυτών (βαθύ **μπάλωμα**) γίνεται κατά σειρά εργασιών ως εξής:

α) Εκσκαφή και αφαίρεση του οδοστρώματος σε όσο βάθος απαιτείται για την εξασφάλιση σταθερής θεμελιώσεως (σχ. 14.2β).



Σχ. 14.2β.



Σχ. 14.2γ.

Η περίμετρος της εκσκαφής πρέπει να εισχωρεί στο υγιές οδόστρωμα κατά 30 cm τουλάχιστον, πέρα από τη ρηγματωμένη επιφάνεια. Πρέπει ακόμα να έχει μορφή ορθογωνίου με το ένα ζεύγος κάθετο στην κατεύθυνση της κυκλοφορίας και οι παρειές της να είναι κατακόρυφες.

β) Ελαφρή συγκολλητική επάλειψη των κατακορύφων παρειών του σκάμματος (σχ. 14.2γ) με καθαρή άσφαλτο.

γ) Πλήρωση του σκάμματος με ασφαλτόμιγμα πυκνής συνθέσεως και θερμοκρασίας πάνω από 120°C.

Το ασφαλτόμιγμα διαστρώνεται προσεκτικά για να αποφευχθεί ο διαχωρισμός του (σχ. 14.2δ και 14.2ε).



Σχ. 14.2δ.



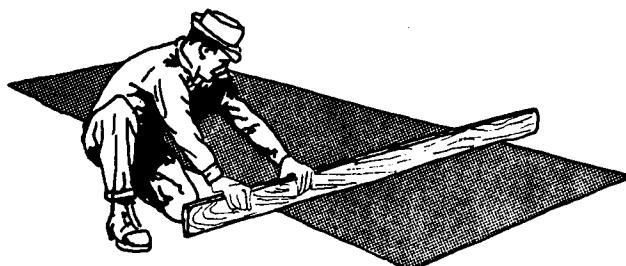
Σχ. 14.2ε.

δ) Η επιμελημένη συμπύκνωση του ασφαλτικού μίγματος (σχ. 14.2στ). Η συμπύκνωση γίνεται ή με οδοστρωτήρα ή με δονητική πλάκα.

Ο οδοστρωτήρας είναι πρακτικότερος για «μπαλώματα» μεγάλης επιφάνειας. Αν το βάθος του μπαλώματος υπερβαίνει τα 15 cm, επιβάλλεται η συμπύκνωση με στρώσεις.



Σχ. 14.2στ.



Σχ. 14.2ζ.

ε) Έλεγχος της ομαλότητας της επιφάνειας. Ο έλεγχος αυτός γίνεται με πήχη κλπ. (σχ. 14.2ζ).

14.2.2 Ρωγμές των άκρων του οδοστρώματος.

Είναι επιμήκεις ρωγμές παράλληλες προς τον άξονα της οδού και απέχουν περίπου 30 cm από τα άκρα του οδοστρώματος.

Συνήθως οφείλονται σε έλλειψη επαρκούς αντιστροφίζεως από το μέρος του ερείσματος. Επίσης μπορεί να προέρχονται από υποχωρήσεις των υποκειμένων στρώσεων.

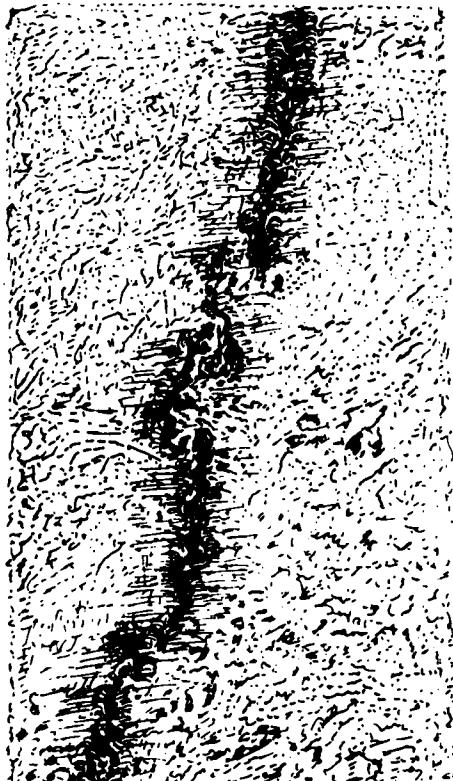
Η μόνιμη επισκευή τους απαιτεί την παρακάτω σειρά εργασιών:

- Βελτίωση των συνθηκών αποστραγγίσεως του νερού (αν απαιτείται).
- Καθαρισμό των ρωγμών και του γύρω από αυτές οδοστρώματος με ψήκτρα και πεπιεσμένο αέρα.
- Πλήρωση των ρωγμών με ασφαλτικό πολτό γαλακτώματος ή διαλύματος με άμμο. Τα περισσεύματα πρέπει να καθαρίζονται καλά.
- Εκτέλεση ασφαλτικής συγκολλητικής επαλείψεως.

ε) Αφαίρεση δένδρων, θάμνων ή άλλης βλαστήσεως (εκτός από χλόη), όταν βρίσκονται πολύ κοντά στο οδόστρωμα.

14.2.3 Ρωγμές από ανάκλαση.

Ονομάζονται έτσι, γιατί **αντανακλούν** το σχήμα και τη διάταξη άλλων φθορών, που βρίσκονται στις υποκείμενες στρώσεις. Μπορεί να είναι επιμήκεις, εγκάρσιες, διαγώνιες ή να σχηματίζουν πολύγωνα (σχ. 14.2η).



Σχ. 14.2η.

Συνήθως εμφανίζονται σε ασφαλτικούς τάπητες, πάνω από άκαμπτη (από σκυρόδεμα) η ημιάκαμπτη βάση. Επίσης εμφανίζονται σε τάπητες που διαστρώθηκαν πάνω σε παλαιά ασφαλτικά οδοστρώματα, των οποίων οι ρηγματώσεις δεν επισκευάσθηκαν έντεχνα.

Οι ρωγμές αυτές κατά κανόνα δημιουργούνται από τις μετακινήσεις του υποκειμενού οδοστρώματος, οι οποίες οφείλονται στη μεταβολή της θερμοκρασίας, την κυκλοφορία κλπ.

Ρωγμές μικρού ανοίγματος (κάτω από 3 cm) δεν είναι δυνατόν να σφραγισθούν αποτελεσματικά. Για μεγαλύτερες ρωγμές ακολουθείται η παρακάτω σειρά εργασιών:



Σχ. 14.2θ.



Σχ. 14.2ι.

- α) Καθάρισμα των ρωγμών με ψήκτρα και πεπιεσμένο αέρα (σχ. 14.2θ).
- β) Πλήρωση (όχι υπερπλήρωση) των ρωγμών με πολτό ασφαλτικού γαλακτώματος ή διαλύματος με άμμο.
- γ) Σφράγιση των ρωγμών με διάλυμα ασφάλτου (σχ. 14.2ι). Η σφράγιση γίνεται μετά την ξήρανση του υλικού πληρώσεως.
- δ) Διάστρωση ξηρής άμμου κατά μήκος των ρωγμών (σχ. 14.2ια), αμέσως μετά τη σφράγιση.



Σχ. 14.2ια.

14.2.4 Ρωγμές από συστολή.

Είναι αλληλοσυνδεόμενες ρωγμές που σχηματίζουν σειρά μεγάλων πολυγώνων με οξείες γωνίες. Συνήθως δημιουργούνται εξ αιτίας της μεταβολής του όγκου του ασφαλτομίγματος.

Η επισκευή των ρωγμών αυτών γίνεται με την πλήρωσή τους με ασφαλτικό πολτό και με τη σφραγιστική επάλειψη ολόκληρης της επιφάνειας που έχει ρηγματωθεί.

14.2.5 Ρωγμές από ολίσθηση.

Είναι ρωγμές ημισελήνου μορφής με το κυρτό μέρος προς την κατεύθυνση της ωθήσεως των τροχών.

Οι ρηγματώσεις από ολίσθηση, προέρχονται από την έλλειψη επαρκούς συνδέσεως και συγκολλήσεως της **στρώσεως κυκλοφορίας** και της υποκείμενης στρώσεως. Η σκόνη, τα ορυκτέλαια, το νερό, το χώμα κλπ. αν βρίσκονται μεταξύ των δύο στρώσεων, εμποδίζουν την επαρκή σύνδεσή τους.

Ο μόνος τρόπος για την αποκατάσταση της φθοράς είναι η αφαίρεση της στρώσεως κυκλοφορίας, ο καθαρισμός και η συγκολλητική επάλειψη της υποκείμενης στρώσεως και η συμπλήρωση του κενού με ασφαλτόμιγμα. Η επιφάνεια τέλος που έχει επισκευασθεί συμπυκνώνεται με οδοστρωτήρα ή με δονητική πλάκα.

14.3 Παραμορφώσεις του οδοστρώματος.

Παραμόρφωση λέγεται κάθε μεταβολή του αρχικού σχήματος της επιφάνειας του οδοστρώματος.

Οι πιο συνηθισμένες αιτίες παραμορφώσεων είναι οι εξής:

- Πλημμελής συμπύκνωση των διαφόρων στρώσεων του οδοστρώματος.
- Μεγάλη περιεκτικότητα του ασφαλτομίγματος σε άσφαλτο ή αντιυδρόφιλο υλικό.

γ) Διόγκωση ή υποχώρηση της υποδομής.

Ανάλογα με την αιτία που τις προκαλεί, οι παραμορφώσεις του οδοστρώματος

εμφανίζονται με διάφορες μορφές, δηλαδή ως κατά μήκος και ως εγκάρσιες αυλακώσεις, ως καθιζήσεις, ως υπερυψώσεις κλπ.

14.3.1 Κατά μήκος αυλακώσεις.

Είναι αυλακώσεις του οδοστρώματος κατά την κατεύθυνση της κυκλοφορίας. Οφείλονται κατά κανόνα στην καταπόνηση από την κυκλοφορία σε οδοστρώματα πλημμελούς συμπυκνώσεως.

Προς επισκευή των επιμήκων αυλακώσεων ακολουθείται η παρακάτω σειρά έργασιών:

- α) Καθορισμός των ορίων κάθε αυλακώσεως με πήχη και μαρκαδόρο (σχ. 14.3).
- β) Ελαφρή συγκολλητική επάλειψη.
- γ) Διάστρωση ασφαλτομίγματος.
- δ) Συμπύκνωση αυτού.
- ε) Σφραγιστική επάλειψη με άμμο.



Σχ. 14.3.

14.3.2 Εγκάρσιες αυλακώσεις.

Είναι **κυματισμοί** του οδοστρώματος κάθετοι στον άξονα της οδού. Παρουσιάζονται συνήθως σε σημεία, όπου η κυκλοφορία σταματά και ξαναρχίζει ύστερα από λίγο (στάσεις λεωφορείων, φωτεινοί σηματοδότες κλπ.).

Όταν οι εγκάρσιες αυλακώσεις εμφανισθούν πάνω σε ασφαλτικό τάπητα που έχει πάχος μεγαλύτερο από 3 cm, τότε για να επισκευασθεί ισοπεδώνεται η κυματοειδής επιφάνεια, αφού κοπούν οι κυματισμοί από τον ισοπεδωτή και ακολουθεί σφραγιστική επάλειψη της επιφάνειας.

Σε περίπτωση που ο τάπητας έχει πάχος μικρότερο από 3 cm, αναμοχλεύεται θρυμματίζεται και στη συνέχεια γίνεται νέα ασφαλτική επάλειψη.

14.3.3 Βυθίσματα της επιφάνειας κυλίσεως.

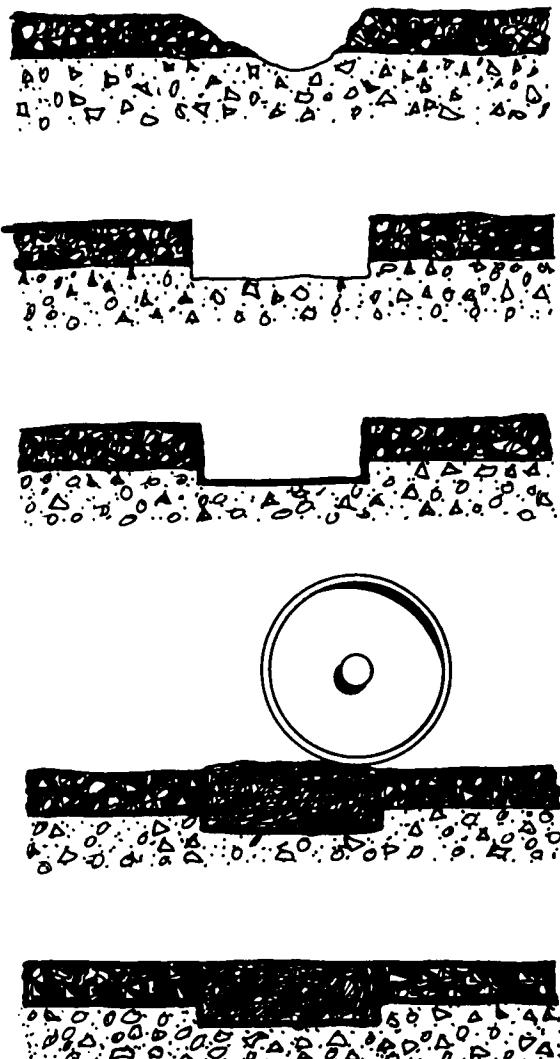
Είναι τοπικές ταπεινώσεις της στάθμης της οδού, οι οποίες μπορεί να συνοδεύονται και από ρηγματώσεις. Η λεκάνη που δημιουργείται και που έχει βάθος 2 cm ή και περισσότερα συγκρατεί νερό σαν μικρή λίμνη, το οποίο νερό είναι και η βασική αιτία της καταστροφής του οδοστρώματος.

Τα βυθίσματα αυτά δημιουργούνται, επειδή υποχωρούν οι υποκείμενες στρώσεις και δημιουργούνται επειδή η κυκλοφορία είναι βαρύτερη από αυτήν που έχει προβλεφθεί, ή επειδή η κατασκευή του οδοστρώματος είναι πλημμελής.

Η επισκευή τους γίνεται βασικά με την πλήρωση του βυθίσματος με ασφαλτόμιγμα, κατά τα γνωστά.

14.4 Αποσύνθεση του ασφαλτικού οδοστρώματος.

Με τον όρο **αποσύνθεση** του οδοστρώματος εννοούμε τον καταμερισμό του σε μικρά χαλαρά τεμάχια καθώς και την εκτόπιση των κόκκων των αδρανών.



Σχ. 14.4.

Αν δεν σταματήσουμε την αποσύνθεση έγκαιρα, αυτή προχωρεί σε τόση έκταση, ώστε το οδόστρωμα να απαιτεί πλήρη ανακατασκευή.

Δύο από τις πιο συνηθισμένες περιπτώσεις αποσυνθέσεως του οδοστρώματος στο πρώτο της στάδιο, είναι οι φωλιές και η επιφανειακή εκτόπιση αδρανών.

14.4.1 Φωλιές.

Είναι οπές με διάφορα μεγέθη μέσα στο οδόστρωμα που προέρχονται από την τοπική αποσύνθεσή του. Οφείλονται συνήθως σε ανεπαρκή αντοχή του οδοστρώματος από διάφορους λόγους.

Η επισκευή τους γίνεται με τον ίδιο τρόπο, που γίνεται η επισκευή των ρωγμών αλλιγάτορα (σχ. 14.2α).

Η σειρά των εργασιών φαίνεται αναλυτικά στις πέντε φάσεις του σχήματος 14.4.

14.4.2 Επιφανειακή εκτόπιση αδρανών.

Είναι ο προοδευτικός διαχωρισμός των αδρανών από την άσφαλτο, ο οποίος προχωρεί από την επιφάνεια και προς τα κάτω ή από τα άκρα του οδοστρώματος και προς το εσωτερικό.

Συνήθως πρώτα αποχωρίζονται τα λεπτόκοκκα αδρανή και καθώς προχωρεί η φθορά ακολουθούν τα περισσότερο χονδρόκοκκα, ενώ στο οδόστρωμα εμφανίζεται γρήγορα η τυπική επιφανειακή διάβρωση.

Η παραπάνω φθορά του οδοστρώματος οφείλεται σε πάρα πολλούς λόγους.

Η επισκευή της φθαρμένης επιφάνειας γίνεται με την κατασκευή σφραγιστικής επαλείψεως.

14.5 Ολισθηρότητα του ασφαλτικού οδοστρώματος.

Συχνά επέρχεται λείανση της επιφάνειας ενός ασφαλτικού οδοστρώματος. Η λείανση αυτή συνήθως οφείλεται ή στην εμφάνιση **ασφαλτικής μεμβράνης** πάνω στην επιφάνεια του οδοστρώματος, ή στη **λείανση των αδρανών** της στρώσεως κυκλοφορίας.

Η λείανση αυτή της επιφάνειας του οδοστρώματος δεν είναι επικίνδυνη, αν το οδόστρωμα είναι στεγνό. Όταν όμως το οδόστρωμα βραχεί, η μεμβράνη του νερου πάνω από την επιφάνεια του οδοστρώματος που έχει λειανθεί κάνει το οδόστρωμα ολισθηρό και την κυκλοφορία των οχημάτων πάνω σ' αυτό επικίνδυνη.

Ολισθηρότητα του οδοστρώματος εμφανίζεται επίσης λόγω ρυπάνσεως της οδού με ορυκτέλαια ή με ορισμένα είδη αργίλου.

Η εξάλειψη του κινδύνου ολισθήσεως γίνεται με **αποκατάσταση της επιφάνειας που έχει λειανθεί**, ώστε το επιφανειακό νερό να μη σχηματίζει μεμβράνη, αλλά να ρέει γύρω από τους επιφανειακούς κόκκους των αδρανών. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται η απ' ευθείας επαφή των τροχών με τα αδρανή.

14.5.1 Ανάδυση της ασφάλτου.

Είπαμε παραπάνω ότι η λείανση της επιφάνειας ενός ασφαλτικού οδοστρώματος μπορεί να οφείλεται στην εμφάνιση ασφαλτικής μεμβράνης πάνω σ' αυτό. Η

ασφαλτική μεμβράνη οφείλεται στην **ανάδυση** της ασφάλτου πάνω στην επιφάνεια του οδοστρώματος, συνήθως τις πολύ θερμές χρονικές περιόδους.

Η συνηθέστερη αιτία της αναδύσεως ασφάλτου είναι η ύπαρξη ποσότητας ασφάλτου μεγαλύτερης από την απαιτούμενη.

Η επισκευή, στις πιο πολλές περιπτώσεις, γίνεται με τη διάστρωση θερμής άμμου, σκωρίας, ή ψηφίδων και πολλές φορές (για τη δέσμευση της ασφάλτου) και με τη συμπύκνωσή τους με ελαστικοφόρο, κατά προτίμηση, οδοστρωτήρα.

14.5.2 Αδρανή με λείες επιφάνειες.

Είπαμε παραπάνω ότι άλλος λόγος λειάνσεως της επιφάνειας οδοστρώματος είναι η λείανση των αδρανών του εξ αιτίας της δράσεως της κυκλοφορίας.

Η λείανση αυτή οφείλεται συνήθως στη γρήγορη φθορά τους λόγω μειωμένης αντοχής.

Ο μόνος αποτελεσματικός τρόπος επισκευής στην περίπτωση αυτή είναι η επικάλυψη της οδού ή με στρώση θερμού ασφαλτομίγματος ή με σφραγιστική επάλειψη.

14.6 Ανακεφαλαίωση.

Η συντήρηση και η επισκευή των ασφαλτικών οδοστρωμάτων πρέπει να γίνεται μόλις διαπιστώθει.

Η διαπίστωση γίνεται επιθεωρώντας τίνη οδό με τα πόδια.

Οι συνηθισμένοι τύποι φθορών των ασφαλτικών οδοστρωμάτων είναι:

- α) Η ρηγμάτωση.
- β) Η παραμόρφωση.
- γ) Η αποσύνθεση.
- δ) Η ολισθηρότητα.

Η ρηγμάτωση εμφανίζεται ως ρωγμές αλλιγάτορα, ρωγμές των άκρων, ρωγμές από ανάκλαση, ρωγμές από συστολή και ρωγμές από ολισθήσεις.

Η παραμόρφωση έμφανίζεται ως κατά μήκος αυλακώσεις και ως εγκάρσιες αυλακώσεις.

Η αποσύνθεση τέλος, εμφανίζεται ως φωλιές και ως επιφανειακή εκτόπιση των αδρανών.

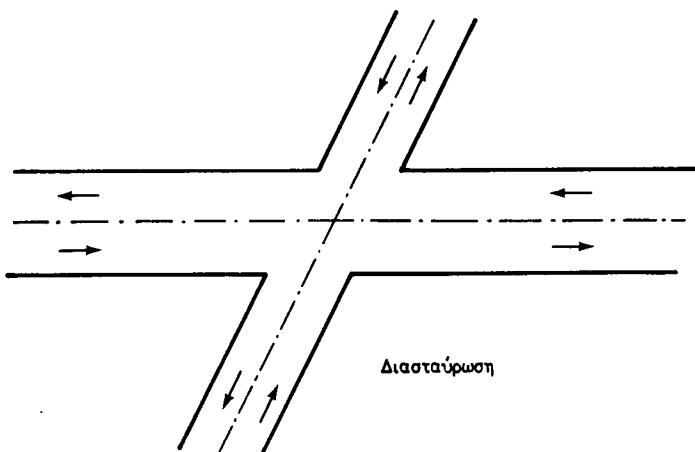
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΙ ΚΟΜΒΟΙ

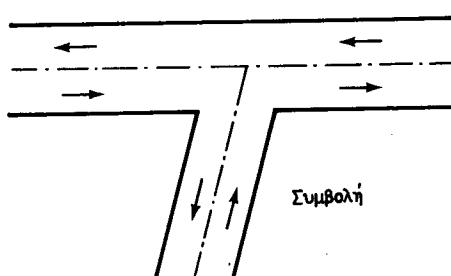
15.1 Γενικά.

Κυκλοφοριακός κόμβος ονομάζεται ο χώρος που συναντιούνται δύο ή περισσότερα κυκλοφοριακά ρεύματα (οδοί).

Τα ρεύματα αυτά διασταυρώνονται (σχ. 15.1α) ή συμβάλλει το ένα στο άλλο (σχ. 15.1β).



Σχ. 15.1α.



Σχ. 15.1β.

Η συνάντηση περισσοτέρων από δύο ρευμάτων στον ίδιο κόμβο κατά κανόνα αποφεύγεται.

Το ένα από τα δύο ρεύματα είναι κύριο και το άλλο δευτερεύον.

Η διασταύρωση χαρακτηρίζεται κόμβος με 4 κλάδους και η συμβολή κόμβος με 3 κλάδους.

Η συσσώρευση πολλών ρευμάτων σε ένα χώρο (κόμβος) έχει κατά κανόνα ως συνέπεια μεγάλη συχνότητα ατυχημάτων και χάσιμο χρόνου.

Έτσι η μελέτη ενός κόμβου έχει ως σκοπό την ασφάλεια της κυκλοφορίας στο χώρο του κόμβου και την καλή ροή της κυκλοφορίας.

Για να εξασφαλίσει και τα δύο η μελέτη πρέπει να προβλέψει ώστε ο κόμβος:

1) Να αναγνωρίζεται εύκολα από απόσταση. Για να επιτύχει αυτό πρέπει ο χώρος του κόμβου (ή τουλάχιστο της δευτερεύουσας οδού) να είναι σε κοίλωμα, να υπάρχει σαφής πληροφόρηση με πινακίδες, με φωτισμό, με νησίδες, με πρόσθετες λωρίδες, ακόμη και με μεταβολή του περιβάλλοντος στο χώρο του κόμβου (φύτευση ή διακοπή της φυτεύσεως κλπ.).

2) Να έχει καλή ορατότητα και εποπτεία.

3) Η λειτουργικότητα του να είναι απλή.

4) Να εξασφαλίζει άνεση στη κίνηση των οχημάτων.

Όλα τα παραπάνω επιβάλλουν ειδική διαμόρφωση του χώρου του κόμβου. Η διαμόρφωση αυτή μπορεί να γίνει είτε σε ένα επίπεδο (ισόπεδος κόμβος) είτε σε δύο (ανισόπεδος κόμβος).

Τα βασικά στοιχεία που επηρεάζουν τη διαμόρφωση αυτή είναι:

- Η θέση του κόμβου (μέσα σε κατοικημένη περιοχή ή έξω).
- Η σημασία των οδών που συντρέχουν στον κόμβο.
- Ο κυκλοφοριακός φόρτος των οδών.
- Το κυκλοφοριακό σύστημα (συνεχής ή διακοπόμενη ροή).

Επειδή τα παραπάνω βασικά στοιχεία μεταβάλλονται από κόμβο σε κόμβο, για κάθε περίπτωση θα μπορούσε να χρειάζεται και διαφορετική αντιμετώπιση.

Για να μη συμβαίνει αυτό χρησιμοποιούνται βασικοί τύποι κόμβων. Έτσι, με την τυποποίηση αυτή διευκολύνεται ο οδηγός στη γρήγορη αναγνώριση της λειτουργίας κάθε κόμβου που συναντά. Ο κάθε τύπος κόμβου όμως προσαρμόζεται στις ιδιαίτερες συνθήκες ορίζοντιογραφίας, τοπογραφίας και κλίσεων των οδών που τον αποτελούν.

Η καλύτερη γωνία διασταυρώσεως δύο οδών είναι η ορθή. Διασταυρώσεις υπό μικρή οξεία γωνία πρέπει να διαρρυθμίζονται έτσι, ώστε η γωνία να είναι μεταξύ 70 και 120 βαθμών. Η διαρρύθμιση γίνεται κατά κανόνα στη δευτερεύουσα οδό.

Τέλος η διαμόρφωση του χώρου του κόμβου περιλαμβάνει την κατασκευή βοηθητικών λωρίδων κυκλοφορίας (επιβραδύνσεως, επιταχύνσεως και αναμονής), νησίδων (διαχωριστικών, ρυθμιστικών και καταφυγίων), επιφανειών αποκλεισμού και κεκλιμένων προσβάσεων (ράμπες).

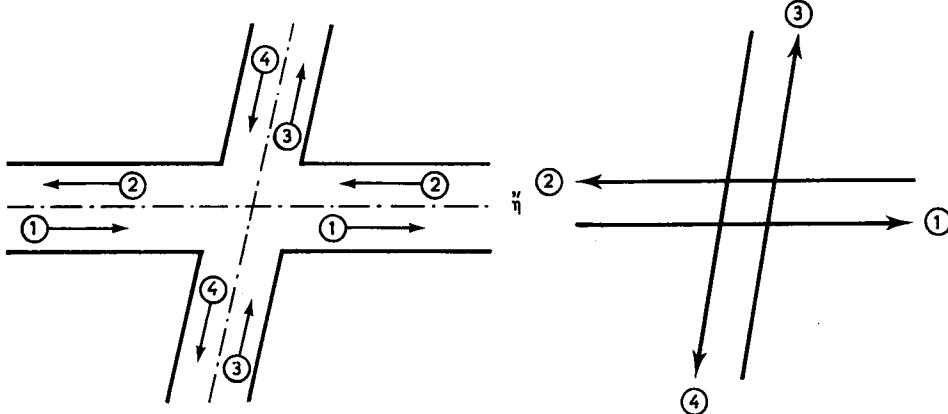
15.2 Βασική κυκλοφοριακή ροή σε ένα κόμβο.

Η διασταύρωση δύο οδών είναι η συνηθισμένη περίπτωση σ' ένα κόμβο. Σε

μια διασταύρωση έχομε 4 κυκλοφοριακά ρεύματα (σχ. 15.2α) που είναι ευθύγραμμα και δεν απαιτούν ειδική διαμόρφωση του χώρου του κόμβου.

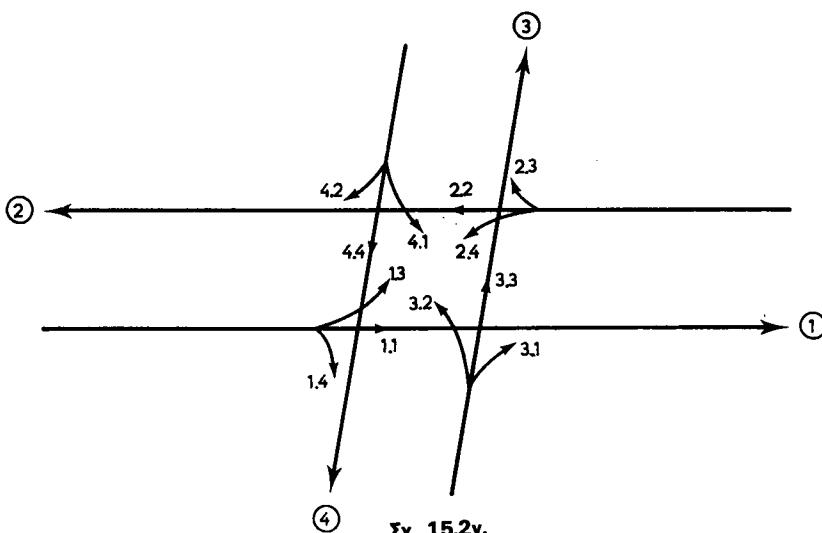
Για σχηματική ευκολία τα κυκλοφοριακά ρεύματα συμβολίζονται όπως δείχνει το σχήμα 15.2β.

Τα 4 αυτά ρεύματα διασταυρώνονται ανά δύο σε 4 σημεία. Αν τα ρεύματα 1 και 2 είναι της κύριας οδού, τότε αυτά έχουν προτεραιότητα στην εξυπηρέτηση από τα 3 και 4 της δευτερεύουσας. Οι δευτερεύουσες δηλαδή οδοί πρέπει να υποτάσσονται στις κύριες.



Σχ. 15.2α.

Σε ένα κόμβο όμως εκτός από τα 4 ευθύγραμμα κυκλοφοριακά ρεύματα έχομε και τα καμπύλα ρεύματα. Αυτά δημιουργούνται από την ανάγκη αλλαγής πορείας από τη κυρία οδό στη δευτερεύουσα ή αντίστροφα. Έτσι δημιουργούνται πρόσθετα ρεύματα, που ικανοποιούν όμως βασικές ανάγκες της κυκλοφορίας (σχ. 15.2γ).



Σχ. 15.2γ.

Από το σχήμα 15.2γ ξεχωρίζουμε τα συμμετρικά ρεύματα (ο πρώτος αριθμός δείχνει το ρεύμα από το οποίο ξεκινάει και ο δεύτερος το ρεύμα που κατευθύνεται):

- Ρεύμα 1.4 και 3.2 (από κύρια οδό σε δευτερεύουσα με δεξιά στροφή).
- Ρεύμα 3.1 και 4.2 (από δευτερεύουσα σε κύρια με δεξιά στροφή).
- Ρεύμα 1.3 και 2.4 (από κύρια σε δευτερεύουσα με αριστερή στροφή).
- Ρεύμα 4.1 και 3.2 (από δευτερεύουσα σε κύρια με αριστερή στροφή).

Τα παραπάνω ρεύματα δεν εξαντλούν όλες τις επιθυμίες τις κυκλοφοριακής ροής. Αποτελούν όμως τα βασικά κυκλοφοριακά ρεύματα σε ένα κόμβο.

Παρακάτω θα μελετήσουμε αναλυτικά κάθε περίπτωση συμμετρικών ρευμάτων.

15.2.1 Κυκλοφοριακό ρεύμα από κύρια οδό δευτερεύουσα με δεξιά στροφή.

Είναι η περίπτωση των συμμετρικών ρευμάτων 1.4 και 3.2 (σχ. 15.2γ). Η διαμόρφωση αυτή επιτυγχάνεται με τρεις τρόπους:

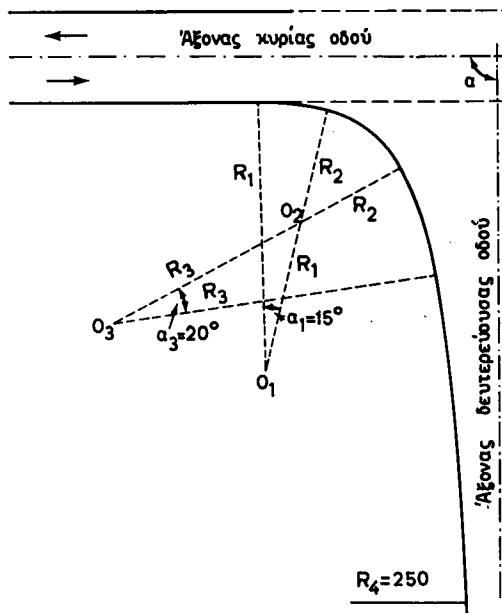
α) Για μικρές ταχύτητες της κύριας οδού (σχ. 15.2δ).

Γεωμετρικά στοιχεία:

Για $\alpha = 65^\circ$ $R_2 = 8$

Για $\alpha = 90^\circ$ $R_2 = 12$ και $R_1:R_2:R_3 = (2-3):1:3$

Για $\alpha = 105^\circ$ $R_2 = 12$



Σχ. 15.2δ.

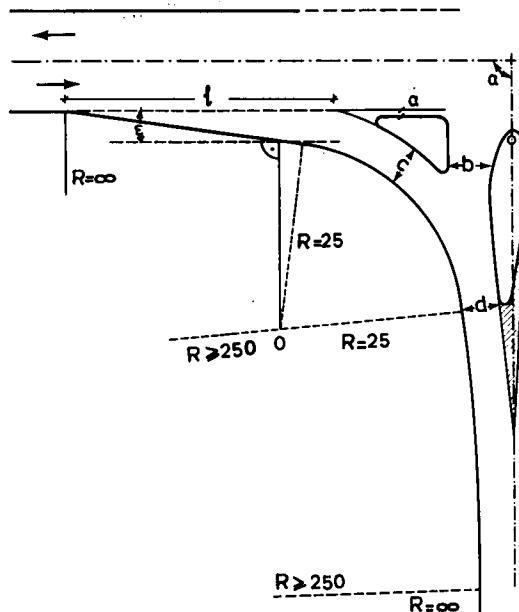
β) Για μέτριες ταχύτητες της κύριας οδού (σχ. 15.2ε).

Γεωμετρικά στοιχεία:

$\epsilon = 3,5 \div 5,00$ $l \approx 35$

$a = 0,50 \div 1,00$ $b = 6,5$

$c = 5,50$ $d = 6,0$

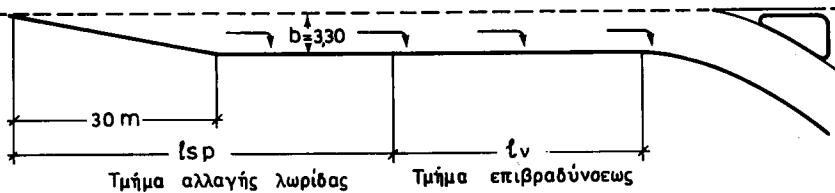


Σχ. 15.2ε.

Ο τρόπος σχηματισμού των νησίδων θα αναπτυχθεί παρακάτω.

γ) Για μεγάλες ταχύτητες της κύριας οδού (σχ. 15.2στ).

Χρησιμοποιείται βοηθητική λωρίδα κυκλοφορίας που έχει σκοπό την προοδευτική μείωση της ταχύτητας από την κύρια οδό για να προσαρμοσθεί στην ταχύτητα της δευτερεύουσας. Γι' αυτό η βοηθητική αυτή λωρίδα ονομάζεται **λωρίδα επιβραδύνσεως**.



Σχ. 15.2στ.

Γεωμετρικά στοιχεία:

Τα μήκη lv και lsp δίνονται από τους πίνακες 15.2.1 και 15.2.2.

15.2.2 Κυκλοφοριακό ρεύμα από δευτερεύουσα σε κυρία οδό με δεξιά στροφή.

Είναι η περίπτωση των συμμετρικών ρευμάτων 3.1 και 4.2 του σχήματος 15.2γ.

ΠΙΝΑΚΑΣ 15.2.1
Μήκος επιβραδύσεως (R_s)

Κυριοφρενός φόρτος πάνω από διεθνεστής κύριος σύνδεσμος	Δεξιόπεδο Αριστερόπεδο	Κλίση $i = -4\%$										Κλίση $i = +4\%$													
		50	60	70	80	90	100	110	120	50	60	70	80	90	100	110	120	50	60	70	80	90	100	110	
$\leq 50 \text{ OX/m}$	—	5	10	20	30	40	55	75	—	5	10	15	25	35	45	—	—	5	10	15	20	30	A	D	
$> 50 - 150 \text{ OX/m}$	5	10	20	35	50	65	85	110	5	10	15	20	30	40	55	75	—	5	10	15	20	30	40	B	E
≤ 40	5	10	20	35	50	65	85	110	5	10	15	20	30	40	55	75	—	5	10	15	20	30	40	B	E
$> 150 - 250 \text{ OX/m}$	15	25	40	60	80	105	135	165	10	20	30	40	55	75	95	120	10	15	20	30	40	55	70	C	
≤ 20	5	10	20	35	50	65	85	110	5	10	15	20	30	40	55	75	—	5	10	15	20	30	40	55	F
$> 250 - 500 \text{ OX/m}$	20	15	25	40	60	80	105	135	165	10	20	30	40	55	75	95	20	30	40	55	70	90	90	F	
$> 500 \text{ OX/m}$	15	25	40	60	80	105	135	165	10	20	30	40	55	75	95	120	10	15	20	30	40	55	70	C	

ΠΙΝΑΚΑΣ 15.2.2
Μήκος αλλαγής λωρίδας (l_{sp})

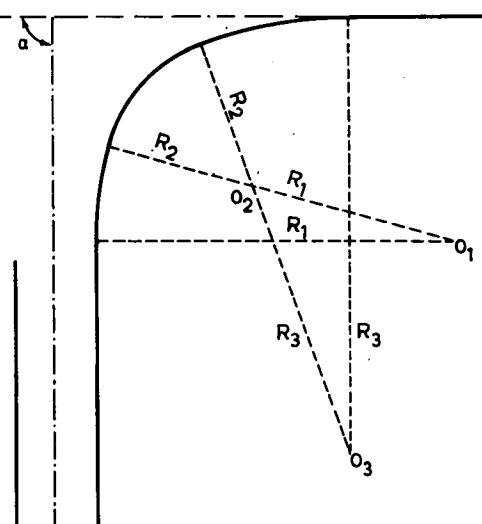
Βασική ταχύτητα κόμβου (km/h)		50	60	70	80	90	100	*	*
		110	120						
Τμήμα αλλαγής λωρίδας αριστερόστροφων σε οδούς 2 λωρίδων	A	50	30	30	30	35	35	40	45
	B	30	30	30	30	35	40	45	50
	C	30	30	35	40	45	50	55	60
Τμήμα αλλαγής λωρίδας δεξιόστροφων σε οδούς 4 λωρίδων	D	30	30	30	35	40	45	55	60
	E	30	30	35	45	50	60	65	70
	F	35	45	50	60	65	75	80	90

* Άν οι ταχύτητες είναι μεγάλες κατασκευάζονται ανισόπεδοι κόμβοι.

Η διαμόρφωση στην περίπτωση αυτή γίνεται με δυό τρόπους:

α) Για μικρές ταχύτητες της κύριας οδού (σχ. 15.2ζ).

Αξονας κύριας οδού



Σχ. 15.2ζ

Γεωμετρικά στοιχεία:

$$\text{Για } \alpha = 65^\circ \quad R_2 = 12$$

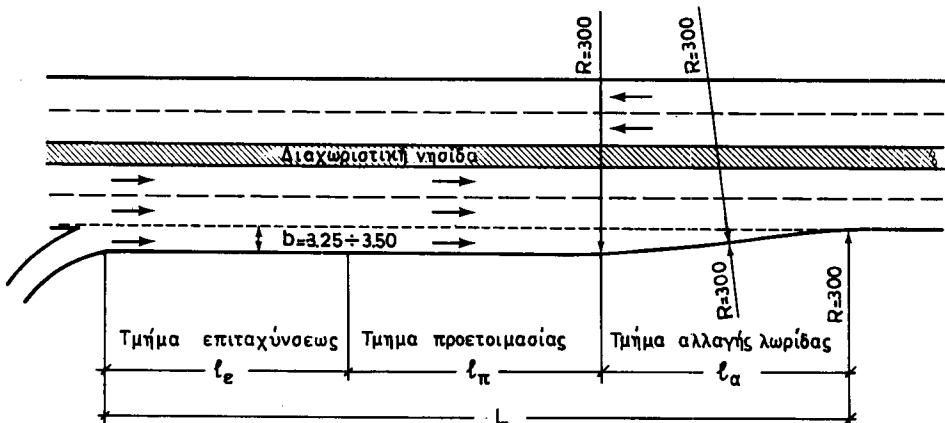
$$\text{Για } \alpha = 90^\circ \quad R_2 = 12 \quad \text{και} \quad R_1:R_2:R_3 = (2-3):1:3$$

$$\text{Για } \alpha = 105^\circ \quad R_2 = 8$$

β) Για μεγάλες ταχύτητες της κύριας οδού (σχ. 15.2η).

Χρησιμοποιείται βοηθητική λωρίδα κυκλοφορίας, παράλληλη με το ρεύμα της κύριας οδού, που έχει σκοπό την προοδευτική αύξηση της ταχύτητας από τη οδό για να προσαρμοσθεί στην ταχύτητα της κύριας.

Γι' αυτό η βοηθητική αυτή λωρίδα ονομάζεται **λωρίδα επιταχύνσεως**.



Σχ. 15.2η.

Γεωμετρικά στοιχεία:

Είναι $L = l_e + l_\pi + l_\alpha$

Το μήκος του τμήματος επιταχύνσεως (l_e) δίνεται από τον πίνακα 15.2.1.

Το μήκος του τμήματος προετοιμασίας (l_π) εισόδου στο κυρίως ρεύμα δίνεται από το γνωστό τύπο της φυσικής $S = u \cdot t$, όπου $t = 3''$ (χρόνος προετοιμασίας) και u η ταχύτητα μελέτης του κόμβου (m/sec). Είναι:

$$l_\pi = u \cdot t = \frac{V \cdot 3}{3,6} = 0,8 V$$

όπου: V η ταχύτητα μελέτης του κόμβου σε km/h.

Το μήκος του τμήματος αλλαγής λωρίδας (l_α) δίνεται από τον τύπο:

$$l_\alpha \approx 34,6 \sqrt{b}$$

'Οπου: b είναι το πλάτος της λωρίδας. Για $V \geq 70$ km/h είναι $b = 3,50$ και για $V < 70$ km/h είναι $b = 3,25$.

15.2.3 Ρεύμα από κύρια, σε δευτερεύουσα οδό με αριστερή στροφή.

Είναι η περίπτωση των συμμετρικών ρευμάτων 1.3 και 2.4 του σχήματος 15.2γ. Η διαμόρφωση, στη περίπτωση αυτή, χρησιμοποιεί τη λεγόμενη **λωρίδα αναμονής**, που είναι παράλληλη με το ρεύμα της κύριας οδού (σχ. 15.2θ). Σκοπός της λωρίδας αυτής είναι η προοδευτική μείωση, μέχρι μηδενισμού, της ταχύτητας των οχημάτων που θα στρίψουν αριστερά και η αναμονή τους πάνω σ' αυτή μέχρι την κατάλληλη στιγμή και χωρίς να εμποδίζεται το ρεύμα της κύριας οδού.

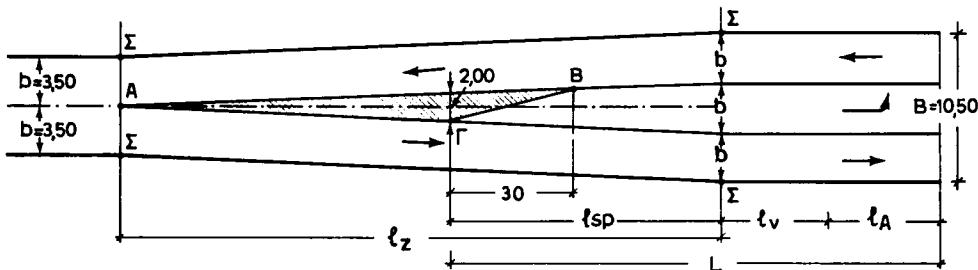
Η λωρίδα αναμονής κατασκευάζεται κατά κανόνα σε βάρος της νησίδας διαχωρισμού των ρευμάτων της κύριας οδού. Στη περίπτωση που δεν επαρκεί, γίνεται διαπλάτυνση της κύριας οδου στη θέση του κόμβου. Η διαπλάτυνση γίνεται προοδευτικά και συμμετρικά στον άξονα της κύριας οδού (σχ. 15.2θ) και σταματά όταν γίνει ίση με το πλάτος μιας λωρίδας κυκλοφορίας (συνήθως 3,50 m).

Στα σημεία Σ έχουμε σπασίματα των οριογραμμών της κύριας οδού.

Το μήκος l_z , κατά το οποίο η διαπλάτυνση αυξάνει προοδευτικά, δίνεται από τη σχέση:

$$l_z = V_M \sqrt{\delta}$$

όπου: V_M είναι ταχύτητα μελέτης της κύριας οδού και δ διαπλάτυνση (= πλάτος μιας λωρίδας = 3,50 m)



Σχ. 15.2θ.

Η επιφάνεια ΑΒΓ ονομάζεται ζώνη αποκλεισμού. Το σημείο Γ βρίσκεται στη θέση που η διαπλάτυνση γίνεται 2 m και το σημείο Β σε απόσταση 30 m από τη θέση αυτή. Η λωρίδα αναμονής αρχίζει από το σημείο Γ.

Το συνολικό μήκος L της λωρίδας αναμονής είναι:

$$L = l_{sp} + l_v + l_A$$

όπου: l_{sp} είναι το μήκος αλλαγής λωρίδας.

l_v είναι το μήκος επιβραδύνσεως.

l_A είναι το μήκος αναμονής.

Το τελευταίο (l_A) λαμβάνεται 20m, δηλαδή $l_A = 20$ m.

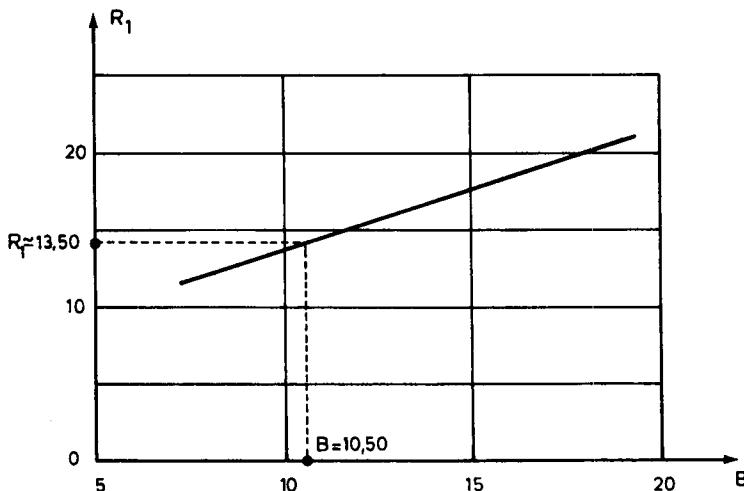
Τά l_{sp} και l_v δίνονται από τους Πίνακες 15.2.1 και 15.2.2.

15.2.4 Κυκλοφοριακό ρεύμα από δευτερεύουσα σε κύρια οδό με αριστερή στροφή.

Είναι η τελευταία περίπτωση των συμμετρικών ρευμάτων 4.1 και 3.2 του σχήματος 15.2γ. Η διαμόρφωση, στην περίπτωση αυτή, χρησιμοποιεί κατά κανόνα τη λεγόμενη **διαζευκτική νησίδα** ή κοινώς **σταγόνα**.

Η νησίδα αυτή (σχ. 15.2ια) κατασκευάζεται ως εξής:

— Ο κύκλος K_1 εφάπτεται στην εσωτερική οριογραμμή της λωρίδας που κατευθύνεται η κίνηση (σημείο A) και στη γραμμή που είναι στα δεξιά του άξονα της δευτερεύουσας παράλληλη με αυτόν και σε απόσταση 2,00 m (σημείο B). Η ακτίνα R_1 δίνεται από το παρακάτω νομογράφημα (σχ. 15.2ι) και είναι συνάρτηση του πλάτους B της κύριας οδού.



Σχ. 15.2ι.

— Το σημείο Γ είναι τομή οριογραμμής της κύριας οδού και κύκλου με κέντρο το K_1 , και ακτίνα $\rho = R_1 + 2,00$ m.

— Ο κύκλος K_2 εφάπτεται (στο σημείο Δ) στην εσωτερική οριογραμμή της λωρίδας αναμονής και περνάει από το σημείο Ε που είναι σημείο τομής της $K_1\Gamma$ και της περιφέρειας κέντρου K_1 .

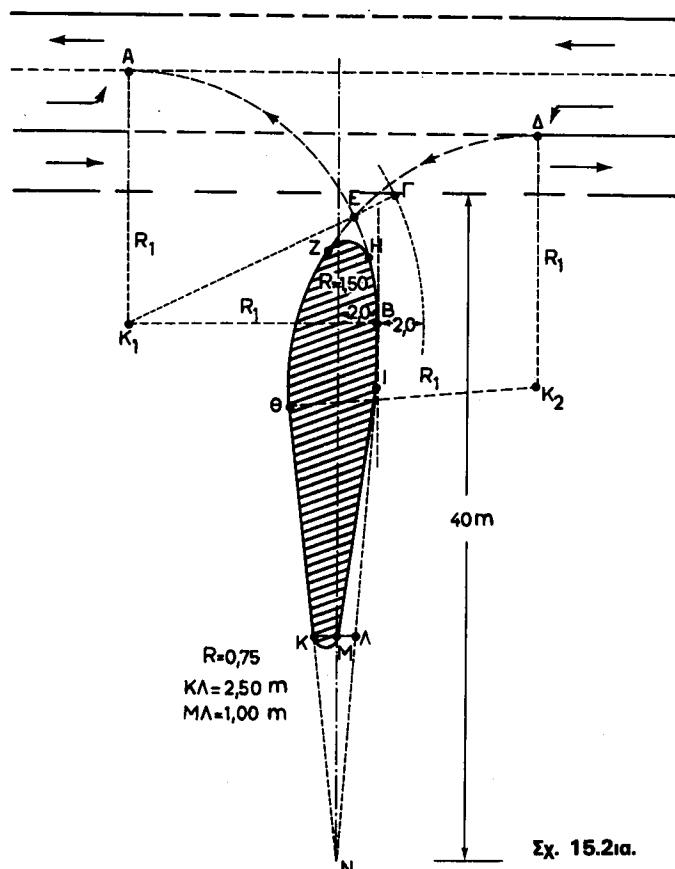
— Το σημείο Ν είναι σε απόσταση 40 m από την πλησιέστερη οριογραμμή της κύριας οδού.

— Τα σημεία Θ και Ι είναι σημεία τομής των εφαπτομένων στις περιφέρειες των κύκλων K_2 και K_1 αντιστοίχως.

— Το τμήμα ΚΛ είναι κάθετο στον άξονα της δευτερεύουσας οδού και έχει μήκος 2,50 m, ενώ το ΛΜ = 1,00.

— Τέλος η κεφαλή και η ουρά της σταγόνας σχηματίζονται από τμήμα περιφέρειας κύκλου με ακτίνα 1,50 και 0,75 αντιστοίχως.

Το διαγραμμισμένο τμήμα του σχήματος αποτελεί την επιφάνεια αποκλεισμού.



Σχ. 15.2α.

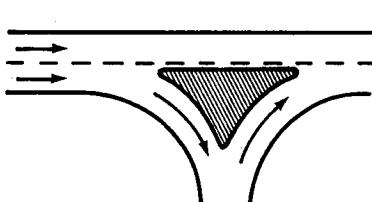
15.3 Νησίδες.

Η νησίδα είναι επιφάνεια του χώρου του κόμβου μεταξύ των λωρίδων κυκλοφορίας και διευκολύνει την κίνηση των οχημάτων ή χρησιμεύει για καταφύγιο των πεζών.

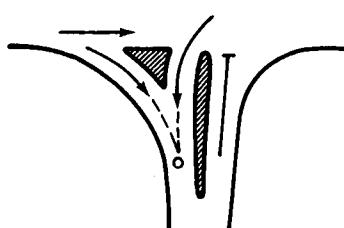
Η σήμανση της νησίδας γίνεται με διαγράμμιση ή διαχωρίζεται από τον υπόλοιπο χώρο με κράσπεδο και είναι υπερυψωμένη.

Ανάλογα με το σκοπό που έχουν διακρίνονται:

— Σε ρυθμιστικές ή καθοδηγήσεως. Τέτοιες είναι η τριγωνική και η διαζευκτική ή σταγόνα (σχήματα 15.3α και 15.3β).

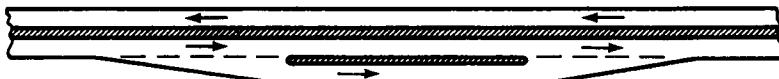


Σχ. 15.3α.



Σχ. 15.3β.

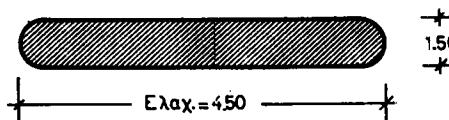
- Σε διαχωριστικές (σχήματα 15.3γ και 15.3δ).
- Σε νησίδες-καταφύγια των πεζών (σχ. 15.3ε). Γενικά όλες οι νησίδες ενός κόμβου μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους πεζούς ως καταφύγια. Όταν όμως ο κόμβος είναι σε αστική περιοχή και οι οδοί έχουν μεγάλο πλάτος, οι νησίδες χρησιμοποιούνται για τη διάβαση των πεζών.



Σχ. 15.3γ.



Σχ. 15.3δ.



Σχ. 15.3ε.

15.4 Ορατότητα στους κόμβους.

Είπαμε προηγουμένως (15.2) ότι οι δευτερεύουσες οδοί στους κόμβους πρέπει να υποτάσσονται στις κύριες. Έτσι η κύρια οδός πρέπει να έχει προτεραιότητα στην κίνηση. Αυτό σημαίνει ότι ο οδηγός της δευτερεύουσας οδού 1πρέπει να έχει αρκετό μήκος ορατότητας στην κύρια οδό.

Διακρίνομε δύο περίπτωσεις:

α) Το όχημα της δευτερεύουσας διασχίζει τον κόμβο χωρίς να σταματήσει.

Στη περίπτωση αυτή έχομε το λεγόμενο **μήκος ορατότητας προσεγγίσεως** (L) (σχ. 15.4α).

Το μήκος L πρέπει να εξασφαλίζεται στον οδηγό της δευτερεύουσας από απόσταση 20 m πριν συνατήσει την κύρια οδό.

Το μήκος αυτό (L) είναι συνάρτηση της ταχύτητας μελέτης V_M της κύριας οδού και δίνεται από το παρακάτω νομογράφημα (σχ. 15.4β).

Η ταχύτητα κινήσεως στη δευτερεύουσα λαμβάνεται πάντοτε 20 km/h περίπου, γιατί το όχημα της δευτερεύουσας πρέπει να μειώνει την ταχύτητά του όταν πλησιάζει τον κόμβο, π.χ. για ταχύτητα 80 km/h είναι $L \approx 215m$.

β) Το όχημα της δευτερεύουσας σταματά πριν από την κύρια λόγω στάσεως.

Στην περίπτωση αυτή έχομε το λεγόμενο **μήκος ορατότητας εκκινήσεως** (L) (σχ. 15.4γ).

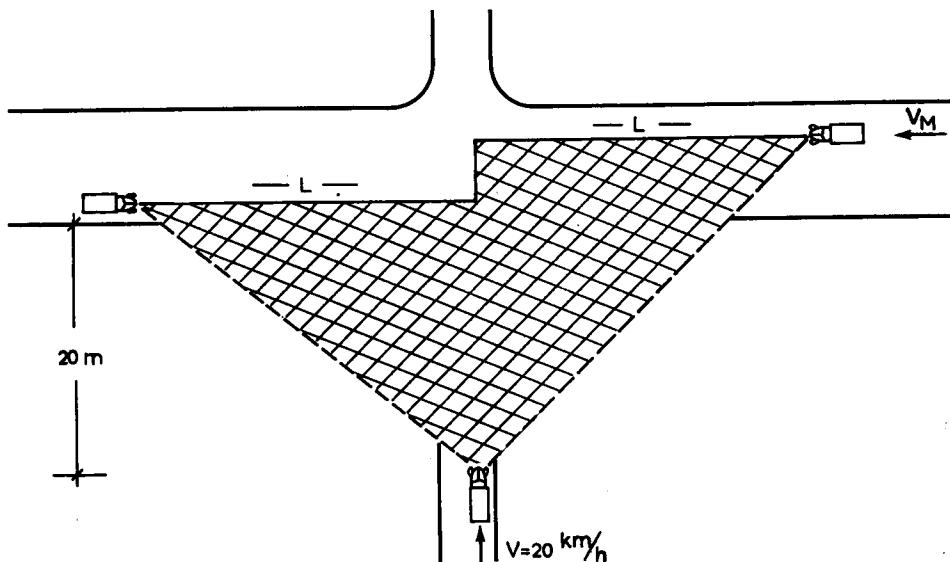
Η ταχύτητα στη δευτερεύουσα λαμβάνεται με μηδενική τιμή (λόγω στάσεως) και η απόσταση από την οριογραμμή της κύριας οδού 5 m.

Το μήκος L δίνεται πάλι από το ίδιο νομογράφημα του σχήματος 15.4β (καμπύλη εκκινήσεως).

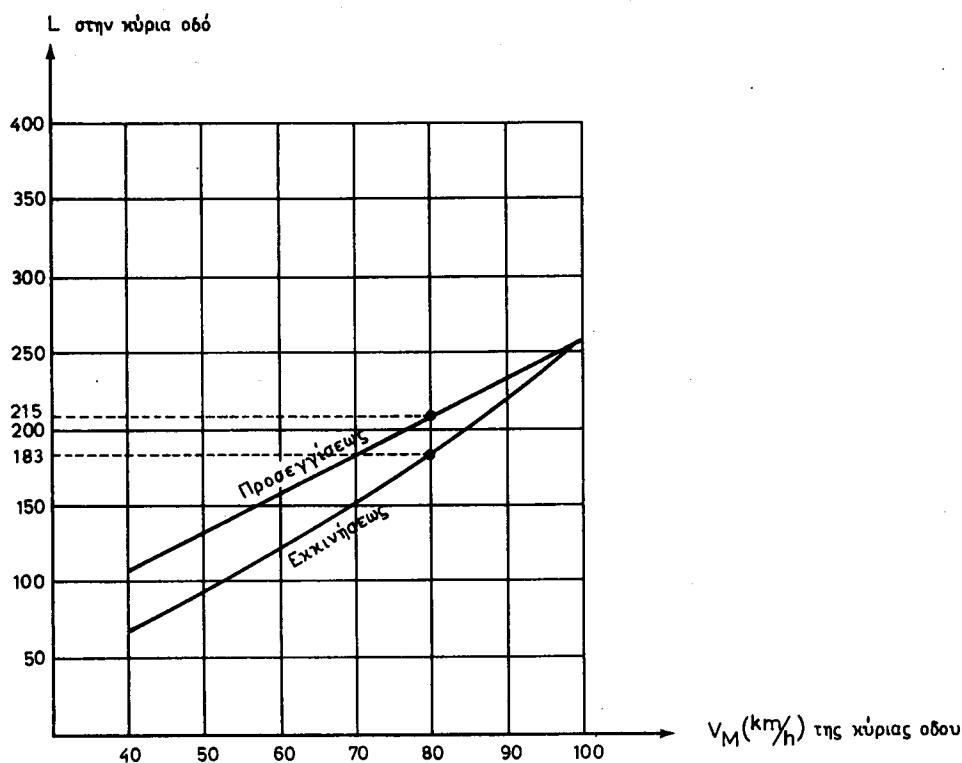
Έτσι π.χ. για $V_M = 80$ km/h είναι $L = 183$ m.

15.5 Τυποποίηση των κόμβων.

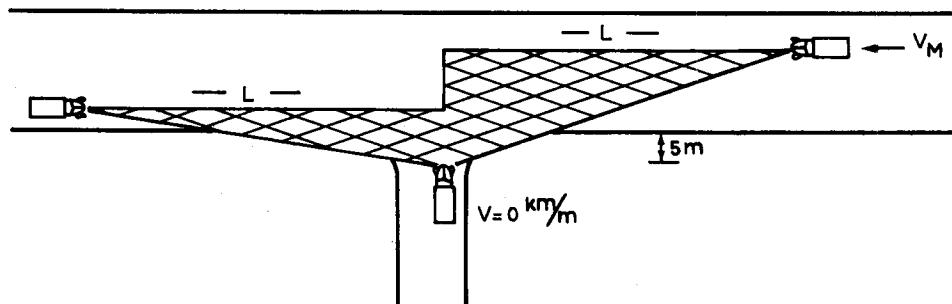
Όπως είπαμε και στην παράγραφο 15.1, για να διευκολύνεται ο οδηγός στη



Σχ. 15.4α.



Σχ. 15.4β.



Σχ. 15.4γ.

λειτουργικότητα του κόμβου, τυποποιείται η διαμόρφωση των κόμβων.

Τα βασικά κριτήρια για την τυποποίηση είναι:

α) Τα κυκλοφοριακά κριτήρια. Ο πίνακας 15.5 δείχνει τον τύπο των οδών που συνδέονται σε κόμβο, τη γενική μορφή του κόμβου και τον τρόπο κυκλοφορίας σ' αυτόν.

ΠΙΝΑΚΑΣ 15.5

Τύπος οδού	Τρόπος συνδέσεως	Τρόπος κυκλοφορίας
1. Συνδετήρια οδός προς συνδετήρια	— — ή — + —	ελεύθερος (προτεραιότητα)
2. Συνδετήρια προς Συλλεκτήρια	— — ή — + —	στάση στη συνδετήρια ή ελεύθερος
3. Συλλεκτήρια προς Συλλεκτήρια	— + —	Με νησίδες
4. Συλλεκτήρια προς Αρτηρία	— + —	Με νησίδες
5. Αρτηρία προς Αρτηρία	— + — ή — + —	Φωτεινή σήμανση (ή δύο επίπεδα)
6. Αρτηρία προς οδό ταχείας κινήσεως	— + —	Δύο επίπεδα
7. Οδός ταχείας κινήσεως προς οδό ταχείας κινήσεως	— + —	Δύο επίπεδα

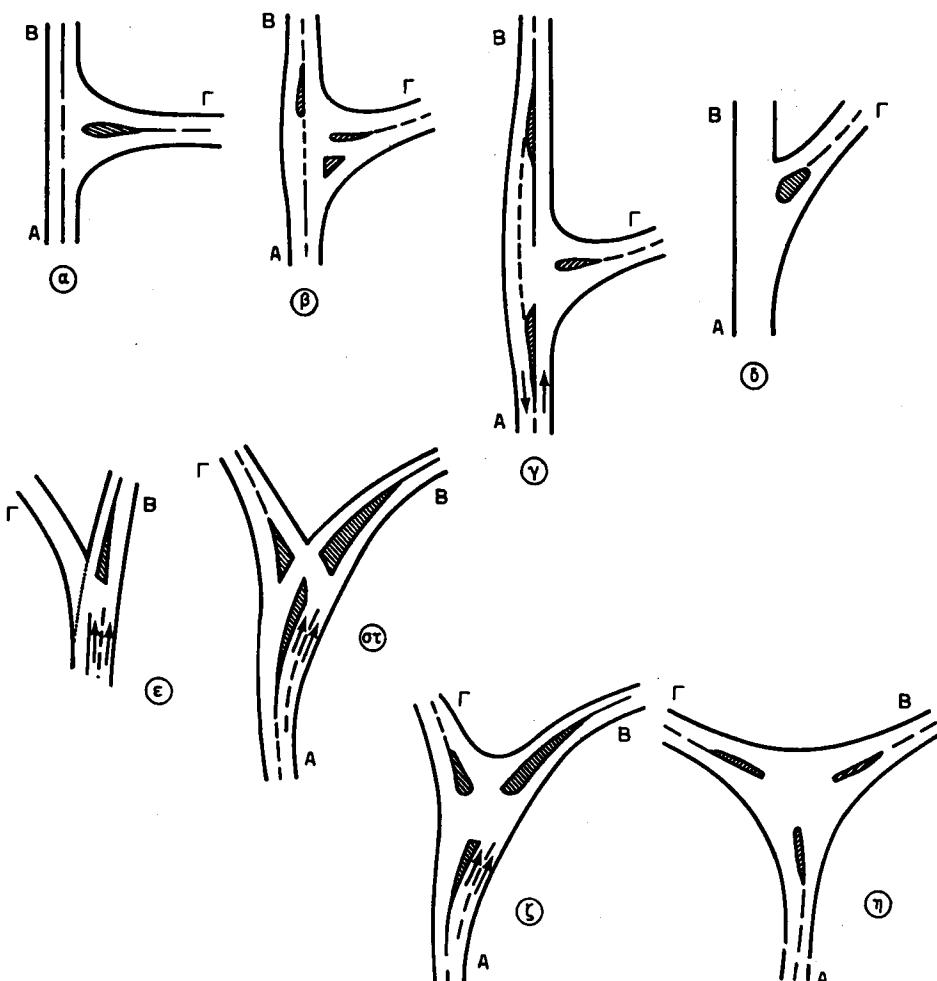
β) Κριτήρια κυκλοφοριακής τεχνικής. Η επιθυμητή ροή κυκλοφορίας καθορίζει βασικά τον τύπο του κόμβου. Οι δυνατότητες της κυκλοφοριακής ροής είναι:

- Διακοπόμενη ροή
- Συνδυασμός διακοπόμενης και συνεχούς } Διαμόρφωση σε ένα επίπεδο
- Συνεχής ροή } Δύο ή περισσότερα επίπεδα

γ) Τα γεωμετρικά κριτήρια. Σ' αυτά ανήκουν οι κλάδοι που συντρέχουν στον κόμβο και ο αριθμός των επιπέδων που θα γίνει η διαμόρφωση.

Στα σχήματα 15.5α, 15.5β, 15.5γ, 15.5δ, και 15.5ε, φαίνονται μερικοί βασικοί τύποι κόμβων. Ο καθένας από αυτούς μπορεί να τροποποιηθεί ανάλογα με την τοπογραφία της περιοχής και τις κατά μήκος κλίσεις των οδών. Οι παραστάσεις είναι σχηματικές και χωρίς κλίμακα. Διακρίνομε τις περιπτώσεις:

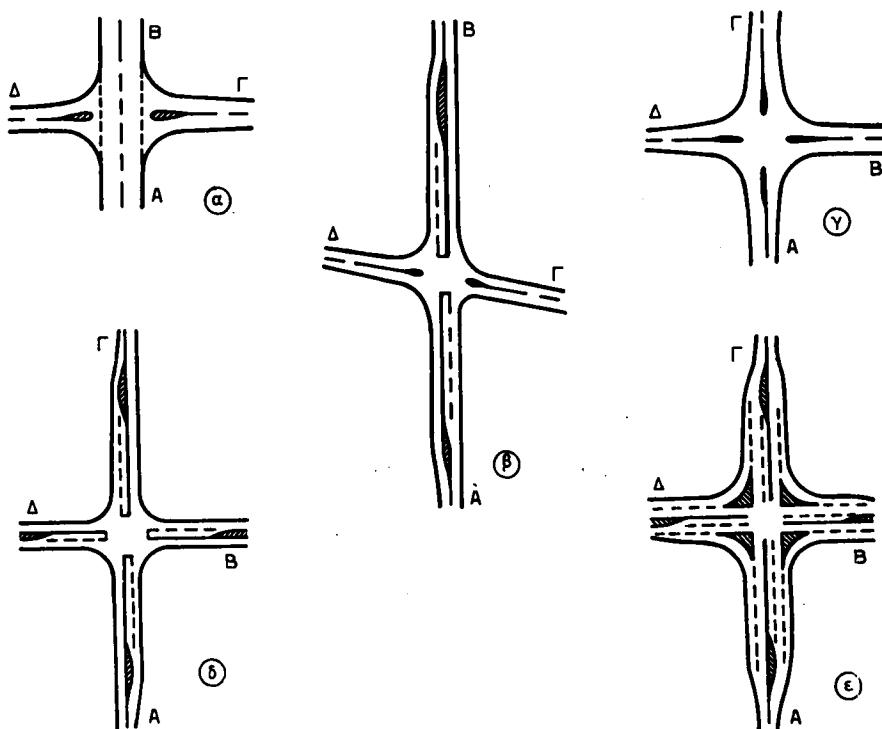
1. Κόμβοι σε ένα επίπεδο, με 3 κλάδους [σχ. 15.5α(α) ως (η)].



Σχ. 15.5α.

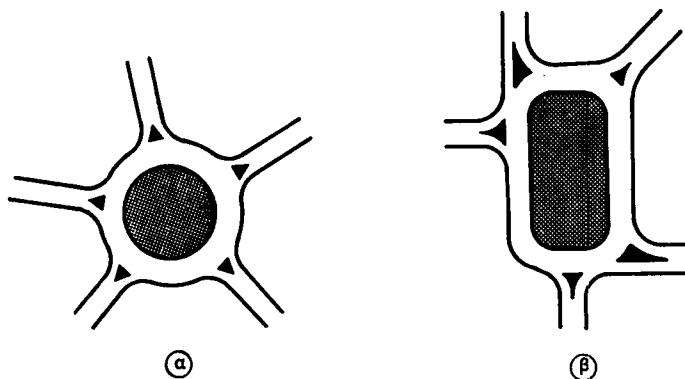
Κόμβοι σε ένα επίπεδο με 3 κλάδους.

2. Κόμβοι σε ένα επίπεδο, με 4 κλάδους [σχ.15.5β(α) ως (ε)].



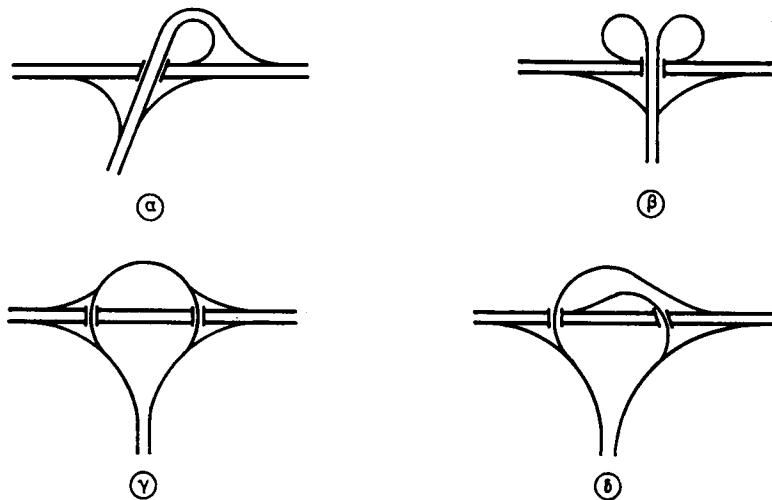
Σχ. 15.5β.

3. Κόμβοι σε ένα επίπεδο, με περισσότερους κλάδους [σχ.15.5γ(α) και (β)].



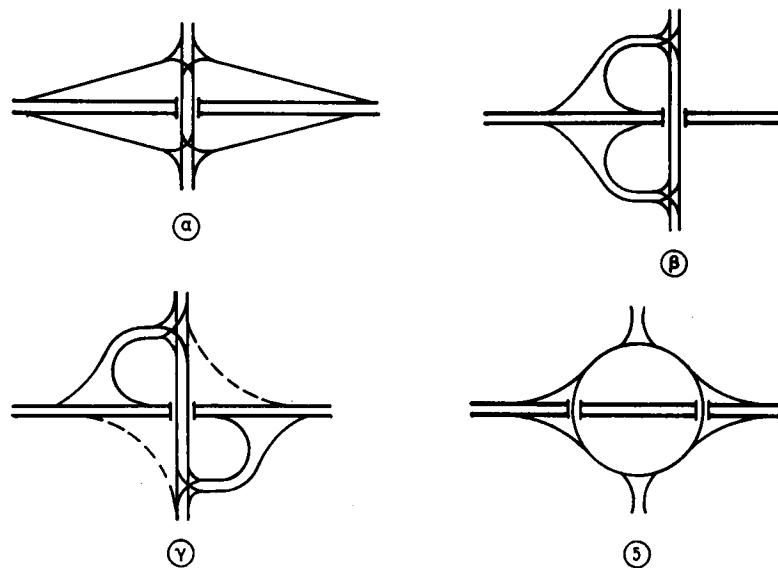
Σχ. 15.5γ.

4. Κόμβοι σε δύο επίπεδα με 3 κλάδους [σχ.15.5δ(α) ως (δ)].



Σχ. 15.5δ.

5. Κόμβοι σε δύο επίπεδα με 4 κλάδους [σχ.15.5ε(α) ως (δ)].



Σχ. 15.5ε.

15.6 Ανισόπεδοι κόμβοι.

Οι κόμβοι σε περισσότερα επίπεδα (ανισόπεδοι κόμβοι) χρησιμοποιούνται γενικά στις εξής περιπτώσεις:

- Όπου η χάραξη για κόμβους σε ένα επίπεδο είναι ανεπαρκής.
- Όπου η ασφάλεια απαιτεί διαχωρισμό των ρευμάτων.

— Όπου η ομοιομορφία κινήσεως απαιτεί ελεύθερη κίνηση.

— Όπου προσφέρεται το τοπίο.

Οι ανισόπεδοι κόμβοι παρουσιάζουν το πλεονέκτημα της ασφάλειας στη κίνηση και της συνεχούς κυκλοφοριακής ροής. Είναι όμως δαπανηροί και κατασκευάζονται μόνο όταν· είναι απαραίτητοι. Οι συνδετήριες προσβάσεις στα διάφορα επίπεδα ονομάζονται ράμπες.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΟΔΟΥ ΚΑΙ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΕΠΑΝΩ ΣΕ ΑΥΤΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

Εισαγωγή

1.1 Ορισμός	1
1.2 Ιστορικό	1
1.3 Διαιρεση των οδών	3

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

Τα μέρη της οδού

2.1 Ορισμοί	5
2.2 Οδόστρωμα	9
2.2.1 Τα βασικά χαρακτηριστικά	9
2.2.2 Πλάτος οδοστρώματος σε ευθυγραμμία	10
2.2.3 Επιφάνεια οδοστρώματος	11
2.2.4 Κυρτότητα και εγκάρσια κλίση του οδοστρώματος	12
2.3 Ερείσματα	13
2.4 Στερεά εγκιβωτισμού	14
2.5 Τάφροι	16
2.6 Πρανή	18
2.6.1 Τα πρανή εκχωμάτων	18
2.6.2 Τα πρανή επιχωμάτων	19
2.7 Περιφράγματα	21
2.8 Ανακεφαλαίωση	25

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

Η κυκλοφορία επάνω στην οδό

3.1 Οχήματα	26
3.1.1 Αντιστάσεις στην κίνηση των οχημάτων	30
3.2 Ταχύτητα. Μέση ταχύτητα κινήσεως, ταχύτητα μελέτη	34
3.3 Ευθύγραμμα και καμπύλα τμήματα της οδού	35
3.4 Πορεία των αυτοκινήτων πάνω στα ευθύγραμμα τμήματα της οδού	36
3.5 Πορεία των αυτοκινήτων στα καμπύλα τμήματα της οδού	40
3.5.1 Φυγόκεντρος δύναμη	40
3.5.2 Ορατότητα στις καμπύλες	44
3.6 Ασφάλεια	46

3.7 Καμπύλες συναρμογής μεταξύ των ευθυγράμμων τμημάτων της οδού	47
3.7.1 Πραγματική τροχιά του αυτοκινήτου στις καμπύλες. Κλωθοειδής	48
3.8 Ανακεφαλαίωση	51

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

Οι βάσεις του σχεδιασμού των οδών

4.1 Γενικά	52
4.2 Η Τοπογραφία της περιοχής της οδού	53
4.3 Τα φυσικά χαρακτηριστικά της περιοχής	53
4.4 Η χρήση του εδάφους	53
4.5 Τα σχέδια μελλοντικής αναπτύξεως της περιοχής	53
4.6 Τα στοιχεία κυκλοφορίας	54
4.6.1 Τρέχουσα κυκλοφορία	54
4.6.2 Μονάδες μετρήσεως του όγκου της κυκλοφορίας	54
4.6.3 Μελλοντική κυκλοφορία	55
4.6.4 Συντελεστής προβλέψεως της κυκλοφορίας	55
4.6.5 Κατανομή κατά Διεύθυνση	56
4.6.6 Σύνθεση της κυκλοφορίας	56
4.7 Χωρητικότητα οδού	57

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΟΔΟΥ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού

5.1 Οριζοντιογραφικός καθορισμός της οδού	64
5.1.1 Η ακτίνα R του κεντρικού κυκλικού τόξου	64
5.1.2 Το μήκος S της καμπύλης συναρμογής	66
5.1.3 Η επικλιση q του οδοστρώματος	69
5.1.4 Μεταβολή της επικλίσεως	70
5.1.5 Απόσβεση της επικλίσεως	73
5.1.6 Σχέση μεταξύ ελάχιστου μήκους S κλωθοειδούς και ελάχιστου μήκους S' αποσβέσεως της επικλίσεως μέσα στην καμπύλη	79
5.1.7 Η εκτροπή ε το κυκλικού τόξου από την εφαπτομένη	80
5.1.8 Υπολογισμός της επικλίσεως σε τυχαία θέση του άξονα της οδού	82
5.2 Υψομετρικός καθορισμός της οδού	88
5.2.1 Γενικά	88
5.2.2 Μέγιστη κατά μήκος κλίση	88
5.2.3 Συναρμογές των ευθυγραμμών της κατά μήκος τομής της οδού	89

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

Τα γεωμετρικά στοιχεία της χαράξεως των καμπυλών

6.1 Καθορισμός των βασικών στοιχείων της χαράξεως. Πίνακες	95
6.2 Πύκνωση της καμπύλης	99
6.3 Καθορισμός της καθέτου στα καμπύλα τμήματα	100
6.4 Ανακεφαλαίωση	108

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ
ΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΕΩΣ ΤΗΣ ΟΔΟΥ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

Αναγνώριση της οδού

7.1 Εκλογή της γενικής πορείας χαράξεως	109
7.2 Γενικές αρχές της χαράξεως	110
7.2.1 Γενικές αρχές χαράξεως που αφορούν την οριζοντιογραφία	111
7.2.2 Γενικές αρχές που αφορούν την κατά μήκος τομή	112
7.3 Σκοπός της αναγνωρίσεως	112
7.4 Βαρομετρική αναγνώριση	114
7.4.1 Εργασίες υπαίθρου	114
7.4.2 Εργασίες γραφείου	115
7.5 Ταχυμετρική αναγνώριση	116
7.6 Ανακεφαλαίωση	116

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΟΟ

Προμελέτη της οδού

8.1 Γενικά	118
8.2 Μέθοδοι αποτυπώσεως της εδαφικής ζώνης κατά μήκος της οδού	119
8.2.1 Ταχυμετρική μέθοδος αποτυπώσεως	120
8.2.2 Αεροτοπογραφική μέθοδος αποτυπώσεως	131
8.3 Μελέτη χαράξεως της οδού πάνω στο διάγραμμα της υψομετρικής οριζοντιογραφίας	141
8.3.1 Γενικά	141
8.3.2 Ισοκλίνης	142
8.3.3 Πολυγωνική	144
8.3.4 Ανακάμπτοντες ελιγμοί (επιστροφές)	145
8.4 Σύνταξη του διαγράμματος της μηκοτομής της οδού και του εδάφους	153
8.5 Υπολογισμός των όγκων (κύβων) των ορυγμάτων και των επιχωμάτων	154
8.6 Συμπλήρωση της προμελέτης	156
8.7 Ανακεφαλαίωση	156

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ

Οριστική μελέτη της οδού

9.1 Γενικά	157
9.2.1 Καθορισμός επάνω στο έδαφος των ευθυγραμμιών της πολυγωνικής	157
9.2.2 Μέτρηση των γωνιών της πολυγωνικής	158
9.2.3 Πύκνωση των ευθυγραμμιών της πολυγωνικής	159
9.2.4 Πασσάλωση των κυρίων σημείων των καμπυλών του άξονα της οδού	160
9.2.5 Σήμανση και εξασφάλιση των κορυφών της πολυγωνικής	161
9.2.6 Πασσάλωση των ευθυγραμμιών της χαράξεως	161
9.2.7 Γεωμετρική χωροστάθμιση των πασσάλων της χαράξεως	163
9.2.8 Λήψη στοιχείων κατά πλάτος διατομών	165
9.2.9 Λήψη στοιχείων για την αποτύπωση των θέσεων των τεχνικών έργων	166
9.2.10 Λήψη στοιχείων κτηματολογίου	167
9.3 Εργασίες γραφείου	168
9.4 Συμπλήρωση της οριστικής μελέτης	174
9.5 Ανακεφαλαίωση	174

ΜΕΡΟΣ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ

Υπολογισμός χωματουργικών εργασιών

10.1	Γενικά	176
10.2	Γενικά στοιχεία διατομών	177
10.3	Εμβαδομέτρηση διατομών	178
10.3.1	Γραφικές μέθοδοι	178
10.3.2	Υπολογιστικές μέθοδοι	180
10.4	Μέθοδοι υπολογισμού του όγκου των χωματισμών	180
10.4.1	Μέθοδος των μέσων επιφανειών	182
10.4.2	Μέθοδος των εφαρμοστέων μηκών	185
10.5	Το επίπλησμα	190
10.6	Διανομή και κίνηση γαιών	190
10.7	Ανακεφαλαίωση	191

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΔΕΚΑΤΟ

Εκτέλεση χωματουργικών εργασιών

11.1	Προκαταρκτικές εργασίες	192
11.2	Κατασκευή ορυγμάτων	193
11.2.1	Εκσκαφή κατά στρώματα	193
11.2.2	Εκσκαφή κατά δώματα	194
11.3	Κατασκευή επιχωμάτων	194
11.4	Πλήρωση του κενού πίσω από τα τεχνικά έργα και επιχωμάτωση (κάλυψή τους)	196
11.5	Ανακεφαλαίωση	197

ΜΕΡΟΣ ΠΕΜΠΤΟ

ΟΔΟΣΤΡΩΣΙΑ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ ΕΡΓΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΩΔΕΚΑΤΟ

Οδοστρωσία'

12.1	Γενικά	198
12.2	Οδοστρώματα με σταθεροποίηση του φυσικού εδάφους	202
12.3	Λιθόστρωτα οδοστρώματα	204
12.4	Οδοστρώματα από σκυρόδεμα	206
12.5	Υδατόπηκτα σκυρωτά οδοστρώματα (Mac-Adam)	209
12.6	Κυκλοφοριόπηκτα οδοστρώματα	211
12.7	Ανακεφαλαίωση	212

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΤΡΙΤΟ

Ασφαλτικά έργα

13.1	Ασφαλτικά υλικά	214
13.1.1	Άσφαλτος	214
13.1.2	Ασφαλτικά διαλύματα	215
13.1.3	Ασφαλτικά γαλακτώματα	216
13.1.4	Αντιυδρόφιλα υλικά	218

13.2 Ασφαλτικές εργασίες	218
13.2.1 Ασφαλτικές επαλείψεις	219
13.2.2 Ελαφρές ασφαλτικές στρώσεις με εμποτισμό	221
13.2.3 Ασφαλτικές στρώσεις με ασφαλτόμιγμα	223
13.2.4 Στρώσεις με ασφαλτικό σκυρόδεμα	226
13.3 Πλεονεκτήματα ασφαλτικών οδοστρωμάτων	227
13.4 Ανακεφαλαίωση	228

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

Συντήρηση και επισκευή οδών με ασφαλτικά οδοστρώματα

14.1 Γενικά	229
14.2 Ρηγματώσεις του ασφαλτικού οδοστρώματος	230
14.2.1 Ρωγμές αλλιγάτορα	230
14.2.2 Ρωγμές των άκρων του οδοστρώματος	233
14.2.3 Ρωγμές από ανάκλαση	234
14.2.4 Ρωγμές από συστολή	236
14.2.5 Ρωγμές από ολίσθηση	236
14.3 Παραμορφώσεις του οδοστρώματος	236
14.3.1 Κατά μήκος αυλακώσεις	237
14.3.2 Εγκάρσιες αυλακώσεις	237
14.3.3 Βυθίσματα της επιφάνειας κυλίσεως	237
14.4 Αποσύνθεση του ασφαλτικού οδοστρώματος	238
14.4.1 Φωλιές	239
14.4.2 Επιφανειακή εκτόπιση αδρανών	239
14.5 Ολισθηρότητα του ασφαλτικού οδοστρώματος	239
14.5.1 Ανάδυση της ασφάλτου	239
14.5.2 Αδρανή με λείες επιφάνειες	240
14.6 Ανακεφαλαίωση	240

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΠΕΜΠΤΟ

Κυκλοφοριακοί κόμβοι

15.1 Γενικά	241
15.2 Βασική κυκλοφοριακή ροή σε ένα κόμβο	242
15.2.1 Κυκλοφοριακό ρεύμα από κύρια σε οδό δευτερεύουσα με δεξιά στροφή	244
15.2.2 Κυκλοφοριακό ρεύμα από δευτερεύουσα σε κύρια οδό με δεξιά στροφή	245
15.2.3 Ρεύμα από κύρια σε δευτερεύουσα οδό με αριστερή στροφή	249
15.2.4 Κυκλοφοριακό ρεύμα από δευτερεύουσα σε κύρια οδό με αριστερή στροφή	251
15.3 Νησίδες	251
15.4 Ορατότητα στους κόμβους	252
15.5 Τυποποίηση των κόμβων	252
15.6 Ανισόπεδοι κόμβοι	257

COPYRIGHT ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

