

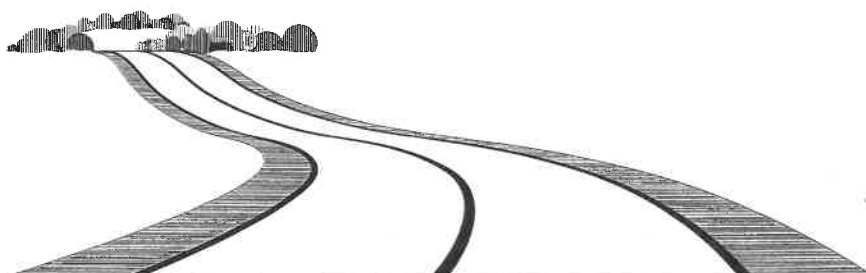
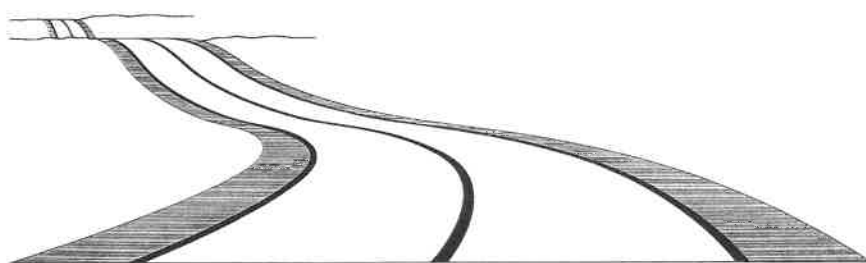
ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Αναπλ. Καθηγητής Γ. ΚΑΝΕΛΛΑΪΔΗΣ

**ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΧΑΡΑΞΗΣ ΤΩΝ ΟΔΩΝ
ΚΑΙ ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΤΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΧΑΡΑΞΗ ΣΤΟ
ΧΩΡΟ**



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΛΕΝΗ Ι. ΤΑΪΓΑΝΙΔΗ

ΑΘΗΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 1998

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εναρμόνιση οριζοντιογραφίας και μηκοτομής αποτελεί βασική αρχή στο γεωμετρικό σχεδιασμό των οδών. Χρήσιμα εργαλεία, για το σκοπό αυτό, αποτελούν οι σχετικές υποδείξεις των διαφόρων κανονισμών καθώς και σκαριφήματα και σχέδια της προοπτικής εικόνας της οδού από τη θέση του οδηγού. Στην παρούσα εργασία, με χρήση της προσεγγιστικής μεθόδου χάραξης της προοπτικής εικόνας της οδού: (α) συμπληρώνονται οι Αμερικανικοί κανονισμοί με τις προοπτικές εικόνες των υποδείξεων για τη εναρμόνιση οριζοντιογραφίας και μηκοτομής, (β) εξετάζεται το φαινόμενο της οπτικής θλάσης σε ευθύγραμμα κοιλάματα και (γ) χαράσσονται οι προοπτικές εικόνες διαφόρων συνδυασμών οριζοντιογραφίας και μηκοτομής που χρησιμοποιούνται στο ερωτηματολόγιο με το οποίο διερευνώνται οι απόψεις των Ελλήνων οδηγών για την καμπυλότητα των καμπύλων οριζοντιογραφίας σε περίπτωση επαλληλίας καμπύλων μηκοτομής. Γίνεται στατιστική επεξεργασία και ανάλυση των αποτελεσμάτων της έρευνας, στην οποία έλαβαν μέρος ογδόντα οδηγοί διαφόρων κατηγοριών οχημάτων, και διαπιστώνεται ότι ένα πολύ μεγάλο ποσοστό οδηγών δηλώνουν ότι θα ανέπτυσαν μεγαλύτερη ταχύτητα στο τμήμα της οδού του οποίου η καμπύλη στην προοπτική εικόνα της οδού φαίνεται πιο ανοιχτή.

Λέξεις – Κλειδιά: εναρμόνιση χάραξης, καμπυλότητα οδού, οπτική θλάση, προοπτικό.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	6
2.1. Αρχές της αισθητικής της χάραξης οδών	7
2.2. Μη επιθυμητά φαινόμενα στην προοπτική εικόνα της οδού	10
2.3. Υποδείξεις κανονισμών για την εναρμόνιση οριζοντιογραφίας και μηκοτομής	12
2.4. Μέθοδος χάραξης της προοπτικής εικόνας τμήματος οδού με χρήση των σημείων φυγής	15
3. ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΩΝ ΥΠΟΔΕΙΞΕΩΝ ΑΛΗΘΤΟ ΓΙΑ ΤΗ ΧΑΡΑΞΗ ΟΔΟΥ ΣΤΟ ΧΩΡΟ	16
4. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΟΔΟΥ ΜΕ ΟΜΟΙΕΣ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΕΙΚΟΝΕΣ	26
5. ΟΠΤΙΚΗ ΘΛΑΣΗ ΣΤΗΝ ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ ΤΗΣ ΟΔΟΥ	33
5.1. Γενικά	33
5.2. Οριακή συνθήκη εμφάνισης οπτικής θλάσης	37
5.3. Χάραξη ίσων εφαπτομένων	41
5.4. Κριτήριο ίσων εφαπτομένων	42
5.5. Ενιαίο κριτήριο εκλογής του ελάχιστου μήκους κοίλης καμπύλης μηκοτομής	48
5.6. Ελάχιστο μήκος κοίλης καμπύλης μηκοτομής	49
5.7. Πρόγραμμα υπολογισμού του ελάχιστου μήκους κοίλης καμπύλης μηκοτομής	51
5.8. Νομογράφημα προσδιορισμού του ελάχιστου μήκους κοίλης καμπύλης μηκοτομής	55
5.9. Συμπεράσματα	58

6. ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΤΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΜΠΥΛΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	60
6.1. Γενικά	60
6.2. Καμπυλότητα της οδού στην προοπτική εικόνα	61
6.3. Πρώτη υπόθεση εργασίας	68
6.4. Διερεύνηση των απόψεων των οδηγών για την καμπυλότητα τμήματος οδού	69
6.5. Διατύπωση του βασικού ερωτήματος	77
6.6. Συμπληρωματικές ερωτήσεις ερωτηματολογίου	81
6.7. Τελική μορφή ερωτηματολογίου	82
6.8. Στατιστική επεξεργασία και ανάλυση αποτελεσμάτων	99
6.9. Στατιστική επεξεργασία των απαντήσεων στο βασικό ερώτημα	116
7. ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	121
8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ	123

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

- ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.** Καναδικοί κανονισμοί (RTAC 1986)
- ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β.** Αμερικανικοί κανονισμοί (AASHTO 1994)
- ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ.** Προσεγγιστική μέθοδος χάραξης της προοπτικής εικόνας τμήματος οδού
- ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ.** Πρόγραμμα υπολογισμού του ελάχιστου μήκους κοίλης καμπύλης μηκοτομής οδού και αποτελέσματα
- ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε.** Στατιστική επεξεργασία των απαντήσεων στο βασικό ερώτημα

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 2-1. Συσχέτιση οριζοντιογραφίας και μηκοτομής	9
Σχήμα 2-2. Διαφορετική ερμηνεία της ίδιας προοπτικής εικόνας	13
Σχήμα 2-3. Σχηματική παρουσίαση συσχέτισης οριζοντιογραφίας και μηκοτομής στους Αμερικανικούς Κανονισμούς	14
Σχήμα 3-1. Μηκοτομή με ευθύγραμμη οριζοντιογραφία	17
Σχήμα 3-2. Μηκοτομή με καμπυλόγραμμη οριζοντιογραφία	18
Σχήμα 3-3. Θέα από απόσταση που δείχνει τις τοπικές υπερυψώσεις στη μηκοτομή	19
Σχήμα 3-4. Ευθύγραμμο κύρτωμα μεταξύ δύο αντίστροφων καμπύλων οριζοντιογραφίας	20
Σχήμα 3-5. Εμφάνιση οξείας γωνίας	21
Σχήμα 3-6. Ασυνέχεια (Βύθιση)	22
Σχήμα 3-7. Σύμπτωση καμπύλων οριζοντιογραφίας και μηκοτομής	23
Σχήμα 3-8. Αντίθεση καμπύλων οριζοντιογραφίας και μηκοτομής	24
Σχήμα 3-9. Ανοιχτές καμπύλες κατάλληλες για οριζοντιογραφία με μικρές επίκεντρες γωνίες πολυγωνικής, ανεξαρτήτως της μηκοτομής	25
Σχήμα 4-1. Προοπτική εικόνα ευθύγραμμου, σε οριζοντιογραφία και μηκοτομή, τμήματος της οδού με δύο λωρίδες κυκλοφορίας (μία ανά κατεύθυνση)	26
Σχήμα 4-2. Προσδιορισμός τμημάτων οδού με όμοια προοπτική εικόνα	27
Σχήμα 4-3. Προοπτικό τμήματος οδού που περιλαμβάνει ευθύγραμμο και καμπύλο (κύρτωμα) προοπτικό στοιχείο	28
Σχήμα 4-4. Προοπτικό τμήματος οδού που εμφανίζει βύθιση	29

Σχήμα 4-5. Προοπτικό τμήματος οδού που εμφανίζει δύο κυρτώματα και το μεταξύ αυτών κοίλωμα	30
Σχήμα 4-6. Προοπτικό τμήματος οδού που περιλαμβάνει κοίλωμα και κύρτωμα	31
Σχήμα 4-7. Προοπτικό τμήματος οδού που περιλαμβάνει μόνο κύρτωμα	32
Σχήμα 5-1. Σχέση μήκους κοιλώματος-απόστασης κορυφής της κοίλης καμπύλης	33
Σχήμα 5-2. Προοπτική εικόνα κοίλης καμπύλης με λόγο $L12 / x12 = 1.00$: (α) με έντονη οπτική θλάση, (β) με ελαφρά οπτική θλάση	34
Σχήμα 5-3. Μεταβολή της προοπτικής εικόνας κοίλης καμπύλης όταν μεταβάλλεται η τιμή του λόγου μήκους/απόστασης μέσου	36
Σχήμα 5-4. Γεωμετρικός τόπος του τελικού σημείου της οριογραμμής σε ευθύγραμμο κοίλωμα οδού	37
Σχήμα 5-5. Μεταβολή του μήκους των εφαπτομένων της αριστερής οριογραμμής σε ευθύγραμμο κοίλωμα	40
Σχήμα 5-6. Χάραξη ίσων εφαπτομένων	41
Σχήμα 5-7. Συνθήκες ισχύος του κριτηρίου ίσων εφαπτομένων	43
Σχήμα 5-8. Νομογράφημα προσδιορισμού του ελάχιστου μήκους κοίλης καμπύλης μηκοτομής για ταχύτητα μελέτης $V = 80 \text{ km/h}$	55
Σχήμα 5-9. Εφαρμογή του Κανόνα των ίσων εφαπτομένων σε καμπύλη οριζοντιογραφίας με σταθερή κατά μήκος κλίση	56
Σχήμα 5-10. Εφαρμογή του κανόνα των ίσων εφαπτομένων σε περίπτωση επαλληλίας καμπύλης οριζοντιογραφίας με κοίλη καμπύλη μηκοτομής	57
Σχήμα 6-1. Προοπτικές εικόνες καμπύλης οριζοντιογραφίας με επαλληλία (α) κοίλης καμπύλης μηκοτομής, (β) ευθύγραμμου τμήματος μηκοτομής και (γ) κυρτής καμπύλης μηκοτομής	64
Σχήμα 6-2. Μεταβολή της γωνίας αλλαγής της διεύθυνσης του άξονα στην προοπτική εικόνα	66

Σχήμα 6-3. Προοπτικές εικόνες τμήματος οδού με δεξιά καμπύλη οριζοντιογραφίας και επαλληλία ισομήκους καμπύλης μηκοτομής: (α) κοίλη καμπύλη, (β) σταθερή κλίση και (γ) κυρτή καμπύλη	69
Σχήμα 6-4. Προοπτικές εικόνες τμήματος οδού με αριστερή καμπύλη οριζοντιογραφίας και επαλληλία ισομήκους καμπύλης μηκοτομής: (α) κοίλη καμπύλη, (β) σταθερή κλίση και (γ) κυρτή καμπύλη	70
Σχήμα 6-5. Ζεύγη προοπτικών εικόνων ερωτηματολογίου (δεξιά στροφή οριζοντιογραφίας)	72
Σχήμα 6-6. Ζεύγη προοπτικών εικόνων ερωτηματολογίου (αριστερή στροφή οριζοντιογραφίας)	73
Σχήμα 6-7. Ζεύγος κατοπτρικών σελίδων ερωτηματολογίου	74
Σχήμα 6-8. Δείγμα κατοπτρικών σελίδων με « αξιόπιστη απάντηση »	75
Σχήμα 6-9. Δείγμα κατοπτρικών σελίδων με « μη αξιόπιστη απάντηση »	76
Σχήμα 6-10. Σύγκριση των γωνιών του άξονα οδού στις προοπτικές εικόνες αριστερής στροφής με επίθεση του αριστερού χεριού	77
Σχήμα 6-11. Υπόδειγμα τυπικής σελίδας σχημάτων ερωτηματολογίου	80
Σχήμα 6-12. Προτιμήσεις οδηγών (σε ποιο από τα δύο οδικά στοιχεία θα οδηγούσαν με μεγαλύτερη ταχύτητα) κατα κατηγορίες οχημάτων για δεξιές στροφές	107
Σχήμα 6-13. Προτιμήσεις οδηγών (σε ποιο από τα δύο οδικά στοιχεία θα οδηγούσαν με μεγαλύτερη ταχύτητα) κατα κατηγορίες οχημάτων για αριστερές στροφές	108
Σχήμα 6-14. Ποσοστιαία αναλογία οδηγών μικρών οχημάτων συμφωνούντων με την υπόθεση εργασίας για στροφές αριστερά και δεξιά και επαλληλία : (α) ευθύγραμμης ή κυρτής, (β) κοίλης ή ευθύγραμμης και (γ) κοίλης ή κυρτής καμπύλης μηκοτομής	111
Σχήμα 6-15. Ποσοστιαία αναλογία οδηγών μεγάλων οχημάτων συμφωνούντων με την υπόθεση εργασίας για στροφές αριστερά και δεξιά και επαλληλία : (α) ευθύγραμμης ή κυρτής, (β) κοίλης ή ευθύγραμμης και (γ) κοίλης ή κυρτής καμπύλης μηκοτομής	112

Σχήμα 6-16. Ποσοστιαία αναλογία οδηγών οχημάτων συμφωνούντων με την υπόθεση εργασίας για στροφές αριστερά και δεξιά και για τις τρεις μορφές καμπύλων μηκοτομής : (α) μικρά και (β) μεγάλα οχήματα 113

Σχήμα 6-17 . Ποσοστιαία αναλογία οδηγών οχημάτων όλων των κατηγοριών συμφωνούντων με την υπόθεση εργασίας 115

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-1. Ελάχιστες τιμές του μήκους κοίλης καμπύλης	53
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-1. Απαντήσεις οδηγών μικρών επιβατικών οχημάτων (IX+TAXI)	100
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-2. Απαντήσεις οδηγών μεγάλων οχημάτων (ΦΟΡΤΗΓΑ +ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ)	101
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-3. Απαντήσεις οδηγών μικρών επιβατικών οχημάτων (IX+TAXI) μετά τη διαγραφή των μη αξιόπιστων οδηγών	104
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-4. Απαντήσεις οδηγών μεγάλων οχημάτων (ΦΟΡΤΗΓΑ +ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ) μετά τη διαγραφή των μη αξιόπιστων οδηγών	105
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-5. Συγκεντρωτικοί αριθμοί προτιμήσεων οδηγών μικρών οχημάτων (IX+TAXI)	109
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-6. Συγκεντρωτικοί αριθμοί προτιμήσεων οδηγών μεγάλων οχημάτων (ΦΟΡΤΗΓΑ +ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ)	110

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θεωρώ ιδιαίτερη υποχρέωσή μου να ευχαριστήσω τον αναπληρωτή καθηγητή κ. Γεώργιο Κανελλαΐδη για τη ανάθεση της παρούσας διπλωματικής εργασίας και την πολύτιμη καθοδήγηση του σε όλα τα στάδια της επιστημονικής έρευνας.

Επιθυμώ επίσης να ευχαριστήσω τον Πολιτικό Μηχανικό κ. Χρήστο Καραδήμα για τη συνδρομή του στην στατιστική επεξεργασία του βασικού ερωτήματος.

Αθήνα Οκτώβριος 1998

Ελένη Ι. Ταϊγανίδη

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μελέτη της χάραξης μιας οδού είναι ένα τρισδιάστατο πρόβλημα. Εν τούτοις, στην πράξη, η μελέτη της τρισδιάστατης χάραξης είναι δυσχερής με αποτέλεσμα το πρόβλημα να ανάγεται τυπικά σε τρία δισδιάστατα προβλήματα χάραξης: (α) της οριζοντιογραφίας, (β) της μηκοτομής και (γ) των διατομών [Mannering and Kilareski 1990].

Η οριζοντιογραφία και η μηκοτομή αποτελούν κύρια στοιχεία της μελέτης μιας οδού και για το λόγο αυτό χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής. Είναι εξαιρετικά δύσκολο και δαπανηρό να διορθωθούν αστοχίες και λάθη στη χάραξη μετά την κατασκευή. Η παρόδια ανάπτυξη, που συνήθως συνοδεύει την κατασκευή μιας οδού σε μία περιοχή, καθιστά πρακτικώς αδύνατη οποιαδήποτε ουσιαστική αλλαγή της χάραξης στο μέλλον. Για το λόγο αυτό, οι όποιοι συμβιβασμοί στη μελέτη της χάραξης μιας οδού πρέπει να σταθμίζονται πολύ προσεκτικά, επειδή μια «οικονομία» στο αρχικό κόστος κατασκευής μπορεί να αντισταθμιστεί από τις οικονομικές απώλειες εξ αιτίας των ατυχημάτων και των καθυστερήσεων.

Η οριζοντιογραφία και η μηκοτομή συμπληρώνουν η μία την άλλη και γι' αυτό δεν πρέπει να σχεδιάζονται ανεξάρτητα. Ανεπιτυχείς συνδυασμοί μπορεί να υποβαθμίσουν τα πλεονεκτήματα κάθε μιας και να επιδεινώσουν τα μειονεκτήματά τους. Η αρτιότητα στο σχεδιασμό οριζοντιογραφίας και μηκοτομής και στο συνδυασμό τους αυξάνει τη χρησιμότητα και την ασφάλεια, επιτρέπει ομοιόμορφη ταχύτητα και βελτιώνει την εμφάνιση, σχεδόν πάντα, χωρίς πρόσθετο κόστος [AASHTO 1994].

Η οπτική εντύπωση της οδού, όπως γίνεται αντιληπτή από τον οδηγό και τον επιβάτη θεωρείται σημαντικό χαρακτηριστικό του γεωμετρικού

σχεδιασμού. Η οπτική άνεση βοηθά στο να γίνει η οδήγηση μία ξεκούραστη εμπειρία με συνέπεια την καλύτερη και ασφαλέστερη λειτουργία της οδού. Χαρακτηριστικά, που ενοχλούν αισθητικά τον οδηγό, πρέπει να αποφεύγονται. Ένας άσχημος δρόμος είναι πληγή στο τοπίο, ενώ μία αισθητικά ευχάριστη οδός, κατάλληλα προσαρμοσμένη στο περιβάλλον, μπορεί να γίνει προσόν που αναβαθμίζει την περιοχή από την οποία διέρχεται [RTAC 1986].

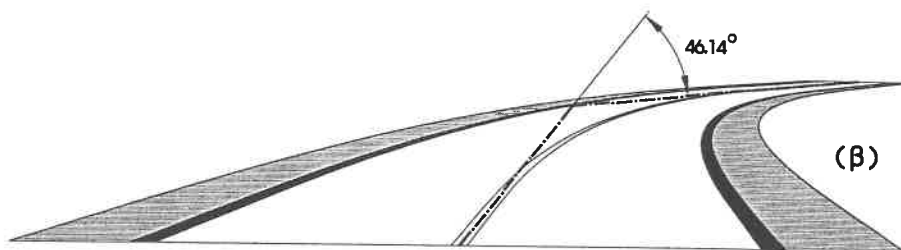
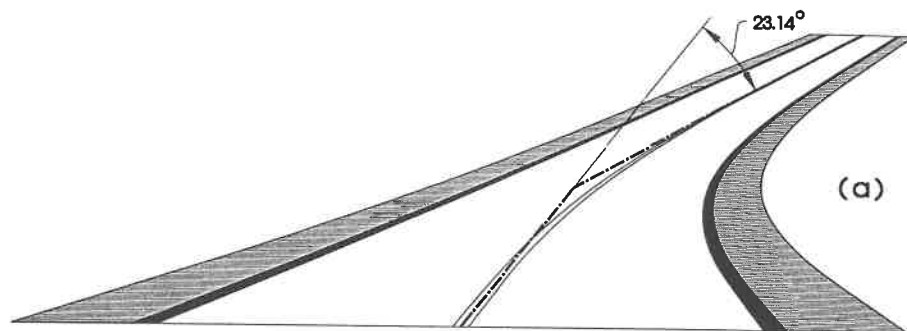
Με τον όρο **εναρμόνιση οριζοντιογραφίας και μηκοτομής** (coordination) νοείται η επιλογή και ο συνδυασμός των στοιχείων οριζοντιογραφίας και μηκοτομής ώστε η εικόνα της οδού (οπτική εντύπωση) να είναι σαφής, εποπτική, κατανοητή και ευχάριστη.

Η εναρμόνιση οριζοντιογραφίας και μηκοτομής δεν πρέπει να αφήνεται στην τύχη αλλά πρέπει να αρχίζει στο στάδιο της προμελέτης, στη διάρκεια του οποίου είναι εύκολο να γίνουν προσαρμογές [AASHTO 1994]. Βασικό κριτήριο για την εναρμόνιση οριζοντιογραφίας και μηκοτομής αποτελεί η τρισδιάστατη εικόνα της οδού από τη θέση του οδηγού. Ο Cron [1959] τονίζει ότι «η έλλειψη κομψότητας (awkwardness) στους αυτοκινητόδρομους οφείλεται κυρίως στην αδυναμία να φανταστούμε την τρισδιάστατη εικόνα της οδού κατά το στάδιο σχεδιασμού».

Η προοπτική εικόνα της οδού, η οποία προκύπτει από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά και το συνδυασμό των στοιχείων της οδού, δεν πρέπει να διαψεύδει τις προσδοκίες του οδηγού. Όταν οι οδηγοί δεν βρίσκουν εκείνο που αναμένουν ή βρίσκουν εκείνο που δεν αναμένουν τότε είναι πιθανό να πραγματοποιήσουν λανθασμένους χειρισμούς οι οποίοι, ενδεχομένως, θα οδηγήσουν σε ατυχήματα.

Η αντίληψη της καμπυλότητας (perception of curvature) μιας καμπύλης της οριζοντιογραφίας, άρα και η προσδοκία των οδηγών

(drivers expectancy), δεν εξαρτάται μόνο από την ακτίνα της καμπύλης, αλλά και από τη σχετική της θέση ως προς άλλες καμπύλες της οριζοντιογραφίας και της μηκοτομής καθώς επίσης και από την επαλληλία κοίλων ή κυρτών κατακόρυφων καμπύλων (superimposition sag or crest vertical curve). Σε μία καμπύλη οριζοντιογραφίας, η επαλληλία κοίλης καμπύλης μηκοτομής, Σχήμα 1(α), μπορεί να οδηγήσει σε τρισδιάστατη εικόνα που κάνει την οριζοντιογραφική καμπύλη να φαίνεται πιο ανοικτή από ότι είναι στην πραγματικότητα.



Σχήμα 1-1. Προοπτικές εικόνες καμπύλης οριζοντιογραφίας με επαλληλία (α) κοίλης καμπύλης μηκοτομής και (β) ευθύγραμμου τμήματος μηκοτομής.

Η λανθασμένη εκτίμηση της καμπυλότητας μιας καμπύλης οριζοντιογραφίας ενδέχεται να οδηγήσει σε ταχύτητες μεγαλύτερες εκείνης που αντιστοιχεί στην πραγματική ακτίνα της οριζοντιογραφίας με αποτέλεσμα να δημιουργείται μεγαλύτερος κίνδυνος ατυχημάτων.

Κατόπιν τούτου, προτείνεται στη διεθνή βιβλιογραφία η διεξαγωγή έρευνας σκοπός της οποίας θα είναι να εξεταστεί αν η επαλληλία κοίλης καμπύλης μηκοτομής και καμπύλης οριζοντιογραφίας κάνει την καμπύλη οριζοντιογραφίας να φαίνεται πιο ανοικτή. Για το σκοπό αυτό συνιστάται η χάραξη μιας σειράς προοπτικών σχεδίων από τη θέση του οδηγού προκειμένου να καταγραφούν και ερευνηθούν οι απόψεις των οδηγών διαφόρων κατηγοριών οχημάτων [Smith and Lamm 1993]. Μία έρευνα αυτής της μορφής, με χρήση ερωτηματολογίου, πραγματοποιείται στην παρούσα εργασία.

Στην έρευνα αυτή δεν εξετάζεται μόνο η οπτική εντύπωση οδηγών σε καμπύλες οριζοντιογραφίας που συνδυάζονται με κοίλες καμπύλες μηκοτομής αλλά και σε καμπύλες οριζοντιογραφίας που συνδυάζονται με κυρτές καμπύλες μηκοτομής ή και ευθύγραμμες μηκοτομές (μηκοτομές με σταθερή κατά μήκος κλίση).

Η σύνταξη των προοπτικών εικόνων γίνεται με τη μέθοδο χάραξης της προοπτικής εικόνας τμήματος οδού με χρήση των σημείων φυγής .(Taiganidis and Kanellaidis 1998].

Επί πλέον, στην παρούσα διπλωματική εργασία :

- χaráσσονται οι προοπτικές εικόνες των υποδείξεων των Αμερικανικών Κανονισμών [AASHTO 1994] για την εναρμόνιση

οριζοντιογραφίας και μηκοτομής, ώστε να γίνουν κατανοητές ακόμη και από ένα μη έμπειρο μηχανικό

- διατυπώνεται μεθοδολογία προσδιορισμού των τμημάτων της οδού κατά μήκος των οποίων η προοπτική εικόνα της οδού από τη θέση του οδηγού εμφανίζει την ίδια μορφή και
- ερευνάται το φαινόμενο της οπτικής θλάσης σε κοιλώματα οδών των οποίων η οριζοντιογραφία είναι ευθύγραμμη.

2.0 ΓΕΝΙΚΑ

Σκοπός της οδού είναι να επιτρέπει την ασφαλή, ταχεία και άνετη μετακίνηση ανθρώπων και αγαθών. Η οδός πρέπει να έχει ευχάριστη εμφάνιση και να εντάσσεται αρμονικά στον περιβάλλοντα χώρο. Η εναρμόνιση οριζοντιογραφίας και μηκοτομής είναι σημαντική τεχνική για να επιτευχθεί αισθητικά ευχάριστος σχεδιασμός της οδού.

Στην Αμερική, η αισθητική της οδού θεωρείται γενικά επιθυμητός στόχος γιατί ότι αξίζει να γίνεται, πρέπει να γίνεται σωστά. Τα πλεονεκτήματα της ασφάλειας μιας αισθητικά ευχάριστης οδού δεν έχουν ακόμη προσδιοριστεί ποσοτικά [Smith and Lamm 1993]. Παρόλα αυτά στην “Πρακτική Αισθητική των Αυτοκινητοδρόμων” [ASCE 1977], επισημαίνεται ότι υπάρχει κάποια αλληλεξάρτηση μεταξύ αισθητικής και ασφάλειας της οδού. Μέτρα, όπως ομαλή συνεχής χάραξη, τάφροι με πλατειά στρογγύλευση, ήπιες κλίσεις και έλεγχος διάβρωσης που κάνουν την οδό όμορφη την κάνουν επίσης και πιο ασφαλή για την κυκλοφορία.

Η τυπική μελέτη της αισθητικής χάραξης οδών υψηλής ταχύτητας αρχίζει στη Γερμανία στα 1930 με τις εργασίες των Heller και Lorenz. Οι Γερμανοί μηχανικοί αντιμετώπισαν προβλήματα στην προσπάθειά τους να περιορίσουν ή να τροποποιήσουν συνδυασμούς οριζοντιογραφίας και μηκοτομής των οποίων η προοπτική εικόνα ήταν άκομψη [Lorenz 1971].

Πολύ σημαντικές και χρήσιμες, για τη διατύπωση των κανόνων της αισθητικής της χάραξης των οδών, υπήρξαν οι εργασίες των Cron [1959] και Pushkarev [1963]. Ακόμη και σήμερα, στους κανονισμούς διαφόρων χωρών χρησιμοποιούνται οι προοπτικές εικόνες τμημάτων οδών που περιλαμβάνονται στα συγγράμματα των ανωτέρω συγγραφέων [AASHTO 1994, RTAC1986].

2.0 ΓΕΝΙΚΑ

Σκοπός της οδού είναι να επιτρέπει την ασφαλή, ταχεία και άνετη μετακίνηση ανθρώπων και αγαθών. Η οδός πρέπει να έχει ευχάριστη εμφάνιση και να εντάσσεται αρμονικά στον περιβάλλοντα χώρο. Η εναρμόνιση οριζοντιογραφίας και μηκοτομής είναι σημαντική τεχνική για να επιτευχθεί αισθητικά ευχάριστος σχεδιασμός της οδού.

Στην Αμερική, η αισθητική της οδού θεωρείται γενικά επιθυμητός στόχος γιατί ότι αξίζει να γίνεται, πρέπει να γίνεται σωστά. Τα πλεονεκτήματα της ασφάλειας μιας αισθητικά ευχάριστης οδού δεν έχουν ακόμη προσδιοριστεί ποσοτικά [Smith and Lamm 1993]. Παρόλα αυτά στην “Πρακτική Αισθητική των Αυτοκινητοδρόμων” [ASCE 1977], επισημαίνεται ότι υπάρχει κάποια αλληλεξάρτηση μεταξύ αισθητικής και ασφάλειας της οδού. Μέτρα, όπως ομαλή συνεχής χάραξη, τάφροι με πλατειά στρογγύλευση, ήπιες κλίσεις και έλεγχος διάβρωσης που κάνουν την οδό όμορφη την κάνουν επίσης και πιο ασφαλή για την κυκλοφορία.

Η τυπική μελέτη της αισθητικής χάραξης οδών υψηλής ταχύτητας αρχίζει στη Γερμανία στα 1930 με τις εργασίες των Heller και Lorenz. Οι Γερμανοί μηχανικοί αντιμετώπισαν προβλήματα στην προσπάθειά τους να περιορίσουν ή να τροποποιήσουν συνδυασμούς οριζοντιογραφίας και μηκοτομής των οποίων η προοπτική εικόνα ήταν άκομψη [Lorenz 1951].

Πολύ σημαντικές και χρήσιμες, για τη διατύπωση των κανόνων της αισθητικής της χάραξης των οδών, υπήρξαν οι εργασίες των Cron [1959] και Pushkarev [1963]. Ακόμη και σήμερα, στους κανονισμούς διαφόρων χωρών χρησιμοποιούνται οι προοπτικές εικόνες τμημάτων οδών που περιλαμβάνονται στα συγγράμματα των ανωτέρω συγγραφέων [AASHTO 1994, RTAC1986].

Σήμερα, η χάραξη της οδού στο χώρο αποτελεί βασικό μέρος των Κανονισμών Γεωμετρικού Σχεδιασμού των Οδών στις διάφορες χώρες [AASHTO 1994, RAS-L-1995, RTAC 1986].

2.1 ΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΧΑΡΑΞΗΣ ΟΔΩΝ ΣΤΟ ΧΩΡΟ

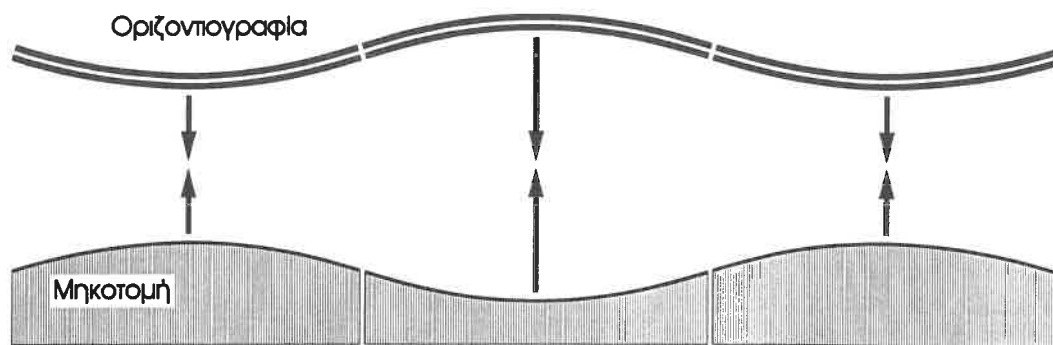
Ο Pushkarev [1963] συνοψίζοντας και συνθέτοντας την εμπειρία της εποχής του αναφέρει τις ακόλουθες αρχές προκειμένου να επιτευχθεί εναρμόνιση της οριζοντιογραφίας και μηκοτομής μιας οδού:

- Μια γενναιόδωρη χάραξη στο ένα επίπεδο παράστασης (οριζοντιογραφία ή μηκοτομή) δεν πρέπει να συνδυάζεται με μικρές και συχνές προσαρμογές στο άλλο επίπεδο. Μολονότι τεχνικά το ελάχιστο μήκος κοίλων καμπύλων μηκοτομής είναι πολύ μικρότερο εκείνου των καμπύλων οριζοντιογραφίας - μερικές φορές είναι ακόμη και δέκα φορές μικρότερο – εν τούτοις, οπτικά, τα μήκη των καμπύλων αυτών θα έπρεπε να είναι όμοια. Ως εκ τούτου, το μήκος των καμπύλων μηκοτομής δεν πρέπει να προσδιορίζεται κατ' οικονομία, αλλά μάλλον από το μήκος της καμπύλης οριζοντιογραφίας στην οποία υπερτίθεται.
- Ενώ τα μεγέθη των στοιχείων οριζοντιογραφίας και μηκοτομής πρέπει να συσχετίζονται, εν τούτοις δεν πρέπει να αρχίζουν και να τελειώνουν ταυτοχρόνως. Ο Fritz Heller υπογραμμίζει ότι το μάτι μπορεί να ενοχλείται όταν η οριζοντιογραφία και η μηκοτομή αλλάζουν στο ίδιο σημείο, επειδή οποιαδήποτε ανωμαλία στο σημείο αυτό τονίζεται στην προοπτική εικόνα και έχει σωρευτική επιρροή. Είναι επιθυμητό η καμπύλη οριζοντιογραφίας να “προηγείται” της καμπύλης μηκοτομής και να είναι μεγαλύτερη (αλλά όχι τόσο πολύ) από αυτή. Η επικάλυψη αυτή επιτρέπει την ομαλή και

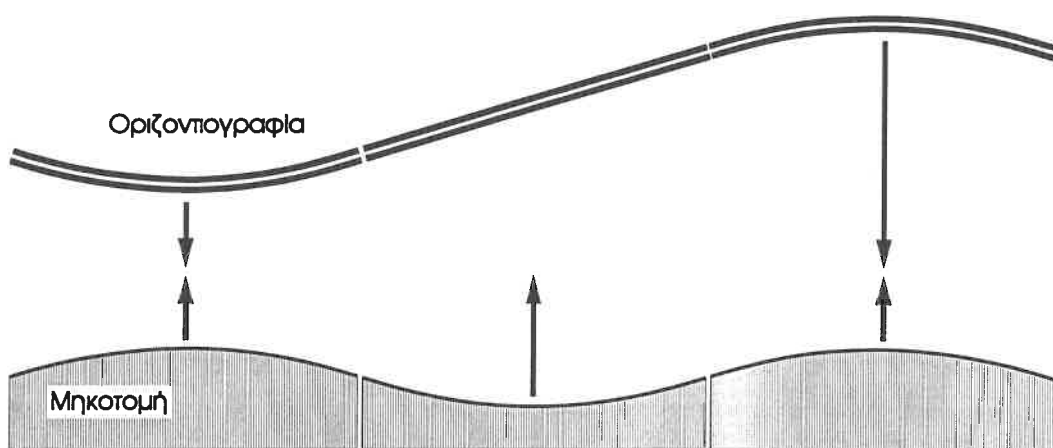
βαθμιαία μεταβολή μεταξύ των επί μέρους στοιχείων της χάραξης και συμβάλλει στην ασφαλή οπτική καθοδήγηση. Για τον AASHO, κλειστές καμπύλες οριζοντιογραφίας που αρχίζουν στο ανώτατο ή κατώτατο σημείο μιας καμπύλης μηκοτομής είναι επικίνδυνες και ανεπιθύμητες.

- Τα στοιχεία της οριζοντιογραφίας πρέπει γενικά να συμπίπτουν με εκείνα της μηκοτομής όχι μόνο ως προς το μήκος αλλά και ως προς τη θέση τους (Σχήμα 2-1). Ο κανόνας που υποδείχθηκε από τον Hans Lorenz είναι ότι η κορυφή μιας καμπύλης μηκοτομής πρέπει χονδρικά να συμπίπτει με την κορυφή των καμπύλης οριζοντιογραφίας στην οποία υπερτίθεται. Μερικές φορές οι κορυφές μπορεί να είναι μετατοπισμένες κατά ένα τέταρτο της φάσης, αλλά μετατόπιση κατά μισή φάση οδηγεί σε επικίνδυνη (άσχημη) κατάσταση όπου η καμπύλη μηκοτομής βρίσκεται στην αρχή της καμπύλης οριζοντιογραφίας, δίνοντας την εντύπωση οξείας γωνίας. Το αποτέλεσμα βελτιώνεται, όπως έδειξε ο Hugo Koester, με χρήση μεγάλων ακτίνων και τόξων συναρμογής με κλωθοειδή στην οριζοντιογραφία.

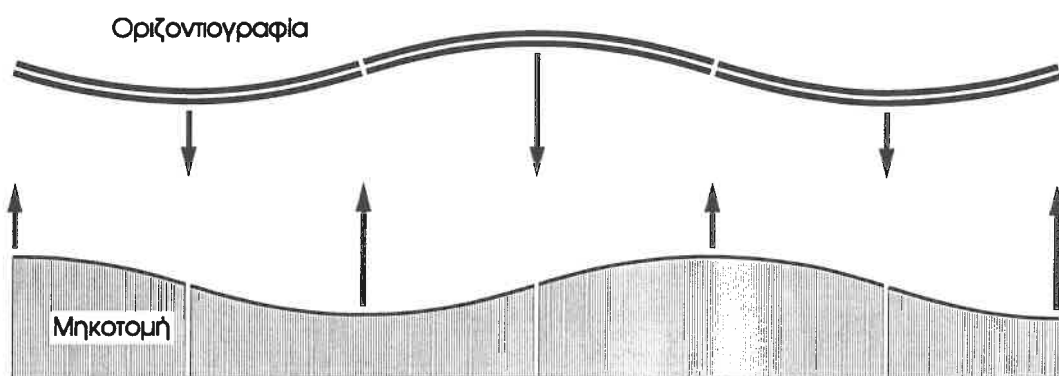
Οι ανωτέρω τρεις κανόνες φαίνεται να υποδεικνύουν ένα τέταρτο, γενικό κανόνα, ότι σε μια καλά ευαρμονισμένη χάραξη η κίνηση του οχήματος στο ορατό τμήμα της οδού πρέπει να γίνεται σε μία σαφή τρισδιάστατη τροχιά και δεν πρέπει να αποτελείται από σειρά μικρών κινήσεων μέσα σε μία μεγάλη (δηλαδή όχι σειρά μικρών καμπύλων μηκοτομής μέσα σε μία μεγάλη καμπύλη οριζοντιογραφίας και αντιστρόφως) [Pushkarev 1963].



(α) οι κορυφές των καμπύλων οριζοντιογραφίας και μηκοτομής συμπίπτουν



(β) Επιτρέπεται να παραλειφθεί μία φάση στην οριζοντιογραφία. Οι υπόλοιπες κορυφές συμπίπτουν με τις αντίστοιχες της μηκοτομής



(γ) Δεν επιτρέπεται μετατόπιση της μηκοτομής κατά μισή φάση. Στην περίπτωση αυτή, οι κορυφές της μιάς καμπύλης συμπίπτουν με τα σημεία καμψής της άλλης καμπύλης.

Σχήμα 2-1. Συσχέτιση οριζοντιογραφίας και μηκοτομής [Pushkarev 1963]

2.2 ΜΗ ΕΠΙΘΥΜΗΤΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΣΤΗΝ ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ ΤΗΣ ΟΔΟΥ

Κατα γενικό κανόνα, τα φαινόμενα που συνιστάται να αποφεύγονται στην προοπτική εικόνα της οδού είναι τα ακόλουθα:

- οπτική θλάση
- σπασμένη ράχη
- βύθιση
- άλμα
- τοπική υπερύψωση και
- κυματισμός

Η **οπτική θλάση** (optical break) παρατηρείται σε ευθύγραμμα κοιλώματα όταν χρησιμοποιούνται τόξα συναρμογής μικρού μήκους ή όταν ο λόγος του μήκους προς την απόσταση του μέσου της κοίλης καμπύλης από τη θέση του παρατηρητή είναι μικρότερος του 0.60 [ASCE 1977, Μπιμπάκης 1998]. Επισημαίνεται ότι οπτική θλάση εμφανίζεται και σε καμπύλη οριζοντιογραφίας με σταθερή κατά μήκος κλίση η οποία συνδέει ευθυγραμμίες, έχει μικρό μήκος και είναι ορατή από αρκετή απόσταση [RAS-L 1995]. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να παρατηρηθεί και σε ευθύγραμμο κύρτωμα μικρού μήκους όταν η οδός είναι συνεχώς ορατή και μετά το κύρτωμα.

Η **σπασμένη ράχη** (broken-back) παρατηρείται όταν δύο κοιλώματα στην ίδια κατεύθυνση συνδέονται με μικρού μήκους ευθύγραμμο τμήμα. Είναι ευδιάκριτη όταν χρησιμοποιούνται μικρού μήκους κοίλες καμπύλες μηκοτομής. Η σπασμένη ράχη διορθώνεται αν στα άκρα του παρεμβαλλόμενου ευθύγραμμου τμήματος χρησιμοποιηθούν μεγαλύτερου μήκους κοίλες καμπύλες ή αν το μικρού μήκους παρεμβαλλόμενο ευθύγραμμο τμήμα παραλειφθεί. Η σπασμένη ράχη

εμφανίζεται και σε ομόρροπες οριζόντιες καμπύλες με σταθερή κατά μήκος κλίση όταν μεταξύ τους παρεμβάλλεται μικρού μήκους ευθυγραμμία. Η διόρθωση στην περίπτωση αυτή επιτυγχάνεται αν το παρεμβαλλόμενο ευθύγραμμο τμήμα αντικατασταθεί με ανοικτή καμπύλη ή αν το μήκος του γίνει μεγαλύτερο ή τουλάχιστον ίσο προς 500 m (Smith and Lamm 1994).

Η **βύθιση** παρατηρείται όταν τμήμα της οδού εξαφανίζεται από το πεδίο ορατότητας και επανεμφανίζεται στην προέκταση του διανυόμενου τμήματος. Στη βύθιση η μηκοτομή περιλαμβάνει κύρτωμα που το διαδέχεται κοίλωμα ενώ η οριζοντιογραφία περιλαμβάνει ευθυγραμμία ή ομόρροπες καμπύλες.

Το **άλμα** είναι φαινόμενο όμοιο προς τη βύθιση και παρατηρείται όταν η μηκοτομή περιλαμβάνει κύρτωμα και διαδοχικό κοίλωμα (όπως και στη βύθιση), αλλά η οριζοντιογραφία περιλαμβάνει αντίρροπες καμπύλες. Στο άλμα η οδός επανεμφανίζεται με διαφορετική κατεύθυνση. Στην ειδική περίπτωση που δύο παράλληλα, σε οριζοντιογραφία και μηκοτομή, ευθύγραμμα τμήματα συνδέονται με καμπύλες S η οδός όταν επανεμφανίζεται δεν αλλάζει μεν κατεύθυνση αλλά είναι μετατοπισμένη. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **άλμα με μετατόπιση** [RAS-L 1995].

Η **τοπική υπερύψωση** παρατηρείται όταν η οδός εμφανίζεται υπερυψωμένη χωρίς να εξαφανίζεται από το οπτικό πεδίο του οδηγού. Οφείλεται στην προσπάθεια να κατασκευαστούν λιγότερα επιχώματα κοντά σε μικρού μήκους γέφυρες σε πεδινές περιοχές.

Ο **κυματισμός** παρατηρείται όταν είναι ορατές περισσότερες από μία τοπικές υπερυψώσεις.

2.3 ΥΠΟΔΕΙΞΕΙΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΑΡΜΟΝΙΣΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΜΗΚΟΤΟΜΗΣ.

Οι βασικές αρχές που αναφέρονται από τον Pushkarev [1963] αποτέλεσαν τη βάση για τη σύνταξη κανόνων και υποδείξεων των διαφόρων κανονισμών προκειμένου να αποφευχθούν τα μη επιθυμητά αποτελέσματα στην προοπτική εικόνα της οδού και να επιτευχθεί ευχάριστη και σαφής οπτική εντύπωση του οδηγού κατά την κίνηση του οχήματος.

Στους Γερμανικούς κανονισμούς (RAS-L 1995] η χάραξη της οδού στο χώρο αποτελεί τμήμα του τεύχους των χαράξεων. Περιλαμβάνουν περιγραφές και σχέδια

- των στοιχείων προοπτικής χάραξης για όλες τις μορφές καμπύλων μηκοτομής (ευθεία, κοίλη και κυρτή) και για αριστερές στροφές οριζοντιογραφίας.
- μη επιθυμητών φαινομένων της προοπτικής εικόνας και

και υποδεικνύουν τρόπους για τη συσχέτιση των θέσεων και των γεωμετρικών στοιχείων των καμπύλων οριζοντιογραφίας και μηκοτομής [FGSV 1995].

Στους Καναδικούς κανονισμούς [RTAC 1986], των οποίων το περιεχόμενο δεν απέχει εκείνου των Αμερικανικών κανονισμών, περιλαμβάνονται γενικές αρχές, υποδείξεις και παραδείγματα με σχέδια (από το σύγγραμμα του Pushkarev) και φωτογραφίες τμημάτων οδών με επιτυχή και ανεπιτυχή χάραξη στο χώρο. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η θέση παρατήρησης σε ορισμένα σχέδια και φωτογραφίες δεν συμπίπτει με τη θέση του οδηγού του οχήματος. Ακόμη, ένα κλασσικό σχέδιο του Pushkarev [1963] δημοσιεύεται, με διαφορετικό σχόλιο από εκείνο που αναφέρεται στο σύγγραμμα του Pushkarev, και

2.3 ΥΠΟΔΕΙΞΕΙΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΑΡΜΟΝΙΣΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΜΗΚΟΤΟΜΗΣ.

Οι βασικές αρχές που αναφέρονται από τον Pushkarev [1963] αποτέλεσαν τη βάση για τη σύνταξη κανόνων και υποδείξεων των διαφόρων κανονισμών προκειμένου να αποφευχθούν τα μη επιθυμητά αποτελέσματα στην προοπτική εικόνα της οδού και να επιτευχθεί ευχάριστη και σαφής οπτική εντύπωση του οδηγού κατά την κίνηση του οχήματος.

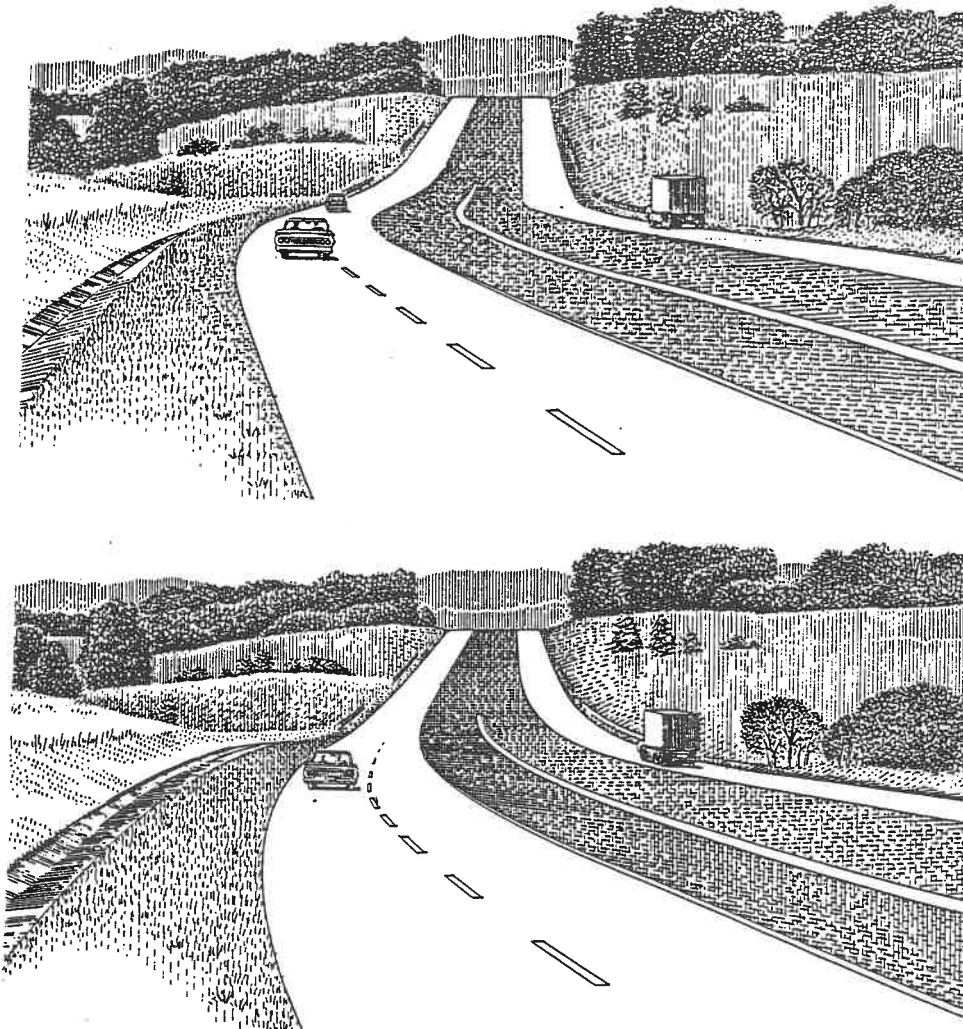
Στους Γερμανικούς κανονισμούς (RAS-L 1995] η χάραξη της οδού στο χώρο αποτελεί τμήμα του τεύχους των χαράξεων. Περιλαμβάνουν περιγραφές και σχέδια

- των στοιχείων προοπτικής χάραξης για όλες τις μορφές καμπύλων μηκοτομής (ευθεία, κοίλη και κυρτή) και για αριστερές στροφές οριζοντιογραφίας.
- μη επιθυμητών φαινομένων της προοπτικής εικόνας και

και υποδεικνύουν τρόπους για τη συσχέτιση των θέσεων και των γεωμετρικών στοιχείων των καμπύλων οριζοντιογραφίας και μηκοτομής [FGSV 1995].

Στους Καναδικούς κανονισμούς [RTAC 1986], των οποίων το περιεχόμενο δεν απέχει εκείνου των Αμερικανικών κανονισμών, περιλαμβάνονται γενικές αρχές, υποδείξεις και παραδείγματα με σχέδια (από την σύγγραμμα του Pushkarev) και φωτογραφίες τμημάτων οδών με επιτυχή και ανεπιτυχή χάραξη στο χώρο. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η θέση παρατήρησης σε ορισμένα σχέδια και φωτογραφίες δεν συμπίπτει με τη θέση του οδηγού του οχήματος. Ακόμη, ένα κλασσικό σχέδιο του Pushkarev [1963] δημοσιεύεται με διαφορετικό σχόλιο από εκείνο που αναφέρεται στο σύγγραμμα του Pushkarev και

των Αμερικανικών Κανονισμών, Σχήμα 2-2. Στο **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α** περιλαμβάνεται το πλήρες κείμενο των Καναδικών κανονισμών για την αισθητική μελέτη της οδού [RTAC 1986, p B35-B48].



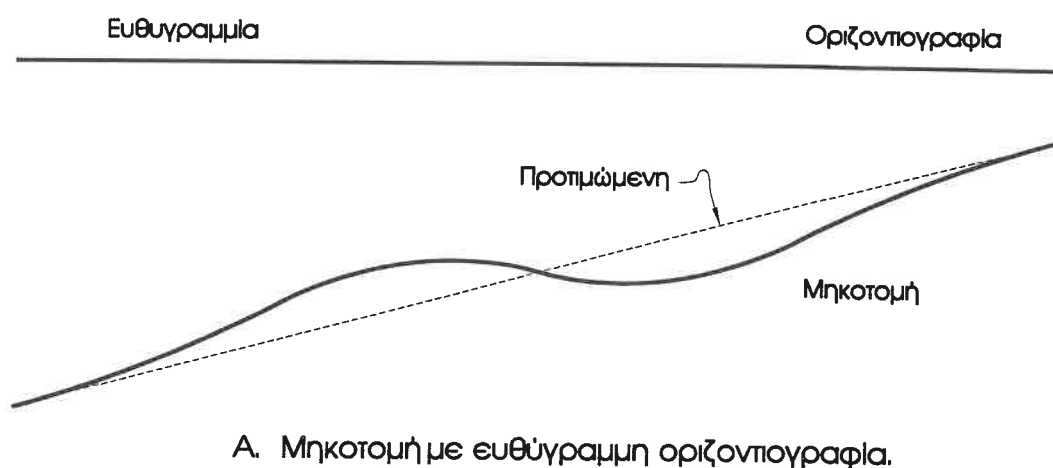
Καναδικοί Κανονισμοί: Μικρού μήκους καμπύλη μηκοτομής στο τέλος μιας μεγάλου μήκους καμπύλης οριζοντιογραφίας δημιουργεί, συνήθως, στρεβλή εμφάνιση. Η κατάσταση μπορεί να βελτιωθεί χρησιμοποιώντας καμπύλη μηκοτομής με μήκος μεγαλύτερο από εκείνο που απαιτείται.

Pushkarev και Αμερικανικοί Κανονισμοί: Καμπύλη με ή χωρίς κλωθοειδή συναρμογή. Οι οξείες γωνίες της ένωσης καμπύλης και ευθυγραμμίας στην άνω εικόνα είναι προφανείς.

Σχήμα 2-2. Διαφορετική ερμηνεία της ίδιας προοπτικής εικόνας

Στους Αμερικανικούς κανονισμούς [AASHTO 1994] περιλαμβάνονται γενικές αρχές για τη χάραξη της οδού στο χώρο καθώς και υποδείξεις και διαδικασία ελέγχου της εναρμόνισης οριζοντιογραφίας και μηκοτομής. Επίσης, περιλαμβάνονται σχέδια με επιτυχή και ανεπιτυχή εναρμόνιση. Σε κάθε ένα από τα σχέδια αυτά, περιλαμβάνονται μόνο τα σκαριφήματα οριζοντιογραφίας και μηκοτομής και μικρό σχόλιο χωρίς την αντίστοιχη προοπτική εικόνα.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, τα ανωτέρω σχέδια συμπληρώνονται με τις αντίστοιχες προοπτικές εικόνες, ώστε να είναι κατανοητά ακόμη και στο μηχανικό που δε διαθέτει αρκετή εμπειρία. Στο **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β** περιλαμβάνεται το πλήρες κείμενο των Αμερικανικών κανονισμών για το συνδυασμό οριζοντιογραφίας και μηκοτομής [AASHTO 1994, p 294-304].



Σημείωση: Να αποφεύγονται μικρές τοπικές βυθίσεις σε μία κατά τα άλλα ομοιόμορφη μηκοτομή. Αυτό προκύπτει, συνήθως, από την επιθυμία συμψηφισμού ορυγμάτων και επικωμάτων και μείωση της επί πλέον απόστασης μεταφοράς.

Σχήμα 2-3. Σχηματική παρουσίαση συσχέτισης οριζοντιογραφίας και μηκοτομής στους Αμερικανικούς Κανονισμούς.

2.4 ΜΕΘΟΔΟΣ ΧΑΡΑΞΗΣ ΤΗΣ ΠΡΟΟΠΤΙΚΗΣ ΕΙΚΟΝΑΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΟΔΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ ΦΥΓΗΣ.

Η σχεδίαση όλων των προοπτικών εικόνων της εργασίας αυτής γίνεται με της μέθοδο χάραξης της προοπτικής εικόνας τμήματος οδού με χρήση των σημείων φυγής [Taiganidis and Kanellaidis 1998].

Εκτενής περιγραφή και παράδειγμα της ανωτέρω μεθόδου περιλαμβάνεται στο **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ**.

3. ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΩΝ ΥΠΟΔΕΙΞΕΩΝ AASHTO ΓΙΑ ΤΗ ΧΑΡΑΞΗ ΟΔΟΥ ΣΤΟ ΧΩΡΟ

Στους Αμερικανικούς κανονισμούς (AASHTO 1994) περιλαμβάνονται υποδείξεις για την εναρμόνιση της χάραξης μιας οδού. Οι υποδείξεις αυτές περιλαμβάνουν οδηγίες ώστε να αποφευχθούν μη επιθυμητά φαινόμενα της χάραξης στο χώρο αλλά και οδηγίες επιτυχούς χάραξης. Ορισμένες από τις υποδείξεις αυτές συνοδεύονται από σχήματα (AASHTO 1994, Figure III-43).

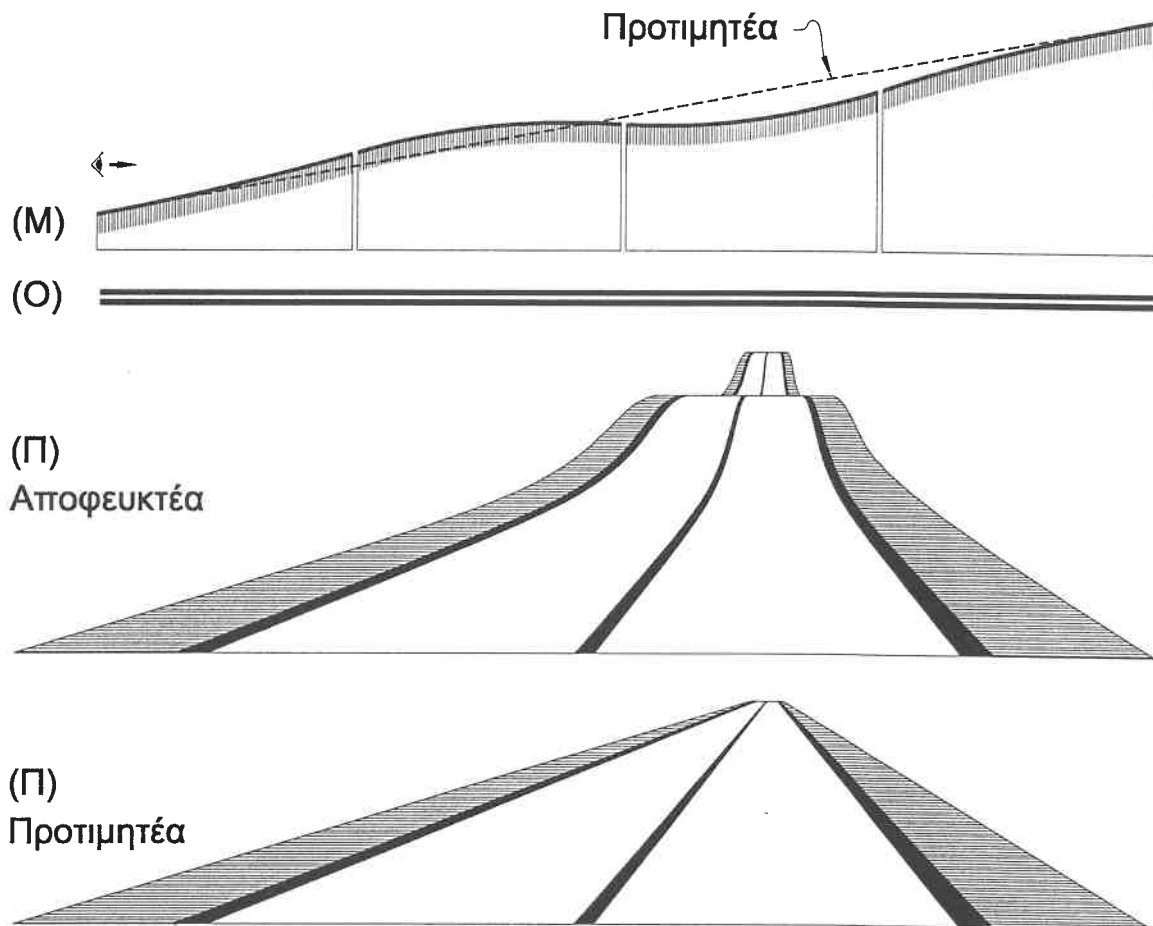
Στα σχήματα αυτά δεν περιλαμβάνονται προοπτικές εικόνες, αλλά μόνο σχέδια με διάφορες αντιστοιχίες μηκοτομής και οριζοντιογραφίας. Κατόπιν τούτου, είναι πολύ δύσκολο να αντιληφθεί πλήρως το περιεχόμενο της υπόδειξης ένας μη έμπειρος χαράκτης-μηχανικός. Για το λόγο αυτό κρίθηκε σκόπιμο, στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας, να περιληφθούν και οι προοπτικές εικόνες των υποδείξεων AASHTO για την εναρμόνιση της χάραξης της οδού.

Κάθε ένα από τα σχέδια A, B και C περιλαμβάνει μια οριζοντιογραφία συνδυασμένη με δύο μηκοτομές. Ο ένας από τους δύο συνδυασμούς πρέπει να αποφεύγεται ενώ ο άλλος πρέπει να προτιμάται. Δηλαδή, συνιστά βελτίωση της χάραξης στο χώρο με τροποποίηση μόνο της μηκοτομής.

Στα σχέδια D, E και F φαίνονται τρεις συνδυασμοί οριζοντιογραφίας και μηκοτομής οι οποίοι πρέπει να αποφεύγονται.

Στα σχέδια G και H οι συνδυασμοί οριζοντιογραφίας μηκοτομής προσφέρουν ικανοποιητική εμφάνιση και πρέπει να προτιμώνται.

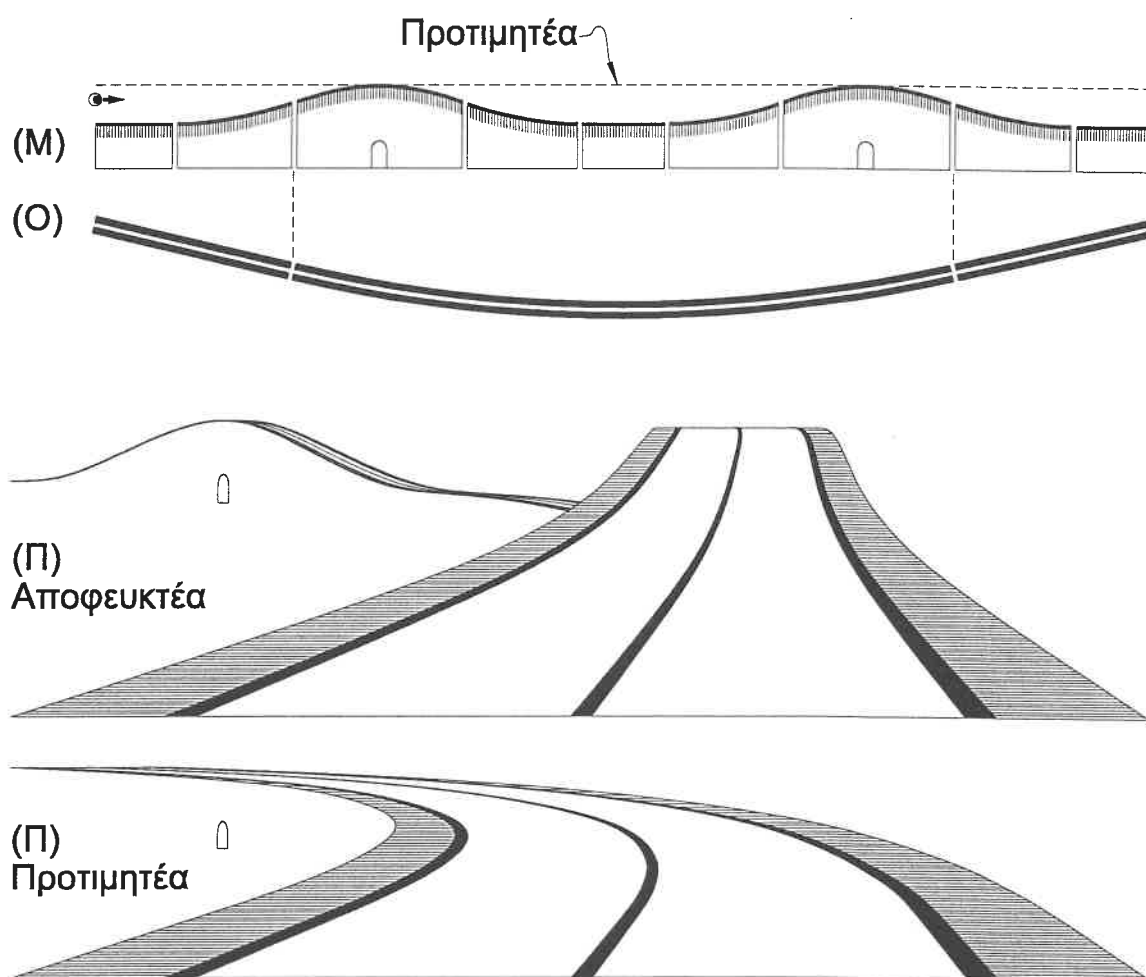
Στο σχέδιο I προτείνεται χρήση πιο ανοιχτής καμπύλης οριζοντιογραφίας η οποία προσφέρει ευχάριστη εμφάνιση.



Α. Μηκοτομή με ευθύγραμμη οριζοντιογραφία

Σημείωση: Να αποφεύγεται η σχεδίαση μικρών τοπικών βυθίσεων σε μιά κατά τα άλλα ομοιόμορφη μηκοτομή. Οι βυθίσεις αυτές οφείλονται στην επιθυμία να συμψηφιστούν ακριβώς τα ορύγματα με τα επιχώματα και να μειωθούν οι επί πλέον αποστάσεις μεταφοράς των χωματισμών.

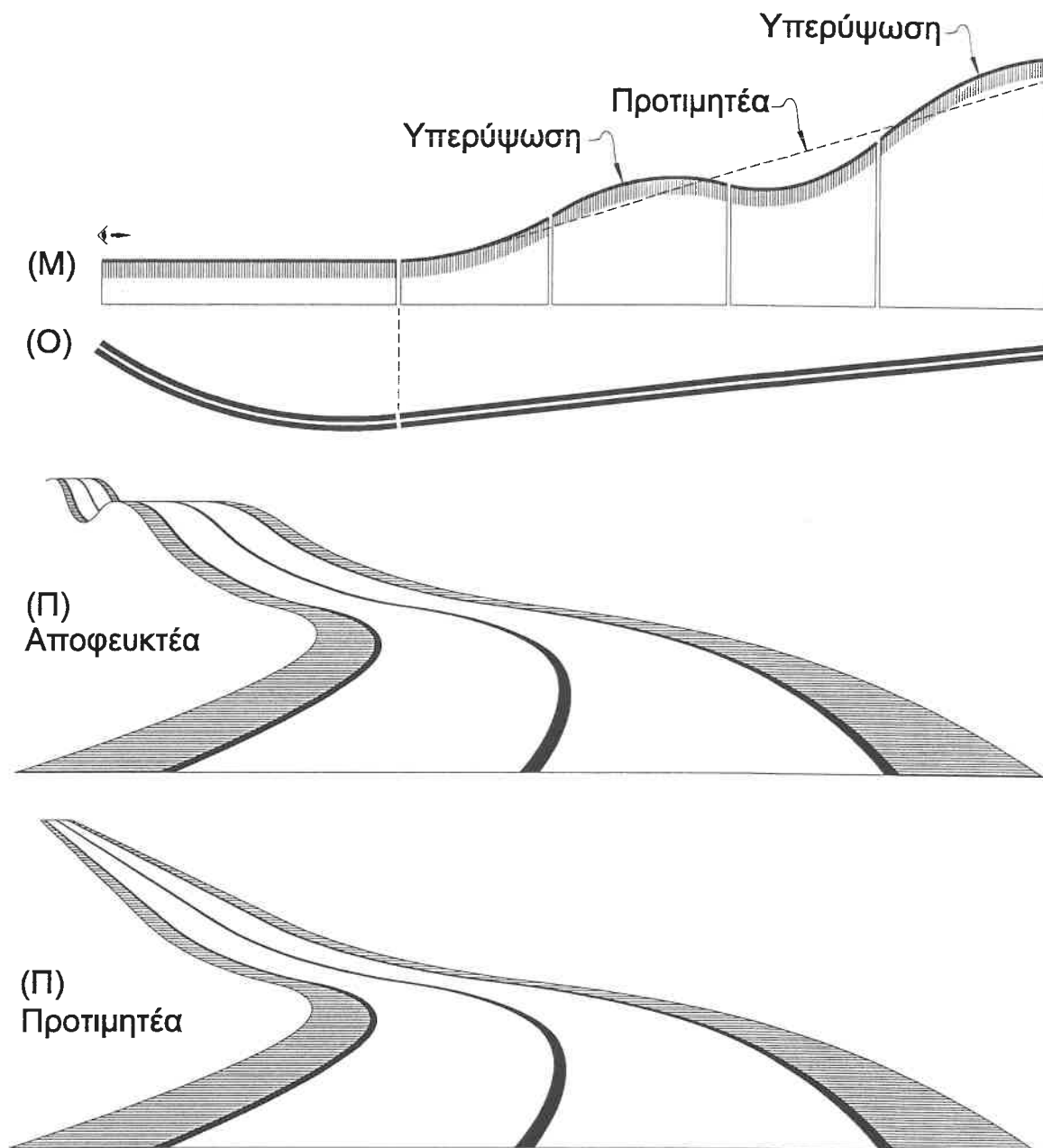
Σχήμα 3-1. Συσχέτιση οριζοντιογραφίας και μηκοτομής. Περίπτωση Α
(AASHTO 1994, Figure III-43)



Β. Μηκοτομή με καμπυλόγραμμη οριζοντιογραφία

Σημείωση: Μικρού μήκους κυρτώματα στη μηκοτομή πρέπει να αποφεύγονται.

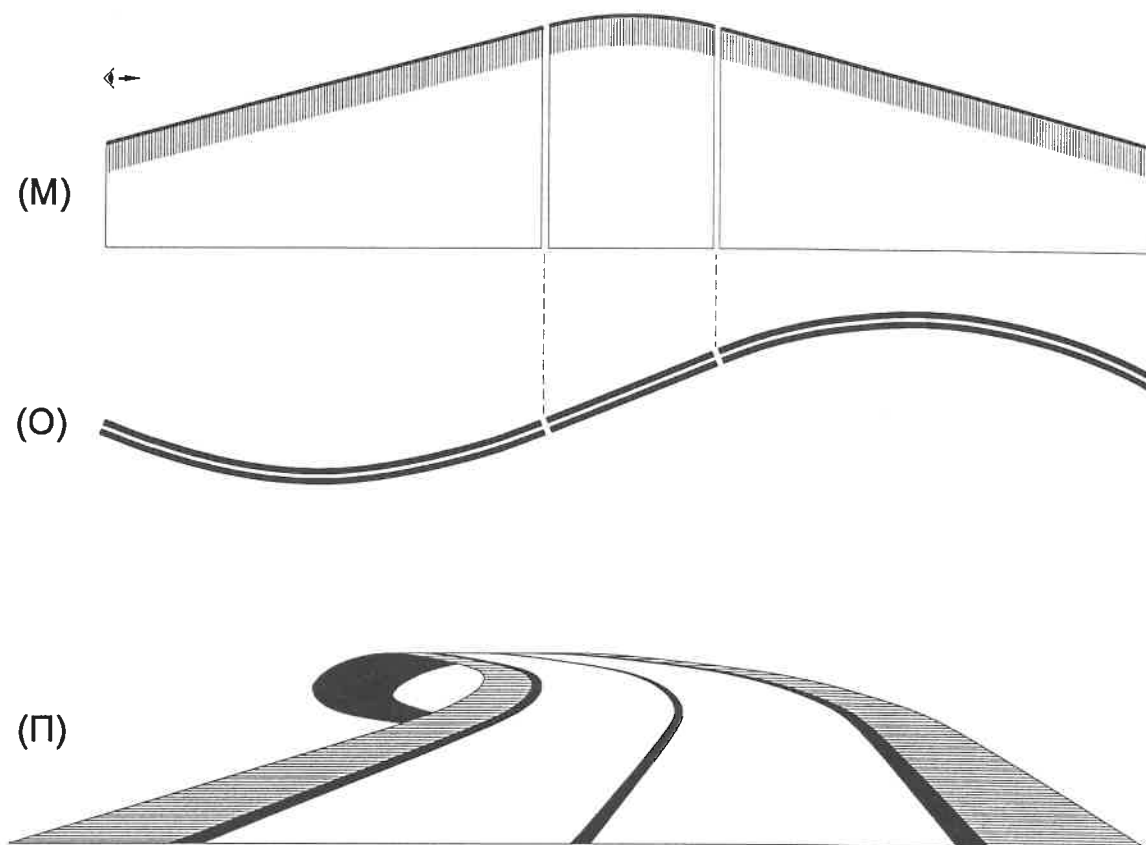
Σχήμα 3-2. Συσχέτιση οριζοντιογραφίας και μηκοτομής. Περίπτωση Β
(ΑΑSΗΤΟ 1994, Figure III-43)



C. Θέα από απόσταση που δείχνει τις τοπικές υπερυψώσεις στη μηκοτομή

Σημείωση : Η πλευρική θέα από απόσταση μηκοτομής μεγάλου μήκους σε οριζοντιογραφική ευθυγραμμία αποκαλύπτει κάθε τοπική υπερύψωση.

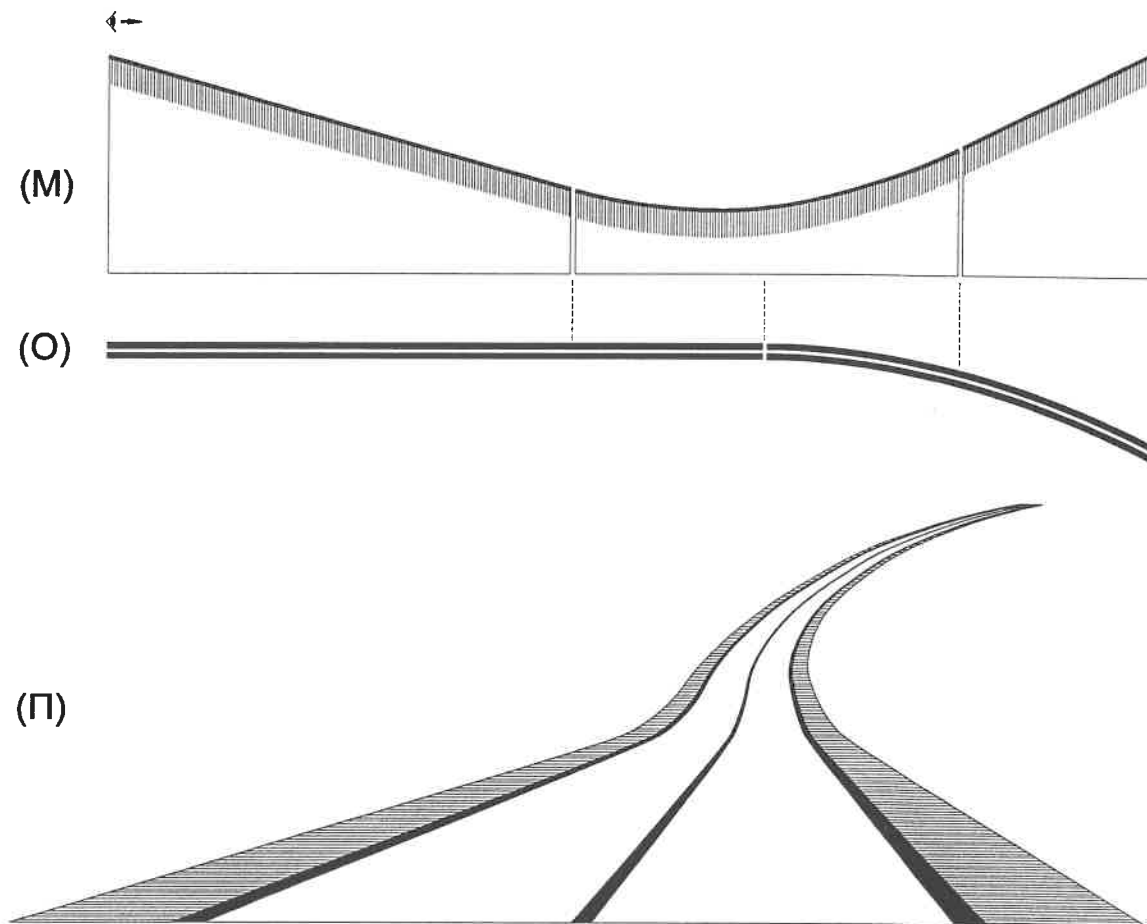
Σχήμα 3-3. Συσχέτιση οριζοντιογραφίας και μηκοτομής. Περίπτωση C
(AASHTO 1994, Figure III-43)



D. Μικρό ευθύγραμμο κύρτωμα μεταξύ δύο καμπύλων οριζοντιογραφίας

Σημείωση : Ο συνδυασμός αυτός είναι ανεπαρκής για δύο λόγους. Το μεταξύ δύο καμπύλων ευθύγραμμο τμήμα έχει πολύ μικρό μήκος και η αντιστροφή παρουσιάζεται σε κύρτωμα.

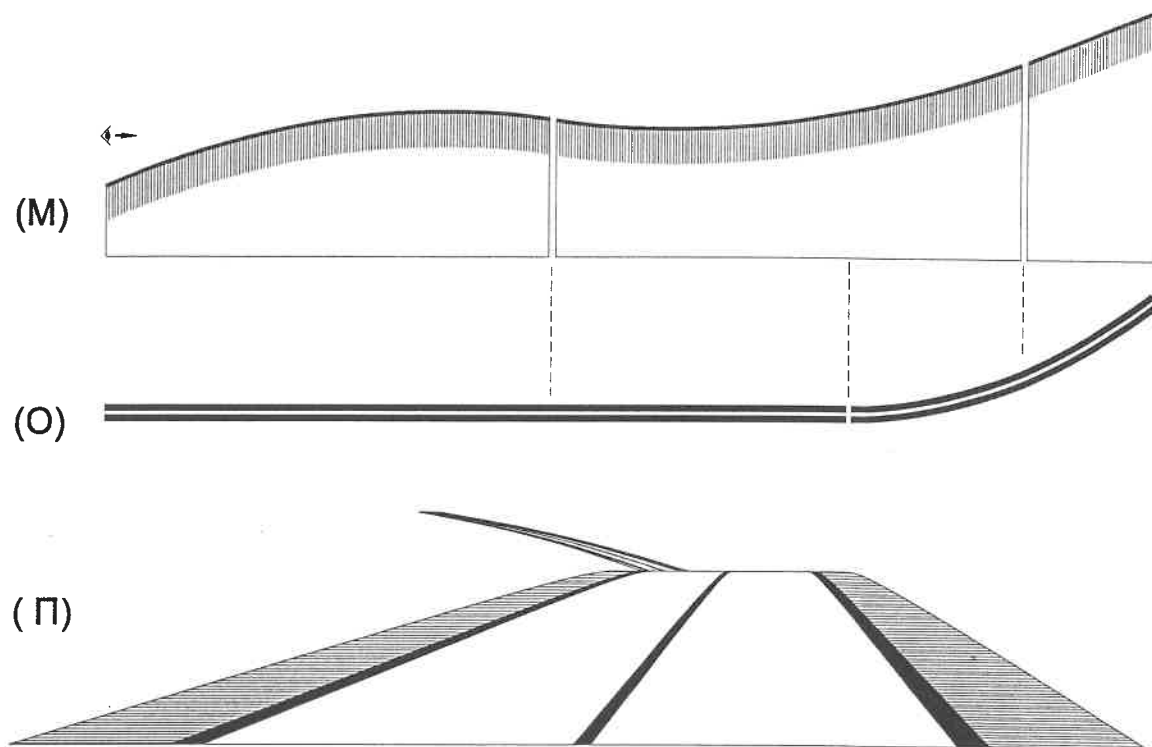
Σχήμα 3-4. Συσχέτιση οριζοντιογραφίας και μηκοτομής. Περίπτωση D
(AASHTO 1994, Figure III-43)



Ε. Εμφάνιση οξείας γωνίας

Σημείωση : Αυτός ο συνδυασμός παρουσιάζει μη ικανοποιητική εμφάνιση - η καμπύλη της οριζοντιογραφίας φαίνεται σαν οξεία γωνία.

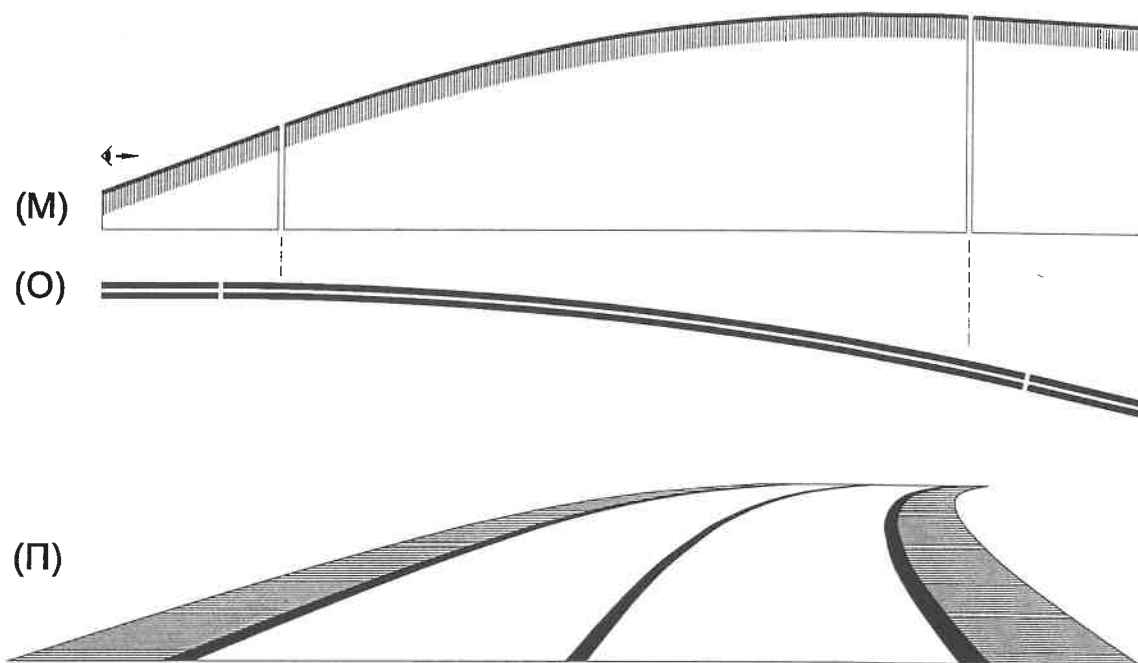
Σχήμα 3-5. Συσχέτιση οριζοντιογραφίας και μηκοτομής. Περίπτωση *E*
(AASHTO 1994, Figure III-43)



Φ. Ασυνέχεια.

Σημείωση : Ασυνέχεια παρατηρείται όταν η αρχή μιας καμπύλης οριζοντιογραφίας κρύβεται από τον οδηγό από παρεμβαλλόμενο κύρτωμα ενώ η συνέχεια της καμπύλης είναι ορατή σε απόσταση πέραν του παρεμβαλλόμενου κυρτώματος.

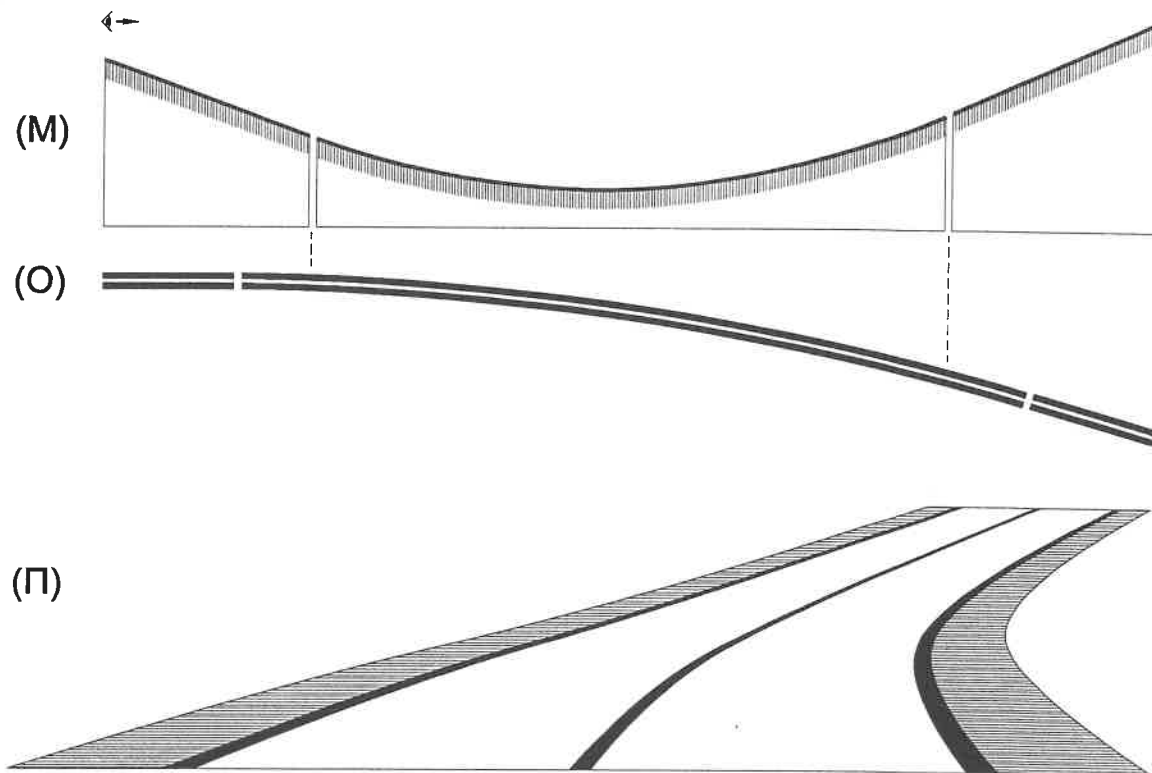
Σχήμα 3-6. Συσχέτιση οριζοντιογραφίας και μηκοτομής. Περίπτωση *F*
(AASHTO 1994, Figure III-43)



G. Σύμπτωση καμπύλων οριζοντιογραφίας και μηκοτομής.

Σημείωση : Όταν οι καμπύλες της οριζοντιογραφίας και της μηκοτομής συμπίπτουν, προκύπτει πολύ ικανοποιητική εμφάνιση.

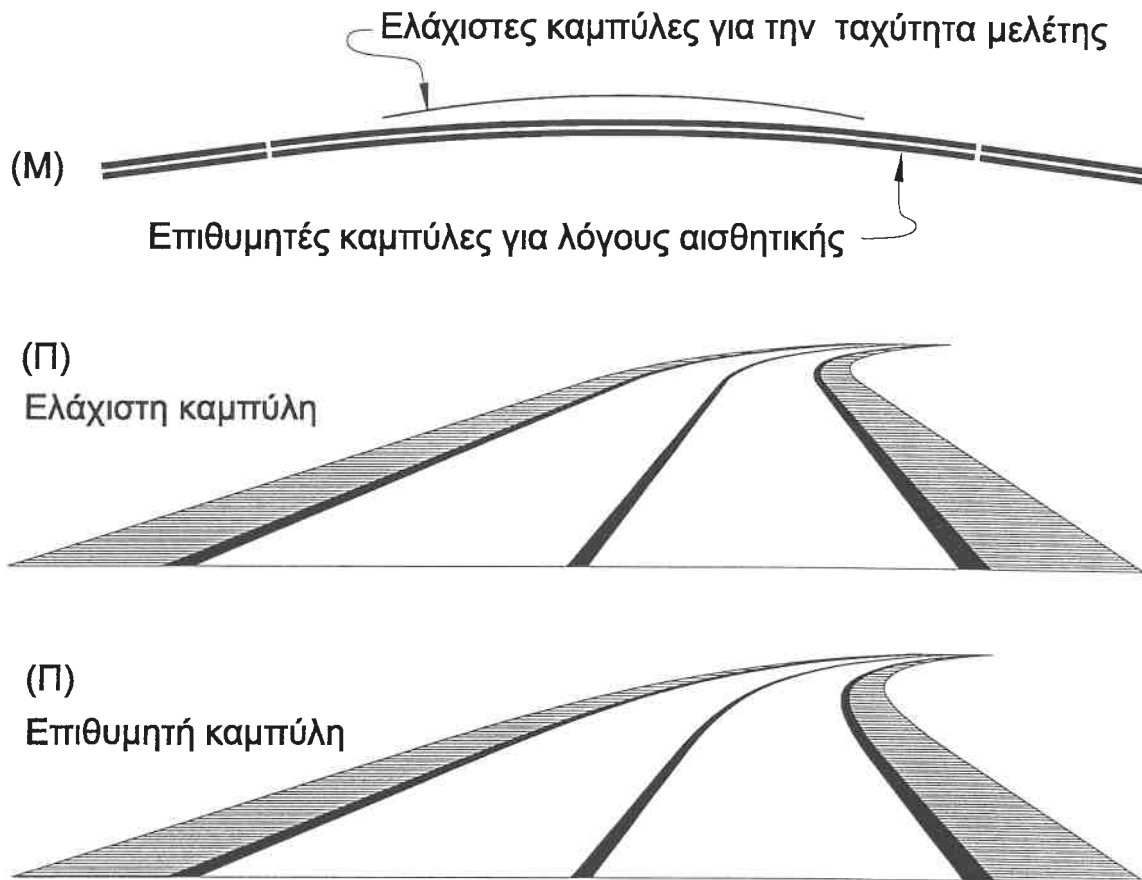
Σχήμα 3-7. Συσχέτιση οριζοντιογραφίας και μηκοτομής. Περίπτωση G
(AASHTO 1994, Figure III-43)



Η. Αντίθεση καμπύλων οριζοντιογραφίας και μηκοτομής.

Σημείωση : Όταν οι καμπύλες της οριζοντιογραφίας και της μηκοτομής είναι αντίθετες, προκύπτει πολύ ικανοποιητική εμφάνιση.

Σχήμα 3-8. Συσχέτιση οριζοντιογραφίας και μηκοτομής. Περίπτωση *H*
(AASHTO 1994, Figure III-43)



- I. Ανοιχτές καμπύλες κατάλληλες για οριζοντιογραφία με μικρές επίκεντρες γωνίες πολυγωνικής, ανεξαρτήτως της μηκοτομής.

Σημείωση : Μεγάλου μήκους ανοιχτές καμπύλες, ακόμα και όταν δεν απαιτούνται από την ταχύτητα μελέτης, έχουν ευχάριστη εμφάνιση όταν η επίκεντρη γωνία της πολυγωνικής είναι πολύ μικρή.

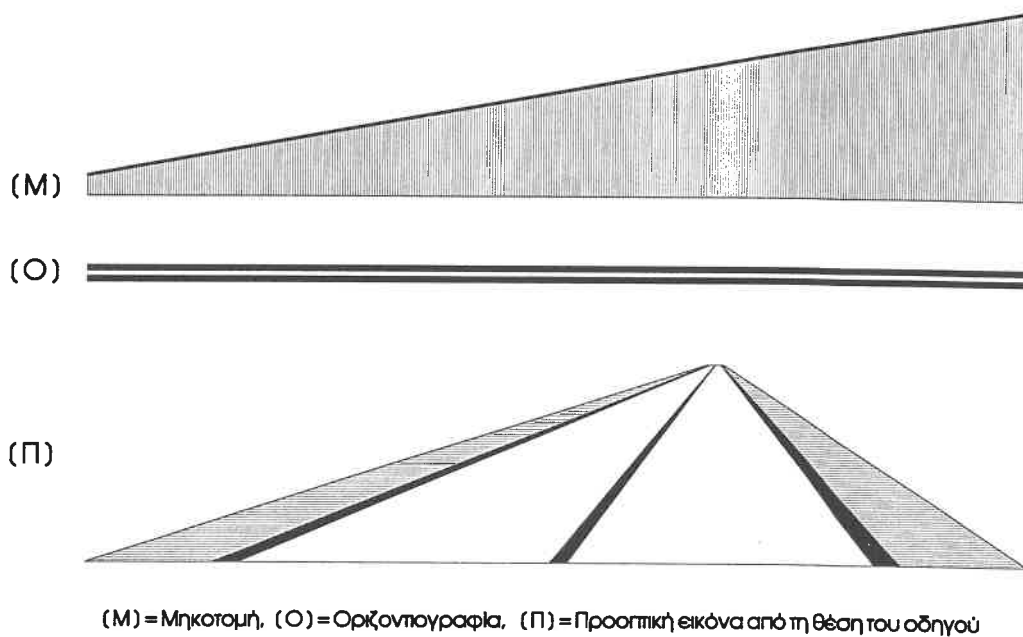
Σχήμα 3-9. Συσχέτιση οριζοντιογραφίας και μηκοτομής. Περίπτωση I
(AASHTO 1994, Figure III-43)

4. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΟΔΟΥ ΜΕ ΟΜΟΙΕΣ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΕΙΚΟΝΕΣ

Κατά την κίνηση του οχήματος η προοπτική εικόνα του καταστρώματος της οδού από τη θέση του οδηγού

- παραμένει σταθερή όταν η οριζοντιογραφία και η μηκοτομή είναι ευθύγραμμες και η διατομή της οδού παραμένει σταθερή.
- Μεταβάλλεται διατηρώντας μόνο κατά τμήματα την ίδια μορφή και αλλάζοντας συνεχώς αναλογίες μεγεθών.

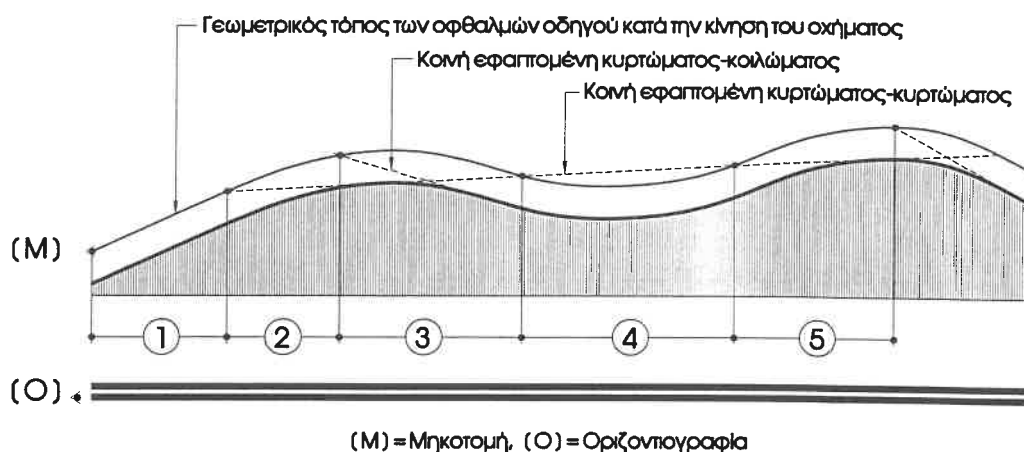
Στο Σχήμα 4-1 φαίνονται η προοπτική εικόνα (Π) τμήματος οδού του οποίου η οριζοντιογραφία (Ο) και η μηκοτομή (Μ) είναι ευθύγραμμες. Η προοπτική εικόνα σε οποιαδήποτε θέση του οδηγού περιλαμβάνει ένα ευθύγραμμο προοπτικό στοιχείο.



Σχήμα 4-1. Προοπτική εικόνα ευθύγραμμου, σε οριζοντιογραφία και μηκοτομή, τμήματος της οδού με δύο λωρίδες κυκλοφορίας (μία ανά κατεύθυνση)

Στο Σχήμα 4-2, εικονίζονται η μηκοτομή και η οριζοντιογραφία τμήματος οδού. Η μηκοτομή περιλαμβάνει ευθύγραμμο τμήμα-κυρτώμα-κοιλώμα-κυρτώμα και η οριζοντιογραφία είναι ευθύγραμμη. Ο προσδιορισμός των τμημάτων (1), ..., (5) σε κάθε ένα από τα οποία η μορφή της προοπτικής εικόνας είναι ίδια γίνεται ως εξής:

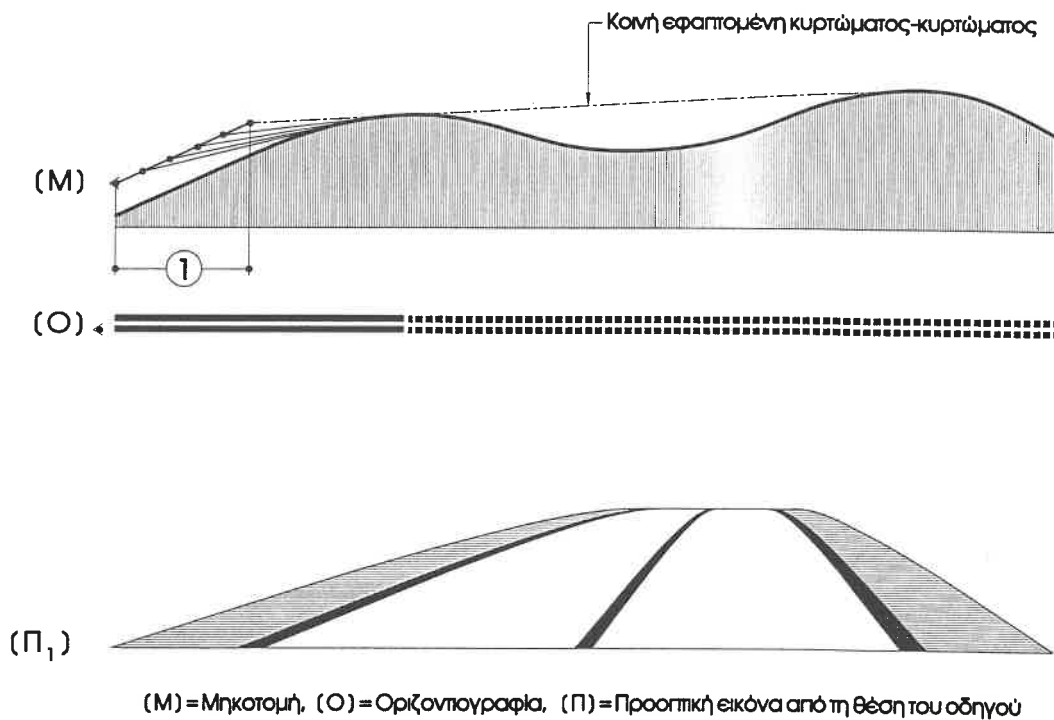
1. Χαράσσεται ο γεωμετρικός τόπος των σημείων που αντιστοιχούν στους οφθαλμούς του οδηγού. Η γραμμή αυτή είναι παράλληλη προς την ερυθρά της οδού σε κατακόρυφη απόσταση ίση προς το ύψος οφθαλμού του οδηγού.
2. Χαράσσεται η κοινή εφαπτομένη κυρτώματος κοιλώματος καθώς και η κοινή εφαπτομένη κυρτώματος - κυρτώματος.
3. Προσδιορίζονται τα σημεία τομής των εφαπτομένων με τη γραμμή οφθαλμών του οδηγού. Τα σημεία τομής ορίζουν τα άκρα των τμημάτων (1), (2), (3), (4) και (5) της οδού που εμφανίζουν όμοια (με διαφορετικές αναλογίες μεγεθών) προοπτική εικόνα.



Σχήμα 4-2. Προσδιορισμός τμημάτων οδού με όμοια προοπτική εικόνα.

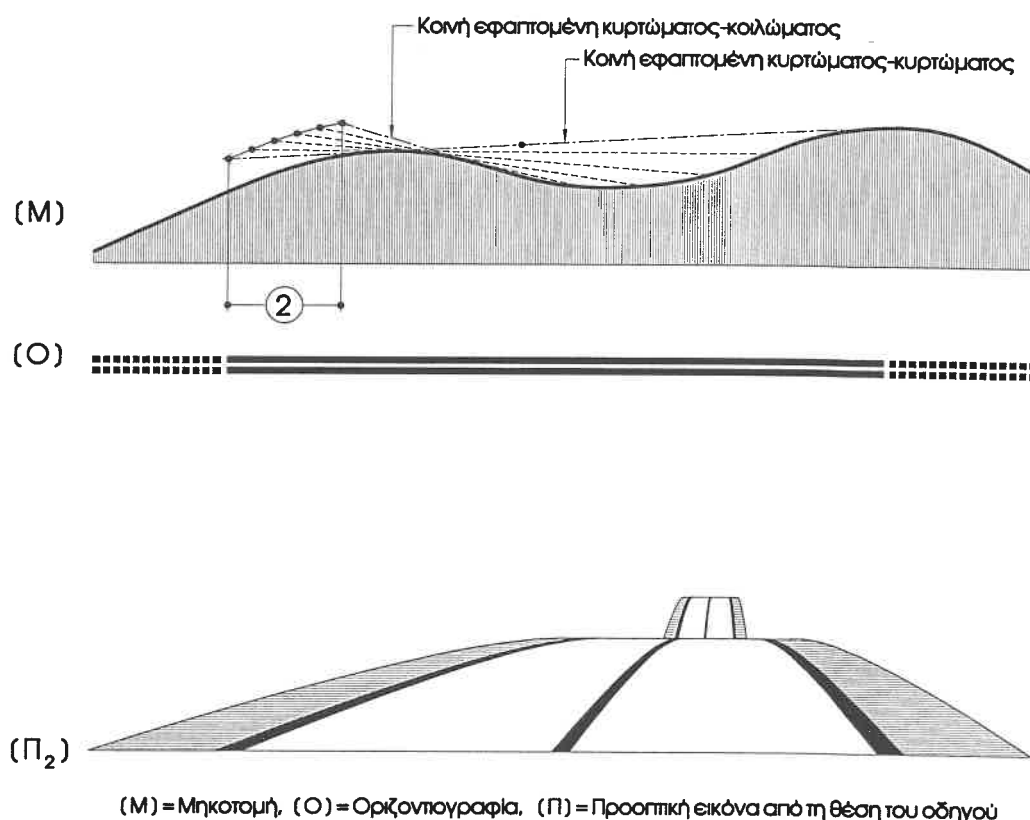
Συγκεκριμένα, στα ανωτέρω τμήματα η προοπτική εικόνα έχει ως εξής:

- Στο τμήμα (1) η προοπτική εικόνα (Π_1) εμφανίζει δύο προοπτικά στοιχεία : ευθύγραμμο και καμπύλο (κύρτωμα). Το μεταξύ αρχικής και τελικής ορατής διατομής της οδού είναι συνεχώς ορατό (Σχήμα 4-3).



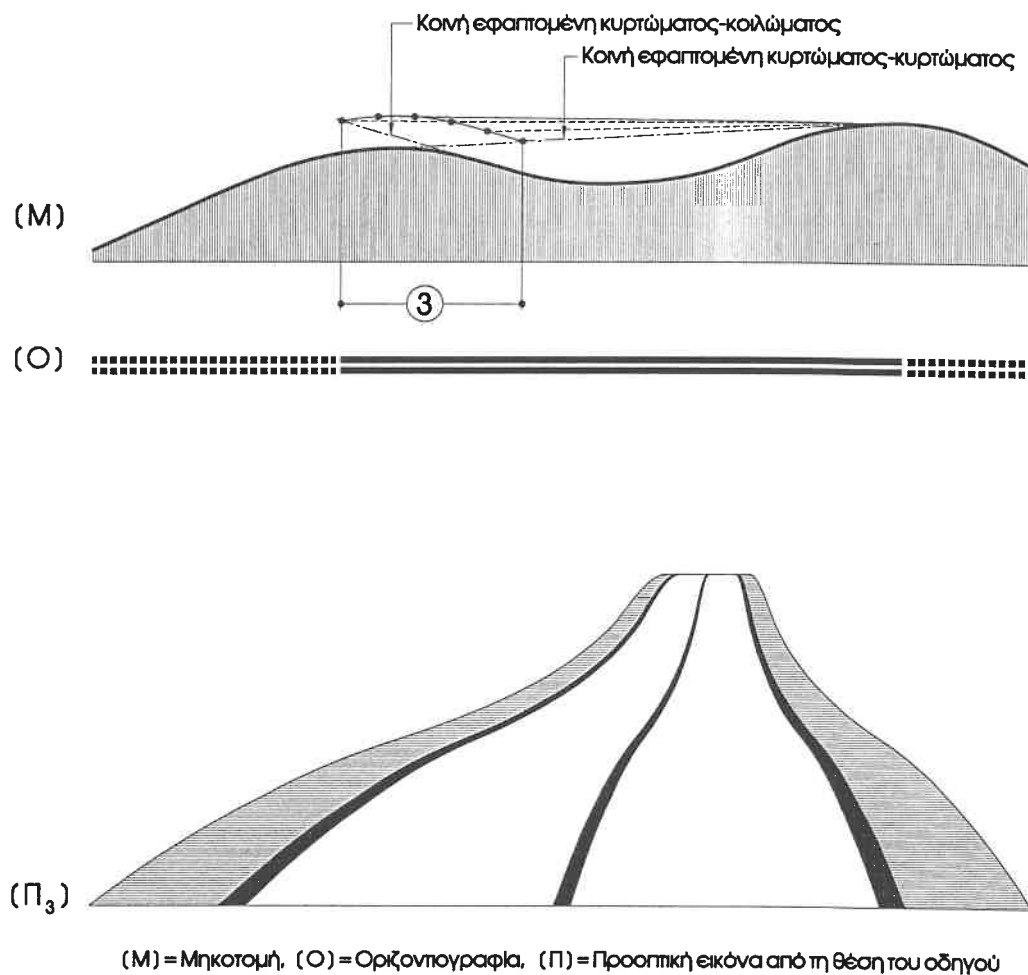
Σχήμα 4-3. Προοπτικό τμήματος οδού που περιλαμβάνει ευθύγραμμο και καμπύλο (κύρτωμα) προοπτικό στοιχείο.

• Στο τμήμα (2) η προοπτική εικόνα (Π_2) εμφανίζει δύο καμπύλα προοπτικά στοιχεία : κύρτωμα και κύρτωμα. Στην περίπτωση αυτή, η ορατή επιφάνεια της οδού δεν είναι συνεχής. Μεταξύ των κυρτωμάτων υπάρχει τμήμα της οδού που δεν είναι ορατό, δηλαδή στην εικόνα αυτή εμφανίζεται “ **βύθιση της οδού** ” . Το μη ορατό τμήμα της οδού μπορεί να περιλαμβάνει τμήματα των κυρτωμάτων και ολόκληρο το κοίλωμα ή τμήματα του αρχικού κυρτώματος και του κοιλώματος (Σχήμα 4-4).



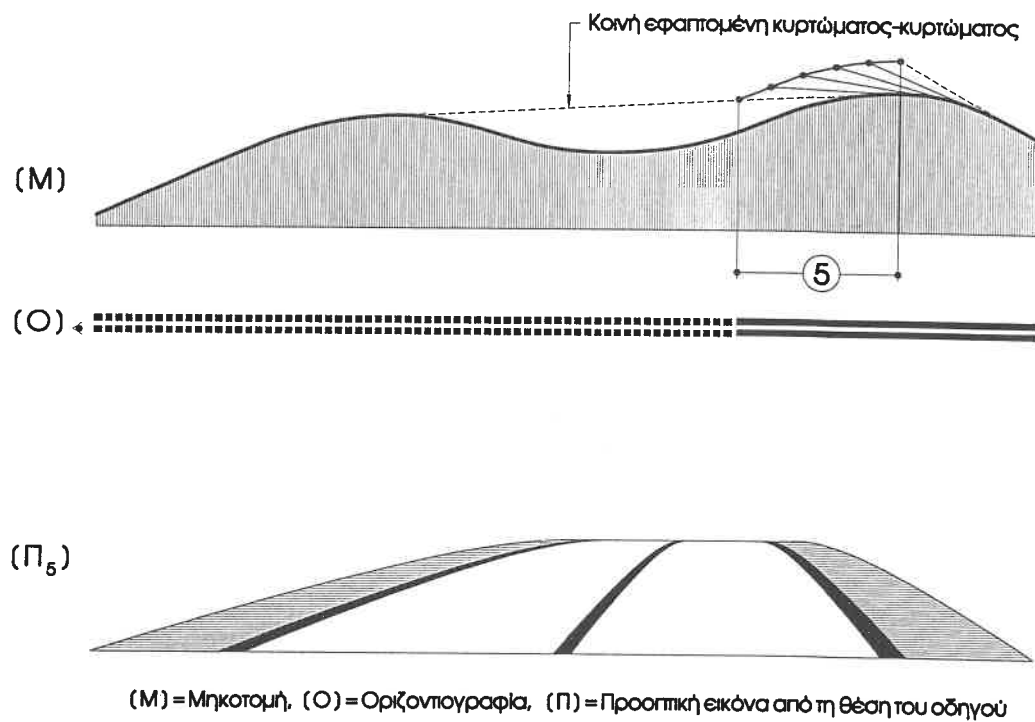
Σχήμα 4-4. Προοπτικό τμήματος οδού που εμφανίζει βύθιση.

- Στο τμήμα (3) η προοπτική εικόνα (Π_3) εμφανίζει τα δύο κυρτώματα και το μεταξύ αυτών κοίλωμα. Στην περίπτωση αυτή η οδός εμφανίζει ελαφρά πτύκωση και η επιφάνεια της οδού είναι συνεχώς ορατή (Σχήμα 4-5).



Σχήμα 4-5. Προοπτικό τμήματος οδού που εμφανίζει δύο κυρτώματα και το μεταξύ αυτών κοίλωμα.

- Στο τμήμα (5) η προοπτική εικόνα (Π_5) εμφανίζει μόνο κύρτωμα. Η ορατή επιφάνεια της οδού είναι συνεχώς ορατή (Σχήμα 4-7).

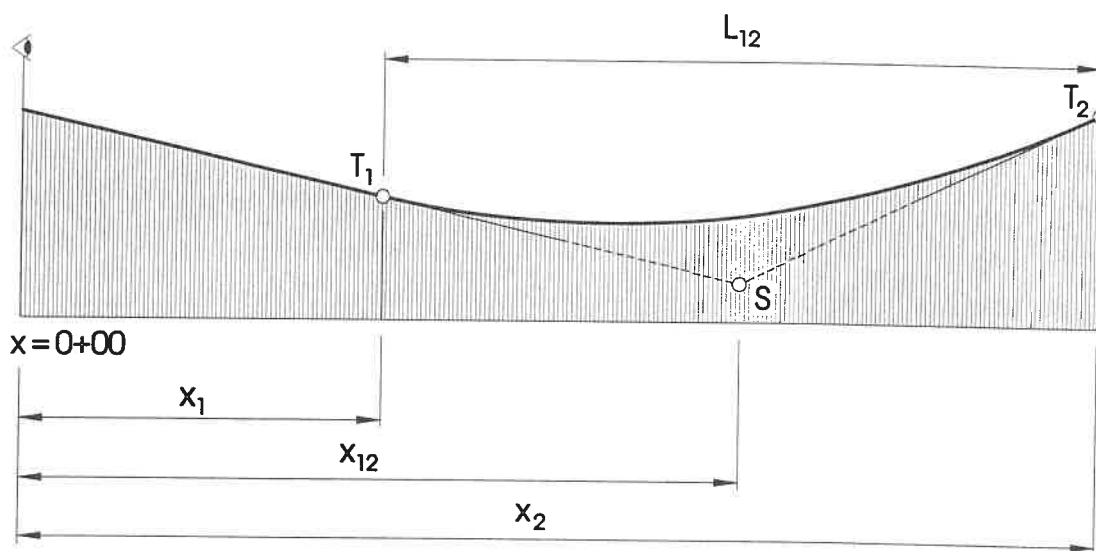


Σχήμα 4-7. Προοπτικό τμήματος οδού που περιλαμβάνει μόνο κύρτωμα.

5. ΟΠΤΙΚΗ ΘΛΑΣΗ ΣΤΗΝ ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΟΔΟΥ

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

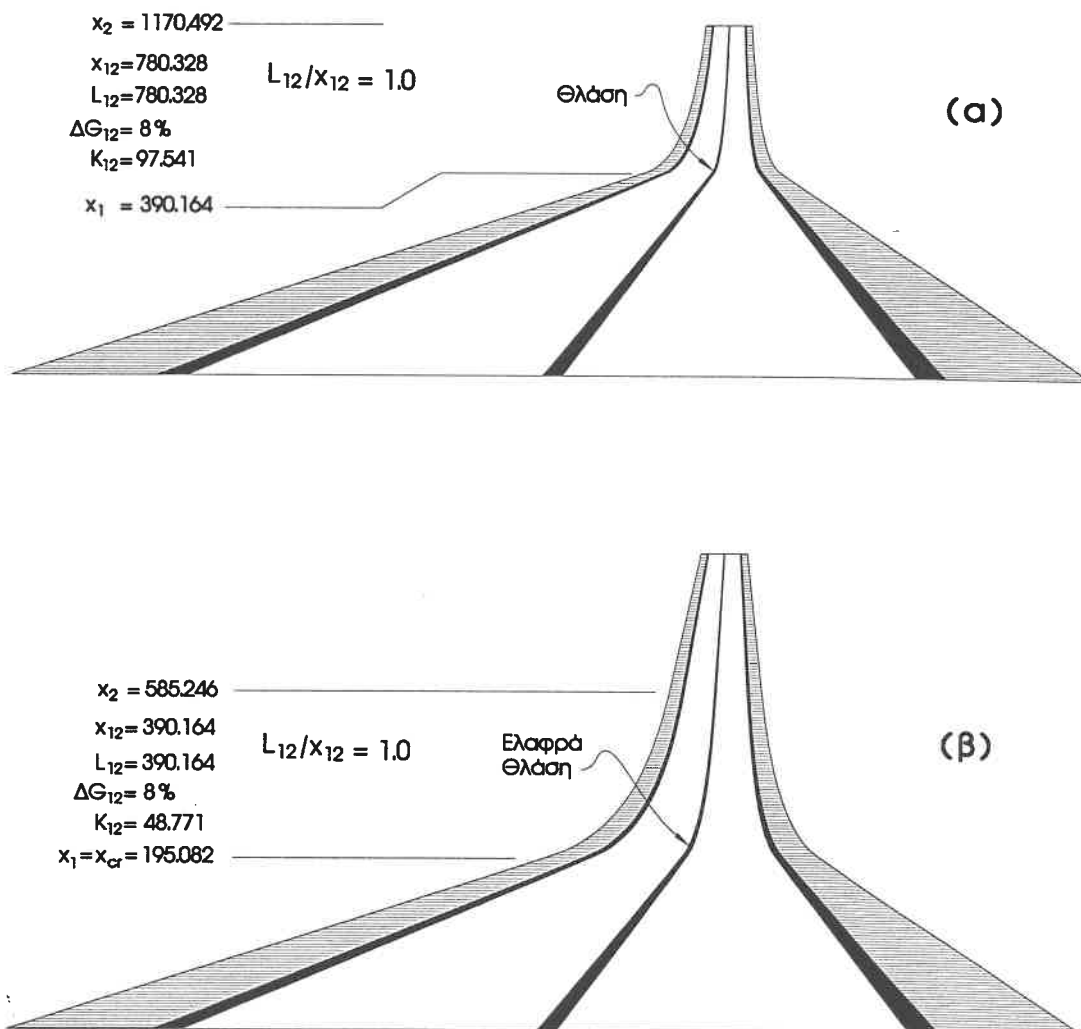
Η εντύπωση **οπτικής θλάσης** σε κοιλάματα, των οποίων ο άξονας στην οριζοντιογραφία είναι ευθύγραμμος, αποφεύγεται όταν ο λόγος L_{12}/x_{12} του μήκους L_{12} της κοίλης καμπύλης μηκοτομής προς την απόσταση x_{12} του μέσου της κοίλης καμπύλης από τη θέση του οδηγού, Σχήμα 5-1, είναι ίσος προς τη μονάδα και εν πάση περιπτώσει μεγαλύτερος του 0.60 (ASCE 1977). Στο κριτήριο αυτό δεν λαμβάνεται υπόψη η απόσταση x_{12} η οποία, ωστόσο, φαίνεται να επηρεάζει την οπτική εντύπωση της οδού.



Σχήμα 5-1. Σχέση μήκους κοιλώματος-απόστασης κορυφής της κοίλης καμπύλης.

Στο Σχήμα 5-2(α) φαίνεται η προοπτική εικόνα κοίλης καμπύλης μηκοτομής της οποίας η οριζοντιογραφία είναι ευθυγραμμία. Οι αποστάσεις των άκρων της κοίλης καμπύλης από τη θέση του οδηγού είναι $x_1 = 390.164 \text{ m}$ και $x_2 = 1170.492 \text{ m}$. Παρά το γεγονός ότι ο λόγος L_{12}/x_{12} είναι ίσος προς τη μονάδα (επιθυμητή τιμή), εν τούτοις η προοπτική εικόνα εμφανίζει οπτική θλάση. Αντιθέτως στο Σχήμα 5-2(β),

όπου οι τετμημένες αρχής και πέρατος της κοίλης καμπύλης από τη θέση του οδηγού είναι $x_1 = 195.082 \text{ m}$ και $x_2 = 585.246 \text{ m}$ και ο λόγος μήκους-απόστασης είναι $L_{12}/x_{12} = 1.00$, η προοπτική εικόνα φαίνεται αισθητά βελτιωμένη και μόνο αυστηρά κρινόμενη θα εθεωρείτο ότι παρουσιάζει ελαφρά οπτική θλάση.

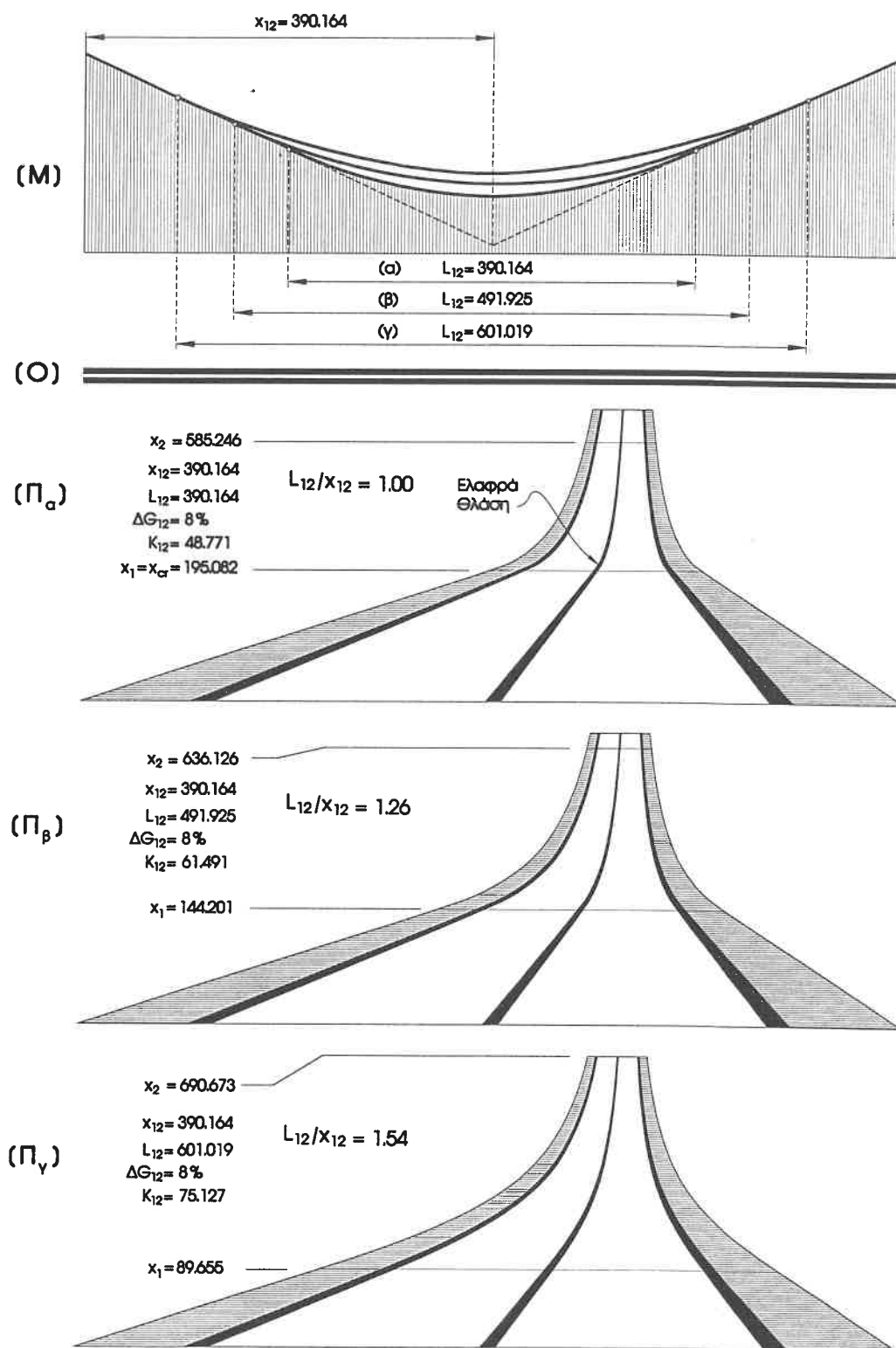


Σχήμα 5-2. Προοπτική εικόνα κοίλης καμπύλης με λόγο $L_{12} / x_{12} = 1.00$
 (α) με έντονη οπτική θλάση, (β) με ελαφρά οπτική θλάση.

Η βελτίωση της προοπτικής εικόνας δεν οφείλεται σε μεταβολή του λόγου μήκους/απόστασης αφού η τιμή του λόγου αυτού και στις δύο περιπτώσεις είναι ίση προς τη μονάδα και, ασφαλώς, δεν οφείλεται στη μεταβολή του μήκους της καμπύλης αφού η καμπύλη που εμφανίζει τη βελτιωμένη εικόνα έχει μικρότερο μήκος ($=390.164$ έναντι 780.328 m). Η μόνη μεταβολή στην οποία μπορεί να θεωρηθεί ότι οφείλεται η βελτίωση της προοπτικής εικόνας είναι η μείωση (υποδιπλασιασμός) της απόστασης του μέσου της κοίλης καμπύλης από τη θέση του οδηγού. Συνάγεται, ως εκ τούτου, ότι **για την ίδια τιμή του λόγου μήκους/απόστασης η εμφάνιση οπτικής θλάσης εξαρτάται από την τιμή της απόστασης του μέσου της καμπύλης από τη θέση του οδηγού.**

Η μεταβολή της τιμής του λόγου μήκους/απόστασης επηρεάζει την προοπτική εικόνα στην περίπτωση που η απόσταση του μέσου της κοίλης καμπύλης παραμένει σταθερή. Στο Σχήμα 5-3 φαίνονται τρεις παραλλαγές (α), (β) και (γ) στη μηκοτομή [M] τμήματος οδού του οποίου η οριζοντιογραφία [O] είναι ευθυγραμμία. Οι τρεις παραλλαγές έχουν την ίδια απόσταση μέσου της καμπύλης ($x_{12} = 390.164$ m) αλλά διαφορετικά μήκη ($L_{12} = 390.164$, $= 491.925$, $= 610.019$ m). Ως εκ τούτου έχουν διαφορετικές τιμές του λόγου μήκους/απόστασης ($L_{12}/x_{12} = 1.00$, $= 1.2601$, $= 1.5404$).

Από τη σύγκριση των προοπτικών εικόνων (Πα), (Πβ) και (Πγ) φαίνεται ότι υπάρχει σαφής βελτίωση από την καμπύλη (α) στην καμπύλη (β) και στη συνέχεια στην καμπύλη (γ). Η βελτίωση αυτή ασφαλώς οφείλεται στη μεταβολή του μήκους της καμπύλης (και άρα στη συνεπαγόμενη μεταβολή της τιμής του λόγου μήκους/απόστασης μέσου) αφού αυτή η μεταβολή είναι η μόνη που παρατηρείται μεταξύ των τριών παραλλαγών. Διαπιστώνεται ότι, **για την ίδια απόσταση του μέσου της καμπύλης από τη θέση του οδηγού, η προοπτική εικόνα του κοιλώματος βελτιώνεται όταν αυξάνεται η τιμή του λόγου μήκους/απόστασης.**



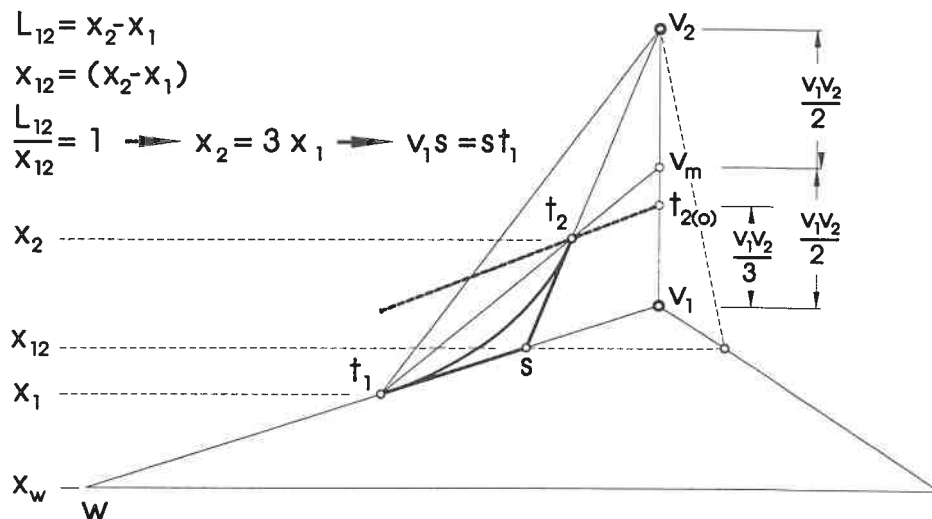
Σχήμα 5-3. Μεταβολή της προοπτικής εικόνας κοίλης καμπύλης όταν μεταβάλλεται η τιμή του λόγου μήκους/απόστασης μέσου.

Από τα ανωτέρω συνάγεται ότι *η ύπαρξη οπτικής θλάσης δεν εξαρτάται μόνο από την τιμή του λόγου μήκους/απόστασης αλλά και από την απόσταση του μέσου σημείου της καμπύλης από τη θέση του οδηγού.*

5.2 ΟΡΙΑΚΗ ΣΥΝΘΗΚΗ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΟΠΤΙΚΗΣ ΘΛΑΣΗΣ

Προκειμένου να ερευνηθεί αν υπάρχει κάποια οριακή συνθήκη που είναι καθοριστική για την εμφάνιση οπτικής θλάσης, εξετάζεται η μεταβολή του λόγου των μηκών αρχικής/τελικής εφαπτομένης (st_1/st_2) της κοίλης καμπύλης στην προοπτική εικόνα όταν το σημείο τομής s κινείται πάνω στην ευθεία v_1w και ο λόγος μήκους/απόστασης μέσου παραμένει ίσος προς τη μονάδα ($L_{12}/x_{12} = 1$).

Στο Σχήμα 5-4 φαίνονται οι εφαπτόμενες st_1 και st_2 της αριστερής οριογραμμής t_1t_2 σε ευθύγραμμο κοίλωμα.



Σχήμα 5-4. Γεωμετρικός τόπος του τελικού σημείου της οριογραμμής σε ευθύγραμμο κοίλωμα οδού.

Αν

- v_1 και v_2 είναι τα σημεία φυγής των εφαπτομένων st_1 και st_2
- x_1 και x_2 είναι οι τετμημένες αρχής και πέρατος της καμπύλης
- x_{12} και L_{12} είναι η τετμημένη του μέσου και το μήκος της καμπύλης t_1t_2

τότε

$$L_{12} = x_2 - x_1 \quad (5-1)$$

$$x_{12} = \frac{x_1 + x_2}{2} \quad (5-2)$$

Για

$$\frac{L_{12}}{x_{12}} = 1$$

από τις σχέσεις (5-1) και (5-2) συνάγεται:

$$x_2 = 3 \cdot x_1 \quad (5-3)$$

Αντικαθιστώντας στην (5-2) την τιμή x_2 από τη σχέση (5-3) προκύπτει:

$$x_{12} = 2 \cdot x_1 \quad (5-4)$$

Είναι (Ταϊγανίδης και Κανελλαΐδης 1998)

$$\frac{v_1 s}{v_1 t} = \frac{x_1}{x_{12}} \quad (5-5)$$

Η τελευταία σχέση για τις τιμή x_{12} από την (5-4) γίνεται:

$$\frac{v_1 s}{v_1 t} = \frac{1}{2} \quad (5-6)$$

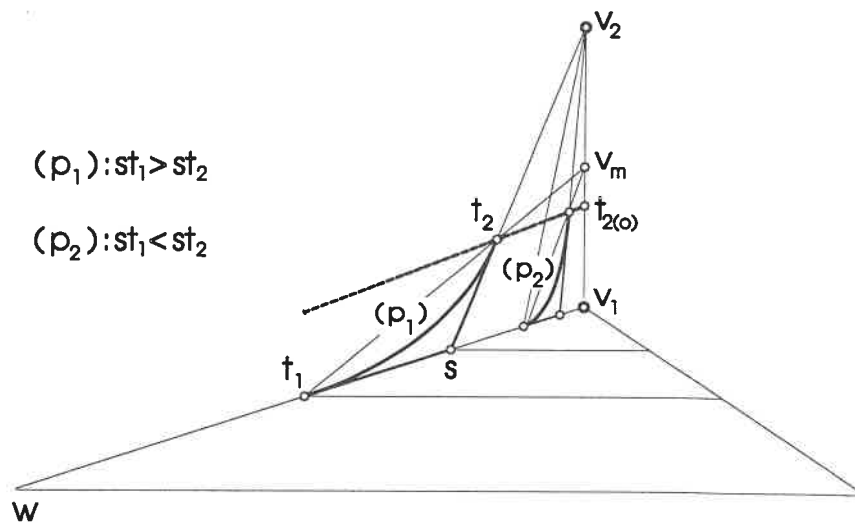
Από την (B-6) προκύπτει ότι το σημείο s είναι το μέσον της $v_1 t_1$.

Επί πλέον, η ευθεία $t_1 t_2$ που συνδέει τα άκρα t_1 και t_2 της κοίλης καμπύλης διέρχεται από το μέσο v_m της $v_1 v_2$. Συνεπώς, στο τρίγωνο $v_2 t_1 v_1$ οι $v_2 s$ και $t_1 v_{12}$ είναι διάμεσοι και κατά συνέπεια το σημείο τομής τους t_2 βρίσκεται στο τρίτο της $v_2 s$.

Από τα ανωτέρω συνάγεται ότι σε ευθύγραμμο κοίλωμα, όταν το σημείο τομής s των εφαπτομένων της οριογραμμής κινείται πάνω στην ευθεία $v_1 w$ αλλά ο λόγος μήκους/απόστασης μέσου παραμένει ίσος προς τη μονάδα ($L_{12}/x_{12} = 1$), **ο γεωμετρικός τύπος των τελικών σημείων t_2 των καμπύλων των οριογραμμών είναι ευθεία παράλληλη προς την $v_1 w$ η οποία διέρχεται από το σημείο $t_{2(o)}$ που τριχοτομεί το ευθύγραμμο τμήμα $v_1 v_2$.**

Όταν το σημείο τομής s απομακρύνεται από τη θέση του οδηγού, δηλαδή όταν τείνει προς το σημείο φυγής v_1 , τότε το τελικό σημείο t_2 τείνει προς την οριακή θέση $t_{2(o)}$.

Ανάλογα με τη θέση του σημείου s επί της $v_1 w$ η αρχική εφαπτομένη st_1 μπορεί να είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη ή και ίση προς την τελική εφαπτομένη st_2 , Σχήμα 5-5. Καθώς το σημείο τομής s απομακρύνεται από τη θέση του οδηγού ο λόγος των μηκών των εφαπτομένων (st_1 / st_2) γίνεται μικρότερος. Σε κάποια θέση του σημείου s τα μήκη των εφαπτομένων είναι ίσα ($st_1 = st_2$).



Σχήμα 5-5. Μεταβολή του μήκους των εφαπτομένων της αριστερής οριογραμμής σε ευθύγραμμο κοίλωμα.

Από το ανωτέρω σχήμα διαπιστώνεται ότι **όταν ο λόγος των μηκών των εφαπτομένων είναι μεγαλύτερος ή και ίσος τη μονάδα ($st_1/st_2 \geq 1$) τότε η οπτική εντύπωση του κοιλώματος είναι ικανοποιητική, ενώ όταν είναι μικρότερος από τη μονάδα ο λόγος των μηκών των εφαπτομένων ($st_1/st_2 < 1$) τότε το κοίλωμα αρχίζει να εμφανίζει οπτική θλάση.**

Όταν είναι δεδομένες οι κατά μήκος κλίσεις στα άκρα του κοιλώματος καθώς και η απόσταση του σημείου τομής των εφαπτομένων από τη θέση του οδηγού τότε είναι δυνατό να προσδιοριστεί το μήκος της καμπύλης ώστε τα μήκη των εφαπτομένων στην προοπτική εικόνα να είναι ίσα.

- (α) προεκτείνεται η ν_2s και χαράσσεται η διχοτόμος (δ) της γωνίας $\angle t_1sq$
- (β) από το μέσο ν_m της $\nu_1\nu_2$ χαράσσεται παράλληλος προς την διχοτόμο (δ) η οποία τέμνει τις ν_2s και sw στα σημεία t_2 και t_1 .

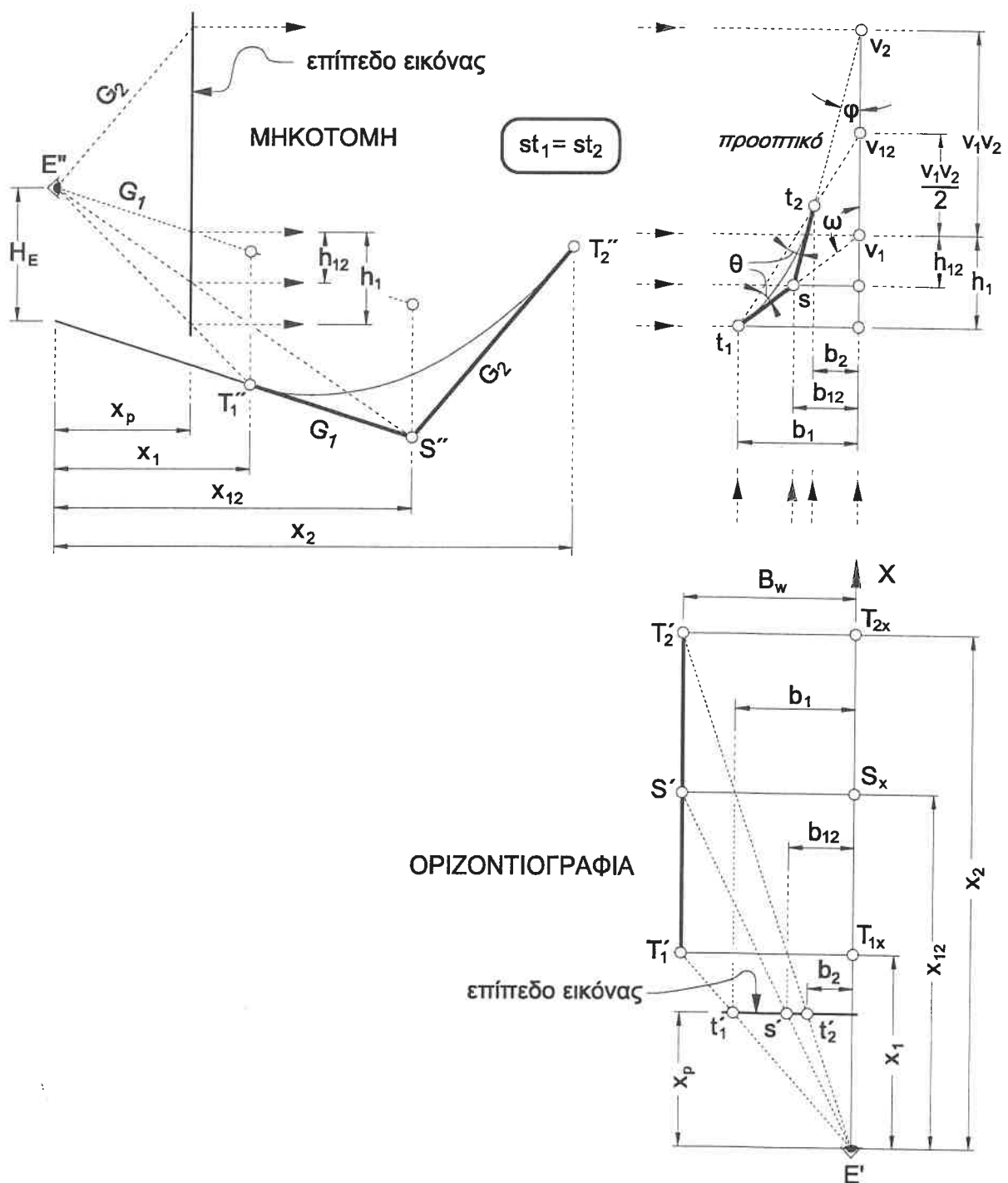
Πρέπει να σημειωθεί ότι η ισότητα των εφαπτομένων στην καμπύλη της αριστερής οριογραμμής δεν συνεπάγεται την ισότητα των εφαπτομένων στον άξονα της οδού ή στη δεξιά οριογραμμή.

5.4 ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΙΣΩΝ ΕΦΑΠΤΟΜΕΝΩΝ

Προκειμένου να αποφευχθεί η εμφάνιση οπτικής θλάσης στην προοπτική εικόνα ευθύγραμμου κοιλώματος, διατυπώνεται στην παρούσα εργασία το κριτήριο ίσων εφαπτομένων.

Μια κοίλη καμπύλη είναι σύμφωνη με το κριτήριο ίσων εφαπτομένων όταν **ο λόγος των μηκών αρχικής / τελικής εφαπτομένης στην προοπτική εικόνα να είναι μεγαλύτερος ή τουλάχιστον ίσος προς τη μονάδα ($st_1 / st_2 \geq 1$)**.

Στο Σχήμα 5-7 είναι σχεδιασμένες σε αντιστοιχία η οριζοντιογραφία, η μηκοτομή και η προοπτική εικόνα της αριστερής οριογραμμής T_1T_2 ($T_1'T_2'$, $T_1''T_2''$, t_1t_2) ευθύγραμμου κοιλώματος. Η αντιστοίχιση είναι δυνατή δεδομένου ότι, στην περίπτωση ευθύγραμμης οριζοντιογραφίας η μηκοτομή της οδού ταυτίζεται με τη προβολή της σε κατακόρυφο επίπεδο παράλληλο προς τον άξονα της οδού. Γίνεται δεκτό ότι, στην προοπτική εικόνα, τα μήκη των εφαπτόμενων st_1 και st_2 είναι ίσα ($st_1 = st_2$).



Σχήμα 5-7. Συνθήκες ισχύος του κριτηρίου ίσων εφαιπτομένων

Από την αρχή της ομοιότητας προκύπτει :

- από τη μηκοτομή

$$h_I = H_E \cdot \frac{x_p}{x_I} \quad (5-7)$$

- από την οριζοντιογραφία

$$b_I = B_w \cdot \frac{x_p}{x_I} \quad (5-8)$$

Επί πλέον, από την προοπτική εικόνα προκύπτει:

$$\pi - \omega = \arctan\left(\frac{b_I}{h_I}\right)$$

Η τελευταία σχέση για τις τιμές των h_I και b_I από τις (5-7) και (5-8) γίνεται:

$$\pi - \omega = \arctan\left(\frac{B_w}{H_E}\right)$$

ή

$$\omega = \pi - \arctan\left(\frac{B_w}{H_E}\right) \quad (5-9)$$

- όπου B_w [m] = απόσταση του οδηγού-παρατηρητή από την αριστερή οριογραμμή
- H_E [m] = Ύψος οφθαλμών του οδηγού από την επιφάνεια του οδοστρώματος
- x_w [m] = απόσταση της αρχικής διατομής του κοιλώματος από τη θέση του οδηγού
- x_p [m] = απόσταση επιπέδου προοπτικής εικόνας από τον παρατηρητή ($x_p = 0.50$ m)

Ακόμη

- από την προοπτική εικόνα :

$$\frac{h_{12}}{h_1} = \frac{b_{12}}{b_1} = \frac{v_1 s}{v_1 t_1} \quad (5-10)$$

- από την οριζοντιογραφία

$$\frac{b_{12}}{b_1} = \frac{x_1}{x_{12}} \quad (5-10a)$$

ή

$$b_{12} = b_1 \cdot \frac{x_w}{x_{12}} \quad (5-11)$$

η τελευταία σχέση για την τιμή της b_1 από την (5-8) γίνεται:

$$\begin{aligned}
 b_{12} &= B_w \cdot \frac{x_p}{x_{12}} \\
 &= \frac{B_w}{2 \cdot x_{12}}
 \end{aligned}
 \tag{5-12}$$

Αλλά

$$\begin{aligned}
 h_{12} &= \frac{b_{12}}{\tan(\pi - \omega)} \\
 &= \frac{b_{12}}{\tan(\omega)}
 \end{aligned}
 \tag{5-13}$$

και

$$\begin{aligned}
 v_1 v_2 &= x_p \cdot \frac{(G_2 - G_1)}{100} \\
 &= \frac{G_2 - G_1}{200}
 \end{aligned}
 \tag{5-14}$$

όπου $v_1 v_2$ [m] = απόσταση σημείων φυγής
 G_1 [%] = κατά μήκος κλίση αρχικής εφαπτομένης
 G_2 [%] = κατά μήκος κλίση τελικής εφαπτομένης

Για τις γωνίες φ και θ του Σχήματος 5-7 ισχύουν οι σχέσεις:

$$\varphi = \arctan \left(\frac{b_{12}}{h_{12} + v_1 v_2} \right)
 \tag{5-15}$$

$$\theta = \frac{\pi - \omega - \varphi}{2} \quad (5-16)$$

Για τις αποστάσεις $v_1 s$ και $v_1 t_1$ της προοπτικής εικόνας ισχύουν:

$$\begin{aligned} v_1 s &= (v_1 v_2) \cdot \sin(\pi - \omega - 2 \cdot \theta) \cdot \frac{1}{\sin(2 \cdot \theta)} \\ &= (v_1 v_2) \cdot \frac{\sin(\omega + 2 \cdot \theta)}{\sin(2 \cdot \theta)} \end{aligned} \quad (5-17)$$

και

$$\begin{aligned} v_1 t_1 &= \frac{(v_1 v_2)}{2} \cdot \sin(\pi - \omega - \theta) \cdot \frac{1}{\sin(\theta)} \\ &= \frac{(v_1 v_2)}{2} \cdot \frac{\sin(\omega + \theta)}{\sin(\theta)} \end{aligned} \quad (5-18)$$

οπότε

$$\begin{aligned} \frac{(v_1 s)}{v_1 t_1} &= \frac{2 \cdot \sin(\omega + 2 \cdot \theta) \cdot \sin(\theta)}{\sin(2 \cdot \theta) \cdot \sin(\omega + \theta)} \\ &= \frac{2 \cdot \sin(\theta) \cdot \sin(\omega + 2 \cdot \theta)}{2 \cdot \sin(\theta) \cdot \cos(\theta) \cdot \sin(\omega + \theta)} \\ &= \frac{\sin(\omega + \theta) \cdot \cos(\theta) + \cos(\omega + \theta) \cdot \sin(\theta)}{\cos(\theta) \cdot \sin(\omega + \theta)} \\ &= 1 + \frac{\tan(\theta)}{\tan(\omega + \theta)} \end{aligned}$$

$$= \frac{\tan(\omega + \theta) + \tan(\theta)}{\tan(\omega + \theta)}$$

δηλαδή

$$\frac{(v_1 s)}{v_1 t_1} = \frac{\tan(\omega + \theta) + \tan(\theta)}{\tan(\omega + \theta)} \quad (5-19)$$

Από τις σχέσεις (5-10) και (5-10α) προκύπτει:

$$\frac{(v_1 s)}{v_1 t_1} = \frac{x_1}{x_{12}} \quad (5-20)$$

επειδή

$$x_{12} = \frac{x_1 + x_2}{2} \quad (5-21)$$

η σχέση (5-20) γίνεται:

$$\frac{(v_1 s)}{v_1 t_1} = \frac{2 \cdot x_1}{x_1 + x_2} \quad (5-22)$$

Από τις (5-19) και (5-22) συνάγεται:

$$\frac{2 \cdot x_1}{x_1 + x_2} = \frac{\tan(\omega + \theta) + \tan(\theta)}{\tan(\omega + \theta)}$$

Στην τελευταία σχέση αφαιρώντας από τους αριθμητές τους παρονομαστές προκύπτει:

$$\frac{x_1 - x_2}{x_1 + x_2} = \frac{\tan(\theta)}{\tan(\omega + \theta)} \quad (5-23)$$

Για το λόγο μήκους/απόστασης μέσου κοίλης καμπύλης από τη θέση του παρατηρητή (L_{12}/x_{12}) ισχύει:

$$\frac{L_{12}}{x_{12}} = \frac{x_2 - x_1}{(x_1 + x_2)/2} \quad (5-24)$$

Από τις (5-23) και (5-24) προκύπτει:

$$\frac{L_{12}}{x_{12}} = - \frac{2 \cdot \tan(\theta)}{\tan(\omega + \theta)} \quad (5-25)$$

Αν

$$r = \frac{L_{12}}{x_{12}}$$

τότε η σχέση (5-25) γίνεται:

$$r = - \frac{2 \cdot \tan(\theta)}{\tan(\omega + \theta)} \quad (5-26)$$

όπου r [-] = λόγος μήκους/απόστασης μέσου κοίλης καμπύλης από τη θέση του οδηγού.

Με τη σχέση (5-26) προσδιορίζεται η τιμή του λόγου μήκους/απόστασης μέσου καμπύλης (r) ώστε ο λόγος των μηκών των εφαπτομένων αρχικής/τελικής (st_1 / st_2) να είναι ίσος προς τη μονάδα.

5.5 ΕΝΙΑΙΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΕΚΛΟΓΗΣ ΤΟΥ ΕΛΑΧΙΣΤΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΚΟΙΛΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΜΗΚΟΤΟΜΗΣ

Μόνο του το κριτήριο των ίσων εφαπτομένων δεν εξασφαλίζει ότι η κοίλη καμπύλη δεν θα εμφανίσει οπτική θλάση. Είναι απαραίτητο να ισχύει

ταυτοχρόνως και το κριτήριο του λόγου μήκους/απόστασης μέσου της καμπύλης από τη θέση του παρατηρητή ($r = L_{12} / x_{12} > 0.60$). Κατόπιν τούτου, στην παρούσα εργασία, διατυπώνεται το ακόλουθο ενιαίο κριτήριο:

Η προοπτική εικόνα κοίλης καμπύλης δεν εμφανίζει οπτική θλάση όταν ο λόγος των εφαπτομένων αρχικής/τελικής είναι μεγαλύτερος ή τουλάχιστον ίσος προς τη μονάδα ($st_1 / st_2 \geq 1$) και ο λόγος μήκους/απόστασης μέσου από τον παρατηρητή είναι μεγαλύτερος ή τουλάχιστον ίσος προς 0.60 ($L_{12} / x_{12} > 0.60$).

Για να ισχύει το ενιαίο κριτήριο εκλογής του ελάχιστου μήκους κοίλης καμπύλης πρέπει και αρκεί ο λόγος r από τη σχέση (5-26) να είναι μεγαλύτερος ή τουλάχιστον ίσος προς τη μονάδα.

5.6 ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΜΗΚΟΣ ΚΟΙΛΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΜΗΚΟΤΟΜΗΣ

Ο υπολογισμός του ελάχιστου μήκους κοίλης καμπύλης με χρήση του ενιαίου κριτηρίου γίνεται με την ακόλουθη διαδικασία:

1. Θεωρούνται ως δεδομένα:

- x_{12} = απόσταση του μέσου της καμπύλης από τη θέση του οδηγού-παρατηρητή,
- G_1, G_2 = κατά μήκος κλίσεις στα άκρα της καμπύλης
- H_E = ύψος οφθαλμού του οδηγού-παρατηρητή από την επιφάνεια του οδοστρώματος,
- B_w = απόσταση της θέσης του οδηγού από την ελεγχόμενη οριογραμμή και
- H_N = ελάχιστη ακτίνα της κοίλης καμπύλης, η οποία απαιτείται για να εξασφαλιστεί η ελάχιστη απόσταση ορατότητας για στάση.

2. Υπολογίζεται η γωνία ω από τη σχέση (5-9)
3. Υπολογίζεται η γωνία φ από τη σχέση (5-15)
4. Υπολογίζεται η γωνία θ από τη σχέση (5-16)
5. Υπολογίζεται ο λόγος r από τη σχέση (5-26)
6. Υπολογίζεται το ελάχιστο μήκος της κοίλης καμπύλης ως ακολούθως:
 - 6.1. Αν $r \geq 0.60$ τότε $\min L = r \cdot x_{12}$
 - 6.2. Αν $r < 0.60$ τότε

$$L = 0.60 \cdot x_{12}$$

$$H = L / (G_1 - G_2)$$
 Αν $H > H_N$ τότε $\min L = H \cdot (G_1 - G_2)$
 Αν $H \leq H_N$ τότε $\min L = H_N \cdot (G_1 - G_2)$
7. Υπολογίζεται η ελάχιστη ακτίνα της κοίλης καμπύλης. Είναι:

$$\min H = \min L / (G_1 - G_2)$$
8. Τέλος διαδικασίας.

Με βάση τον ανωτέρω αλγόριθμο συντάσσεται το ακόλουθο πρόγραμμα υπολογισμού του ελάχιστου μήκους κοίλης καμπύλης μηκοτομής. Ως ελάχιστες τιμές της ακτίνας κοίλης καμπύλης λαμβάνονται οι τιμές των Αμερικανικών Κανονισμών [AASHTO 94].

5.7 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΕΛΑΧΙΣΤΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΚΟΙΛΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΜΗΚΟΤΟΜΗΣ

```

DECLARE SUB AASHTOValues ()
COMMON SHARED V, Hn
CLS
p = 3.141593
INPUT "Speed ="; V
INPUT "Width BW="; BW
INPUT "Eye Height ="; He
INPUT "Distance x12 ="; x12
INPUT "Difference in Grade DG ="; DG
PRINT ""
CALL AASHTOValues

    omega = p - ATN(BW / He)
    b12 = BW / 2 / x12
    h12 = -b12 / TAN(omega)
    v1v2 = .5 * DG / 100
    phi = ATN(b12 / (h12 + v1v2))
    thita = (p - omega - phi) / 2
    ratio = -2 * TAN(thita) / TAN(omega + thita)
    IF ratio > .6 THEN
        L12 = x12 * ratio
    ELSE
        L12 = .6 * x12
    END IF
    H = L12 / DG
    IF H > Hn THEN
        minH = H
    ELSE
        minH = Hn
    END IF
    minL = minH * DG
    x1 = x12 - minL / 2
    x2 = x12 + minL / 2
    r = minL / x12
    PRINT "DG ="; DG; TAB(15); "x12 ="; x12; TAB(30); "minL ="; minL

```

SUB AASHTOValues

```

SELECT CASE V
CASE 30
    f = .4
    Gmax = 12
    Hn = 3
CASE 40
    f = .38
    Gmax = 12
    Hn = 5
CASE 50
    f = .35
    Gmax = 10
    Hn = 10
CASE 60
    f = .33
    Gmax = 10
    Hn = 18
CASE 70
    f = .31
    Gmax = 10
    Hn = 31

```

```

CASE 80
  f = .3
  Gmax = 10
  Hn = 49
CASE 90
  f = .3
  Gmax = 9
  Hn = 71
CASE 100
  f = .29
  Gmax = 7
  Hn = 105
CASE 110
  f = .28

  Gmax = 6
  Hn = 151
CASE 120
  f = .28
  Gmax = 5
  Hn = 202
END SELECT
END SUB

```

Με χρήση του ανωτέρω προγράμματος H.Y υπολογίζονται για διάφορες ταχύτητες V , διάφορες τιμές διαφοράς των κατά μήκος κλίσεων DG στα άκρα κοίλης καμπύλης και διάφορες τιμές της απόστασης x_{12} του μέσου της καμπύλης από τον παρατηρητή υπολογίζονται οι ελάχιστες απαιτούμενες τιμές $minL$ του μήκους κοίλης καμπύλης, ώστε να ισχύει το ενιαίο κριτήριο και να αποφεύγεται η εμφάνιση οπτικής θλάσης στην προοπτική εικόνα. Στον Πίνακα 5-1 περιλαμβάνονται οι ελάχιστες τιμές του μήκους κοίλης καμπύλης για ταχύτητες $V = 60, 70, 80$ και 90 km/h. Οι τιμές που βρίσκονται στη σκιασμένη περιοχή του πίνακα είναι μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες των Αμερικανικών Κανονισμών [AASHTO 1994, Table III-37]. Ανάλογοι πίνακες μπορούν να συνταχθούν και για τις άλλες ταχύτητες μελέτης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-1

ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΚΟΙΛΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΜΗΚΟΤΟΜΗΣ

V = 60 km/h

x_{12}	ΔG [%]								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
50	30	36	54	72	90	108	126	144	162
100	60	60	60	72	90	108	126	144	162
150	90	90	90	90	90	108	126	144	720
200	120	120	120	120	120	140	158	174	815
250	150	150	150	150	181	208	231	252	911
300	180	180	180	210	250	283	311	334	354
350	210	210	218	277	324	362	394	421	443
400	240	240	280	348	402	446	481	510	534
450	270	270	346	424	484	532	570	601	626
500	300	300	416	503	-569	620	660	693	720
550	330	356	489	585	655	710	752	787	815
600	360	420	565	668	744	801	845	881	910

V = 70 km/h

x_{12}	ΔG [%]								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
50	30	50	75	100	125	150	175	200	225
100	60	60	75	100	125	150	175	200	225
150	90	90	90	100	125	150	175	200	225
200	120	120	120	120	125	150	175	200	225
250	150	150	150	150	181	208	231	252	269
300	180	180	180	210	250	283	311	334	354
350	210	210	218	277	324	362	394	421	443
400	240	240	280	348	402	446	481	510	534
450	270	270	346	424	484	532	570	601	626
500	300	300	416	503	569	620	660	693	720
550	330	358	489	585	655	710	752	787	815
600	360	420	565	668	744	801	845	881	911

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-1 (συνέχεια)

ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΚΟΙΛΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΜΗΚΟΤΟΜΗΣ

V = 80 km/h

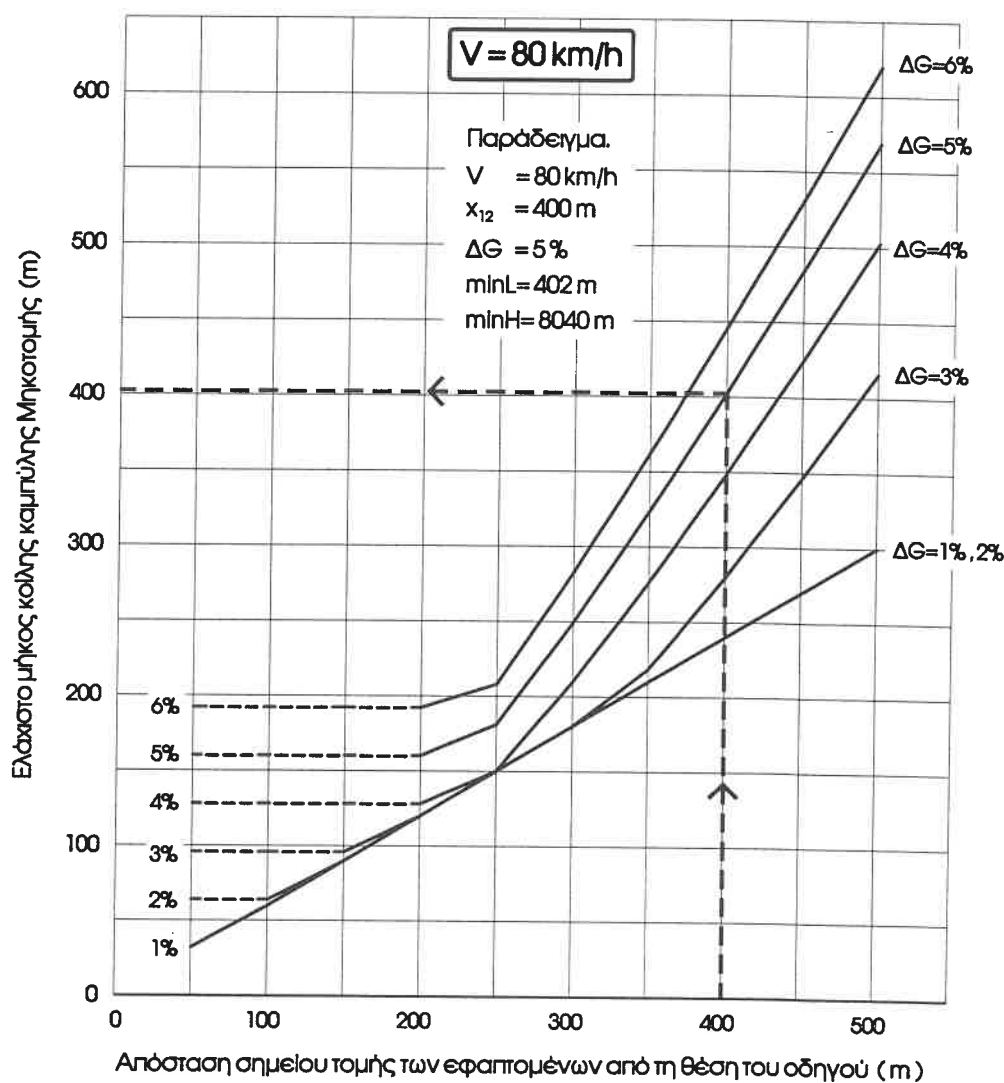
X ₁₂	ΔG [%]								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
50	32	64	96	128	160	192	224	256	288
100	60	64	96	128	160	192	224	256	288
150	90	90	96	128	160	192	224	256	288
200	120	120	120	128	160	192	224	256	288
250	150	150	150	150	181	208	231	256	288
300	180	180	180	210	250	283	311	334	354
350	210	210	218	277	324	362	394	421	443
400	240	240	280	348	402	446	481	510	534
450	270	270	346	424	484	532	570	601	626
500	300	300	416	503	569	620	660	693	720
550	330	358	489	585	655	710	752	787	815
600	360	420	565	668	744	801	845	881	910

V = 90 km/h

X ₁₂	ΔG [%]								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
50	40	80	120	160	200	240	280	320	360
100	60	80	120	160	200	240	280	320	360
150	90	90	120	160	200	240	280	320	360
200	120	120	120	160	200	240	280	320	360
250	150	150	150	160	200	240	280	320	360
300	180	180	180	210	250	283	311	334	360
350	210	210	218	277	324	362	394	421	443
400	240	240	280	348	402	446	481	510	534
450	270	270	346	424	484	532	570	601	626
500	300	300	416	503	569	620	660	693	720
550	330	358	489	585	655	710	752	787	815
600	360	420	565	668	744	801	845	881	910

5.8 ΝΟΜΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΕΛΑΧΙΣΤΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΚΟΙΛΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΜΗΚΟΤΟΜΗΣ

Με χρήση των τιμών του Πίνακα ΕΤ-1 συντάσσεται το ακόλουθο Νομογράφημα με το οποίο προσδιορίζεται το ελάχιστο μήκος κοίλης καμπύλης μηκοτομής για ταχύτητα $V = 80 \text{ km/h}$. Ο τρόπος χρήσης του νομογραφήματος υποδεικνύεται με τη διακεκομμένη γραμμή. Έτσι, για ταχύτητα $V = 80 \text{ km/h}$, $x_{12} = 400 \text{ m}$ και $DG = 5\%$ προκύπτει : $\min L = 402 \text{ m}$.

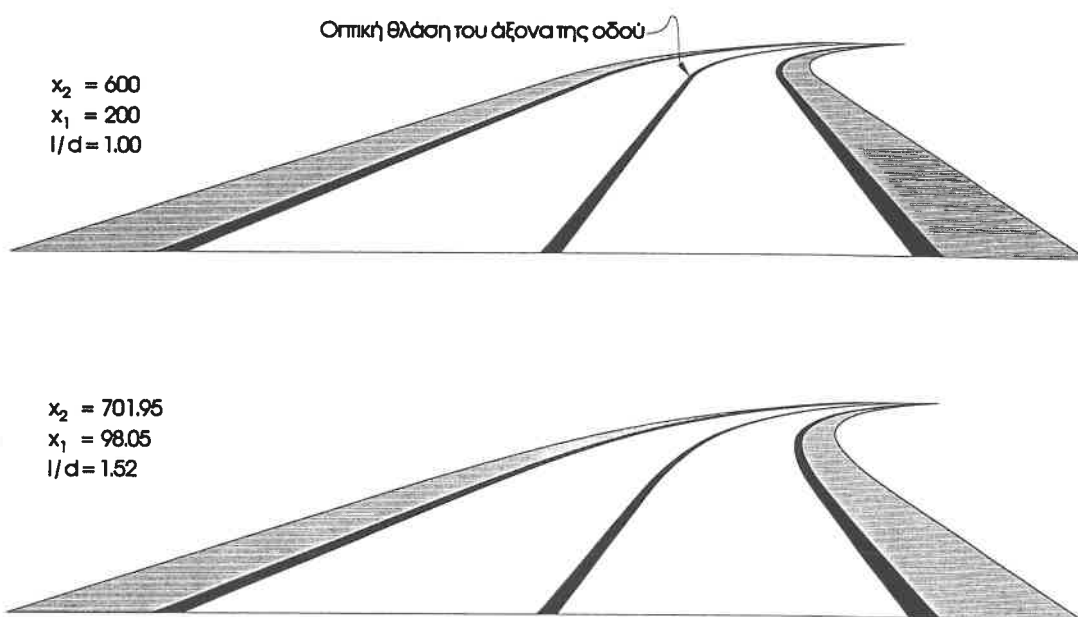


Σχήμα 5-8. Νομογράφημα προσδιορισμού του ελάχιστου μήκους κοίλης καμπύλης μηκοτομής για ταχύτητα μελέτης $V = 80 \text{ km/h}$.

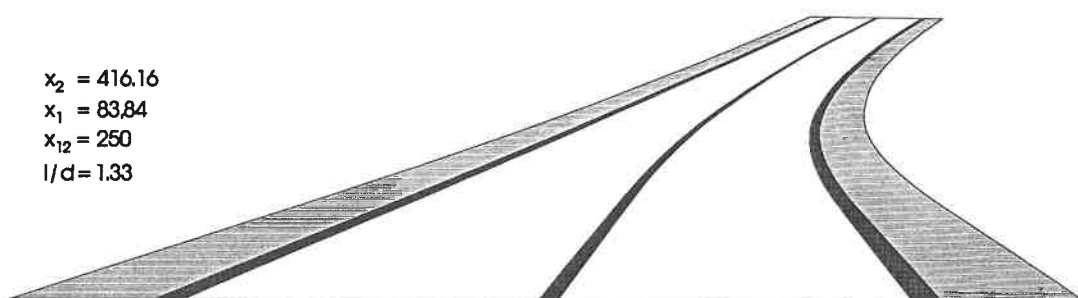
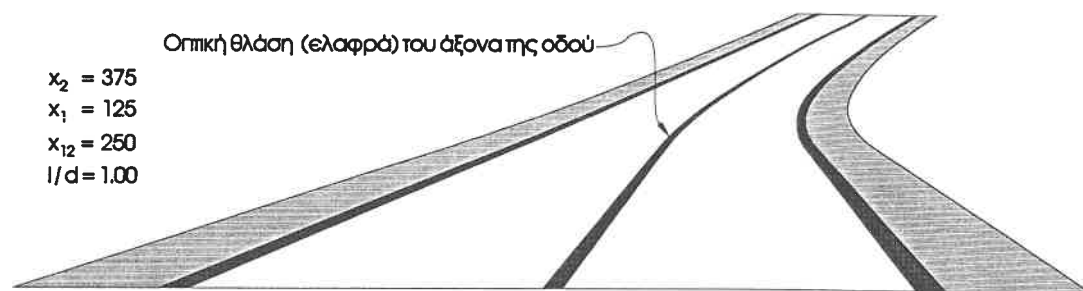
Σε κάθε τιμή της διαφοράς των κατά μήκος κλίσεων ΔG αντιστοιχεί μία καμπύλη. Στο πρώτο τμήμα κάθε καμπύλης (διακεκομμένη γραμμή) αντιστοιχούν ελάχιστα μήκη κοίλης καμπύλης ίσα προς τα υποδεικνυόμενα από τους Αμερικανικούς κανονισμούς (AASHTO 1994) για τον έλεγχο ορατότητας για στάση σε κοίλη καμπύλη μηκοτομής. Παρόμοια νομογραφήματα μπορεί να συνταχθούν και για τις υπόλοιπες ταχύτητες.

Ο τρόπος χρήσης του νομογραφήματος υποδεικνύεται με τη διακεκομμένη γραμμή. Έτσι, για ταχύτητα $V = 80 \text{ km/h}$, $x_{12} = 400 \text{ m}$ και $DG = 5\%$ προκύπτει : $\min L = 402 \text{ m}$.

Ο κανόνας των ίσων εφαπτομένων φαίνεται ότι μπορεί να δώσει καλά αποτελέσματα και στην περίπτωση καμπύλης οριζοντιογραφίας που συνδυάζεται με μηκοτομή σταθερής κλίσης ή στην περίπτωση επαλληλίας καμπύλης οριζοντιογραφίας με κοίλη καμπύλη μηκοτομής. Η υπόθεση αυτή, που χρειάζεται περαιτέρω τεκμηρίωση, φαίνεται να επαληθεύεται στις προοπτικές εικόνες των Σχήματος ET-9 και 5-10.



Σχήμα 5-9. Εφαρμογή του Κανόνα των ίσων εφαπτομένων σε καμπύλη οριζοντιογραφίας με σταθερή κατά μήκος κλίση.



Σχήμα 5-10. Εφαρμογή του Κανόνα των ίσων εφαπτομένων σε περίπτωση επαλληλίας καμπύλης οριζοντιογραφίας με κοίλη καμπύλη μηκοτομής.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τον Πίνακα 5-1 και το νομογράφημα του Σχήματος 5-8 συνάγεται ότι το απαιτούμενο ελάχιστο μήκος κοίλης καμπύλης μηκοτομής εξαρτάται από την απόσταση του μέσου της καμπύλης από τη θέση του οδηγού-παρατηρητή. Όταν αυξάνεται η απόσταση του μέσου της καμπύλης αυξάνεται και το ελάχιστο απαιτούμενο μήκος της καμπύλης ώστε να μην εμφανίζεται οπτική θλάση.

Η αύξηση του ελάχιστου μήκους κοίλης καμπύλης μηκοτομής μπορεί να είναι τόσο μεγάλη ώστε να φαίνεται ή και να είναι απαγορευτική. Για παράδειγμα, σε ταχύτητα $V = 80 \text{ km/h}$, διαφορά κατα μήκος κλίσεων $\Delta G = 5\%$ και απόσταση μέσου καμπύλης $x_{12} = 500 \text{ m}$ το ελάχιστο μήκος κοίλης καμπύλης μηκοτομής είναι 569 m , δηλαδή μεγαλύτερο από το τριπλάσιο του ελάχιστου απαιτούμενου ($=160 \text{ m}$) των Αμερικανικών κανονισμών [AASHTO 1994].

Ασφαλώς, χρειάζεται περαιτέρω έρευνα για την αποδοχή ή μή του κριτηρίου των ίσων εφαιπτομένων. Μια ανάλυση αποδοτικότητας κόστους θα ήταν ιδιαίτερα χρήσιμη.

Αλλά το κριτήριο των ίσων εφαιπτομένων, ακόμη και στην περίπτωση που μια μελλοντική ανάλυση αποτελεσματικότητας κόστους θα αποδείξει ότι είναι ασύμφορη η εφαρμογή του, αποδεικνύει ότι οι μεγάλες ευθυγραμμίες της οριζοντιογραφίας εκτός των άλλων μειονεκτημάτων (μονοτονία, μεγάλος χρόνος αντίληψης- αντίδρασης, φώτα αντιθέτως κινουμένων οχημάτων) παρουσιάζουν και αισθητικά μειονεκτήματα. Για το λόγο αυτό, η επισήμανση του Pushkarev [1963] ότι “αν και θα δίσταζε κάποιος να υποδείξει μια ανώτατη απόσταση ορατότητας εν τούτοις ο όρος αυτός φαίνεται ότι θα ήταν πολύ χρήσιμος” φαίνεται να είναι ορθή. Άλλωστε και οι Αμερικανικοί κανονισμοί [AASHTO 1994]

υποδεικνύουν ότι δεν πρέπει να είναι ορατές περισσότερες από δύο θλάσεις στην πολυγωνική της οριζοντιογραφίας ή τρεις θλάσεις στην πολυγωνική της μηκοτομής.

6. ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΤΟΥ ΟΔΗΓΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΜΠΥΛΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.

6.1 ΓΕΝΙΚΑ

Ο Lamm (1982) ερευνώντας αν η επαλληλία καμπύλης μηκοτομής και καμπύλης οριζοντιογραφίας στη χάραξη επηρεάζει τον δείκτη ατυχημάτων διαπίστωσε ότι

- σε τμήμα οδού μήκους 500 m με επαλληλία **κοίλης** καμπύλης μηκοτομής και καμπύλης οριζοντιογραφίας ο δείκτης ατυχημάτων ήταν 8.3 ενώ ο μέσος δείκτης ατυχημάτων ήταν 3.6 ατυχήματα ανά 10^6 οχηματοχιλιόμετρα. Από τα δέκα ατυχήματα που συνέβησαν στο τμήμα αυτό τρία ήταν θανατηφόρα και άλλα τρία οδήγησαν σε σοβαρούς τραυματισμούς. Στα εφτά από τα δέκα ατυχήματα αιτία ήταν η υπερβολική ταχύτητα.
- Σε τμήμα οδού μήκους 500 m αλλά με επαλληλία **κυρτής** καμπύλης μηκοτομής και καμπύλης οριζοντιογραφίας ο δείκτης ατυχημάτων ήταν 1.4 ενώ ο μέσος δείκτης ατυχημάτων ήταν 3.6 ατυχήματα ανά 10^6 οχηματοχιλιόμετρα. Μόνο στο ένα από τα τρία ατυχήματα ήταν αιτία η υπερβολική ταχύτητα.

Κατόπιν τούτου οδηγήθηκε στην υπόθεση ότι η επαλληλία κοίλης καμπύλης μηκοτομής και καμπύλης οριζοντιογραφίας μπορεί να δημιουργεί ένα άδηλο κίνδυνο ατυχημάτων επειδή κάνει την καμπύλη της οριζοντιογραφίας να φαίνεται πιο ανοικτή.

Σύμφωνα με τους Αμερικανικούς κανονισμούς [AASHTO 1994] “... κλειστή καμπύλη οριζοντιογραφίας δεν πρέπει να αρχίζει στο ή κοντά στο χαμηλότερο σημείο μιας έντονης κοίλης καμπύλης μηκοτομής. Επειδή ο δρόμος μπροστά σμικρύνεται με το προοπτικό βάθος, κάθε καμπύλη οριζοντιογραφίας εκτός από την ανοικτή προσλαμβάνει μια ανεπιθύμητη παραμορφωμένη εμφάνιση. Επί πλέον, οι ταχύτητες των

οχημάτων και ιδιαιτέρως των φορτηγών είναι συχνά υψηλές στο χαμηλότερο σημείο των κεκλιμένων τμημάτων και είναι ενδεχόμενο να προκληθούν εσφαλμένες ενέργειες κατά την οδήγηση, ειδικά τη νύχτα”.

Επειδή οι ανωτέρω απόψεις, αν και έχουν κοινά στοιχεία, δεν είναι ταυτόσημες, οι Smith και Lamm (1994) προτείνουν τη διεξαγωγή έρευνας σκοπός της οποίας θα είναι να εξεταστεί αν η επαλληλία κοίλης καμπύλης μηκοτομής και καμπύλης οριζοντιογραφίας κάνει την καμπύλη οριζοντιογραφίας να φαίνεται πιο ανοικτή. Αν η υπόθεση αυτή αποδειχθεί αληθής, δηλαδή αν συμπίπτει με την άποψη των περισσότερων οδηγών, τότε σε μια τέτοια θέση η προσδοκία των οδηγών διαψεύδεται, αφού η καμπύλη της οριζοντιογραφίας δεν είναι τόσο ανοικτή όσο φαίνεται. Η λανθασμένη εκτίμηση της καμπυλότητας της καμπύλης οριζοντιογραφίας ενδέχεται να οδηγήσει σε ταχύτητες μεγαλύτερες εκείνης που αντιστοιχεί στην πραγματική ακτίνα της οριζοντιογραφίας με αποτέλεσμα να δημιουργείται μεγαλύτερος κίνδυνος ατυχημάτων.

6.2 ΚΑΜΠΥΛΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΟΔΟΥ ΣΤΗΝ ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ

Η καμπυλότητα K μιας καμπύλης στην οριζοντιογραφία, γενικά, εξαρτάται από την ακτίνα R της καμπύλης. Ωστόσο, όταν το μήκος L της καμπύλης παραμένει σταθερό, η καμπυλότητα μπορεί να χαρακτηριστεί απ’ ευθείας και από τη γωνία τ αλλαγής της διεύθυνσης των εφαπτομένων στα άκρα της. Πράγματι, για την περίπτωση κυκλικού τόξου είναι:

$$R = \frac{L}{\pi - \tau}$$

$$K = \frac{1}{R}$$

$$= \frac{\pi - \tau}{L}$$

$$= \frac{\pi}{L} - \frac{\tau}{L}$$

Για $\pi/L = a$ και $\tau/L = b$ η ανωτέρω σχέση γίνεται:

$$K = a + b \cdot \tau$$

Από τη σχέση αυτή προκύπτει ότι η καμπυλότητα K είναι ανάλογη προς τη γωνία αλλαγής της διεύθυνσης τ . Δηλαδή, όταν αυξάνεται η γωνία αλλαγής της διεύθυνσης αυξάνεται και η καμπυλότητα της καμπύλης.

Είναι γνωστό ότι ο οδηγός, κατά την κίνηση του οχήματος σε ένα τμήμα οδού, λαμβάνει αποφάσεις και προσδιορίζει τη συμπεριφορά του με βάση τη συνολική εντύπωση του για το τμήμα αυτό της οδού και όχι τα επί μέρους γεωμετρικά στοιχεία της οριζοντιογραφίας και της μηκοτομής. Η καμπυλότητα του άξονα της οδού, όπως την αντιλαμβάνεται ο οδηγός του οχήματος, δεν ταυτίζεται με την καμπυλότητα του άξονα στην οριζοντιογραφία αλλά με την καμπυλότητα του άξονα στην προοπτική εικόνα η οποία όπως είναι γνωστό επηρεάζεται τόσο από την καμπύλη της οριζοντιογραφίας όσο και από την καμπύλη της μηκοτομής.

Στην παρούσα εργασία γίνεται προσπάθεια να εκτιμηθεί η επιρροή της επαλληλίας καμπύλης μηκοτομής και καμπύλης οριζοντιογραφίας στην εντύπωση που αποκομίζει ο οδηγός οχήματος για την καμπυλότητα του άξονα της οδού.

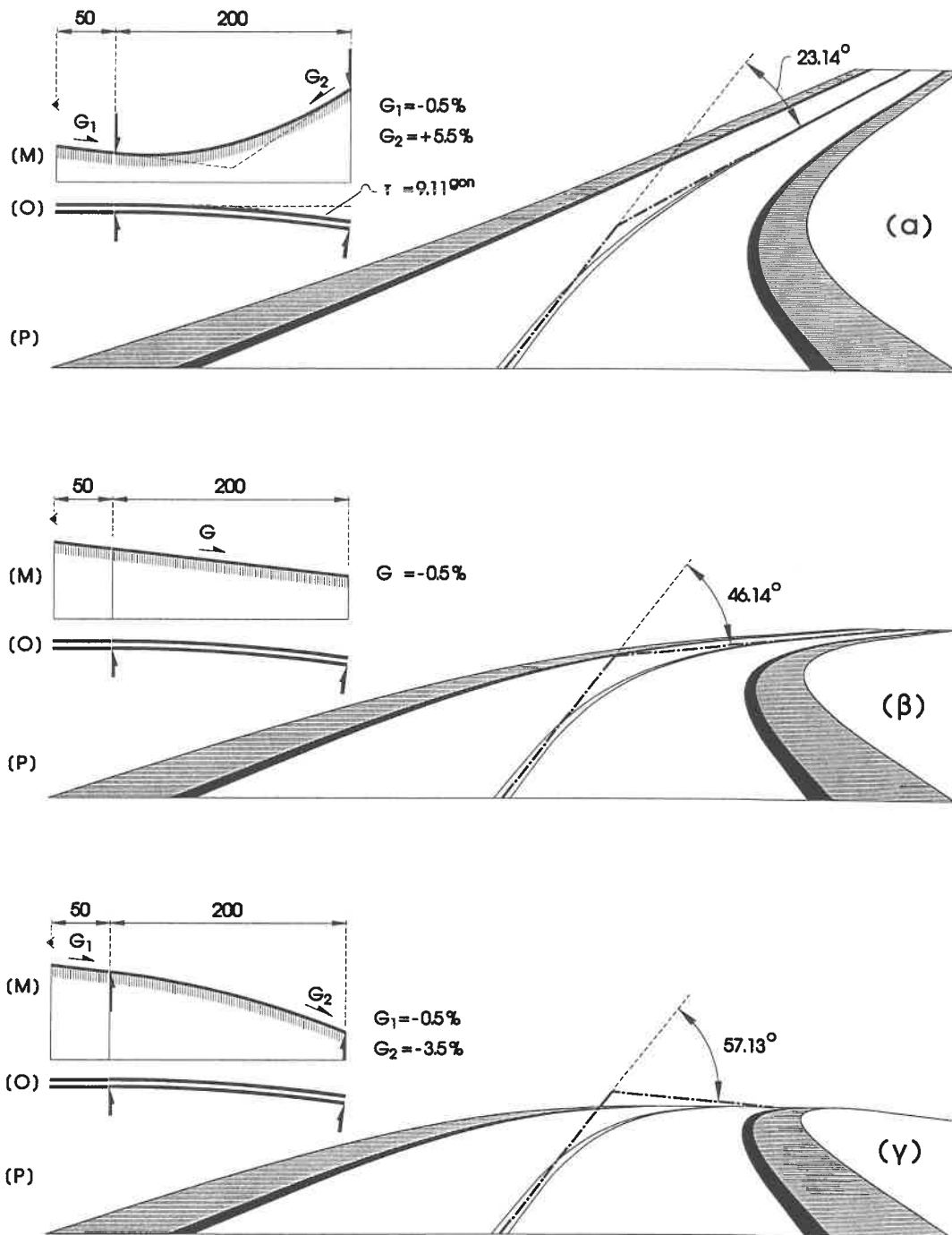
Για το σκοπό αυτό, με τη μέθοδο χάραξης της προοπτικής εικόνας της οδού των Ταϊγανίδη και Κανελλαΐδη [1998] και με χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή, σχεδιάζονται οι προοπτικές εικόνες της ίδιας καμπύλης οριζοντιογραφίας συνδυασμένης με κοίλη ή κυρτή καμπύλη

καμπύλης οριζοντιογραφίας συνδυασμένης με κοίλη ή κυρτή καμπύλη μηκοτομής ή με ευθύγραμμο τμήμα μηκοτομής (Σχήμα 6-1). Σε όλες τις περιπτώσεις

- η θέση του παρατηρητή είναι η ίδια
- τα άκρα των καμπύλης μηκοτομής και της καμπύλης οριζοντιογραφίας συμπίπτουν και βρίσκονται στις ίδιες χιλιομετρικές θέσεις. Η απόσταση του πρώτου άκρου από τον παρατηρητή είναι 50 m ενώ του δεύτερου είναι 250 m. Ως εκ τούτου, οι καμπύλες οριζοντιογραφίας και μηκοτομής έχουν το ίδιο μήκος $L = 250 - 50 = 200$ m.
- Οι κατά μήκος κλίσεις στα άκρα των καμπύλων μηκοτομής είναι:
 - Στην κοίλη καμπύλη: $G_1 = -0.5 \%$ και $G_2 = 5.5 \%$
 - Στο ευθύγραμμο τμήμα: $G_1 = G_2 = -0.5 \%$
 - Στην κυρτή καμπύλη: $G_1 = -0.5 \%$ και $G_2 = -3.5 \%$
- Το πλάτος του οδοστρώματος είναι: 2×3.75 m
- Το πλάτος του καταστρώματος είναι: $2 \times 3.75 + 2 \times 1.50$ m

Επειδή η οδός έχει δύο λωρίδες κυκλοφορίας και επειδή οι οδηγοί έχουν τη φυσική τάση στις καμπύλες να απομακρύνονται από τις οριογραμμές [Ο' Flaherty 1974] γίνεται δεκτό ότι, κατά την οδήγηση, κύρια κατευθυντήρια γραμμή είναι ο άξονας και όχι οι οριογραμμές της οδού¹. Συνεπώς, η εντύπωση που αποκομίζει ο οδηγός για την καμπυλότητα της στροφής εξαρτάται από τη γωνία αλλαγής της διεύθυνσης του άξονα στην προοπτική εικόνα της οδού. Για το ίδιο μήκος οριζόντιας καμπύλης, όσο πιο μικρή είναι η γωνία αλλαγής της διεύθυνσης του άξονα στην προοπτική εικόνα της οδού τόσο πιο ανοικτή φαίνεται η καμπύλη της στροφής.

¹ Είναι απαραίτητο να προσδιοριστεί ποιά είναι η κατευθυντήρια γραμμή δεδομένου ότι στην προοπτική εικόνα ο άξονας και οι οριογραμμές όχι μόνο δεν είναι παράλληλες γραμμές αλλά δεν είναι καν όμοιες.



$$\hat{r}_a (=23.14^\circ) < \hat{r}_b (=46.14^\circ) < \hat{r}_v (=57.13^\circ)$$

Σχήμα 6-1. Προοπτικές εικόνες καμπύλης οριζοντιογραφίας με επαλληλία (α) κοίλης καμπύλης μηκοτομής, (β) ευθύγραμμου τμήματος μηκοτομής και (γ) κυρτής καμπύλης μηκοτομής.

Από το Σχήμα 6-1 διαπιστώνεται ότι

- η αλλαγή διεύθυνσης στο κοίλωμα είναι μικρότερη εκείνης στη σταθερή κλίση ($23.14^\circ < 46.14^\circ$), δηλαδή η ίδια καμπύλη οριζοντιογραφίας στο κοίλωμα φαίνεται πιο ανοικτή από ότι στη σταθερή κατά μήκος κλίση
- η αλλαγή διεύθυνσης στη σταθερή κλίση είναι μικρότερη εκείνης στο κύρτωμα ($46.14^\circ < 57.13^\circ$), δηλαδή η ίδια καμπύλη οριζοντιογραφίας στη σταθερή κλίση φαίνεται πιο ανοικτή από ότι στο κύρτωμα
- προφανώς η αλλαγή διεύθυνσης στο κοίλωμα είναι μικρότερη εκείνης στο κύρτωμα ($23.14^\circ < 57.13^\circ$), δηλαδή η ίδια καμπύλη οριζοντιογραφίας στο κοίλωμα φαίνεται πιο ανοικτή από ότι στο κύρτωμα.

Θα πρέπει ωστόσο να διερευνηθεί αν η ανωτέρω διαπίστωση ισχύει μόνο για τις συγκεκριμένες τιμές των στοιχείων οριζοντιογραφίας και μηκοτομής ή αν ισχύει γενικώς. Η διερεύνηση γίνεται και πάλι με τη μέθοδο χάραξης της προοπτικής εικόνας της οδού με χρήση των σημείων φυγής.

Στο Σχήμα 6-2 εικονίζονται οι προοπτικές εικόνες των επιπέδων επαφής στην αρχή και το πέρας καμπύλου οδικού στοιχείου, σε όλο το μήκος του οποίου η καμπυλότητα στη οριζοντιογραφία και τη μηκοτομή παραμένει σταθερή. Τα σημεία φυγής των εφαπτομένων στα άκρα της καμπύλης του άξονα του οδικού στοιχείου είναι v_1 και v_2 . Το αρχικό επίπεδο επαφής παριστάνεται με το τρίγωνο $v_1w'w$ και το τελικό με το επίπεδο $v_2s's$. Η ευθεία κατά την οποία τέμνονται τα επίπεδα επαφής είναι η ss' .

άξονα της οδού στην προοπτική εικόνα τ_i μειώνεται ($\tau_a < \tau_\beta < \tau_\gamma$), δηλαδή

$$\begin{array}{ccccc} G_{2(\gamma)} & < & G_{2(\beta)} & < & G_{2(\alpha)} \\ \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\ \tau_\gamma & > & \tau_\beta & > & \tau_\alpha \end{array} \quad (6-1)$$

Είναι φανερό ότι, όταν μειώνεται η γωνία αλλαγής διεύθυνσης τ του άξονα της οδού στην προοπτική εικόνα, τότε η καμπύλη φαίνεται πιο ανοιχτή.

- Όταν $G_2 > G_1$ [περίπτωση (α)] τότε η καμπύλη της μηκοτομής είναι κοίλη και το σημείο φυγής σημείο φυγής v_2 βρίσκεται πιο πάνω από την οριζόντια που περνά από το v_1 .
- Όταν $G_2 = G_1$ [περίπτωση (β)] τότε η μηκοτομή έχει σταθερή κατά μήκος κλίση και είναι ευθεία.
- όταν $G_2 < G_1$ [περίπτωση (γ)] τότε η καμπύλη της μηκοτομής είναι κυρτή.

Συνεπώς, από τη γεωμετρία της προοπτικής εικόνας καμπύλου οδικού στοιχείου συνάγεται ότι η οριζόντια καμπύλη που συνδυάζεται με κοίλη μηκοτομή φαίνεται πιο ανοιχτή από εκείνη που συνδυάζεται με ευθύγραμμη μηκοτομή, η οποία πάλι φαίνεται πιο ανοιχτή από εκείνη που συνδυάζεται με κυρτή μηκοτομή. Ως εκ τούτου, η υπόθεση των Smith και Lamm (1994), ότι η επαλληλία κοίλης καμπύλης μηκοτομής και καμπύλης οριζοντιογραφίας κάνει την καμπύλη οριζοντιογραφίας να φαίνεται πιο ανοιχτή, είναι αληθής.

6.3 ΠΡΩΤΗ ΥΠΟΘΕΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Όταν η αρχική κατά μήκος κλίση G_1 μιας καμπύλης μηκοτομής παραμένει σταθερή ενώ η τελική κλίση G_2 μεταβάλλεται τότε η αλγεβρική τιμή της διαφοράς των κατά μήκος κλίσεων $\Delta G = G_2 - G_1$ συμμεταβάλλεται με την τελική κατά μήκος κλίση G_2 .

Στο Σχήμα (6-2) είναι $G_1 =$ σταθερή και

$$\begin{array}{ccccc} G_{2(\gamma)} & < & G_{2(\beta)} & < & G_{2(\alpha)} \\ \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\ \Delta G_{(\gamma)} & < & \Delta G_{(\beta)} & < & \Delta G_{(\alpha)} \end{array} \quad (6-2)$$

Από τις σχέσεις (6-1) και (6-2) προκύπτει ότι

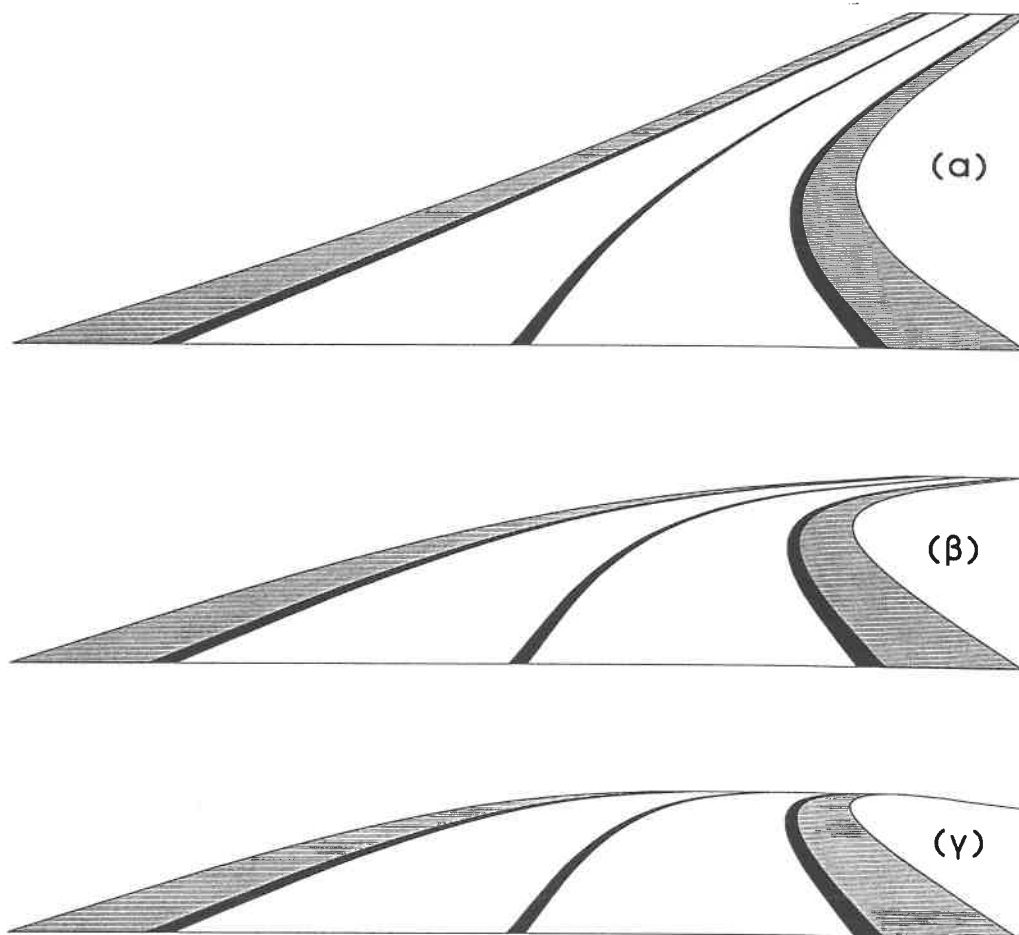
$$\begin{array}{ccccc} \Delta G_{2(\gamma)} & < & \Delta G_{2(\beta)} & < & \Delta G_{2(\alpha)} \\ \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\ \tau_{\gamma} & > & \tau_{\beta} & > & \tau_{\alpha} \end{array} \quad (6-3)$$

Δηλαδή, όταν αυξάνεται η αλγεβρική τιμή της διαφοράς των κατά μήκος κλίσεων ΔG τότε η γωνία αλλαγής διεύθυνσης τ του άξονα, στην προοπτική εικόνα, μειώνεται. Με βάση αυτή τη γεωμετρική αλήθεια διατυπώνεται, στην παρούσα εργασία, η ακόλουθη υπόθεση εργασίας:

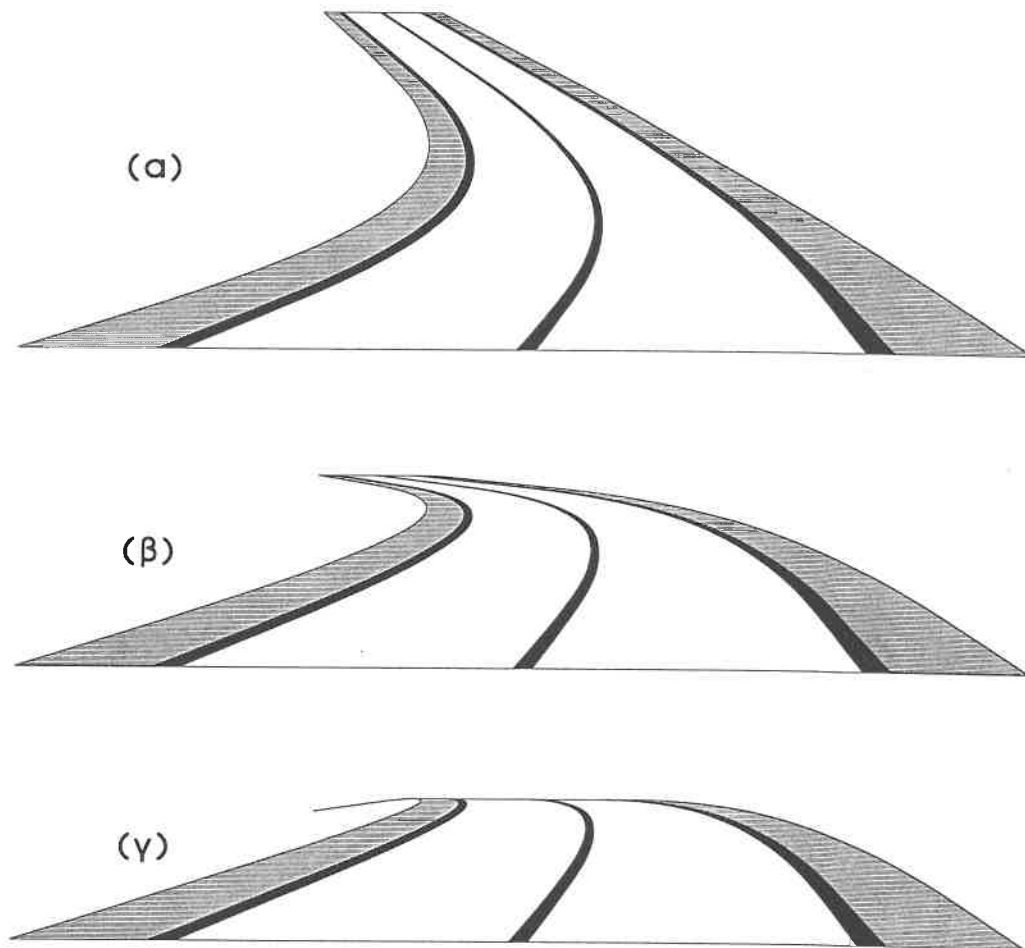
“ Μεταξύ δύο οδικών στοιχείων, που έχουν την ίδια καμπύλη οριζοντιογραφίας αλλά διαφορετικές μηκοτομές, η καμπύλη του άξονα στην προοπτική εικόνα φαίνεται πιο ανοικτή στο οδικό στοιχείο με τη μεγαλύτερη διαφορά κατά μήκος κλίσεων στα άκρα του ”.

6.4 ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΨΕΩΝ ΤΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΜΠΥΛΟΤΗΤΑ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΟΔΟΥ

Προκειμένου να διερευνηθούν οι απόψεις των Ελλήνων οδηγών για την καμπυλότητα της οδού χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο η τελική μορφή του οποίου φαίνεται στη συνέχεια της εργασίας αυτής. Στο ερωτηματολόγιο χρησιμοποιήθηκαν οι προοπτικές εικόνες έξι καμπύλων τμημάτων οδού με δύο (μία ανά κατεύθυνση) λωρίδες κυκλοφορίας. Στα τρία πρώτα τμήματα [Σχήμα 6-3] η φορά στροφής είναι δεξιά και στα υπόλοιπα [Σχήμα 6-4] αριστερά.



Σχήμα 6-3. Προοπτικές εικόνες τμήματος οδού με δεξιά καμπύλη οριζοντιογραφίας και επαλληλία ισομήκους καμπύλης μηκοτομής: (α) κοίλη καμπύλη, (β) σταθερή κλίση και (γ) κυρτή καμπύλη.



Σχήμα 6-4. Προοπτικές εικόνες τμήματος οδού με αριστερή καμπύλη οριζοντιογραφίας και επαλληλία ισομήκους καμπύλης μηκοτομής: (α) κοίλη καμπύλη, (β) σταθερή κλίση και (γ) κυρτή καμπύλη.

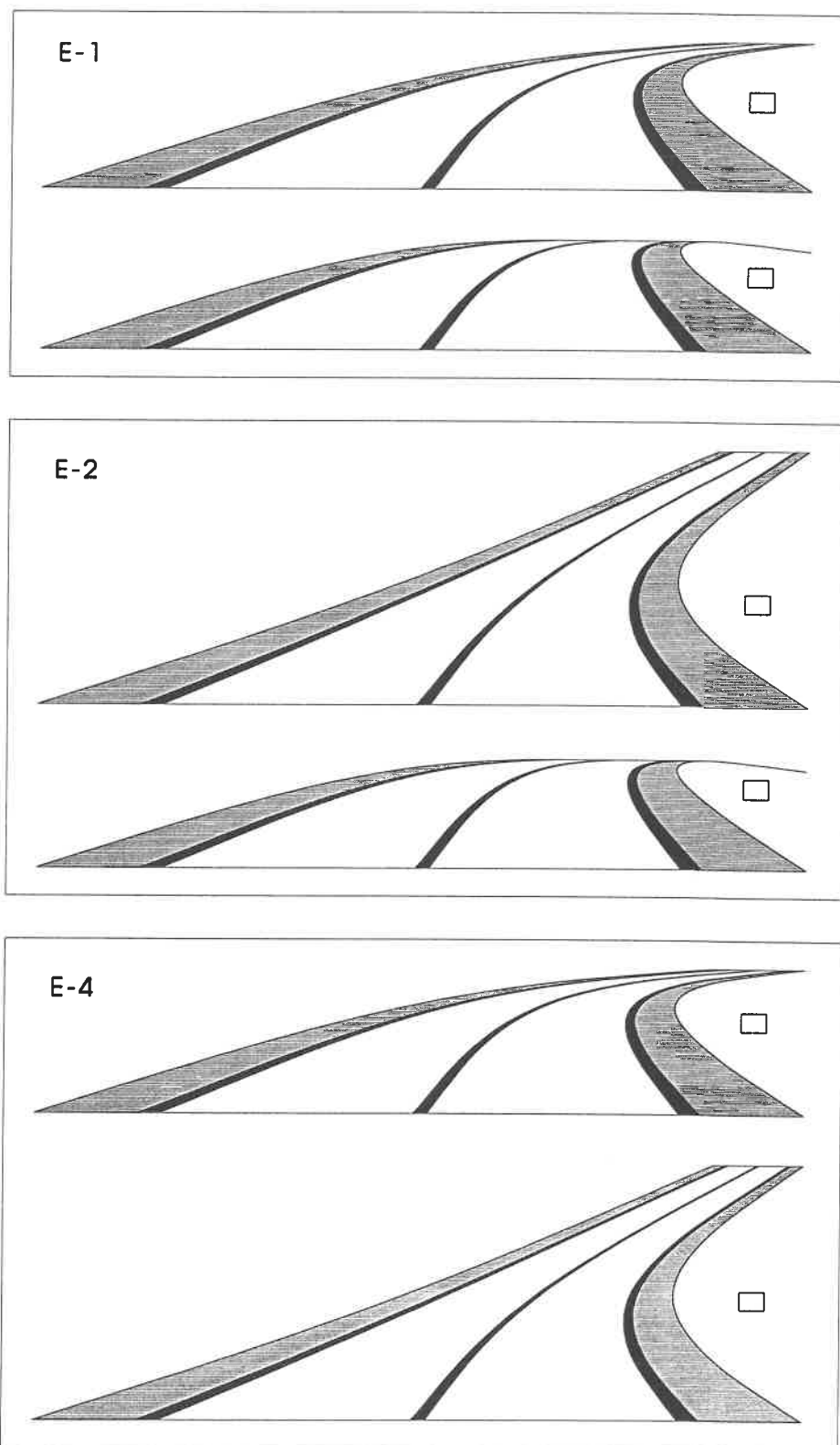
Σε όλα τα ανωτέρω οδικά τμήματα η καμπύλη στην οριζοντιογραφία είναι κυκλικό τόξο με την ίδια ακτίνα $R = 1410$ m και μήκος $L = 200$ m και η αρχική κατά μήκος κλίση της καμπύλης μηκοτομής είναι

$G_1 = 0.5 \%$. Οι τιμές της τελικής κατά μήκος κλίσης στην μηκοτομή είναι: (α) $G_2 = -5.5 \%$, (β) $G_2 = -0.5 \%$ και (γ) $G_2 = -3.5 \%$. Η θέση του αρχικού σημείου της καμπύλης βρίσκεται σε απόσταση 50 m από τη θέση του παρατηρητή-οδηγού. Οι διαφορετικές προοπτικές εικόνες των οδικών τμημάτων οφείλονται στις διαφορετικές τιμές της τελικής κατά μήκος κλίσης της καμπύλης μηκοτομής.

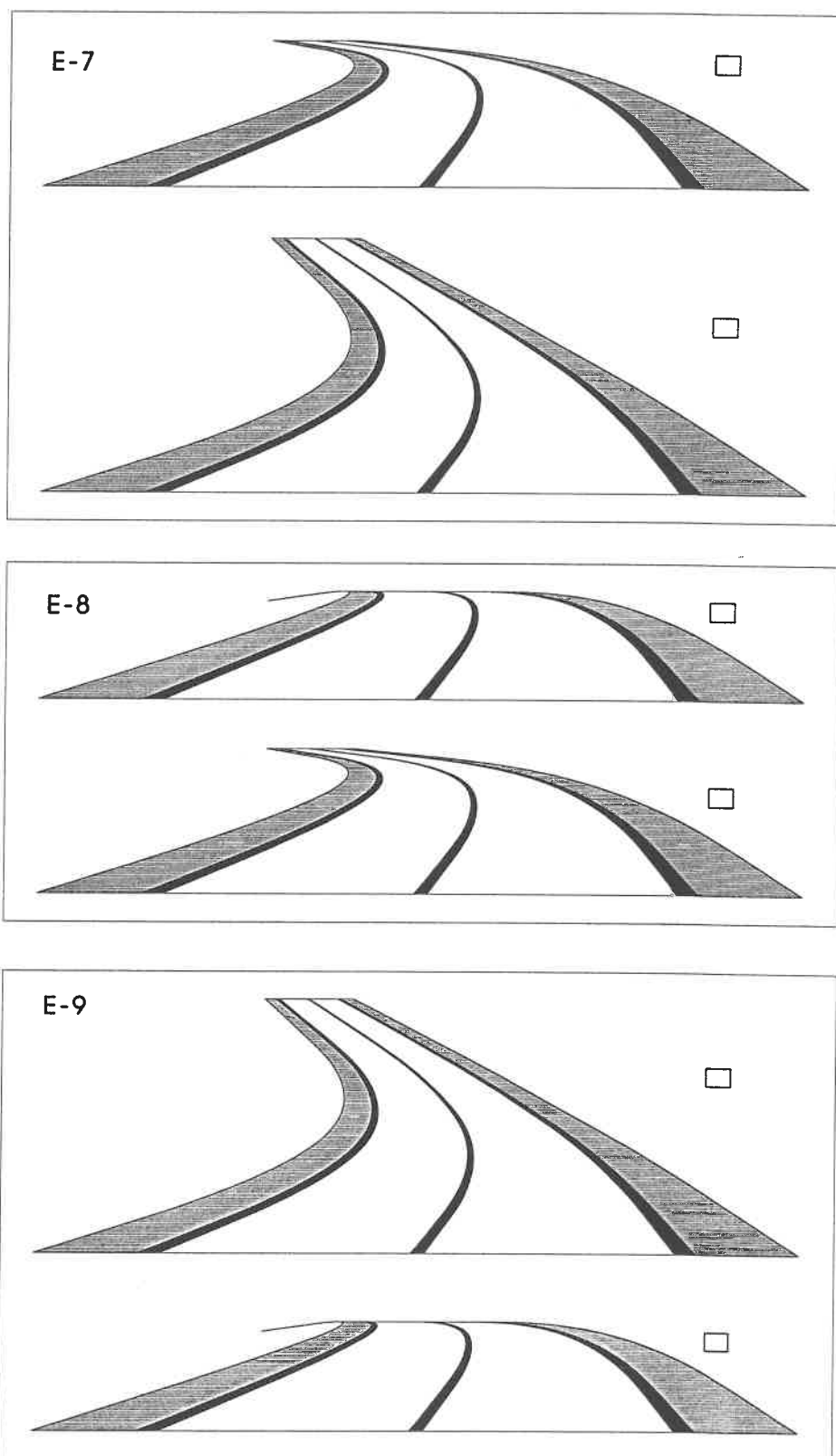
Κρίθηκε σκόπιμο, για λόγους απλότητας και σαφήνειας, η διερεύνηση να γίνει με διαζευκτική ερώτηση, δηλαδή με σύγκριση μόνο δύο εικόνων κάθε φορά. Για το σκοπό αυτό, οι εικόνες κάθε τριάδας σχημάτων διατάχθηκαν ανά δύο σε μια σελίδα [Σχήματα 6-5 και 6-6]. Έτσι προέκυψαν τρεις σελίδες σχημάτων (E-1, E-2 και E-3) για τις δεξιά στροφές (Σχήμα 6-5) και τρεις (E-1, E-2 και E-3) για τις αριστερά στροφές (Σχήμα 6-6).

Σε κάθε σελίδα ο οδηγός-χρήστης καλείται να επιλέξει με ένα συγκεκριμένο κριτήριο μία από τις δύο προοπτικές εικόνες και να μαρκάρει το αντίστοιχο τετραγώνάκι.

Η διαζευκτική ερώτηση κρίθηκε αναγκαία και για ένα πρόσθετο λόγο. Οι αποφάσεις των οδηγών, κατά την οδήγηση, είναι αποφάσεις “εν κινήσει”, δηλαδή δυναμικές και όχι στατικές. Κατά το χρόνο που μεσολαβεί από τη λήψη της πληροφορίας μέχρι την απόφαση, το όχημα μετακινείται με την ταχύτητα μελέτης. Η θέση του οδηγού τη στιγμή που δέχεται μια πληροφορία δεν είναι ίδια με τη θέση που έχει τη στιγμή που αποφασίζει και αντιδρά. Αν η απόφαση δεν είναι γρήγορη τότε η μεταβολή της θέσης και άρα η μεταβολή των δεδομένων θα είναι μεγαλύτερη. Η επιλογή μεταξύ δύο καταστάσεων, που προκρίθηκε στο ερωτηματολόγιο της παρούσας εργασίας, γίνεται γρήγορα και σχεδόν αυτόματα, όπως γρήγορα και σχεδόν αυτόματα πρέπει να λαμβάνονται, και συνήθως λαμβάνονται, οι αποφάσεις των οδηγών κατά την κίνηση του οχήματος.

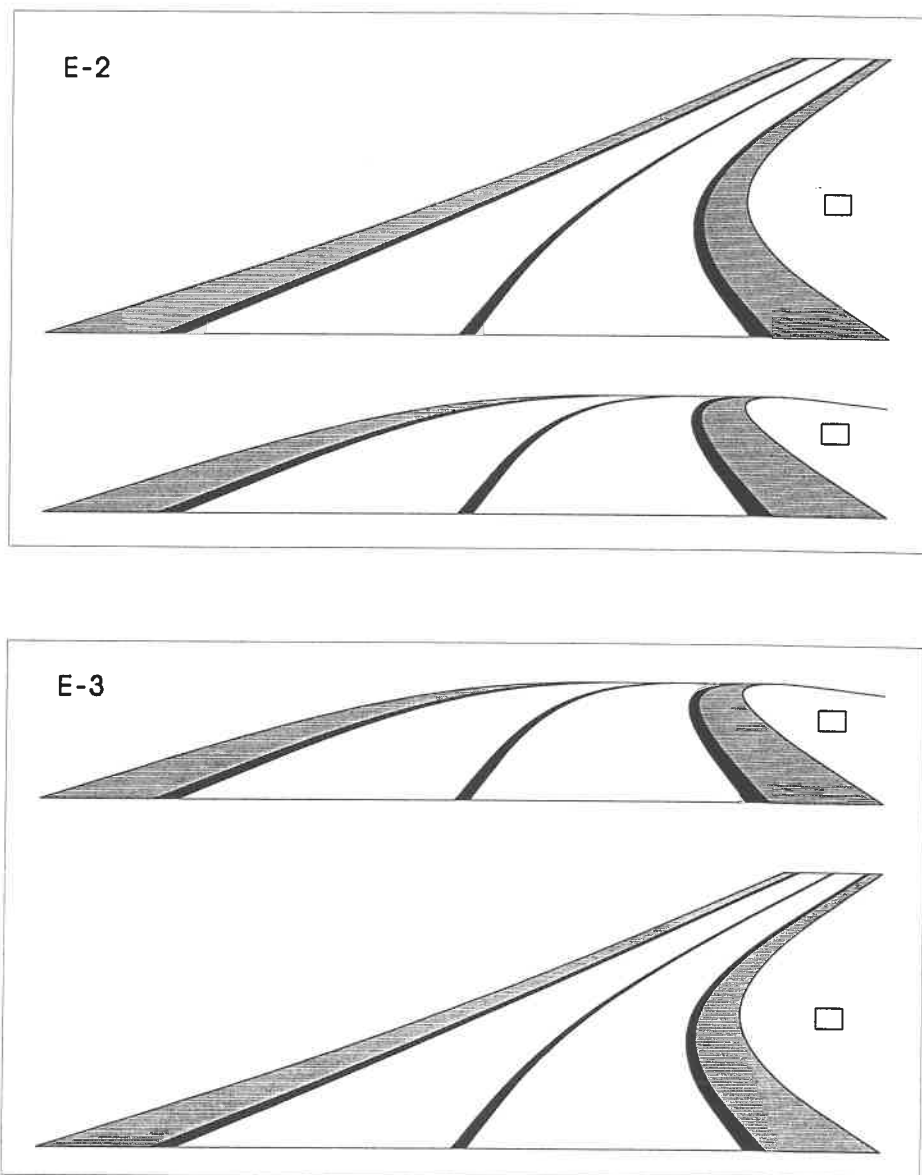


Σχήμα 6-5. Ζεύγη προοπτικών εικόνων ερωτηματολογίου
(δεξιά στροφή οριζοντιογραφίας)



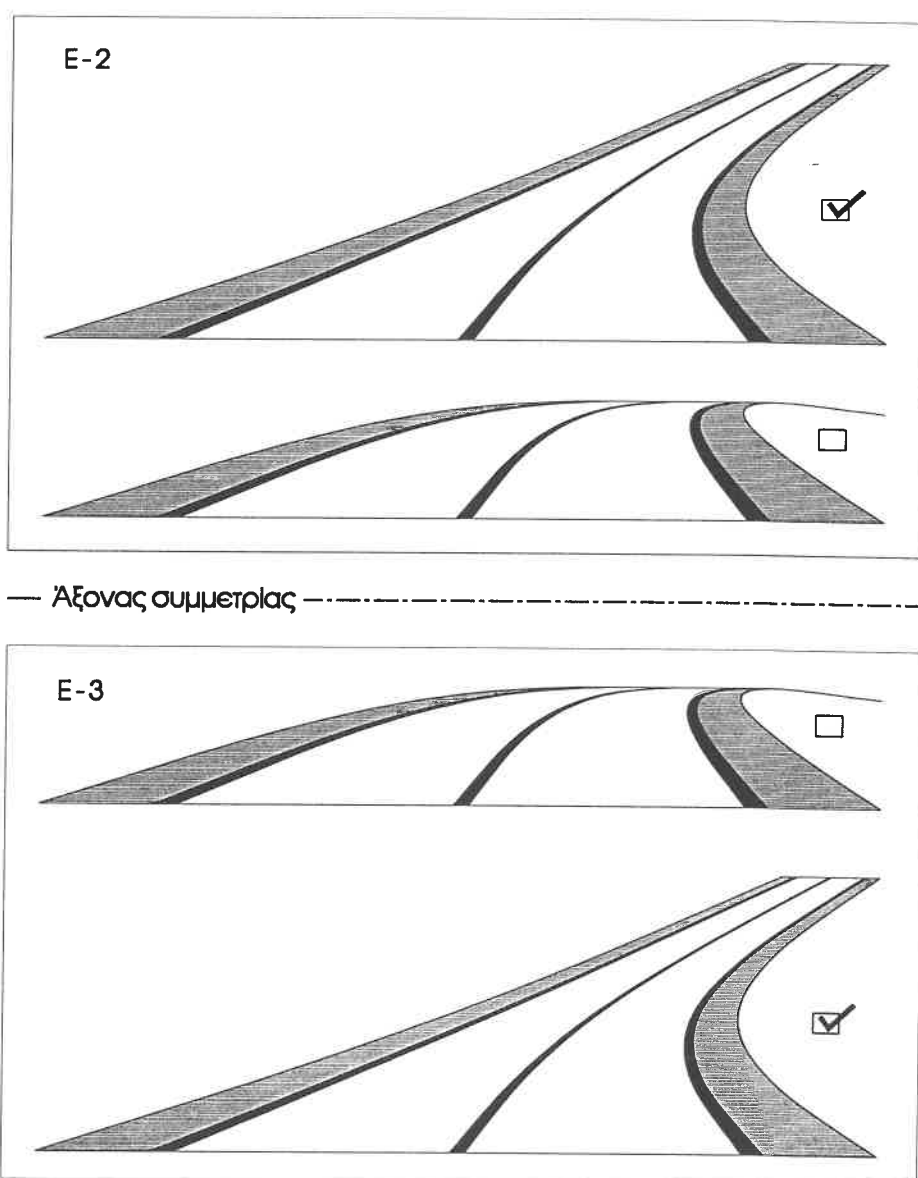
Σχήμα 6-6. Ζεύγη προοπτικών εικόνων ερωτηματολογίου
(αριστερή στροφή οριζοντιογραφίας)

Προκειμένου να υπάρξει ένας στοιχειώδης έλεγχος συνέπειας και αξιοπιστίας των ερωτηθέντων, χρησιμοποιήθηκαν και άλλες έξι πρόσθετες «κατοπτρικές» σελίδες στις οποίες καταχωρήθηκαν τα ανωτέρω σχήματα με αντίθετη διάταξη. Για παράδειγμα, στο Σχήμα 6-7 φαίνονται δύο κατοπτρικές σελίδες E-2 και E-3· στην E-2 είναι κύρτωμα άνω και κοίλωμα κάτω, ενώ στην E-3 είναι κοίλωμα άνω και κύρτωμα κάτω. Όμοιες είναι και οι υπόλοιπες κατοπτρικές σελίδες του ερωτηματολογίου.



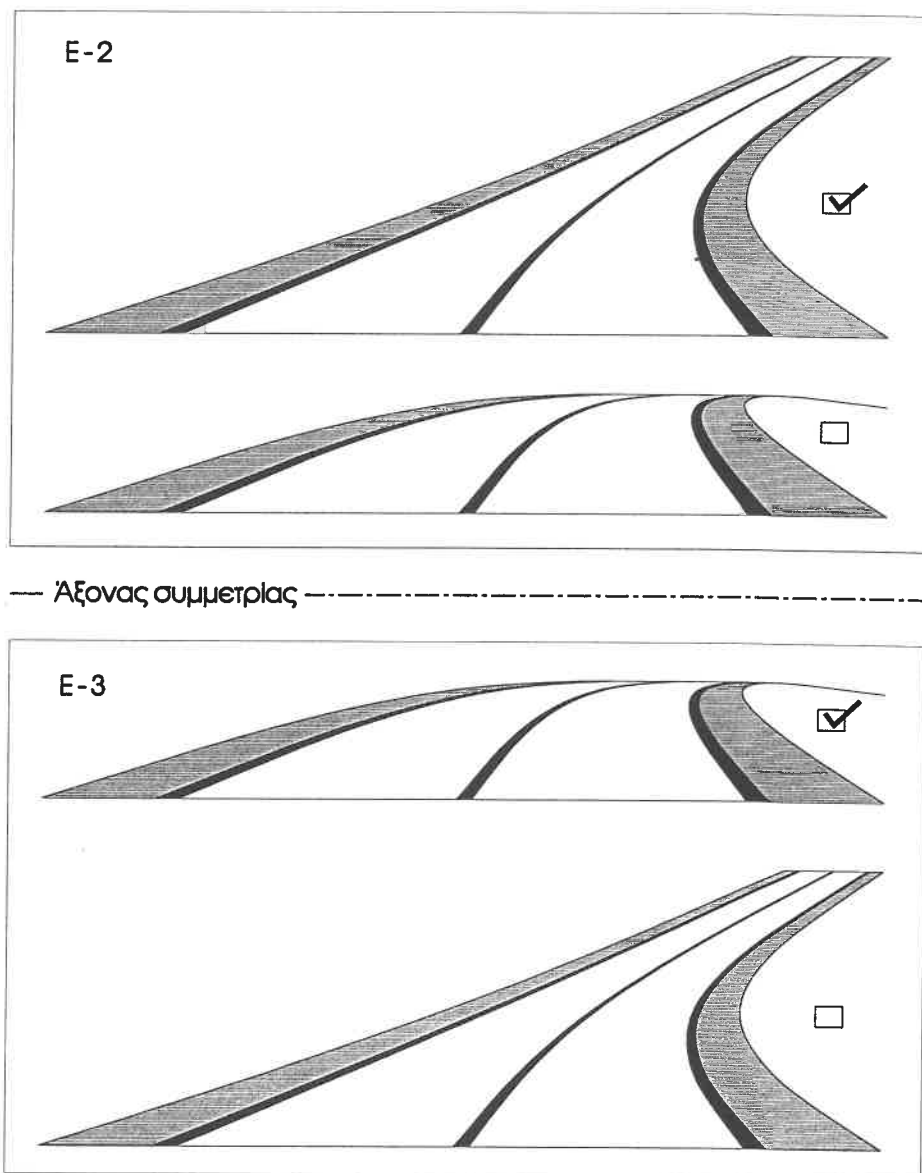
Σχήμα 6-7. Ζεύγος κατοπτρικών σελίδων ερωτηματολογίου

Στο ζεύγος των εικόνων κάθε μιας σελίδας ο οδηγός καλείται να δηλώσει την άποψή του σημειώνοντας τη μια από τις δύο εικόνες (διαζευκτική ερώτηση). Σε κάθε ζεύγος κατοπτρικών σελίδων οι αξιόπιστες απαντήσεις είναι συμμετρικές. Για παράδειγμα, στο ζεύγος των κατοπτρικών σελίδων του Σχήματος 6-8 η απάντηση είναι *αξιόπιστη* αφού οι προτιμήσεις και στις δύο σελίδες συμφωνούν (τα σημειωμένα τετραγωνάκια είναι συμμετρικά).



Σχήμα 6-8. Δείγμα κατοπτρικών σελίδων με « *αξιόπιστη απάντηση* »

Αντιθέτως, στο ζεύγος των κατοπτρικών σελίδων του Σχήματος 6-9 η απάντηση είναι *μη αξιόπιστη* αφού οι προτιμήσεις δεν συμφωνούν (τα σημειωμένα τετραγωνάκια δεν είναι συμμετρικά).



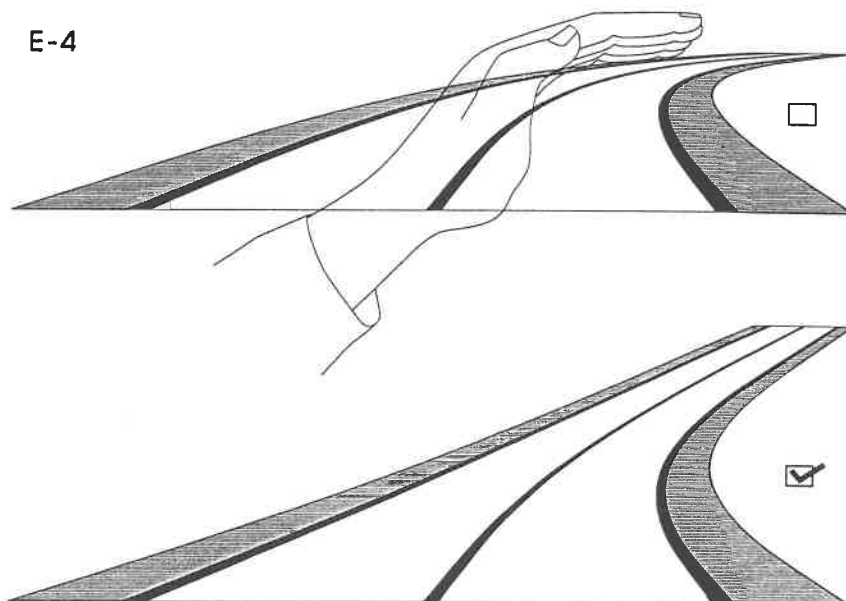
Σχήμα 6-9. Δείγμα κατοπτρικών σελίδων με « *μη αξιόπιστη απάντηση* »

Για κάθε μια μη αξιόπιστη απάντηση ο οδηγός χρεώνεται με ένα «σημείο αναξιοπιστίας». Αν ένας οδηγός συγκεντρώσει τρία ή περισσότερα σημεία αναξιοπιστίας, δηλαδή αν τρεις ή περισσότερες από τις έξι απαντήσεις του δεν είναι αξιόπιστες, τότε θεωρείται αναξιόπιστος και διαγράφεται.

6.5 ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΤΟΥ ΒΑΣΙΚΟΥ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΣ

Βασικός στόχος του ερωτηματολογίου ήταν να εξεταστεί αν η υπόθεση των Smith και Lamm (1994) επιβεβαιώνεται από τους οδηγούς, δηλαδή να ερευνηθεί αν, κατά την άποψη των οδηγών, η επαλληλία κοίλης καμπύλης μηκοτομής και καμπύλης οριζοντιογραφίας κάνει την καμπύλη οριζοντιογραφίας να φαίνεται πιο ανοιχτή. Για το λόγο αυτό διατυπώθηκε αρχικά το ακόλουθο ερώτημα:

**Σε ποιο απο τα δύο οδικά τμήματα η στροφή είναι πιο ανοιχτή ;
Βάλτε ☒ στο αντίστοιχο τετραγωνάκι.**



Σχήμα 6-10. Σύγκριση των γωνιών του άξονα οδού στις προοπτικές εικόνες αριστερής στροφής με επίθεση του αριστερού χεριού.

Στην πιλοτική φάση της έρευνας, τα πρώτα πέντε ερωτηματολόγια συμπληρώθηκαν μπροστά στον ερωτώντα. Διαπιστώθηκε ότι οι δύο από τους πέντε ερωτηθέντες συνέκριναν τις προοπτικές εικόνες εκτιμώντας τη επίκεντρη γωνία της καμπύλης του άξονα με το αριστερό χέρι όπως φαίνεται στο Σχήμα 6-10.

Ασφαλώς, κατά την οδήγηση, κανένας οδηγός δεν προσδιορίζει την καμπυλότητα μιας στροφής με αυτό τον τρόπο και πολύ περισσότερο δεν προσδιορίζει τη συμπεριφορά του βασιζόμενος σε τέτοιου είδους αξιολογήσεις των γεωμετρικών στοιχείων μιας χάραξης.

Κατόπιν τούτου, κρίθηκε αναγκαία η αναδιατύπωση του βασικού ερωτήματος. Θεωρήθηκε σωστό, ο οδηγός απαντώντας να έχει την αίσθηση της κίνησης. Για το λόγο αυτό το ερώτημα διατυπώθηκε ως εξής:

« Σε ποιο από τα δύο οδικά τμήματα θα οδηγούσατε με μεγαλύτερη ταχύτητα; Βάλτε ☒ στο αντίστοιχο τετραγωνάκι ».

Βεβαίως, η ανώτατη ταχύτητα με την οποία κινείται ένας οδηγός δεν είναι συνάρτηση μόνο της ακτίνας οριζοντιογραφίας R αλλά και της ακτίνα μηκοτομής H . Είναι (Γιώτης, Κανελλαΐδης και Μαλέρδος 1998):

(α) στην οριζοντιογραφία

$$R = \frac{V^2}{127 \cdot (f_R + q)} \quad (6-1)$$

(β) στη μηκοτομή

$$H = \frac{2 \cdot S_H^2}{100 \cdot (\sqrt{2 \cdot h_1} + \sqrt{2 \cdot h_2})^2} \quad (6-2)$$

$$S_H = 0.278 \cdot t_{PR} \cdot V + \frac{V^2}{254 \cdot f_T} \quad (6-3)$$

όπου	R	[m]	=	ακτίνα καμπύλης οριζοντιογραφίας
	V	[km/h]	=	ταχύτητα οχήματος
	f_R	[-]	=	συντελεστής τριβής κατά την ακτίνα
	q	[m/m]	=	επικλίση οδοστρώματος
	H	[m]	=	ακτίνα κυρτής καμπύλης
	S_H	[m]	=	απαιτούμενη απόσταση ορατότητας για στάση
	h_1	[m]	=	ύψος οφθαλμού του οδηγού από την επιφάνεια του οδοστρώματος
	h_2	[m]	=	ύψος εμποδίου από την επιφάνειά του οδοστρώματος
	t_{PR}	[s]	=	χρόνος αντίληψης αντίδρασης

Συνεπώς, για το γνώση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών της οδού και των δυναμικών χαρακτηριστικών ελαστικών και επιφάνειας οδοστρώματος η ταχύτητα συναρτάται προς τις ανωτέρω παραμέτρους. Για τον οδηγό που κινείται σε ένα οδικό τμήμα, η ταχύτητα που αναπτύσσει έχει σχέση με τη συνολική εντύπωση που αποκομίζει για το τμήμα αυτό, δηλαδή έχει σχέση με την καμπυλότητα και την ορατότητα.

Από τα ανωτέρω συνάγεται ότι η απάντηση στο βασικό και σχετικό με την ταχύτητα ερώτημα της έρευνας δεν προσφέρει πληροφορίες μόνο για την καμπυλότητα οριζοντιογραφίας στη συγκεκριμένη προοπτική εικόνα, αλλά και για την ορατότητα. Τούτο βέβαια δεν αποτελεί μειονέκτημα. Διότι **ακόμη και στην περίπτωση που θα ήταν δυνατός ο προσδιορισμός της καμπυλότητας της οριζόντιας καμπύλης, το τελικό ζητούμενο θα ήταν η ταχύτητα που αναμένεται να αναπτύξουν οι οδηγοί στο συγκεκριμένο οδικό τμήμα.** Κατόπιν τούτου, το ανωτέρω βασικό ερώτημα θεωρήθηκε οριστικό και οι σελίδες σχημάτων του ερωτηματολογίου πήραν τη μορφή της σελίδας του Σχήματος 6-14.

Σε ποιά από τα δύο οδικά τμήματα θα οδηγούσατε με μεγαλύτερη ταχύτητα; Βάλτε ☒ στο αντίστοιχο τετραγωνάκι



Σχήμα 6-11. Υπόδειγμα τυπικής σελίδας οχημάτων ερωτηματολογίου.

6.6 ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΕΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

Κρίθηκε σκόπιμο εκτός του βασικού ερωτήματος να περιληφθούν και ορισμένες άλλες ερωτήσεις, οι οποίες ενδεχομένως να ήσαν απαραίτητες κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των αποτελεσμάτων. Οι ερωτήσεις αυτές έχουν σχέση τα χαρακτηριστικά του οδηγού (ηλικία, χρόνια οδήγησης, αριθμός χιλιομέτρων οδήγησης ανά έτος, τήρηση ορίων ταχύτητας, αυτοαξιολόγηση κ.λ.π.) και τον αριθμό και το είδος των ατυχημάτων. Η τελική μορφή του ερωτηματολογίου περιλαμβάνεται στις αμέσως επόμενες σελίδες. Οι αριθμοί των σχημάτων του ερωτηματολογίου είναι εκτός της αρίθμησης του κειμένου της εργασίας αυτής.

6.7 ΤΕΛΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ
ΗΡΩΩΝ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ 5 - 157 73 ΖΩΓΡΑΦΟΥ
ΤΗΛ. & VOICE MAIL: 772 1285, 772 1203, TELEFAX: 772 1327



<http://www.civil.ntua.gr/transport.html>

NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
DEPT. OF TRANSPORTATION PLANNING AND ENGINEERING
5, IROON POLYTECHNIU ST. GR-157 73 ZOGRAFOU, ATHENS
TEL. & VOICE MAIL: +301 772 1285, 772 1203, TELEFAX: +301 772 1327

**ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΠΟΨΕΩΝ
ΤΩΝ ΕΛΛΗΝΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΓΙΑ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΩΝ ΟΔΩΝ**

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ :

Η προοπτική εικόνα της οδού, η οποία προκύπτει από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά και το συνδυασμό των στοιχείων της οδού, δεν πρέπει να διαψεύδει τις προσδοκίες του οδηγού.

Όταν οι οδηγοί δεν βρίσκουν εκείνο που περιμένουν ή βρίσκουν εκείνο που δεν περιμένουν τότε είναι πιθανό να πραγματοποιήσουν λανθασμένους χειρισμούς οι οποίοι, ενδεχομένως, θα οδηγήσουν σε ατυχήματα.

Η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου αποτελεί συνεισφορά στην ευρύτερη έρευνα του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής, στόχος της οποίας είναι ο σχεδιασμός ασφαλέστερων και πιο άνετων δρόμων.

Σας ευχαριστούμε για τη συμμετοχή.

ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ :

- Όπου υπάρχει η ένδειξη (.....) γράψτε με γράμματα ή αριθμό τη δική σας απάντηση.
- Στις ερωτήσεις με πολλές δυνατές απαντήσεις σημειώστε με (x) την απάντηση που προτιμάτε στο αντίστοιχο τετράγωνο.
- Δεν υπάρχουν σωστές και λανθασμένες απαντήσεις, απλά διατυπώστε την άποψη σας.

ΤΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΕΙΝΑΙ ΑΝΩΝΥΜΟ

Α' ΜΕΡΟΣ

1. Τι είδους όχημα οδηγείτε ;

- ☐ Ι.Χ. επιβατικό
- ☐ TAXI
- ☐ Λεωφορείο
- ☐ Φορτηγό

2. Πόσα χρόνια οδηγείτε ;

3. Πόσα περίπου χιλιόμετρα το χρόνο οδηγείτε σε υπεραστικούς δρόμους ;

- ☐ 0 - 2.000
- ☐ 2.001 - 5.000
- ☐ 5.001 - 10.000
- ☐ περισσότερα από 10.000

4. Πόσα χρόνια έχετε το αυτοκίνητό σας ;

5. Για ποιο λόγο χρησιμοποιείτε τις περισσότερες φορές το αυτοκίνητό σας σε υπεραστικούς δρόμους ;

- ☐ Εργασία
 - ☐ Προσωπικές υποθέσεις
 - ☐ Αναψυχή
 - ☐ Άλλος λόγος, (παρακαλώ συμπληρώστε τον)
-

6. Τηρείτε τα όρια ταχύτητας στους υπεραστικούς δρόμους (εκτός κατοικημένων περιοχών) ;
- ☐ Πάντα
 - ☐ Τις περισσότερες φορές
 - ☐ Σπάνια
 - ☐ Ποτέ
7. Κινούμενος σε μια στροφή υπεραστικού δρόμου με δύο λωρίδες κυκλοφορίας (μία ανά κατεύθυνση) και χωρίς κεντρική νησίδα ή στηθαίο ασφαλείας (π.χ. παλαιά Εθνική Οδός Αθηνών-Λαμίας, παλαιά Εθνική Οδός Αθηνών-Κορίνθου κ.τ.λ.), ποια από τις παρακάτω καταστάσεις αντιλαμβάνεσθε ως κίνδυνο ;
- ☐ Να ξεφύγετε από την πορεία σας
 - ☐ Να συγκρουστείτε με άλλο όχημα που έχει μπει στη λωρίδα σας
 - ☐ Να συγκρουστείτε με κάποιο όχημα διότι εσείς έχετε μπει στο αντίθετο ρεύμα
 - ☐ Κάτι διαφορετικό, (παρακαλώ περιγράψτε το)
8. Πως αξιολογείτε τον εαυτό σας σε σχέση με το μέσο οδηγό, όσον αφορά την ικανότητα σας στην οδήγηση στους υπεραστικούς δρόμους ;
- ☐ Χειρότερος
 - ☐ Ίδιος με το μέσο οδηγό
 - ☐ Καλύτερος
9. Σε πόσα ατυχήματα έχετε εμπλακεί τα τελευταία 5 χρόνια ;

10. Συνέβη κάποιο από τα ατυχήματα αυτά σε στροφή ;

☐ Ναι

☐ Όχι

11. Το τελευταίο (χρονικά) χρονικά ατύχημα προκλήθηκε λόγω :

☐ Δικού μου εσφαλμένου χειρισμού

☐ Εσφαλμένου χειρισμού του άλλου

☐ Κακή κατάσταση του δρόμου

☐ Άλλου παράγοντα, (παρακαλώ περιγράψτε τον)

.....

12. Ποια είναι η ηλικία σας ;

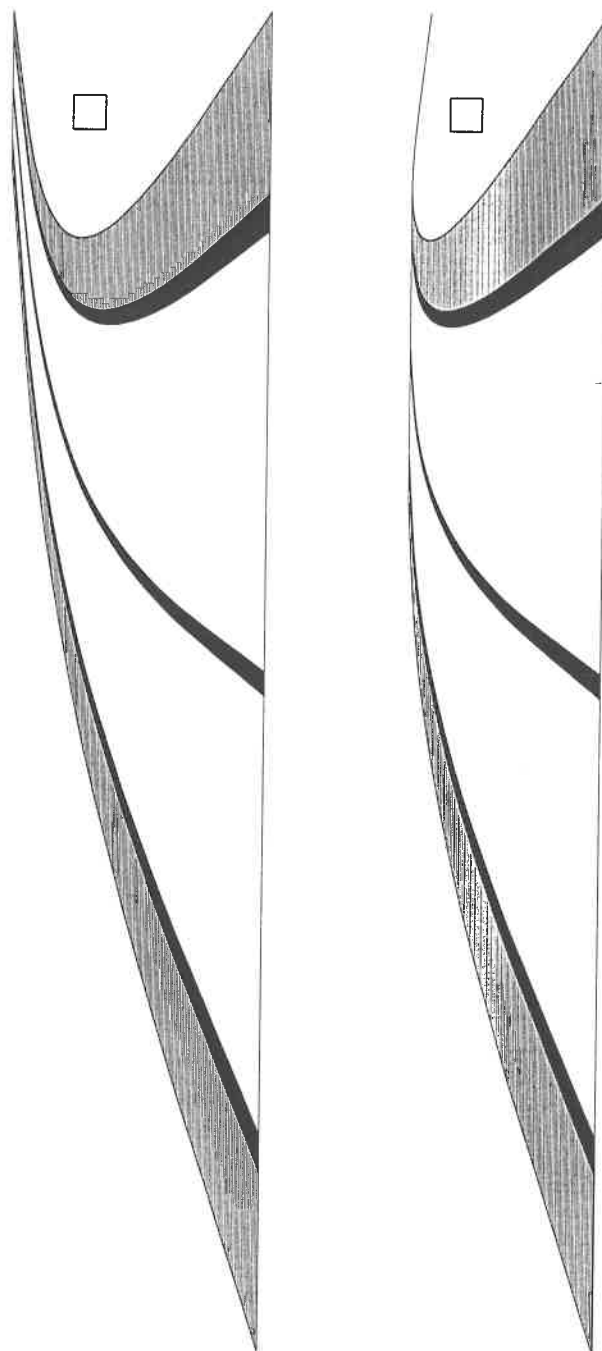
13. Είστε :

☐ Άνδρας

☐ Γυναίκα

**Β' ΜΕΡΟΣ
ΣΧΕΔΙΑ**

Σε ποιά από τα δύο οδικά τμήματα θα οδηγούσατε με μεγαλύτερη ταχύτητα; Βάλτε ☒ στο αντίστοιχο τετραγωνάκι.



Σχήμα Ε-1

Σε ποιά από τα δύο οδικά τμήματα θα οδηγούσατε με μεγαλύτερη ταχύτητα; Βάλτε ☐ στο αντίστοιχο τετραγωνάκι.



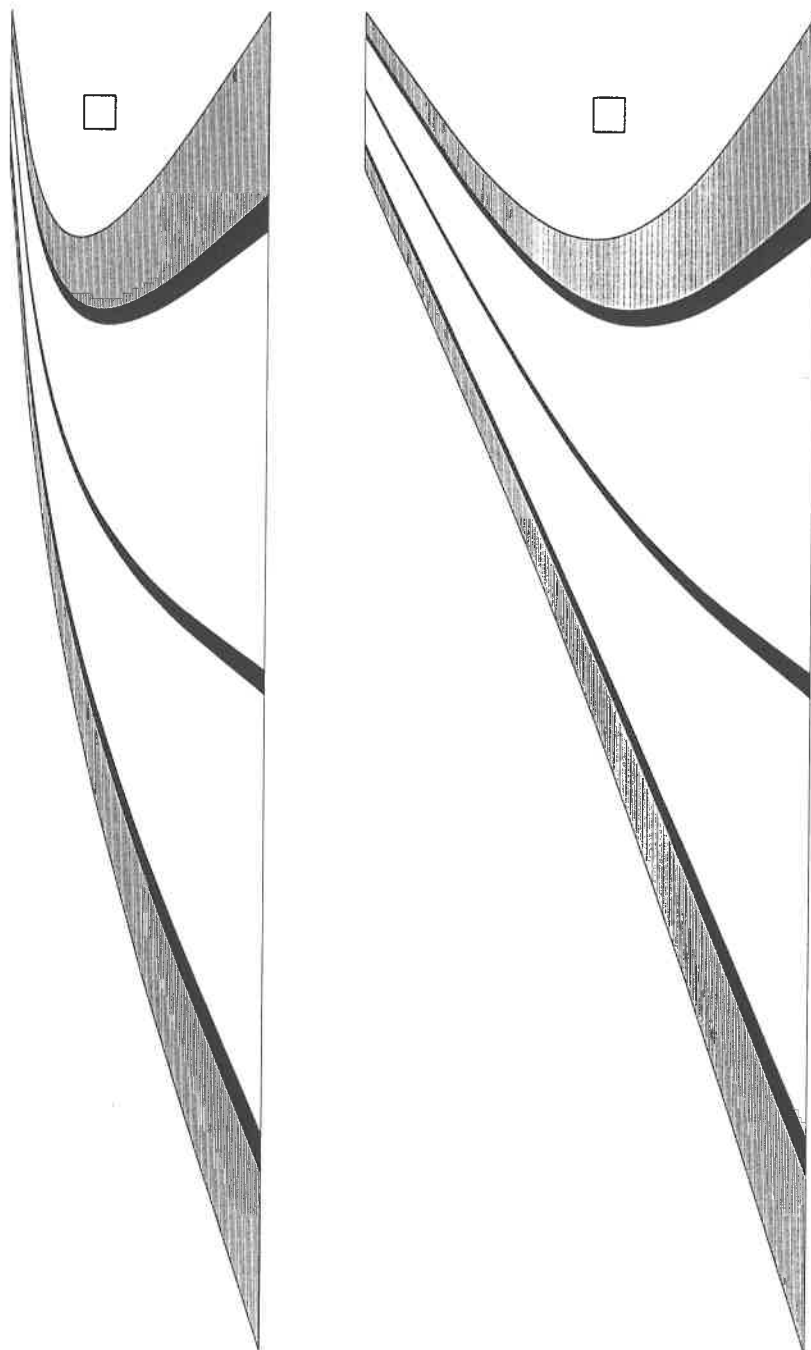
Σχήμα Ε-2

Σε ποιά από τα δύο οδικά τμήματα θα οδηγούσατε με μεγαλύτερη ταχύτητα; Βάλτε ☒ στο αντίστοιχο τετραγωνάκι.



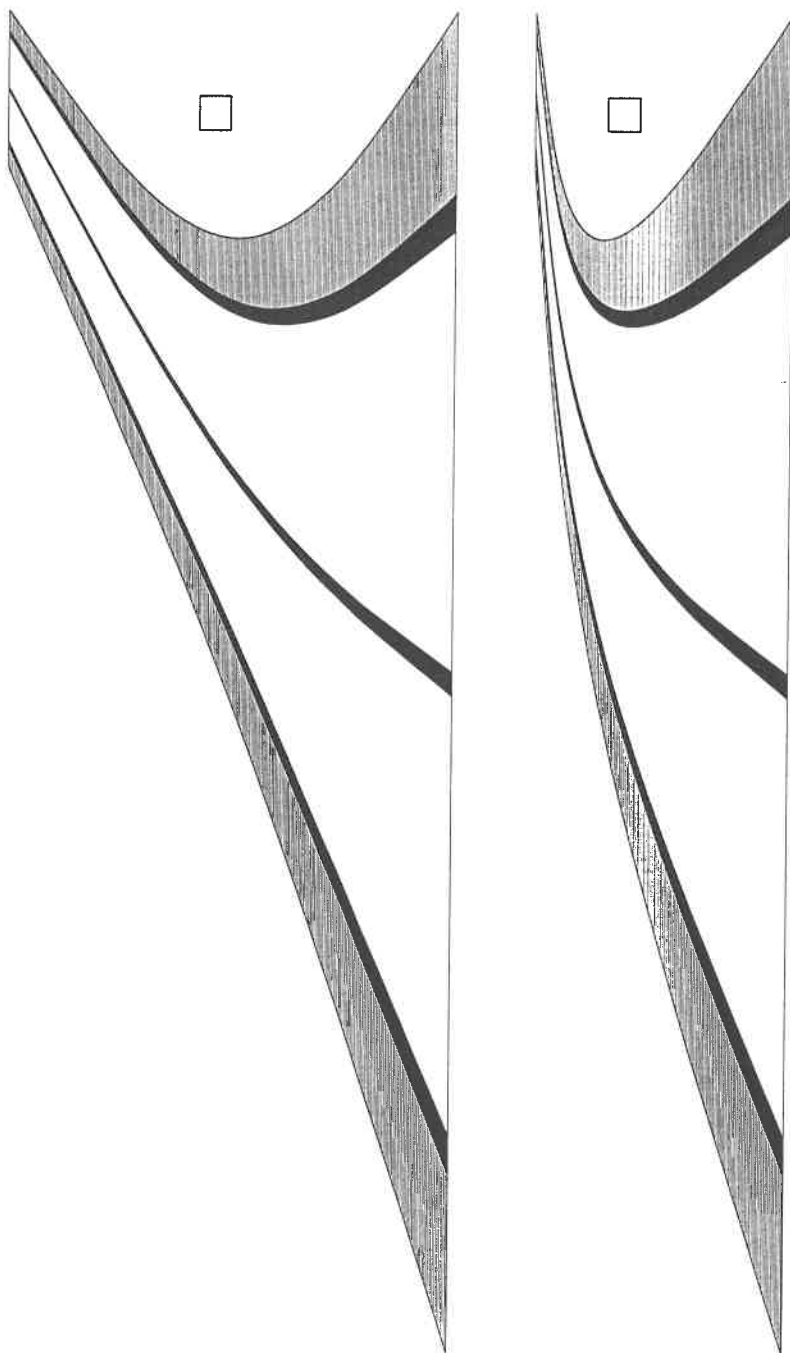
Σχήμα Ε-3

Σε ποιά από τα δύο οδικά τμήματα θα οδηγούσατε με μεγαλύτερη ταχύτητα; Βάλτε ☒ στο αντίστοιχο τετραγωνάκι.



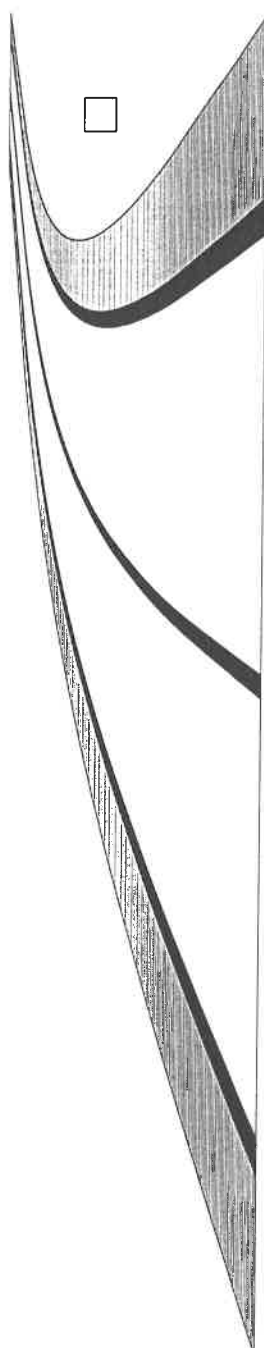
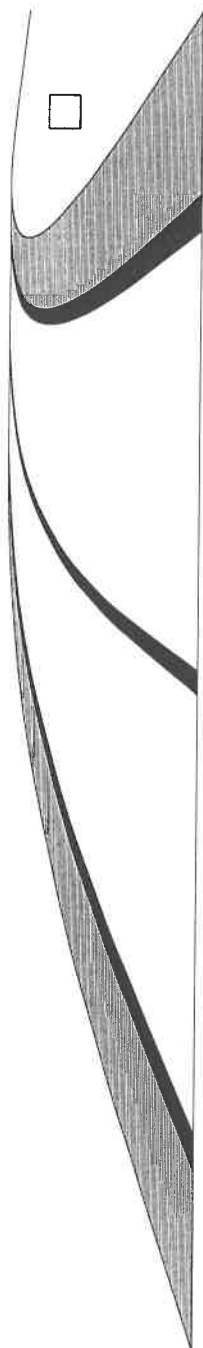
Σχήμα Ε-4

Σε ποιά από τα δύο οδικά τμήματα θα οδηγούσατε με μεγαλύτερη ταχύτητα; Βάλτε ☒ στο αντίστοιχο τετραγώνκι.



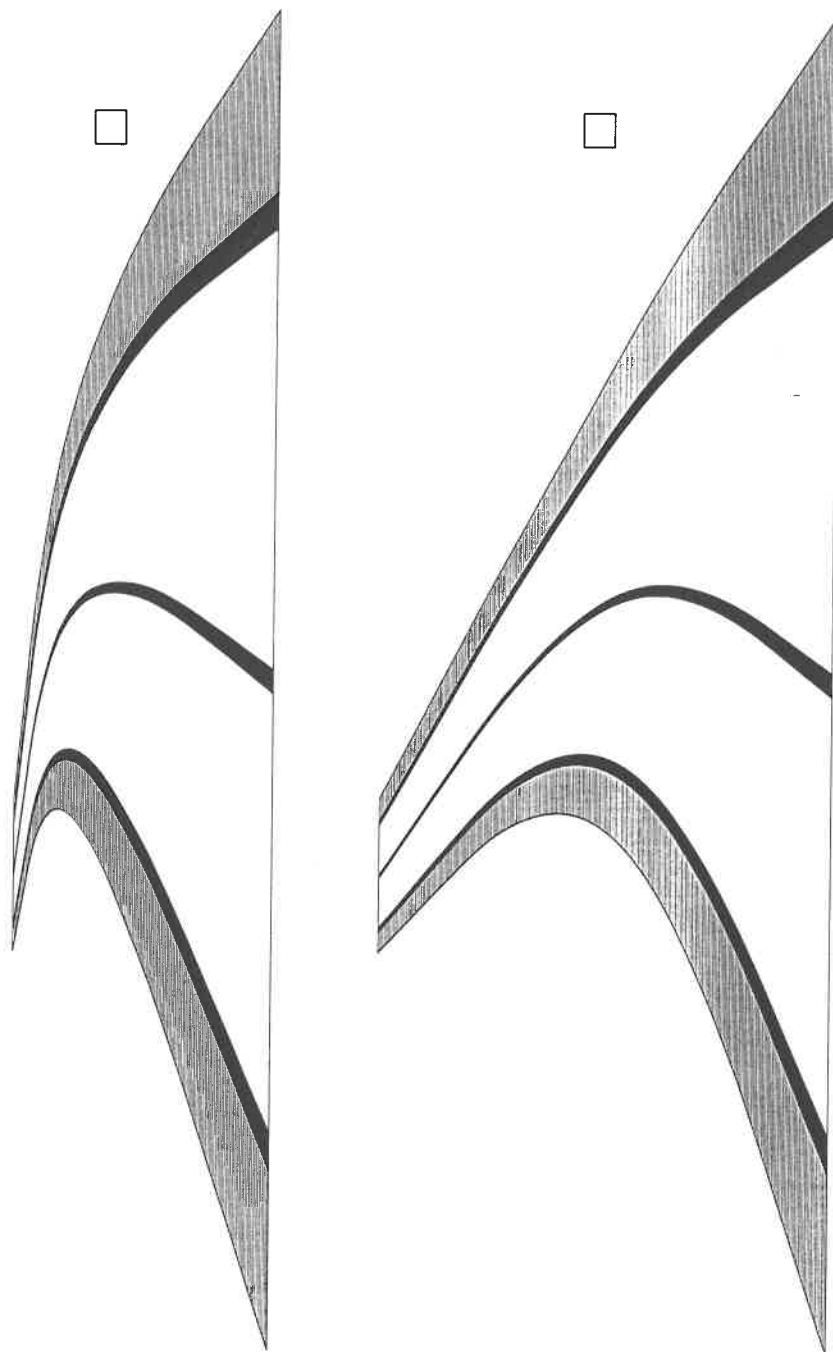
Σχήμα Ε-5

Σε ποιά από τα δύο οδικά τμήματα θα οδηγούσατε με μεγαλύτερη ταχύτητα; Βάλτε ☒ στο αντίστοιχο τετραγωνάκι.



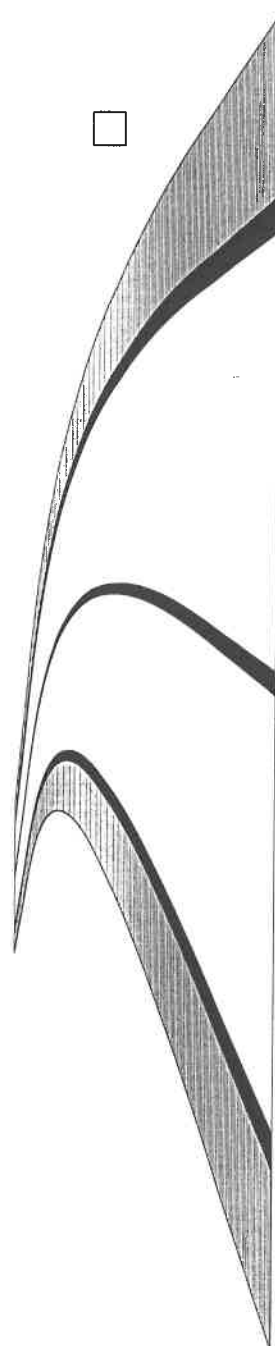
Σχήμα Ε-6

Σε ποιά από τα δύο οδικά τμήματα θα οδηγήσατε με μεγαλύτερη ταχύτητα; Βάλτε ☒ στο αντίστοιχο τετραγωνάκι.



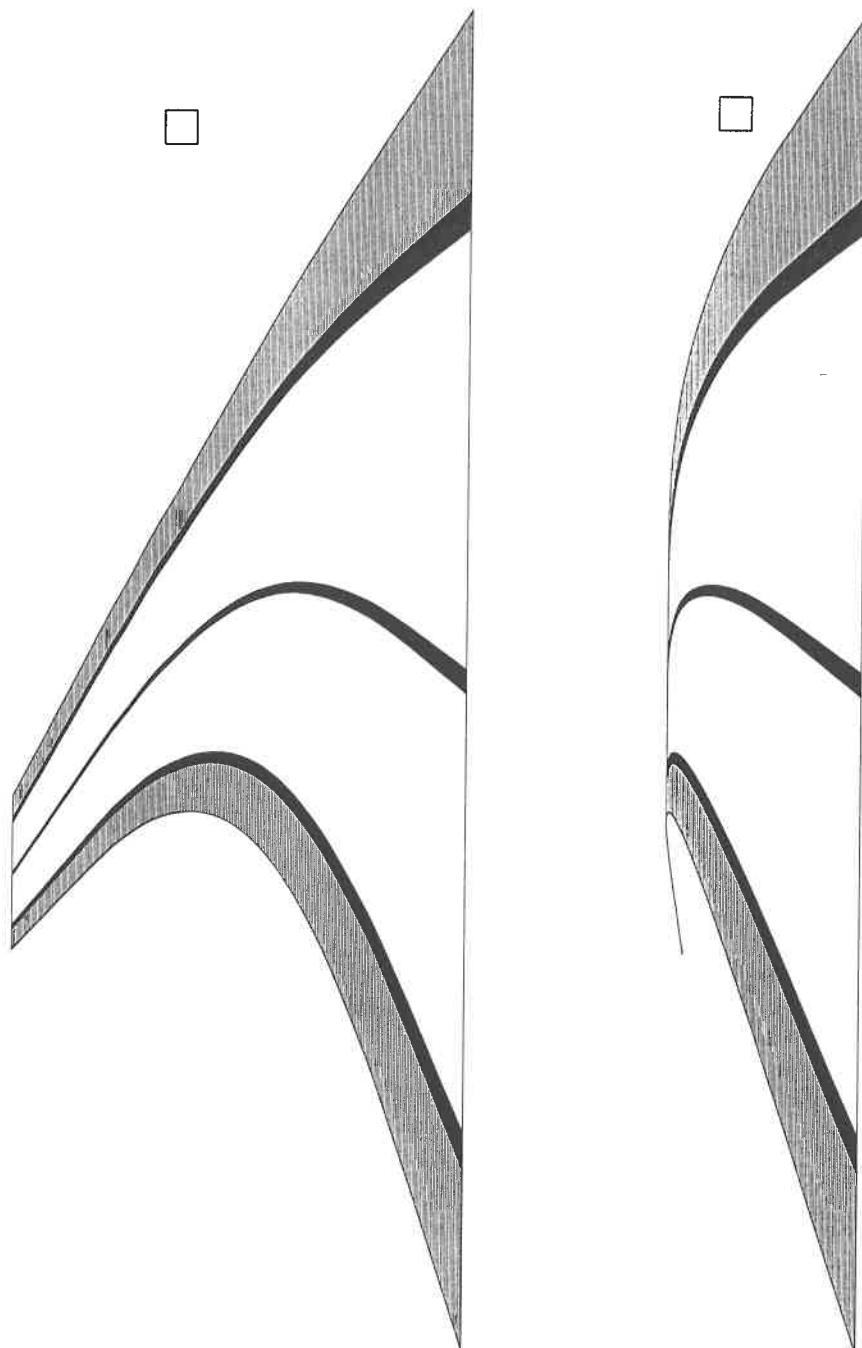
Σχήμα Ε-7

Σε ποιά από τα δύο οδικά τμήματα θα οδηγούσατε με μεγαλύτερη ταχύτητα; Βάλτε ☒ στο αντίστοιχο τετραγωνάκι.



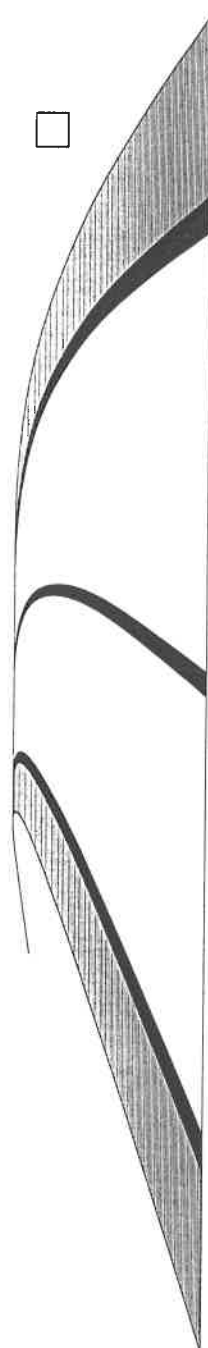
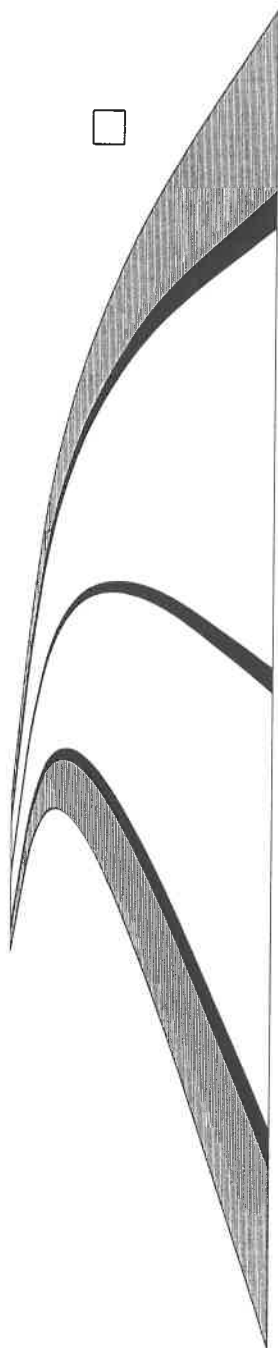
Σχήμα Ε-8

Σε ποιά από τα δύο οδικά τμήματα θα οδηγούσατε με μεγαλύτερη ταχύτητα; Βάλτε ☒ στο αντίστοιχο τετραγωνάκι.



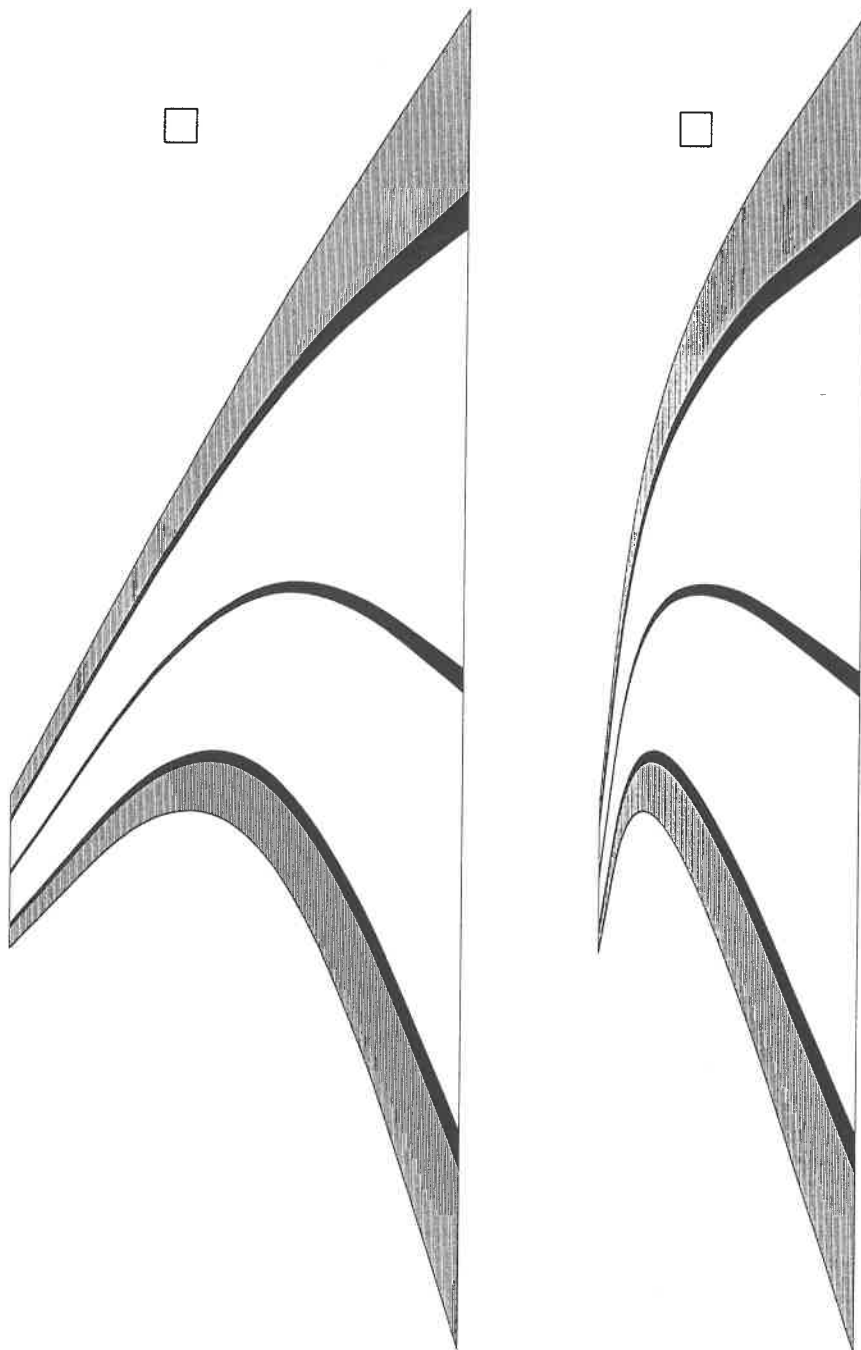
Σχήμα Ε-9

Σε ποιά από τα δύο οδικά τμήματα θα οδηγούσατε με μεγαλύτερη ταχύτητα; Βάλτε ☒ στο αντίστοιχο τετραγώνάκι.



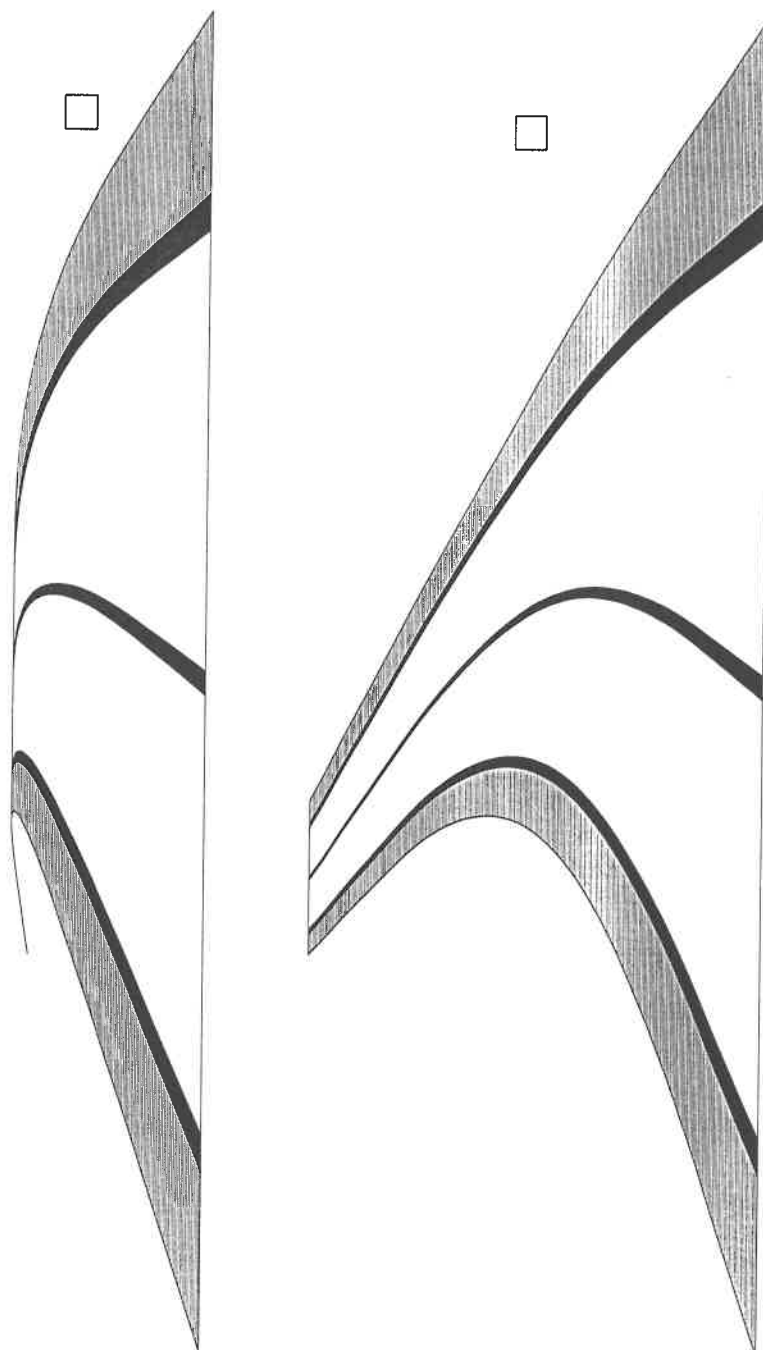
Σχήμα Ε - 10

Σε ποιά από τα δύο οδικά τμήματα θα οδηγούσατε με μεγαλύτερη ταχύτητα; Βάλτε ☒ στο αντίστοιχο τετραγωνάκι.



Σχήμα Ε - 11

Σε ποιά από τα δύο οδικά τμήματα θα οδηγούσατε με μεγαλύτερη ταχύτητα; Βάλτε ☒ στο αντίστοιχο τετραγωνάκι.



Σχήμα E - 12

6.8 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Συνολικά συμπληρώθηκαν 80 ερωτηματολόγια που είχαν διαμενηθεί σε οδηγούς ιδιωτικών αυτοκινήτων, ταξί, φορτηγών και λεωφορείων.

Οι απαντήσεις καταχωρήθηκαν σε δύο Πίνακες κατά κατηγορίες οχημάτων. Τα ιδιωτικά αυτοκίνητα και τα ταξί χαρακτηρίστηκαν ως **“μικρά οχήματα”**, ενώ τα φορτηγά και λεωφορεία ως **“μεγάλα οχήματα”**.

Τα δεδομένα των έξι ζευγών των κατοπτρικών σελίδων καταχωρήθηκαν σε πίνακα με έξι τετράστηλα, ώστε να είναι δυνατός ο έλεγχος των αξιόπιστων ή μη απαντήσεων. Τα τρία πρώτα τετράστηλα αναφέρονται σε στροφές δεξιά και τα υπόλοιπα τρία σε στροφές αριστερά. Σε κάθε σειρά του πίνακα είναι καταχωρημένες οι απαντήσεις ενός χρήστη σε όλες τις σελίδες του ερωτηματολογίου.

Οι απαντήσεις σε δύο κατοπτρικές σελίδες κρίνονται ως **“αξιόπιστες”** όταν είναι συμμετρικές ως προς τον κεντρικό κατακόρυφο άξονα του τετράστηλου στο οποίο είναι καταχωρημένες. Αν δεν είναι συμμετρικές τότε κρίνονται ως **“μη αξιόπιστες”**. Για παράδειγμα, στο ερωτηματολόγιο με $a.a. = 1$ οι απαντήσεις σε όλα τα τετράστηλα είναι συμμετρικές, άρα όλες οι απαντήσεις του χρήστη είναι αξιόπιστες. Αντιθέτως, στο ερωτηματολόγιο με $a.a. = 2$ οι απαντήσεις στο πρώτο και τρίτο τετράστηλο είναι μη αξιόπιστες αφού δεν είναι συμμετρικές ως προς τους κεντρικούς κατακόρυφους άξονες των τετράστηλων, ενώ οι απαντήσεις στο δεύτερο, τέταρτο, πέμπτο και έκτο τετράστηλο είναι αξιόπιστες.

Για να είναι ευδιάκριτα τα ζεύγη των μη αξιόπιστων απαντήσεων σκιάζονται οι αντίστοιχες θέσεις των πινάκων. Για κάθε ζεύγος μη αξιόπιστων απαντήσεων ο οδηγός χρεώνεται με ένα σημείο αναξιοπιστίας. Σε σύνολο 80 οδηγών μόνο 4 ($=80 \cdot 5\%$) παρουσίασαν τρία ή περισσότερα σημεία αναξιοπιστίας. Οι οδηγοί αυτοί διαγράφονται από τους Πίνακες.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6-1

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΟΔΗΓΩΝ ΜΙΚΡΩΝ ΕΠΙΒΑΤΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ (ΙΧ+ΤΑΧΙ).

	α/α	E1		E6		E2		E3		E4		E5		E7		E11		E8		E10		E9		E12		ΛΑΘΗ
		A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	
ΤΑΧΙ	1	+			+	+			+	+		+	+	+	+			+			+	+			+	0
	2	+			+	+			+	+		+	+	+	+			+			+	+			+	2
	3		+		+	+			+	+		+	+	+	+				+	+		+	+		+	1
	4	+			+	+			+	+		+	+	+	+				+	+		+	+		+	0
	5	+			+	+			+	+		+	+	+	+				+	+		+	+		+	0
	6	+			+	+			+	+		+	+	+	+			+			+	+			+	1
	7	+			+	+			+	+		+	+	+	+				+	+		+	+		+	0
	8	+			+	+			+	+		+	+	+	+				+	+		+	+		+	0
	9	+			+	+			+	+		+	+	+	+				+	+		+	+		+	0
	10	+			+	+			+	+		+	+	+	+				+	+		+	+		+	1
ΙΧ	48	+			+	+			+	+		+	+	+	+			+	+		+	+			+	0
	49	+			+	+			+	+		+	+	+	+			+	+		+	+			+	0
	50	+			+	+			+	+		+	+	+	+			+	+		+	+			+	0
	51	+			+	+			+	+		+	+	+	+			+	+		+	+			+	0
	52	+			+	+			+	+		+	+	+	+			+	+		+	+			+	0
	53	+			+	+			+	+		+	+	+	+			+	+		+	+			+	0
	54	+			+	+			+	+		+	+	+	+			+	+		+	+			+	0
	55	+			+	+			+	+		+	+	+	+			+	+		+	+			+	0
	56	+			+	+			+	+		+	+	+	+			+	+		+	+			+	1
	57	+			+	+			+	+		+	+	+	+			+	+		+	+			+	0
	58		+		+	+			+	+		+	+	+	+			+	+		+	+			+	0
	59	+			+	+			+	+		+	+	+	+			+	+		+	+			+	1
	60	+			+	+			+	+		+	+	+	+			+	+		+	+			+	0
	61	+			+	+			+	+		+	+	+	+			+	+		+	+			+	1
	62		+		+	+			+	+		+	+	+	+			+	+		+	+			+	0
	63	+			+	+			+	+		+	+	+	+			+	+		+	+			+	1
	64	+			+	+			+	+		+	+	+	+			+	+		+	+			+	0
	65	+			+	+			+	+		+	+	+	+			+	+		+	+			+	0
	66	+			+	+			+	+		+	+	+	+			+	+		+	+			+	0
	67	+			+	+			+	+		+	+	+	+			+	+		+	+			+	0
	68	+			+	+			+	+		+	+	+	+			+	+		+	+			+	1
	69	+			+	+			+	+		+	+	+	+			+	+		+	+			+	1
	70	+			+	+			+	+		+	+	+	+			+	+		+	+			+	0
	71	+			+	+			+	+		+	+	+	+			+	+		+	+			+	1
	72	+			+	+			+	+		+	+	+	+			+	+		+	+			+	0
	73	+			+	+			+	+		+	+	+	+			+	+		+	+			+	1
	74	+			+	+			+	+		+	+	+	+			+	+		+	+			+	0
	75	+			+	+			+	+		+	+	+	+			+	+		+	+			+	0
	76	+			+	+			+	+		+	+	+	+			+	+		+	+			+	0
	77		+		+	+			+	+		+	+	+	+			+	+		+	+			+	0
	78	+			+	+			+	+		+	+	+	+			+	+		+	+			+	2
	79	+			+	+			+	+		+	+	+	+			+	+		+	+			+	0
	80	+			+	+			+	+		+	+	+	+			+	+		+	+			+	0
		40	3	2	41	43	0	0	43	6	37	36	7	5	38	38	5	7	36	40	3	43	0	1	42	0

ΠΙΝΑΚΑΣ 6-2

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΟΔΗΓΩΝ ΜΕΓΑΛΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ (ΦΟΡΤΗΓΑ + ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ).

	α/α	E1		E6		E2		E3		E4		E5		E7		E11		E8		E10		E9		E12		ΛΑΘΗ
		A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	
Φ Ο Ρ Τ Η Γ Α	11	+			+	+			+			+	+		+		+	+			+			+		0
	12	+			+	+			+			+	+		+		+	+			+			+		0
	13	+			+	+			+			+	+		+			+		+		+			+	0
	14	+			+	+			+			+	+		+			+	+			+			+	0
	15	+			+	+			+			+	+		+			+	+			+			+	0
	16	+			+	+			+			+	+		+			+	+			+			+	0
	17	+			+	+			+			+	+		+			+	+			+			+	0
	18	+			+	+			+			+	+		+			+	+			+			+	0
	19	+			+	+			+			+	+		+			+	+			+			+	0
	20	+			+	+			+			+	+		+			+	+			+			+	0
	21		+		+	+			+			+	+		+			+	+			+			+	2
	22	+			+	+			+			+	+		+			+	+			+			+	0
	23	+			+	+			+			+	+		+			+	+			+			+	0
	24	+			+	+			+			+	+		+			+	+			+			+	3
	25		+		+	+			+			+	+		+			+	+			+			+	1
	26	+			+	+			+			+	+		+			+	+			+			+	1
	27		+		+	+			+			+	+		+			+	+			+			+	1
	28	+			+	+			+			+	+		+			+	+			+			+	0
	29	+			+	+			+			+	+		+			+	+			+			+	0
	30	+			+	+			+			+	+		+			+	+			+			+	0
Λ Ε Ω Φ Ο Ρ Ε Ι Α	31	+			+	+			+			+	+		+			+	+			+			+	1
	32		+		+	+			+			+	+		+			+	+			+			+	1
	33	+			+	+			+			+	+		+			+	+			+			+	0
	34	+			+	+			+			+	+		+			+	+			+			+	0
	35	+			+		+	+		+			+		+			+	+			+			+	0
	36	+			+	+			+			+	+		+			+	+			+			+	0
	37	+			+	+			+			+	+		+			+	+			+			+	0
	38	+			+		+	+		+		+	+		+			+			+	+			+	0
	39	+			+	+			+			+	+		+			+	+			+	+		+	1
	40	+			+	+			+			+	+		+			+			+	+			+	4
	41	+			+	+			+			+	+		+			+	+			+			+	0
	42		+		+	+			+			+	+		+			+	+			+			+	0
	43	+			+		+	+		+			+		+			+	+		+	+			+	3
	44	+			+	+			+			+	+		+			+	+			+			+	1
	45	+			+	+			+			+	+		+			+	+			+			+	1
	46	+			+	+			+			+	+		+			+	+			+	+		+	4
	47	+			+	+			+			+	+		+			+	+			+			+	0

25 4 0 29

27 2 2 27

5 24 25 4

1 28 27 2

4 25 27 2

28 1 2 27

Μετά τη διαγραφή των 4 μη αξιόπιστων οδηγών-χρηστών, όλες οι απαντήσεις των υπόλοιπων 76 ($= 80 - 4$) οδηγών θεωρούνται αξιόπιστες. Τούτο ισοδυναμεί με την παραδοχή ότι οι απαντήσεις των κατοπτρικών σελίδων έχουν γίνει από άλλους 76 οδηγούς. Δηλαδή, στο σύνολο θεωρείται ότι έχουν απαντήσει 152 ($= 76 \cdot 2$) οδηγοί.

Σε κάθε σελίδα του ερωτηματολογίου ο οδηγός-χρήστης καλείται να δηλώσει σε ποιο από τα δύο οδικά τμήματα θα οδηγούσε με μεγαλύτερη ταχύτητα, δηλαδή καλείται να δηλώσει **προτίμησή** στο **Ανω** (**A**) ή στο **Κάτω** (**K**) οδικό τμήμα.

Στο πρώτο τετράστιχο είναι καταχωρημένες οι απαντήσεις των οδηγών στη σελίδα E-1 και στην κατοπτρική της E-6. Στις σελίδες αυτές συγκρίνονται η **ευθύγραμμη** με την **κυρτή** μηκοτομή.

Στη σελίδα E-1 είναι: **Ευθύγραμμη μηκοτομή** → Άνω (**A**)

Κυρτή μηκοτομή → Κάτω (**K**)

Στη σελίδα E-6 είναι: **Κυρτή μηκοτομή** → Άνω (**A**)

Ευθύγραμμη μηκοτομή → Κάτω (**A**)

Σύμφωνα με την υπόθεση εργασίας οι οδηγοί αναπτύσσουν μεγαλύτερη ταχύτητα στην καμπύλη οριζοντιογραφίας που συνδυάζεται με ευθύγραμμη μηκοτομή ($\Delta G_T = 0$) και όχι με κυρτή καμπύλη μηκοτομής ($\Delta G_C < 0$) αφού $\Delta G_T > \Delta G_C$. Έτσι, στο ανωτέρω ζεύγος κατοπτρικών σελίδων οι απαντήσεις που είναι σύμφωνες με την υπόθεση εργασίας είναι: E-1 → (A) και E-6 → (K).

Στα υπόλοιπα τετράστιχα είναι καταχωρημένες οι απαντήσεις των υπόλοιπων σελίδων του ερωτηματολογίου. Δηλαδή

- **2^ο τετράστηλο.** Συγκρίνονται η κοίλη με την κυρτή καμπύλη σε δεξιά στροφή. Είναι

E-2: **Κοίλη** → Ανω (**A**) και **Κυρτή** → Κάτω (**K**)

E-3: **Κυρτή** → Ανω (**A**) και **Κοίλη** → Κάτω (**K**)

Σύμφωνες με την υπόθεση εργασίας: **1^η** και **4^η** στήλη

- **3^ο τετράστηλο.** Συγκρίνονται η κοίλη με την ευθύγραμμη μηκοτομή σε δεξιά στροφή. Είναι

E-4: **Κοίλη** → Ανω (**A**) και **Ευθύγραμμη** → Κάτω (**K**)

E-5: **Ευθύγραμμη** → Ανω (**A**) και **Κοίλη** → Κάτω (**K**)

Σύμφωνες με την υπόθεση εργασίας: **2^η** και **3^η** στήλη

- **4^ο τετράστηλο.** Συγκρίνονται η ευθύγραμμη με την κοίλη μηκοτομή σε αριστερή στροφή. Είναι

E-7: **Ευθύγραμμη** → Ανω (**A**) και **Κοίλη** → Κάτω (**K**)

E-11: **Κοίλη** → Ανω (**A**) και **Ευθύγραμμη** → Κάτω (**K**)

Σύμφωνες με την υπόθεση εργασίας: **2^η** και **3^η** στήλη

- **5^ο τετράστηλο.** Συγκρίνονται η κυρτή με την ευθύγραμμη μηκοτομή σε αριστερή στροφή. Είναι

E-8: **Κυρτή** → Ανω (**A**) και **Ευθύγραμμη** → Κάτω (**K**)

E-10: **Ευθύγραμμη** → Ανω (**A**) και **Κυρτή** → Κάτω (**K**)

Σύμφωνες με την υπόθεση εργασίας: **2^η** και **3^η** στήλη

- **6^ο τετράστηλο.** Συγκρίνονται η κοίλη με την κυρτή μηκοτομή σε αριστερή στροφή. Είναι

E-9: **Κοίλη** → Ανω (**A**) και **Κυρτή** → Κάτω (**K**)

E-12: **Κυρτή** → Ανω (**A**) και **Κοίλη** → Κάτω (**K**)

Σύμφωνες με την υπόθεση εργασίας: **1^η** και **4^η** στήλη.

Για την εύκολη ταξινόμηση, σκιάζονται οι θέσεις των απαντήσεων που είναι σύμφωνες με την υπόθεση εργασίας.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6-3

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΟΔΗΓΩΝ ΜΙΚΡΩΝ ΕΠΙΒΑΤΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ (ΙΧ+ΤΑΧΙ).

(ΜΕΤΑ ΤΗ ΔΙΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΜΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΩΝ ΟΔΗΓΩΝ)

	α/α	E1		E6		E2		E3		E4		E5		E7		E11		E8		E10		E9		E12	
		A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K
ΤΑΧΙ	1	+			+	+			+			+	+		+			+			+	+			+
	2	+		+		+			+	+		+			+			+			+	+			+
	3		+		+	+			+			+	+		+				+			+			+
	4	+			+	+			+			+	+		+				+			+			+
	5	+			+	+			+	+			+		+				+			+			+
	6	+			+	+			+			+	+		+			+			+	+			+
	7	+			+	+			+			+	+		+				+			+			+
	8	+			+	+			+			+	+		+				+			+			+
	9	+			+	+			+			+		+	+				+			+			+
	10	+			+	+			+			+	+		+				+			+			+
ΙΧ	48	+			+	+			+			+	+		+				+			+			+
	49	+			+	+			+			+	+		+				+			+			+
	50	+			+	+			+			+	+		+				+			+			+
	51	+			+	+			+	+			+		+				+			+			+
	52	+			+	+			+	+		+		+		+			+			+			+
	53	+			+	+			+			+	+		+				+			+			+
	54	+			+	+			+			+	+		+				+			+			+
	55	+			+	+			+			+	+		+				+			+			+
	56	+			+	+			+			+	+		+				+			+			+
	57	+			+	+			+			+	+		+				+			+			+
	58		+		+	+			+			+	+		+				+			+			+
	59	+			+	+			+			+	+		+				+			+			+
	60	+			+	+			+			+	+		+			+	+			+			+
	61	+			+	+			+			+	+		+				+			+			+
	62		+		+	+			+			+	+		+				+			+			+
	63	+			+	+			+			+	+		+				+			+			+
	64	+			+	+			+			+	+		+				+			+			+
	65	+			+	+			+			+	+		+				+			+			+
	66	+			+	+			+			+	+		+				+			+			+
	67	+			+	+			+	+			+		+				+			+			+
	68	+			+	+			+	+		+		+		+			+			+			+
	69	+			+	+			+			+	+		+			+	+			+			+
	70	+			+	+			+			+	+		+				+			+			+
	71	+			+	+			+			+	+		+			+	+			+			+
	72	+			+	+			+			+		+		+			+			+			+
	73	+			+	+			+			+	+		+				+			+			+
	74	+			+	+			+			+	+		+				+			+			+
	75	+			+	+			+			+	+		+				+			+			+
	76	+			+	+			+			+	+		+				+			+			+
	77	+		+		+			+			+	+		+			+	+			+			+
	78	+			+	+			+			+	+		+				+			+			+
	79	+			+	+			+			+	+		+				+			+			+
	80	+			+	+			+			+	+		+				+			+			+
		40	3	2	41	43	0	0	43	6	37	36	7	5	38	38	5	7	36	40	3	43	0	1	42

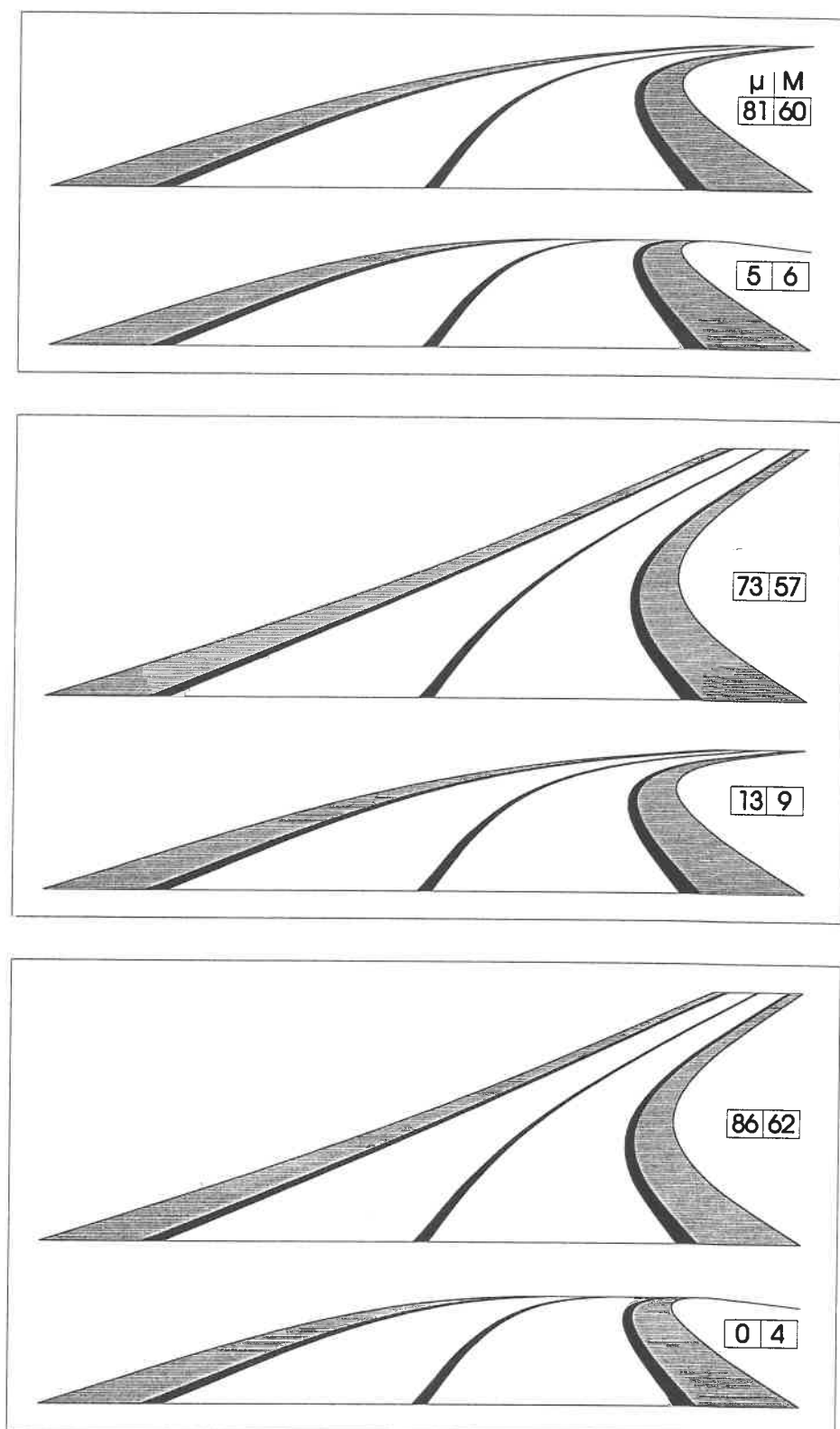
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-4

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΟΔΗΓΩΝ ΜΕΓΑΛΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ (ΦΟΡΤΗΓΑ + ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ).
(ΜΕΤΑ ΤΗ ΔΙΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΜΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΩΝ ΟΔΗΓΩΝ)

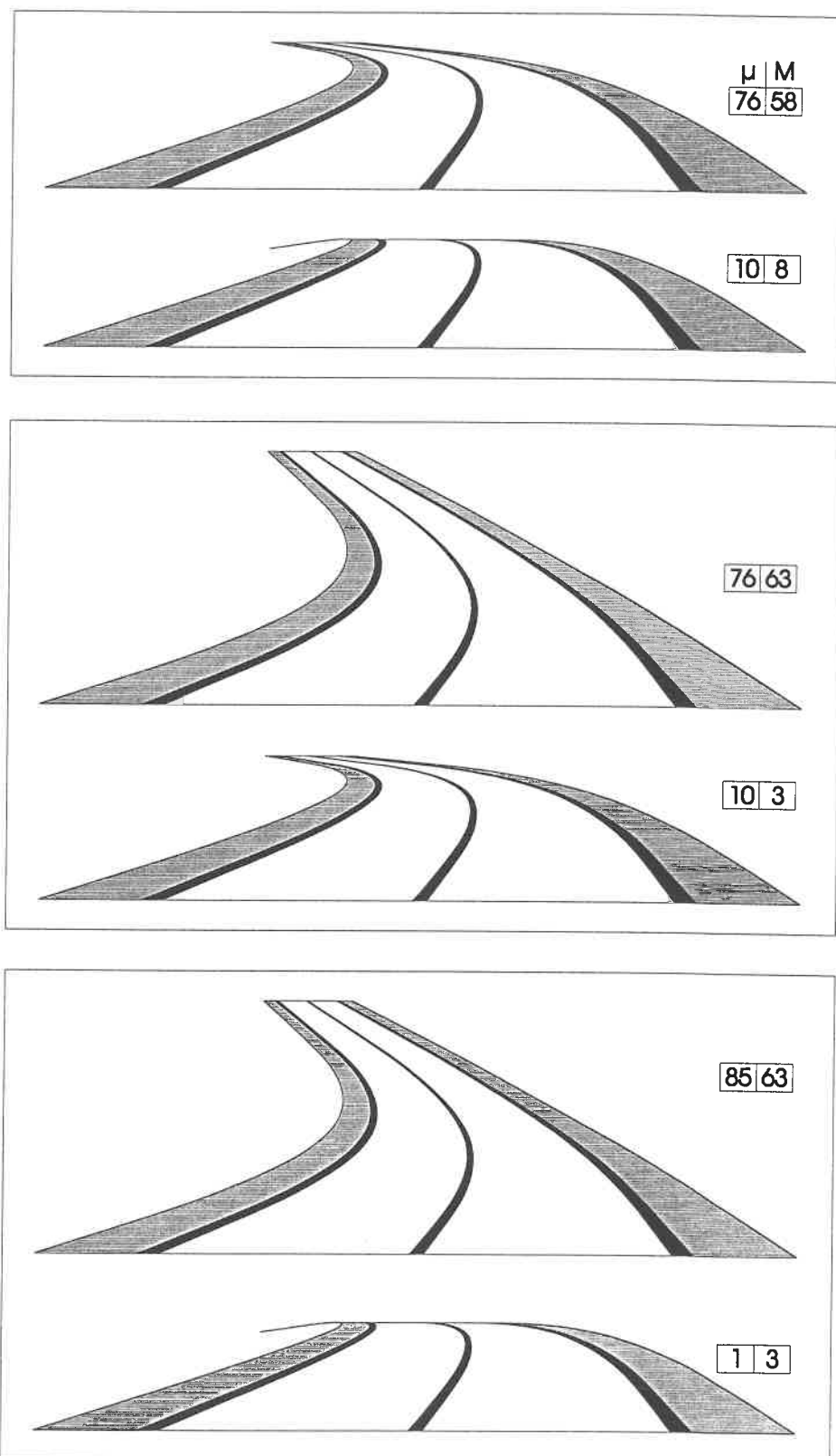
	α/α	E1		E6		E2		E3		E4		E5		E7		E11		E8		E10		E9		E12	
		A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K
Φ Ο Ρ Τ Η Γ Α	11	+			+	+			+		+	+			+	+			+	+		+		+	
	12	+			+	+			+		+	+			+	+			+	+		+		+	
	13	+			+	+			+		+	+			+	+		+		+		+		+	
	14	+			+	+			+		+	+			+	+		+		+		+		+	
	15	+			+	+			+		+	+			+	+		+		+		+		+	
	16	+			+	+			+		+	+		+	+		+	+	+	+		+		+	
	17	+			+	+			+		+	+		+	+		+	+	+	+		+		+	
	18	+			+	+			+		+	+		+	+		+	+	+	+		+		+	
	19	+			+	+			+		+	+		+	+		+	+	+	+		+		+	
	20	+			+	+			+		+	+		+	+		+	+	+	+		+		+	
Λ Ε Ω Φ Ρ Ε Ι Α	21		+		+	+			+		+	+		+		+	+	+	+		+		+		+
	22	+			+	+			+		+	+		+		+	+	+	+		+		+		+
	23	+			+	+			+		+	+		+		+	+	+	+		+		+		+
	25		+		+	+			+		+	+		+		+	+	+	+		+		+		+
	26	+			+	+			+		+	+		+		+	+	+	+		+		+		+
	27		+		+	+			+		+	+		+		+	+	+	+		+		+		+
	28	+			+	+			+		+	+		+		+	+	+	+		+		+		+
	29	+			+	+			+		+	+		+		+	+	+	+		+		+		+
	30	+			+	+			+		+	+		+		+	+	+	+		+		+		+
	31	+			+	+			+		+	+		+		+	+	+	+		+		+		+
	32		+		+	+			+		+	+		+		+	+	+	+		+		+		+
	33	+			+	+			+		+	+		+		+	+	+	+		+		+		+
	34	+			+	+			+		+	+		+		+	+	+	+		+		+		+
	35	+			+	+		+	+	+	+	+		+		+	+	+	+		+		+		+
	36	+			+	+			+		+	+		+		+	+	+	+		+		+		+
	37	+			+	+			+		+	+		+		+	+	+	+		+		+		+
	38	+			+	+		+	+		+	+		+		+	+	+	+	+		+		+	
39	+			+	+			+		+	+		+		+	+	+	+		+		+		+	
41	+			+	+			+		+	+		+		+	+	+	+		+		+		+	
42		+	+		+			+		+	+		+		+	+	+	+		+		+		+	
44	+			+	+			+		+	+		+		+	+	+	+		+		+		+	
45	+			+	+			+		+	+		+		+	+	+	+		+		+		+	
47	+			+	+			+		+	+		+		+	+	+	+		+		+		+	
		28	5	1	32	31	2	2	31	5	28	29	4	1	32	31	2	6	27	31	2	32	1	2	31

Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα έχουν ως εξής:

Στα Σχήματα 6-12 και 6-13 και στους Πίνακες 6-5 και 6-6 είναι καταχωρημένες οι προτιμήσεις των οδηγών σε κάθε ζεύγος συγκρινόμενων οδικών στοιχείων (σε ποιο από τα δύο οδικά στοιχεία θα οδηγούσαν με μεγαλύτερη ταχύτητα). Η στήλη **|μ|** αναφέρεται στα μικρά οχήματα (ΙΧ και ΤΑΧΙ), ενώ η στήλη **|Μ|** στα μεγάλα οχήματα (Λεωφορεία και Φορτηγά).



Σχήμα 6-12. Προτιμήσεις οδηγών (σε ποιο από τα δύο οδικά στοιχεία θα οδηγούσαν με μεγαλύτερη ταχύτητα) κατα κατηγορίες οχημάτων για δεξιές στροφές.



Σχήμα 6-13. Προτιμήσεις οδηγών (σε ποιο από τα δύο οδικά στοιχεία θα οδηγούσαν με μεγαλύτερη ταχύτητα) κατα κατηγορίες οχημάτων για αριστερές στροφές.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6-5

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΙ ΑΡΙΘΜΟΙ ΠΡΟΤΙΜΗΣΕΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΜΙΚΡΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ
(IX+TAXI)

(α)

		ΚΑΜΠΥΛΗ ΜΗΚΟΤΟΜΗΣ	
		ΕΥΘΕΙΑ	ΚΥΡΤΗ
ΣΤΡΟΦΗ	ΔΕΞΙΑ	81 (α)	5 (β)
	ΑΡΙΣΤΕΡΑ	76 (α)	10 (β)
	ΔΕΞΙΑ+ΑΡΙΣΤΕΡΑ	157 (α)	15 (β)

(β)

		ΚΑΜΠΥΛΗ ΜΗΚΟΤΟΜΗΣ	
		ΚΟΙΛΗ	ΕΥΘΕΙΑ
ΣΤΡΟΦΗ	ΔΕΞΙΑ	73 (α)	13 (β)
	ΑΡΙΣΤΕΡΑ	76 (α)	10 (β)
	ΔΕΞΙΑ+ΑΡΙΣΤΕΡΑ	149 (α)	23 (β)

(γ)

		ΚΑΜΠΥΛΗ ΜΗΚΟΤΟΜΗΣ	
		ΚΟΙΛΗ	ΚΥΡΤΗ
ΣΤΡΟΦΗ	ΔΕΞΙΑ	86 (α)	0 (β)
	ΑΡΙΣΤΕΡΑ	85 (α)	1 (β)
	ΔΕΞΙΑ+ΑΡΙΣΤΕΡΑ	171 (α)	1 (β)

(α) αριθμός *συμφωνούντων* με την υπόθεση εργασίας

(β) αριθμός *μη συμφωνούντων* με την υπόθεση εργασίας

ΠΙΝΑΚΑΣ 6-6

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΙ ΑΡΙΘΜΟΙ ΠΡΟΤΙΜΗΣΕΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΜΕΓΑΛΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ (ΦΟΡΤΗΓΑ+ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ)

(α)

		ΚΑΜΠΥΛΗ ΜΗΚΟΤΟΜΗΣ	
		ΕΥΘΕΙΑ	ΚΥΡΤΗ
ΣΤΡΟΦΗ	ΔΕΞΙΑ	60 (α)	6 (β)
	ΑΡΙΣΤΕΡΑ	58 (α)	8 (β)
	ΔΕΞΙΑ+ΑΡΙΣΤΕΡΑ	118 (α)	14 (β)

(β)

		ΚΑΜΠΥΛΗ ΜΗΚΟΤΟΜΗΣ	
		ΚΟΙΛΗ	ΕΥΘΕΙΑ
ΣΤΡΟΦΗ	ΔΕΞΙΑ	57 (α)	9 (β)
	ΑΡΙΣΤΕΡΑ	63 (α)	3 (β)
	ΔΕΞΙΑ+ΑΡΙΣΤΕΡΑ	120 (α)	12 (β)

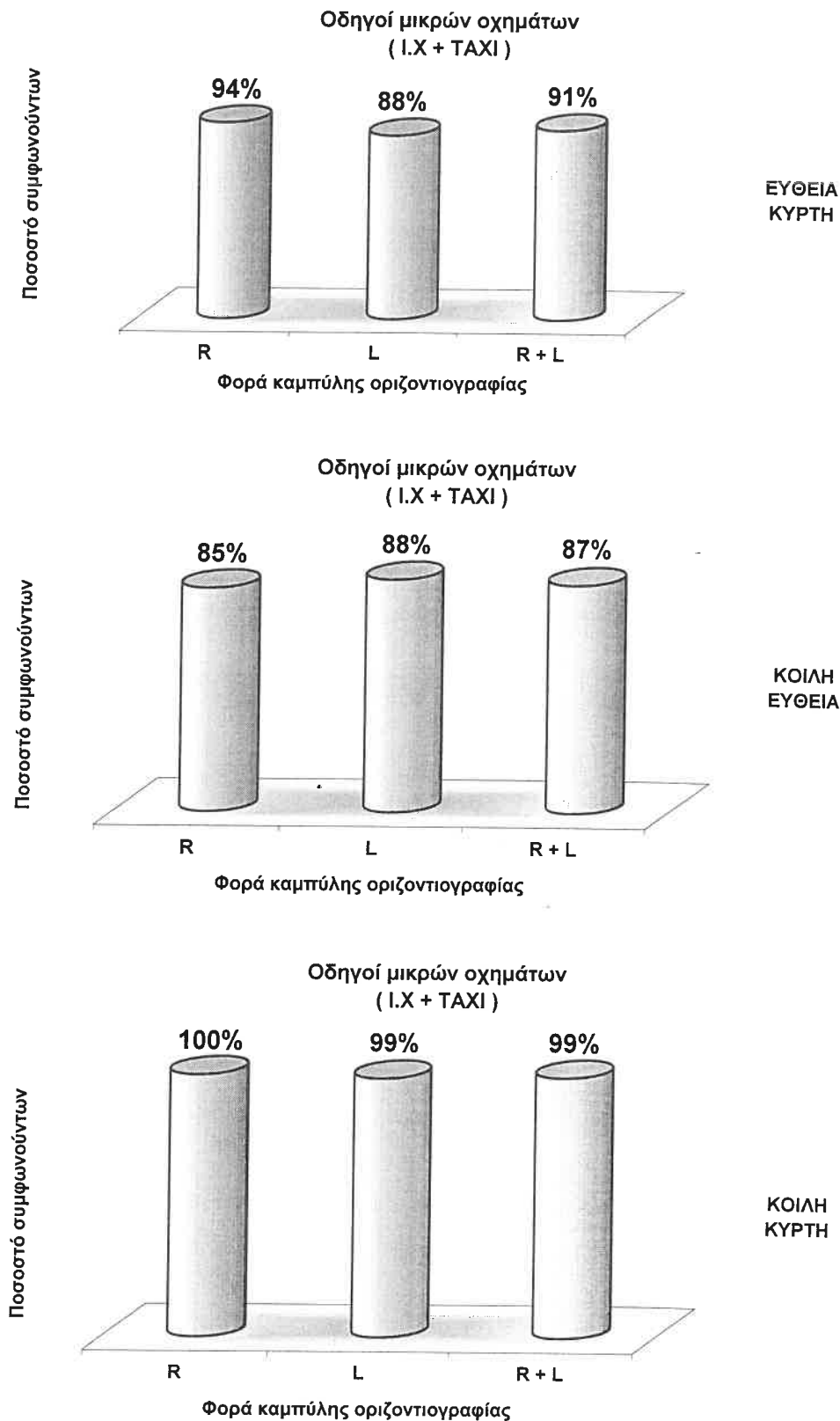
(γ)

		ΚΑΜΠΥΛΗ ΜΗΚΟΤΟΜΗΣ	
		ΚΟΙΛΗ	ΚΥΡΤΗ
ΣΤΡΟΦΗ	ΔΕΞΙΑ	62 (α)	4 (β)
	ΑΡΙΣΤΕΡΑ	63 (α)	3 (β)
	ΔΕΞΙΑ+ΑΡΙΣΤΕΡΑ	125 (α)	7 (β)

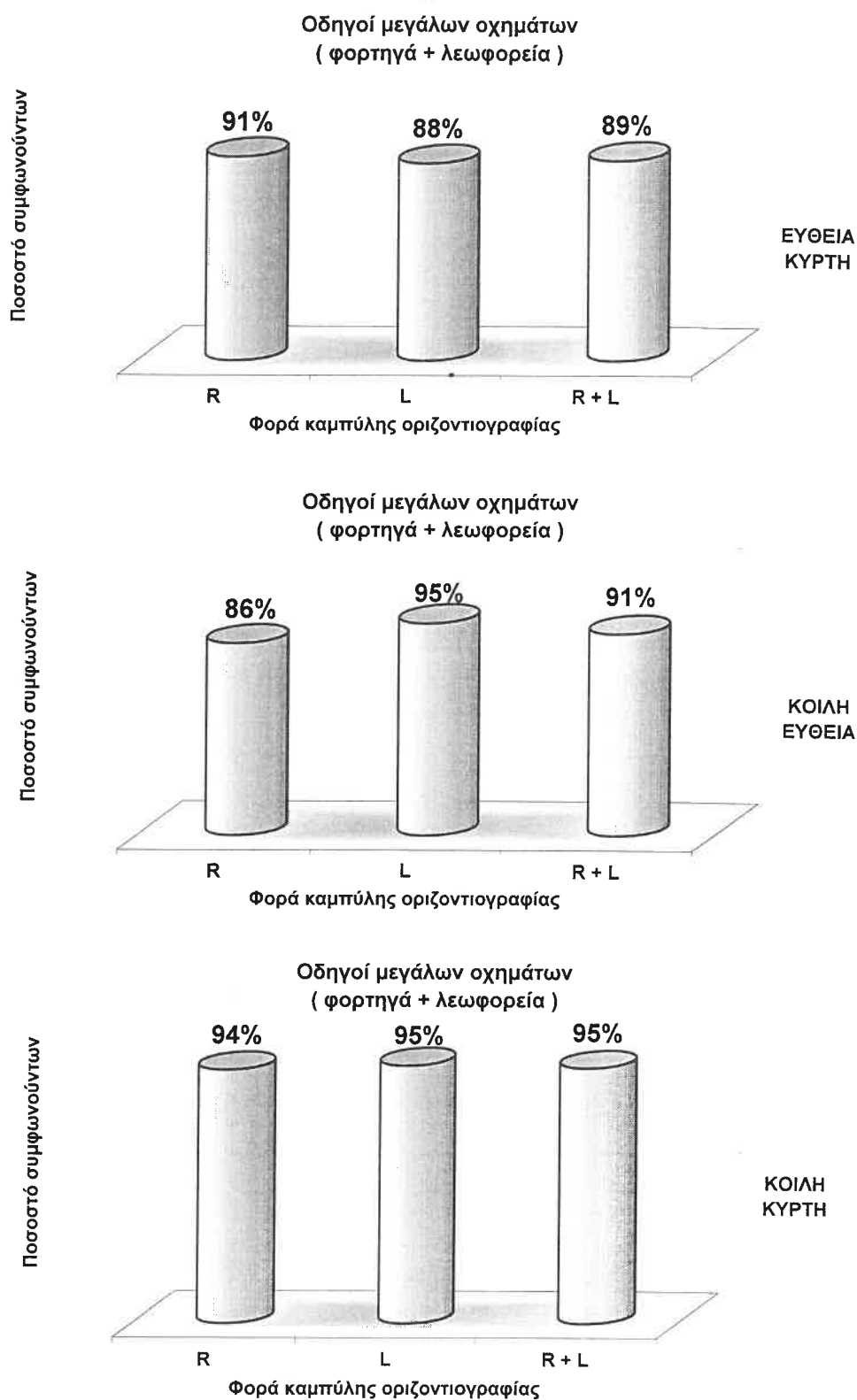
(α) αριθμός **συμφωνούντων** με την υπόθεση εργασίας

(β) αριθμός **μη συμφωνούντων** με την υπόθεση εργασίας

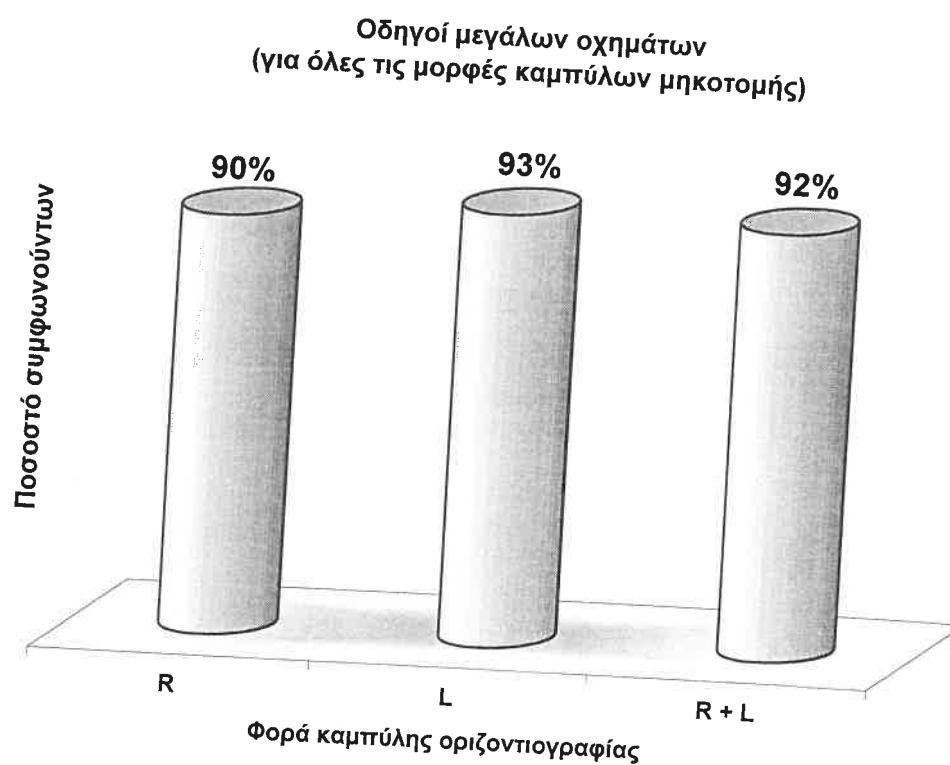
Απο τα στοιχεία των ανωτέρω συγκεντρωτικών πινάκων χαράσσονται τα γραφήματα των επόμενων σελίδων στα οποία φαίνονται οι ποσοστιαίες αναλογίες των συμφωνούντων και μη οδηγών με την υπόθεση της παρούσας εργασίας.



Σχήμα 6-14. Ποσοστιαία αναλογία οδηγών μικρών οχημάτων συμφωνούντων με την υπόθεση εργασίας για στροφές **αριστερά** και **δεξιά** και επαλληλία : (α) **ευθύγραμμη** ή **κυρτής**, (β) **κοίλης** ή **ευθύγραμμη** και (γ) **κοίλης** ή **κυρτής** καμπύλης **μηκοτομής**.



Σχήμα 6-15. Ποσοστιαία αναλογία οδηγών μεγάλων οχημάτων συμφωνούντων με την υπόθεση εργασίας για στροφές *αριστερά* και *δεξιά* και επαλληλία : (α) *ευθύγραμμης* ή *κυρτής*, (β) *κοίλης* ή *ευθύγραμμης* και (γ) *κοίλης* ή *κυρτής* καμπύλης μηκοτομής.



Σχήμα 6-16. Ποσοστιαία αναλογία οδηγών οχημάτων συμφωνούντων με την υπόθεση εργασίας για στροφές *αριστερά* και *δεξιά* και για τις *τρεις μορφές καμπύλων μηκοτομής* : (α) *μικρά* και (β) *μεγάλα οχήματα*.

Απο τα γραφήματα του Σχήματος 6-22 προκύπτει ότι για στροφές **αριστερά** και **δεξιά** και για **όλες τις μορφές των καμπύλων μηκοτομής**

- **93.25 %** των ερωτηθέντων οδηγών **μικρών οχημάτων** (ΙΧ+ΤΑΧΙ) και
- **91.50 %** των ερωτηθέντων οδηγών **μεγάλων οχημάτων** (ΦΟΡΤΗΓΑ +ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ)

συμφωνούν με την υπόθεση εργασίας, δηλαδή δηλώνουν ότι θα ανέπτυσαν μεγαλύτερη ταχύτητα στο καμπύλο οδικό τμήμα του οποίου η καμπύλη, στην προοπτική εικόνα, θα τους φαινόταν πιο ανοιχτή.

Δεδομένου ότι η αναλογία των μικρών οχημάτων είναι κατά πολύ μεγαλύτερη εκείνης των μεγάλων οχημάτων, το ποσοστό για το σύνολο των οχημάτων θα τείνει περισσότερο προς το ποσοστό των μικρών οχημάτων.

Πράγματι αν t % είναι τα ποσοστά των μεγάλων οχημάτων επί του συνολικού αριθμού Q των κυκλοφορούντων οχημάτων τότε:

Μικρά οχήματα

$$\mu = Q \cdot \frac{100 - t}{100} \cdot \frac{92.35}{100} \quad (\text{SL30-})$$

Μεγάλα οχήματα

$$M = Q \cdot \frac{t}{100} \cdot \frac{91.5}{100} \quad (6-31)$$

οπότε το συνολικό ποσοστό των οδηγών που συμφωνούν με την υπόθεση εργασίας είναι:

$$p = \frac{\mu + M}{Q} \cdot 100$$

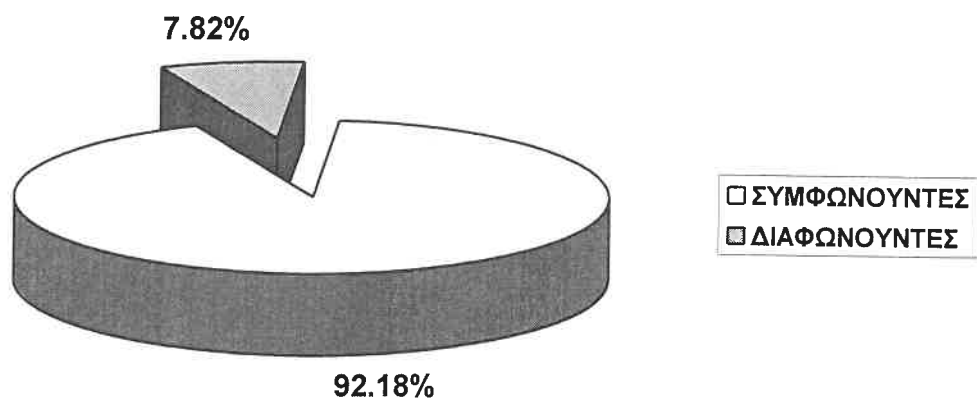
Αντικαθιστώντας στη τελευταία σχέση τα μ και M από τις (6-31) και (6-32) προκύπτει

$$p = \frac{(100 - t) \cdot 92.35 + t \cdot 91.5}{100}$$

Για $t = 20\%$ είναι:

$$p = 92.18 \%$$

Δηλαδή το τελικό ποσοστό τείνει προς το 92.35 των οδηγών των μικρών οχημάτων.



Σχήμα 6-17 . Ποσοστιαία αναλογία οδηγών οχημάτων όλων των κατηγοριών συμφωνούντων με την υπόθεση εργασίας.

6.9 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΒΑΣΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ

Οι απαντήσεις των χρηστών στο βασικό ερώτημα του ερωτηματολογίου, όπως αυτό διατυπώθηκε και αναλύθηκε στην παράγραφο 5.3, δεν αφορούν κάποιο ποσοτικό μέγεθος, αλλά απλά την επιλογή μιας από τις δυο δοθείσες, σε κάθε περίπτωση, προοπτικές εικόνες. Κατά συνέπεια οι απαντήσεις - επιλογής μιας εικόνας από κάθε ζεύγος - αποτελούν μία μεταβλητή μη ποσοτική για την οποία δεν μπορούμε να καθορίσουμε ούτε καν σχέση κατατάξεως.

Μια τέτοια κατηγορία μεταβλητών είναι οι επονομαζόμενες κατηγορικές μεταβλητές για τις οποίες διαχωρίζουμε τα αποτελέσματα της παρατηρήσεως σε ομάδες ή κατηγορίες (κωδικοποίηση), αντιστοιχώντας αυθαίρετα για κάθε τέτοια κατάταξη ορισμένους αριθμούς [1].

Για αυτό το λόγο αποφασίσθηκε να δοθεί στις απαντήσεις που αντιστοιχούν στην εικόνα που κάθε φορά συμφωνεί με την υπόθεση εργασίας η τιμή ένα (1), και στην άλλη απάντηση η τιμή μηδέν (0). Επίσης καθώς οι ερωτηθέντες απαντούν σε έξι ερωτήσεις που η καθεμία αφορά διαφορετικό συνδυασμό προοπτικών εικόνων καμπύλων τμημάτων, το σύνολο των απαντήσεων όλου του δείγματος (αξιόπιστων οδηγών μικρών και μεγάλων οχημάτων) στην κάθε ερώτηση αποτελεί και μια ξεχωριστή μεταβλητή. Οι μεταβλητές αυτές, που συνεπώς στο σύνολό τους είναι έξι (6), έχουν τις ακόλουθες κωδικές ονομασίες:

REKYR: Ζεύγος καμπύλων (ευθείας-κυρτής) σε δεξιά στροφή.

RKYRKOIL: Ζεύγος καμπύλων (κυρτής-κοίλης) σε δεξιά στροφή.

RKOILE: Ζεύγος καμπύλων (κοίλης-ευθείας) σε δεξιά στροφή.

LEKOIL: Ζεύγος καμπύλων (ευθείας-κοίλης) σε αριστερή στροφή.

LKYRE: Ζεύγος καμπύλων (κυρτής-ευθείας) σε αριστερή στροφή.

LKOILKYR: Ζεύγος καμπύλων (κοίλης-κυρτής) σε αριστερή στροφή.

Όλες λοιπόν οι μεταβλητές με την ονομασία και την κωδικοποίηση, που μόλις επεξηγήθηκε, παρουσιάζονται στο Παράρτημα Ε'.

Κρίθηκε σκόπιμο να γίνει μη παραμετρικός έλεγχος (non parametric test) και συγκεκριμένα με το τεστ X^2 (the one-sample Chi-Square test), Ο μη παραμετρικός έλεγχος (στατιστικός) αν και υστερεί των παραμετρικών μεθόδων, ως προς την ακρίβεια, εν τούτοις δίνει μια γενικευμένη θεώρηση των στατιστικών προβλημάτων και παρέχει τη δυνατότητα για την ανάλυση κατηγορικών μεταβλητών [SPSS 1995].

Για τη στατιστική επεξεργασία των στοιχείων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) του Εργαστήριο Οδοποιίας του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Το πρόγραμμα αυτό περιλαμβάνει «διαδικασίες» (procedures) με τις οποίες καθορίζεται το είδος της στατιστικής επεξεργασίας, και «υποεντολές» (subcommands) με τις οποίες καθορίζονται οι λεπτομέρειες της στατιστικής ανάλυσης.

Έτσι πιο συγκεκριμένα θεωρήθηκε ως μηδενική υπόθεση ότι οι ερωτηθέντες επιλέγουν την ταχύτητά τους ανεξάρτητα από την τρισδιάστατη εικόνα του δρόμου που βλέπουν μπροστά τους. Η εξέταση όμως και των έξι μεταβλητών με το τεστ X^2 (the one-sample Chi-Square test) οδήγησε όλες τις φορές στο ίδιο αποτέλεσμα ότι δηλαδή $P=0,000<0,01=\alpha$, γεγονός που σημαίνει ότι σε επίπεδο σημαντικότητας 1% η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται (όπως άλλωστε φαίνεται από τα

αποτελέσματα, με τη μορφή ακριβώς που προέκυψαν από το SPSS, που παρουσιάζονται στο Παράρτημα Ε').

Με άλλα λόγια η επιλογή της ταχύτητας στα διάφορα τμήματα της οδού εξαρτάται στατιστικώς σημαντικά (σε επίπεδο σημαντικότητας 1%) από το συνδυασμό καμπύλης οριζοντιογραφίας και καμπύλης μηκοτομής που έχουν μπροστά τους. Συγκεκριμένα και στις έξι περιπτώσεις ο συνδυασμός που τους οδηγεί σε επιλογή μεγαλύτερης ταχύτητας είναι εκείνος που η καμπύλη του στην προοπτική εικόνα φαίνεται πιο ανοικτή.

6.9 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα ανωτέρω συνάγεται ότι σε καμπύλα τμήματα οδού, στα οποία παρατηρείται επαλληλία κατακόρυφης και οριζόντιας καμπύλης σε όλο το μήκος τους και τα οποία έχουν (α) την ίδια ακτίνα οριζοντιογραφίας, (β) το ίδιο μήκος, (γ) την ίδια αρχική κατά μήκος κλίση και (δ) την ίδια απόσταση του αρχικού σημείου της καμπύλης από τη θέση παρατήρησης, ένα πολύ μεγάλο ποσοστό των οδηγών-χρηστών δηλώνουν ότι θα ανέπτυσσαν διαφορετικές ταχύτητες ανάλογα με την προοπτική εικόνα του καμπύλου τμήματος της οδού. Συγκεκριμένα:

(α) από του οδηγούς των **μικρών οχημάτων** θα ανέπτυσσαν μεγαλύτερη ταχύτητα

- 87% σε κοίλη καμπύλη μηκοτομής και μόνο 13 % σε ευθύγραμμη μηκοτομή
- 91% σε ευθύγραμμη μηκοτομή και μόνο 9% σε κυρτή καμπύλη μηκοτομής και
- 99% σε κοίλη καμπύλη μηκοτομής και μόνο 1% σε κυρτή καμπύλη μηκοτομής

(β) από τους οδηγούς των **μεγάλων οχημάτων** θα ανέπτυσσαν μεγαλύτερη ταχύτητα

- 91% σε κοίλη καμπύλη μηκοτομής και μόνο 9 % σε ευθύγραμμη μηκοτομή
- 89% σε ευθύγραμμη μηκοτομή και μόνο 11% σε κυρτή καμπύλη μηκοτομής και
- 95% σε κοίλη καμπύλη μηκοτομής και μόνο 5% σε κυρτή καμπύλη μηκοτομής

Συνολικά, το ποσοστό των οδηγών οχημάτων όλων των κατηγοριών, που δηλώνουν ότι θα ανέπτυσαν μεγαλύτερη ταχύτητα στο καμπύλο τμήμα οδού του οποίου η καμπύλη του άξονα στην προοπτική εικόνα φαίνεται πιο ανοιχτή, κυμαίνεται στο διάστημα $91.50\% \div 92.35\%$.

Δεδομένου ότι η ακτίνα της καμπύλης οριζοντιογραφίας είναι συνάρτηση της αναμενόμενης ταχύτητας θα ήταν σκόπιμο, σε μελλοντική έρευνα, να διερευνηθεί αν η ελάχιστη ακτίνα οριζοντιογραφίας πρέπει να συναρτηθεί και προς το είδος της καμπύλης μηκοτομής. Δηλαδή, να εξεταστεί αν η ελάχιστη ακτίνα οριζοντιογραφίας σε κοίλη καμπύλη μηκοτομής πρέπει να είναι μεγαλύτερη εκείνης που αντιστοιχεί σε μηκοτομή με σταθερή κατά μήκος κλίση. Σε μια τέτοια έρευνα θα ήταν χρήσιμο να αναζητηθεί και διατυπωθεί διαδικασία υπολογισμού της ελάχιστης ακτίνας οριζοντιογραφίας σε περίπτωση επαλληλίας κοίλης καμπύλης μηκοτομής.

7. ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα βασικά συμπεράσματα που προκύπτουν από την παρούσα εργασία είναι τα ακόλουθα:

- Ο προσδιορισμός των τμημάτων, κατά μήκος των οποίων ο οδηγός αντιλαμβάνεται την ίδια μορφή προοπτικής εικόνας, είναι χρήσιμος δεδομένου ότι επιτρέπει στο μελετητή μηχανικό να επιτύχει εναρμόνιση της χάραξης ελέγχοντας μόνο τις δυσμενέστερες θέσεις σε κάθε ένα από τα τμήματα αυτά. Ο έλεγχος γίνεται με χάραξη της προοπτικής εικόνας της οδού είτε με προσεγγιστικές μεθόδους (στάδιο προμελέτης) είτε με χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή και CAD συστημάτων (στάδιο οριστικής μελέτης).
- Η εμφάνιση οπτικής θλάσης στην προοπτική εικόνα τμήματος οδού, του οποίου η οριζοντιογραφία είναι ευθύγραμμη και η μηκοτομή κοίλη καμπύλη, δεν εξαρτάται μόνο από το λόγο μήκους/απόστασης μέσου της κοίλης καμπύλης από τη θέση του οδηγού-παρατηρητή αλλά και από την απόσταση του μέσου της καμπύλης από τον παρατηρητή.
- Ο κανόνας για την οπτική θλάση, που διατυπώνεται στην παρούσα διπλωματική εργασία, ότι δηλαδή « στην προοπτική εικόνα, ο λόγος της αρχικής προς την τελική εφαπτομένη της κοίλης καμπύλης πρέπει να είναι μεγαλύτερος ή τουλάχιστον ίσος προς τη μονάδα», συνδυασμένος με τον ανωτέρω κανόνα του λόγου μήκους/απόστασης μέσου της κοίλης καμπύλης από τον παρατηρητή, φαίνεται ότι μπορεί να προσφέρει ένα νέο ενιαίο κριτήριο εκλογής του ελάχιστου μήκους κοίλης καμπύλης ώστε να μην εμφανίζεται οπτική θλάση. Οι πίνακες και τα αντίστοιχα γραφήματα υπολογισμού του ελάχιστου μήκους κοίλης καμπύλης μηκοτομής σύμφωνα με το ενιαίο κριτήριο, που περιλαμβάνονται στο αντίστοιχο κεφάλαιο, μπορεί να αποδειχθούν χρήσιμα τόσο

στον έλεγχο του ίδιου του κριτηρίου σε μία μελλοντική ανάλυση αποδοτικότητας κόστους, όσο και στην εφαρμογή του αν και εφ' όσον το κριτήριο αυτό θα γινόταν αποδεκτό.

- Από τη γεωμετρία της προοπτικής εικόνας προκύπτει ότι η καμπυλότητα του άξονα και των οριογραμμών τμήματος οδού στο χώρο δεν εξαρτάται μόνο από την ακτίνα της οριζοντιογραφικής καμπύλης αλλά και από το είδος της υπερτιθέμενης καμπύλης μηκοτομής. Η ίδια οριζοντιογραφική καμπύλη όταν συνδυάζεται με κοίλη/κυρτή καμπύλη μηκοτομής φαίνεται πιο ανοικτή/κλειστή από όσο φαίνεται όταν συνδυάζεται με μηκοτομή σταθερής κλίσης.
- Από την έρευνα που πραγματοποιήθηκε με συμπλήρωση ερωτηματολογίου σε ογδόντα οδηγούς οχημάτων διαφόρων κατηγοριών, προκύπτει ότι ένα πολύ μεγάλο ποσοστό οδηγών (>91.5%) δηλώνουν ότι θα ανέπτυσσαν μεγαλύτερη ταχύτητα στο καμπύλο τμήμα της οδού του οποίου η καμπύλη στο χώρο (προοπτική εικόνα) φαίνεται πιο ανοικτή.

Με βάση τα ανωτέρω συμπεράσματα διατυπώνονται οι ακόλουθες δύο προτάσεις για περαιτέρω έρευνα:

- Να πραγματοποιηθεί ανάλυση αποδοτικότητας κόστους στην περίπτωση χρήσης του ενιαίου κριτηρίου για την αποφυγή της οπτικής θλάσης στην προοπτική εικόνα τμήματος οδού.
- Να επιλεγούν τμήματα οδών με όμοιες καμπύλες οριζοντιογραφίας αλλά διαφορετικές μηκοτομές και να μετρηθούν οι ταχύτητες των οχημάτων ώστε να εξεταστεί αν αντιστοιχεί στην πραγματικότητα η πρόθεση των οδηγών όπως καταγράφηκε στη διεξαχθείσα έρευνα.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

AASHTO (1994). "A policy on geometric design of highways and streets" (1994). American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), Washington, D.C.

ASCE (1977). "Practical Highway Esthetics". Asce, New York.

Cron, F. W. (1959). "The Art of Fitting the Highway to the Landscape." In "The Highway and the Landscape", W. B. Snow, ed., Rutgers University Press, New Brunswick, N.J., 78-109.

Lorenz, H. (1971). "Trassierung und Gestaltung von Strassen und Autobahnen". Bauverlag GmbH, Wiesbaden und Berlin.

Mannering, F. L., and Kilareski, W. P. (1990). "Principles of Highway Engineering and Traffic Analysis". John Wiley & Sons, New York.

Pushkarev, F. (1963). "The Paved Ribbon: The Esthetics of Freeway Design". In "Manmade America: Chaos or Control?" Yale University Press, New Haven, 157-206.

O'Flaherty, C. A. (1974). Highways. Volume 1. Highways and Traffic". Edward Arnold, London.

RAS-L (1995). "Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Linienführung (RAS-L). Ausgabe 1995, Bonn.

RTAC (1986). "Manual of Geometric Design Standards for Canadian Roads". Roads and Transportation Association of Canada, Ottawa, Canada.

Smith, B., and Lamm, R. (1994). "Coordination of Horizontal and Vertical Alinement with regard to highway aesthetics", Transportation Research Record 1445, 73-85.

SPSS Windows Advanced Statistics Release 6.0. Software Manual.

Taiganidis, I., and Kanellaidis, G. (1998). "Approximate Perspective Design of Roads ". Έγινε δεκτή για δημοσίευση στο ASCE Journal.

Μπιρπάκης, Ι. (1998). «Προοπτική απεικόνιση οδών». Διπλωματική εργασία. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

8. BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- AASHTO (1994).** "A policy on geometric design of highways and streets" (1994). American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), Washington, D.C.
- ASCE (1977).** "Practical Highway Esthetics". Asce, New York.
- Cron, F. W. (1959).** "The Art of Fitting the Highway to the Landscape." In "The Highway and the Landscape", W. B. Snow, ed., Rutgers University Press, New Brunswick, N.J., 78-109.
- Lorenz, H. (1971).** "Trassierung und Gestaltung von Strassen und Autobahnen". Bauverlag GmbH, Wiesbaden und Berlin.
- Mannering, F. L., and Kilareski, W. P. (1990).** "Principles of Highway Engineering and Traffic Analysis". John Wiley & Sons, New York.
- Pushkarev, F. (1963).** "The Paved Ribbon: The Esthetics of Freeway Design". In "Manmade America: Chaos or Control?" Yale University Press, New Haven, 157-206.
- O'Flaherty, C. A. (1974).** Highways. Volume 1. Highways and Traffic". Edward Arnold, London.
- RAS-L (1995).** "Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Linienführung (RAS-L). Ausgabe 1995, Bonn.
- RTAC (1986).** "Manual of Geometric Design Standards for Canadian Roads". Roads and Transportation Association of Canada, Ottawa, Canada.
- Smith, B., and Lamm, R. (1994).** "Coordination of Horizontal and Vertical Alinement with regard to highway aesthetics", Transportation Research Record 1445, 73-85.

Taiganidis, I., and Kanellaidis, G. (1998). "Approximate Perspective Design of Roads ". Έγινε δεκτή για δημοσίευση στο ASCE Journal.

Μπιρπάκης, Ι. (1998). «Προοπτική απεικόνιση οδών». Διπλωματική εργασία. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Τζιαφέτας, Γ. (1991). «Εισαγωγικά Μαθήματα Στατιστικής». Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

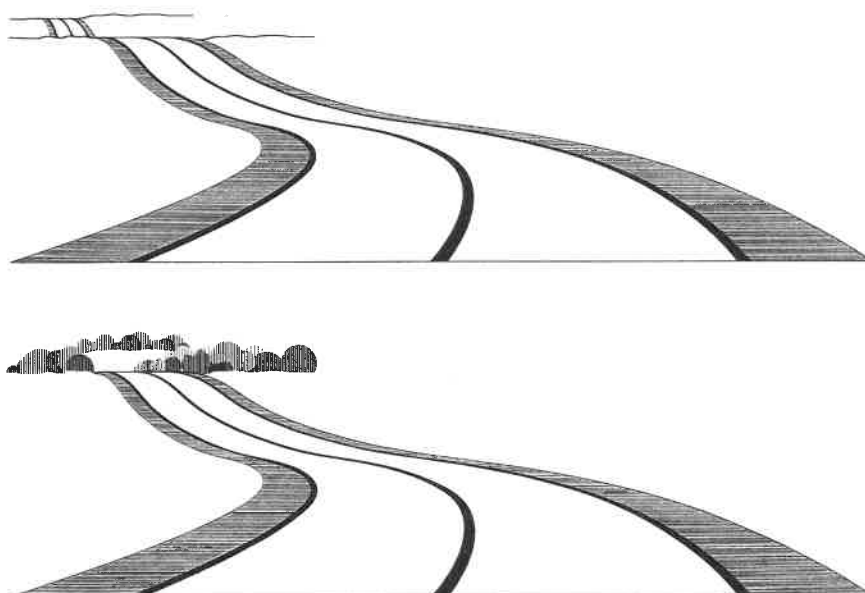
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Αναπλ. Καθηγητής Γ. ΚΑΝΕΛΛΑΪΔΗΣ

**ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΧΑΡΑΞΗΣ ΤΩΝ ΟΔΩΝ
ΚΑΙ ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΤΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΧΑΡΑΞΗ ΣΤΟ
ΧΩΡΟ**

(ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ)



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΛΕΝΗ Ι. ΤΑΪΓΑΝΙΔΗ

ΑΘΗΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 1998

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.	Καναδικοί κανονισμοί (RTAC 1986)	2
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β.	Αμερικανικοί κανονισμοί (AASHTO 1994)	20
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ.	Προσεγγιστική μέθοδος χάραξης της προοπτικής εικόνας τμήματος οδού	35
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ.	Πρόγραμμα υπολογισμού του ελάχιστου μήκους κοίλης καμπύλης μηκοτομής οδού και αποτελέσματα	62
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε.	Στατιστική επεξεργασία των απαντήσεων στο βασικό ερώτημα	73

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΑΙΣΘΗΤΙΚΕΣ ΘΕΩΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΟΔΩΝ

ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΚΑΝΑΔΙΚΟΥΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥΣ

(RTAC 1986)

B.6. ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΤΑ ΤΗ ΧΑΡΑΞΗ

B. 6. 1. ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

Η οπτική εικόνα του αυτοκινητοδρόμου όπως φαίνεται από τη θέση του οδηγού και του συνοδηγού, θεωρείται σημαντικό χαρακτηριστικό στο γεωμετρικό σχεδιασμό. Η εξασφάλιση οπτικής άνεσης βοηθάει στο να γίνει η οδήγηση μια πιο ξεκούραστη εμπειρία με αποτέλεσμα καλύτερη και ασφαλέστερη κυκλοφοριακή λειτουργία. Χαρακτηριστικά που ενοχλούν αισθητικά τους οδηγούς πρέπει να αποφεύγονται. Ένας άσχημος αυτοκινητόδρομος αποτελεί πληγή για το τοπίο ενώ μια αισθητικά ευχάριστη οδός μπορεί να αποτελέσει προσόν που αναβαθμίζει την περιοχή από την οποία διέρχεται.

Για να δημιουργηθεί μια αισθητικά ευχάριστη οδός ο χαράκτης πρέπει να εκτιμά τη σχέση μεταξύ της οδού και του περιβάλλοντος χώρου. Μερικά ειδικά χαρακτηριστικά που λαμβάνονται υπόψιν περιλαμβάνουν:

- Προσαρμογή του αυτοκινητόδρομου στην τοπογραφία του περιβάλλοντος χώρου.
- Ανάπτυξη ανεξαρτήτων χαράξεων για κάθε κατάσταση οδού χωριστά με ενδιάμεσο ελεύθερο χώρο όταν το επιτρέπει το εύρος καταλήψεως της οδού.
- Συνεχής καμπυλόγραμμη χάραξη η οποία προτιμάται από τη χάραξη που περιλαμβάνει μεγάλου μήκους ευθυγραμμίες μικρού μήκους καμπύλες.
- Συνδυασμός οριζοντιογραφίας και μηκοτομής.

- Εφαρμογή των μελετών ώστε να επιτυγχάνονται οπτικά ευχάριστες κατασκευές, τοίχοι αντιστήριξης και πρηνή.

Σε πολλές περιπτώσεις οι παραπάνω αρχές μπορούν να εφαρμοστούν με αποδεκτό επιπλέον κόστος. Στις περιπτώσεις όπου το επιπλέον κόστος είναι παράγοντας, εκτιμώνται τα οφέλη έναντι του απαιτούμενου κόστους.

Παραδείγματα καλής και ανεπιτυχούς εφαρμογής των ανωτέρω αρχών φαίνονται στα σχήματα Β.6.1.α έως Β.1.6(Ι). Κάθε φωτογραφία ή προοπτικό σκαρίφημα έχει ένα μικρό σχόλιο το οποίο περιγράφει τις συγκεκριμένες οπτικές ιδιότητες.

Β.6.2 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΜΗΚΟΤΟΜΗΣ

Οι βασικές προδιαγραφές για οριζόντια και κατακόρυφη χάραξη αναπτύσσονται στα κεφάλαια Β.3 και Β.4. Ένα τμήμα οδού μπορεί να σχεδιαστεί ώστε να ικανοποιεί αυτές τις αρχές, αλλά μολταύτα να παρουσιάζει αρκετά χαρακτηριστικά που δεν ικανοποιούν την ασφάλεια και την αισθητική. Οι προδιαγραφές δεν αναφέρονται στη σχέση μηκοτομής και οριζοντιογραφίας, ούτε το αντικείμενο με το οποίο ασχολούμαστε μπορεί να απομονωθεί χωρίς να αναφέρεται στον περιβάλλοντα χώρο του αυτοκινητοδρόμου. Η οριζοντιογραφία και μηκοτομή αλληλεξαρτώνται και ό,τι ισχύει για τη μια είναι γενικά εφαρμόσιμο και για την άλλη.

Κατά το στάδιο επιλογής της θέσης καθώς και στη φάση σχεδιασμού μιας οδού, χαράσσεται η τρισδιάστατη εικόνα της οδού και λαμβάνονται υπόψη οι συνέπειες των διαφόρων συνδυασμών οριζοντιογραφίας και

μηκοτομής στη χρησιμότητα, ασφάλεια και εμφάνιση της τελικής μελέτης.

Για να επιτευχθεί ένας καλός συνδυασμός οριζοντιογραφίας και μηκοτομής, χρησιμοποιούνται ως οδηγός οι ακόλουθες αρχές για τεχνική θεώρηση κατά το σχεδιασμό μιας οδού:

- Καμπυλότητα και κατά μήκος κλίσεις πρέπει να βρίσκονται σε κατάλληλη ισορροπία με το έδαφος και την περιοχή από την οποία διέρχεται η οδός.
- Επαλληλία καμπύλων μηκοτομής και οριζοντιογραφίας γενικά παρέχουν βελτιωμένη εμφάνιση. Ωστόσο, αυτός ο συνδυασμός πρέπει να εξεταστεί ως προς την επιρροή του στην κυκλοφοριακή λειτουργία, ασφάλεια και αισθητική.
- Εκεί όπου οι καμπύλες οριζοντιογραφίας και μηκοτομής συμπίπτουν, η καμπύλη οριζοντιογραφίας πρέπει να προηγείται της καμπύλης μηκοτομής.
- Μικρού μήκους καμπύλες μηκοτομής δεν πρέπει να συνδυάζονται με καμπύλες οριζοντιογραφίας και όπου είναι δυνατό οι καμπύλες μηκοτομής να έχουν μεγάλο μήκος και τα μέσα των καμπύλων οριζοντιογραφίας και μηκοτομής να συμπίπτουν.
- Οι καμπύλες οριζοντιογραφίας που φαίνονται από μια απόσταση, τείνουν να φαίνονται σχεδιασμένες σε σμίκρυνση σύμφωνα με το προοπτικό βάθος. Η ακτίνα της οριζοντιογραφίας πρέπει να έχει κατά το δυνατό μεγάλο μήκος ώστε να αποφεύγεται η εμφάνιση (στρέβλωσης, συστροφής) θλάσης.
- Σε αυτοκινητόδρομους με δύο λωρίδες κυκλοφορίας η ανάγκη για ασφαλή προοπτέραση δεν πρέπει να παραβλέπεται. Αυτή η απαίτηση δεν επιτρέπει την επίτευξη μερικών άλλων επιθυμητών συνδυασμών μηκοτομής και οριζοντιογραφίας.

- Σε διαιρεμένους αυτοκινητόδρομους όπου το πλάτος του ενδιάμεσου ελεύθερου χώρου ποικίλει πρέπει να εξετάζεται η δυνατότητα ανεξάρτητης χάραξης οριζοντιογραφίας και μηκοτομής για κάθε κατεύθυνση.
- Πρέπει να σημειωθεί ότι η οριζοντιογραφία και η μηκοτομή είναι τα πιο σταθερά στοιχεία της χάραξης μιας οδού, και όταν μια οδός κατασκευαστεί, τα χαρακτηριστικά της χάραξης μπορεί να παραμείνουν και να τα βλέπουν οι χρήστες της οδού για πολλά χρόνια.

Όταν επιλέγονται τα διάφορα στοιχεία μιας οριζοντιογραφίας, σεβόμενοι εκτός από τους ελέγχους που αναφέρονται στα κεφάλαια Β2, Β3 και Β4, ο μελετητής πρέπει να λαμβάνει υπόψιν την σύνθεση των επιμέρους στοιχείων και τη σχέση της οριζοντιογραφίας με το περιβάλλον και τις παρόδους περιοχές. Οδηγίες που πρέπει να τηρούνται είναι :

- Η χρήση της ελάχιστης ακτίνας πρέπει να αποφεύγεται όποτε είναι δυνατό, αφού αυτή αντιστοιχεί σε οριακή κατάσταση.
- Μια κλειστή καμπύλη δεν πρέπει να εισάγεται στο τέλος ενός μεγάλου μήκους ευθύγραμμου τμήματος.
- Απότομες αλλαγές από μεγάλες ακτίνες σε μικρές ακτίνες πρέπει να αποφεύγονται.
- Στο τέλος ενός ευθύγραμμου τμήματος με μεγάλο μήκος, πρέπει να γίνεται βαθμιαία μείωση των ακτινών ώστε να δοθεί η δυνατότητα στον οδηγό να προσαρμόσει την ταχύτητα του στη νέα κατάσταση. Το πρόσθετο μήκος δίνει την ευκαιρία να μειωθεί η ταχύτητα με ασφάλεια.

Η μηκοτομή που έχει μια σειρά διαδοχικών κλειστών κοίλων και κυρτών καμπύλων δίνει την εντύπωση κυματοειδούς επιφάνειας, και πρέπει να αποφεύγεται.

Μηκοτομή στην οποία μικρό τμήμα της οδού δεν είναι ορατό από τον οδηγό (φαινόμενο βύθισης) πρέπει να αποφεύγεται.

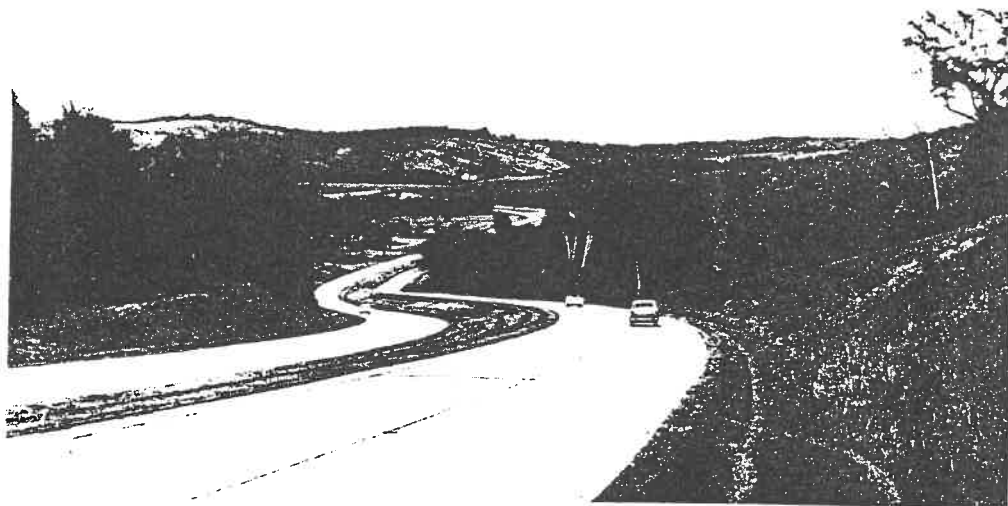
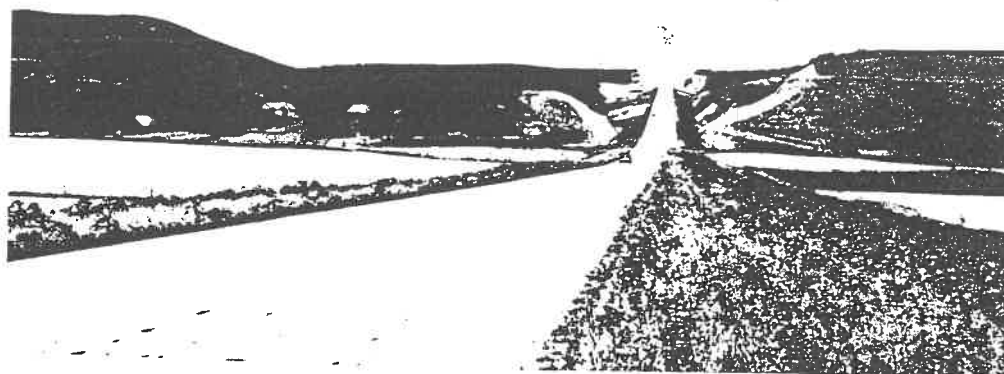
Τέτοιες μηκοτομές γενικά παρουσιάζονται σε ευθύγραμμες οριζοντιογραφίες, όπου η μηκοτομή της οδού ακολουθεί την κυματοειδή επιφάνεια του φυσικού εδάφους. Οι βυθίσεις αυτές μπορεί να οδηγήσουν σε ατυχήματα που σχετίζονται με ελιγμό προσπέρασης, επειδή ο οδηγός που προσπερνά παραπλανάται από το πέραν της βύθισης ορατό τμήμα της οδού όπου ενδεχομένως δεν υπάρχουν αντιθέτως κινούμενα οχήματα. Ακόμα και όταν οι βυθίσεις είναι ρηχές αυτός ο τύπος της μηκοτομής είναι ενοχλητικός στον οδηγό επειδή δεν μπορεί να είναι βέβαιος αν υπάρχει αντιθέτως κινούμενο όχημα το οποίο δεν φαίνεται. Αυτό το είδος της κατακόρυφης χάραξης μπορεί να αποφευχθεί με καμπύλες μηκοτομής μεγαλύτερου μήκους ακόμη και με πρόσθετα ορύγματα και επιχώματα.



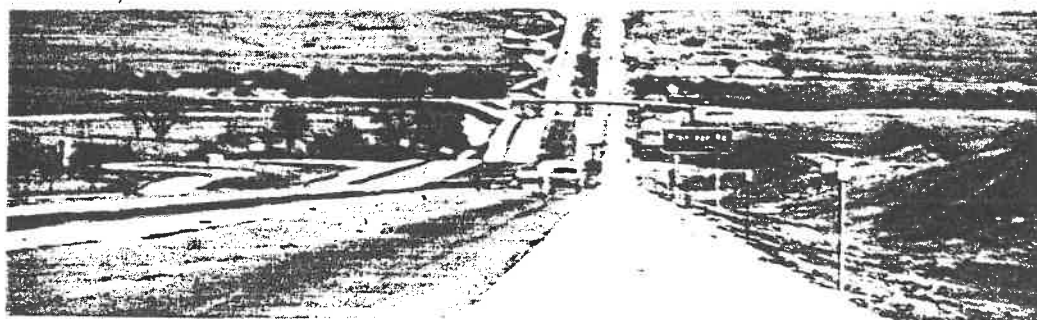
1. Για να εκτιμηθεί πλήρως η αξία της καλής μελέτης, είναι διδακτικό να εξεταστούν μερικά παραδείγματα ασυνεχούς χάραξης όπου το «πώς φαίνεται» θεωρήθηκε ασήμαντο. Μια συνεχής καμπύλη που αρχίζει στο κάτω μέρος της εικόνας και τελειώνει εκεί όπου η δεξιά λωρίδα δεν φαίνεται, θα μπορούσε να ήταν πολύ καλύτερη λύση.



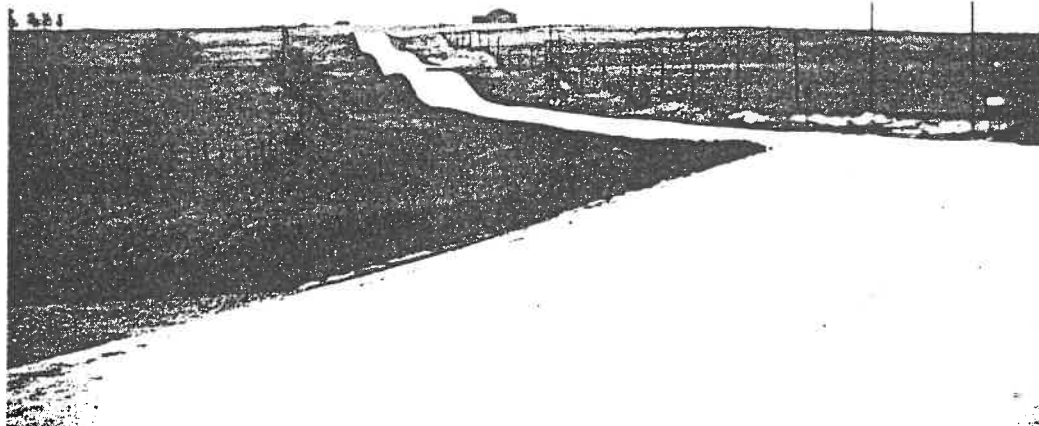
2. Αυτές οι δύο αντίθετες φωτογραφίες, αποτυπώνουν σαφώς τη διαφορά μεταξύ χάραξης με μεγάλους μήκους ευθυγραμμίες και μικρού μήκους καμπύλες και χάραξης συνεχούς και καμπυλόγραμμης. Η πάνω θέα δίνει την εντύπωση ότι ο χαράκτης αποτύπωσε κάθε στοιχείο του αυτοκινητοδρόμου σε ξεχωριστό φύλλο χωρίς να σεβαστεί την συνέχεια ολόκληρου του αυτοκινητοδρόμου (στο σύνολο). Ο άλλος αυτοκινητόδρομος (κάτω) αναπτύσσεται σύμφωνα με τις ισοϋψείς του εδάφους με ελάχιστη απότομη αλλαγή στην κλίση και τη χάραξη.



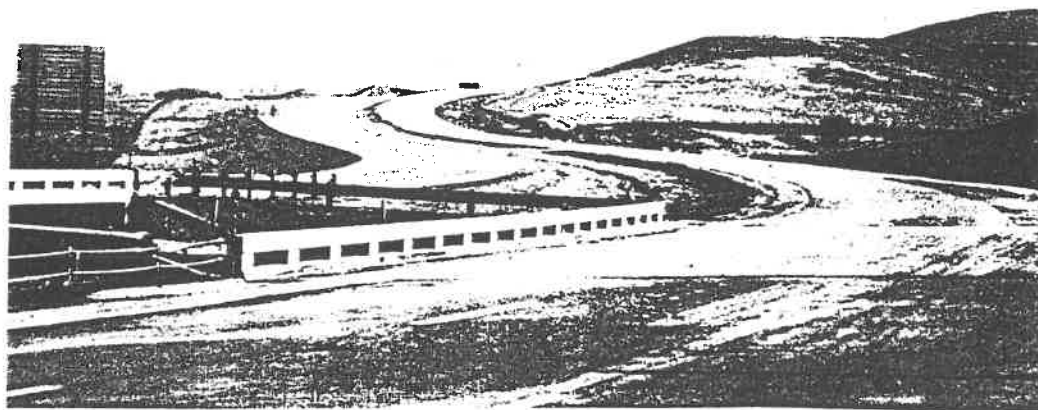
3. Η χάραξη πρέπει να είναι κατά το δυνατό τεταμένη αλλά πρέπει να ταιριάζει και με την τοπογραφία. Μια ομαλά μεταβαλλόμενη γραμμή που ταιριάζει με τις ισοϋψείς του εδάφους, προτιμάται αισθητικά από κάποια με ευθύγραμμα τμήματα μεγάλου μήκους τα οποία τραυματίζουν το έδαφος. Τα ορύγματα και επιχώματα μπορούν να κρατηθούν στο ελάχιστο και τόσο το φυσικό πρυνές όσο και η βλάστηση να διατηρηθούν (φυλαχτούν).



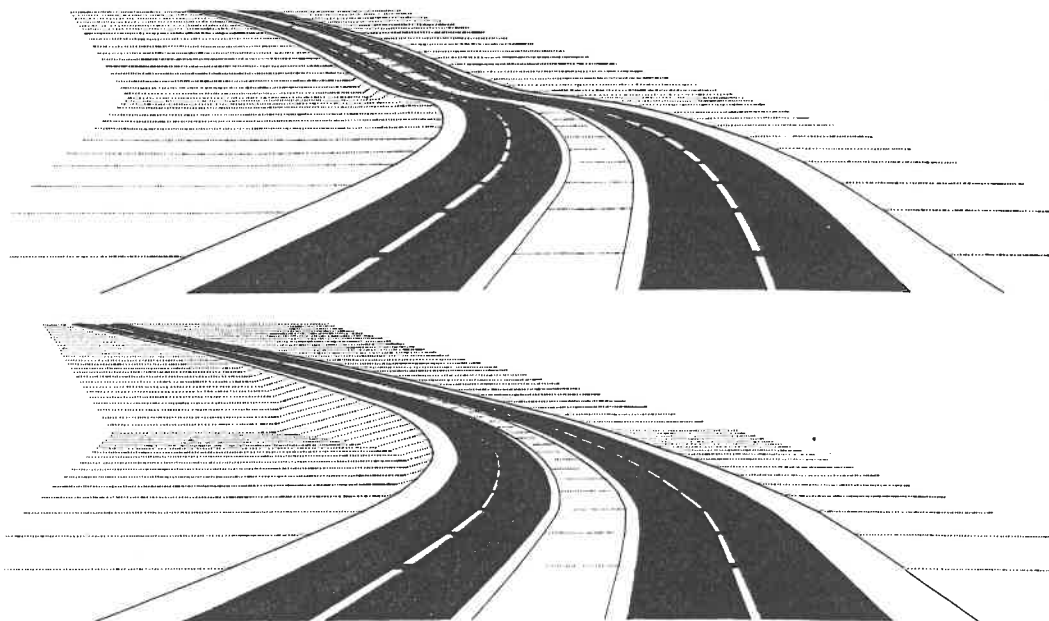
4. Λόγω της ευθείας χάραξης, κάποιος μπορεί συχνά να δει σε μεγάλη απόσταση μπροστά. Όταν συμβαίνει αυτό, είναι σχεδόν αδύνατο να αποφύγουμε την εμφάνιση της κυματοειδούς επιφάνειας. Επίσης οποιεσδήποτε αλλαγές στο πλάτος του ενδιαμέσου ελεύθερου χώρου είναι δύσκολο να καλυφθούν. Παρατηρήστε τη μεταβολή του πλάτους ακριβώς πάνω από την κατασκευή της διασταύρωσης.



5. Οι μηκοτομές που παρουσιάζουν κυματισμό ή βυθίσεις πρέπει να αποφεύγονται. Γενικά τέτοιες μηκοτομές εμφανίζονται (παρουσιάζονται) σε σχετικά ευθύγραμμες οριζοντιογραφίες όπου η μηκοτομή του καταστρώματος της οδού ακολουθεί πιστά την κυματοειδή επιφάνεια του φυσικού εδάφους. Οι χαράξεις αυτές είναι επικίνδυνες και αισθητικά «μη ευχάριστες». Η κατακόρυφη χάραξη που επιδιώκει να προσαρμοστεί στις μικρές πτυχώσεις του εδάφους δεν είναι σύμφωνη με την πιο τεταμένη οριζοντιογραφία.



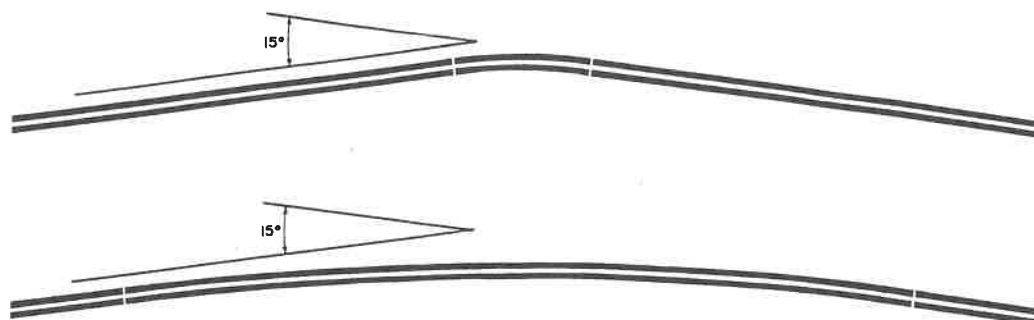
6. Αυτό το παράδειγμα καμπυλόγραμμης χάραξης επιτρέπει στον οδηγό να παρατηρεί τον περιβάλλοντα χώρο χωρίς να στρέψει το κεφάλι του για καλύτερη θέα.



7. Αυτή η εικόνα αποτυπώνει το αποτέλεσμα της επαλληλίας κατακόρυφης καμπύλης μικρού μήκους σε σχετικά μεγάλου μήκους οριζόντια καμπύλη μεγάλου μήκους. Για να περιοριστεί η εντύπωση της βύθισης του οδοστρώματος, είναι απαραίτητο να αυξηθεί το μήκος της κατακόρυφης καμπύλης ώστε να πλησιάζει το μήκος της οριζόντιας καμπύλης.



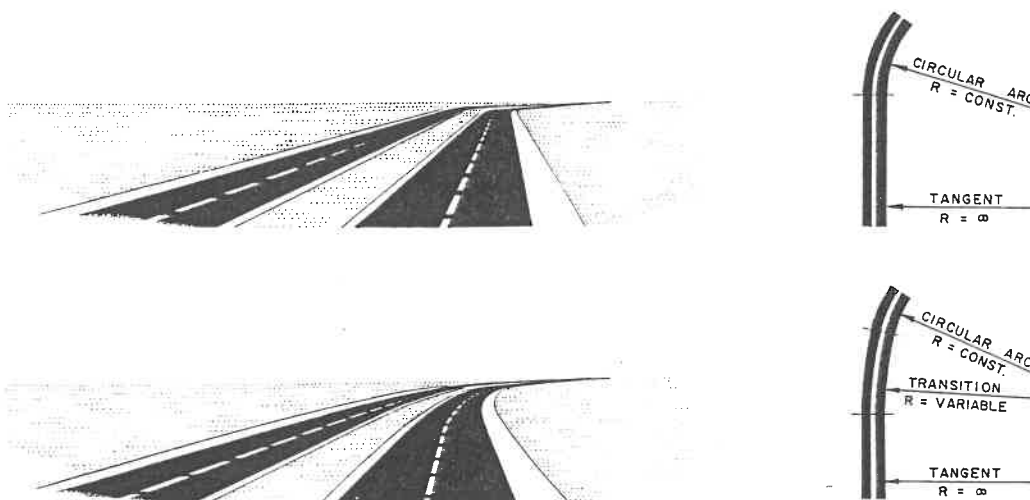
8. Η επιρροή του κοιλώματος είναι προφανής σ' αυτή τη φωτογραφία.



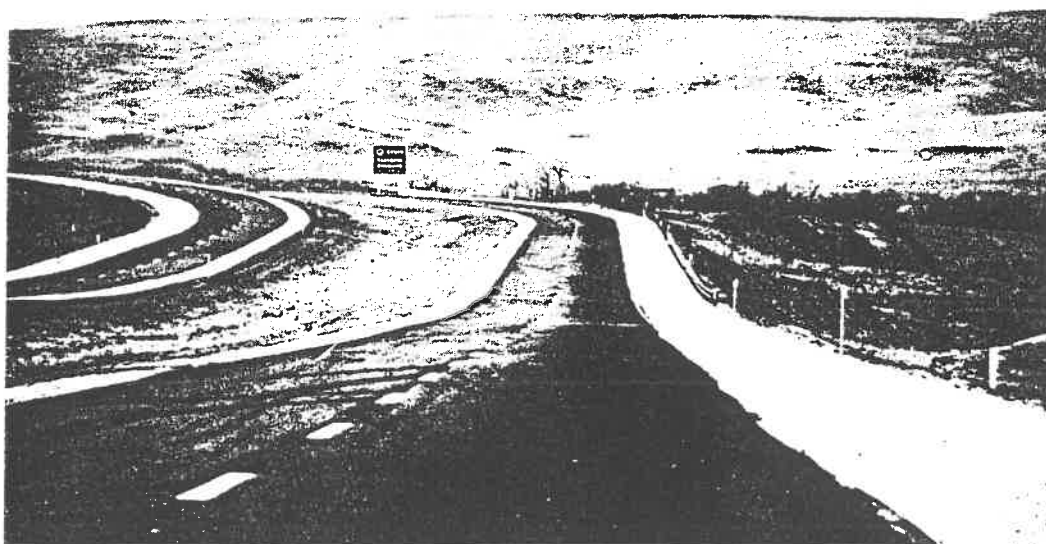
9. Για μικρές ακτίνες αλλαγής διεύθυνσης, οι καμπύλες πρέπει να έχουν επαρκές μήκος ώστε να αποφεύγεται η εμφάνιση οπτικής θλάσης.



10. Αυτή η θέα δίνει την αίσθηση ότι ο χαρακτήρας άλλαξε την πρόθεση του απότομα και δεν σχεδίασε για αρκετό μήκος μπροστά. Για να αποφευχθεί αυτό, το μήκος της καμπύλης πρέπει να είναι ανάλογο της μέγιστης απόστασης από την οποία βλέπουμε την καμπύλη.



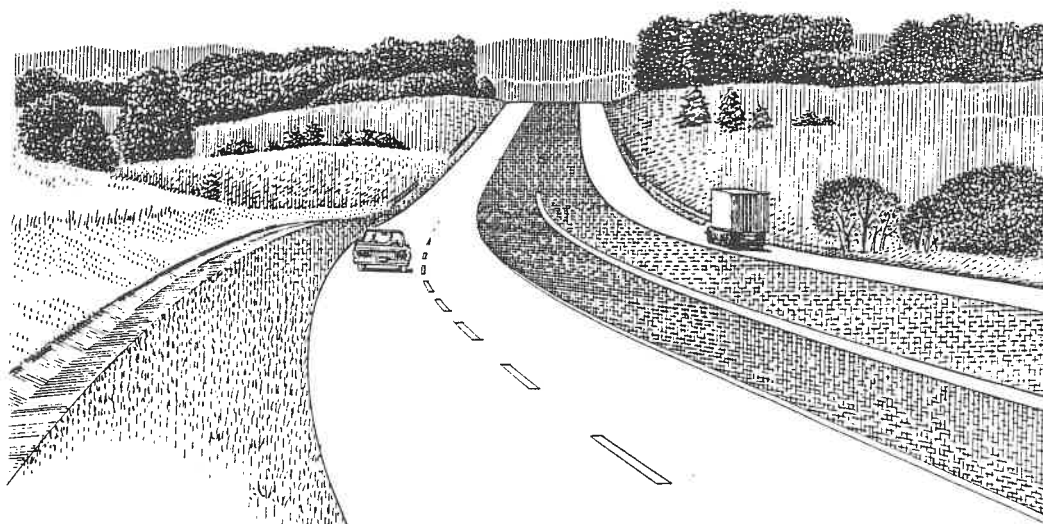
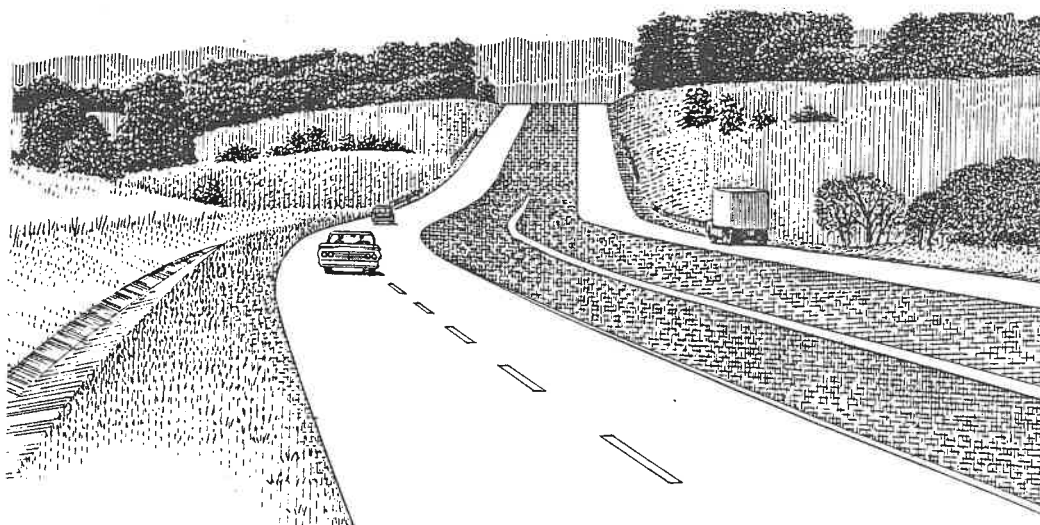
11. Ένα αποτέλεσμα της προοπτικής σχεδίασης είναι ότι τα μακρινά αντικείμενα φαίνονται πιο κοντά απ' ότι είναι στην πραγματικότητα. Ως εκ τούτου, η κυκλική καμπύλη εμφανίζεται να αποκλίνει από την ευθυγραμμία πιο γρήγορα. Αυτό δίνει την εντύπωση ότι ο σχεδιαστής δεν ήταν σε θέση να προσαρμόσει κατάλληλα την καμπύλη με την ευθυγραμμία. Για να αντιμετωπισθεί αυτή την κατάσταση, προτείνεται η χρήση κλωθοειθών μεγάλου μήκους που απεικονίζεται στην κάτω φωτογραφία.



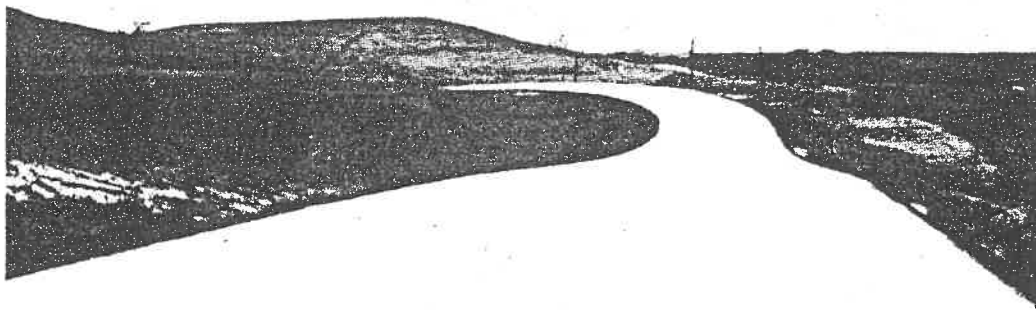
12. Η καμπύλη της οριζοντιογραφίας δεν φαίνεται να εφάπτεται στην ευθυγραμμία. Στην πραγματικότητα κάμπτεται ως προς την ευθύγραμμη χάραξη. Το αριστερά κατάστρωμα της οδού δίνει εντούτοις στον οδηγό μια ένδειξη ότι ο δρόμος συνεχίζει προς τα αριστερά και δεν χάνεται απλώς μακριά.



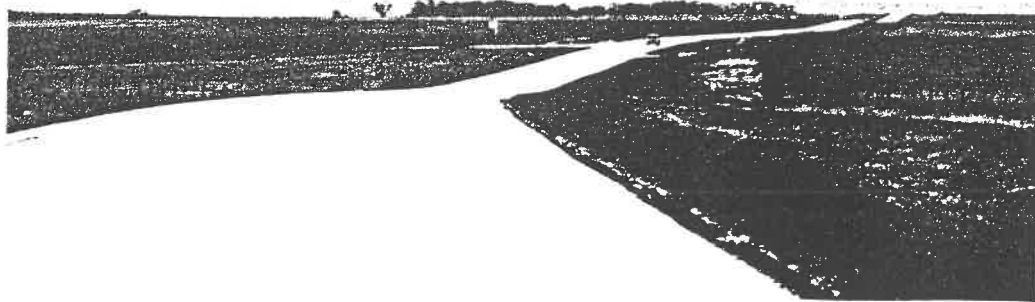
13. Μια μεγάου μήκους κλωθοειδής που αρχίζει στη βάση του λόφου και τελειώνει κοντά στη θέση του φορτηγού, θα μπορούσε να βελτιώσει την καμπύλη αυτή.



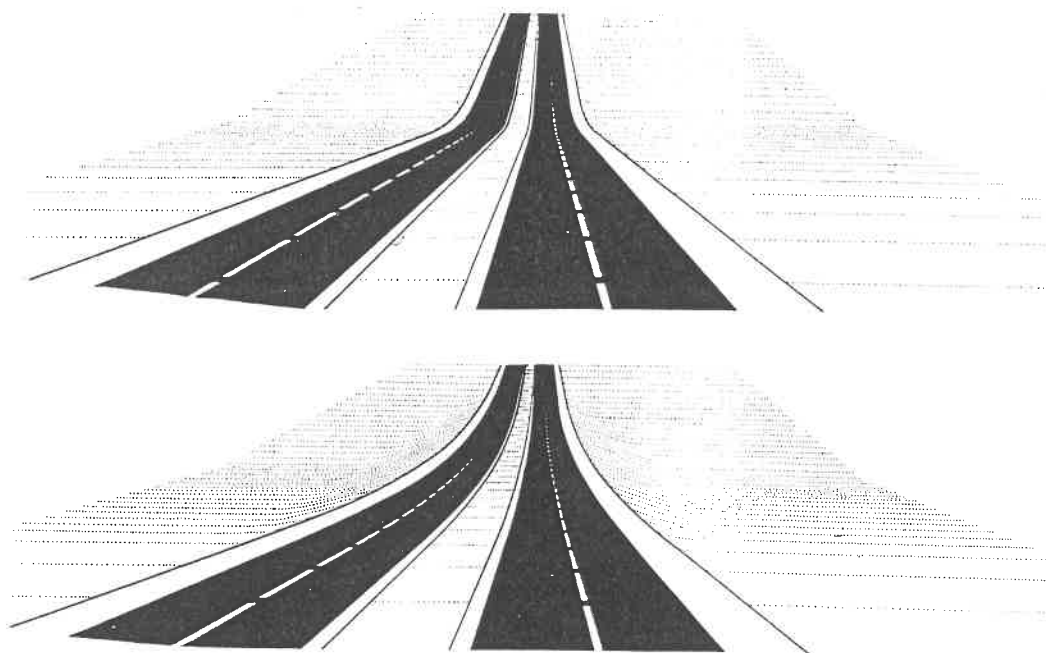
14. Μικρού μήκους καμπύλη μηκοτομής στο τέλος μιας μεγάου μήκους καμπύλης οριζοντιογραφίας δημιουργεί, συνήθως, στρεβλή εμφάνιση. Η κατάσταση μπορεί να βελτιωθεί χρησιμοποιώντας καμπύλη μηκοτομής με μήκος μεγαλύτερο από εκείνο που απαιτείται.



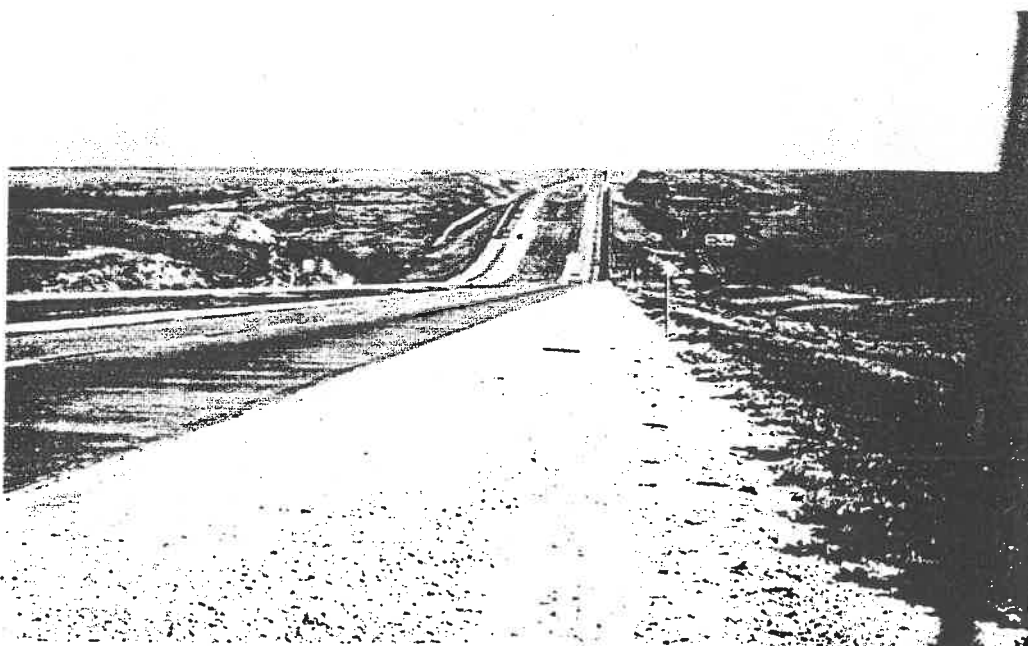
15. Μικρού μήκους καμπύλη μηκοτομής στην αρχή της καμπύλης οριζοντιογραφίας. Ανεπιτυχής και πάλι σχεδίαση.



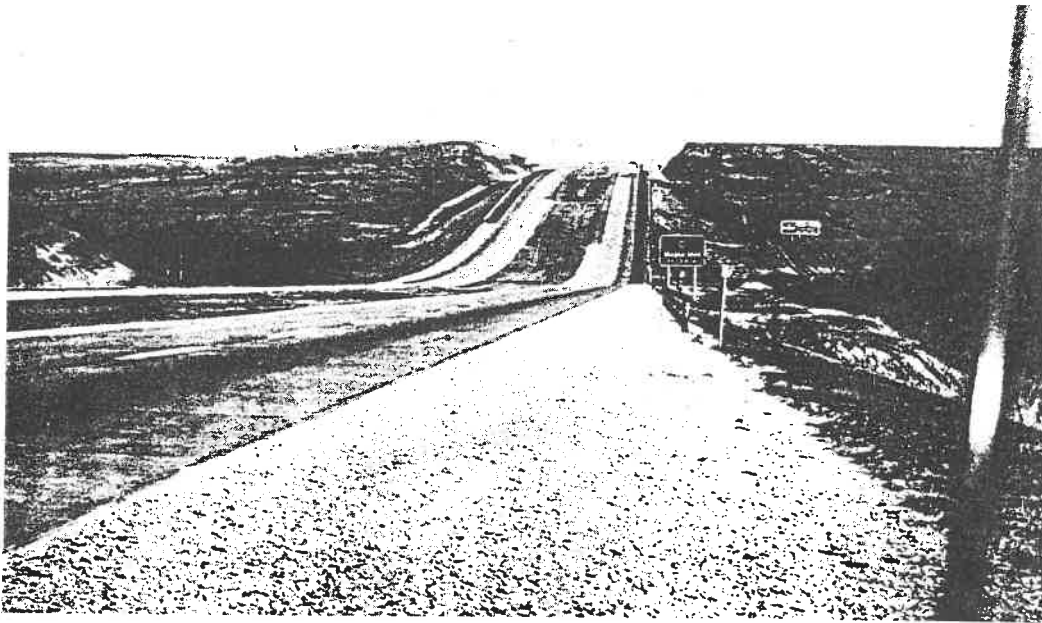
16. Οπτικά σχεδόν ασαφής.



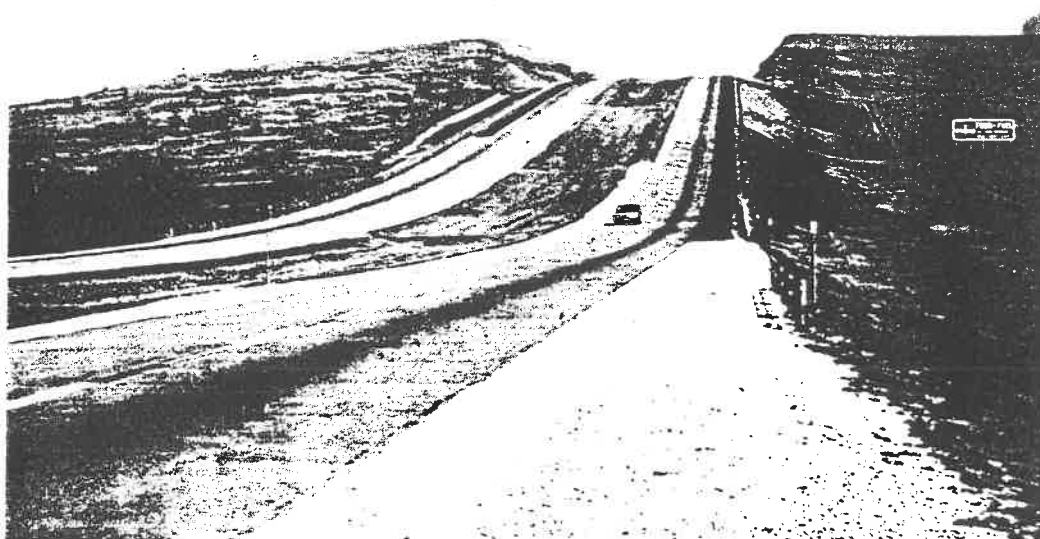
17. Όταν η σχετικώς μικρού μήκους καμπύλη μηκοτομής στην επάνω εικόνα φαίνεται από κάποια απόσταση, η συναρμογή από την κατωφέρεια στην ανωφέρεια φαίνεται απότομη. Οι εναλλακτικές λύσεις είναι μεγαλύτερου μήκους καμπύλες και/ή καμπυλόγραμμη χάραξη ώστε να αμβλυνθεί η επιμήκης εμφάνιση.



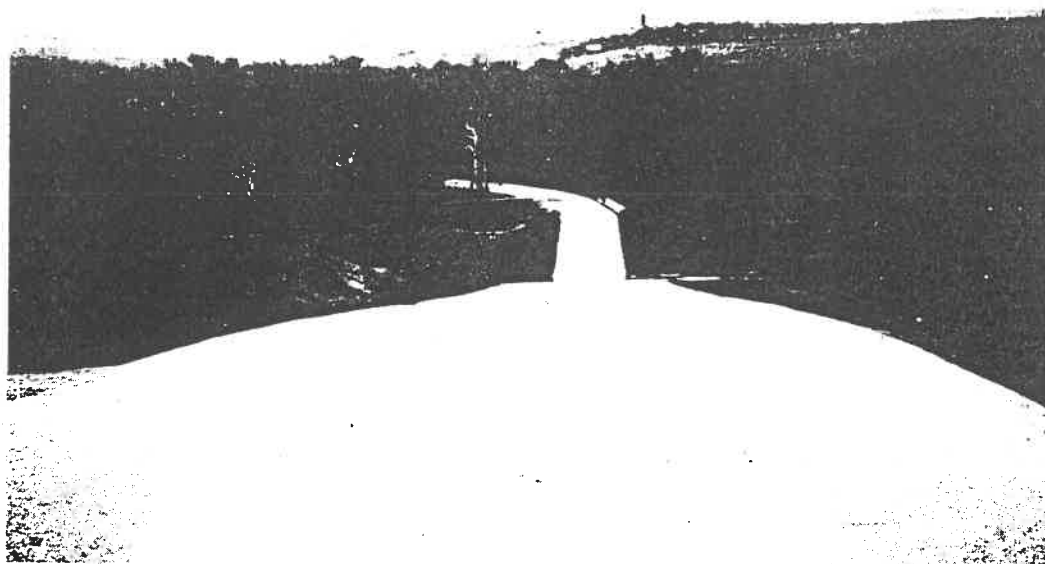
18. Η καμπύλη στο κάτω μέρος του λόφου έχει μικρό μήκος όταν φαίνεται από αυτή την απόσταση.



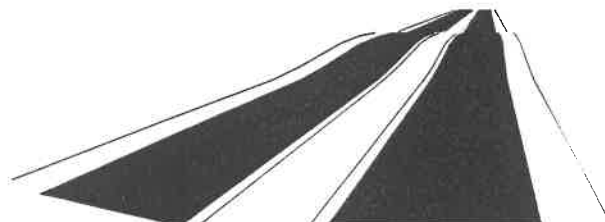
19. Από ένα ενδιάμεσο σημείο, η καμπύλη φαίνεται λιγότερο βραχεία.



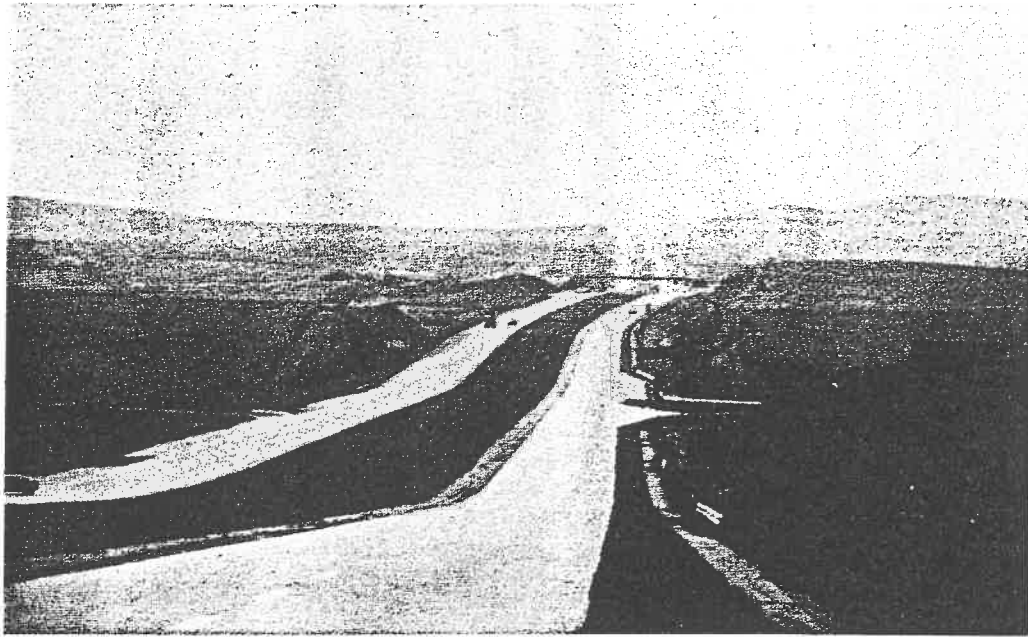
20. Από αυτή τη θέση, το μήκος της κατακόρυφης καμπύλης είναι σχεδόν σωστό.



21. Επειδή η καμπύλη μηκοτομής έχει μικρό μήκος, η αριστερά άκρη του οδοστρώματος παρουσιάζει ένα V στο κάτω μέρος του λόφου.



22. Η διάταξη που αποκαλείται «σπασμένη πλάτη» των καμπυλών (επίπεδη πλάτη ή ευθύγραμμα τμήματα μικρού μήκους μεταξύ δύο καμπύλων στην ίδια διεύθυνση) πρέπει να αποφεύγονται.



23. Η κατακόρυφη χάραξη τύπου «σπασμένης πλάτης» με μικρές αλλαγές στην κατά μήκος κλίση. Αυτός ο τύπος χάραξης καταστρέφει την ομαλή (με απαλές πτυχές) συνέχεια ενός αυτοκινητοδρόμου μεγάλης ταχύτητας. Προσέξτε τη θάλαση στην οριζοντιογραφία.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β
ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΜΗΚΟΤΟΜΗΣ
ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΟΥΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥΣ
(AASHTO 1994)

ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΜΗΚΟΤΟΜΗΣ

ΓΕΝΙΚΕΣ ΘΕΩΡΗΣΕΙΣ

Η οριζοντιογραφία και η μηκοτομή είναι μόνιμα (permanent) στοιχεία της χάραξης και γι' αυτό δικαιολογείται πλήρης μελέτη. Είναι εξαιρετικά δύσκολο και δαπανηρό να διορθωθούν ανεπάρκειες της χάραξης μετά την κατασκευή. Στις ελεύθερες οδούς υπάρχουν πολυάριθμοι περιορισμοί όπως πολυεπίπεδες κατασκευές και υψηλού κόστους απαλλοτριώσεις. Στις περισσότερες αρτηρίες η βαριά ανάπτυξη που πραγματοποιείται κατά μήκος της οδού καθιστά πρακτικώς αδύνατη τη μεταβολή της χάραξης στο μέλλον. Έτσι, συμβιβασμοί στις μελέτες της χάραξης πρέπει να σταθμίζονται προσεκτικά αφού μια αρχική οικονομία στην κατασκευή μπορεί να αντισταθμιστεί από τις οικονομικές απώλειες λόγω ατυχημάτων και καθυστερήσεων.

Η οριζοντιογραφία και η μηκοτομή δεν πρέπει να σχεδιάζονται ανεξάρτητα. Συμπληρώνουν η μια την άλλη και ανεπιτυχείς συνδυασμοί μπορεί να υποβαθμίσουν τα πλεονεκτήματα κάθε μιας και να επιδεινώσουν τα μειονεκτήματά τους. Η οριζοντιογραφία και η μηκοτομή είναι σχεδόν τα πιο σημαντικά από τα μόνιμα στοιχεία μελέτης ενός αυτοκινητοδρόμου. Η αρτιότητα στη μελέτη τους και στη μελέτη του συνδυασμού τους αυξάνει τη χρησιμότητα και την ασφάλεια, επιτρέπει ομοιόμορφη ταχύτητα και βελτιώνει την εμφάνιση, σχεδόν πάντα χωρίς πρόσθετο κόστος.

ΓΕΝΙΚΟΙ ΟΡΟΙ ΜΕΛΕΤΗΣ

Είναι δύσκολο να συζητήσουμε το συνδυασμό της οριζοντιογραφίας και της μηκοτομής χωρίς αναφορά στο ευρύτερο αντικείμενο της θέσης της οδού. Τα αντικείμενα είναι αλληλένδετα μεταξύ τους και ό,τι μπορεί να ειπωθεί σχετικά με ένα από αυτά, γενικά ισχύει και για τα υπόλοιπα. Υποτίθεται ότι

η γενική θέση έχει οριστικοποιηθεί και το απομένον πρόβλημα είναι η συγκεκριμένη σχεδίαση και η εναρμόνιση της μηκοτομής και της οριζοντιογραφίας, ώστε οι τελειωμένοι δρόμοι να είναι οικονομικοί, ευχάριστοι και με ασφαλή άνεση γι' αυτόν που ταξιδεύει. Οι φυσικοί έλεγχοι ή επιρροές που παίζουν ρόλο μεμονωμένα ή σε συνδυασμό για να προσδιορίσουμε τον τύπο της χάραξης, είναι ο χαρακτήρας της οδού που κρίνεται με βάση τις κυκλοφοριακές, τις τοπογραφικές και τις συνθήκες του εδάφους, η υπάρχουσα πολιτισμική ανάπτυξη σε σχέση με την μελλοντική ανάπτυξη, καθώς και τα όρια της τοποθεσίας. Η ταχύτητα μελέτης λαμβάνεται υπόψιν όταν αποφασίζεται η γενική θέση, αλλά όσο το σχέδιο προχωρεί σε πιο λεπτομερή οριζοντιογραφία και μηκοτομή αποκτά μεγαλύτερη σημασία, και η επιλεγείσα ταχύτητα μελέτης κρατά όλα τα στοιχεία μελέτης σε ισορροπία. Η ταχύτητα μελέτης προσδιορίζει τις οριακές τιμές για πολλά στοιχεία όπως η καμπυλότητα και η ορατότητα και επηρεάζει πολλά άλλα στοιχεία όπως η κατά μήκος κλίση· όλα αυτά συζητούνται στα επόμενα μέρη αυτού του κεφαλαίου.

Κατάλληλος συνδυασμός της οριζοντιογραφίας και της μηκοτομής, επιτυγχάνεται με τεχνική μελέτη και θεώρηση των ακόλουθων γενικών όρων:

1. Η καμπυλότητα και οι κατά μήκος κλίσεις της οδού πρέπει να βρίσκονται σε κατάλληλη ισορροπία. Ευθυγραμμία ή ανοιχτές καμπύλες σε συνδυασμό με απότομα ή μεγάλου μήκους κεκλιμένα τμήματα καθώς και υπερβολική καμπυλότητα με μικρές κατά μήκος κλίσεις, αποτελούν ανεπιτυχείς λύσεις. Μια λογική μελέτη η οποία προσφέρει το μέγιστο στην ασφάλεια, την ικανότητα, την ευκολία και την ομοιομορφία της λειτουργίας και της ευχάριστης εμφάνισης, μέσα στα πρακτικά όρια του εδάφους και της περιοχής που διασχίζει, είναι ο συμβιβασμός μεταξύ των άκρων.
2. Κατακόρυφη καμπύλη μηκοτομής σε επαλληλία με καμπύλη οριζοντιογραφίας (ή αντιθέτως), γενικά οδηγεί σε περισσότερο ευχάριστη οδό, πρέπει όμως να αναλύεται ως προς την επίδραση τους στην

κυκλοφορία. Διαδοχικές αλλαγές στη μηκοτομή που δεν είναι συνδυασμένες με τις καμπύλες οριζοντιογραφίας μπορεί να οδηγήσουν σε μια σειρά από κυρτώματα ορατά στον οδηγό για αρκετή απόσταση, κατάσταση που είναι ανεπιθύμητη όπως συζητήθηκε προηγουμένως. Ο συνδυασμός της οριζοντιογραφίας και της μηκοτομής μπορεί επίσης να οδηγήσει σε ορισμένες ανεπιθύμητες καταστάσεις, όπως θα συζητηθεί αργότερα στο κεφάλαιο αυτό.

3. Η κλειστή καμπύλη οριζοντιογραφίας δεν πρέπει να σε ή κοντά σε έντονη κυρτή καμπύλη μηκοτομής. Αυτή η κατάσταση είναι ανεπιθύμητη, επειδή ο οδηγός δεν μπορεί να αντιληφθεί την αλλαγή στην οριζοντιογραφία, ειδικά τη νύχτα όταν οι προβολείς του οχήματος φωτίζουν ευθύγραμμο μέσα στο χώρο. Η δυσκολία αυτής της διάταξης αποφεύγεται όταν η καμπύλη οριζοντιογραφίας οδηγεί την καμπύλη μηκοτομής, δηλαδή όταν η καμπύλη οριζοντιογραφίας έχει μεγαλύτερο μήκος από την καμπύλη μηκοτομής. Κατάλληλη μελέτη μπορεί επίσης να εκπονηθεί με χρήση τιμών μελέτης επαρκώς μεγαλύτερων από τις ελάχιστες για την ταχύτητα μελέτης.
4. Όπως ανωτέρω, κλειστή καμπύλη οριζοντιογραφίας, δεν πρέπει να αρχίζει στο ή κοντά στο κατώτατο σημείο μιας κοίλης κατακόρυφης καμπύλης (κοίλης καμπύλης μηκοτομής). Επειδή η οδός σμικρύνεται με το προοπτικό βάθος, κάθε καμπύλη οριζοντιογραφίας εκτός από την ανοικτή προσλαμβάνει ανεπιθύμητη παραμορφωμένη εμφάνιση. Επιπλέον, οι ταχύτητες των οχημάτων, ειδικά των φορτηγών, συχνά είναι υψηλές στο κατώτατο σημείο των μηκοτομών και μπορεί να οδηγήσουν σε εσφαλμένες ενέργειες, ειδικά τη νύχτα.
5. Σε οδούς ή δρόμους δύο λωρίδων, η ανάγκη για ασφαλή τμήματα προσπέρασης σε συχνά διαστήματα και για αξιόλογο ποσοστό του μήκους της οδού, πολλές φορές, αντικαθιστά τη γενική επιθυμία για εναρμόνιση της οριζοντιογραφίας και της μηκοτομής. Σε τέτοιες περιπτώσεις είναι απαραίτητη η κατασκευή μεγάλων ευθύγραμμων

τμημάτων ώστε να εξασφαλίζεται επαρκής απόσταση ορατότητας για προσπέραση.

6. Οι καμπύλες οριζοντιογραφίας και μηκοτομής πρέπει να κατασκευάζονται όσο γίνεται πιο ανοικτές κοντά σε ισόπεδους κόμβους όπου η απόσταση ορατότητας κατά μήκος των δύο οδών είναι σημαντική και τα οχήματα ενδέχεται να χρειαστεί να επιβραδύνουν ή να σταματήσουν.
7. Σε διαιρεμένους αυτοκινητόδρομους ή αστικούς δρόμους πρέπει να εξεταστεί η μεταβολή στο πλάτος της κεντρικής ζώνης και η χρήση χωριστής οριζοντιογραφίας και μηκοτομής (για κάθε κατεύθυνση) ώστε να επιτευχθούν τα πλεονεκτήματα σχεδιασμού (μελέτης) και λειτουργίας των μονοδρόμων (οδών μιας κατεύθυνσης). Όπου το κυκλοφοριακό φορτίο δικαιολογεί την πρόβλεψη τεσσάρων λωρίδων, η καλύτερη σχεδίαση χωρίς πρόσθετο κόστος προκύπτει από την ιδέα και τη λογική σχεδιασμού των μονοδρόμων.
8. Σε κατοικημένες περιοχές η χάραξη πρέπει να μελετάται ώστε να ελαχιστοποιεί τους παράγοντες όχλησης των παρόδιων περιοχών. Γενικά η διάταξη σε όρυγμα κάνει τον αυτοκινητόδρομο λιγότερο ορατό και λιγότερο θορυβώδη στους γειτνιάζοντες κατοίκους. Ορισμένες φορές μπορεί να κατασκευαστούν μικρότερες οριζόντιες συναρμογές ώστε να αυξηθεί η παρεμβαλλόμενη ζώνη μεταξύ του αυτοκινητοδρόμου και των συγκροτημάτων των κατοικιών.
9. Η χάραξη πρέπει να μελετηθεί ώστε να εντείνει την ελκυστική σκηνική όψη του φυσικού και του τεχνητού περιβάλλοντος, όπως ποτάμια, βραχώδεις σχηματισμούς, πάρκα, διαπρεπή κτίρια και γήπεδα γκολφ. Ο αυτοκινητόδρομος πρέπει να κατευθύνεται προς παρά να απομακρύνεται από μια ενδιαφέρουσα θέση. Θα πρέπει να κατεβαίνει προς τις θέσεις που έχουν ενδιαφέρουσα θέα σε μια χαμηλή στάθμη και να ανεβαίνει προς εκείνες τις θέσεις που φαίνονται πιο καλά από κάτω ή με φόντο τον ουρανό.

ΕΝΑΡΜΟΝΙΣΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΤΗ ΜΕΛΕΤΗ

Η εναρμόνιση της οριζοντιογραφίας και της μηκοτομής δεν πρέπει να αφήνεται στην τύχη αλλά πρέπει να αρχίζει κατά το στάδιο της προμελέτης, κατά το οποίο μπορούν εύκολα να γίνουν προσαρμογές. Παρά το γεγονός ότι δεν μπορεί να οριστεί ένας ειδικός κανονισμός μελέτης για όλους τους αυτοκινητόδρομους, εν τούτοις μπορεί να περιγραφεί περιληπτικά μια διαδικασία εφαρμόσιμη στις περισσότερες περιπτώσεις.

Ο μελετητής πρέπει να χρησιμοποιήσει σχέδια εργασίας κατάλληλου μεγέθους, κλίμακας και διάταξης έτσι ώστε να μπορεί να μελετήσει σημαντικού μήκους συνεχή τμήματα ενός αυτοκινητοδρόμου σε οριζοντιογραφία και μηκοτομή, και να φανταστεί την τρισδιάστατη εικόνα. Τα σχέδια εργασίας πρέπει να είναι σε μικρή κλίμακα, με την μηκοτομή σχεδιασμένη από κοινού με την οριζοντιογραφία. Ένα συνεχές ρολό χαρτιού οριζοντιογραφίας – μηκοτομής συνήθως είναι κατάλληλο για το σκοπό αυτό. Επίσης για τον ίδιο σκοπό υπάρχουν προγράμματα για προσωπικούς ηλεκτρονικούς υπολογιστές τα οποία επιτρέπουν στους μελετητές να δουν την τρισδιάστατη εικόνα που αντιστοιχεί στην προτεινόμενη μηκοτομή και οριζοντιογραφία.

Μετά τη μελέτη (προμελέτη) οριζοντιογραφίας και μηκοτομής σε προκαταρκτικό στάδιο, μπορούν να γίνουν προσαρμογές σε κάθε μια από αυτές ή και στις δύο, ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή εναρμόνιση. Σ' αυτό το στάδιο ο μελετητής δεν πρέπει να ασχοληθεί με αναλυτικούς υπολογισμούς εκτός από τους γνωστούς βασικούς ελέγχους. Η μελέτη πρέπει να γίνει γενικά με στοιχεία που προσδιορίζονται γραφικά ή με υπολογιστή. Τα κριτήρια και τα στοιχεία της μελέτης που αναφέρονται στο παρόν και το προηγούμενο κεφάλαιο πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν. Για την επιλεγείσα ταχύτητα μελέτης πρέπει να είναι διαθέσιμες οι οριακές τιμές για την καμπυλότητα, την κατά μήκος κλίση, την απόσταση ορατότητας και το μήκος μεταβολής των επικλίσεων, και να ελέγχονται

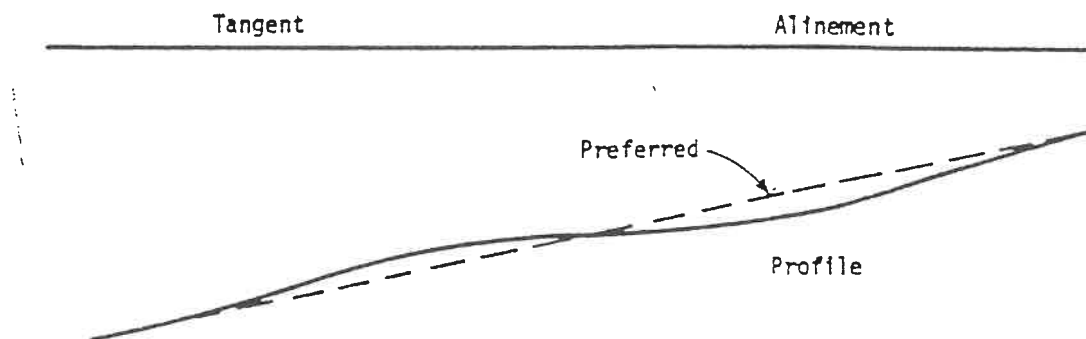
γραφικώς ή με P.C. ή με προγράμματα CADD. Σε μερικά τμήματα η ταχύτητα λειτουργίας μπορεί να τροποποιηθεί παραμένοντας μέσα στα επιθυμητά όρια της ταχύτητας λειτουργίας. Αυτή η ανάγκη μπορεί να προκύψει εκεί όπου αξιοσημείωτες αλλαγές σε χαρακτηριστικά οριζοντιογραφίας είναι απαραίτητες λόγω περιορισμών του εδάφους και του εύρους καταλήψεως της οδού. Εξ' άλλου, πρέπει να ληφθούν υπόψιν οι γενικοί όροι της μελέτης, όπως αναφέρθηκαν παραπάνω, για την οριζοντιογραφία και την μηκοτομή, καθώς και τον συνδυασμό των δύο. Οι παράγοντες του εδάφους, της κυκλοφορίας και εμφάνισης, είναι δυνατόν να ληφθούν υπόψιν και να γίνει διόρθωση και εναρμόνιση της οριζοντιογραφίας και μηκοτομής πριν από τους δαπανηρούς και μακροχρόνιους υπολογισμούς και πριν από την έναρξη της εκπόνησης των κατασκευαστικών σχεδίων υπό μεγάλη κλίμακα.

Η εναρμόνιση της οριζοντιογραφίας και της μηκοτομής ως προς την εμφάνιση, μπορεί να γίνει οπτικά επί των προκαταρκτικών σχεδίων εργασίας ή με τη βοήθεια προγραμμάτων P.C. που έχουν αναπτυχθεί για τέτοιου είδους σκοπούς. Εάν ο έλεγχος εναρμόνισης διεξαχθεί από πεπειραμένο μελετητή, θα δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα. Τα παραπάνω μέσα εκπόνησης της μελέτης είναι δυνατόν να συμπληρωθούν από ομοιώματα, προοπτικά σκαριφήματα ή εικόνες σχεδιασμένες από P.C. σε θέσεις όπου υπάρχει αμφισβήτηση ως προς την επίδραση μερικών συνδυασμών οριζοντιογραφίας και μηκοτομής. Σε αυτοκινητοδρόμους με τάφρους η επιρροή της συναρμογής των επικλίσεων στις μηκοτομές των τάφρων πρέπει να εξεταστεί. Η συναρμογή των επικλίσεων αποκτά ιδιαίτερη σημασία σε τμήματα με μικρή κατά μήκος κλίση όπου ενδέχεται να παρουσιαστούν τοπικά βυθίσματα. Ελαφριές τροποποιήσεις στην μηκοτομή σε σχέση με τις οριζόντιες καμπύλες παραμερίζουν το πρόβλημα.

Οι παραπάνω διαδικασίες προφανώς πρέπει να τροποποιηθούν για τυπικές περιπτώσεις σχεδιασμού αστικών ή υπεραστικών οδών σε σύγκριση με αυτοκινητόδρομους ανώτερου τύπου. Η χάραξη νέας οδού ή ανακατασκευή υπάρχουσας εξαρτάται από την υπάρχουσα ή την μελλοντική ανάπτυξη στο

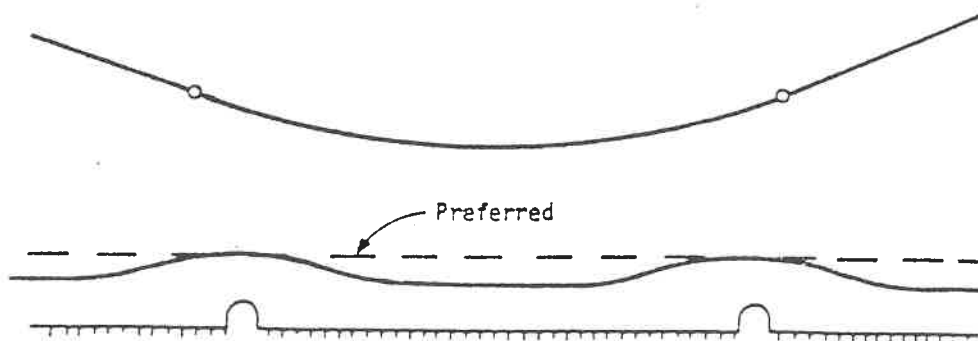
χώρο. Οι θέσεις διασταυρώσεων ή κόμβων και οι ιδιωτικές οδοί τοπικής εξυπηρέτησης πρέπει να ελέγχονται. Μολονότι οι θέσεις αυτές είναι σημαντικές, εν τούτοις, δεν πρέπει να παραμερίζουν τα ευρύτερα επιθυμητά χαρακτηριστικά τα οποία περιγράφονται παραπάνω. Ακόμα και οι αστικοί δρόμοι, είναι επιθυμητό να μελετώνται για μεγάλα τμήματα οριζοντιογραφίας και μηκοτομής παρά ως συνεχής σειρά ξεχωριστών τμημάτων.

Μερικά παραδείγματα επιτυχούς και ανεπιτυχούς πρακτικής απεικονίζονται στα σχήματα III-43.



Α. Μηκοτομή με ευθύγραμμη οριζοντιογραφία.

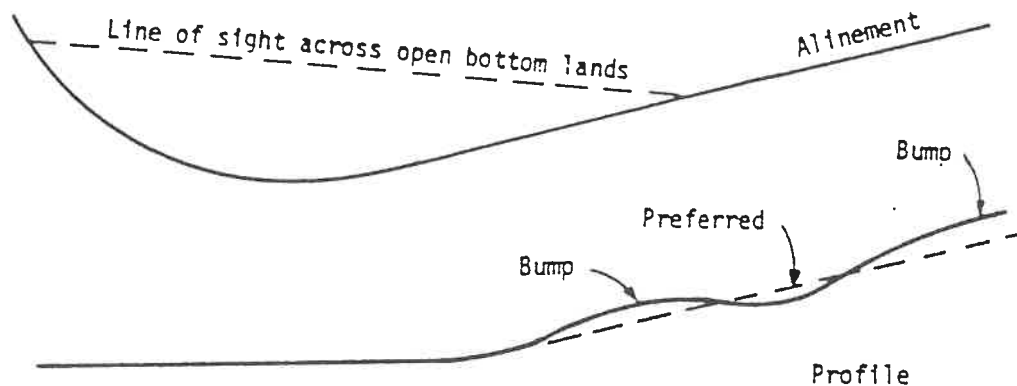
Σημείωση: Να αποφεύγονται μικρές τοπικές βυθίσεις σε μια κατά τα άλλα ομοιόμορφη μηκοτομή. Αυτές προκύπτουν από την επιθυμία να συμψηφιστούν ακριβώς τα ορύγματα και τα επιχώματα και να μειωθούν οι επί πλέον αποστάσεις μεταφοράς των χωματισμών.



Β. Μηκοτομή με καμπυλόγραμμη οριζοντιογραφία.

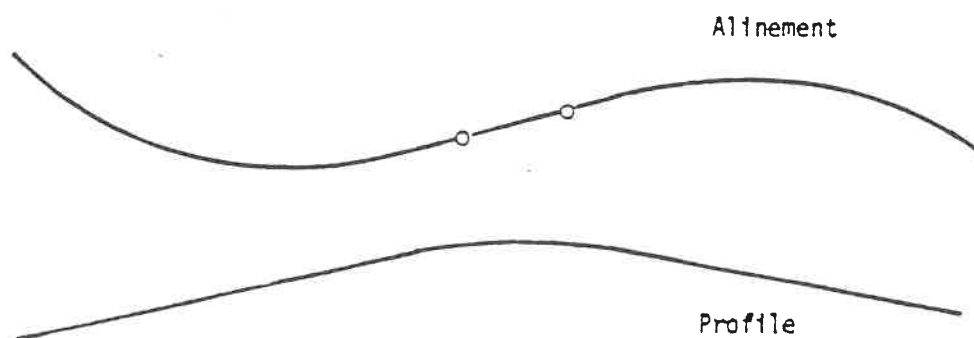
Σημείωση: Μικρού μήκους κυρτώματα στη μηκοτομή πρέπει να αποφεύγονται.

Figure III-43. Συσχέτιση οριζοντιογραφίας και μηκοτομής στη μελέτη οδού.
Α και Β (Ref. 37, 38, & 39)



C. Θέα από απόσταση η οποία δείχνει τις τοπικές υπερυψώσεις στη μηκοτομή.

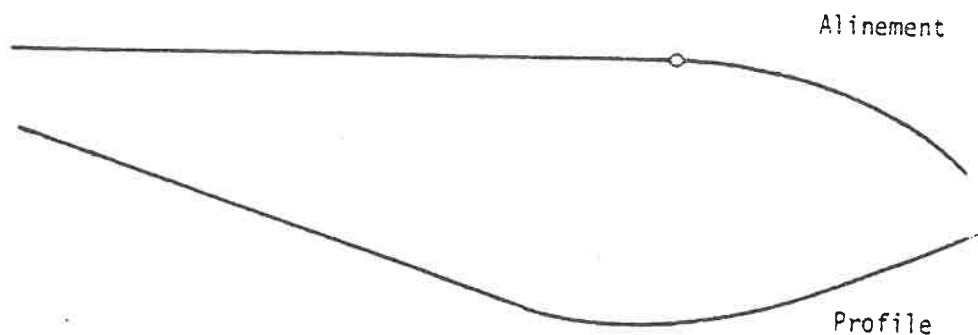
Σημείωση: Η πλευρική θέα από απόσταση μηκοτομής μεγάλου μήκους σε οριζοντιογραφική ευθυγραμμία αποκαλύπτει κάθε τοπική υπερύψωση.



D. Ευθύγραμμο κύρτωμα μικρού μήκους μεταξύ δύο καμπύλων οριζοντιογραφίας.

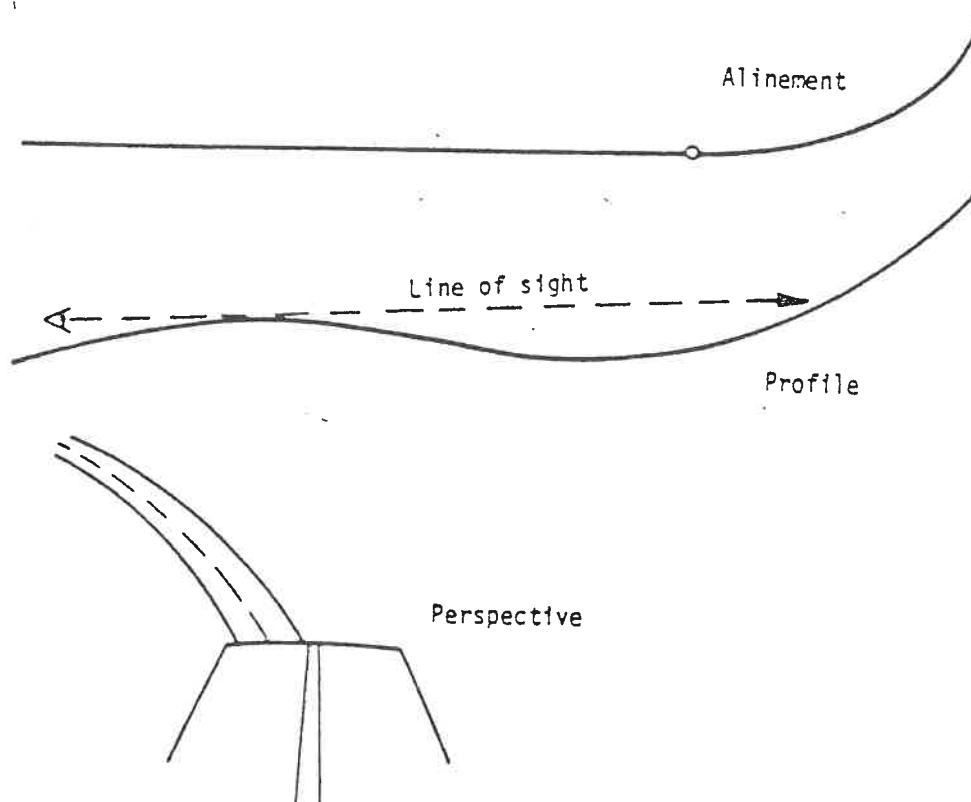
Σημείωση: Αυτός ο συνδυασμός είναι ανεπαρκής για δύο λόγους. Το ευθύγραμμο τμήμα μεταξύ δύο καμπύλων έχει πολύ μικρό μήκος και η αντιστροφή παρουσιάζεται σε ένα κύρτωμα.

Figure III-43. Συσχέτιση οριζοντιογραφίας και μηκοτομής στη μελέτη οδού.
C και D (Ref. 37, 38, & 39)



Ε. Εμφάνιση οξείας γωνίας.

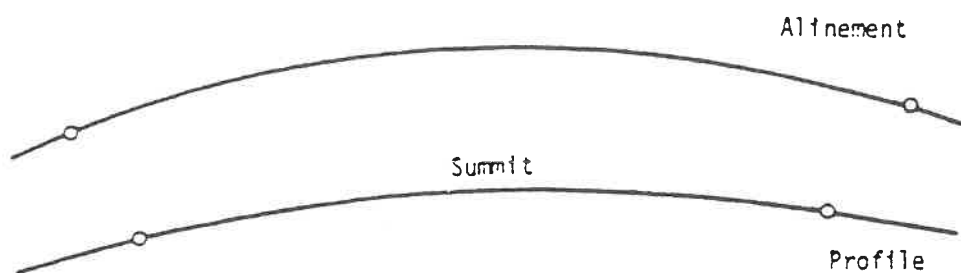
Σημείωση: Αυτός ο συνδυασμός παρουσιάζει μη ικανοποιητική εμφάνιση – η οριζόντια καμπύλη φαίνεται σαν οξεία γωνία.



Φ. Ασυνέχεια.

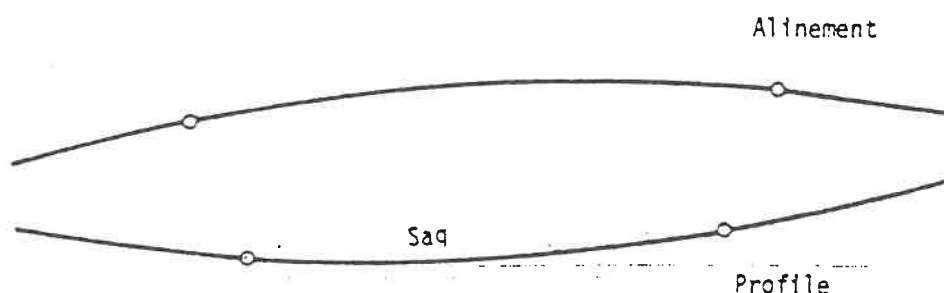
Σημείωση: Ασυνέχεια παρατηρείται όταν η αρχή μιας καμπύλης οριζοντιογραφίας κρύβεται από τον οδηγό από παρεμβαλλόμενο κύρτωμα ενώ η συνέχεια της καμπύλης είναι ορατή σε απόσταση πέραν του παρεμβαλλόμενου κυρτώματος.

Figure III-43. Συσχέτιση οριζοντιογραφίας και μηκοτομής στη μελέτη οδού.
Ε και Φ (Ref. 37, 38, & 39)



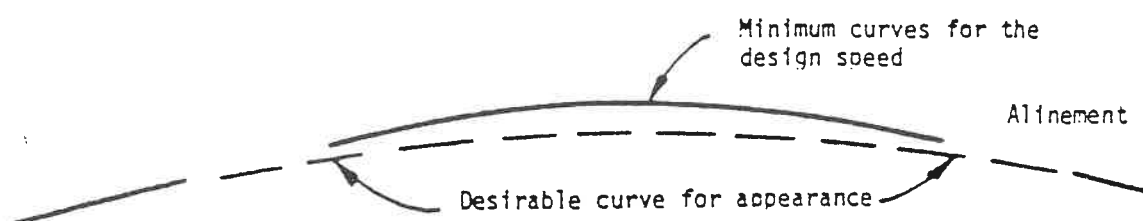
Γ. Σύμπτωση καμπύλων οριζοντιογραφίας και μηκοτομής.

Σημείωση: Όταν οι οριζόντιες και κατακόρυφες καμπύλες συμπίπτουν, προκύπτει πολύ ικανοποιητική εμφάνιση.



Η. Αντίθεση καμπύλων οριζοντιογραφίας και μηκοτομής.

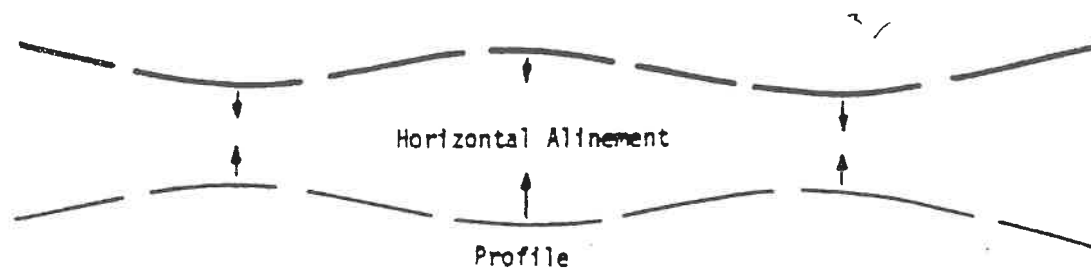
Σημείωση: Όταν οι οριζόντιες και κατακόρυφες καμπύλες είναι αντίθετες, προκύπτει πολύ ικανοποιητική εμφάνιση.



Ι. Ανοιχτές καμπύλες κατάλληλες για οριζοντιογραφία με μικρές επίκεντρες γωνίες πολυγωνικής, ανεξαρτήτως της μηκοτομής.

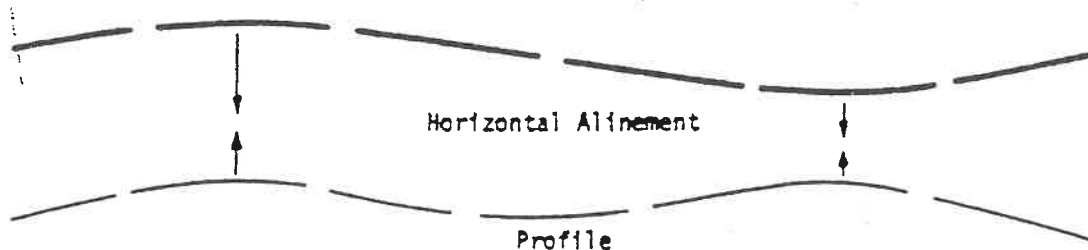
Σημείωση: Μεγάλου μήκους ανοιχτές καμπύλες, ακόμα και όταν δεν απαιτούνται από την ταχύτητα μελέτης, έχουν ευχάριστη εμφάνιση όταν η επίκεντρη γωνία της πολυγωνικής είναι πολύ μικρή.

Figure III-43. Συσχέτιση οριζοντιογραφίας και μηκοτομής στη μελέτη οδού.
G, H και I (Ref. 37, 38, & 39)



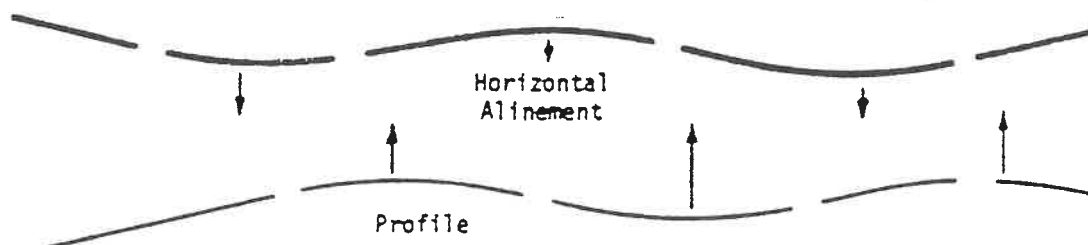
Ι. Σύμπτωση κορυφών οριζοντιογραφίας και μηκοτομής.

Σημείωση: Η κλασσική περίπτωση εναρμόνισης οριζόντιας και κατακόρυφης χάραξης στην οποία οι κορυφές οριζοντιογραφίας και μηκοτομής συμπίπτουν, δημιουργώντας μια ευχάριστη εμφάνιση τρισδιάστατης καμπύλης-S, η οποία αποτελείται από κυρτώματα και κοιλώματα.



Κ. Σύμπτωση κορυφών με παράλειψη μιας φάσης.

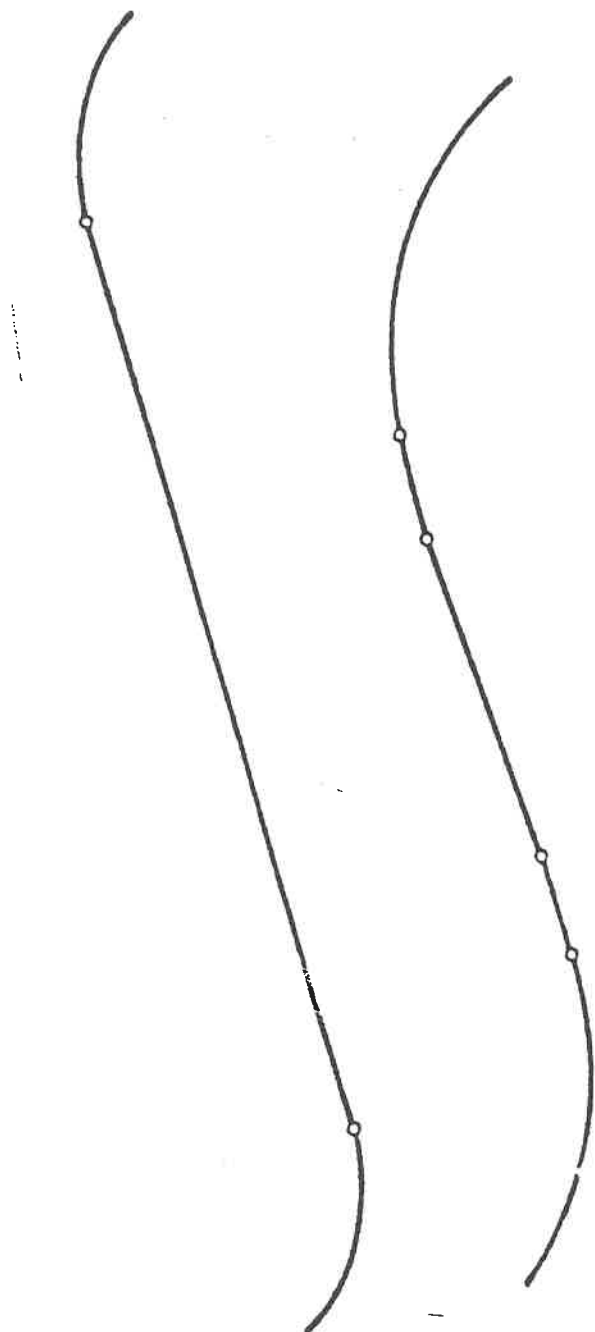
Σημείωση: Επιτρεπόμενη περίπτωση εναρμόνισης: μια φάση παραλείπεται από την οριζοντιογραφία, αλλά οι κορυφές ακόμα συμπίπτουν. Το μεγάλου μήκους ευθύγραμμο τμήμα στην οριζοντιογραφία, μετριάζεται λόγω της κατακόρυφης καμπυλότητας.



Λ. Ανεπιτυχής εναρμόνιση οριζοντιογραφίας και μηκοτομής.

Σημείωση: Περίπτωση με ανεπιτυχή εναρμόνιση όπου η μηκοτομή μετατοπίζεται κατά μισή φάση σε σχέση με την οριζοντιογραφία, ώστε οι κορυφές της μηκοτομής να συμπίπτουν με τα σημεία καμπής της οριζοντιογραφίας. Η μέγιστη επίκλιση στην περίπτωση αυτή παρουσιάζεται εκεί που η κατά μήκος κλίση είναι μέγιστη, ενώ τα κυρτώματα και τα κοιλώματα έχουν κανονικές διατομές· στην πρώτη περίπτωση, η μέγιστη επίκλιση παρουσιάζεται στα κυρτώματα και τα κοιλώματα, ενώ τα τμήματα με σταθερή κατά μήκος κλίση έχουν κανονικές διατομές.

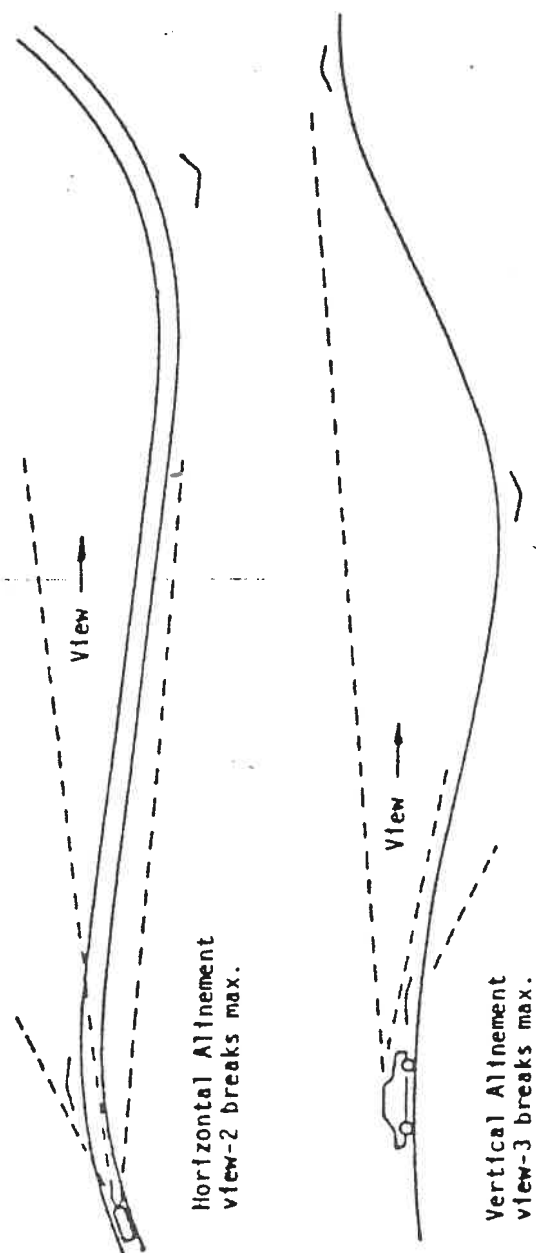
Figure III-43. Συσχέτιση οριζοντιογραφίας και μηκοτομής στη μελέτη οδού.
J, K και L (Ref. 37, 38, & 39)



Μ. Η οριζοντιογραφία πρέπει να εξισορροπηθεί.

Σημείωση: Η πάνω γραμμή είναι παράδειγμα ανεπιτυχούς χάραξης επειδή η οριζοντιογραφία αποτελείται από μεγάλου μήκους ευθύγραμμα τμήματα και μικρού μήκους καμπύλες. Αντί αυτού προτιμάται η ομαλή προσαρμογή καμπύλων και ευθύγραμμων τμημάτων στην κάτω οριζοντιογραφία.

Figure III-43. Συσχέτιση οριζοντιογραφίας και μηκοτομής στη μελέτη οδού. Μ (Ref. 37, 38, & 39)



N. Καλή εναρμόνιση οριζοντιογραφίας και μηκοτομής

Σημείωση: Οδηγία που χρησιμοποιείται στην εναρμόνιση οριζοντιογραφίας και μηκοτομής

Figure III-43. Συσχέτιση οριζοντιογραφίας και μηκοτομής στη μελέτη οδού. N (Ref. 37, 38, & 39)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

**ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΧΑΡΑΞΗΣ ΤΗΣ
ΠΡΟΟΠΤΙΚΗΣ ΕΙΚΟΝΑΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΟΔΟΥ**

**ΑΠΟΣΠΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΤΩΝ**

Ι. ΤΑΪΓΑΝΙΔΗ - Γ. ΚΑΝΕΛΛΑΪΔΗ

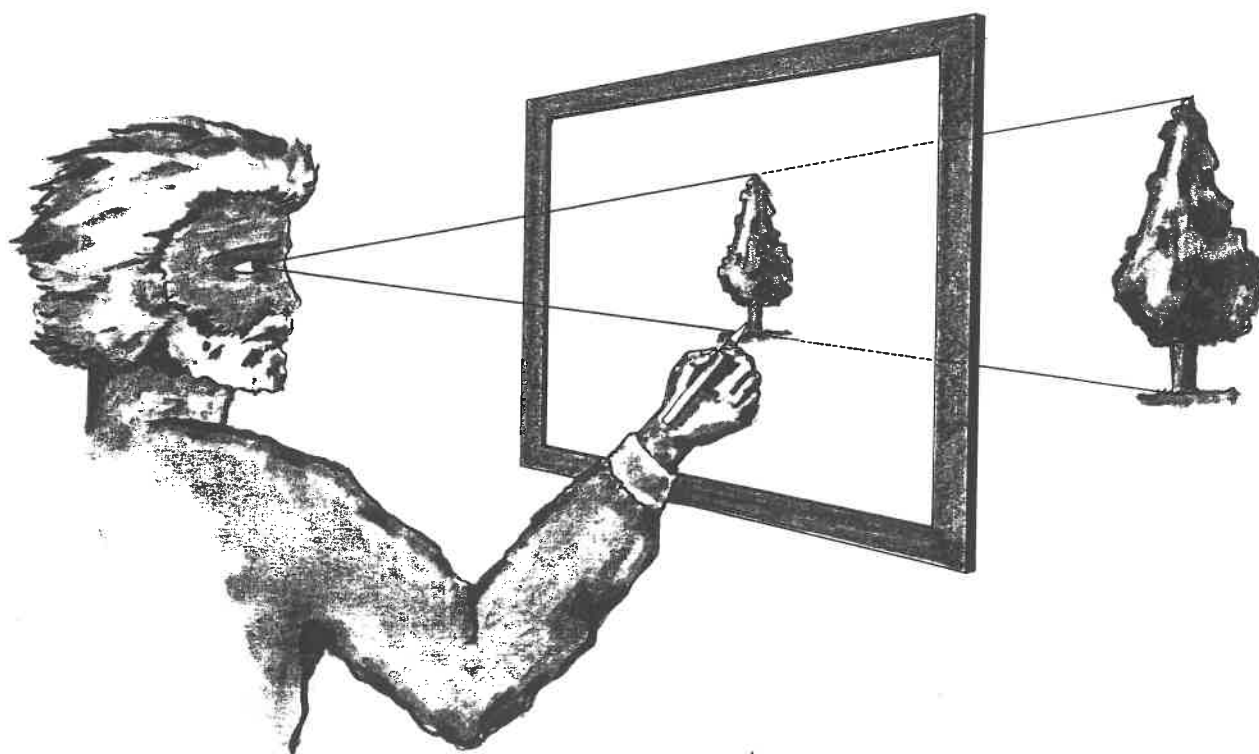
**APPROXIMATE PERPECTIVE DESIGN OF ROADS
(ASCE 1998)**

ΜΕΘΟΔΟΣ ΧΑΡΑΞΗΣ ΤΗΣ ΠΡΟΟΠΤΙΚΗΣ ΕΙΚΟΝΑΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΟΔΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΣΗΜΕΙΩΝ ΦΥΓΗΣ

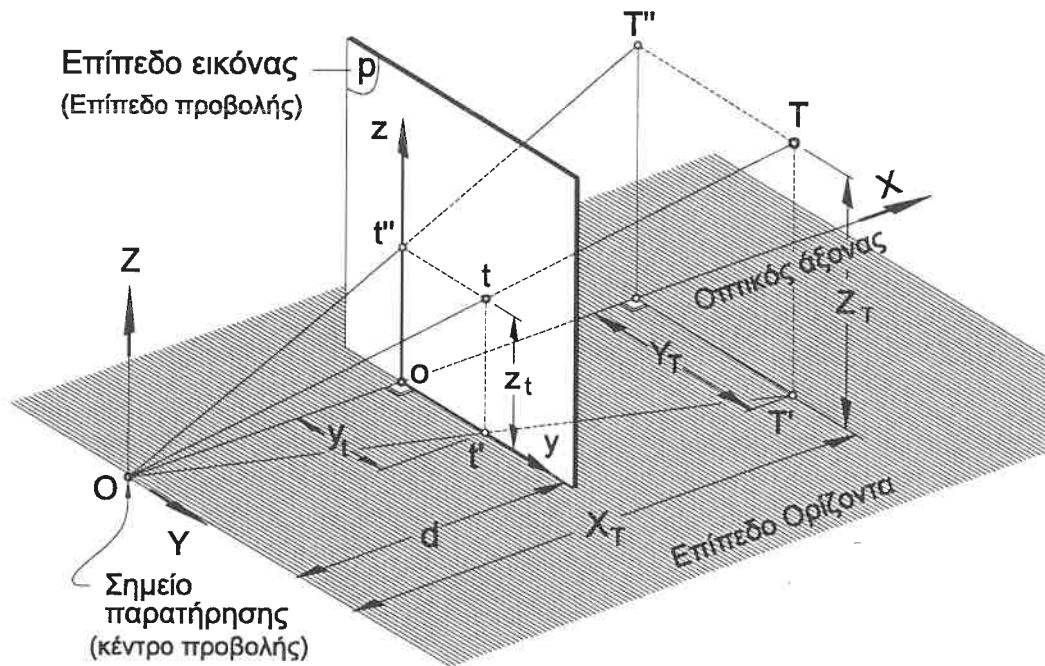
Η σχεδίαση όλων των προοπτικών εικόνων της εργασίας αυτής γίνεται με τη μέθοδο χάραξης της προοπτικής εικόνας τμήματος οδού με χρήση των σημείων φυγής [Taiganidis and Kanellalidis 1998]. Κατωτέρω αναφέρονται τα βασικά μέρη της μεθόδου αυτής.

Γ.1 ΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΠΡΟΟΠΤΙΚΗΣ ΧΑΡΑΞΗΣ

Η προοπτική παράσταση ενός αντικειμένου αντιστοιχεί, κατά προσέγγιση, σε κείνο που αντιλαμβάνεται το ανθρώπινο μάτι. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η διαδικασία της όρασης είναι γεωμετρικώς όμοια με τη μέθοδο της κεντρικής προβολής, Σχήμα Γ-1.



Σχήμα Γ-1. Η προοπτική εικόνα



Σχήμα Γ-2. Προοπτική εικόνα σημείου.

Στο Σχήμα Γ-2 φαίνεται η χάραξη του **προοπτικού** t τυχόντος σημείου T του χώρου στο **επίπεδο εικόνας** (p) (επίπεδο προβολής) όπως φαίνεται από **σημείο παρατήρησης** O (κέντρο προβολής). Το επίπεδο εικόνας είναι κατακόρυφο και κάθετο προς τον **οπτικό άξονα** OX . Η απόσταση του επιπέδου εικόνας από το σημείο παρατήρησης καλείται **προοπτική απόσταση**. Το οριζόντιο επίπεδο που διέρχεται από το σημείο θέασης καλείται **επίπεδο ορίζοντα**. Από την αρχή της ομοιότητας προκύπτουν οι ακόλουθες σχέσεις:

$$y_t = Y_T \cdot \frac{d}{X_T} \quad (\Gamma-1)$$

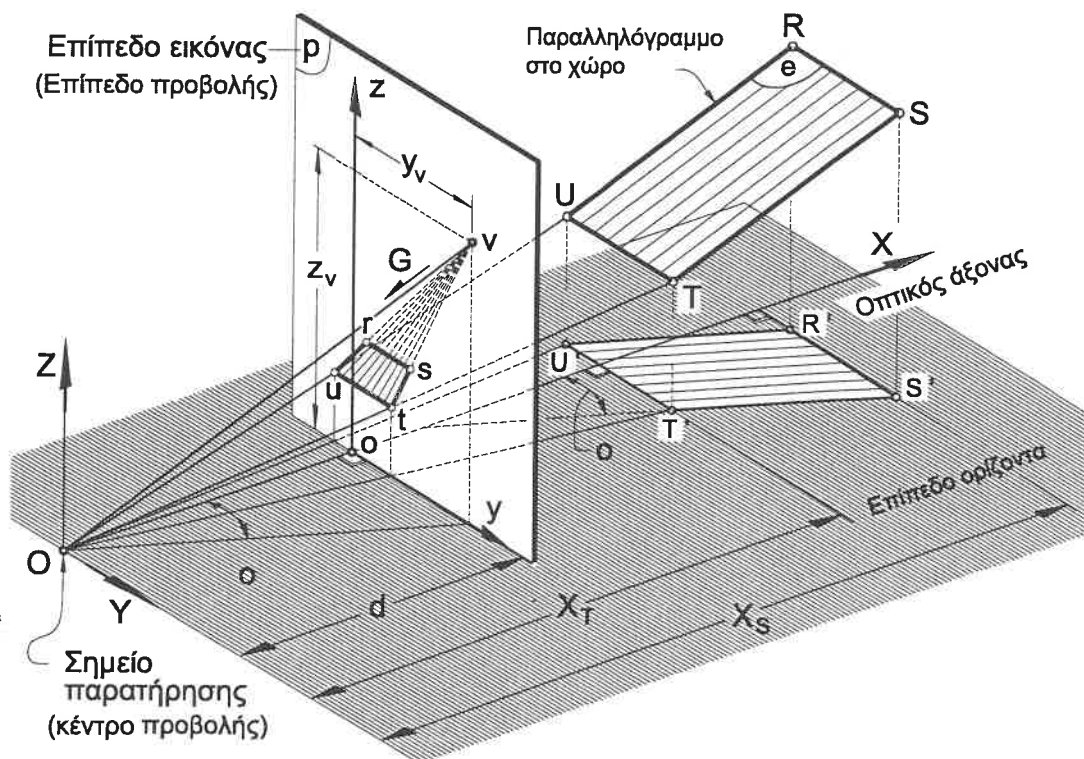
$$z_t = Z_T \cdot \frac{d}{X_T} \quad (\Gamma-2)$$

όπου y_t, z_t [m] = συντεταγμένες του σημείου t στο σύστημα

συντεταγμένων $y-z$ του επιπέδου εικόνας
 X_T, Y_T, Z_T [m] = συντεταγμένες του σημείου T στο χωρικό
 συντεταγμένων $X-Y-Z$
 d [m] = προοπτική απόσταση

Γ.2 ΣΗΜΕΙΑ ΦΥΓΗΣ

Το Σχήμα Γ-3 δείχνει το προοπτικό $utsr$ ενός παραλληλογράμμου $UTSR$ του οποίου οι πλευρές UT και RS , είναι κάθετες προς το διερχόμενο δια του οπτικού άξονα κατακόρυφο επίπεδο XOZ . Ως εκ τούτου, οι ευθείες ut και rs είναι παράλληλες προς τον άξονα oy του προοπτικού. Οι ευθείες ts και ur του προοπτικού, ως κεντρικές προβολές



Σχήμα Γ-3. Σημεία φυγής

των παραλλήλων ευθειών TS και UT , τέμνονται στο σημείο ν το οποίο καλείται **σημείο φυγής** της δέσμης των παραλλήλων προς την TS ευθειών του χώρου. Το σημείο φυγής είναι το σημείο τομής της $O\nu$, που είναι παράλληλη προς την TS , και του επιπέδου εικόνας (p). Οι συντεταγμένες y_ν και z_ν του σημείου φυγής προσδιορίζονται από τις σχέσεις:

$$y_\nu = d \cdot \tan(\varphi) \quad (\Gamma-3)$$

$$z_\nu = \frac{d}{\cos(\varphi)} \cdot \frac{G}{100} \quad (\Gamma-4)$$

όπου φ [°] = γωνία που σχηματίζεται από την προβολή προβολή TS της TS και τον οπτικό άξονα θέασης OX

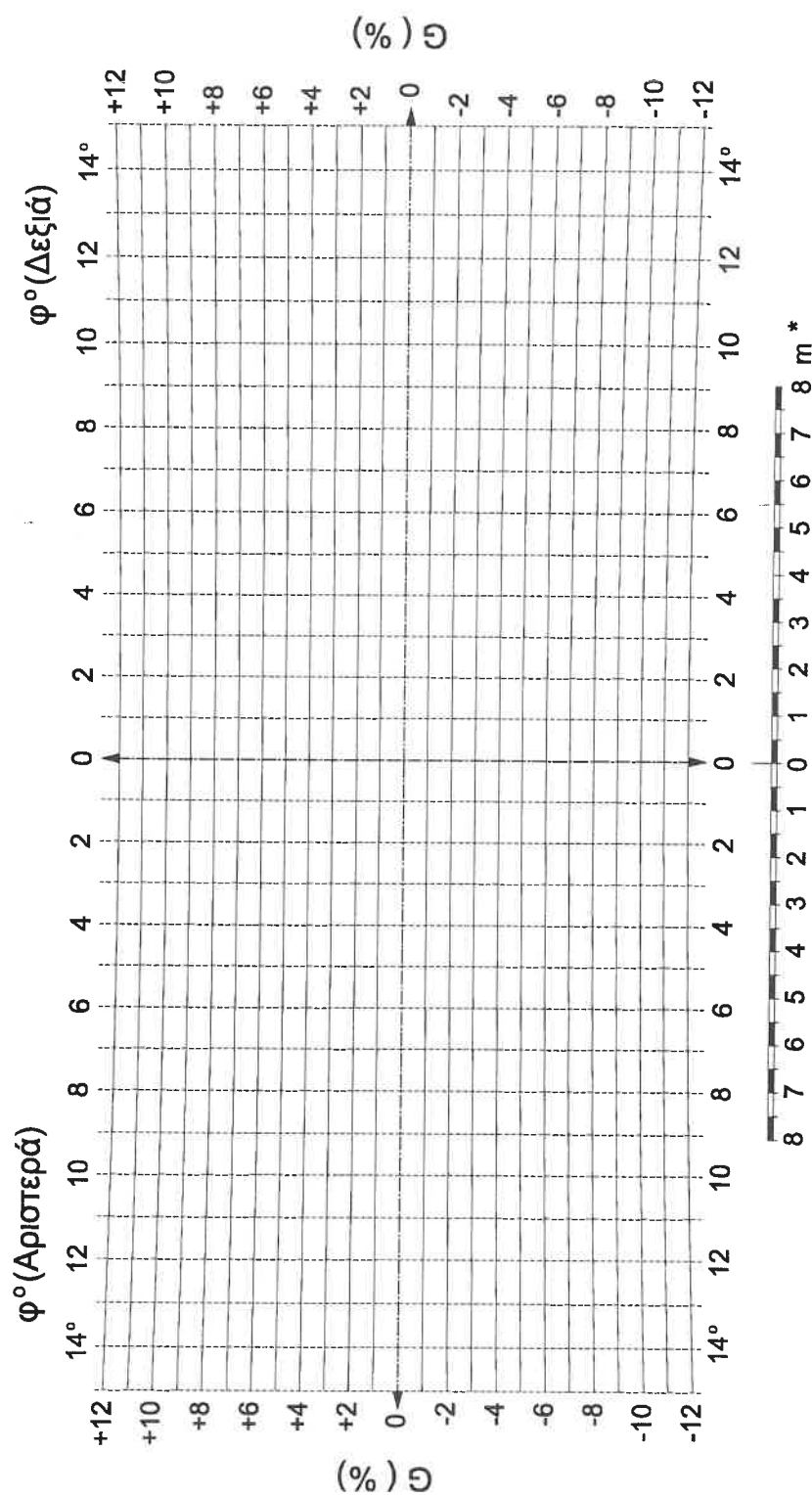
G [%] = κατά μήκος κλίση της TS

Επί πλέον, αποδεικνύεται ότι

$$\frac{(vs)}{(vt)} = \frac{X_T}{X_S} \quad (\Gamma-5)$$

όπου X_T, X_S [m] = τετμημένες των σημείων T και S στο χωρικό σύστημα συντεταγμένων $X-Y-Z$.

Στο Σχήμα Γ-4 εικονίζεται γράφημα με το οποίο σχεδιάζονται τα σημεία φυγής με χρήση, απ'ευθείας, των τιμών φ και G . Στο κάτω μέρος του γραφήματος υπάρχει κλίμακα μηκών με την οποία σχεδιάζεται η διατομή της οδού που βρίσκεται σε απόσταση 50 m από τη θέση του οδηγού-παρατηρητή. Η διατομή αυτή καλείται « **διατομή κλίμακας** » και συμβολίζεται με ***ww*** στην προοπτική εικόνα.

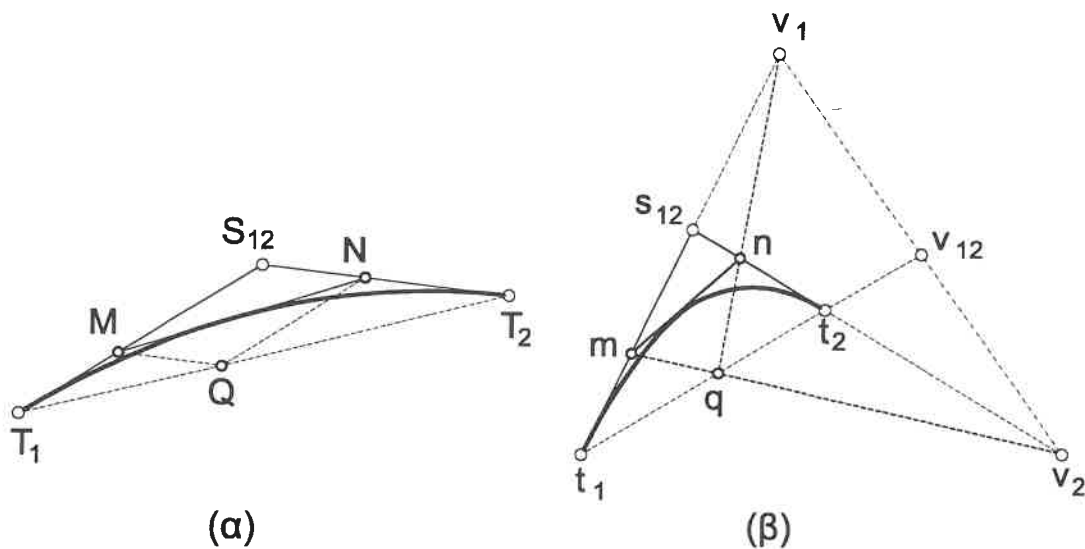


* Με αυτή την κλίμακα μελών σχεδιάζεται πάνω στο νομογράφημα η διατομή που βρίσκεται σε απόσταση 50 m από τη θέση του παρατηρητή. Η διατομή αυτή ονομάζεται "διατομή κλίμακας"

Σχήμα Γ-4. Νομογράφημα προσδιορισμού των σημείων φυγής

Γ.3 ΠΡΟΟΠΤΙΚΟ ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΗΣ ΠΑΡΑΒΟΛΗΣ

Η χρήση των σημείων φυγής προσφέρεται για τη σχεδίαση του προοπτικού σχημάτων του χώρου τα οποία μπορούν να χαραχθούν με δέσμες παράλληλων ευθειών. Η τετραγωνική παραβολή, ως περιβάλλουσα των εφαπτομένων της, μπορεί να χαραχθεί με ζεύγη παράλληλων ευθειών. Ως εκ τούτου, το προοπτικό μιας τετραγωνικής παραβολής μπορεί να χαραχθεί με χρήση των σημείων φυγής.



Σχήμα Γ-5. Προοπτική εικόνα τετραγωνικής παραβολής

Σε τετραγωνική παραβολή, που ορίζεται από τις εφαπτόμενες T_1S_{12} και T_2S_{12} στα άκρα της, Σχήμα Γ-5(α), η χάραξη τυχούσας εφαπτομένης MN γίνεται ως εξής:

Θεωρείται τυχόν σημείο Q της ευθείας T_1T_2 και χαράσσονται οι QM and QN παράλληλες, αντιστοίχως, προς τις εφαπτόμενες $S_{12}T_1$ and $S_{12}T_2$. Η MN είναι εφαπτομένη της παραβολής.

Αντιστοίχως, η χάραξη εφαπτομένης mn στην προοπτική εικόνα τετραγωνικής παραβολής, Σχήμα Γ-5(β), που ορίζεται από τις εφαπτόμενες στα άκρα s_1t_1 και s_1t_2 και από τα σημεία φυγής v_1 και v_2 των εφαπτομένων, γίνεται ως εξής:

Θεωρείται τυχόν σημείο q της ευθείας t_1t_2 και χαράσσονται οι ευθείες qm και qn που συνδέουν το σημείο q με τα σημεία φυγής v_2 και v_1 . Η ευθεία mn είναι εφαπτομένη στην προοπτική εικόνα της τετραγωνικής παραβολής.

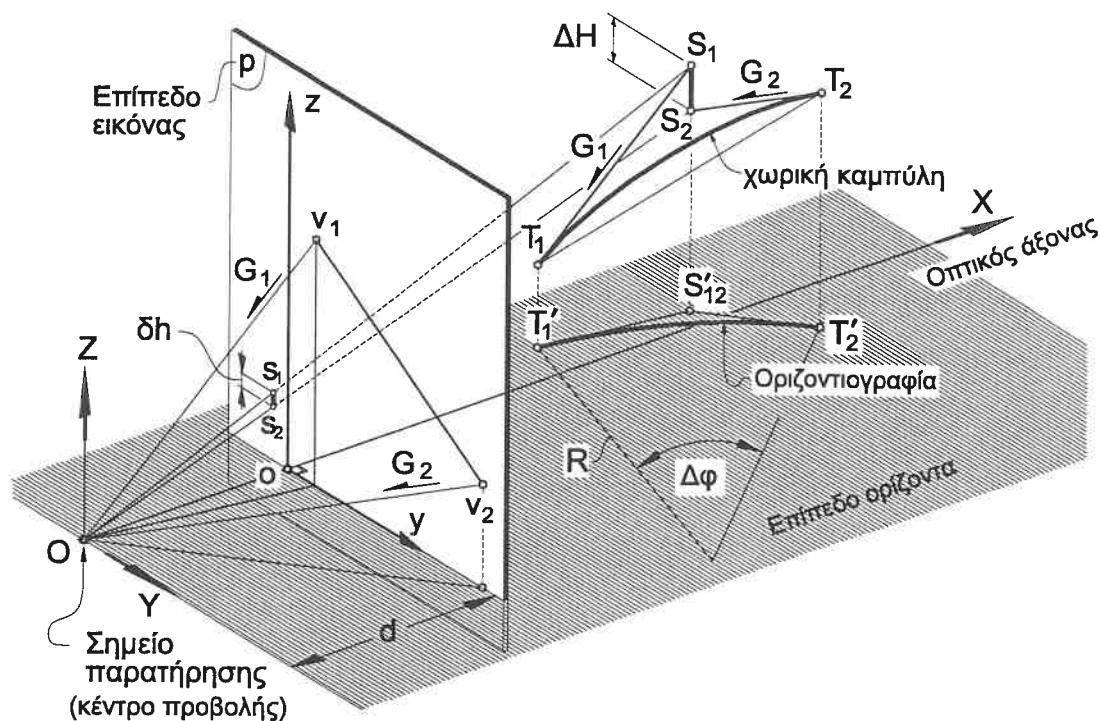
Επαναλαμβάνοντας την ανωτέρω διαδικασία για διάφορα σημεία της ευθείας t_1t_2 χαράσσονται διάφορες εφαπτόμενες. Η περιβάλλουσα των εφαπτομένων είναι η προοπτική εικόνα της τετραγωνικής παραβολής.

Γ.4 Η ΓΡΑΜΜΗ ΤΟΥ ΑΞΟΝΑ ΤΗΣ ΟΔΟΥ ΣΤΟ ΧΩΡΟ

Στο χώρο, η μορφή της γραμμής του άξονα της οδού εξαρτάται από το συνδυασμό της οριζοντιογραφίας και της μηκοτομής του και είναι:

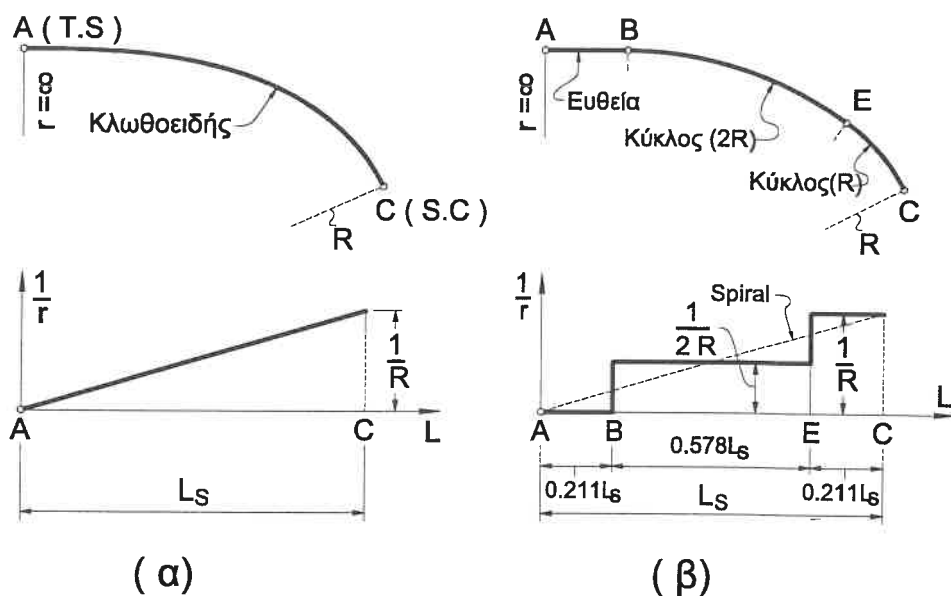
- **Ευθεία γραμμή** όταν η οριζοντιογραφία και η μηκοτομή του είναι ευθείες
- **Τετραγωνική παραβολή** όταν η οριζοντιογραφία είναι ευθεία και η μηκοτομή είναι τετραγωνική παραβολή
- **Μη επίπεδη καμπύλη** όταν η οριζοντιογραφία είναι κυκλικό τόξο και η μηκοτομή είναι τετραγωνική παραβολή. Στο Σχήμα Γ-6 εικονίζεται η καμπύλη T_1T_2 του χώρου της οποίας η οριζοντιογραφία είναι το κυκλικό τόξο $T_1'T_2'$. Οι εφαπτόμενες T_1S_2 και S_2T_2 στα άκρα T_1 και T_2 , με κατά μήκος κλίσεις G_1 και G_2 , είναι γενικώς ασύμβατες γραμμές. Αποδεικνύεται ότι, για μικρές επίκεντρες γωνίες $\Delta\phi$, η κεντρική προβολή δh του τμήματος ΔH είναι πολύ μικρή ώστε τα σημεία s_1 και s_2 του προοπτικού μπορεί να θεωρηθεί ότι

συμπίπτουν. Στην περίπτωση αυτή, η καμπύλη του άξονα στο χώρο μπορεί να θεωρηθεί ως επίπεδη παραβολική καμπύλη.



Σχήμα Γ-6. Η καμπύλη του άξονα της οδού στο χώρο.

Είναι γνωστό ότι μία κλωθοειδής AB μήκους L_s και τελικής ακτίνας R παρουσιάζει μικρές αποκλίσεις από μία σύνθετη γραμμή, Σχήμα Γ-7, που περιλαμβάνει: (α) ευθύγραμμο τμήμα AB μήκους $0.211 \cdot L_s$ στην αρχή, (β) κυκλικό τόξο BE που έχει μήκος $0.578 \cdot L_s$, και ακτίνα $1/(2 \cdot R)$, και (γ) κυκλικό τόξο EC που έχει μήκος $0.211 \cdot L_s$ και ακτίνα R [Τσώχος 1984]. Για τις ανάγκες χάραξης του προοπτικού, οι αποκλίσεις μεταξύ κλωθοειδούς και κυκλικού τόξου διπλάσιας μπορεί να αγνοηθούν. Ως εκ τούτου, οι κλωθοειδείς που χρησιμοποιούνται ως τόξα συναρμογής στην οριζοντιογραφία μπορεί να αντικατασταθούν με κυκλικά τόξα διπλάσιας ακτίνας, οπότε ο άξονας της οδού θα περιλαμβάνει μόνο ευθύγραμμα τμήματα και κυκλικά τόξα.



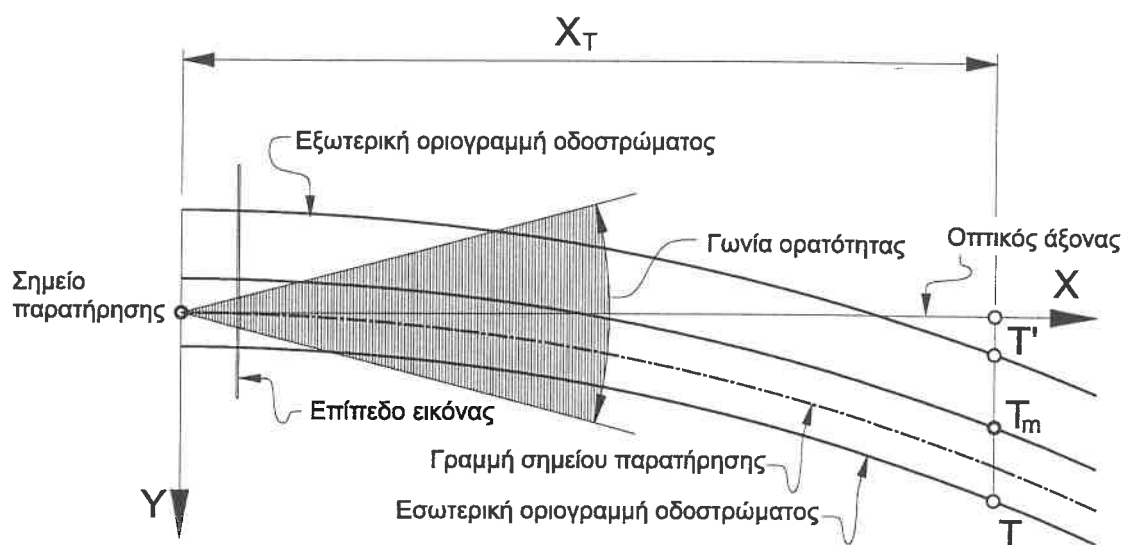
Σχήμα Γ-7. Αντικατάσταση κλωθοειδούς με τόξο διπλάσιας ακτίνας

Για μικρές επίκεντρες γωνίες ($\Delta\varphi < 15^\circ$), όπως αυτές του οπτικού πεδίου, η απόκλιση μεταξύ κυκλικού τόξου και τετραγωνικής παραβολής, που έχουν τα ίδια άκρα και τις ίδιες εφαπτόμενες στα άκρα, είναι πολύ μικρή (Ταϊγανίδης 1994). Έτσι, για τις γωνίες αυτές, τα κυκλικά τόξα στην οριζοντιογραφία μπορεί να θεωρηθούν τετραγωνικές παραβολές που έχουν τις ίδιες εφαπτόμενες στα άκρα. Όταν η οριζοντιογραφία μιας επίπεδης χωρικής καμπύλης είναι τετραγωνική παραβολή, τότε και η ίδια η χωρική καμπύλη είναι επίσης τετραγωνική παραβολή.

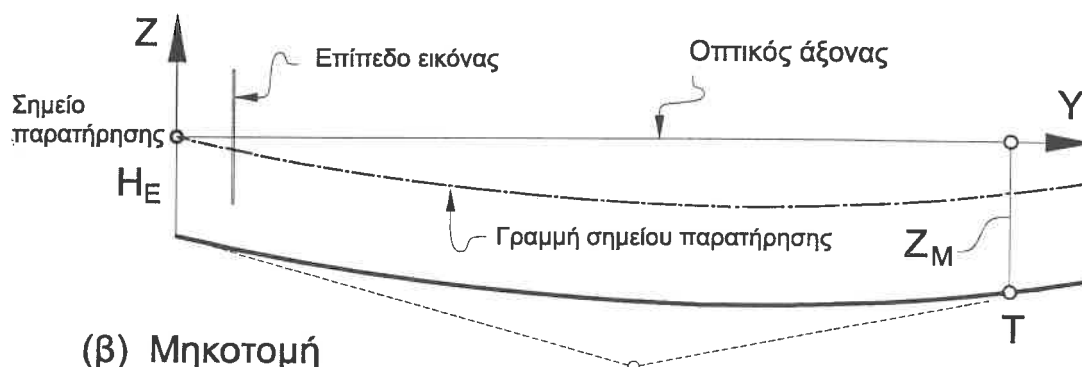
Με βάση τα ανωτέρω, γίνεται δεκτό ότι ο άξονας της οδού στο χώρο περιλαμβάνει ευθύγραμμα τμήματα και τετραγωνικές παραβολές. Συνεπώς είναι δυνατή η χάραξη της προοπτικής του εικόνas με όσα έχουν αναφερθεί ανωτέρω.

Γ.5 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

Κατά την κίνηση του οχήματος, το πεδίο ορατότητας μέσα στο οποίο ο οδηγός έχει σαφή εικόνα του τι συμβαίνει είναι εξαιρετικά μικρό, καλύπτοντας μια μικρή επιφάνεια $20^\circ/13^\circ$ (οριζόντια/κατακόρυφα), ενώ το πεδίο οξείας ορατότητας μειώνεται ακόμη περισσότερο φτάνοντας στις $6^\circ/4^\circ$ [Τσώχος 1984]. Σύμφωνα με τον Babkon [1975] το πεδίο ευκρινούς ορατότητας περιορίζεται σε ένα ορθογώνιο 10×16 cm σε απόσταση 50 cm από τα μάτια του (απόσταση από τα τζάμια του οχήματος), δηλαδή $18^\circ/11.5^\circ$.



(α) Οριζοντιογραφία



(β) Μηκοτομή

Σχήμα Γ-8. Σημείο παρατήρησης, οπτικός άξονας, γωνία πεδίου ορατότητας (α) στην οριζοντιογραφία και (β) στη μηκοτομή

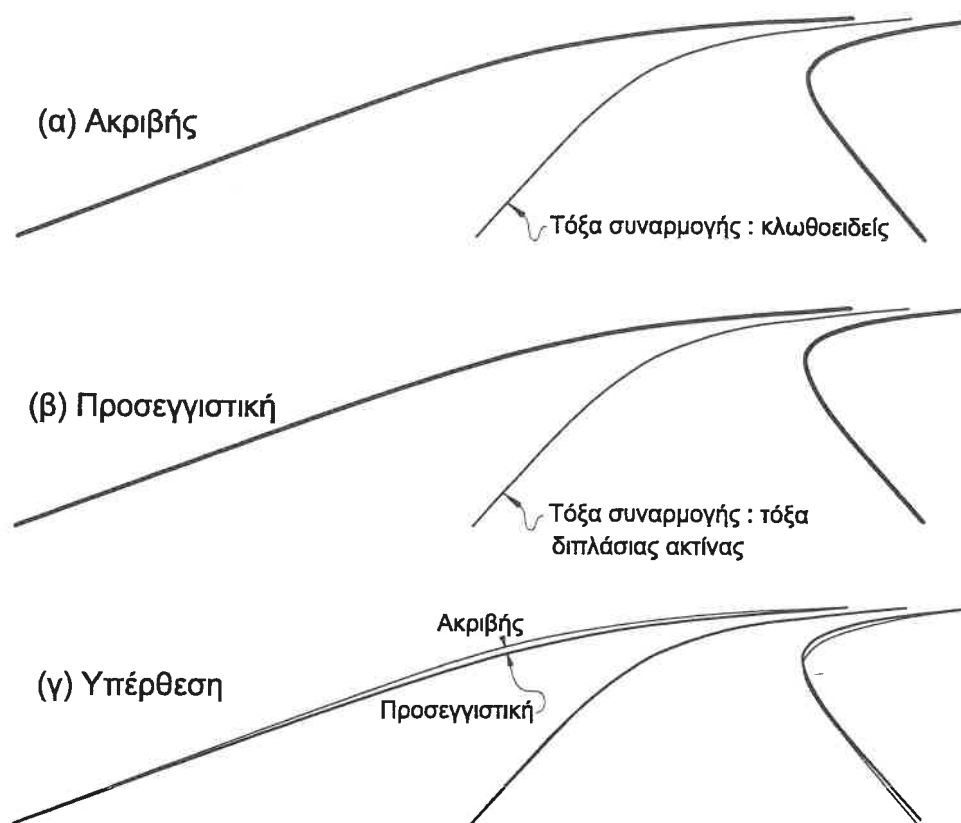
Γιά τη χάραξη της προοπτικής εικόνας της οδού, μέσα στα όρια του ορθογωνίου ευκρινούς ορατότητας, γίνονται συνήθως [Lorenz 1971; Giannini 1990] οι ακόλουθες παραδοχές:

Η γωνία ορατότητας, Σχήμα Γ-8, είναι $\alpha = 20^\circ \div 30^\circ$

- Η προοπτική απόσταση, δηλαδή η απόσταση του σημείου παρατήρησης από το επίπεδο εικόνας, είναι $d = 0.50 \text{ m}$
- Ο οπτικός άξονας είναι οριζόντια γραμμή η οποία στην οριζοντιογραφία εφάπτεται στον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας του οδηγού
- Οι διατομές της οδού, κάθετα προς τον οπτικό άξονα, είναι (α) οριζόντιες (επίκλιση $q = 0\%$) και (β) έχουν πλάτος σταθερό και ίσο προς το πλάτος της οδού στην . Η χρήση επίκλισης $q = 0\%$ οδηγεί σε μικρή μείωση της μεταξύ των οριογραμμών απόστασης στην προοπτική εικόνα. Στο Σχήμα Γ-9, φαίνεται το προοπτικό καμπύλου τμήματος οδού με τόξα συναρμογής κλωθοειδείς σχεδιασμένο (α) με ακριβή μέθοδο και (β) με την παρούσα προσεγγιστική μέθοδο. Είναι φανερό ότι είναι δύσκολο να διακρίνει κανείς διαφορά μεταξύ των δύο σχημάτων. Η διαφορά φαίνεται (και δεν είναι ιδιαιτέρως σημαντική) μόνο όταν γίνει υπέρθεση των δύο σχημάτων.

Εκτός από τις ανωτέρω συνήθεις παραδοχές για την προσεγγιστική χάραξη του προοπτικού μιας οδού, στην παρούσα εργασία, γίνονται και οι ακόλουθες πρόσθετες παραδοχές:

- Η απόσταση X_T ενός σημείου T από το σημείο παρατήρησης λαμβάνεται ίση προς τη διαφορά των χιλιομετρικών θέσεων του σημείου παρατήρησης O (θέση οδηγού) και του σημείου T .
- η χωρική καμπύλη του άξονα της οδού είναι τετραγωνική παραβολή όταν η οριζοντιογραφία του άξονα είναι κυκλικό τόξο και/ή η μηκοτομή είναι τετραγωνική παραβολή.



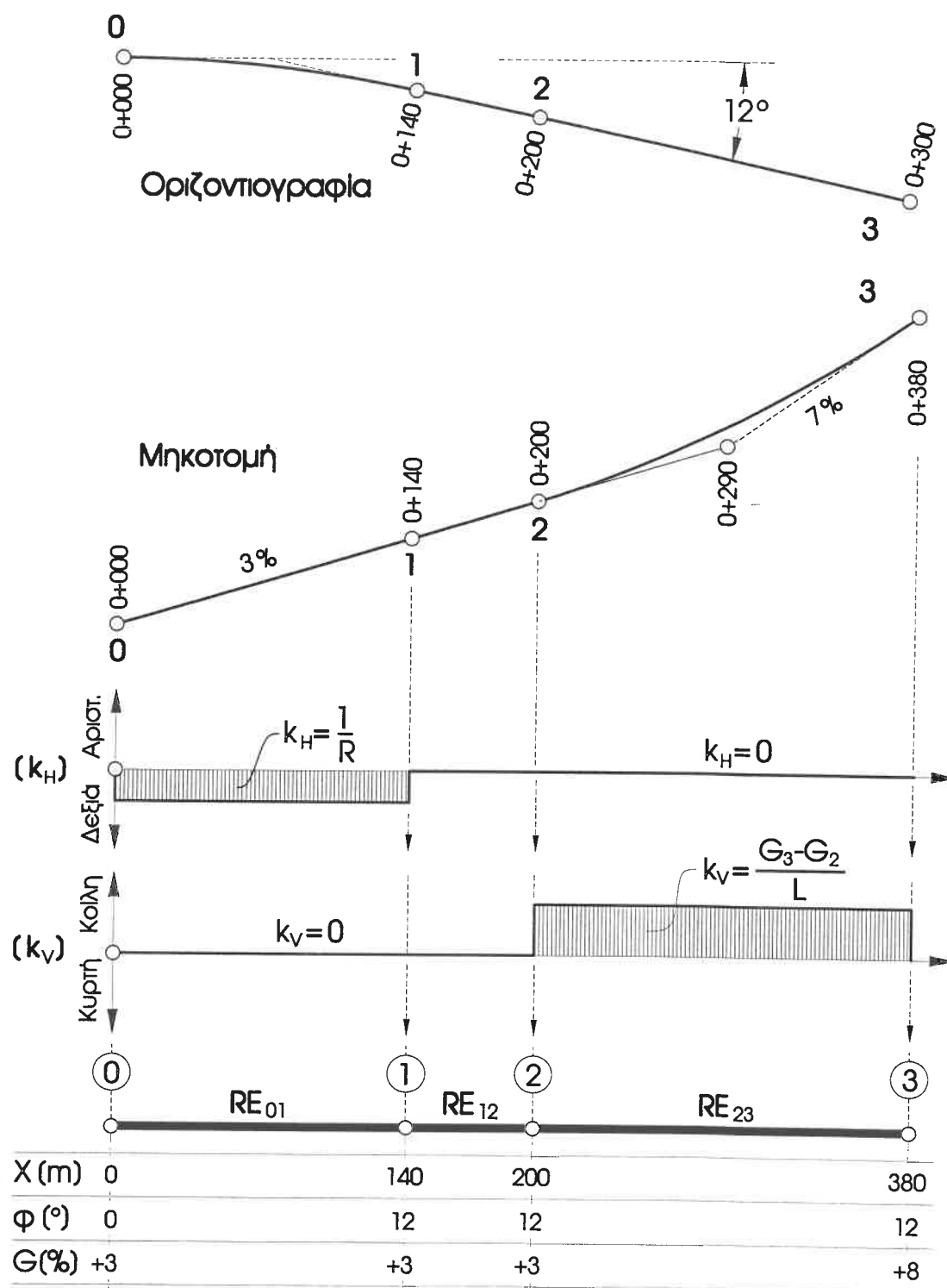
Σχήμα Γ-9. Διαφορά ακριβούς και προσεγγιστικής χάραξης προοπτικού

Γ.6 ΟΔΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Ως **οδικό στοιχείο** (**RE**) ορίζεται το τμήμα οδού σε όλο το μήκος του οποίου οι καμπυλότητες $k_H (=1/R)$ της καμπύλης οριζοντιογραφίας και $k_V (=1/H)$ της καμπύλης μηκοτομής παραμένουν σταθερές.

Στο Σχήμα Γ-10 φαίνονται η οριζοντιογραφία, και η μηκοτομή τμήματος οδού. Στην οριζοντιογραφία, το τμήμα **01** (0+00 έως 0+40.00) είναι κυκλικό τόξο με ακτίνα R και γωνία αλλαγής διεύθυνσης $\varphi = 12^\circ$, ενώ το τμήμα **13** (0+40 έως 0+380) είναι ευθύγραμμο. Στη Μηκοτομή, το τμήμα **02** (0+000 έως 0+200) είναι ευθύγραμμο με κατά μήκος κλίση 3%, ενώ το τμήμα **23** (0+200 έως 0+380) είναι τόξο συναρμογής με κατά μήκος κλίσεις 3%÷8% και ακτίνα H . Η καμπυλότητα των καμπύλων οριζοντιογραφίας στο τμήμα **01** είναι $k_H=1/R$ και στο τμήμα **13** είναι $k_H=0$. Η καμπυλότητα των καμπύλων μηκοτομής στο τμήμα **02** είναι $k_V=0$ και στο τμήμα **23** είναι $k_V = 1/H$. Ο προσδιορισμός των οδικών στοιχείων γίνεται με την ακόλουθη διαδικασία:

- χαράσσονται σε αντιστοιχία τα διαγράμματα καμπυλότητας οριζοντιογραφίας και μηκοτομής [k_H] και [k_V]. Σημειώνεται ότι δεν απαιτούνται οι τιμές των k_H και k_V αλλά μόνο οι θέσεις αλλαγής των τιμών τους.
- χαράσσονται οι κατακόρυφες γραμμές (**0**) και (**3**) που αντιστοιχούν στα άκρα του οδικού τμήματος και οι κατακόρυφες (**1**) που αντιστοιχεί στη θέση μεταβολής της καμπυλότητας της οριζοντιογραφίας και (**3**) που αντιστοιχεί στη θέση μεταβολής της καμπυλότητας της μηκοτομής. Τα μεταξύ των κατακόρυφων (**0**)...(**3**) τμήματα αποτελούν τα **οδικά στοιχεία** **RE₀₁**, **RE₁₂** και **RE₂₃** του οδικού τμήματος **03**.
- Στα άκρα των οδικών στοιχείων αναγράφονται τα χαρακτηριστικά τους μεγέθη, δηλαδή η απόσταση από τη θέση παρατήρησης (X),



Σχήμα Γ-10. Προσδιορισμός των οδικών στοιχείων τμήματος οδού

η γωνία της εφαπτομένης του άξονα στην οριζοντιογραφία με τον οπτικό άξονα (φ) και η κατά μήκος κλίση (G).

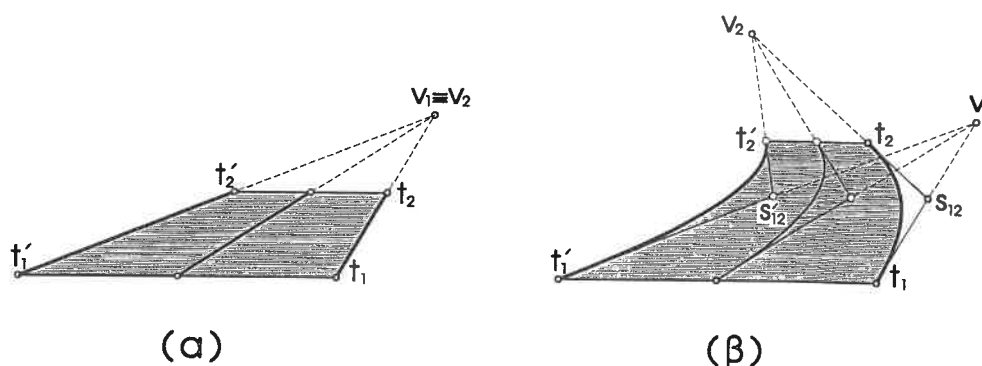
Διακρίνονται δύο κατηγορίες οδικών στοιχείων: (α) **ευθύγραμμα οδικά στοιχεία** των οποίων ο άξονας σε οριζοντιογραφία και μηκотоμή είναι ευθεία ($k_H=0$ και $k_V=0$), και (β) **καμπύλα οδικά στοιχεία** των οποίων ο άξονας στην οριζοντιογραφία και / ή στη μηκотоμή είναι καμπύλη ($k_H \neq 0$ και/ή $k_V \neq 0$).

Κάθε οδικό στοιχείο RE_{jk} χαρακτηρίζεται από: (α) τις αποστάσεις X_j και X_k των άκρων του από τη θέση παρατήρησης, (β) τις γωνίες φ_j και φ_k των εφαπτομένων στα άκρα του με τον οπτικό άξονα, (γ) τις κατά μήκος κλίσεις G_j και G_k , και (δ) το πλάτος W διατομής.

Γ.7 ΠΡΟΟΠΤΙΚΑ ΟΔΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Ως **προοπτικό οδικού στοιχείου** ορίζεται η κεντρική προβολή ενός οδικού στοιχείου RE_{jk} στο επίπεδο εικόνας (p) από το σημείο παρατήρησης O . Διακρίνονται δύο κατηγορίες προοπτικών οδικών στοιχείων:

1. προοπτικά ευθύγραμμων οδικών στοιχείων ($k_H=0$ και $k_V=0$), Σχήμα Γ-11(α) των οποίων οι οριογραμμές $t_j t_k$, $t'_j t'_k$ και ο άξονας $m_j m_k$ είναι ευθείες που τέμνονται στο σημείο φυγής $v_j \equiv v_k$.
2. προοπτικά καμπύλων οδικών στοιχείων ($k_H \neq 0$ και/ή $k_V \neq 0$), Σχήμα Γ-11(β), των οποίων οι οριογραμμές $t_j t_k$, $t'_j t'_k$ και ο άξονας $m_j m_k$ είναι καμπύλες. Οι εφαπτόμενες στα άκρα των καμπύλων των οριογραμμών και του άξονα τέμνονται στα αντίστοιχα σημεία φυγής v_j και v_k .



Σχήμα Γ-11. Προοπτικά: (α) ευθύγραμμου οδικού στοιχείου και (β) καμπύλου οδικού στοιχείου

Υπό τις προϋποθέσεις που έχουν τεθεί ανωτέρω (επικλίση $q = 0\%$, διατομές κάθετες προς τον οπτικό άξονα) οι διατομές $t_1t_1', \dots, t_k t_k'$ στα προοπτικά όλων των οδικών στοιχείων, ευθύγραμμων και καμπύλων, είναι ευθείες παράλληλες προς τον οριζόντιο άξονα της προοπτικής εικόνας.

Η διαδικασία χάραξης του προοπτικού όλων των οδικών στοιχείων, πλην του πρώτου, είναι ίδια. Για το λόγο αυτό, στη συνέχεια περιγράφονται οι διαδικασίες χάραξης του προοπτικού : (α) του πρώτου οδικού στοιχείου και (β) όλων των υπόλοιπων οδικών στοιχείων του τμήματος της οδού που βρίσκονται μέσα στο οπτικό πεδίο του οδηγού.

Σύμφωνα με τον AASHTO [1994], το προοπτικό μιας οδού από τη θέση του οδηγού περιλαμβάνει κατά μέγιστο 2 θάλασες στην οριζοντιογραφία και 3 θάλασες στη μηκοτομή.

Γ.8 ΧΑΡΑΞΗ ΠΡΟΟΠΤΙΚΟΥ ΤΟΥ ΠΡΩΤΟΥ ΟΔΙΚΟΥ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ

Η χάραξη της προοπτικής εικόνας του πρώτου οδικού στοιχείου RE_{01} έχει ως εξής:

1. Στο γράφημα προσδιορισμού των σημείων φυγής, Σχήμα Γ-12(α) ορίζονται τα σημεία φυγής v_0 ($\varphi_0 = 0^\circ$, $G_1\%$) και $v_1(\varphi_1^\circ$, $G_1\%$). Είναι $\varphi_0 = 0^\circ$ επειδή η εφαπτομένη στο αρχικό σημείο είναι παράλληλη προς τον οπτικό άξονα.
2. Χαράσσεται η οριζόντια γραμμή (h) σε κατακόρυφη απόσταση ΔG_h από το πρώτο σημείο φυγής v_0 . Είναι:

$$\Delta G_h = 2 \cdot H_E \quad (\Gamma-6)$$

όπου ΔG_h [%] = διαφορά τεταγμένων
 H_E [m] = ύψος οφθαλμού του οδηγού από την επιφάνεια του οδοστρώματος ($H_E = 1.07$ m για επιβατικά και $H_E = 1.70$ m για φορτηγά).

Επί της οριζόντιας γραμμής (h) σχεδιάζεται η διατομή w της οδού με την κλίμακα που φαίνεται στο κάτω μέρος του γραφήματος

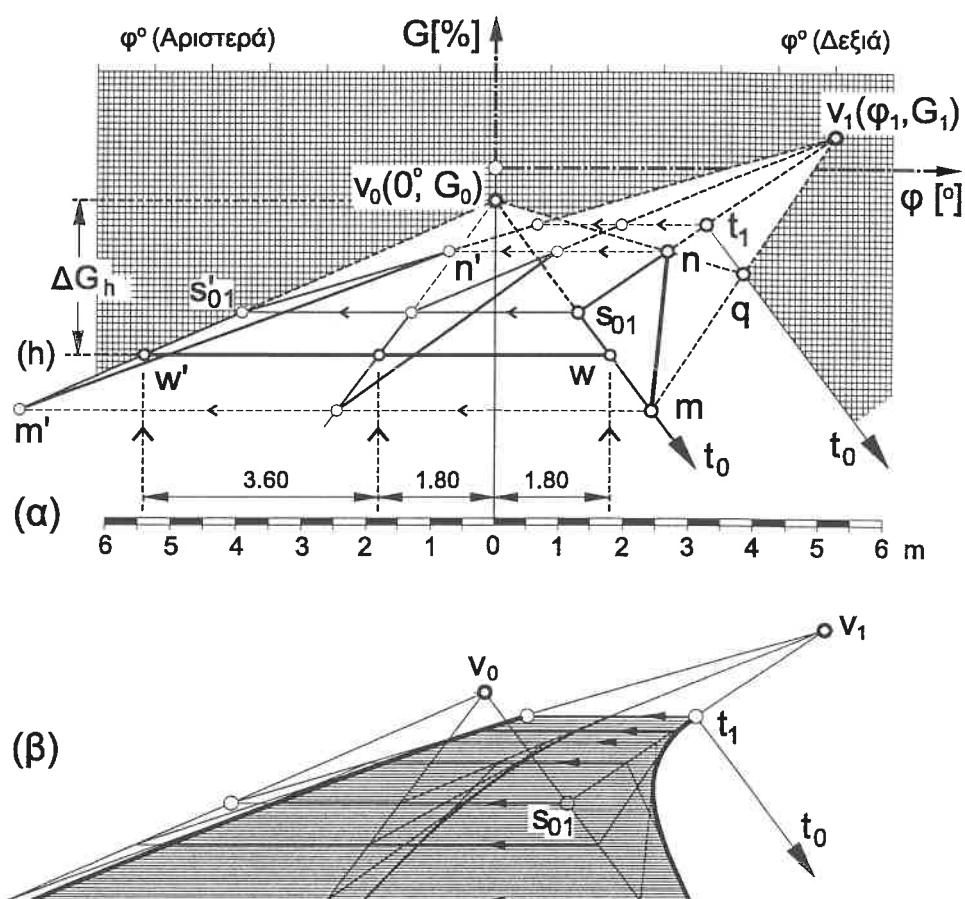
3. Επί της $v_0 w$ ορίζεται το σημείο s_{01} έτσι ώστε:

$$\frac{v_0 s_{01}}{v_0 w} = \frac{100}{X_1} \quad (\Gamma-7)$$

όπου X_1 [m] = χιλιομετρική θέση του τελικού σημείου του πρώτου οδικού στοιχείου.

4. Το τελικό σημείο t_1 της καμπύλης της δεξιά οριογραμμής είναι το μέσο του ευθύγραμμου τμήματος $s_{01}v_1$. Με οριζόντιες γραμμές από

τα σημεία s_{01} και t_1 ορίζονται τα αντίστοιχα σημεία του άξονα και της αριστερής οριογραμμής. Το αρχικό σημείο t_0 της δεξιά οριογραμμής είναι το επ' άπειρον σημείο της v_0s_{01} . Κατόπιν τούτου, η t_1t_0 είναι παράλληλη προς την v_0s_{01} .



Σχήμα Γ-12. Χάραξη της προοπτικής εικόνας του πρώτου οδικού στοιχείου

5. Θεωρείται τυχόν σημείο q της t_1t_0 το οποίο συνδέεται με τα σημεία φυγής v_0 και v_1 και ορίζονται τα σημεία τομής m (v_1q και $s_{01}t_0$) και n (v_0q και $s_{01}t_1$). Η ευθεία mn είναι εφαπτομένη της καμπύλης της δεξιά οριογραμμής. Με οριζόντιες

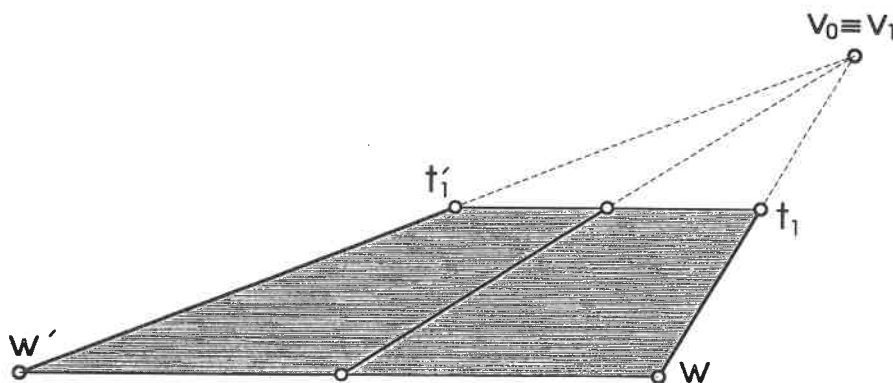
γραμμές από τα σημεία m και n ορίζονται τα άκρα των αντίστοιχων εφαπτομένων των καμπύλων του άξονα και της αριστερής οριογραμμής.

6. Επαναλαμβάνοντας το βήμα 5 για διάφορα σημεία της $t_1 t_0$ χαράσσονται διάφορες εφαπτόμενες, Σχήμα Γ-5(β). Οι περιβάλλουσες των εφαπτομένων είναι οι καμπύλες του άξονα και των οριογραμμών στην προοπτική εικόνα.

Όταν το πρώτο οδικό στοιχείο είναι ευθύγραμμο, Σχήμα Γ-13, τότε τα σημεία φυγής v_0 και v_1 συμπίπτουν ($v_0 \equiv v_1$). Στην περίπτωση αυτή το τελικό σημείο t_1 βρίσκεται επί της $v_1 w$ και προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$\frac{(v_1 t_1)}{(v_1 w)} = \frac{50}{X_1} \quad (\Gamma-8)$$

όπου X_1 [m] = χιλιομετρική θέση του τελικού σημείου του πρώτου οδικού στοιχείου.



Σχήμα Γ-13. Προσδιορισμός τελικού σημείου σε πρώτο οδικό στοιχείο που είναι ευθύγραμμο.

Γ.9 ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ ΤΟΥ ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΟΔΙΚΟΥ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ

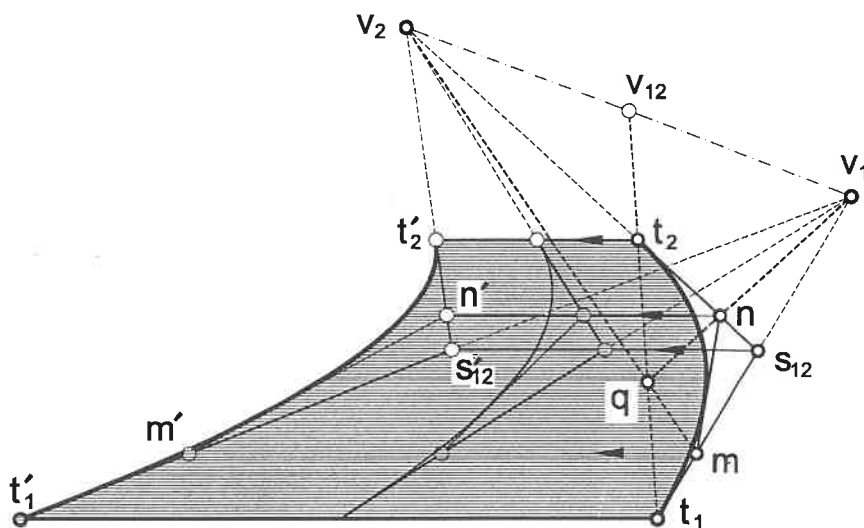
Γιά τη χάραξη της προοπτικής εικόνας του δεύτερου οδικού στοιχείου RE_{12} , Σχήμα Γ-14, θεωρούνται ως δεδομένα: (α) η αρχική διατομή t_1t_1' , (β) τα σημεία φυγής v_1 και v_2 , και (γ) οι αποστάσεις X_1 και X_2 της αρχικής και τελικής διατομής του οδικού στοιχείου από τη θέση του οδηγού. Η χάραξη γίνεται ως ακολούθως:

1. Επί της v_1t_1 ορίζεται το σημείο s_{12} για το οποίο ισχύει η σχέση:

$$\frac{(v_1s_{12})}{(v_1t_1)} = \frac{2 \cdot X_1}{X_1 + X_2} \quad (\Gamma-9)$$

όπου $X_1/X_2[m]$ = χιλιομετρική θέση αρχής/πέρατος του δεύτερου οδικού στοιχείου από τη θέση του οδηγού.

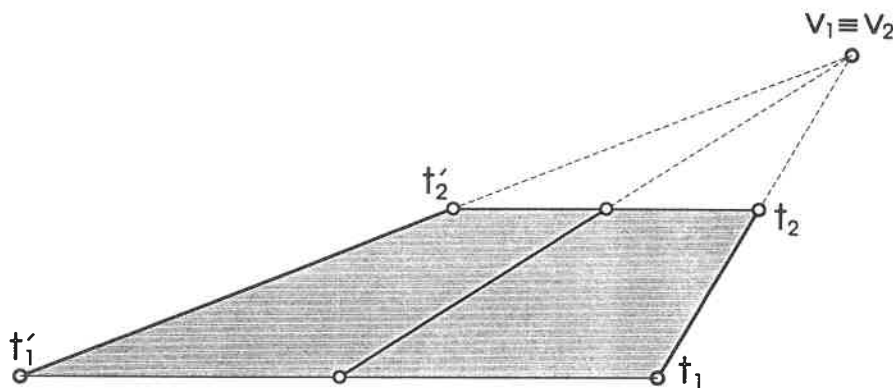
2. Χαράσσεται το ευθύγραμμο τμήμα v_1v_2 και ορίζεται το μέσο του v_{12} .



Σχήμα Γ-14. Χάραξη της προοπτικής εικόνας του δεύτερου οδικού στοιχείου.

3. Χαράσσονται οι ευθείες $v_{12}t_1$ και $s_{12}v_2$ και ορίζεται το σημείο τομής τους t_2 , που είναι το πέρας της δεξιά οριογραμμής του δεύτερου οδικού στοιχείου RE_{12} .
4. Θεωρείται τυχόν σημείο q της ευθείας t_1t_2 το οποίο συνδέεται με τα σημεία φυγής v_1, v_2 και ορίζονται τα σημεία τομής $m = v_2q \cap s_{12}t_1$, και $n = v_1q \cap s_{12}t_2$. Η ευθεία mn είναι εφαπτομένη της καμπύλης της δεξιά οριογραμμής. Με οριζόντιες γραμμές από τα σημεία m και n ορίζονται τα άκρα των αντίστοιχων εφαπτομένων των καμπύλων του άξονα και της αριστερής οριογραμμής.
5. Επαναλαμβάνοντας το βήμα 4 για διάφορα σημεία της t_1t_2 χαράσσονται διάφορες εφαπτόμενες. Οι περιβάλλουσες των εφαπτομένων είναι οι καμπύλες του άξονα και των οριογραμμών στην προοπτική εικόνα.

Όταν το δεύτερο οδικό στοιχείο είναι ευθύγραμμο, Σχήμα Γ-15, τότε τα σημεία φυγής v_1 και v_2 συμπίπτουν ($v_1 \equiv v_2$).



Σχήμα Γ-15. Προσδιορισμός τελικού σημείου σε πρώτο οδικό στοιχείο που είναι ευθύγραμμο.

Στην περίπτωση αυτή το τελικό σημείο t_1 βρίσκεται επί της $v_1 t_1$ και προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$\frac{(v_1 t_2)}{(v_1 t_1)} = \frac{X_1}{X_2} \quad (\Gamma-10)$$

όπου X_1/X_2 [m] = χιλιομετρική θέση αρχικού/τελικού σημείου του δεύτερου οδικού στοιχείου.

Γ.10 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΧΑΡΑΞΗΣ ΤΗΣ ΠΡΟΟΠΤΙΚΗΣ ΕΙΚΟΝΑΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΟΔΟΥ

Για παράδειγμα, χαράσσεται η προοπτική εικόνα του τμήματος οδού που αναφέρεται ανωτέρω στο εδάφιο Γ.5 (Σχήμα Γ-10). Το πλάτος του οδοστρώματος είναι 2*3.60 m. Το ύψος οφθαλμού του οδηγού είναι $H_E=2.40$ m (περίπτωση φορτηγού οχήματος).

Η χάραξη γίνεται ως ακολούθως:

1. Χωρίζεται το τμήμα της οδού σε τρία οδικά στοιχεία όπως περιγράφεται στο εδάφιο Γ.5 της παρούσας εργασίας. Από το υπόμνημα του Σχήματος Γ-10 προκύπτει ότι τα χαρακτηριστικά μεγέθη των οδικών στοιχείων έχουν ως εξής:

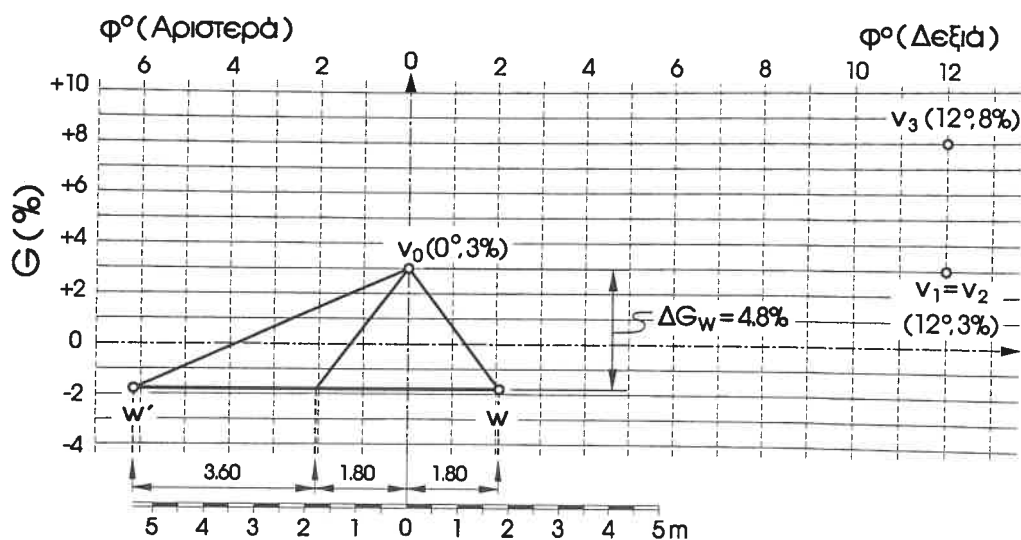
$x_0=0$	$x_1=140 \text{ m}$	$x_2=200 \text{ m}$	$x_3=380 \text{ m}$
$\varphi_0=0^\circ$	$\varphi_1=12^\circ$	$\varphi_2=12^\circ$	$\varphi_3=12^\circ$
$G_0=3\%$	$G_1=3\%$	$G_2=3\%$	$G_3=8\%$

2. Στο γράφημα προσδιορισμού των σημείων φυγής, Σχήμα Γ-16, ορίζονται τα σημεία φυγής v_0 , v_1 , v_2 και v_3 . Είναι:

$$v_0 (0^\circ, 3\%) \quad v_1 (12^\circ, 3\%) \quad v_2 (12^\circ, 3\%) \quad v_3 (12^\circ, 8\%)$$

3. Χαράσσεται η οριζόντια γραμμή (h), στην οποία σχεδιάζεται η διατομή αναφοράς ww' με την κλίμακα μηκών που φαίνεται στο κάτω μέρος του γραφήματος. Είναι:

$$\Delta G_H = 2 \cdot 2.40 = 4.8 \% \quad \text{και} \quad W = 7.32 \text{ m}$$



Σχήμα Γ-16. Προσδιορισμός των σημείων φυγής.

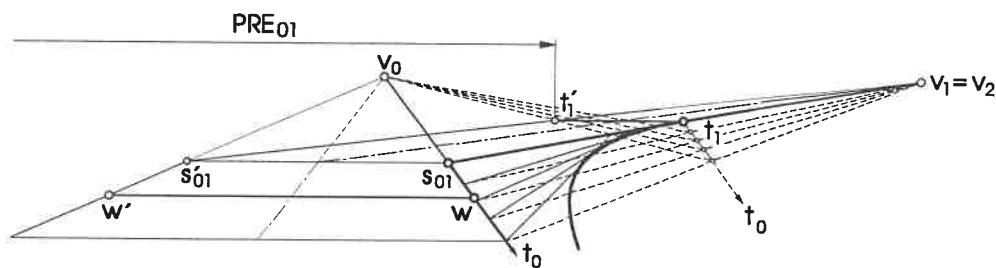
4. Χαράσσεται το προοπτικό του πρώτου οδικού στοιχείου, Σχήμα Γ-17, σύμφωνα με τα αναφερθέντα εδάφιο Γ.8. Προς τούτο:

4.1. Επί της v_0w ορίζεται το σημείο s_{01} από τη σχέση (Γ-2) για $x_1=140$ m, δηλαδή :

$$\frac{(v_0 s_{01})}{(v_0 w)} = \frac{100}{140} = 0.714$$

4.2. Από το μέσο t_1 του ευθύγραμμου τμήματος $s_{01}v_1$ χαράσσεται ευθεία t_1t_0 παράλληλη προς τη v_0w .

4.3. Μετά τον προσδιορισμό της t_0t_1 , η χάραξη των καμπύλων των οριογραμμών και του άξονα γίνεται σύμφωνα με τα βήματα 4 και 5 της διαδικασίας χάραξης προοπτικού τυχόντος οδικού στοιχείου.

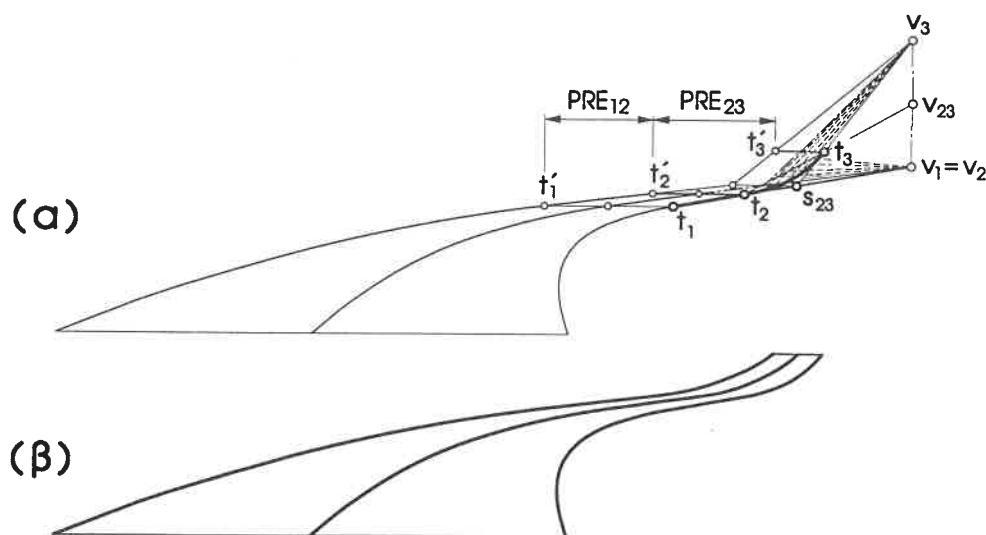


Σχήμα Γ-17. Χάραξη της δεξιάς οριογραμμής του πρώτου οδικού στοιχείου.

5. Χαράσσεται το προοπτικό του δεύτερου οδικού στοιχείου RE_{12} , Σχήμα Γ-18(α), το οποίο είναι ευθύγραμμο ($k_H=0$, $k_V=0$). Τα σημεία

φυγής v_1 και v_2 συμπίπτουν, ενώ το πέρας t_2 προσδιορίζεται, για $x_1 = 140$ και $x_2 = 200$ m, από τη ακόλουθη σχέση :

$$\frac{(v_1 t_2)}{(v_1 t_1)} = \frac{x_1}{x_2} = \frac{140}{200} = 0.700$$



Σχήμα Γ-18. Χάραξη του δεύτερου και τρίτου οδικού στοιχείου.

6. Χαράσσεται το προοπτικό του τρίτου οδικού στοιχείου RE_{23} , Σχήμα Γ-18, σύμφωνα με τα αναφερόμενα στο εδάφιο Γ.9. Προς τούτο:

6.1. Επί της $v_2 t_2$ ορίζεται σημείο s_{23} , για $x_2=200$ και $x_3=300$ m, από την ακόλουθη σχέση:

$$\frac{(v_2 s_{23})}{(v_2 t_2)} = \frac{2 \cdot x_2}{x_2 + x_3} = \frac{2 \cdot 200}{200 + 300} = 0.800$$

- 6.2. Χαράσσεται το ευθύγραμμο τμήμα v_2v_3 και ορίζεται το μέσο του v_{23} .
- 6.3. Χαράσσονται οι ευθείες $v_{23}t_2$ και $s_{23}v_3$ και ορίζεται το σημείο τομής τους t_3 , που είναι το πέρας της δεξιά οριογραμμής του οδικού στοιχείου RE_{23} .
- 6.4. Μετά τον προσδιορισμό της t_2t_3 , η χάραξη των καμπύλων των οριογραμμών και του άξονα γίνεται σύμφωνα με τα βήματα 4 και 5 της διαδικασίας χάραξης προοπτικού τυχόντος οδικού στοιχείου.

Με την ανωτέρω διαδικασία είναι δυνατό να εμπλουτιστεί η προοπτική εικόνα της οδού με τα πλάτη των λωρίδων καθοδήγησης καθώς και το πλάτος της μεσαίας γραμμής του οδοστρώματος.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΕΛΑΧΙΣΤΟΥ ΜΗΚΟΥΣ
ΚΟΙΛΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΜΗΚΟΤΟΜΗΣ ΟΔΟΥ ΚΑΙ
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

(ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΜΗ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΟΠΤΙΚΗΣ ΘΛΑΣΗΣ)

**Δ. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΕΛΑΧΙΣΤΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΚΟΙΛΗΣ
ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΜΗΚΟΤΟΜΗΣ ΓΙΑ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ $V = 60 \div 90$ km/h ΚΑΙ
ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΚΛΙΣΕΩΝ $\Delta G = 1 \div 9$ %**

```

DECLARE SUB AASHTOValues ()
COMMON SHARED V, Kn, Gmax

PRINT "                Eleni\Persp_f"
PRINT "                05.10.98"
PRINT ""
p = 3.141593
PRINT TAB(10); "x12"; TAB(20); "minL"; TAB(32); "l/d"; TAB(42); "r"; TAB(50); "H_SSD"; TAB(60); "H_Persp"
FOR V = 60 TO 90 STEP 10
    PRINT TAB(10); "V="; V
    BW = 3.75 * 1.5 + .3 + 1.5
    He = 2.4
    FOR DG = 1 TO 9 STEP 1
        PRINT TAB(10); "DG="; DG
        FOR x12 = 50 TO 650 STEP 50
            omega = p - ATN(BW / He)
            x1cr = -200 * He / DG / COS(omega)
            b12 = BW / 2 / x12
            h12 = -b12 / TAN(omega)
            v1v2 = .5 * DG / 100
            phi = ATN(b12 / (h12 + v1v2))
            thita = (p - omega - phi) / 2
            ratio = -2 * TAN(thita) / TAN(omega + thita)
            IF ratio > .6 THEN
                L12 = x12 * ratio
            ELSE
                L12 = .6 * x12
            END IF
            K12 = L12 / DG
            CALL AASHTOValues

            IF K12 > Kn THEN
                minK = K12
            ELSE
                minK = Kn
            END IF
            minL = minK * DG
            x1 = x12 - minL / 2
            x2 = x12 + minL / 2
            r = minL / x12
            minL = INT(minL + .5)
            ratio = INT(100 * ratio + .5) / 100
            minK = INT(minK + .5)
            PRINT TAB(9); x12; TAB(20); minL; TAB(30); ratio; TAB(40); r; TAB(50); Kn; TAB(60); minK
        NEXT
    NEXT
NEXT
NEXT
NEXT

```

SUB AASHTOValues

'Design Controls for SAG VERTICAL CYRVES

SELECT CASE V

CASE 30

f = .4

Gmax = 12

Kn = 4

CASE 40

f = .38

Gmax = 12

Kn = 8

CASE 50

f = .35

Gmax = 10

Kn = 12

CASE 60

f = .33

Gmax = 10

Kn = 18

CASE 70

f = .31

Gmax = 10

Kn = 25

CASE 80

f = .3

Gmax = 10

Kn = 32

CASE 90

f = .3

Gmax = 9

Kn = 40

CASE 100

f = .29

Gmax = 7

Kn = 51

CASE 110

f = .28

Gmax = 6

Kn = 62

CASE 120

f = .28

Gmax = 5

Kn = 73

END SELECT

END SUB

x12	minL	l/d	r	H_SSD	H_Persp
V= 60					
DG = 1					
50	30	.02	.6	18	30
100	60	.05	.6	18	60
150	90	.07	.6	18	90
200	120	.1	.6	18	120
250	150	.13	.6	18	150
300	180	.16	.6	18	180
350	210	.19	.6	18	210
400	240	.23	.6	18	240
450	270	.26	.6	18	270
500	300	.29	.6	18	300
550	330	.33	.6	18	330
600	360	.36	.6	18	360
650	390	.39	.6	18	390
DG = 2					
50	36	.05	.72	18	18
100	60	.1	.6	18	30
150	90	.16	.6	18	45
200	120	.23	.6	18	60
250	150	.29	.6	18	75
300	180	.36	.6	18	90
350	210	.42	.6	18	105
400	240	.48	.6	18	120
450	270	.54	.6	18	135
500	300	.6	.6	18	150
550	358	.65	.6501253	18	179
600	420	.7	.6997203	18	210
650	485	.75	.746455	18	243
DG = 3					
50	54	.07	1.08	18	18
100	60	.16	.6000001	18	20
150	90	.26	.6	18	30
200	120	.36	.6000001	18	40
250	150	.45	.6	18	50
300	180	.54	.6	18	60
350	218	.62	.624221	18	73
400	280	.7	.6997202	18	93
450	346	.77	.7687914	18	115
500	416	.83	.8319044	18	139
550	489	.89	.8895905	18	163
600	565	.94	.9423808	18	188
650	644	.99	.9907768	18	215
DG = 4					
50	72	.1	1.44	18	18
100	72	.23	.72	18	18
150	90	.36	.6	18	23
200	120	.48	.6	18	30
250	150	.6	.6	18	38
300	210	.7	.6997203	18	52
350	277	.79	.7904654	18	69
400	348	.87	.8709316	18	87
450	424	.94	.9423808	18	106
500	503	1.01	1.006013	18	126
550	585	1.06	1.062898	18	146
600	668	1.11	1.113961	18	167
650	754	1.16	1.15999	18	188
DG = 5					
50	90	.13	1.8	18	18
100	90	.29	.9	18	18

150	90	.45	.6	18	18
200	120	.6	.6	18	24
250	181	.72	.7234372	18	36
300	250	.83	.8319046	18	50
350	324	.93	.9252963	18	65
400	402	1.01	1.006013	18	80
450	484	1.08	1.076177	18	97
500	569	1.14	1.13756	18	114
550	655	1.19	1.191613	18	131
600	744	1.24	1.239509	18	149
650	833	1.28	1.282203	18	167
DG = 6					
50	108	.16	2.16	18	18
100	108	.36	1.08	18	18
150	108	.54	.72	18	18
200	140	.7	.6997202	18	23
250	208	.83	.8319044	18	35
300	283	.94	.9423808	18	47
350	362	1.04	1.035238	18	60
400	446	1.11	1.113961	18	74
450	532	1.18	1.181329	18	89
500	620	1.24	1.239509	18	103
550	710	1.29	1.290188	18	118
600	801	1.33	1.334685	18	133
650	893	1.37	1.374036	18	149
DG = 7					
50	126	.19	2.52	18	18
100	126	.42	1.26	18	18
150	126	.62	.84	18	18
200	158	.79	.7904654	18	23
250	231	.93	.9252964	18	33
300	311	1.04	1.035238	18	44
350	394	1.13	1.125912	18	56
400	481	1.2	1.201651	18	69
450	570	1.27	1.265696	18	81
500	660	1.32	1.32047	18	94
550	752	1.37	1.367798	18	107
600	845	1.41	1.409068	18	121
650	939	1.45	1.445353	18	134
DG = 8					
50	144	.23	2.88	18	18
100	144	.48	1.44	18	18
150	144	.7	.96	18	18
200	174	.87	.8709316	18	22
250	252	1.01	1.006013	18	31
300	334	1.11	1.113961	18	42
350	421	1.2	1.201651	18	53
400	510	1.27	1.274041	18	64
450	601	1.33	1.334685	18	75
500	693	1.39	1.386158	18	87
550	787	1.43	1.430354	18	98
600	881	1.47	1.468691	18	110
650	976	1.5	1.502247	18	122
DG = 9					
50	162	.26	3.24	18	18
100	162	.54	1.62	18	18
150	162	.77	1.08	18	18
200	188	.94	.9423808	18	21
250	269	1.08	1.076177	18	30
300	354	1.18	1.181329	18	39
350	443	1.27	1.265696	18	49
400	534	1.33	1.334685	18	59
450	626	1.39	1.392047	18	70
500	720	1.44	1.440441	18	80

550	815	1.48	1.481786	18	91
600	910	1.52	1.517499	18	101
650	1007	1.55	1.548648	18	112
V= 70					
DG = 1					
50	30	.02	.6	25	30
100	60	.05	.6	25	60
150	90	.07	.6	25	90
200	120	.1	.6	25	120
250	150	.13	.6	25	150
300	180	.16	.6	25	180
350	210	.19	.6	25	210
400	240	.23	.6	25	240
450	270	.26	.6	25	270
500	300	.29	.6	25	300
550	330	.33	.6	25	330
600	360	.36	.6	25	360
650	390	.39	.6	25	390
DG = 2					
50	50	.05	1	25	25
100	60	.1	.6	25	30
150	90	.16	.6	25	45
200	120	.23	.6	25	60
250	150	.29	.6	25	75
300	180	.36	.6	25	90
350	210	.42	.6	25	105
400	240	.48	.6	25	120
450	270	.54	.6	25	135
500	300	.6	.6	25	150
550	358	.65	.6501253	25	179
600	420	.7	.6997203	25	210
650	485	.75	.746455	25	243
DG = 3					
50	75	.07	1.5	25	25
100	75	.16	.75	25	25
150	90	.26	.6	25	30
200	120	.36	.6000001	25	40
250	150	.45	.6	25	50
300	180	.54	.6	25	60
350	218	.62	.624221	25	73
400	280	.7	.6997202	25	93
450	346	.77	.7687914	25	115
500	416	.83	.8319044	25	139
550	489	.89	.8895905	25	163
600	565	.94	.9423808	25	188
650	644	.99	.9907768	25	215
DG = 4					
50	100	.1	2	25	25
100	100	.23	1	25	25
150	100	.36	.6666667	25	25
200	120	.48	.6	25	30
250	150	.6	.6	25	38
300	210	.7	.6997203	25	52
350	277	.79	.7904654	25	69
400	348	.87	.8709316	25	87
450	424	.94	.9423808	25	106
500	503	1.01	1.006013	25	126
550	585	1.06	1.062898	25	146
600	668	1.11	1.113961	25	167
650	754	1.16	1.15999	25	188
DG = 5					
50	125	.13	2.5	25	25
100	125	.29	1.25	25	25
150	125	.45	.8333333	25	25

200	125	.6	.625	25	25
250	181	.72	.7234372	25	36
300	250	.83	.8319046	25	50
350	324	.93	.9252963	25	65
400	402	1.01	1.006013	25	80
450	484	1.08	1.076177	25	97
500	569	1.14	1.13756	25	114
550	655	1.19	1.191613	25	131
600	744	1.24	1.239509	25	149
650	833	1.28	1.282203	25	167
DG = 6					
50	150	.16	3	25	25
100	150	.36	1.5	25	25
150	150	.54	1	25	25
200	150	.7	.75	25	25
250	208	.83	.8319044	25	35
300	283	.94	.9423808	25	47
350	362	1.04	1.035238	25	60
400	446	1.11	1.113961	25	74
450	532	1.18	1.181329	25	89
500	620	1.24	1.239509	25	103
550	710	1.29	1.290188	25	118
600	801	1.33	1.334685	25	133
650	893	1.37	1.374036	25	149
DG = 7					
50	175	.19	3.5	25	25
100	175	.42	1.75	25	25
150	175	.62	1.166667	25	25
200	175	.79	.875	25	25
250	231	.93	.9252964	25	33
300	311	1.04	1.035238	25	44
350	394	1.13	1.125912	25	56
400	481	1.2	1.201651	25	69
450	570	1.27	1.265696	25	81
500	660	1.32	1.32047	25	94
550	752	1.37	1.367798	25	107
600	845	1.41	1.409068	25	121
650	939	1.45	1.445353	25	134
DG = 8					
50	200	.23	4	25	25
100	200	.48	2	25	25
150	200	.7	1.333333	25	25
200	200	.87	1	25	25
250	252	1.01	1.006013	25	31
300	334	1.11	1.113961	25	42
350	421	1.2	1.201651	25	53
400	510	1.27	1.274041	25	64
450	601	1.33	1.334685	25	75
500	693	1.39	1.386158	25	87
550	787	1.43	1.430354	25	98
600	881	1.47	1.468691	25	110
650	976	1.5	1.502247	25	122
DG = 9					
50	225	.26	4.5	25	25
100	225	.54	2.25	25	25
150	225	.77	1.5	25	25
200	225	.94	1.125	25	25
250	269	1.08	1.076177	25	30
300	354	1.18	1.181329	25	39
350	443	1.27	1.265696	25	49
400	534	1.33	1.334685	25	59
450	626	1.39	1.392047	25	70
500	720	1.44	1.440441	25	80
550	815	1.48	1.481786	25	91

600	910	1.52	1.517499	25	101
650	1007	1.55	1.548648	25	112
V= 80					
DG = 1					
50	32	.02	.64	32	32
100	60	.05	.6	32	60
150	90	.07	.6	32	90
200	120	.1	.6	32	120
250	150	.13	.6	32	150
300	180	.16	.6	32	180
350	210	.19	.6	32	210
400	240	.23	.6	32	240
450	270	.26	.6	32	270
500	300	.29	.6	32	300
550	330	.33	.6	32	330
600	360	.36	.6	32	360
650	390	.39	.6	32	390
DG = 2					
50	64	.05	1.28	32	32
100	64	.1	.64	32	32
150	90	.16	.6	32	45
200	120	.23	.6	32	60
250	150	.29	.6	32	75
300	180	.36	.6	32	90
350	210	.42	.6	32	105
400	240	.48	.6	32	120
450	270	.54	.6	32	135
500	300	.6	.6	32	150
550	358	.65	.6501253	32	179
600	420	.7	.6997203	32	210
650	485	.75	.746455	32	243
DG = 3					
50	96	.07	1.92	32	32
100	96	.16	.96	32	32
150	96	.26	.64	32	32
200	120	.36	.6000001	32	40
250	150	.45	.6	32	50
300	180	.54	.6	32	60
350	218	.62	.624221	32	73
400	280	.7	.6997202	32	93
450	346	.77	.7687914	32	115
500	416	.83	.8319044	32	139
550	489	.89	.8895905	32	163
600	565	.94	.9423808	32	188
650	644	.99	.9907768	32	215
DG = 4					
50	128	.1	2.56	32	32
100	128	.23	1.28	32	32
150	128	.36	.8533334	32	32
200	128	.48	.64	32	32
250	150	.6	.6	32	38
300	210	.7	.6997203	32	52
350	277	.79	.7904654	32	69
400	348	.87	.8709316	32	87
450	424	.94	.9423808	32	106
500	503	1.01	1.006013	32	126
550	585	1.06	1.062898	32	146
600	668	1.11	1.113961	32	167
650	754	1.16	1.15999	32	188
DG = 5					
50	160	.13	3.2	32	32
100	160	.29	1.6	32	32
150	160	.45	1.066667	32	32
200	160	.6	.8	32	32

250	181	.72	.7234372	32	36
300	250	.83	.8319046	32	50
350	324	.93	.9252963	32	65
400	402	1.01	1.006013	32	80
450	484	1.08	1.076177	32	97
500	569	1.14	1.13756	32	114
550	655	1.19	1.191613	32	131
600	744	1.24	1.239509	32	149
650	833	1.28	1.282203	32	167
DG = 6					
50	192	.16	3.84	32	32
100	192	.36	1.92	32	32
150	192	.54	1.28	32	32
200	192	.7	.96	32	32
250	208	.83	.8319044	32	35
300	283	.94	.9423808	32	47
350	362	1.04	1.035238	32	60
400	446	1.11	1.113961	32	74
450	532	1.18	1.181329	32	89
500	620	1.24	1.239509	32	103
550	710	1.29	1.290188	32	118
600	801	1.33	1.334685	32	133
650	893	1.37	1.374036	32	149
DG = 7					
50	224	.19	4.48	32	32
100	224	.42	2.24	32	32
150	224	.62	1.493333	32	32
200	224	.79	1.12	32	32
250	231	.93	.9252964	32	33
300	311	1.04	1.035238	32	44
350	394	1.13	1.125912	32	56
400	481	1.2	1.201651	32	69
450	570	1.27	1.265696	32	81
500	660	1.32	1.32047	32	94
550	752	1.37	1.367798	32	107
600	845	1.41	1.409068	32	121
650	939	1.45	1.445353	32	134
DG = 8					
50	256	.23	5.12	32	32
100	256	.48	2.56	32	32
150	256	.7	1.706667	32	32
200	256	.87	1.28	32	32
250	256	1.01	1.024	32	32
300	334	1.11	1.113961	32	42
350	421	1.2	1.201651	32	53
400	510	1.27	1.274041	32	64
450	601	1.33	1.334685	32	75
500	693	1.39	1.386158	32	87
550	787	1.43	1.430354	32	98
600	881	1.47	1.468691	32	110
650	976	1.5	1.502247	32	122
DG = 9					
50	288	.26	5.76	32	32
100	288	.54	2.88	32	32
150	288	.77	1.92	32	32
200	288	.94	1.44	32	32
250	288	1.08	1.152	32	32
300	354	1.18	1.181329	32	39
350	443	1.27	1.265696	32	49
400	534	1.33	1.334685	32	59
450	626	1.39	1.392047	32	70
500	720	1.44	1.440441	32	80
550	815	1.48	1.481786	32	91
600	910	1.52	1.517499	32	101

650	1007	1.55	1.548648	32	112
V= 90					
DG = 1					
50	40	.02	.8	40	40
100	60	.05	.6	40	60
150	90	.07	.6	40	90
200	120	.1	.6	40	120
250	150	.13	.6	40	150
300	180	.16	.6	40	180
350	210	.19	.6	40	210
400	240	.23	.6	40	240
450	270	.26	.6	40	270
500	300	.29	.6	40	300
550	330	.33	.6	40	330
600	360	.36	.6	40	360
650	390	.39	.6	40	390
DG = 2					
50	80	.05	1.6	40	40
100	80	.1	.8	40	40
150	90	.16	.6	40	45
200	120	.23	.6	40	60
250	150	.29	.6	40	75
300	180	.36	.6	40	90
350	210	.42	.6	40	105
400	240	.48	.6	40	120
450	270	.54	.6	40	135
500	300	.6	.6	40	150
550	358	.65	.6501253	40	179
600	420	.7	.6997203	40	210
650	485	.75	.746455	40	243
DG = 3					
50	120	.07	2.4	40	40
100	120	.16	1.2	40	40
150	120	.26	.8	40	40
200	120	.36	.6000001	40	40
250	150	.45	.6	40	50
300	180	.54	.6	40	60
350	218	.62	.624221	40	73
400	280	.7	.6997202	40	93
450	346	.77	.7687914	40	115
500	416	.83	.8319044	40	139
550	489	.89	.8895905	40	163
600	565	.94	.9423808	40	188
650	644	.99	.9907768	40	215
DG = 4					
50	160	.1	3.2	40	40
100	160	.23	1.6	40	40
150	160	.36	1.066667	40	40
200	160	.48	.8	40	40
250	160	.6	.64	40	40
300	210	.7	.6997203	40	52
350	277	.79	.7904654	40	69
400	348	.87	.8709316	40	87
450	424	.94	.9423808	40	106
500	503	1.01	1.006013	40	126
550	585	1.06	1.062898	40	146
600	668	1.11	1.113961	40	167
650	754	1.16	1.15999	40	188
DG = 5					
50	200	.13	4	40	40
100	200	.29	2	40	40
150	200	.45	1.333333	40	40
200	200	.6	1	40	40
250	200	.72	.8	40	40

300	250	.83	.8319046	40	50
350	324	.93	.9252963	40	65
400	402	1.01	1.006013	40	80
450	484	1.08	1.076177	40	97
500	569	1.14	1.13756	40	114
550	655	1.19	1.191613	40	131
600	744	1.24	1.239509	40	149
650	833	1.28	1.282203	40	167
DG = 6					
50	240	.16	4.8	40	40
100	240	.36	2.4	40	40
150	240	.54	1.6	40	40
200	240	.7	1.2	40	40
250	240	.83	.96	40	40
300	283	.94	.9423808	40	47
350	362	1.04	1.035238	40	60
400	446	1.11	1.113961	40	74
450	532	1.18	1.181329	40	89
500	620	1.24	1.239509	40	103
550	710	1.29	1.290188	40	118
600	801	1.33	1.334685	40	133
650	893	1.37	1.374036	40	149
DG = 7					
50	280	.19	5.6	40	40
100	280	.42	2.8	40	40
150	280	.62	1.866667	40	40
200	280	.79	1.4	40	40
250	280	.93	1.12	40	40
300	311	1.04	1.035238	40	44
350	394	1.13	1.125912	40	56
400	481	1.2	1.201651	40	69
450	570	1.27	1.265696	40	81
500	660	1.32	1.32047	40	94
550	752	1.37	1.367798	40	107
600	845	1.41	1.409068	40	121
650	939	1.45	1.445353	40	134
DG = 8					
50	320	.23	6.4	40	40
100	320	.48	3.2	40	40
150	320	.7	2.133333	40	40
200	320	.87	1.6	40	40
250	320	1.01	1.28	40	40
300	334	1.11	1.113961	40	42
350	421	1.2	1.201651	40	53
400	510	1.27	1.274041	40	64
450	601	1.33	1.334685	40	75
500	693	1.39	1.386158	40	87
550	787	1.43	1.430354	40	98
600	881	1.47	1.468691	40	110
650	976	1.5	1.502247	40	122
DG = 9					
50	360	.26	7.2	40	40
100	360	.54	3.6	40	40
150	360	.77	2.4	40	40
200	360	.94	1.8	40	40
250	360	1.08	1.44	40	40
300	360	1.18	1.2	40	40
350	443	1.27	1.265696	40	49
400	534	1.33	1.334685	40	59
450	626	1.39	1.392047	40	70
500	720	1.44	1.440441	40	80
550	815	1.48	1.481786	40	91
600	910	1.52	1.517499	40	101
650	1007	1.55	1.548648	40	112

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε

**ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΒΑΣΙΚΟΥ
ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΣ**

,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	,00	,00	1,00	1,00
1,00	1,00	,00	,00	,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	,00	1,00
,00	1,00	1,00	1,00	,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	,00	,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

1,00	1,00	,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	,00	,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	,00	1,00
1,00	1,00	,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	,00	1,00	1,00
,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	,00	,00	1,00	1,00
,00	1,00	1,00	1,00	,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	,00	1,00	1,00	1,00
,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	,00	1,00
,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	,00	,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	,00	1,00	1,00	,00	,00
1,00	1,00	,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	,00	,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	,00	,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	,00	,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	,00	1,00	1,00	,00	,00
1,00	1,00	,00	1,00	1,00	,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΠΑΚΕΤΟΥ SPSS

12 Oct 98 SPSS for MS WINDOWS Release 6.0

- - - - - Chi-Square Test

LEKOIL

Cases			
Category	Observed	Expected	Residual
,00	13	76,00	-63,00
1,00	139	76,00	63,00

Total	152		
Chi-Square		D.F.	Significance
104,4474		1	P= ,0000

- - - - - Chi-Square Test

LKOILKYR

Cases			
Category	Observed	Expected	Residual
,00	4	76,00	-72,00
1,00	148	76,00	72,00

Total	152		
Chi-Square		D.F.	Significance
136,4211		1	P=,0000

12 Oct 98 SPSS for MS WINDOWS Release 6.0

- - - - - Chi-Square Test

LKYRE

Cases			
Category	Observed	Expected	Residual
,00	18	76,00	-58,00
1,00	134	76,00	58,00

Total	152		
Chi-Square		D.F.	Significance
88,5263		1	P=,0000

- - - - - Chi-Square Test

REKYR

Cases			
Category	Observed	Expected	Residual
,00	11	76,00	-65,00
1,00	141	76,00	65,00

Total	152		
Chi-Square		D.F.	Significance
111,1842		1	P=,0000

12 Oct 98 SPSS for MS WINDOWS Release 6.0

- - - - - Chi-Square Test

RKOILE

Cases			
Category	Observed	Expected	Residual
,00	22	76,00	-54,00
1,00	130	76,00	54,00

Total	152		
Chi-Square		D.F.	Significance
76,7368		1	P=,0000

- - - - - Chi-Square Test

RKYRKOIL

Cases			
Category	Observed	Expected	Residual
,00	4	76,00	-72,00
1,00	148	76,00	72,00

Total	152		
Chi-Square		D.F.	Significance
136,4211		1	P=,0000

