


ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ & ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ
ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΜΕΛΕΤΩΝ ΕΡΓΩΝ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ

Οδηγίες Μελετών Οδικών Εργων (ΟΜΟΕ)

Τεύχος 3 : Χαράξεις (ΟΜΟΕ - Χ)

Μελέτη:	 ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗΤΕΣ ΑΕ		
ΑΝΑΔΟΧΟΙ:	ΕΥΠΑΛΙΝΟΣ Τ.Α.Ε. ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ	NAMA Α.Ε. ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗΤΕΣ Α.Ε.	
Ο Εκπρόσωπος:	Γ. Σοϊλεμέζογλου	08/06/2001	

Έκδοση 2001

Πρόλογος

Βασικές αρχές που διέπουν τις παρούσες Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων :

- Το παρόν τεύχος αντιπροσωπεύει τη σύνθεση της τρέχουσας διεθνούς πληροφορίας και των δεδομένων λειτουργίας που έχουν προκύψει από την πρακτική εφαρμογή και έχουν σχέση με τη γεωμετρική μελέτη των οδικών έργων.
- Τα οδικά έργα από τη φύση τους είναι μεγάλης χρονικής διάρκειας ενώ οι μεθοδολογίες σχεδιασμού των οδικών έργων σταθερά βελτιώνονται συνεχώς. Η υλοποίηση των βελτιώσεων που αντιστοίχως θα προκύπτουν για τα έργα, τυπικά θα συμβαίνει καθώς κατασκευάζονται νέα έργα, ή ανακατασκευάζονται υφιστάμενα.

Οι “Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων : Χαράξεις, Έκδοση 2001” περιγράφουν όλα τα στοιχεία και τις απαιτήσεις που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και να εφαρμόζονται κατά το σχεδιασμό και τη μελέτη της χάραξης των υπεραστικών και ημιαστικών οδών, δηλαδή των οδών εκτός ή εντός σχεδίου που παρέχουν δυνατότητα εξυπηρέτησης των παροδίων ιδιοκτησιών. Οι οριακές τιμές των παραμέτρων των στοιχείων μελέτης της οδού προσδιορίστηκαν με βάση : τις μετρήσεις της λειτουργικής ταχύτητας V_{85} που έγιναν στην Ελλάδα, τα αποτελέσματα επιστημονικών ερευνών, καθώς και τις νεώτερες τεχνικές εξελίξεις στο διεθνή χώρο (βλ. κεφ. 13, Βιβλιογραφία).

Οι οδηγίες που περιλαμβάνονται στο ανά χείρας τεύχος, αποτελούν την αφετηρία για να αντικατασταθούν όλες οι σχετικές οδηγίες, οι εγκύκλιοι και τα διατάγματα που έχουν εκδοθεί κατά το παρελθόν και αφορούν τις χαράξεις των υπεραστικών και ημιαστικών οδών.

Επειδή κανένα τεύχος οδηγιών δεν αναμένεται ότι μπορεί να καλύπτει όλες τις συνθήκες των οδικών έργων, μπορεί να απαιτείται αναπροσαρμογή μερικών υποδείξεων των οδηγιών ανάλογα με τις εκάστοτε τοπικές συνθήκες. **Όμως, η απόκλιση από τους κανόνες και τις οριακές τιμές των παραμέτρων που αναφέρονται στις παρούσες οδηγίες επιτρέπεται μόνον σε εξαιρετικές περιπτώσεις και εφόσον μία τέτοια ανάγκη αποδεικνύεται με πλήρη και ουσιαστική τεκμηρίωση. Σε αυτή την περίπτωση απαιτείται οπωσδήποτε η σύμφωνη γνώμη της αρμόδιας Υπηρεσίας, η οποία θα επιβεβαιώνεται με τη σχετική έκδοση έγγραφης απόφασης για τη συγκεκριμένη απόκλιση. Η απόφαση για κάθε αναπροσαρμογή σε σχέση με τυχόν ιδιαίτερες τοπικές συνθήκες πρέπει να είναι πλήρως τεκμηριωμένη και να στηρίζεται, στη μελέτη των συνθηκών της περιοχής του έργου, στην εμπειρία λειτουργίας οδικών έργων και σε αντικειμενική ανάλυση.**

Επισημαίνεται ότι η εκπόνηση των Οδηγιών Μελετών Οδικών Έργων δεν αποτελεί μία στατική διαδικασία. Η διαρκής συγκέντρωση γνώσεων που προέρχονται από την εμπειρία, τα αποτελέσματα επιστημονικών ερευνών, σε σχέση και με την εξέλιξη της τεχνολογίας των οχημάτων, επιβάλλει τη διαρκή συμπλήρωση ή/και την αναθεώρηση των οδηγιών και άλλων κανονισμών σε τακτά χρονικά διαστήματα, καθώς και την έκδοση ενδιάμεσων πρόσθετων ή και διευκρινιστικών οδηγιών. Η ανάγκη των συμπληρώσεων θα προκύπτει από τη συστηματική παρακολούθηση των εκπονούμενων μελετών, των κατασκευαζόμενων έργων και κυρίως από την αξιολόγηση της λειτουργίας τόσο των παλαιών όσο και των νέων έργων. Είναι σημαντικό, ότι στην Ελλάδα σήμερα υπάρχει πλήθος νέων έργων αυτοκινητόδρομων, τα οποία παρέχουν την ευκαιρία απόκτησης πολύτιμης εμπειρίας για την ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των προβλημάτων που ανακύπτουν κατά τη μελέτη, την κατασκευή, τη λειτουργία και συντήρηση έργων οδοποιίας.

Όλοι οι εμπλεκόμενοι στην παραγωγή των οδικών έργων οφείλουν να κοινοποιούν, τα θέματα που αντιλαμβάνονται ότι δημιουργούνται κατά την εφαρμογή των ΟΜΟΕ στην αρμόδια Υπηρεσία, που θα πρέπει να αναλάβει την ευθύνη της συντήρησης των ΟΜΟΕ.

Ομάδα Εργασίας εκπόνησης των ΟΜΟΕ-Χ

Η ομάδα εργασίας που συγκροτήθηκε για την εκπόνηση των παρουσών οδηγιών είναι :

Ανάπτυξη Οδηγιών:	R. Lamm	Καθηγητής Πανεπιστημίου Karlsruhe
	B. Ψαριανός	Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ
	Δ. Κάτσιος	Τοπ. Μηχανικός-Συγκοινωνιολόγος
	Γ. Σοϊλεμέζογλου	Τοπ. Μηχανικός-Συγκοινωνιολόγος, Υπεύθυνος Μελέτης
	Δ. Δρυμαλίτου	Τοπ. Μηχανικός-Συγκοινωνιολόγος (συμμετοχή μόνο στις εργασίες της υποβολής 1994)
Επιμέλεια παρουσίασης:	A. Χατζηβασιλείου	Σχεδιάστρια

Το σύνολο των εργασιών συντόνισε και επέβλεψε ως Σύμβουλος της ΔΜΕΟ ο καθηγητής ΕΜΠ Απ. Γιώτης.

Η έκδοση του έτους 2001 των ΟΜΟΕ πραγματοποιήθηκε μετά από την προσπάθεια που κατέβαλε Ομάδα Εργασίας της Ειδικής Επιτροπής Επεξεργασίας Θεμάτων Διευρωπαϊκού Δικτύου, η οποία συγκροτήθηκε ειδικά γι' αυτό το σκοπό.

Οι εργασίες της υπόψη Ομάδας Εργασίας συντονίσθηκαν από το Δ/ντή της ΔΜΕΟ Ι. Σπερελάκη με στόχο την καλύτερη δυνατή διατύπωση των ΟΜΟΕ, ακόμη και με προσθήκη διευκρινίσεων, ώστε αφενός αυτές να είναι κατά το δυνατό εύληπτες και αφετέρου να αποφεύγεται τυχόν παρερμηνεία τους.

Επειδή η εκπόνηση των υπόψη οδηγιών είναι από τις σημαντικότερες εργασίες που έχουν υλοποιηθεί στον τομέα της μελέτης των οδικών έργων, ενώ παράλληλα αυτή αναγνωρίζεται ως μια δυναμική διαδικασία, η Ομάδα Εργασίας κατέβαλε προσπάθεια ώστε η παρούσα Οδηγία να είναι κατά το δυνατόν πλήρης και εύχρηστη.

Τα μέλη της Ομάδας Εργασίας επιλέχθηκαν έτσι ώστε να συμμετέχουν τεχνικοί εκπρόσωποι από όλες τις Υπηρεσίες που διαχειρίζονται σήμερα τη μελέτη και κατασκευή των μεγάλων οδικών αξόνων της χώρας.

Η συγκρότηση της Ομάδας Εργασίας έγινε σύμφωνα με την Απόφαση του Υφυπουργού ΠΕΧΩΔΕ, Δ1/Ο/7/44/06-11-2000 με τα εξής μέλη :

Πρόεδρος

- | | | | |
|-----------------|---------------------------------|--------------|----------|
| 1. Α. Κόκκινος, | Τοπ.Μηχανικός-Συγκοινωνιολόγος, | Τμηματάρχης, | ΔΜΕΟ (α) |
|-----------------|---------------------------------|--------------|----------|

Αναπληρωτής Προέδρου

- | | | | |
|---------------|---------------------------------|--------------|----------|
| 2. Ε. Κασάπη, | Πολ.Μηχανικός-Συγκοινωνιολόγος, | Τμηματάρχης, | ΔΜΕΟ (ε) |
|---------------|---------------------------------|--------------|----------|

Μέλη

- | | | | |
|-----------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-----------|
| 3. Χ. Γεωργανόπουλος, | Πολ.Μηχανικός, | Δ/ντης Μελετών, | ΕΟΑΕ |
| 4. Ε. Σαρίδου, | Πολ.Μηχανικός, | βοηθός Δ/ντη Μελετών, | ΕΟΑΕ |
| 5. Ι. Σακκάς, | Πολ.Μηχανικός, | Τμηματάρχης Μελετών, | ΕΥΔΕ/ΠΑΘΕ |
| 6. Α. Καλαβάσης, | Πολ.Μηχανικός-Συγκοινωνιολόγος, | | ΕΥΔΕ/ΠΑΘΕ |
| 7. Ζ. Καρβούνης, | Πολ.Μηχανικός-Συγκοινωνιολόγος, | Τμηματάρχης Μελετών, | ΕΥΔΕ/ΜΕΔΕ |
| 8. Θ. Μπονέλης, | Πολ.Μηχανικός-Συγκοινωνιολόγος, | | ΕΥΔΕ/ΜΕΔΕ |
| 9. Γ. Σοϊλεμέζογλου, | Τοπ.Μηχανικός-Συγκοινωνιολόγος, | Υπεύθυνος Μελέτης
Εκπόνησης ΟΜΟΕ, | NAMA ΑΕ |
| 10. Θ. Τσίρκα, | Γραμματειακή υποστήριξη, | | ΔΜΕΟ (α) |

Στις συνεδριάσεις της Ομάδας Εργασίας συμμετείχαν οι καθηγητές Απ. Γιώτης και Β. Ψαριανός.

Επισήμανση

Τα τεύχη που συντάχθηκαν (βλ. Πίνακα Χ-1) στο πλαίσιο της σύμβασης για τη Σύνταξη Προδιαγραφών και Οδηγιών Μελετών Οδικών Έργων δεν καλύπτουν το σύνολο των αναγκών για Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων όπως αναφέρεται και στα κείμενα των υπόψη τευχών.

Πίνακας Χ-1 : Τεύχη Οδηγιών Μελετών Οδικών Έργων

A/A Τεύχους	Τίτλος				Μελέτη Σύνταξη
1	Λειτουργική Κατάταξη Οδικού Δικτύου	(ΟΜΟΕ - ΛΚΟΔ)	Έκδοση	2001	NAMA ΑΕ
2	Διατομές	(ΟΜΟΕ - Δ)	Έκδοση	2001	NAMA ΑΕ
3	Χαράξεις	(ΟΜΟΕ - Χ)	Έκδοση	2001	NAMA ΑΕ
4	Κύριες Αστικές Οδοί	(ΟΜΟΕ - ΚΑΟ)	Έκδοση	2001	NAMA ΑΕ
5	Πρόσθετες Λωρίδες Κυκλοφορίας (μετάφραση Γερμανικών Οδηγιών)	(ΟΜΟΕ - ΠΛΚ)	Έκδοση	2001	ΕΥΠΑΛΙΝΟΣ ΤΑΕ
6	Σταθμοί Διοδίων	(ΟΜΟΕ - ΣΔ)	Προσωρινή Έκδοση	1999	ΕΥΠΑΛΙΝΟΣ ΤΑΕ
7	Σταθμοί Εξυπηρέτησης	(ΟΜΟΕ - ΣΕ)	Προσωρινή Έκδοση	2000	NAMA ΑΕ
8	Διατάξεις αποχέτευσης και στράγγισης καταστρώματος της οδού	(ΟΜΟΕ - ΑΣΚΟ)	Προσωρινή Έκδοση	2000	NAMA ΑΕ

Περιεχόμενα

σελίδα

1.	Γενικά	1
1.1	Περιεχόμενο	1
1.2	Περιοχή ισχύος	1
1.3	Σκοπός	3
1.4	Εφαρμογή	5
1.5	Βασικοί στόχοι του γεωμετρικού σχεδιασμού των οδών.	5
2.	Μεθοδολογία σχεδιασμού και μελέτης οδών.	7
3.	Καθοριστικές Ταχύτητες	12
3.1	Ορισμοί	12
3.2	Προσδιορισμός	13
4.	Κριτήρια Ασφαλείας I και II	18
4.1	Εισαγωγή	18
4.2	Κριτήριο Ασφαλείας I : Επίτευξη αρμονίας και συνέχειας στη μελέτη	20
4.2.1	Γενικά	20
4.2.2.	Εφαρμογή του κριτηρίου ασφαλείας I στο υφιστάμενο οδικό δίκτυο	21
4.3	Κριτήριο Ασφαλείας II : Επίτευξη αρμονίας και συνέχειας στη λειτουργική ταχύτητα	22
5.	Δυναμική κίνησης οχημάτων και κριτήριο ασφαλείας III	24
5.1	Βασικές έννοιες	24
5.2	Ορισμός επιτρεπόμενων συντελεστών τριβής	25
5.2.1	Γενικά	25
5.2.2	Συντελεστής εφαπτομενικής τριβής	26
5.2.3	Συντελεστής εγκάρσιας τριβής	26
5.3	Προσδιορισμός του συντελεστή εγκάρσιας τριβής	27
5.3.1	Οδοί της ομάδας Α	27
5.3.1.1	Μέγιστη επίκλιση σε πεδινά εδάφη	27
5.3.1.2	Μέγιστη επίκλιση σε λοφώδη και ορεινά εδάφη	27
5.3.1.3	Ελάχιστη επίκλιση	27
5.3.2	Οδοί της ομάδας Β	28
5.3.2.1	Μέγιστη επίκλιση	28
5.3.2.2	Ελάχιστη επίκλιση	29

5.4	Κριτήριο Ασφαλείας III : Επίτευξη αρμονίας και συνέχειας στη δυναμική της κίνησης των οχημάτων	29
6.	Μελέτη Χάραξης	31
7.	Στοιχεία μελέτης κατά την οριζοντιογραφία	35
7.1	Ευθυγραμμία	35
7.1.1.	Εφαρμογή	35
7.1.2	Τυπικές τιμές	35
7.1.3	Αξιολόγηση ευθυγραμμιών κατά την εκπόνηση μελετών	35
7.2	Κυκλικό τόξο	41
7.2.1	Εφαρμογή	41
7.2.2	Τυπικές και οριακές τιμές	41
7.2.3	Σχέση διαδοχικών καμπυλών	42
7.2.4	Τόξο κανίστρου	43
7.3	Τόξο συναρμογής	43
7.3.1	Εφαρμογή	43
7.3.2	Οριακές τιμές	44
7.3.3	Μορφές τόξων συναρμογής	47
7.3.3.1	Απλή Κλωθοειδής	47
7.3.3.2	S - καμπύλη	47
7.3.3.3	Ωοειδής καμπύλη	48
7.3.3.4	Κλωθοειδής κανίστρου	48
7.3.3.5	C - κλωθοειδής	48
7.3.3.6	Κλωθοειδής κορυφής	48
8.	Στοιχεία μελέτης κατά τη μηκοτομή	49
8.1	Κατά μήκος κλίση	49
8.1.1	Εφαρμογή	49
8.1.2	Οριακές και τυπικές τιμές	49
8.1.2.1	Μέγιστες κατά μήκος κλίσεις	49
8.1.2.2	Ελάχιστες κατά μήκος κλίσεις σε περιοχές συναρμογής αντίρροπων επικλίσεων	49
8.2	Κοίλες και κυρτές κατακόρυφες καμπύλες συναρμογής.	50
8.2.1	Εφαρμογή	50
8.2.2	Τυπικές και Οριακές τιμές	51
8.2.3	Κρίσιμες κατά μήκος κλίσεις	52
9.	Στοιχεία μελέτης κατά τη διατομή	53
9.1	Επίκλιση στην ευθυγραμμία- Επίκλιση του οδοστρώματος.	53
9.2	Επίκλιση στο κυκλικό τόξο	53

9.2.1	Επίκλιση του οδοστρώματος	53
9.2.2	Επίκλιση των άλλων στοιχείων της διατομής στο κυκλικό τόξο	54
9.3	Αρνητικές επικλίσεις	58
9.4	Προσαρμογή επίκλισης και στροφή του οδοστρώματος	58
9.4.1	Εφαρμογή	58
9.4.2	Οριακές και τυπικές τιμές	59
9.4.3	Αποχέτευση οδοστρώματος	59
9.4.4	Μορφές προσαρμογής επικλίσεων	62
9.5	Διεύρυνση του οδοστρώματος	62
9.6	Διαπλάτυνση του οδοστρώματος σε καμπύλες	63
9.7	Διεύρυνση κεντρικής νησίδας	63
10.	Στοιχεία μελέτης της ορατότητας	65
10.1	Μήκος ορατότητας	65
10.1.1	Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση S_h	65
10.1.2	Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για συνάντηση S_i σε οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας	69
10.1.3	Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση S_u	69
10.1.4	Απόσταση Ορατότητας για Απόφαση S_d	69
10.2	Προσδιορισμός υφιστάμενων μηκών ορατότητας	70
10.3	Ανάλυση ορατότητας	71
11.	Οριακές τιμές των στοιχείων μελέτης	72
12.	Διάδρομοι Ανάγκης Διαφυγής	74
13.	Βιβλιογραφία	76

1. Γενικά

1.1 Περιεχόμενο

Το τεύχος “Χαράξεις” των Οδηγιών Μελετών Οδικών Έργων περιλαμβάνει τις θεμελιώδεις αρχές, τις μεθόδους καθώς και τις οριακές και προτεινόμενες τιμές για τη μελέτη νέων οδών και την ανακατασκευή και τη βελτίωση υφιστάμενων οδών χωρίς παρόδια δόμηση, εκτός ή εντός σχεδίου.

Στο παρόν τεύχος (ΟΜΟΕ-Χ) δίδονται οι βασικές αρχές που αφορούν τη γεωμετρική διαμόρφωση της χάραξης της οδού κατά την οριζοντιογραφία, τη μηκοτομή και τη διατομή. Επίσης περιλαμβάνονται οι οδηγίες και οι βασικές αρχές μελέτης της οδού στο χώρο καθώς και η διαμόρφωση του κυκλοφοριακού χώρου.

1.2 Περιοχή ισχύος

Οι οδοί για τη δημόσια κυκλοφορία κατατάσσονται σε πέντε ομάδες που χαρακτηρίζονται με τα γράμματα Α, Β, Γ, Δ, Ε (Πίνακες 1-1 και 1-2), σύμφωνα με όσα αναφέρονται στο τεύχος “Λειτουργική Κατάταξη Οδικού Δικτύου” (ΟΜΟΕ-ΛΚΟΔ), με βάση :

- τη θέση τους (εντός ή εκτός σχεδίου πόλης, βλ. §3 ΟΜΟΕ-ΛΚΟΔ)
- τη δυνατότητα εξυπηρέτησης παροδίων ιδιοκτησιών
- τα καθοριστικά λειτουργικά χαρακτηριστικά τους (σύνδεση, πρόσβαση, παραμονή).

Οι εφαρμοζόμενες οδηγίες για την εκπόνηση των μελετών των οδών, αναφέρονται στον Πίνακα 1-1.

Πίνακας 1-1 : Περιοχή που ισχύουν οι Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων, ΟΜΟΕ-Χ

Θέση (βλ. §3 ΟΜΟΕ-ΛΚΟΔ)	Εξυπηρέτηση παρόδιων ιδιοκτησιών	Λειτουργικός χαρακτήρας	Ομάδα Οδών	Εφαρμοζόμενη Οδηγία	Συμβολισμός
1	2	3	4	5	6
εκτός σχεδίου	με περιορισμούς	σύνδεση	Α	Λειτουργική Κατάταξη Οδικού Δικτύου Διατομές Χαράξεις	ΟΜΟΕ-ΛΚΟΔ ΟΜΟΕ-Δ ΟΜΟΕ-Χ ΟΜΟΕ-ΙΚ* ΟΜΟΕ-ΑΚ*
εντός σχεδίου	με περιορισμούς	σύνδεση	Β	Ισόπεδοι Κόμβοι Ανισόπεδοι Κόμβοι	
εκτός σχεδίου**	ναι	σύνδεση	Γ	Λειτουργική Κατάταξη Οδικού Δικτύου Κύριες Αστικές Οδοί	ΟΜΟΕ-ΛΚΟΔ ΟΜΟΕ-ΚΑΟ
εντός σχεδίου	ναι	σύνδεση	Γ	Λειτουργική Κατάταξη Οδικού Δικτύου Δευτερεύουσες Αστικές Οδοί	ΟΜΟΕ-ΛΚΟΔ ΟΜΟΕ-ΔΑΟ*
		πρόσβαση	Δ		
		παραμονή	Ε		

* εκκρεμεί η εκπόνησή τους

** νοούνται περιπτώσεις που από την ισχύουσα νομοθεσία επιτρέπεται η δόμηση

Η κατάταξη των οδών σε κατηγορίες γίνεται ανάλογα με την έκταση και τη σημασία που αποδίδεται σε κάθε μία οδό, σε σχέση με τις λειτουργίες της σύνδεσης, της πρόσβασης, και της παραμονής. Οι ομάδες των οδών Α έως Ε υποδιαιρούνται ανάλογα με τη λειτουργική βαθμίδα σε υποομάδες που χαρακτηρίζονται με τους λατινικούς αριθμούς Ι, ΙΙ, ΙΙΙ, ΙV, V και VI (βλ. ΟΜΟΕ-ΛΚΟΔ). Τα βασικά λειτουργικά χαρακτηριστικά και οι παράμετροι μελέτης όλων των κατηγοριών οδών αναφέρονται συνοπτικά στον Πίνακα 1-2.

Οι ΟΜΟΕ-Χ, ισχύουν για την κατασκευή νέων οδών και τη βελτίωση και ανακατασκευή υφιστάμενων οδών μόνο των ομάδων Α (εκτός ΑVΙ) και Β.

Για τις οδούς της ομάδας Γ οι αντίστοιχες οδηγίες μελέτης, περιλαμβάνονται στο τεύχος με τίτλο “Κύριες Αστικές Οδοί” (ΟΜΟΕ-ΚΑΟ).

Για τις υπόλοιπες οδούς του αστικού οδικού δικτύου, δηλαδή για τις ομάδες κατηγορίας Δ και Ε οι αντίστοιχες οδηγίες μελέτης περιλαμβάνονται στο τεύχος με τίτλο «Δευτερεύουσες Αστικές Οδοί» (ΟΜΟΕ-ΔΑΟ), η εκπόνηση των οποίων εκκρεμεί.

Πίνακας 1-2 : Λειτουργικά χαρακτηριστικά και παράμετροι μελέτης οδών (οι ΟΜΟΕ-Χ ισχύουν για τις οδούς ΑΙ έως ΑV και Β)

Λειτουργικά χαρακτηριστικά οδών		Παράμετροι μελέτης και λειτουργίας οδών				
Ομάδα οδών	Κατηγορία οδού Χαρακτηρισμός οδού	Είδος οχημάτων	Επιτρεπόμενη ταχύτητα $V_{επιτρ}$ [km/h]	Χαρακτηριστικά επιφάνειας κυκλοφορίας	Κόμβοι	Ταχύτητα Μελέτης V_e [km/h]
1	2	3	4	5	6	7
A οδοί που διατρέχουν περιοχές εκτός σχεδίου (υπεραστικές) με βασική λειτουργία τη σύνδεση και με περιορισμούς στην εξυπηρέτηση παροδίων ιδιοκτησιών <u>Σημείωση :</u> Η κατηγορία ΑΙ αφορά οδούς σύνδεσης ευρύτερων περιοχών και οι οποίες δεν παρέχουν άμεση εξυπηρέτηση στις παρόδιες ιδιοκτησίες	A I Αυτοκινητόδρομος Οδός ταχείας κυκλοφορίας	μηχ.	≤ 120	διαχωρισμένη	ανισοπ.	(130) 120 110 100
	A II Οδός μεταξύ νομών/επαρχιών	μηχ. (μηχ.) γεν.	≤ 90 (100) ≤ 90	διαχωρισμένη / ενιαία	(ανισοπ.) ισοπ.	(100) 90 (80)
	A III Οδός μεταξύ επαρχιών/οικισμών	μηχ. γεν.	≤ 90 ≤ 80	διαχωρισμένη ενιαία	(ανισοπ.) ισοπ. ισοπ.	90 80 70 (90) 80 70 (60)
	A IV Οδός μεταξύ μικρών οικισμών Συλλεκτήρια οδός	γεν.	≤ 80	ενιαία	ισοπ.	(90) 80 70 60 (50)
	A V Δευτερεύουσα οδός Αγροτική οδός	γεν.	≤ 60 (70)	ενιαία	ισοπ.	(70) 60 50 40 καμία*
	A VI Τριτεύουσα οδός Δασική οδός	γεν.	≤ 50	ενιαία	ισοπ.	50 40 καμία*
B οδοί που διατρέχουν περιοχές εντός σχεδίου (ημιαστικές και αστικές) με βασική λειτουργία τη σύνδεση και με περιορισμούς στην εξυπηρέτηση των παροδίων ιδιοκτησιών <u>Σημείωση :</u> Οι οδοί κατηγορίας ΒΙ και ΒΙΙ δεν παρέχουν άμεση εξυπηρέτηση στις παρόδιες ιδιοκτησίες	B I Αστικός αυτοκινητόδρομος	μηχ.	≤ 100	διαχωρισμένη	ανισοπ.	100 90 80 70
	B II Αστική οδός ταχείας κυκλοφορίας	μηχ.	≤ 90	διαχωρισμένη ενιαία	ανισοπ. (ισοπ.)	(100) 90 80 70 (60) 90 80 70 60
	B III Αστική αρτηρία	μηχ. γεν.	≤ 70 ≤ 70	διαχωρισμένη ενιαία	ισοπ. ισοπ.	(80) 70 60 (50) 70 60 (50)
	B IV Κύρια συλλεκτήρια οδός	γεν.	≤ 60	ενιαία	ισοπ.	60 50
Γ οδοί που διατρέχουν περιοχές εκτός** ή εντός σχεδίου (περιαστικές και αστικές) με βασική λειτουργία τη σύνδεση και με δυνατότητα εξυπηρέτησης των παροδίων ιδιοκτησιών	Γ III Αστική αρτηρία	γεν. γεν.	50 (≤ 70) 50 (≤ 60)	διαχωρισμένη ενιαία	ισοπ. ισοπ.	(70) (60) 50 (40) (60) 50 (40)
	Γ IV Κύρια συλλεκτήρια οδός	γεν.	≤ 50 (≤ 60)	ενιαία	ισοπ.	(60) 50 (40)
Δ οδοί σε περιοχές εντός σχεδίου (αστικές) με βασική λειτουργία την πρόσβαση	Δ IV Συλλεκτήρια οδός	γεν.	≤ 50	ενιαία	ισοπ.	καμία*
	Δ V Τοπική οδός	γεν.	≤ 50	ενιαία	ισοπ.	καμία*
Ε οδοί σε περιοχές εντός σχεδίου (αστικές) με βασική λειτουργία την παραμονή	Ε V Τοπική οδός	γεν.	≤ 30 ταχύτητα βηματισμού	ενιαία	ισοπ.	καμία*
	Ε VI Τοπική οδός κατοικιών	γεν.	ταχύτητα βηματισμού	ενιαία	ισοπ.	καμία*

μηχ. = οχήματα με μέγιστη αναπτυσσόμενη ταχύτητα $>60\text{km/h}$
 γεν. = οχήματα παντός είδους (. . .) = εξαίρεση

* δεν απαιτείται καθορισμός ταχύτητας μελέτης V_e
 ** νοούνται περιπτώσεις που από την ισχύουσα νομοθεσία επιτρέπεται η δόμηση

Οι βασικές αρχές μελέτης σε σχέση με τις ομάδες οδών που περιλαμβάνονται στις ΟΜΟΕ-Χ είναι (βλ. σύνοψη στον Πίνακα 1-3) :

- (1) Κριτήρια κίνησης οχημάτων σε σχέση με τη δυναμική ή τη γεωμετρία χάραξης (στήλη 3).
- (2) Προσδιορισμός της λειτουργικής ταχύτητας 85% (V_{85}), με την οποία κινείται ανεμπόδιστα το 85% των επιβατηγών οχημάτων σε καθαρό υγρό οδόστρωμα και η σχέση της με την ταχύτητα μελέτης V_e (στήλη 4) ή την επιτρεπόμενη ταχύτητα $V_{επιτρ.}$
- (3) Εναρμόνιση των λειτουργικών ταχυτήτων (V_{85_i} και $V_{85_{i+1}}$) μεταξύ των διαδοχικών στοιχείων μελέτης, δηλαδή μεταξύ ευθυγραμμίας και καμπύλης ή μεταξύ δύο καμπυλών, για την επίτευξη της συνέχειας της χάραξης, ιδιαίτερα σε υπεραστικές οδούς* με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας (στήλη 5).
- (4) Εναρμόνιση του διατιθέμενου συντελεστή εγκάρσιας τριβής f_R , όπως προβλέπεται από τους κανονισμούς, με τον πραγματικά απαιτούμενο συντελεστή εγκάρσιας τριβής f_{RA} στα καμπύλα τμήματα, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις οδών με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας (στήλη 6).
- (5) Ορισμός ποσοστού εκμετάλλευσης του συντελεστή εγκάρσιας τριβής (στήλη 7)
- (6) Εφαρμογή ή μη τόξων συναρμογής (στήλη 8)
- (7) Σχέση μεταξύ διαδοχικών ακτίνων καμπυλών (στήλη 9)
- (8) Ορισμός χρόνου αντίληψης - αντίδρασης των οδηγών (στήλη 10)
- (9) Η απαίτηση ή μη για το μήκος ορατότητας για προσπέραση (στήλη 11)

Για τις αρχές μελέτης (2), (3) και (4) διατυπώνονται τρία ποσοτικά κριτήρια ασφαλείας (βλ. Κεφ. 4 και 5) που αφορούν την αξιολόγηση και το χαρακτηρισμό της ποιότητας σχεδιασμού της οδού ως καλής, μέτριας ή μη αποδεκτής, ειδικότερα όσον αφορά τις οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας. Συγκεκριμένα σε αυτούς τους τύπους οδών οφείλονται το 50% - 60% των τροχαίων ατυχημάτων με νεκρούς ή σοβαρά

*) Ως "υπεραστικές οδοί" νοούνται στις επόμενες παραγράφους οι οδοί που διατρέχουν περιοχές εκτός σχεδίου (υπεραστικές), με περιορισμούς στην εξυπηρέτηση παροδίων ιδιοκτησιών και περιλαμβάνουν τις κατηγορίες οδών ΑΙ έως ΑV (βλ. Πίνακα 1-2)

τραυματίες, που λαμβάνουν χώρα στην Ευρώπη και στις Η.Π.Α.

Για τη διατύπωση και τη σωστή εφαρμογή αυτών των τριών κριτηρίων ασφαλείας έχουν ληφθεί υπόψη οι ιδιαίτερες συνθήκες κυκλοφορίας στους ελληνικούς δρόμους καθώς και τα αποτελέσματα σχετικών μελετών και ερευνών που έγιναν στην Ευρώπη και στις Η.Π.Α.

1.3 Σκοπός

Οι Οδηγίες "Χαράξεις οδών χωρίς ή με ελάχιστη παρόδια δόμηση" αποτελούν το υπόβαθρο για έναν ασφαλή και λειτουργικά σωστό σχεδιασμό οδικών έργων. Το περιεχόμενο των Οδηγιών ανταποκρίνεται πλήρως στο επίπεδο της γνώσης που έχει αποκτηθεί μέχρι σήμερα, τόσο στον τομέα της έρευνας όσο και στον τομέα των πρακτικών εφαρμογών και ελέγχων. Με την εφαρμογή αυτών των Οδηγιών στις μελέτες οδοποιίας προωθείται όχι μόνο η ομοιομορφία των οδών της ίδιας κατηγορίας αλλά τονίζονται και καθίστανται αντιληπτές οι διαφορές των λειτουργικών και των γεωμετρικών χαρακτηριστικών οδών διαφορετικής κατηγορίας. Για το λόγο αυτό οι βασικές αρχές μελέτης μίας οδού που αναφέρονται στις παρούσες Οδηγίες, καθορίζονται σε σχέση με τις διάφορες κατηγορίες οδών, (βλ. Πίνακα 1-2 και 1-3). Η διάκριση της λειτουργικής διαφοροποίησης των οδών, όσον αφορά τις βασικές αρχές μελέτης μίας οδού, καθιστά δυνατή την ικανοποίηση των κυκλοφοριακών και μη κυκλοφοριακών απαιτήσεων σε μεγαλύτερο βαθμό από ότι ήταν δυνατό μέχρι σήμερα. Παρόλο που οι παρούσες Οδηγίες αναφέρονται κατά κύριο λόγο στον γεωμετρικό σχεδιασμό της οδού, εντούτοις αναφέρονται και σε κριτήρια όπως :

- χωροταξικά,
- πολεοδομικά,
- διαμόρφωσης του οδικού χώρου,
- οικονομίας κατά τη κατασκευή και τη λειτουργία της οδού,
- εξοικονόμησης ενέργειας,
- μείωσης στην εκπομπή καυσαερίων,
- προστασίας του φυσικού περιβάλλοντος και μέριμνας για το τοπίο,
- ασφάλειας και άνεσης της μηχανοκίνητης και μη κυκλοφορίας,
- υλοποίησης των απαιτήσεων της μηχανοκίνητης κυκλοφορίας, έτσι ώστε με τον ορισμό των βασικών στοιχείων μελέτης να επιτυγχάνεται μία συνολικά ισορροπημένη λύση.

Πίνακας 1-3 : Βασικές αρχές μελέτης οδών (οι ΟΜΟΕ-Χ ισχύουν για τις οδούς ΑΙ έως ΑV και Β)

Ομάδα οδών	Κατηγορία οδού	Βασική αρχή μελέτης	Προσδιορισμός V_{85}	Εναρμόνιση V_{85} με V_e και V_{85i} με V_{85i+1}	Εναρμόνιση f_R με f_{RA}	Ποσοστό εκμετάλλευσης του συντελεστή εγκάρσιας τριβής	Τόξο συναρμογής	Σχέση μεταξύ διαδοχικών ακτίνων	Χρόνος αντίληψης και αντίδρασης	Μήκος ορατότητας για προσπέραση
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A οδοί που διατρέχουν περιοχές εκτός σχεδίου (υπεραστικές) με βασική λειτουργία τη σύνδεση και με περιορισμούς στην εξυπηρέτηση παροδίων ιδιοκτησιών Σημείωση : Η κατηγορία ΑΙ αφορά οδούς σύνδεσης ευρύτερων περιοχών και οι οποίες δεν παρέχουν άμεση εξυπηρέτηση στις παρόδιες ιδιοκτησίες	A I Αυτοκινητόδρομος Οδός ταχείας κυκλοφορίας	δυναμική κυκλοφορίας	οδοί με διαχωρισμένη επιφάνεια κυκλοφορίας: $V_{85} = V_e + 20$ km/h για $V_e \geq 100$ km/h $V_{85} = V_e + 30$ km/h για $V_e < 100$ km/h οδοί με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας: η V_{85} εξαρτάται από την ελκτικότητα K_E της μεμονωμένης καμπύλης και το πλάτος της λωρίδας κυκλοφορίας b	οδοί με διαχωρισμένη επιφάνεια κυκλοφορίας: συνήθως δεν απαιτείται * οδοί με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας: $ V_{85} - V_e \leq \Delta V_{επιπρ}$ $ V_{85i} - V_{85i+1} \leq \Delta V_{85επιπρ}$	$f_R - f_{RA} \geq \Delta f_{Rεπιπρ}$	45% για $\max q = 8\%$ (9%) (πεδινά εδάφη) 40% για $\max q = 7\%$ (λοφώδη και ορεινά εδάφη) 10% για $\min q = 2,5\%$	απαιτείται	απαιτείται	2,0 s	απαιτείται
	A II Οδός μεταξύ νομών/επαρχιών									
	A III Οδός μεταξύ επαρχιών/ οικισμών									
	A IV Οδός μεταξύ μικρών οικισμών Συλλεκτρία οδός									
	A V Δευτερεύουσα οδός Αγροτική οδός	γεωμετρία της χάραξης	δεν απαιτείται	δεν απαιτείται	δεν απαιτείται	κανένα	δεν απαιτείται	δεν απαιτείται	-	δεν απαιτείται
	A VI Τριτεύουσα οδός Δασική οδός									
B οδοί που διατρέχουν περιοχές εντός σχεδίου (ημιαστικές και αστικές) με βασική λειτουργία τη σύνδεση και με περιορισμούς στην εξυπηρέτηση των παροδίων ιδιοκτησιών Σημείωση : Οι οδοί κατηγορίας ΒΙ και ΒΙΙ δεν παρέχουν άμεση εξυπηρέτηση στις παρόδιες ιδιοκτησίες	B I Αστικός αυτο/δρομος	δυναμική κυκλοφορίας	$V_{85} = V_{επιπρ} + 20$ km/h	συνήθως δεν απαιτείται* $f_R - f_{RA} \geq \Delta f_{Rεπιπρ}$	$f_R - f_{RA} \geq \Delta f_{Rεπιπρ}$	60% για $\max q = 6\%$ 30% για $\min q = 2,5\%$	απαιτείται	απαιτείται	2,0 s	δεν απαιτείται
	B II Αστική οδός ταχείας κυκλοφ.		$V_{85} = V_{επιπρ} + 10$ km/h							
	B III Αστική αρτηρία		$V_{85} \leq V_{επιπρ}$							
	B IV Κύρια συλλεκτρία οδός									
Γ Οδοί που διατρέχουν περιοχές εκτός** ή εντός σχεδίου (περιαστικές και αστικές) με βασική λειτουργία τη σύνδεση και με δυνατότητα εξυπηρέτησης παροδίων ιδιοκτησιών	Γ III Αστική αρτηρία	δυναμική κυκλοφορίας	$V_{85} = V_{επιπρ} + 10$ km/h	δεν απαιτείται	$f_R - f_{RA} \geq \Delta f_{Rεπιπρ}$	70% για $\max q = 7\%$ και $\min q = 2,5\%$	επιθυμητό	δεν απαιτείται	1,5 s	δεν απαιτείται
	Γ IV Κύρια συλλεκτρία οδός		$V_{85} \leq V_{επιπρ}$							

* σε οριακές συνθήκες χάραξης είναι δυνατή η εφαρμογή της μεθόδου αξιολόγησης της ασφάλειας οδών με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας

** νοούνται περιπτώσεις που από την ισχύουσα νομοθεσία επιτρέπεται η δόμηση

1.4 Εφαρμογή

Οι κανόνες και οι τιμές που περιέχονται στις παρούσες Οδηγίες δεν είναι απαραίτητο να εφαρμόζονται χωρίς παρέκκλιση. Αντίθετα υπάρχουν περιθώρια για κριτική ανάλυση προκειμένου να αξιολογηθούν όλες οι επιπτώσεις από μία συγκεκριμένη επέμβαση. Η αυστηρή υλοποίηση των όσων ορίζονται στις παρούσες Οδηγίες δεν είναι δυνατόν να καλύπτει πάντοτε όλες τις μεμονωμένες περιπτώσεις που απαντώνται σε μελέτες οδοποιίας. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα, όταν ανακύπτουν ζητήματα προστασίας περιβάλλοντος, τα οποία έρχονται σε αντίθεση με θέματα της οδικής ασφάλειας και της οικονομίας. Σε αυτές τις περιπτώσεις η μελέτη της οδού πρέπει να οδηγήσει σε λύσεις που θα αμβλύνουν τα προβλήματα, εφόσον αυτά δεν μπορούν να εξαλειφθούν.

Κατά την μελέτη οδών εκτός κατοικημένων περιοχών πρέπει να συγκερασθούν οι απαιτήσεις της οδικής κυκλοφορίας με τις απαιτήσεις της προστασίας :

- των φυσικών διαθεσίμων,
- του τοπίου και των ιστορικών μνημείων και
- από κάθε είδους ρύπανση.

Σε οδούς εντός κατοικημένων περιοχών οι επιπτώσεις στο περιβάλλον εξαρτώνται γενικότερα άμεσα από την αναπτυχθείσα παρόδια χρήση της γης και ειδικότερα από την παρόδια δόμηση. Για αυτό το λόγο κατά τη μελέτη των οδών της ομάδας Β είναι απαραίτητο να διερευνάνται αν είναι συμβατές με το περιβάλλον :

- οι απαιτήσεις της μη μηχανοκίνητης κυκλοφορίας,
- οι επιπτώσεις από την ηχορύπανση και τις εκπομπές καυσαερίων,
- η εκμετάλλευση των ζωνών πρασίνου και
- ο πολεοδομικός σχεδιασμός.

Οι οριακές τιμές (μέγιστες και ελάχιστες τιμές) των παραμέτρων που χρησιμοποιούνται στις μελέτες οδοποιίας δίδονται κατά κύριο λόγο στις παραγράφους, στους πίνακες και στα σχήματα που ακολουθούν. Οι τιμές αυτές προκύπτουν από τη δυναμική της κίνησης των οχημάτων, τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της τροχιάς τους, την οπτική επενέργεια της χάραξης καθώς και την απορροή των ομβρίων. Επιπλέον, η Οδηγία ΟΜΟΕ-Χ περιλαμβάνει τρία ποσοτικά κριτήρια ασφαλείας, τα οποία παρέχουν για πρώτη φορά τη δυνατότητα στον Μελετητή να λάβει υπόψη την αλληλοεπίδραση της χάραξης της οδού, της οδικής συμπεριφοράς των οδηγών, της δυναμικής της κίνησης των οχημάτων και των αναμενόμενων τροχαίων ατυχημάτων κατά τη μελέτη ενός οδικού τμήματος, ανάλογα με το χαρακτηρισμό της ποιότητας σχεδιασμού ως καλής, μέτριας ή μη αποδεκτής. Οι τιμές που προκύπτουν από τους κανόνες και τις ρυθμίσεις που τίθε-

νται για λόγους ομοιομορφίας και αισθητικής της οδού χαρακτηρίζονται στις παρούσες Οδηγίες ως προτεινόμενες τιμές.

1.5 Βασικοί στόχοι του γεωμετρικού σχεδιασμού των οδών

Η κατ'αρχήν ιεράρχηση των βασικών στόχων, που πρέπει να επιτυγχάνονται με το γεωμετρικό σχεδιασμό της οδού, είναι:

- α. η λειτουργία-ασφάλεια,
- β. η ποιότητα κυκλοφορίας,
- γ. η οικονομία,
- δ. η αισθητική.

Παράλληλα με αυτούς τους στόχους πρέπει οπωσδήποτε να επιτυγχάνεται και ο στόχος της εναρμόνισης της οδού με το περιβάλλον. Σε ότι αφορά τους στόχους οικονομίας και αισθητικής, αυτοί μπορεί να ανακατατάσσονται ανάλογα με τις ειδικές συνθήκες του έργου.

Από την προαναφερόμενη ιεράρχηση γίνεται εμφανές, ότι ουσιαστικά είναι αδύνατη η επίτευξη ενός από τους στόχους χωρίς να υπάρχουν αρνητικές επιπτώσεις στην προσπάθεια προσέγγισης των υπολοίπων στόχων. Αυτό σημαίνει ότι δεν είναι εφικτή η ταυτόχρονη επίτευξη όλων των προαναφερομένων στόχων μέ την "απόλυτα βέλτιστη" χάραξη μίας οδού και κατά συνέπεια ο γεωμετρικός σχεδιασμός της οδού αποβλέπει στην εύρεση μίας "αποδεκτής συμβιβαστικής" λύσης. Αυτό είναι απαραίτητο, αν ληφθεί υπόψη, ότι οι παράγοντες που αφορούν τον οδηγό, το όχημα και την ίδια την οδό, επηρεάζουν άμεσα ή έμμεσα τα στοιχεία της μελέτης της οδού που σχετίζονται με :

- το οδικό δίκτυο,
- τη διατομή της οδού,
- την οριζοντιογραφία,
- τη μηκοτομή,
- την ορατότητα και
- τη χάραξη της οδού στο χώρο.

Η αλληλοεξάρτηση μεταξύ των βασικών στόχων της χάραξης και των στοιχείων της μελέτης μίας οδού φαίνεται στο διάγραμμα ροής του Σχήματος 1-1. Στο διάγραμμα αυτό δεν περιλαμβάνονται οι οδηγίες που αφορούν τις μελέτες των Ισόπεδων και Ανισόπεδων Κόμβων, δεδομένου ότι στις παρούσες Οδηγίες εξετάζεται αναλυτικά μόνο η μελέτη χάραξης της οδού.

Εκτός των προηγούμενων πρέπει να τονισθεί, ότι όπως και σε όλες τις υπόλοιπες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης έτσι και στην Ελλάδα έχουν τεθεί σε ισχύ νόμοι, που επιβάλλουν την εκπόνηση μελετών περιβαλλοντικών επιπτώσεων για όλα τα έργα υποδομής. Οι μελέτες αυτές πρέπει να συνδυάζονται με τις μελέτες των διαφόρων ενοτήτων του έργου.

Βήμα 1

Βασικές απαιτήσεις στο Οδικό Δίκτυο :

- Άρση αντιθέσεων μεταξύ κυκλοφοριακών και μη-κυκλοφοριακών λειτουργιών
- Επίτευξη ισοδύναμων συνθηκών (ανθρώπινων, οικονομικών)
- Ελαχιστοποίηση κυκλοφοριακών κινδύνων και αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον
- Λειτουργική ιεράρχηση οδικών συνδέσεων του δικτύου
- Ελαχιστοποίηση ασυμβατοτήτων μεταξύ διαφόρων λειτουργιών της οδού

Βήμα 2

Καθορισμός λειτουργικών χαρακτηριστικών οδού

- σύνδεση (οδοί υπεραστικές, ημιαστικές, αστικές)
- πρόσβαση (οδοί αστικές)
- παραμονή (οδοί αστικές)

Βήμα 3

Κριτήρια Επιλογής Ομάδας Οδών

Θέση : (βλ. §3 ΟΜΟΕ-ΛΚΟΔ)	Εκτός σχεδίου	Εντός σχεδίου περιοχές. Η ομάδα οδών Γ μπορεί να είναι και εκτός σχεδίου*
παρόδιος χώρος :	με περιορισμούς στην εξυπηρέτηση παρόδιων ιδιοκτησιών	με δυνατότητα εξυπηρέτησης παρόδιων ιδιοκτησιών
καθοριστική λειτουργία :	σύνδεση	πρόσβαση
		παραμονή

- * νοούνται περιπτώσεις που από την ισχύουσα νομοθεσία επιτρέπεται η δόμηση
- ** οδική σύνδεση μικρής σημασίας με οικόπεδα και εκτάσεις
- *** οδική σύνδεση από οικόπεδα ή εκτάσεις μέσω δρομίσκων και δασικών οδών

Βήμα 4

ομάδα οδών		Α	Β	Γ	Δ	Ε
Λειτουργική βαθμίδα	I	Α I	Β I	Γ I	Δ I	Ε I
	II	Α II	Β II	Γ II	Δ II	Ε II
	III	Α III	Β III	Γ III	Δ III	Ε III
	IV	Α IV	Β IV	Γ IV	Δ IV	Ε IV
	V	Α V**	-	-	Δ V	Ε V
	VI	Α VI***	-	-	-	Ε VI

- συνήθως μη απαντώμενος συνδυασμός
- ▨ προβληματικός συνδυασμός
- ▩ ιδιαίτερα προβληματικός συνδυασμός
- μη εφικτός συνδυασμός

Βήμα 5

Κατηγορία οδού	Επιθυμητό εύρος ταχυτήτων διαδρομής [km/h]			
	ημέρες εργάσιμες	ημέρες αργιών	περίοδοι διακοπών	
Υπεραστικές Οδοί	Α I	70 - 100	60 - 80	60 - 90
	Α II	60 - 90	50 - 70	50 - 80
	Α III	50 - 80	40 - 60	40 - 70
	Α IV	40 - 60	40 - 50	40 - 60
	Α V	καμία	καμία	καμία
	Α VI	καμία	καμία	καμία
Ημιαστικές και Αστικές Οδοί	Β I	50 - 60	50 - 60	50 - 60
	Β II	40 - 50	40 - 50	40 - 60
	Β III	30 - 40	30 - 40	30 - 50
	Β IV	30	30	30 - 40
Αστικές Οδοί	Γ III	30 - 40	30 - 40	30 - 50
	Γ IV	30	30	30 - 40
	Δ IV	20 - 30	20 - 30	20 - 30
	Δ V	καμία	καμία	καμία
	Ε V	καμία	καμία	καμία
	Ε VI	καμία	καμία	καμία

Βήμα 6

Επιλογή βασικών παραμέτρων μελέτης σύμφωνα με την κατηγορία της οδού

ΟΜΟΕ-Δ (βλ. Πίνακα 3-1)	ΟΜΟΕ-Χ (βλ. Πίνακα 11-1)
-------------------------	--------------------------

Σχήμα 1-1 : Βασικές απαιτήσεις οδικού δικτύου και διάγραμμα ροής εργασιών για την επιλογή των στοιχείων μελέτης της οδού

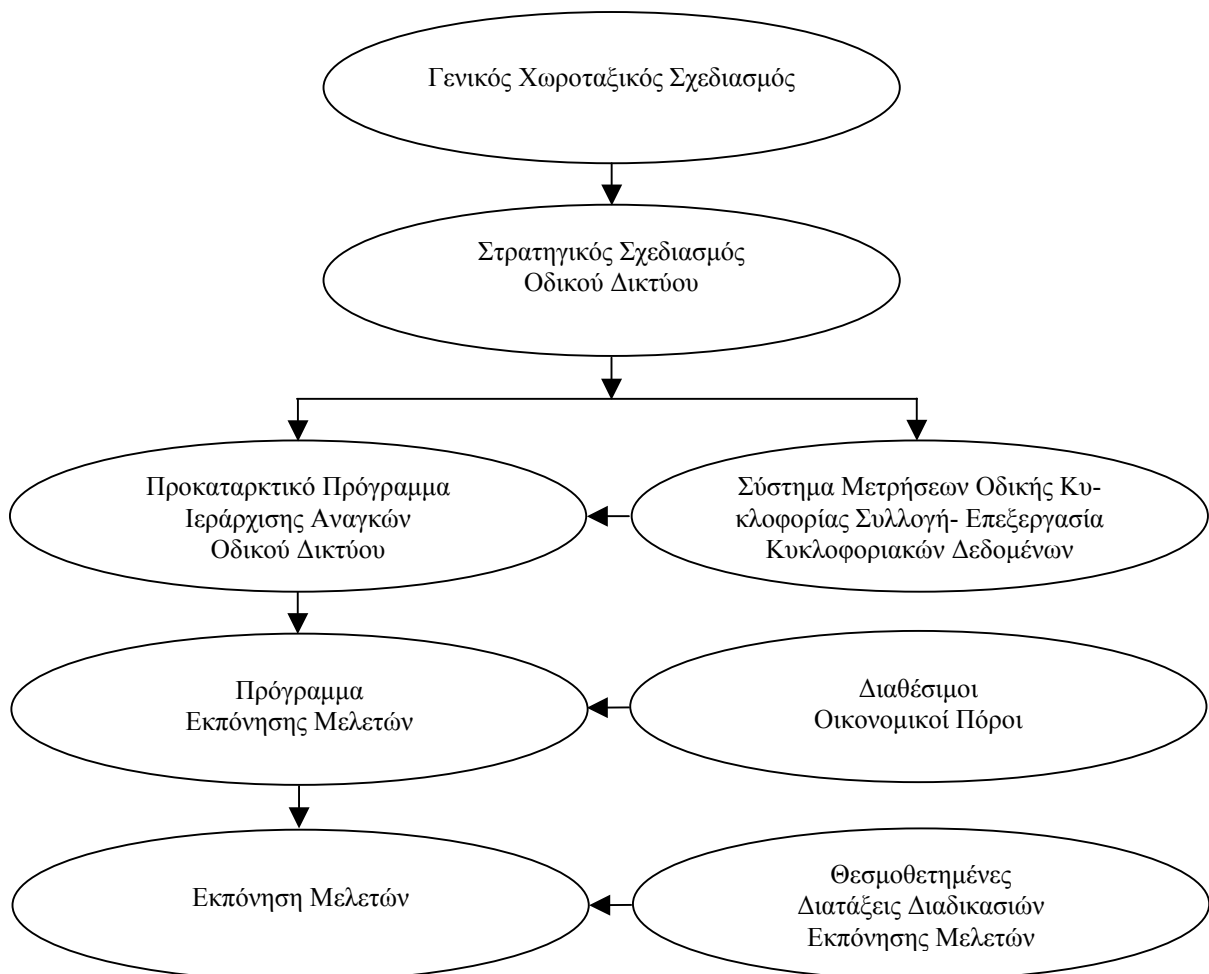
2. Μεθοδολογία σχεδιασμού και μελέτης οδών

Ο σχεδιασμός του οδικού δικτύου και στη συνέχεια οι μελέτες των οδών πρέπει να ακολουθούν μια ολοκληρωμένη διαδικασία με βήματα προγραμματισμένα στο πλαίσιο μιας ιεράρχησης των αναγκών της χώρας. Η κατάταξη των βημάτων ανάπτυξης ενός οδικού έργου σε συγκεκριμένη σειρά έχει ιδιαίτερη σημασία για την επιτυχία των στόχων που αποφασίζονται πριν από τον προγραμματισμό των έργων.

Ο ορθός προγραμματισμός υλοποίησης των οδικών έργων αρχίζει από το Γενικό Χωροταξικό Σχεδιασμό με τον οποίο καταγράφονται οι τρέχουσες και μελλοντικές ανάγκες μεταξύ άλλων και για το οδικό δίκτυο. Στη συνέχεια με βάση τους στόχους, σε συνδυασμό με τους διαθέσιμους μακροπρόθεσμα οικονομικούς πόρους, εκπονείται ο Στρατηγικός Σχεδιασμός για το Οδικό Δίκτυο. Η ιεράρχηση των αναγκών στο οδικό δίκτυο συνδυάζεται με το επιθυμητό επίπεδο εξυπηρέτησης, τους προγραμματισμένους οικονομικούς πόρους και της αναμενόμενης ζήτησης εξυπηρέτησης του

κυκλοφοριακού φόρτου. Το βήμα από το οποίο αρχίζει η πορεία των μελετών των οδών είναι η έρευνα, συλλογή και επεξεργασία κυκλοφοριακών δεδομένων που θα βοηθήσουν στην τεκμηρίωση της ιεράρχησης των αναγκών σε οδικό δίκτυο.

Τα βήματα εκπόνησης των μελετών προκύπτουν από τη συστηματική διατύπωση του τρόπου παραγωγής, του περιεχομένου και της χρονικής αλληλουχίας των διαδικασιών που απαιτούνται για τη διασφάλιση της πληρότητας και κατασκευασιμότητας των μελετών. Η πιστή τήρηση των Εγκυκλίων 37/95 και 27/97 της ΓΓΔΕ του ΥΠΕΧΩΔΕ εξασφαλίζει την ορθολογική και ολοκληρωμένη βάση για τη δημοπράτηση των έργων. Παράλληλα, για την κάλυψη των απαιτήσεων αποδοχής και ενταξιμότητας στο περιβάλλον των σχεδιαζόμενων έργων, προβλέπονται ειδικές μελέτες και διαδικασίες σύμφωνα με την ΚΥΑ69269/5987/90 και την Οδηγία 85/337/ΕΟΚ.



ΛΕΥΚΗ ΣΕΛΙΔΑ

ΛΕΥΚΗ ΣΕΛΙΔΑ

ΛΕΥΚΗ ΣΕΛΙΔΑ

ΛΕΥΚΗ ΣΕΛΙΔΑ

3. Καθοριστικές Ταχύτητες

3.1 Ορισμοί

Διακρίνονται τρία είδη καθοριστικών ταχυτήτων :

- $V_{\text{επιτρ}}$: επιτρεπόμενη ταχύτητα,
- V_e : ταχύτητα μελέτης και
- V_{85} : λειτουργική ταχύτητα 85%

Η **επιτρεπόμενη ταχύτητα** $V_{\text{επιτρ}}$ είναι το τοπικό ή γενικά ισχύον μέγιστο όριο ταχύτητας. Η επιτρεπόμενη ταχύτητα $V_{\text{επιτρ}}$ που αντιστοιχεί σε κάθε μία κατηγορία οδού, δίδεται στον Πίνακα 1-2, στήλη 4. Παρ' ότι τα στοιχεία μελέτης της οδού δεν προσδιορίζονται με βάση την επιτρεπόμενη ταχύτητα $V_{\text{επιτρ}}$, η ταχύτητα αυτή θεωρείται καθοριστική, δεδομένου ότι η **ταχύτητα μελέτης** που σχετίζεται άμεσα με τα στοιχεία μελέτης της οδού, πρέπει να είναι μεγαλύτερη ή ίση από την επιτρεπόμενη ταχύτητα (βλ. πίνακες 1-2 και 1-3).

Η **ταχύτητα μελέτης** V_e προκύπτει λαμβάνοντας υπόψη τα περιβαλλοντικά και οικονομικά κριτήρια, που ανταποκρίνονται στον προβλεπόμενο λειτουργικό χαρακτήρα της οδού στο οδικό δίκτυο και την επιδιωκόμενη ποιότητα κυκλοφοριακής ροής, με βάση το λειτουργικό χαρακτήρα της οδού. Στην ταχύτητα μελέτης αντιστοιχούν οριακές και προτεινόμενες τιμές για τα περισσότερα στοιχεία μελέτης καθώς και οι αποδεκτές τιμές για τη συσχέτιση των μεμονωμένων στοιχείων μελέτης. Ειδικότερα για ένα οδικό τμήμα η ταχύτητα μελέτης καθορίζει :

- τις ελάχιστες ακτίνες των οριζοντίων καμπυλών,
- τις ελάχιστες παραμέτρους των κλωθειδών,
- τις μέγιστες κατά μήκος κλίσεις και
- τις ελάχιστες ακτίνες των κυρτών και κοίλων κατακόρυφων καμπυλών.

Με αυτόν τον τρόπο η ταχύτητα μελέτης επηρεάζει μεταξύ άλλων αποφασιστικά τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά ενός οδικού τμήματος, ιδιαίτερα αυτών της ομάδας Α, το επίπεδο εξυπηρέτησης της οδού και την οικονομικότητα. Επομένως η ταχύτητα μελέτης V_e πρέπει να παραμένει σταθερή κατά το δυνατόν σε οδικά τμήματα μεγάλου μήκους, που αποτελούν χαρακτηριστικές ενότητες και αλληλοεξαρτώνται. Επιπλέον η ταχύτητα μελέτης χρησιμεύει στην αξιολόγηση μιάς οδού από την άποψη της ενσωματωμένης στα χαρακτηριστικά της οδού ασφάλειας σύμφωνα με τα Κριτήρια Ασφάλειας I και III, που περιγράφονται στα επόμενα.

Η **λειτουργική ταχύτητα V_{85}** είναι ένα μέγεθος που χρησιμοποιείται στο γεωμετρικό υπολογισμό μεμονωμένων στοιχείων μελέτης της οριζοντιογραφίας, της μηκοτομής και της διατομής και έχει άμεση σχέση με τη δυναμική της κίνησης των οχημάτων. Στις οδούς της ομάδας Α η ταχύτητα V_{85} αντιστοιχεί στη ταχύτητα, με την οποία θα κινηθεί ανεμπόδιστα το 85% των επιβατηγών οχημάτων σε καθαρό και υγρό οδόστρωμα. Στις οδούς της ομάδας Β η ταχύτητα V_{85} συνδέεται με τη μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα (βλ. Πίνακα 1-3 και σχέσεις (3-7), (3-8)). Με την ταχύτητα V_{85} καθορίζονται :

- οι επικλίσεις στις οριζόντιες καμπύλες,
- τα απαιτούμενα μήκη ορατότητας για στάση και κατά συνέπεια οι ακτίνες των κυρτών κατακόρυφων καμπυλών,
- τα απαιτούμενα μήκη ορατότητας για προσπέραση,
- οι ελάχιστες οριζόντιες ακτίνες σε περίπτωση εφαρμογής αρνητικής επίκλισης και
- τα στοιχεία για την απορροή των ομβρίων.

Η ταχύτητα V_{85} μεταβάλλεται σε συνάρτηση με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού και χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της ποιότητας σχεδιασμού των οδικών τμημάτων όσον αφορά την ασφάλεια, σύμφωνα με τα Κριτήρια Ασφάλειας I έως III που περιγράφονται στις παραγράφους 4 και 5.

Αναφορικά με τη μέτρηση της ταχύτητας V_{85} σε υγρά οδόστρωμα, σχετικές έρευνες έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα, ότι η ταχύτητα V_{85} σε στεγνό οδόστρωμα δεν διαφέρει ουσιαστικά από τη ταχύτητα V_{85} σε υγρό οδόστρωμα, εφόσον η ένταση της βροχής είναι τέτοια, ώστε το μήκος ορατότητας των οδηγών

να είναι τουλάχιστον ίσο με 150 m. Αυτό σημαίνει ότι η ταχύτητα V_{85} που αναφέρεται στην κρίσιμη περίπτωση του υγρού οδόστρωματος, ισχύει τόσο σε υγρά όσο και σε στεγνά οδόστρωματα.

3.2 Προσδιορισμός

Η **ταχύτητα μελέτης V_e** δίδεται στον Πίνακα 1-2 σε σχέση με τη κατηγορία της οδού. Ανάλογα με την επιδιωκόμενη ποιότητα κυκλοφορίας, που καθορίζεται από τη ταχύτητα κίνησης και τους κυκλοφοριακούς φόρτους (βλ. ΟΜΟΕ-Δ), και τις τοπογραφικές συνθήκες ή την πυκνότητα των υποχρεωτικών σημείων επιλέγεται το ανώτερο ή το κατώτερο όριο της περιοχής τιμών της ταχύτητας μελέτης.

Η **ταχύτητα V_{85}** υπολογίζεται σε οδικά τμήματα με ενιαία χαρακτηριστικά ως εξής :

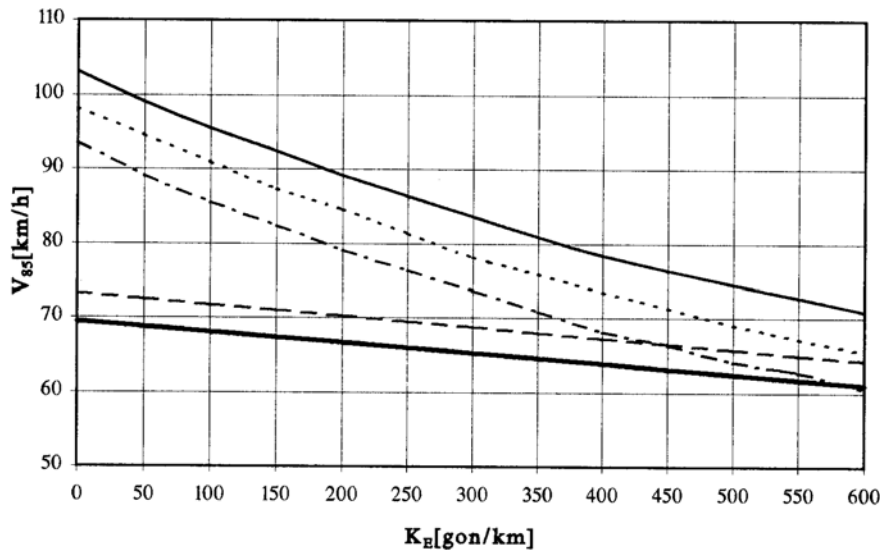
Οδοί ομάδας Α

- Για οδούς με διαχωρισμένες επιφάνειες κυκλοφορίας της ομάδας Α δεν υπάρχουν ακόμη τεκμηριωμένες απόψεις, όσον αφορά τη σχέση μεταξύ των γεωμετρικών χαρακτηρισμών της οδού και της ταχύτητας κυκλοφορίας. Επομένως προς το παρόν η ταχύτητα V_{85} (βλ. πίνακα 1-3) θα υπολογίζεται από τις σχέσεις :

$$V_{85} = V_e + 20 \text{ km/h για } V_e \geq 100 \text{ km/h} \quad (3-1)$$

$$V_{85} = V_e + 30 \text{ km/h για } V_e < 100 \text{ km/h} \quad (3-2)$$

- Σε οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας η ταχύτητα V_{85} , σύμφωνα με πολλές ερευνητικές εργασίες, είναι συνάρτηση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών της οδού. Η ταχύτητα V_{85} προσδιορίζεται για κάθε μεμονωμένο γεωμετρικό στοιχείο (καμπύλη ή ευθυγραμμία) καθώς επίσης και για ένα οδικό τμήμα με ενιαία χαρακτηριστικά. Όμως η συσχέτιση της ταχύτητας V_{85} με τη κάθε μεμονωμένη καμπύλη αποτελεί πλέον καθιερωμένη πρακτική στη σύγχρονη οδοποιία. Οι καθοριστικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη τιμή της ταχύτητας V_{85} , είναι η ελικτότητα (το τεταμένο) K_E της μεμονωμένης καμπύλης και το πλάτος της λωρίδας κυκλοφορίας b . Η ταχύτητα V_{85} υπολογίζεται χωριστά για κάθε μία καμπύλη της χάραξης της οδού ως συνάρτηση της τιμής της ελικτότητας K_{Ei} της κάθε μεμονωμένης καμπύλης, καθώς επίσης και για κάθε



Υπόμνημα:

Σύμβολο	Πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας	Κατά μήκος κλίση οδού (s)
—	3,75	s ≤ 5%
⋯	3,50	
- - -	3,25	
- - -	3,25-3,75	5% < s ≤ 7%
—	3,25-3,75	7% < s < 10%

Σχήμα 3-1 : Διάγραμμα υπολογισμού της λειτουργικής ταχύτητας V_{85} σε συνάρτηση με την ελικτότητα (το τεταμένο) K_E της μεμονωμένης καμπύλης και το πλάτος της λωρίδας κυκλοφορίας b σε υπεραστικές οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας κατηγορίας A I έως A IV

“Ανεξάρτητη Ευθυγραμμία” * ($K_E = 0$). Η ταχύτητα V_{85} σε οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας της ομάδας A προσδιορίζεται ως η μέση τιμή των ταχυτήτων και για τις δύο κατευθύνσεις κυκλοφορίας σε συνάρτηση με το τεταμένο της καμπύλης από τις επόμενες σχέσεις (βλ. και Σχήμα 3-1) ανάλογα με τα χαρακτηριστικά (κατά μήκος κλίση, μήκος εφαρμογής της κλίσης και πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας) του οδικού τμήματος :

- για κατά μήκος κλίση $s \leq 5\%$ ή $s > 5\%$ εφόσον το μήκος της είναι $< 250\text{m}$:

$$V_{85} = [10^6 / (10150,10 + 8,529 \cdot K_E)] + [(b - 3,5) \cdot 20] \quad (3-3\alpha)$$
όπου b το πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας.
- για $s > 5\%$ επι μήκους $\geq 250\text{m}$, ανεξαρτήτως του πλάτους λωρίδας κυκλοφορίας :
 - για $5\% < s \leq 7\%$

$$V_{85} = 73,260 - 0,015 \cdot K_E \quad (3-3\beta)$$
 - για $7\% < s < 10\%$

$$V_{85} = 69,456 - 0,014 \cdot K_E \quad (3-3\gamma)$$

*) ως “Ανεξάρτητη Ευθυγραμμία” ορίζεται η ευθυγραμμία, της οποίας το μήκος είναι επαρκές, ώστε στην αλληλουχία των στοιχείων : “ευθυγραμμία - καμπύλη - ευθυγραμμία” να θεωρείται ως ανεξάρτητο στοιχείο μελέτης με δική του ταχύτητα V_{85} . Αντίθετα ως “Εξαρτημένη Ευθυγραμμία” ορίζεται η ευθυγραμμία εκείνη, της οποίας το μήκος δεν είναι επαρκές, ώστε να έχει δική της ταχύτητα V_{85} και δεν λαμβάνεται υπόψη στη σχετική ανάλυση ασφαλείας (βλ. §7.1.3)

Αυτές οι σχέσεις θα χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της V_{85} από την ελικτότητα K_E , μέχρις ότου διεξαχθούν νεώτερες μετρήσεις στην Ελλάδα.

Η ελικτότητα K_E της μεμονωμένης καμπύλης είναι συνάρτηση της γωνίας αλλαγής κατεύθυνσης και του συνολικού μήκους της καμπύλης, που αποτελείται από το μήκος του κυκλικού τόξου και τα μήκη των εκατέρωθεν τόξων συναρμογής. Αν μία καμπύλη αποτελείται από περισσότερα του ενός κυκλικά τόξα ή και τόξα συναρμογής, τότε για τη καμπύλη αυτή υπολογίζεται ενιαία τιμή της ελικτότητας K_E σύμφωνα με τα Σχήματα 3-2α,β και 3-3. Τα ευθύγραμμα τμήματα λαμβάνονται υπόψη κατά περίπτωση στον υπολογισμό της ελικτότητας των καμπυλών (βλ. παρ. 7.1.3 και Σχήμα 3-3). Η τιμή της ελικτότητας K_E για κάθε μεμονωμένη καμπύλη υπολογίζεται από τη σχέση:

$$K_E = \frac{\gamma}{L} \quad (3-4)$$

όπου :

K_E [gon/km] = ελικτότητα μεμονωμένης καμπύλης
 γ [gon] = γωνία αλλαγής κατεύθυνσης σε κάθε μία καμπύλη
 L [km] = συνολικό μήκος της καμπύλης

Στην περίπτωση που η μεμονωμένη καμπύλη είναι σύνθετη και αποτελείται από κυκλικά τόξα και τόξα συναρμογής (κλωθοειδείς) ισχύει :

$$K_E = \frac{\sum \frac{L_{ci}}{R_i} + \sum \frac{L_i}{2R_i}}{\sum L_{ci} + \sum L_i} \cdot 63700 \quad (3-5)$$

όπου :

K_E [gon/km] = ελικτότητα της μεμονωμένης καμπύλης

L_{ci} [m] = μήκος κυκλικού τόξου i

L_i [m] = μήκος κλωθοειδούς i

R_i [m] = ακτίνα κυκλικού τόξου i

Η ελικτότητα της ευθυγραμμίας ισούται με $K_E=0$.

Η σχέση που συνδέει την ελικτότητα της μεμονωμένης καμπύλης K_E και της ανηγμένης ακτίνας R , που αντιστοιχεί στη δεδομένη καμπύλη είναι :

$$R = \frac{63700}{K_E} \quad (3-6)$$

όπου :

R [m] = ανηγμένη ακτίνα της καμπύλης

K_E [gon/km] = ελικτότητα της μεμονωμένης καμπύλης

Οδοί ομάδας Β

Στις οδούς της ομάδας Β, σύμφωνα με έρευνες που έγιναν πρόσφατα στην Γερμανία, η ταχύτητα V_{85} είναι μεγαλύτερη από τη μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα $V_{επιτρ}$. Έτσι για λόγους ασφαλείας προτείνεται, οι επικλίσεις και τα μήκη ορατότητας στις οδούς αυτής της κατηγορίας να υπολογίζονται σε συνάρτηση με τη ταχύτητα V_{85} .

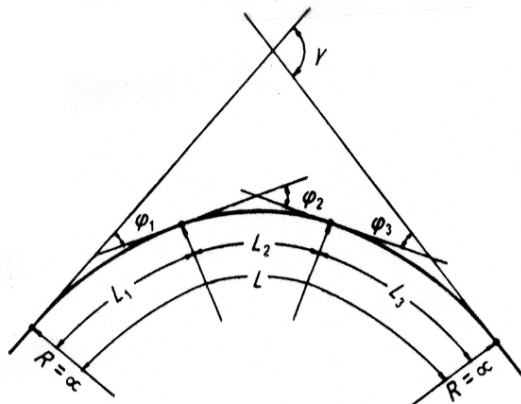
Η ταχύτητα V_{85} υπολογίζεται από τις σχέσεις :

$$V_{85} = V_{επιτρ} + 20 \text{ km/h (Κατηγορία Οδού Β I και Β II)} \quad (3-7)$$

$$V_{85} = V_{επιτρ} + 10 \text{ km/h (Κατηγορία Οδού Β III)} \quad (3-8)$$

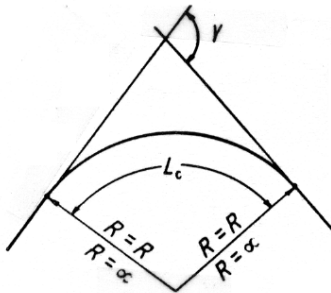
Παρ' ότι οι προαναφερόμενες παραδοχές έρχονται συνήθως σε αντίθεση με τα όσα ορίζονται για τη ταχύτητα κυκλοφορίας στον ισχύοντα στην Ελλάδα Κ.Ο.Κ., όπου η $V_{επιτρ}$ συνήθως υπολείπεται σημαντικά της V_{85} , εν τούτοις η εφαρμογή των παραδοχών αυτών (σχέσεις 3-7, 3-8), κατά τον υπολογισμό των επικλίσεων, αυξάνει την ασφάλεια. Ταυτόχρονα με τις αυξημένες τιμές των επικλίσεων που προκύπτουν, δεν υπάρχει κίνδυνος παρότρυνσης των οδηγών να αυξήσουν τη ταχύτητά τους, δεδομένου ότι αυτές οι μεγαλύτερες τιμές της επίκλισης δεν γίνονται αντιληπτές κατά την οδήγηση.

α) Γενική περίπτωση, ορισμός K_E



$$K_E = \frac{|\gamma| \cdot 63700}{L} = \frac{(|\varphi_1| + |\varphi_2| + |\varphi_3|) \cdot 63700}{L_1 + L_2 + L_3} \quad [\text{gon/km}]$$

β) Καμπύλη αποτελούμενη από ένα κυκλικό τόξο με ακτίνα R

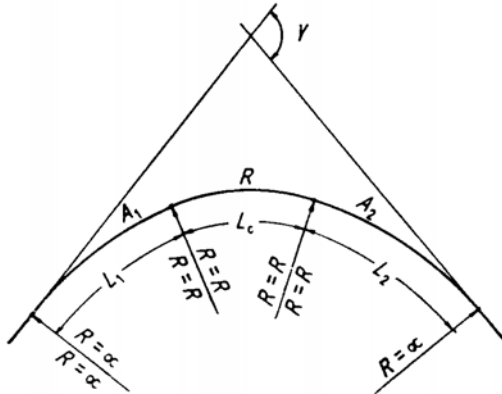


$$|\gamma| = \frac{L_c}{R} \quad [\text{rad}]$$

$$K_E = \frac{\frac{L_c}{R} \cdot 63700}{L_c} \quad [\text{gon/km}]$$

Σχήμα 3-2α : Σχέσεις υπολογισμού ελικτότητας K_E της μεμονωμένης καμπύλης

γ) Καμπύλη αποτελούμενη από ένα κυκλικό τόξο με ακτίνα R και δύο κλωθοειδείς με παραμέτρους A_1 και A_2 εκατέρωθεν του κυκλικού τόξου.

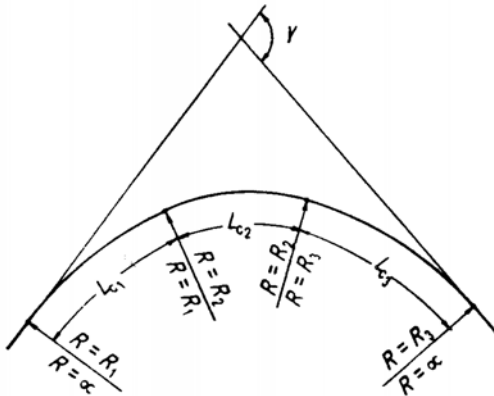


$$|\gamma| = \frac{L_1}{2R} + \frac{L_2}{2R} + \frac{L_c}{R} \quad [\text{rad}]$$

$$L_1 = \frac{A_1^2}{R}, L_2 = \frac{A_2^2}{R} \quad [\text{m}]$$

$$K_E = \frac{\left(\frac{L_1}{2R} + \frac{L_2}{2R} + \frac{L_c}{R} \right) \cdot 63700}{L_1 + L_2 + L_c} \quad [\text{gon/km}]$$

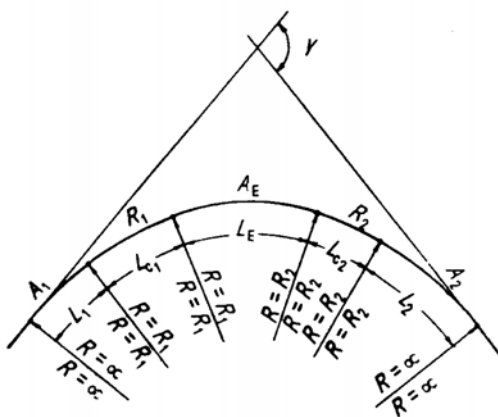
δ) Καμπύλη αποτελούμενη από τρία κυκλικά τόξα με ακτίνες R_1, R_2 και R_3 (τόξο κανίστρου)



$$|\gamma| = \frac{L_{c1}}{R_1} + \frac{L_{c2}}{R_2} + \frac{L_{c3}}{R_3} \quad [\text{rad}]$$

$$K_E = \frac{\left(\frac{L_{c1}}{R_1} + \frac{L_{c2}}{R_2} + \frac{L_{c3}}{R_3} \right) \cdot 63700}{L_{c1} + L_{c2} + L_{c3}} \quad [\text{gon/km}]$$

ε) Καμπύλη αποτελούμενη από δύο κυκλικά τόξα με ακτίνες R_1 και R_2 ($R_1 > R_2$), δύο κλωθοειδείς με παραμέτρους A_1 και A_2 και μία ωσειδή με παράμετρο A_E

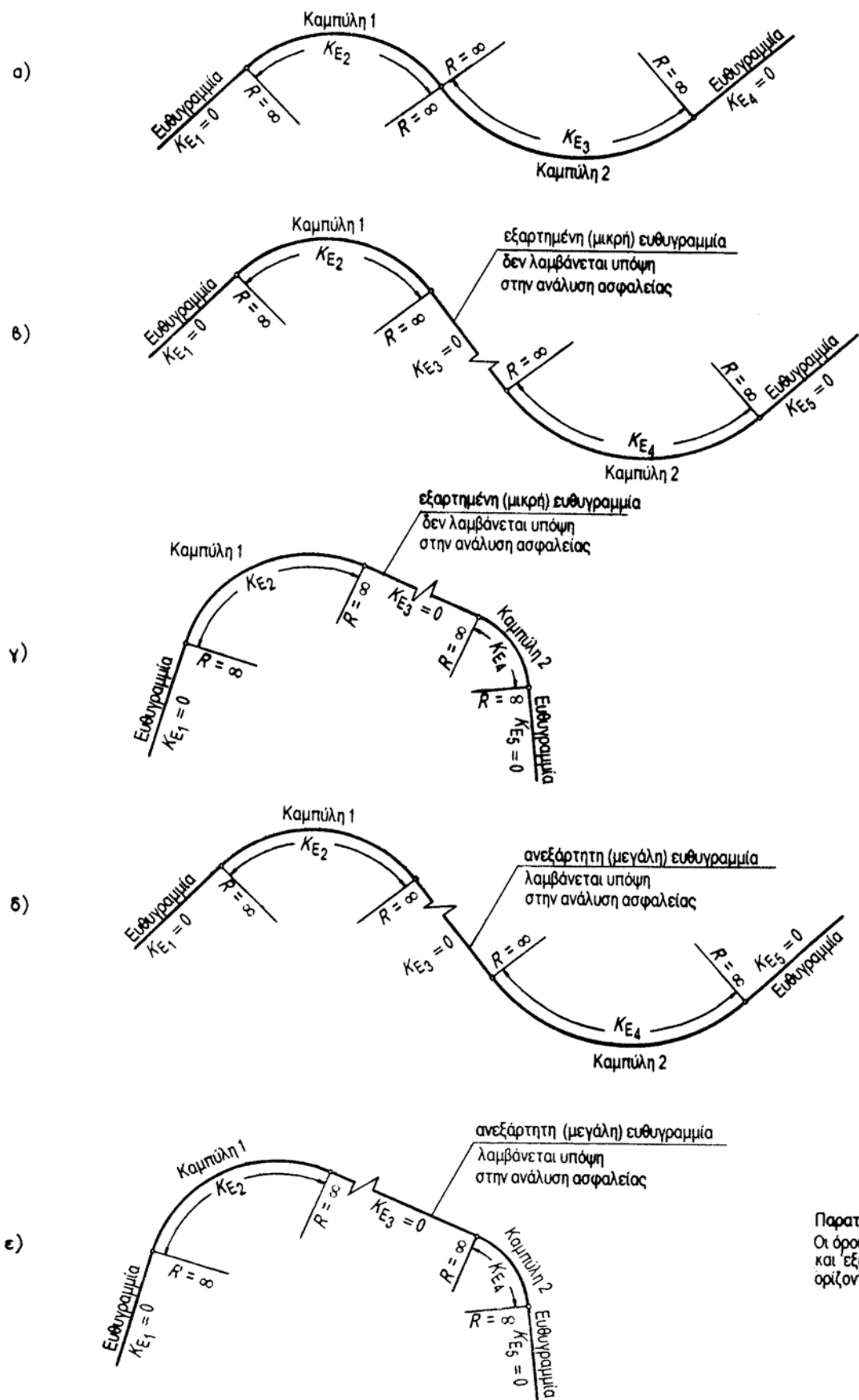


$$|\gamma| = \frac{L_1}{2R_1} + \frac{L_{c1}}{R_1} + \frac{A_E^2}{2R_2^2} - \frac{A_E^2}{2R_1^2} + \frac{L_2}{2R_2} \quad [\text{rad}]$$

$$L_1 = \frac{A_1^2}{R_1}, L_2 = \frac{A_2^2}{R_2}, L_E = \frac{A_E^2}{R_2} - \frac{A_E^2}{R_1} \quad (R_1 > R_2) \quad [\text{m}]$$

$$K_E = \frac{\left(\frac{L_1}{2R_1} + \frac{L_{c1}}{R_1} + \frac{A_E^2}{2R_2^2} - \frac{A_E^2}{2R_1^2} + \frac{L_{c2}}{R_2} + \frac{L_2}{2R_2} \right) \cdot 63700}{L_1 + L_{c1} + L_E + L_{c2} + L_2} \quad [\text{gon/km}]$$

Σχήμα 3-2β : Σχέσεις υπολογισμού ελικτότητας K_E της μεμονωμένης καμπύλης.



Σχήμα 3-3 : Χαρακτηριστικές περιπτώσεις χαράξεων για τον προσδιορισμό της ελικτότητας K_E των μεμονωμένων καμπυλών

4. Κριτήρια Ασφαλείας I και II

4.1 Εισαγωγή

Για την αξιολόγηση της οριζόντιας χάραξης μίας οδού ως προς την ασφάλεια, χρησιμοποιούνται για πρώτη φορά σε κανονισμούς οδοποιίας τρία ποσοτικά κριτήρια ασφαλείας. Επειδή αυτά τα κριτήρια ασφαλείας αναφέρονται κατά πρώτο λόγο στον προσδιορισμό των αναπτυσσόμενων ταχυτήτων μεταξύ διαδοχικών καμπυλών και των απαιτήσεων που προκύπτουν από αυτές τις ταχύτητες στη δυναμική της κίνησης των οχημάτων, τα στοιχεία που περιγράφονται στα επόμενα ισχύουν για τις οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας της ομάδας Α (εκτός αν άλλως διαφορετικά αναφέρεται). Στις αντίστοιχες κατηγορίες οδών Α I έως Α IV λαμβάνει χώρα περίπου το 60% των σοβαρών τροχαίων ατυχημάτων στην Ευρώπη και στις ΗΠΑ με αποτέλεσμα αυτές οι οδοί να είναι οι πλέον επικίνδυνες στο σύνολο του οδικού δικτύου. Για αυτές τις κατηγορίες οδών υπάρχει σήμερα η δυνατότητα εκτίμησης της λειτουργικής ταχύτητας V_{85} , με την οποία κινείται το 85% των οχημάτων, η οποία είναι συνάρτηση της τιμής της ελκτότητας της μεμονωμένης καμπύλης K_E . Για τις Ελληνικές συνθήκες η V_{85} προσδιορίζεται από το διάγραμμα του Σχήματος 3-1.

Αντίθετα οι υπόλοιπες κατηγορίες των οδών, για τις οποίες ισχύουν οι παρούσες οδηγίες, δηλαδή :

- οι οδοί με διαχωρισμένες επιφάνειες κυκλοφορίας της ομάδας κατηγορίας Α και
- οι οδοί κατηγορίας Β I, Β II, Β III και Β IV

αφενός δεν εμφανίζουν σε διεθνή κλίμακα μεγάλα ποσοστά σοβαρών τροχαίων ατυχημάτων που να οφείλονται στην οριζόντια χάραξη και αφετέρου η δυνατότητα εκτίμησης της ταχύτητας V_{85} είναι σχετικά περιορισμένη. Παρόλα αυτά συνιστάται η εφαρμογή των τριών κριτηρίων ασφαλείας και για τις προαναφερόμενες κατηγορίες οδών, παρά το γεγονός ότι στις περισσότερες περιπτώσεις η ταχύτητα V_{85} είναι εναρμονισμένη σε κάποιο βαθμό με την ταχύτητα μελέτης V_e έτσι, ώστε να εμφανίζονται πολύ σπάνια κρίσιμοι ελιγμοί των οχημάτων λόγω λανθασμένης επιλογής των παραμέτρων των στοιχείων μελέτης της οδού.

Τα τρία κριτήρια Ασφαλείας αφορούν στην επίτευξη αρμονίας και ομοιογενούς συνέχειας :

- στη μελέτη (κριτήριο I),
- στη λειτουργική ταχύτητα V_{85} (κριτήριο II) και
- στη δυναμική της κίνησης των οχημάτων (κριτήριο III).

Η διατύπωση αυτών των τριών Κριτηρίων Ασφαλείας είναι αποτέλεσμα εκτενούς ανάλυσης και συσχέτισης των τροχαίων ατυχημάτων με τα κατασκευαστικά στοιχεία ή τα στοιχεία κυκλοφοριακής τεχνικής (διαμόρφωση διατομής, ακτίνες, κατά μήκος κλίση, πρόσφυση οδοστρώματος, διαγραμμίσεις κλπ.) της οδού.

ΛΕΥΚΗ ΣΕΛΙΔΑ

4.2 Κριτήριο Ασφαλείας I : Επίτευξη αρμονίας και συνέχειας στη μελέτη

4.2.1 Γενικά

Η ταχύτητα μελέτης V_e και η λειτουργική ταχύτητα V_{85} πρέπει να είναι εναρμονισμένες. Με αυτό τον τρόπο επιδιώκεται η συμβατότητα μεταξύ της οδικής συμπεριφοράς των οδηγών και των γεωμετρικών χαρακτηριστικών της οδού.

Η διατύπωση του Κριτηρίου Ασφαλείας I βασίζεται σε έρευνες που σχετίζονται με την οδική συμπεριφορά των οδηγών και την επιρροή αυτής στην πρόκληση ατυχημάτων.

Αυτό το κριτήριο ασφαλείας δίνει τη δυνατότητα συσχέτισης της ταχύτητας μελέτης με τη ταχύτητα V_{85} , ώστε να αξιολογούνται τμήματα υπεραστικών οδών με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας (κατηγορίες οδών Α I έως Α IV) σε σχέση με την ποιότητα σχεδιασμού ως καλά, μέτρια ή μη αποδεκτά. Το Κριτήριο Ασφαλείας I εφαρμόζεται τόσο στις μελέτες νέων οδών όσο και στις μελέτες ανακατασκευής και βελτίωσης παλαιότερων οδών.

Τα ποσοτικά δεδομένα των ορίων απόκλισης μεταξύ των ταχυτήτων V_e και V_{85} για την απόδοση ενός από τους τρεις προαναφερόμενους χαρακτηρισμούς στο οδικό τμήμα, ό-

σον αφορά την ποιότητα σχεδιασμού, αναγράφονται στον Πίνακα 4-1.

Η ποιότητα σχεδιασμού που επιτυγχάνεται στις μελέτες υπεραστικών οδικών τμημάτων με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας πρέπει οπωσδήποτε να χαρακτηρίζεται ως καλή (Περίπτωση 1, Πίνακας 4-1).

Είναι δυνατόν σε ορισμένες περιπτώσεις, οι μελέτες ανακατασκευής ή βελτίωσης οδών να αξιολογούνται όσον αφορά την ποιότητα σχεδιασμού, ως μέτριες (Περίπτωση 2, Πίνακας 4-1). Όμως με βάση τη σχετική εμπειρία και τα αποτελέσματα ανάλογων ερευνών, αναμένεται ο δείκτης ατυχημάτων στην περίπτωση αυτή να είναι τουλάχιστον διπλάσιος σε σύγκριση με εκείνον της περίπτωσης που η ποιότητα σχεδιασμού του οδικού τμήματος χαρακτηρίζεται ως καλή (Περίπτωση 1). Ακόμη, ο δείκτης κόστους ατυχημάτων αναμένεται να είναι αισθητά αυξημένος.

Επίσης σε υφιστάμενες οδούς, των οποίων η ποιότητα σχεδιασμού χαρακτηρίζεται ως μη αποδεκτή (Περίπτωση 3, Πίνακας 4-1), απαιτείται κατά κανόνα τροποποίηση της χάραξης. Διαφορετικά η διαπιστούμενη επικινδυνότητα της οδού, αυξάνει τόσο το δείκτη ατυχημάτων όσο και το λειτουργικό κόστος της, λόγω του ιδιαίτερα υψηλού δείκτη κόστους ατυχημάτων, σε βαθμό μη αποδεκτό.

Πίνακας 4-1 : Κριτήριο Ασφαλείας I για υπεραστικές οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας (κατηγορίες οδών Α I έως Α IV). Όρια τιμών απόκλισης μεταξύ V_e και V_{85} για το χαρακτηρισμό της ποιότητας σχεδιασμού ενός οδικού τμήματος ως καλής, μέτριας ή μη αποδεκτής.

<p>Περίπτωση 1 : Καλή Ποιότητα Σχεδιασμού</p> $ V_{85} - V_e \leq 10 \text{ km/h}$ <p>Δεν απαιτούνται προσαρμογές ή διορθωτικές επεμβάσεις στη χάραξη της οδού</p>
<p>Περίπτωση 2 : Μέτρια Ποιότητα Σχεδιασμού</p> $10 \text{ km/h} < V_{85} - V_e \leq 20 \text{ km/h}$ <p>Στην περίπτωση αυτή οι επικλίσεις πρέπει να επαναυπολογισθούν με βάση τη ταχύτητα V_{85} προκειμένου να εξασφαλισθεί, ότι ο διατιθέμενος συντελεστής πλευρικής τριβής θα αντιστοιχεί στον απαιτούμενο συντελεστή τριβής. Οι απαιτούμενες βελτιώσεις αντιμετωπίζονται κατά περίπτωση. Επίσης συνιστάται η τοποθέτηση των κατάλληλων προειδοποιητικών πινακίδων.</p>
<p>Περίπτωση 3 : Μη αποδεκτή Ποιότητα Σχεδιασμού</p> $ V_{85} - V_e > 20 \text{ km/h}$ <p>Ο προβλεπόμενος δείκτης σοβαρών τροχαίων ατυχημάτων χαρακτηρίζει τη μη ασφαλή και μη οικονομική χρήση της οδού. Στην περίπτωση αυτή απαιτείται κατά κανόνα η ανακατασκευή της οδού και οπωσδήποτε η λήψη διορθωτικών μέτρων.</p>

Το Κριτήριο Ασφαλείας I αναφέρεται πάντοτε σε ένα στοιχείο της χάραξης, δηλαδή σε μία καμπύλη ή σε μία ανεξάρτητη ευθυγραμμία. Για την αξιολόγηση ενός οδικού τμήματος του υπεραστικού δικτύου με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας σύμφωνα με το Κριτήριο Ασφαλείας I, ακολουθούνται τα επόμενα τέσσερα βήματα :

1. Προσδιορισμός του οδικού τμήματος για μελέτη νέας οδού ή έλεγχο υφιστάμενης οδού, στο οποίο θα εφαρμοσθεί το κριτήριο.
2. Προσδιορισμός της ταχύτητας μελέτης του οδικού τμήματος σε σχέση με την κατηγορία της οδού σύμφωνα με τον Πίνακα 1-2. Στις ήδη υφιστάμενες οδούς λαμβάνεται η ταχύτητα μελέτης, όπως αυτή καθορίστηκε από τη μελέτη της οδού. Στην περίπτωση που αυτή δεν είναι δυνατόν να προσδιορισθεί, λαμβάνεται ως ταχύτητα μελέτης το όριο ταχύτητας που έχει επιβληθεί με ρυθμιστική πινακίδα. Εφόσον δεν υπάρχει τέτοιο όριο, τότε η ταχύτητα μελέτης θεωρείται ότι ισούται με τη μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα για την κατηγορία των οδών που αυτή ανήκει, σύμφωνα με τον ισχύοντα ΚΟΚ.
3. Υπολογισμός της ταχύτητας V_{85} για κάθε μεμονωμένη καμπύλη και κάθε ανεξάρτητη ευθυγραμμία ($K_E = 0$) σε συνάρτηση με την τιμή ελκτότητας K_E , του πλάτους b της λωρίδας κυκλοφορίας και της κατά μήκος κλίσης s , σύμφωνα με το Σχήμα 3-1 ή τις σχέσεις 3-3α, 3-3β, 3-3γ. Η τιμή K_E υπολογίζεται ανάλογα με τη χάραξη της οδού και σύμφωνα με τις σχέσεις, που δίδονται στο Σχήμα 3-2α και 3-2β, και τις χαρακτηριστικές περιπτώσεις στοιχείων μελέτης, που απεικονίζονται στο Σχήμα 3-3.
4. Αξιολόγηση της εμφανιζόμενης διαφοράς μεταξύ της ταχύτητας μελέτης V_e και της ταχύτητας V_{85} σύμφωνα με το σύστημα αξιολόγησης του Πίνακα 4-1 και χαρακτηρισμός της ποιότητας σχεδιασμού του οδικού τμήματος ως καλής, μέτριας, ή μη αποδεκτής.

4.2.2 Εφαρμογή του κριτηρίου ασφαλείας I στο υφιστάμενο οδικό δίκτυο

Σε υφιστάμενες οδούς, οι οποίες πρόκειται να βελτιωθούν ή να ανακατασκευασθούν, η ταχύτητα μελέτης κατά κανόνα είναι άγνωστη. Έτσι προκειμένου να επιτευχθεί η εναρμόνιση του λειτουργικού χαρακτήρα της οδού με την επιδιωκόμενη ποιότητα κυκλοφορίας και κατά συνέπεια με την ταχύτητα μελέτης V_e και την λειτουργική ταχύτητα V_{85} , απαιτείται ο προσδιορισμός της αντιπροσωπευτικής ταχύτητας μελέτης V_e για το οδικό τμήμα που πρόκειται να βελ-

τιωθεί ή να ανακατασκευασθεί. Η επιλογή της ταχύτητας μελέτης V_e δεν πρέπει να οδηγεί σε χαράξεις που είναι αντιοικονομικές ή επιβαρύνουν το περιβάλλον.

Η ορθή επιλογή της ταχύτητας μελέτης V_e για το εξεταζόμενο οδικό τμήμα επιτυγχάνεται με τον υπολογισμό της μέσης τιμής της ελκτότητας (K_E), με βάση τις τιμές της ελκτότητας των μεμονωμένων καμπυλών του τμήματος, και αγνοούνται τα ευθύγραμμα τμήματα. Με βάση το διάγραμμα του Σχήματος 3-1 και την μέση τιμή της ελκτότητας K_E προσδιορίζεται η μέση τιμή της ταχύτητας V_{85} , η οποία στρογγυλεμένη μπορεί να θεωρηθεί ότι αντιστοιχεί στην ταχύτητα μελέτης του εξεταζόμενου οδικού τμήματος. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνονται δύο βασικοί στόχοι της μελέτης. Πρώτον η ταχύτητα μελέτης παραμένει σταθερή σε ένα οδικό τμήμα μεγάλου μήκους ή σε οδικά τμήματα που αποτελούν χαρακτηριστικές ενότητες και έχουν παρόμοια λειτουργικά χαρακτηριστικά (βλ. §3.1) και δεύτερον αποφεύγεται η υπερδιαστασιολόγηση ή η υποδιαστασιολόγηση των υφιστάμενων στοιχείων μελέτης στο υπό μελέτη οδικό τμήμα. Άλλωστε το γεγονός αυτό αποτελεί και την κύρια αιτία για την αξιολόγηση της απόλυτης τιμής της διαφοράς μεταξύ V_{85} και V_e σύμφωνα με το κριτήριο ασφαλείας I, αν και είναι γνωστό ότι η ταχύτητα V_{85} ($V_{85} \leq V_e + 20$ km/h) κατά κανόνα είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα μελέτης V_e . Με την εφαρμογή της προναφερόμενης μεθόδου υπολογισμού της ταχύτητας μελέτης V_e επιτυγχάνεται σε μεγάλο βαθμό η βέλτιστη αλλαγή της χάραξης από την άποψη της ασφάλειας, της περιβαλλοντικής αποδοχής και της οικονομίας.

Με βάση την διεθνή εμπειρία το ποσοστό των παλαιότερων οδών με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας και δύο λωρίδες κυκλοφορίας, των οποίων η βελτίωση της χάραξης είναι απαραίτητη, ανέρχεται σε 70 έως 80%. Το ποσοστό αυτό δεν αναμένεται να είναι μικρότερο στον ελληνικό χώρο.

Παράδειγμα εφαρμογής κριτηρίου ασφαλείας I σε υφιστάμενη οδό.

Υφιστάμενη οδός κατηγορίας Α II με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας μήκους 1.515 m και 2 λωρίδες κυκλοφορίας πλάτους $b = 2 \times 3,50 = 7,00$ m περιλαμβάνει σύμφωνα με τοπογραφική αποτύπωση τρία τόξα κανίστρου και δύο ευθύγραμμα τμήματα, ενώ η κατά μήκος κλίση δεν υπερβαίνει το 5% σε κανένα σημείο της οδού. Τα στοιχεία μελέτης του οδικού τμήματος φαίνονται στις στήλες 1, 2 και 3 του Πίνακα 4-2. Από τις στήλες 2 και 3 υπολογίζεται η μέση ελκτότητα $\overline{K_E}$ ως εξής :

$$\overline{K_E} = \frac{155 \cdot 259 + 195 \cdot 149 + 100 \cdot 444}{155 + 195 + 100} = 252,44 \text{ gon/km}$$

Η μέση τιμή $\overline{K_E} = 252,44 \text{ gon/km}$ αντιστοιχεί σύμφωνα με το διάγραμμα του Σχήματος 3-1 ή με την εξίσωση (3α ή 3β ή 3γ) σε ταχύτητα V_{85} ίση με 81,3 km/h η οποία στρογ-

γυλευμένη στα 80 km/h λαμβάνεται ως η αντιπροσωπευτική ταχύτητα μελέτης V_e του υπό μελέτη οδικού τμήματος. Τα αποτελέσματα της σύγκρισης της ταχύτητας μελέτης V_e με τις αναπτυσσόμενες ταχύτητες V_{85} στα στοιχεία μελέτης του οδικού τμήματος, σύμφωνα με το κριτήριο ασφαλείας, φαίνονται στις στήλες 4,5 και 6.

Πίνακας 4-2 : Παράδειγμα εφαρμογής Κριτηρίου Ασφάλειας Ι σε υφιστάμενη οδό

Στοιχεία μελέτης	Μήκος L [m]	Ελικτότητα μεμονωμένης καμπύλης K_E [gon/km]	Λειτουργική ταχύτητα V_{85} [km/h]	Ταχύτητα μελέτης V_e [km/h]	$ V_{85} - V_e $ [km/h]	Ποιότητα σχεδιασμού
1	2	3	4	5	6	7
Τόξο κανίστρου με ακτίνες $R = 100/140/450$	155	259	≈ 81	80	1	καλή
Ευθυγραμμία, $R = \infty$	510	0	98	80	18	μέτρια
Τόξο κανίστρου με ακτίνες $R = 500/400$	195	149	≈ 88	80	8	καλή
Ευθυγραμμία, $R = \infty$	555	0	98	80	18	μέτρια
Τόξο κανίστρου με $R = 120/350$	100	444	≈ 72	80	8	καλή
Μέση τιμή		252,44	81,3	80	1	καλή

4.3 Κριτήριο Ασφαλείας II : Επίτευξη αρμονίας και συνέχειας στη λειτουργική ταχύτητα

Η ταχύτητα μελέτης V_e και η εναρμονισμένη με αυτή λειτουργική ταχύτητα V_{85} , με βάση το Κριτήριο Ασφαλείας Ι, πρέπει να διατηρούνται σταθερές σε επαρκές μήκος της οδού. Με αυτόν τον τρόπο διαμορφώνεται μία χάραξη που επηρεάζει ανάλογα την οδική συμπεριφορά των οδηγών. Εφόσον όμως καταστεί αναγκαίο, σε οδικό τμήμα μεγάλου μήκους, να τροποποιηθούν τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της χάραξης και επομένως η τιμή της ταχύτητας μελέτης V_e (π.χ. λόγω εμφανούς διαφοράς του ανάγλυφου του εδάφους), τότε πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην επιλογή των στοιχείων μελέτης, τα οποία πρέπει να μεταβάλλονται σταδιακά. Για τους ίδιους λόγους με τους προαναφερομένους, πρέπει και η ταχύτητα V_{85} να παραμένει σταθερή για όσο το δυνατόν μεγαλύτερο μήκος της οδού. Ιδιαίτερα στην περίπτωση των οδών με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας της ομάδας Α, αυτό εξασφαλίζεται με το Κριτήριο Ασφαλείας ΙΙ. Στα τμήματα με σταθερή ταχύτητα μελέτης η επιλογή διαδοχικών στοιχείων μελέτης με αρμονική μεταξύ τους σχέση, όσον αφορά τη δυναμική της κίνησης των οχημάτων, δημιουργεί τις προϋποθέσεις για έναν ομοιόμορφο και οικονομικό τρόπο οδήγησης, ιδιαίτερα στις οδούς της ομάδας Α. Η εφαρμογή της αρχής της αρμονίας και της συνέχειας των διαδοχικών στοιχείων μελέτης πρέπει να

επιδιώκεται και για τις ημιαστικές οδούς (ομάδα Β), στις οποίες η οδική συμπεριφορά των οδηγών επηρεάζεται περισσότερο από το όριο ταχύτητας παρά από τη δυναμική της κίνησης των οχημάτων, εφόσον με τον τρόπο αυτό δεν προκαλούνται ιδιαίτερα προβλήματα στην πολεοδομία, στην προστασία της ιστορικής κληρονομιάς κ.λπ.

Ο έλεγχος της ομοιογένειας της οριζοντιογραφίας, ιδιαίτερα στις υπεραστικές οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας, γίνεται με βάση τα ποσοτικά όρια των τιμών μεταβολής της ταχύτητας V_{85} του Κριτηρίου Ασφαλείας ΙΙ, που παρατίθενται στον Πίνακα 4-3.

Ο έλεγχος βασίζεται στον υπολογισμό των διαφορών των ταχυτήτων V_{85} που αναπτύσσονται στα διαδοχικά στοιχεία μελέτης (ανεξάρτητη “ευθυγραμμία-καμπύλη” ή “καμπύλη-καμπύλη”). Έτσι για την ακολουθία : “καμπύλη ή ευθυγραμμία (i)-καμπύλη (i+1)” υπολογίζονται αρχικά οι τιμές της ελικτότητας K_{E_i} και $K_{E_{i+1}}$ των μεμονωμένων καμπυλών σύμφωνα με το Σχήμα 3-2α,β και στη συνέχεια οι τιμές των ταχυτήτων V_{85_i} και $V_{85_{i+1}}$ σύμφωνα με το Σχήμα 3-1. Η ποιότητα σχεδιασμού του εξεταζόμενου οδικού τμήματος που περιλαμβάνει αυτά τα δύο στοιχεία μελέτης μπορεί να χαρακτηριστεί ως καλή, μέτρια, ή μη αποδεκτή, σύμφωνα με τον Πίνακα 4-3, ανάλογα με την απόλυτη τιμή της διαφοράς των δύο διαδοχικών ταχυτήτων V_{85_i}

και V_{85i+1} μεταξύ των δύο προηγούμενων στοιχείων μελέτης (“ευθυγραμμία-καμπύλη” ή “καμπύλη-καμπύλη”).

Η ποιότητα σχεδιασμού των μελετώμενων νέων υπεραστικών οδών με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας πρέπει να εμπίπτει πάντοτε στο χαρακτηρισμό “καλή”. (Περίπτωση 1, Πίνακας 4-3).

Οι μελέτες ανακατασκευής και βελτίωσης υφισταμένων οδών τις ίδιες κατηγορίας μπορούν σε ορισμένες περιπτώσεις να γίνονται παραδεκτές κατ’ οικονομία, εάν αξιολογηθούν όσον αφορά την ποιότητα σχεδιασμού ως μέτριες.

(Περίπτωση 2, Πίνακας 4-3). Όμως σ’ αυτές τις περιπτώσεις επιβάλλεται το άνω όριο του πεδίου ($10\text{km/h} < \Delta V_{85} \leq 20\text{km/h}$) να περιορίζεται στα 15km/h .

Γενικά απαιτείται ανακατασκευή των υφισταμένων οδικών τμημάτων, τα οποία αξιολογούνται ως απαράδεκτα όσον αφορά την ποιότητα σχεδιασμού (Περίπτωση 3, Πίνακας 4-3). Διαφορετικά η λειτουργία της οδού πρέπει να θεωρείται ασύμφορη για την εθνική οικονομία, λόγω της υψηλής επικινδυνότητας και του ιδιαίτερα υψηλού κόστους ατυχημάτων.

Πίνακας 4-3 : Κριτήριο Ασφαλείας II για υπεραστικές οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας (κατηγορίες οδών Α I έως Α IV). Ορια τιμών απόκλισης μεταξύ διαδοχικών V_{85} για το χαρακτηρισμό της ποιότητας σχεδιασμού ενός οδικού τμήματος ως καλής, μέτριας ή απαράδεκτης.

<p>Περίπτωση 1 : Καλή Ποιότητα Σχεδιασμού</p> $ V_{85i} - V_{85i+1} \leq 10 \text{ km / h}$ <p>Σε αυτά τα οδικά τμήματα υπάρχει αρμονία και συνέχεια στη χάραξη των διαδοχικών στοιχείων μελέτης και η οριζοντιογραφία της οδού δεν προκαλεί ασυνέχειες στην ανάπτυξη των λειτουργικών ταχυτήτων</p>
<p>Περίπτωση 2 : Μέτρια Ποιότητα Σχεδιασμού</p> $10 \text{ km/h} < V_{85i} - V_{85i+1} \leq 20 \text{ km/h}$ <p>Σε αυτά τα οδικά τμήματα εμφανίζονται μικρές δυσαρμονίες και ασυνέχειες στην χάραξη των διαδοχικών στοιχείων μελέτης. Κατά κανόνα το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με προειδοποιητικές πινακίδες χωρίς να απαιτείται ανακατασκευή της οδού</p>
<p>Περίπτωση 3 : Μη Αποδεκτή Ποιότητα Σχεδιασμού</p> $ V_{85i} - V_{85i+1} > 20 \text{ km/h}$ <p>Σε αυτά τα οδικά τμήματα εμφανίζονται μεγάλες δυσαρμονίες και ασυνέχειες στη χάραξη των διαδοχικών στοιχείων μελέτης, που επιφέρουν ασυνέχειες στις επιλογές των ταχυτήτων με αποτέλεσμα να καθίσταται η οδός μη ασφαλής και αντιοικονομική λόγω κρίσιμων τιμών του δείκτη ατυχημάτων και του δείκτη κόστους ατυχημάτων. Το πρόβλημα αυτό κατά κανόνα πρέπει να αντιμετωπίζεται με ανακατασκευή της οδού ή με λήψη διορθωτικών μέτρων.</p>

Ειδικότερα στις περιπτώσεις ανακατασκευών και βελτιώσεων υφιστάμενων οδών επιβάλλεται να συνεκτιμώνται τα στοιχεία μελέτης στα τμήματα εκατέρωθεν των ανακατασκευαζόμενων τμημάτων. Αν οι απαραίτητες τροποποιήσεις/βελτιώσεις στα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των οδικών τμημάτων είναι ριζικές, απαιτείται η διαμόρφωση οδικών τμημάτων που θα παρεμβάλλονται για τη σταδιακή μετάβαση από το ένα ποιοτικό επίπεδο γεωμετρικών χαρα-

κτηριστικών στο επόμενο (εξασφάλιση “καλής ποιότητας σχεδιασμού”).

Για την αξιολόγηση ενός οδικού τμήματος του υπεραστικού δικτύου με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας σύμφωνα με το Κριτήριο Ασφαλείας II, ακολουθούνται τα επόμενα έξι βήματα:

1. Προσδιορισμός του οδικού τμήματος μελέτης νέας οδού ή υφιστάμενης οδού, που θα αξιολογηθεί με βάση το Κριτήριο Ασφαλείας II.

2. Προσδιορισμός της τιμής της ελκτότητας K_E για κάθε καμπύλη του οδικού τμήματος. Η τιμή K_E υπολογίζεται σύμφωνα με τις οδηγίες, που δίδονται στα Σχήματα 3-2α, 3-2β και 3-3.
3. Προσδιορισμός της αναμενόμενης τιμής της ταχύτητας V_{85} για κάθε καμπύλη σε συνάρτηση με την ελκτότητα K_E και του πλάτους b της λωρίδας κυκλοφορίας σύμφωνα με το Σχήμα 3-1.
4. Διερευνάται αν οι παρεμβαλλόμενες ευθυγραμμίες μεταξύ καμπυλών είναι εξαρτημένες ή ανεξάρτητες. Αν μία ευθυγραμμία είναι ανεξάρτητη εξετάζεται η περίπτωση “ευθυγραμμία-καμπύλη”, ενώ σε διαφορετική περίπτωση η ευθυγραμμία αγνοείται και εξετάζεται η περίπτωση “καμπύλη-καμπύλη” (βλ. §7.1.3). Η τιμή της ταχύτητας V_{85} στις ανεξάρτητες ευθυγραμμίες υπολογίζεται ως παρεμβολή ενός ξεχωριστού βήματος (βλ. §. 7.1.3).
5. Υπολογισμός της μεταβολής της ταχύτητας V_{85} μεταξύ των διαδοχικών στοιχείων μελέτης (“ευθυγραμμία-καμπύλη”, “καμπύλη-καμπύλη”).
6. Χαρακτηρισμός της ποιότητας σχεδιασμού των διαφόρων επιμέρους οδικών τμημάτων της οριζοντιογραφίας ως καλής, μέτριας ή μη αποδεκτής ανάλογα με την τιμή της μεταβολής της ταχύτητας V_{85} σύμφωνα με τον Πίνακα 4-3.

Ο έλεγχος σύμφωνα με το Κριτήριο Ασφαλείας II δεν απαιτείται κατά κανόνα για τις οδούς :

- με διαχωρισμένες επιφάνειες κυκλοφορίας της ομάδας οδών A και
- των κατηγοριών BI, BII, BIII και BIV λόγω του συντηρητικού ορισμού των ταχυτήτων V_e , V_{85} και $V_{επιπρ}$. Παρόλα αυτά μπορεί να θεωρηθεί, ότι η αξιολόγηση οδικών τμημάτων σύμφωνα με το Κριτήριο Ασφαλείας II πρέπει να ελέγχεται, προκειμένου, σε εξαιρετικές περιπτώσεις, να εντοπισθούν αποκλίσεις στις ταχύτητες και στα μεγέθη, που εξαρτώνται από αυτές.

5. Δυναμική κίνησης οχημάτων και κριτήριο ασφαλείας III

5.1 Βασικές έννοιες

Για τη διατύπωση των αρχών και των κανόνων, που διέπουν τη μελέτη χάραξης μίας οδού είναι αναγκαίο να διερευνηθεί η σχέση που υπάρχει μεταξύ ελαστικού του τροχού και οδοστρώματος σε συνάρτηση με την ταχύτητα του οχήματος.

Από τη συγκριτική μελέτη μεταξύ πολλών κανονισμών χάραξης της Ευρώπης, των ΗΠΑ καθώς και τα αποτελέ-

σματα ερευνών συμπεραίνεται, ότι υπάρχουν πολλές και ουσιαστικές διαφορές ως προς την επιλογή των επιτρεπόμενων τιμών του συντελεστή της εφασπτομενικής και της εγκάρσιας συνιστώσας της τριβής. Οι διαφορές αυτές έχουν με τη σειρά τους καθοριστική επίδραση στον υπολογισμό των ελαχίστων ακτίνων των οριζόντιων καμπυλών, των απαιτούμενων μηκών ορατότητας, των ελάχιστων ακτίνων των κατακόρυφων καμπυλών κλπ. σε αλληλεξάρτηση με τις εκάστοτε ισχύουσες ταχύτητες μελέτης V_e ή ταχύτητες V_{85} . Επί πλέον απαιτείται σχεδόν πάντα ο προσδιορισμός

ενός επαρκούς περιθωρίου ασφαλείας, όσον αφορά την δυναμική της κίνησης των οχημάτων, χωρίς όμως να γίνονται πλήρως κατανοητά τα όρια που υιοθετούν οι διάφοροι κανονισμοί. Αυτό συμβαίνει επειδή τις περισσότερες φορές δεν είναι γνωστό το θεωρητικό υπόβαθρο, με το οποίο έγινε η δεδομένη επιλογή των επιτρεπομένων τιμών των συντελεστών τριβής. Προκειμένου να αρθεί αυτή η αδυναμία που υπάρχει γενικά στις μελέτες οδοποιίας σε παγκόσμιο επίπεδο, εισάγεται στις παρούσες Οδηγίες ένα νέο κριτήριο, το Κριτήριο Ασφαλείας ΙΙΙ.

Ακόμη και στις σύγχρονες μελέτες οδοποιίας, η εξέταση των δυνάμεων, που επενεργούν σε ένα όχημα και οι οποίες χρησιμεύουν στην επιλογή των τιμών των στοιχείων μελέτης, στηρίζεται στην παραδοχή ότι το όχημα είναι ένα στερεό σώμα, στο κέντρο βάρους του οποίου ασκούνται οι διάφορες δυνάμεις. Δηλαδή η μάζα του οχήματος θεωρείται συγκεντρωμένη στο κέντρο βάρους του και αγνοείται παντελώς το πραγματικό σύστημα δυνάμεων, που εμφανίζεται στα διάφορα μέρη του οχήματος, όπως στους τροχούς κλπ. Αυτός ο τρόπος εξέτασης της δυναμικής της κίνησης των οχημάτων είναι τυπικός για όλους τους μέχρι σήμερα ισχύοντες κανονισμούς οδοποιίας.

Η διερεύνηση του φαινομένου της τριβής μεταξύ ελαστικού και οδοστρώματος, αναγκαστικά εδώ γίνεται σύμφωνα με τις παραδοχές που προαναφέρονται.

Για το όχημα, η μάζα του οποίου θεωρείται συγκεντρωμένη στο κέντρο βάρους του, ισχύει η βασική εξίσωση της δυναμικής :

Δύναμη τριβής = (συντελεστής τριβής) x (κάθετο φορτίο τροχού)

η οποία μετασχηματίζεται, κατά την κίνηση του οχήματος σε καμπύλη, στην επόμενη βασική εξίσωση της δυναμικής της κίνησης ενός οχήματος κατά την εγκάρσια κατεύθυνση:

(5-1)

όπου :

f_R [-] = συντελεστής εγκάρσιας συνιστώσας της τριβής
 q [-] = επίκλιση της οδού
 V [km/h] = ταχύτητα οχήματος
 R [m] = ακτίνα της οριζόντιας καμπύλης

Η αντίστοιχη βασική εξίσωση για τον συντελεστή της εφαιπτομενικής τριβής δίδεται στο κεφάλαιο 10, (§10.1.1).

5.2 Ορισμός επιτρεπομένων συντελεστών τριβής

5.2.1 Γενικά

Μία από τις βασικές παραμέτρους της ασφάλειας κατά την κυκλοφορία των οχημάτων αποτελεί η ολισθηρότητα της υγρής επιφανείας της οδού (πρόσφυση του οδοστρώματος).

Ως πρόσφυση του οδοστρώματος χαρακτηρίζεται εκείνη η φυσική κατάσταση που εμφανίζεται στην κοινή επιφάνεια ελαστικού και οδοστρώματος και η οποία οφείλεται στη συνάφεια, στη στατική τριβή και στην αντίσταση λόγω τραχύτητας. Κατά την θεώρηση αυτή οι δύο επιφάνειες του ελαστικού και του οδοστρώματος θεωρούνται ως ισοδύναμες. Η τιμή του συντελεστή τριβής που εκφράζει την πρόσφυση του οδοστρώματος, παρουσιάζει διακυμάνσεις λόγω των πολλών παραγόντων που την επηρεάζουν, όπως η πίεση, η σύνθεση, η μορφή και το βάθος των ραβδώσεων των ελαστικών, ο τύπος και η κατάσταση του οδοστρώματος, η ύπαρξη υγρασίας, λάσπης, χιονιού, πάγου κλπ.

Από την πρόσφυση του οδοστρώματος εξαρτάται η μέγιστη τιμή των δυνάμεων της προώθησης και της πέδησης καθώς και των εγκάρσιων δυνάμεων, που ασκούνται στα ελαστικά των τροχών των αυτοκινήτων και οι οποίες επενεργούν στο οδόστρωμα ως δυνάμεις αντίδρασης. Η πρόσφυση του οδοστρώματος στις περισσότερες χώρες της Ευρώπης και των ΗΠΑ εκφράζεται με τον συντελεστή τριβής ολίσθησης κάτω από ορισμένες συνθήκες μέτρησης. Ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μ_G είναι ο συντελεστής τριβής που αναπτύσσεται μεταξύ ελαστικού και οδοστρώματος, όταν οι τροχοί είναι ακινητοποιημένοι, δηλαδή όταν η διολίσθηση των τροχών είναι 100% (σχετική ταχύτητα μεταξύ τροχών και αμαξώματος).

Με βάση τις μετρήσεις του συντελεστή ολίσθησης σε αντιπροσωπευτικά υγρά οδοστρώματα που έγιναν ήδη σε πολλές χώρες, προέκυψε η επιτρεπόμενη τιμή του συντελεστή εφαιπτομενικής και εγκάρσιας τριβής. Κατά κανόνα η επιλογή της τιμής του επιτρεπομένου συντελεστή εφαιπτομενικής τριβής γίνεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να καλύπτεται το 80 έως το 95% των οδοστρωμάτων της χώρας. Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται με τη μελέτη της οδού, υψηλός συντελεστής ασφαλείας κατά την κίνηση των οχημάτων στις καμπύλες.

5.2.2 Συντελεστής εφαπτομενικής τριβής

Ο τρόπος ορισμού της τιμής του συντελεστή εφαπτομενικής τριβής που προαναφέρεται, δεν μπορεί να εφαρμοσθεί σε μερικές χώρες μεταξύ των οποίων και η Ελλάδα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός, ότι από τις μετρήσεις της πρόσφυσης του οδοστρώματος προέκυψαν σχετικά μικρές τιμές του συντελεστή εφαπτομενικής τριβής. Η υιοθέτηση τιμών συντελεστού τριβής που καλύπτουν το 80% των ελληνικών οδοστρωμάτων θα οδηγούσε όχι μόνο σε ιδιαίτερα αντιοικονομικές κατασκευές οδών αλλά σε κατασκευές, οι οποίες θα είχαν ανεπιθύμητες επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Για το λόγο αυτό κατά την εκπόνηση αυτών των Οδηγιών κρίθηκε σκόπιμο να ακολουθηθεί διαφορετική διαδικασία από τη διεθνή πρακτική, προκειμένου να ορισθούν επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή εφαπτομενικής τριβής, ειδικά για μελέτες οδοποιίας στην Ελλάδα. Με την προϋπόθεση ότι οι επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή εφαπτομενικής τριβής πρέπει να ανταποκρίνονται στα σύγχρονα δεδομένα της τεχνολογίας στον τομέα της δυναμικής της κίνησης των οχημάτων, λήφθηκαν υπόψη τα δεδομένα των κανονισμών συγκεκριμένων χωρών (Γαλλίας, Γερμανίας, Ελβετίας, ΗΠΑ και Σουηδίας), στα οποία βασίστηκε η σχετική ανάλυση παλινδρόμησης για τον προσδιορισμό της σχέσης μεταξύ του επιτρεπόμενου συντελεστή εφαπτομενικής τριβής οδοστρώματος και της ταχύτητας. Η προκύπτουσα γενική σχέση ελέγχθηκε ως προς τον βαθμό σύμπτωσής της με τις αντίστοιχες τράπεζες δεδομένων διαφόρων χωρών με πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Η σχέση, που προέκυψε από την ανάλυση κατά την οποία λήφθηκαν υπόψη η ασφάλεια, η οικονομικότητα και τα περιβαλλοντικά δεδομένα, είναι το πολυώνυμο 2ου βαθμού:

$$\max f_{\text{Τεπιτρ}} = 0,59 - 4,85 \cdot 10^{-3} \cdot V + 1,51 \cdot 10^{-5} \cdot V^2 \quad (5-2)$$

όπου :

$$\max f_{\text{Τεπιτρ}} \quad [-] = \text{μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής εφαπτομενικής τριβής}$$

$$V \quad [\text{km/h}] = \text{ταχύτητα}$$

Όσον αφορά την ασφάλεια της κυκλοφορίας των οχημάτων και στο μέλλον, πρέπει να εξασφαλίζεται πάντοτε η ύπαρξη των τιμών του συντελεστή τριβής σύμφωνα με την σχέση (5-2) στα οδοστρώματα είτε πρόκειται για την κατασκευή νέων είτε για την ανακατασκευή ή βελτίωση παλαιότερων οδών. Οι μετρήσεις ολισθηρότητας (πρόσφυσης των ελαστικών των τροχών) γίνονται κατά κανόνα σε συγκεκριμένες τιμές ταχυτήτων και συνήθως στις ταχύτητες 40, 60 και 80 km/h. Σύμφωνα με τη σχέση (5-2), οι απαιτούμενες μέ-

γιστες τιμές του συντελεστή εφαπτομενικής τριβής για τις ταχύτητες αυτές είναι:

$$\max f_{\text{Τεπιτρ}} = 0,42 \quad \text{για } V = 40 \text{ km/h}$$

$$\max f_{\text{Τεπιτρ}} = 0,35 \quad \text{για } V = 60 \text{ km/h}$$

$$\max f_{\text{Τεπιτρ}} = 0,30 \quad \text{για } V = 80 \text{ km/h}$$

Οι τιμές αυτές προτείνονται ως τυπικές τιμές ολισθηρότητας των ελληνικών οδοστρωμάτων και είναι οι ελάχιστες που αντιστοιχούν στην πρόσφυση του οδοστρώματος (μετρήσεις/ενδείξεις ολισθηρομέτρου).

5.2.3 Συντελεστής εγκάρσιας τριβής

Εκτός από τον ορισμό της μέγιστης επιτρεπόμενης τιμής του συντελεστή εφαπτομενικής τριβής σε συνάρτηση με την ταχύτητα πρέπει να επιλεγεί ο συντελεστής εκμετάλλευσης n της μέγιστης επιτρεπόμενης τιμής του συντελεστή εγκάρσιας τριβής.

Σύμφωνα με την διεθνή εμπειρία, αυτή η τιμή κυμαίνεται κατά κανόνα μεταξύ $n = 40\%$ και $n = 50\%$ για οδούς της ομάδας Α. Αυτό σημαίνει ότι στην εφαπτομενική κατεύθυνση διατίθεται το 92% έως το 87% της τιμής του συντελεστή εφαπτομενικής τριβής κατά την κίνηση του οχήματος σε καμπύλες, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά την επιτάχυνση, την επιβράδυνση, την πέδηση ή άλλους αναγκαίους ελιγμούς του οχήματος.

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του συντελεστή εγκάρσιας τριβής $f_{\text{Rεπιτρ}}$ υπολογίζεται από τη σχέση :

$$\max f_{\text{Rεπιτρ}} = n \cdot 0,925 \cdot \max f_{\text{Τεπιτρ}} \quad (5-3)$$

όπου :

$$\max f_{\text{Rεπιτρ}} \quad [-] = \text{μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής εγκάρσιας τριβής}$$

$$\max f_{\text{Τεπιτρ}} \quad [-] = \text{μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής εφαπτομενικής τριβής}$$

$$n \quad [-] = \text{συντελεστής εκμετάλλευσης της τιμής του συντελεστή εγκάρσιας τριβής}$$

Ο συντελεστής μείωσης 0,925 έχει σχέση με τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες των ελαστικών.

5.3 Προσδιορισμός του συντελεστή εγκάρσιας τριβής

5.3.1 Οδοί της ομάδας Α

Λόγω των ειδικών τοπογραφικών συνθηκών στην Ελλάδα (εναλλαγή πεδινών, λοφώδων και ορεινών εδαφών) θεωρείται σκόπιμος, ο ορισμός διαφορετικών τιμών του συντελεστή εκμετάλλευσης.

5.3.1.1 Μέγιστη επίκλιση σε πεδινά εδάφη

Σε πεδινά εδάφη (συνήθως χωρίς χιονοπτώσεις) κατ' αναλογία με την εμπειρία που αποκτήθηκε σε άλλες χώρες (π.χ. ΗΠΑ, Ελβετία, Σουηδία) ορίζεται για τις μέγιστες τιμές της επίκλισης, συντελεστής εκμετάλλευσης ίσος με :

$$n = 45\% \quad \text{για} \quad q_{\max} = 8\% \quad (9\%)$$

() = τιμή κατ' εξαίρεση

Κατά συνέπεια η μέγιστη τιμή του επιτρεπόμενου εγκάρσιου συντελεστή τριβής για τον υπολογισμό των ελάχιστων τιμών των ακτίνων των καμπυλών ανέρχεται σε :

$$\begin{aligned} \max f_{R \text{ επιτρ}} &= 0,45 \cdot 0,925 \cdot \max f_{T \text{ επιτρ}} \\ &= 0,416 \cdot \max f_{T \text{ επιτρ}} \end{aligned} \quad (5-4)$$

Με την αντικατάσταση της σχέσης (5-2) στη σχέση (5-4) προκύπτει :

$$\max f_{R \text{ επιτρ}} = 0,245 - 2,018 \cdot 10^{-3} \cdot V + 0,628 \cdot 10^{-5} \cdot V^2 \quad (5-5)$$

όπου :

$$\begin{aligned} \max f_{R \text{ επιτρ}} \quad [-] &= \text{επιτρεπόμενος συντελεστής εγκάρσιας} \\ &\quad \text{τριβής} \\ V \quad [\text{km/h}] &= \text{ταχύτητα} \end{aligned}$$

5.3.1.2 Μέγιστη επίκλιση σε λοφώδη και ορεινά εδάφη

Στα λοφώδη και ορεινά εδάφη ορίζεται για τις μέγιστες τιμές της επίκλισης, η τιμή του συντελεστή εκμετάλλευσης ίση με :

$$n = 40\% \quad \text{για} \quad q_{\max} = 7\%$$

προκειμένου η απαιτούμενη μείωση της μέγιστης τιμής της επίκλισης να αντισταθμίζεται με ελαφρά μείωση του συντελεστή n και έτσι τα επίπεδα ασφαλείας της οδού να μη μειώνονται. Κατά συνέπεια η μέγιστη τιμή του επιτρεπόμενου συντελεστή εγκάρσιας τριβής ανέρχεται σε:

$$\begin{aligned} \max f_{R \text{ επιτρ}} &= 0,40 \cdot 0,925 \cdot \max f_{T \text{ επιτρ}} \\ &= 0,37 \cdot \max f_{T \text{ επιτρ}} \end{aligned} \quad (5-6)$$

ή, συναρτήσει της ταχύτητας V :

$$\max f_{R \text{ επιτρ}} = 0,218 - 1,795 \cdot 10^{-3} \cdot V + 0,559 \cdot 10^{-5} \cdot V^2 \quad (5-7)$$

Με τη χρήση των προαναφερομένων τιμών του συντελεστή εκμετάλλευσης του συντελεστή εγκάρσιας τριβής, δηλαδή $n = 45\%$ για πεδινά εδάφη και $n = 40\%$ για λοφώδη και ορεινά εδάφη, η τιμή του διατιθέμενου συντελεστή τριβής κατά την εφαπτομενική κατεύθυνση είναι αντίστοιχα το 90% και το 92% της μέγιστης τιμής του συντελεστή εφαπτομενικής τριβής, όταν τα οχήματα κινούνται κατά μήκος καμπύλων τμημάτων. Αυτές οι τιμές θεωρούνται επαρκείς και εξασφαλίζουν τα απαιτούμενα επίπεδα ασφαλείας της οδού.

5.3.1.3 Ελάχιστη επίκλιση

Εκτός από τον ορισμό του συντελεστή εκμετάλλευσης για τον υπολογισμό του επιτρεπόμενου συντελεστή εγκάρσιας τριβής για τη μέγιστη επίκλιση απαιτείται και ο ορισμός του αντίστοιχου συντελεστή εκμετάλλευσης για την ελάχιστη επίκλιση.

Κατά κανόνα όλοι οι ορισμοί των συντελεστών εκμετάλλευσης έχουν ως αφετηρία την θεώρηση κατηγοριών επικινδυνότητας της οδού. Σύμφωνα με την θεώρηση αυτή όσο μειώνεται η τιμή της επίκλισης μειώνεται αντίστοιχα και η τιμή του συντελεστή εκμετάλλευσης n .

Η ελάχιστη τιμή της επίκλισης στην ευθυγραμμία και στο κυκλικό τόξο για λόγους καλής απορροής των ομβρίων είναι :

$$q_{\min} = 2,5\%$$

Στην περίπτωση αυτή η τιμή του συντελεστή εκμετάλλευσης ορίζεται ίση με:

$$n = 10\%$$

Κατά συνέπεια η σχέση που συνδέει την τιμή του συντελεστή εγκάρσιας τριβής με την ταχύτητα για όλες τις κατηγορίες εδαφους με ελάχιστη επίκλιση, είναι η ακόλουθη :

$$\max f_{R \text{ επιτρ}} = 0,10 \cdot 0,925 \cdot \max f_{T \text{ επιτρ}} \quad (5-8)$$

ή, συναρτήσει της ταχύτητας V :

$$\max f_{R \text{ επιτρ}} = 0,055 - 0,451 \cdot 10^{-3} \cdot V + 0,14 \cdot 10^{-5} \cdot V^2 \quad (5-9)$$

5.3.2 Οδοί της ομάδας Β

Οι οδοί της ομάδας αυτής περιλαμβάνουν περιφερειακές οδούς ακόμη και εντός κατοικημένων περιοχών αλλά χωρίς παρόδια δόμηση (ημιαστικές οδοί) σύμφωνα με τον Πίνακα 1-2. Για τις οδούς αυτές αναμένεται, ότι τα επίπεδα των τιμών των αναπτυσσόμενων ταχυτήτων θα είναι κατά κανόνα χαμηλότερα από αυτά των οδών της

ομάδας Α. Γι' αυτό το λόγο από την άποψη της ασφαλείας της κυκλοφορίας θεωρείται δικαιολογημένος ο ορισμός μεγαλύτερων τιμών του συντελεστή εκμετάλλευσης για το συντελεστή εγκάρσιας τριβής. Προς την κατεύθυνση αυτή συνηγορούν και λόγοι οικονομίας, προστασίας του περιβάλλοντος και πολεοδομικού σχεδιασμού.

Πίνακας 5-1 : Επιτρεπόμενες τιμές του μέγιστου συντελεστή εφαπτομενικής (f_T) και πλευρικής τριβής (f_R) και των ελάχιστων ακτίνων καμπυλών σε συνάρτηση με την ταχύτητα (V^*), την κατηγορία της οδού, το ανάγλυφο του εδάφους και τις μέγιστες και ελάχιστες τιμές επίκλισης.

V^* [km/h]	$\max f_{T\text{επιτρ}}$ [-]	$\max f_{R\text{επιτρ}}$ [-] και R_{\min} [m] για οδούς της ομάδας									
		Α						Β			
		πεδινά εδάφη		ημιορεινά και ορεινά εδάφη		όλες οι κατηγορίες εδαφών		όλες οι κατηγορίες εδαφών			
		$q_{\max}=8$ (9)%		$q_{\max}=7\%$		$q_{\min}=2,5\%$		$q_{\max}=6\%$		$q_{\min}=2,5\%$	
		$n=45\%$		$n=40\%$		$n=10\%$		$n=60\%$		$n=30\%$	
		$\max f_{R\text{επιτρ}}$	R_{\min}	$\max f_{R\text{επιτρ}}$	R_{\min}	$\max f_{R\text{επιτρ}}$	R_{\min}	$\max f_{R\text{επιτρ}}$	R_{\min}	$\max f_{R\text{επιτρ}}$	R_{\min}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
50	0,385	0,160	82 (79)	0,143	93	0,036	325	0,214	72	0,107	149
60	0,353	0,147	125 (120)	0,131	141	0,033	491	0,196	111	0,098	230
70	0,324	0,135	179 (171)	0,120	203	0,030	701	0,180	161	0,090	335
80	0,299	0,124	247 (235)	0,110	279	0,028	958	0,166	223	0,083	467
90	0,276	0,115	327 (311)	0,102	371	0,026	1.263	0,153	299	0,077	628
100	0,256	0,107	422 (401)	0,095	478	0,024	1.618	0,142	390	0,071	820
110	0,239	0,100	531 (503)	0,089	601	0,022	2.022	0,133	494	0,066	1.043
120	0,225	0,094	652 (617)	0,083	739	0,021	2.473	-	-	-	-
130	0,215	0,089	786 (742)	0,079	890	0,020	2.966	-	-	-	-
140	0,207	0,086	929 (876)	0,077	1053	0,019	3.496	-	-	-	-

*) η V αντιπροσωπεύει τη V_e ή V_{85} για τον προσδιορισμό αντίστοιχα της R_{\min} ή των συντελεστών τριβής. Οι τιμές σε () εφαρμόζονται σε εξαιρετικές περιπτώσεις.

5.3.2.1 Μέγιστη επίκλιση

Στις οδούς Β η τιμή του συντελεστή εκμετάλλευσης n για τις μέγιστες τιμές της επίκλισης, λαμβάνεται :

$$n = 60\% \quad \text{για} \quad q_{\max} = 6\%$$

Για αυτό το ποσοστό εκμετάλλευσης του συντελεστή εγκάρσιας τριβής ο διατιθέμενος συντελεστής τριβής κατά την εφαπτομενική κατεύθυνση είναι το 80% της μέγιστης τιμής του συντελεστή εφαπτομενικής τριβής κατά την κίνηση των οχημάτων στις καμπύλες, ο οποίος συντελεστής τριβής κρίνεται επαρκής.

Κατά συνέπεια η σχέση που συνδέει την μέγιστη τιμή του επιτρεπόμενου συντελεστή εγκάρσιας τριβής με την ταχύτητα, είναι :

$$\begin{aligned} \max f_{R\text{επιτρ}} &= 0,60 \cdot 0,925 \cdot \max f_{T\text{επιτρ}} \\ &= 0,555 \cdot \max f_{T\text{επιτρ}} \end{aligned} \quad (5-10)$$

ή, σε συναρτήσε της V :

$$\max f_{R\text{επιτρ}} = 0,327 - 2,692 \cdot 10^{-3} \cdot V + 0,838 \cdot 10^{-5} \cdot V^2 \quad (5-11)$$

5.3.2.2 Ελάχιστη επίκλιση

Στην περίπτωση της ελάχιστης τιμής της επίκλισης, λόγω του αναμενόμενου χαμηλότερου επιπέδου τιμών ταχυτήτων στις οδούς της ομάδας Β σε σχέση με τις οδούς της ομάδας Α, κρίνεται σκόπιμο η τιμή του συντελεστή εκμετάλλευσης n να οριστεί μεγαλύτερη από αυτή των οδών της ομάδας Α. Η τιμή αυτή είναι :

$$n = 30\% \quad \text{για} \quad q_{\min} = 2,5\%$$

Κατά συνέπεια η σχέση που συνδέει τη μέγιστη τιμή του επιτρεπόμενου συντελεστή εγκάρσιας τριβής με τη ταχύτητα για την ελάχιστη επίκλιση είναι :

$$\begin{aligned} \max f_{R \text{ επιτρ}} &= 0,30 \cdot 0,925 \cdot \max f_{T \text{ επιτρ}} \\ &= 0,278 \cdot \max f_{T \text{ επιτρ}} \end{aligned} \quad (5-12)$$

ή, συναρτήσει της V :

$$\max f_{R \text{ επιτρ}} = 0,164 - 1,348 \cdot 10^{-3} \cdot V + 0,42 \cdot 10^{-5} \cdot V^2 \quad (5-13)$$

Η παράμετρος V , που περιέχεται στις σχέσεις (5-2) έως (5-13) αναφέρεται είτε στην ταχύτητα μελέτης V_e είτε (εφόσον ο υπολογισμός αφορά τον προσδιορισμό των επικλίσεων ή του ελάχιστου μήκους ορατότητας) στη V_{85} .

Οι τιμές του μέγιστου επιτρεπόμενου συντελεστή εφαστομενικής τριβής και του μέγιστου επιτρεπόμενου συντελεστή εγκάρσιας τριβής σε συνάρτηση με την ταχύτητα, την κατηγορία της οδού και το ανάγλυφο του εδάφους περιλαμβάνονται στον Πίνακα 5-1. Επιπλέον, ο Πίνακας 5-1 περιλαμβάνει και τις τιμές των ελάχιστων ακτίνων R_{\min} των καμπυλών σύμφωνα με τη σχέση (5-1) και σε συνάρτηση με τους οριζόμενους συντελεστές τριβής σύμφωνα με τις σχέσεις (5-3) έως (5-13), τόσο για τις μέγιστες τιμές όσο και για τις ελάχιστες τιμές της επίκλισης.

5.4 Κριτήριο Ασφαλείας ΙΙΙ : Επίτευξη αρμονίας και συνέχειας στη δυναμική της κίνησης των οχημάτων

Αν και ο προσδιορισμός των στοιχείων μελέτης, σύμφωνα με όσα αναφέρονται στα προηγούμενα, γίνεται με βάση διάφορα κριτήρια ασφαλείας (π.χ. με σκόπιμο επιλεγόμενους συντελεστές τριβής κατά την εφαστομενική και την εγκάρσια κατεύθυνση κίνησης του οχήματος), εν τούτοις οι κανονισμοί οδοποιίας που ισχύουν μέχρι σήμερα, δεν περιλαμβάνουν μία γενικευμένη αναλυτική διαδικασία ποσοτικής αξιολόγησης κατά τη κίνηση των οχημάτων.

Για το λόγο αυτό, για τη διαδικασία της ποσοτικής αξιολόγησης της σχέσης, που συνδέει την μελέτη της οδού, την

οδική συμπεριφορά των οδηγών, τη δυναμική της κίνησης των οχημάτων, και την πρόκληση των ατυχημάτων, διατυπώθηκαν τρία Κριτήρια Ασφαλείας.

Με στόχο την εναρμόνιση μεταξύ της επιλεγόμενης ταχύτητας μελέτης V_e και της αναμενόμενης ταχύτητας V_{85} σε σχέση με κάθε στοιχείο μελέτης, διατυπώθηκε το Κριτήριο Ασφαλείας Ι που περιγράφεται στην §4.2.

Το Κριτήριο Ασφαλείας ΙΙ, που περιγράφεται στην §4.3, χρησιμοποιείται για την εναρμόνιση των αναμενόμενων ταχυτήτων V_{85} μεταξύ δύο διαδοχικών στοιχείων μελέτης. Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται η ενσωμάτωση στη διαδικασία μελέτης της οδού των σχέσεων που συνδέουν την ταχύτητα και την οδική συμπεριφορά των οδηγών των ελεύθερα κινούμενων επιβατηγών οχημάτων και η αξιολόγηση της ποιότητας σχεδιασμού μιας οδού ως καλής, μέτριας ή μη αποδεκτής με βάση συγκεκριμένες οριακές τιμές. Αυτές οι οριακές τιμές είναι αποτέλεσμα σχετικών ερευνών στον τομέα των ατυχημάτων. Το Κριτήριο Ασφαλείας ΙΙΙ, που αναπτύσσεται παρακάτω, παρέχει τη δυνατότητα αξιολόγησης των δεδομένων της δυναμικής της κίνησης των οχημάτων στα καμπύλα τμήματα της οδού, για κάθε μεμονωμένο γεωμετρικό στοιχείο (καμπύλη) της μελέτης.

Με το Κριτήριο Ασφαλείας ΙΙΙ, ελέγχεται η σχέση, που υπάρχει μεταξύ του διατιθέμενου συντελεστή πλευρικής τριβής f_R και του απαιτούμενου συντελεστή εγκάρσιας τριβής f_{RA} , και η οποία προσδιορίζεται σε συνάρτηση με την αναμενόμενη ταχύτητα V_{85} στα καμπύλα τμήματα, σύμφωνα με το Σχήμα 3-1.

Η ποιότητα σχεδιασμού όλων των νέων μελετών οδών της ομάδας Α και Β πρέπει να χαρακτηρίζεται ως “καλή”. Ο χαρακτηρισμός της ποιότητας σχεδιασμού των ανακατασκευών και των βελτιώσεων οδών ως “μέτρια”, μπορεί να γίνει αποδεκτός σε ειδικά τεκμηριωμένες περιπτώσεις. Εν τούτοις πρέπει να τονισθεί, ότι σε μία τέτοια περίπτωση η επικινδυνότητα της οδού προβλέπεται να είναι διπλάσια έως τριπλάσια σε σχέση με την περίπτωση των μελετών, των οποίων η ποιότητα σχεδιασμού αξιολογείται ως “καλή”, τουλάχιστον όσον αφορά τις οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας. Η αξιολόγηση ενός οδικού τμήματος στην περίπτωση 3 (μη αποδεκτή ποιότητα σχεδιασμού) επιβάλλει κατά κανόνα τροποποίηση της χάραξης ή, σε κάθε περίπτωση, λήψη διορθωτικών μέτρων. Τα όρια τιμών απόκλισης μεταξύ του διατιθέμενου και του απαιτούμενου συντελεστή εγκάρσιας τριβής για τον χαρακτηρισμό της ποιότητας σχεδιασμού ενός οδικού τμήματος ως καλής, μέτριας ή μη αποδεκτής περιγράφονται στον Πίνακα 5-2.

Πίνακας 5-2 : Κριτήριο Ασφαλείας ΙΙΙ για οδούς των ομάδων Α και Β.

<p>Περίπτωση 1 : Καλή Ποιότητα Σχεδιασμού</p> $f_R - f_{RA} \geq 0,00$ <p>Σε αυτά τα καμπύλα τμήματα πιθανότατα η πρόσφυση είναι επαρκής. Δεν απαιτούνται προσαρμογές ή βελτιώσεις στη μελέτη της οδού.</p>
<p>Περίπτωση 2 : Μέτρια Ποιότητα Σχεδιασμού</p> $- 0,04 \leq f_R - f_{RA} < 0,00$ <p>Σε αυτά τα καμπύλα τμήματα πρέπει :</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) να περιορισθεί η ταχύτητα των οχημάτων με μείωση του ορίου ταχύτητας ή/και με άλλες κυκλοφοριακές ρυθμίσεις ή και κατασκευαστικές επεμβάσεις. (2) να επαναυπολογισθούν οι επικλίσεις με βάση την ταχύτητα V_{85} , προκειμένου να εξασφαλισθεί ότι ο διατιθέμενος συντελεστής εγκάρσιας τριβής f_R θα προσεγγίζει την τιμή του απαιτούμενου συντελεστή εγκάρσιας τριβής f_{RA} , ιδιαίτερα σε περιπτώσεις ανακατασκευής και βελτίωσης οδικών τμημάτων. (3) να τεθούν υψηλές ποιοτικές απαιτήσεις στην αντιολισθηρότητα των οδοστρωμάτων κατά την ανανέωση του ασφαλτοτάπητα.
<p>Περίπτωση 3 : Μη Αποδεκτή Ποιότητα Σχεδιασμού</p> $f_R - f_{RA} < - 0,04$ <p>Σε αυτά τα καμπύλα τμήματα πιθανότατα η διατιθέμενη πρόσφυση του οδοστρώματος είναι ανεπαρκής, ιδιαίτερα με υγρά οδοστρώματα, πράγμα που μπορεί να αυξήσει την επικινδυνότητα της οδού και τη σοβαρότητα των αναμενόμενων ατυχημάτων. Πρέπει να εξετάζεται η πιθανότητα λήψης κατασκευαστικών μέτρων πάντοτε με κριτήριο τις κατά περίπτωση συνθήκες ατυχημάτων. Κατά κανόνα σε αυτά τα τμήματα απαιτούνται κατασκευαστικές επεμβάσεις. Οποσδήποτε είναι απαραίτητη η λήψη διορθωτικών μέτρων.</p>

Ο διατιθέμενος συντελεστής εγκάρσιας τριβής στην καμπύλη υπολογίζεται σύμφωνα με τη σχέση :

$$f_R = 0,70 \cdot f_{R \text{ επιτρ}} \quad (5-14)$$

όπου :

f_R [-] = διατιθέμενος συντελεστής πλευρικής τριβής στις καμπύλες

$f_{R \text{ επιτρ}}$ [-] = επιτρεπόμενος συντελεστής εγκάρσιας τριβής (βλ. Σχέσεις 5-5, 5-7, 5-9, 5-11 και 5-13).

Ο απαιτούμενος συντελεστής εγκάρσιας τριβής υπολογίζεται με τη σχέση :

$$f_{RA} = \frac{V_{85}^2}{127 \cdot R} - q \quad (5-15)$$

όπου :

f_{RA} [-] = απαιτούμενος συντελεστής πλευρικής πρόσφυσης

V_{85} = λειτουργική ταχύτητα 85%

Η διαφορά $f_R - f_{RA}$ μεταξύ του διατιθέμενου και του απαιτούμενου συντελεστή εγκάρσιας τριβής f_R και f_{RA} αντίστοιχως, αποτελεί ένα μέτρο ασφαλείας που συνδέεται με τη δυναμική της κίνησης των οχημάτων. Είναι προφανές ότι, όταν ο διατιθέμενος συντελεστής εγκάρσιας τριβής f_R είναι μεγαλύτερος από τον απαιτούμενο f_{RA} , η ποιότητα σχεδιασμού του οδικού τμήματος μπορεί να χαρακτηριστεί ως καλή, δεδομένου ότι σ' αυτή την περίπτωση, θεωρητικά τουλάχιστον, η πρόσφυση του οδοστρώματος είναι καλή. Στην αντίθετη περίπτωση, δηλαδή όταν ο απαιτούμενος συντελεστής εγκάρσιας τριβής f_{RA} είναι μεγαλύτερος από το διατιθέμενο συντελεστή f_R που προβλέπεται στη μελέτη της οδού, τότε μπορεί να διατυπωθεί έστω και θεωρητικά ο ισχυρισμός, ότι όσον αφορά τη δυναμική της κίνησης των

οχημάτων, το διαπιστούμενο έλλειμμα στην πρόσφυση του οδοστρώματος είναι δυνατόν να επιφέρει αύξηση της επικινδυνότητας της οδού σε κρίσιμους ελιγμούς κατά την οδήγηση.

Σύμφωνα με αποτελέσματα πρόσφατων ερευνών, έγινε δυνατή η ανάπτυξη και ο ποσοτικός προσδιορισμός των οριακών τιμών για διάφορες περιπτώσεις μελετών, που συνθέτουν το Κριτήριο Ασφαλείας ΙΙΙ και το οποίο στοχεύει στη διασφάλιση των συνθηκών ασφαλείας κατά την κίνηση των οχημάτων στα καμπύλα τμήματα της οδού.

6. Μελέτη Χάραξης

Η μελέτη χάραξης περιλαμβάνει τη μελέτη :

- οριζοντιογραφίας,
- μηκοτομής,
- διατομών (πλάτος, διαπλατύνσεις, επικλίσεις),
- ορατότητας,
- της οδού στον χώρο.

Η ροή των εργασιών της μελέτης χαράξεων απεικονίζεται στο Σχήμα 6-1.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον στις σύγχρονες μελέτες οδοποιίας συγκεντρώνει η έννοια της αρμονίας και της συνέχειας μεταξύ των στοιχείων της μελέτης. Κατά κανόνα η ταχύτητα μελέτης V_c πρέπει να παραμένει σταθερή για οδικά τμήματα μεγάλου μήκους. Με αυτό το τρόπο τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά κατά μήκος του οδικού τμήματος καθίστανται ομοιόμορφα για τον οδηγό. Αν σε ένα οδικό τμήμα μεγάλου μήκους εξ' αιτίας των τοπογραφικών συνθηκών απαιτηθεί η αλλαγή των γεωμετρικών χαρακτηριστικών της οδού και επιβάλλεται η αλλαγή της ταχύτητας μελέτης, τότε είναι απαραίτητη η συσχέτιση των στοιχείων μελέτης σε ένα μήκος συναρμογής μεταξύ των δύο τμημάτων με διαφορετικές ταχύτητες μελέτης, έτσι ώστε η μεταβολή των γεωμετρικών χαρακτηριστικών να είναι σταδιακή. Αυτό εξασφαλίζεται με την ικανοποίηση του Κριτηρίου Ασφαλείας Ι : “Επίτευξη αρμονίας και συνέχειας στην μελέτη της οδού”, (βλ. Πίνακα 6-1).

Επίσης η λειτουργική ταχύτητα V_{85} πρέπει να παρουσιάζει συνέχεια κατά μήκος της οδού. Αυτό επιτυγχάνεται με το

Κριτήριο Ασφαλείας ΙΙ : “επίτευξη αρμονίας και συνέχειας στην λειτουργική ταχύτητα” καθώς επίσης και με διατήρηση της σχέσης των διαδοχικών ακτίνων κυκλικών τόξων σύμφωνα με το Σχήμα 7-4 .

Η αρμονική ακολουθία των δυναμικών δεδομένων της κίνησης των οχημάτων στα διαδοχικά στοιχεία μελέτης, ενός οδικού τμήματος με σταθερή ταχύτητα μελέτης, ιδιαίτερα στις οδούς της ομάδας Α, δημιουργεί τις προϋποθέσεις για έναν ομοιόμορφο και οικονομικό τρόπο οδήγησης. Αυτό εξασφαλίζεται με το Κριτήριο Ασφαλείας ΙΙΙ : “επίτευξη αρμονίας και συνέχειας στην δυναμική κίνηση των οχημάτων” (βλ. Πίνακα 6-1). Η μεθοδολογία της μελέτης χάραξης μίας οδού με εναρμονισμένα στοιχεία μελέτης, κατά την οποία λαμβάνονται υπόψη οι παράγοντες ασφαλείας που σχετίζονται με τη μελέτη της οδού καθώς και τα διατυπωθέντα για πρώτη φορά σε Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων “Κριτήρια Ασφαλείας”, περιγράφεται στο Σχήμα 6-2. Η αρχή της αρμονίας και της συνέχειας μεταξύ των διαδοχικών στοιχείων μελέτης ισχύει επίσης για τις οδούς της ομάδας Β, στις οποίες ο τρόπος οδήγησης επηρεάζεται σε μεγαλύτερο βαθμό από το όριο ταχύτητας παρά από τη δυναμική της κίνησης των οχημάτων, εφόσον με τον τρόπο αυτό δεν παρεμποδίζεται η επίτευξη άλλων στόχων της μελέτης που αφορούν π.χ. στην πολεοδομία, στην προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς κλπ.

Σε έργα ανακατασκευής και βελτίωσης υφισταμένων οδών πρέπει να εξετάζονται τα στοιχεία μελέτης των τμημάτων που ακολουθούν (πρίν και μετά) το βελτιούμενο ή ανακατασκευαζόμενο τμήμα, ώστε όταν διαπιστώνονται αισθητές διαφορές στα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού, να παρεμβάλλονται οδικά τμήματα που να πληρούν τα διατυπωθέντα Κριτήρια Ασφαλείας.

Πίνακας 6-1 : Οριακές τιμές ισχύος των Κριτηρίων Ασφαλείας I, II και III για καλή, μέτρια και μη αποδεκτή ποιότητα σχεδιασμού, για οδούς των ομάδων A και B.

Κριτήριο Ασφαλείας	Ποιότητα Σχεδιασμού		
	Καλή	Μέτρια	Μη αποδεκτή
I	$ V_{85} - V_e \leq 10 \text{ km/h}$	$10 \text{ km/h} < V_{85} - V_e \leq 20 \text{ km/h}$	$20 \text{ km/h} < V_{85} - V_e $
II	$ V_{85_i} - V_{85_{i+1}} \leq 10 \text{ km/h}$	$10 \text{ km/h} < V_{85_i} - V_{85_{i+1}} \leq 20 \text{ km/h}$	$20 \text{ km/h} < V_{85_i} - V_{85_{i+1}} $
III	$0,00 \leq f_R - f_{RA}$	$-0,04 \leq f_R - f_{RA} < 0,00$	$f_R - f_{RA} < -0,04$

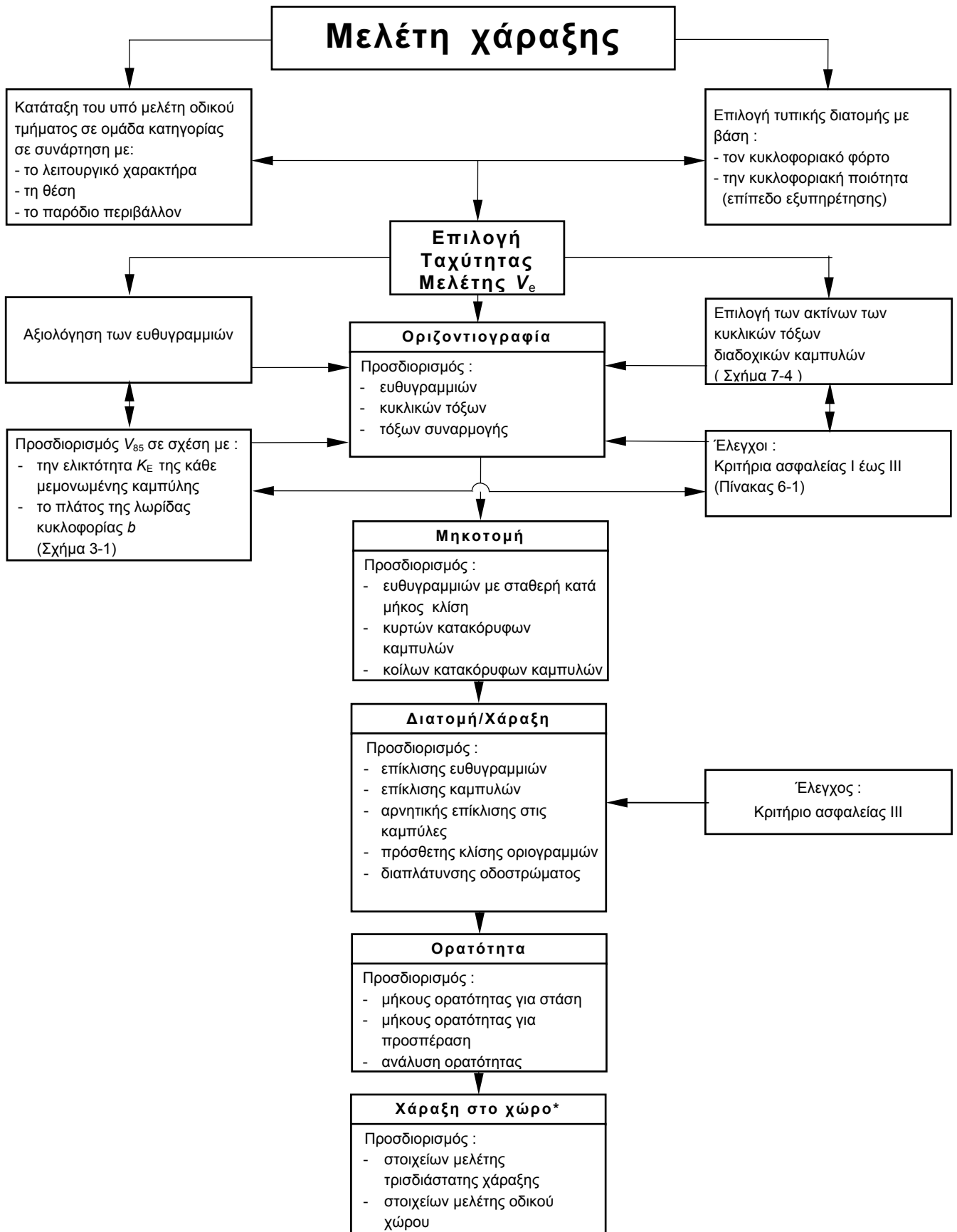
όπου :

V_{85} [km/h] = λειτουργική ταχύτητα 85%

V_e [km/h] = ταχύτητα μελέτης

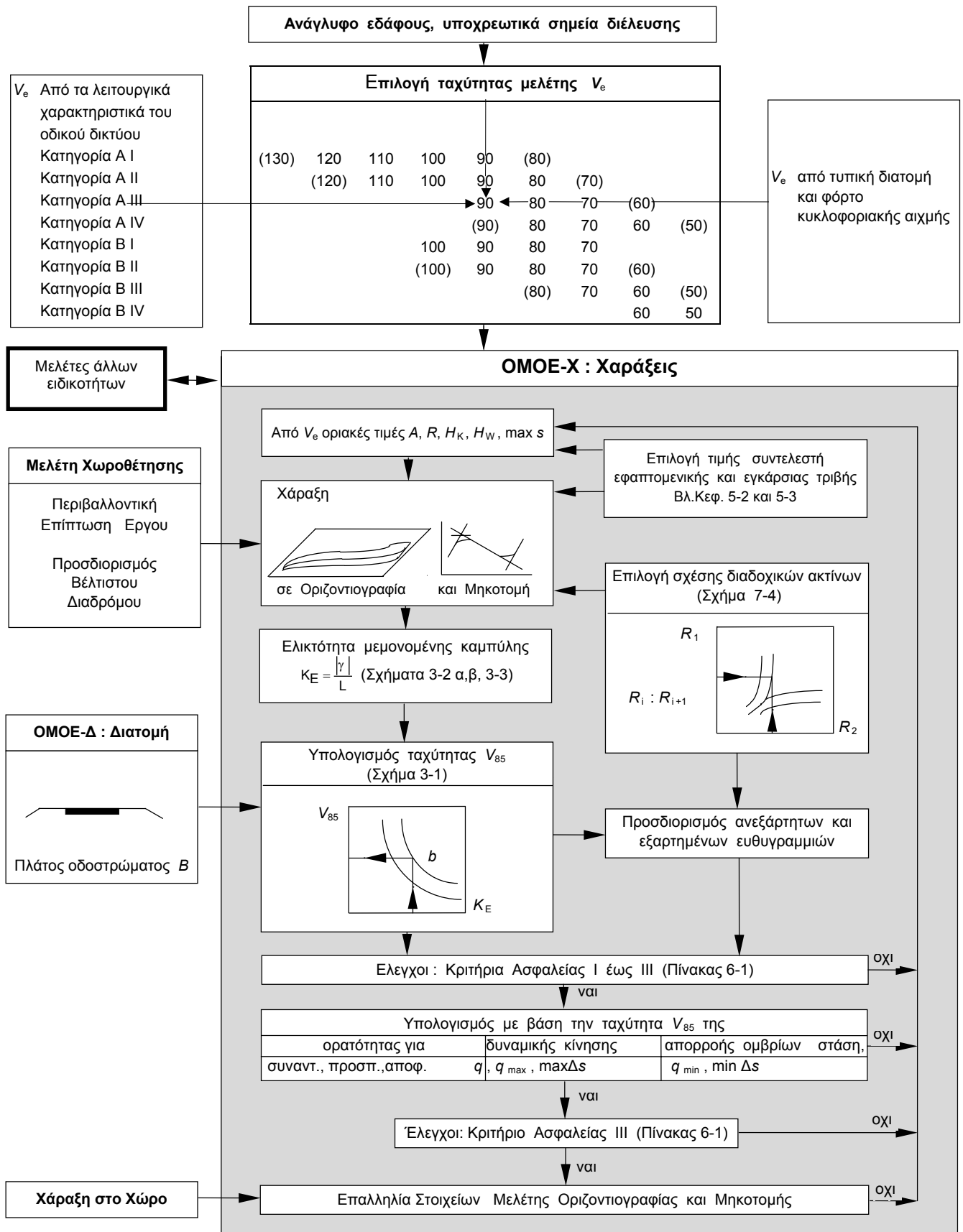
f_R [-] = διατιθέμενος συντελεστής πλευρικής τριβής σε καμπύλη

f_{RA} [-] = απαιτούμενος συντελεστής εγκάρσιας τριβής σε καμπύλη



*) εκκρεμεί η εκπόνηση των αντίστοιχων οδηγιών

Σχήμα 6-1 : Διάγραμμα ροής εργασιών για τη μελέτη χάραξης με ειδική αναφορά στα διατυπωθέντα Κριτήρια Ασφαλείας.



Σχήμα 6-2: Μεθοδολογία της πορείας της μελέτης χάραξης μίας οδού με στοιχεία μελέτης εναρμονισμένα μεταξύ τους.

(Οι εργασίες θα γίνονται σε συνεργασία με όλες τις απαιτούμενες ειδικότητες για την ολοκλήρωση των οδικών έργων).

7. Στοιχεία μελέτης κατά την οριζοντιογραφία

7.1 Ευθυγραμμία

7.1.1. Εφαρμογή

Ως στοιχείο μελέτης, η ευθυγραμμία μπορεί να θεωρηθεί ότι υπερτερεί

- στην περίπτωση των οδών της ομάδας Α :
 - σε εδάφη με ανάγλυφο, που ευνοεί την εφαρμογή ευθυγραμμιών, όπως σε πεδιάδες, οροπέδια, κοιλάδες κλπ.,
 - σε περιοχές ισόπεδων και ανισόπεδων κόμβων,
 - προκειμένου να εξασφαλισθούν τα αναγκαία μήκη ορατότητας για προσπέραση σε οδούς δύο λωρίδων κυκλοφορίας και ιδιαίτερα σε κοίλες κατακόρυφες καμπύλες,
 - προκειμένου να προσαρμοσθεί η χάραξη σε τμήματα σιδηροδρομικών γραμμών, σε αγωγούς και σε άλλα τεχνικά έργα.
- στην περίπτωση των οδών της ομάδας Β :
 - προκειμένου να ικανοποιηθούν απαιτήσεις του πολεοδομικού σχεδιασμού,
 - σε περιοχές ισόπεδων και ανισόπεδων κόμβων.

Σε αντίθεση με τα προηγούμενα πλεονεκτήματα, η εφαρμογή μεγάλων ευθυγραμμιών με σταθερή κατά μήκος κλίση, ιδιαίτερα στις οδούς της ομάδας Α, παρουσιάζει τα εξής μειονεκτήματα :

- δυσχεραίνεται η εκτίμηση των αποστάσεων και των ταχυτήτων των κινούμενων οχημάτων τόσο στην ίδια όσο και στην αντίθετη κατεύθυνση,
- αυξάνεται ο κίνδυνος θάμβωσης από τα φώτα των αντίθετα κινούμενων οχημάτων κατά τη διάρκεια της νύκτας,
- προκαλούν κόπωση στους οδηγούς και
- προσαρμόζονται δύσκολα στο ανάγλυφο των λοφωδών και ορεινών εδαφών.

Για τους υπόψη λόγους σε νέες κατασκευές οδών της ομάδας Α πρέπει να αποφεύγονται οι μεγάλες ευθυγραμμίες με σταθερή κατά μήκος κλίση. Ακόμη μεταξύ ομορρόπων καμπυλών πρέπει να αποφεύγονται οι μικρές ευθυγραμμίες, κυρίως για αισθητικούς λόγους. Αν είναι αναπόφευκτη η διάταξη τέτοιου είδους ευθυγραμμιών, τότε η αισθητική

της οδού μπορεί να βελτιωθεί με την εφαρμογή μίας κοίλης κατακόρυφης καμπύλης συναρμογής.

7.1.2 Τυπικές τιμές

Λόγω της πιθανότητας θάμβωσης από τα φώτα και της κόπωσης των οδηγών το μέγιστο μήκος της ευθυγραμμίας με σταθερή κατά μήκος κλίση $\max L$ [m] δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει το 20πλάσιο της ταχύτητας μελέτης V_e [km/h].

Σε οδούς της ομάδας κατηγορίας Α, οι ευθυγραμμίες μικρού μήκους μεταξύ ομορρόπων καμπυλών πρέπει να αποφεύγονται. Αν αυτό δεν είναι δυνατό, τότε το ελάχιστο μήκος της ευθυγραμμίας $\min L$ [m] κυρίως για λόγους αισθητικής πρέπει να είναι ίσο τουλάχιστον με το 6πλάσιο της ταχύτητας μελέτης V_e [km/h].

Για τις οδούς της ομάδας Α οι ευθυγραμμίες μικρού μήκους πρέπει να συνδυάζονται με κυκλικά τόξα και τόξα συναρμογής κατά τέτοιο τρόπο, ώστε σε σχέση με τα στοιχεία της μηκοτομής να επιτυγχάνεται τελικά μία ικανοποιητική, σύμφωνα με τις υποδείξεις και βασικές αρχές, χάραξη στον χώρο.

7.1.3 Αξιολόγηση ευθυγραμμιών κατά την εκπόνηση μελετών

Στις παρούσες Οδηγίες οδοποιίας η ευθυγραμμία θεωρείται ως "δυναμικό στοιχείο μελέτης" λαμβανομένων υπόψη των αναγκαίων επιταχύνσεων και επιβραδύνσεων των οδηγών. Σημειώνεται, ότι σε αντίθεση με την ευθυγραμμία το κυκλικό τόξο θεωρείται δυναμικό στοιχείο μελέτης ήδη από τη δεκαετία του '20 με την μελέτη της εγκάρσιας (φυγόκεντρης) επιτάχυνσης.

Ενώ για την αξιολόγηση των κυκλικών τόξων με ή χωρίς τόξα συναρμογής έχουν ουσιαστική σημασία τα Κριτήρια I και III (βλ. Πίνακα 6-1), για την αξιολόγηση της ευθυγραμμίας καθοριστική σημασία έχει το Κριτήριο Ασφαλείας II "επίτευξη αρμονίας και συνέχειας στην λειτουργική ταχύτητα" (βλ. §4.3 και Πίνακα 4-3), προκειμένου να αξιολογηθεί η μετάβαση από την ευθυγραμμία στην καμπύλη ως καλός, μέτριος ή μη αποδεκτός σχεδιασμός.

Για την υπόψη ανάλυση απαιτείται ο ορισμός δύο τύπων ευθυγραμμιών :

1. “Εξαρτημένες ευθυγραμμίες” : είναι εκείνες οι ευθυγραμμίες, οι οποίες έχουν σχετικά μικρό μήκος με αποτέλεσμα η διαφορά μεταξύ των διαδοχικών ταχυτήτων V_{85} να μην μπορεί να υπερβεί την επιτρεπόμενη, σύμφωνα με το Κριτήριο Ασφαλείας II (Πίνακας 4-3) για καλή ποιότητα σχεδιασμού ($\Delta V_{85} \leq 10$ km/h) ή ακόμη και για μέτρια ποιότητα σχεδιασμού ($\Delta V_{85} \leq 20$ km/h) κατά τη διάρκεια επιταχυνόμενων ή επιβραδυνόμενων κινήσεων των οχημάτων. Στην περίπτωση αυτή, η διαδικασία αξιολόγησης της αλληλουχίας των στοιχείων μελέτης από την άποψη της ασφαλείας καθορίζεται από την αλληλουχία καμπύλη-καμπύλη και αγνοείται η ύπαρξη της ενδιάμεσης ευθυγραμμίας.
2. “Ανεξάρτητες ευθυγραμμίες” : είναι εκείνες οι ευθυγραμμίες, οι οποίες έχουν επαρκές μήκος, ώστε η διαφορά μεταξύ των διαδοχικών ταχυτήτων V_{85} να μπορεί ενδεχομένως να υπερβεί την επιτρεπόμενη διαφορά σύμφωνα με το Κριτήριο Ασφαλείας II (Πίνακας 4-3) για μη αποδεκτή ποιότητα σχεδιασμού ($\Delta V_{85} > 20$ km/h) κατά τη διάρκεια επιταχυνόμενων ή επιβραδυνόμενων κινήσεων των οχημάτων. Στην περίπτωση αυτή η διαδικασία αξιολόγησης της αλληλουχίας των στοιχείων μελέτης καθορίζεται από την αλληλουχία στοιχείων ευθυγραμμία - καμπύλη (η ύπαρξη της ευθυγραμμίας δεν αγνοείται).

Με βάση τις τεχνικές που μπορούν να ακολουθούν τα οχήματα η μέση τιμή (α) επιβράδυνσης ή επιτάχυνσης των οχημάτων προσδιορίζεται ίση με $0,85 \text{ m/s}^2$. Κατά συνέπεια η σχέση που δίδει το μήκος συναρμογής ταχυτήτων (μήκος ευθυγραμμίας TL) μεταξύ δύο διαδοχικών καμπυλών είναι:

$$TL = \frac{V_{85_1}^2 - V_{85_2}^2}{2 \cdot \alpha \cdot 3,6^2} = \frac{V_{85_1}^2 - V_{85_2}^2}{22,03} \quad (7-1)$$

όπου :

$V_{85_{1/2}}$ [km/h] = λειτουργική ταχύτητα 85% στην καμπύλη

TL [m] = μήκος ευθυγραμμίας μεταξύ δύο διαδοχικών καμπυλών (μήκος συναρμογής ταχυτήτων)

α [m/s^2] = τυπική επιτάχυνση/επιβράδυνση οχημάτων

Προκειμένου να αποφευχθεί η υιοθέτηση πολύ συντηρητικών τιμών, τα μήκη των ευθυγραμμιών μεταξύ δύο διαδοχικών καμπυλών που αντιστοιχούν σε μέτριο σχεδιασμό οδών χαρακτηρίζονται “εξαρτημένες ευθυγραμμίες”. Οι αντίστοιχες τιμές αυτών των ευθυγραμμιών περιβάλλονται από έντονη γραμμή πλαισίου στον Πίνακα 7-1. Μέχρι τις τιμές αυτές οι μεταβολές της ταχύτητας V_{85} μεταξύ διαδοχικών καμπυλών μελετώνται αγνοώντας την ύπαρξη των ευθυγραμμιών μεταξύ των καμπυλών, προκειμένου να εφαρμοσθεί το Κριτήριο Ασφαλείας II (Πίνακας 4-3). Έτσι

καλύπτεται η κρίσιμη περίπτωση της μέτριας ποιότητας σχεδιασμού μίας οδού ($\Delta V_{85} = 20$ km/h), ιδιαίτερα όσον αφορά τις επιβραδύνσεις. Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις ($\Delta V_{85} < 20$ km/h) τα μήκη των ευθυγραμμιών δεν επαρκούν, προκειμένου ο μέσος οδηγός να επιβραδύνει ή να επιταχύνει κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να γίνει υπέρβαση των ορίων μεταβολής της λειτουργικής ταχύτητας που χαρακτηρίζουν τον μέτριο ή ακόμη και τον καλό σχεδιασμό οδών.

Αντίθετα, τα μήκη ευθυγραμμιών μεταξύ διαδοχικών καμπυλών που υπερβαίνουν προς τα άνω τις τιμές με το έντονο πλαίσιο στον Πίνακα 7-1 χαρακτηρίζονται “ανεξάρτητες ευθυγραμμίες”. Στις περιπτώσεις αυτές ο μέσος οδηγός έχει τη δυνατότητα να επιταχύνει ή να επιβραδύνει το όχημά του, ώστε τελικά να υπερβεί τα μέγιστα όρια μεταβολής της ταχύτητας V_{85} που χαρακτηρίζουν την μέτρια ποιότητα σχεδιασμού ($10 \text{ km/h} < \Delta V_{85} \leq 20 \text{ km/h}$), με αποτέλεσμα την πολύ πιθανή εμφάνιση κρίσιμων καταστάσεων από την άποψη της ασφαλείας κυκλοφορίας των οχημάτων.

Διακρίνονται οι ακόλουθες τρεις περιπτώσεις.

Περίπτωση 1 - Εξαρτημένη ευθυγραμμία : Το μήκος της ευθυγραμμίας TL μεταξύ δύο διαδοχικών καμπυλών είναι μικρότερο από την τιμή TL_S (έντονη γραμμή πλαισίου) των ευθυγραμμιών μικρού μήκους του Πίνακα 7-1 ($TL < TL_S$) που αντιστοιχεί στην πλησιέστερη ταχύτητα V_{85} της καμπύλης με τη μεγαλύτερη τιμή ελκτικότητας K_E , όπως αυτή προκύπτει από το διάγραμμα του Σχήματος 3-1. Στην περίπτωση αυτή η ευθυγραμμία θεωρείται “εξαρτημένη” και αγνοείται κατά την αξιολόγηση της χάραξης, δηλαδή αξιολογείται μόνο η σχέση μεταξύ των δυο διαδοχικών καμπυλών.

Περίπτωση 2 - Ανεξάρτητη ευθυγραμμία : Το μήκος της ευθυγραμμίας TL είναι τουλάχιστον το διπλάσιο της τιμής TL_L της “μεγάλης ευθυγραμμίας” που δίδεται στην στήλη 8 του Πίνακα 7-1 ($TL \geq 2 \cdot TL_L$) και η οποία αντιστοιχεί στην πλησιέστερη τιμή της ταχύτητας V_{85} της καμπύλης με τη μεγαλύτερη τιμή ελκτικότητας K_E . Στην περίπτωση αυτή η ευθυγραμμία θεωρείται “ανεξάρτητη”, και δεν αγνοείται κατά την αξιολόγηση της χάραξης. Στην περίπτωση αυτή η ακολουθία “ευθυγραμμία-καμπύλη” καθορίζει τη διαδικασία αξιολόγησης.

Περίπτωση 3 - Μερικώς ανεξάρτητη ευθυγραμμία : Το μήκος της ευθυγραμμίας TL κυμαίνεται μεταξύ των μηκών, που αντιστοιχούν στις περιπτώσεις 1 και 2 ($TL_S < TL < 2 \cdot TL_L$). Στην περίπτωση αυτή η λειτουργική ταχύτητα στην ανεξάρτητη ευθυγραμμία πρέπει να υπολογισθεί σύμφωνα με το Σχήμα 7-3. Η αλληλουχία “ευθυγραμμία - καμπύλη”

είναι και σ' αυτή την περίπτωση καθοριστική για την αξιολόγηση της χάραξης.

Τα όσα αναφέρονται στις περιπτώσεις 1 έως 3 ισχύουν και για τις δύο κατευθύνσεις κυκλοφορίας.

Πίνακας 7-1 : Σχέση μεταξύ μηκών ευθυγραμμίας και μεταβολής της ταχύτητας V_{85} κατά την αλληλουχία ευθυγραμμία - καμπύλη

V_{85K} σε καμπύλη [km/h]	Τιμές TL_L και TL_S						
	V_{85T} σε ευθυγραμμία [km/h]						
	70	75	80	85	90	95	100
1	2	3	4	5	6	7	8
50	110	145	180	215	255	300	345
55		120	155	195	230	275	320
60			130	165	205	250	295
65				140	175	220	265
70					145	190	235
75						155	200
80							165

Εξαρτημένες ευθυγραμμίες

TL_S

[m] Μικρά μήκη ευθυγραμμιών TL_S που είναι τα μέγιστα επιτρεπόμενα μήκη ευθυγραμμιών, και χαρακτηρίζονται ως “εξαρτημένες ευθυγραμμίες”

V_{85K} , V_{85T} [km/h] Λειτουργική ταχύτητα 85% σε καμπύλη (V_{85K}) ή ευθυγραμμία (V_{85T}), εξαρτωμένη από την τιμή K_E (βλ. Σχήμα 3-1). Στις ευθυγραμμίες $K_E = 0$ gon/km

Ανεξάρτητες ευθυγραμμίες

TL_L

[m] Μεγάλα μήκη ευθυγραμμιών TL_L . Στα μήκη ευθυγραμμιών της στήλης 8 (ή σε μεγαλύτερα) αναμένεται η ανάπτυξη της μέγιστης ταχύτητας V_{85} .

Οι τιμές της στήλης 8 συνιστώνται για τον προσδιορισμό των μεγάλων σε μήκος ευθυγραμμιών TL_L .

Οι τιμές με πλάγια γραφή παρουσιάζονται μόνο για την αντίληψη της μεταβολής των τιμών.

Διαδικασία αξιολόγησης

Για τη διαδικασία αξιολόγησης σύμφωνα με το Κριτήριο Ασφαλείας II πρέπει να υπολογισθούν οι μεταβολές της ταχύτητας V_{85} (ΔV_{85}) μεταξύ των διαδοχικών στοιχείων μελέτης (“ευθυγραμμία - καμπύλη” ή “καμπύλη - καμπύλη”) (βλ. Πίνακα 4-3).

Για την αξιολόγηση των ευθυγραμμιών κατά τη μελέτη μίας οδού προτείνεται η ακόλουθη διαδικασία :

(1) Προσδιορισμός του μήκους της ευθυγραμμίας TL μεταξύ δύο διαδοχικών καμπυλών κατά τη μελέτη νέας οδού, την ανακατασκευή, ή τη βελτίωση υφιστάμενης οδού.

(2) Υπολογισμός των τιμών της ελκτότητας K_E της μεμονωμένης καμπύλης για τις καμπύλες 1 και 2 K_{E1} και K_{E2} σύμφωνα με τα Σχήματα 3-2α, β και 3-3 και προσδιορισμός των αντιστοίχων λειτουργικών ταχυτήτων V_{85} (V_{851} και V_{852}) σύμφωνα με το διάγραμμα του Σχήματος 3-1.

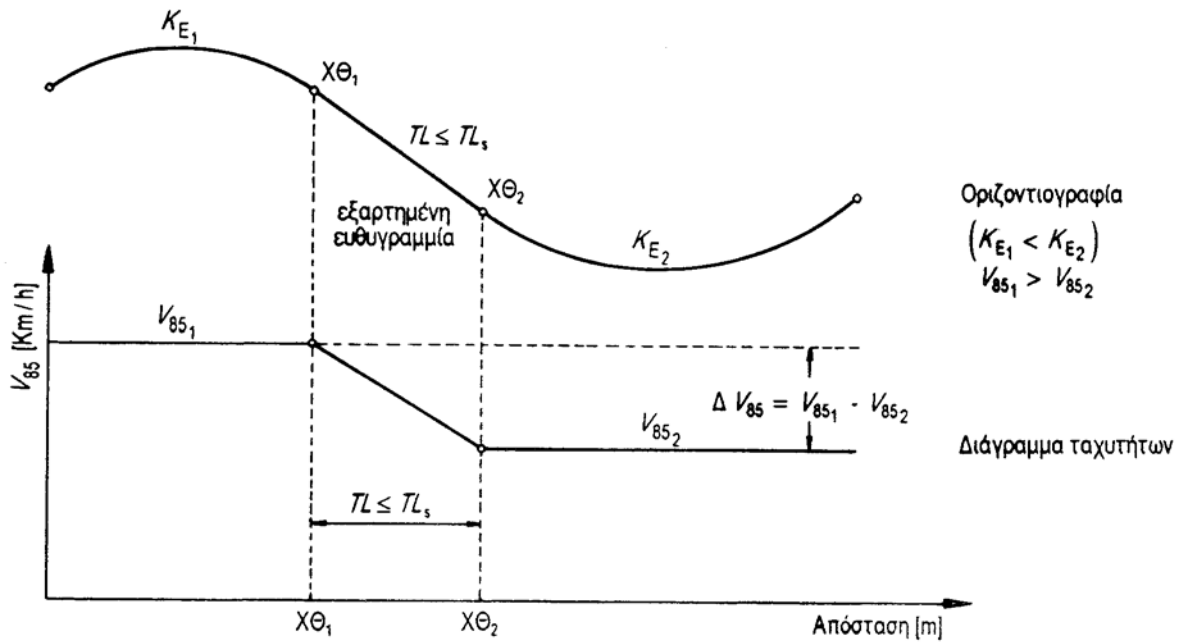
(3) Σύγκριση του υφιστάμενου μήκους ευθυγραμμίας TL με τα μήκη ευθυγραμμιών TL_S και $2 \cdot TL_L$ του Πίνακα 7-1, προκειμένου να χαρακτηριστεί η ευθυγραμμία ανεξάρτητη ή εξαρτημένη.

Παρατήρηση : Για λόγους απλοποίησης της διαδικασίας κατά την ανάγνωση των τιμών TL_S και TL_L από τον Πίνακα 7-1 λαμβάνεται πάντοτε η μικρότερη από τις δύο τιμές V_{851} και V_{852}

(4) Περίπτωση 1 - Εξαρτημένη ευθυγραμμία

Η περίπτωση 1 απεικονίζεται στο Σχήμα 7-1. Στην περίπτωση αυτή ο οδηγός επιταχύνει ή επιβραδύνει ομοίωμα. Αν το υφιστάμενο μήκος ευθυγραμμίας TL είναι μικρότερο από το μέγιστο επιτρεπόμενο για την “μικρή ευθυγραμμία” TL_S , τότε η ευθυγραμμία είναι “εξαρτημένη” και αγνοείται στην διαδικασία αξιολόγησης. Αυτό σημαίνει ότι η μεταβολή της ταχύτητας V_{85} για την αξιολόγηση της ποιότητας σχεδιασμού του οδικού τμήματος ως καλής, μέτριας ή απαράδεκτης σύμφωνα με το Κριτήριο Ασφαλείας II (βλ. Πίνακα 4-3) ελέγχεται μόνο για τις δύο διαδοχικές καμπύλες.

(7-2)



Υπόμνημα :

- TL [m] = μήκος ευθυγραμμίας μεταξύ δύο διαδοχικών καμπυλών
- TL_s [m] = μικρό μήκος ευθυγραμμίας (μήκος συναρμογής ταχυτήτων)
- K_{E_i} [gon/Km] = ελικτότητα της μεμονωμένης καμπύλης i
- V_{85_i} [km/h] = λειτουργική ταχύτητα 85% στην καμπύλη i

Σχήμα 7-1 : Σχηματική απεικόνιση διαγράμματος ταχυτήτων για την εξαρτημένη ευθυγραμμία (Περίπτωση 1)

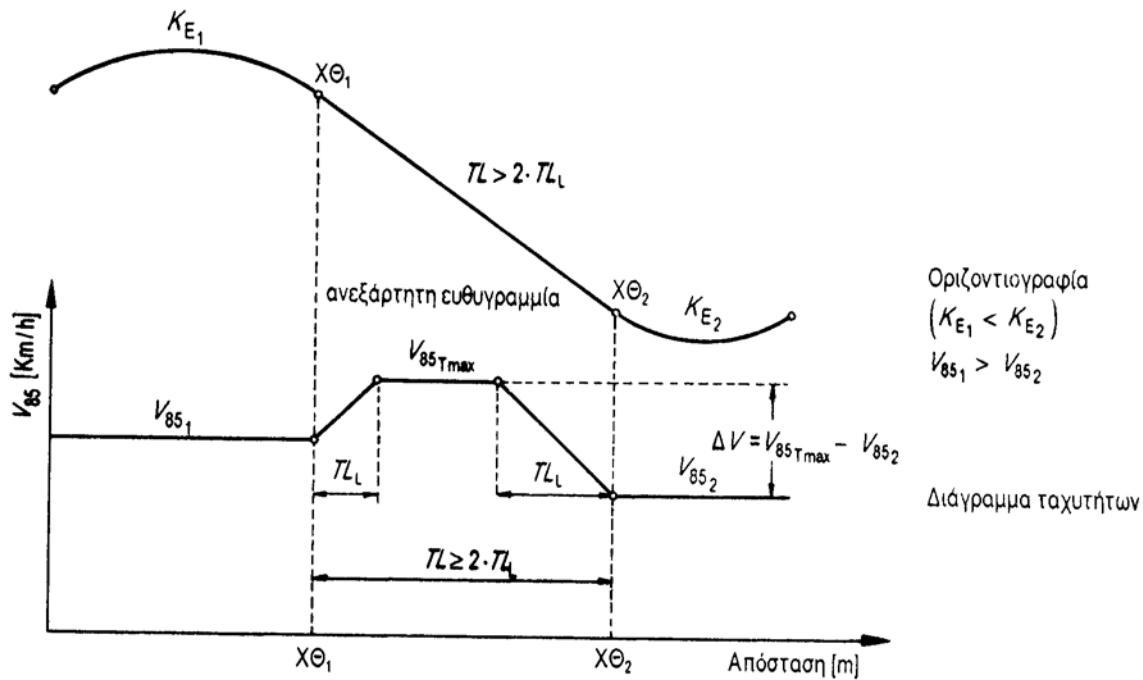
(5) Περίπτωση 2 - Ανεξάρτητη ευθυγραμμία

Η περίπτωση 2 απεικονίζεται στο Σχήμα 7-2. Στην περίπτωση αυτή το υφιστάμενο μήκος της ευθυγραμμίας επαρκεί, ώστε ένας μέσος οδηγός να μπορεί να επιταχύνει μέχρι την μέγιστη λειτουργική ταχύτητα V_{85} ($V_{85_{Tmax}}$) την οποία και διατηρεί για κάποιο χρονικό διάστημα πριν αρχίσει να επιβραδύνει, προκειμένου να εισέλθει με μειωμένη ταχύτητα στην καμπύλη που ακολουθεί. Από το Σχήμα 7-2 συνάγεται, ότι εφόσον το μήκος TL μίας ευθυγραμμίας είναι τουλάχιστον το διπλάσιο από το κρίσιμο μήκος της “μεγάλης ευθυγραμμίας TL_L ” που δίδεται στη στήλη 8 του Πί-

νακα 7-1, τότε η ευθυγραμμία μπορεί να θεωρηθεί ως “ανεξάρτητη” χωρίς επιπλέον υπολογισμούς και επομένως το Κριτήριο Ασφαλείας II (Πίνακας 4-3) εφαρμόζεται στην ακολουθία στοιχείων μελέτης “ευθυγραμμία - καμπύλη”. Η αναμενόμενη μεταβολή της ταχύτητας στην ευθυγραμμία είναι :

$$\Delta V_{85} = V_{85_{Tmax}} - V_{85_2} \tag{7-3}$$

με $V_{85_{Tmax}}$ από Σχήμα 3-1 ή από τις σχέσεις 3-3α, 3-3β, 3-3γ.



Υπόμνημα :

- TL [m] = μήκος ευθυγραμμίας μεταξύ δύο διαδοχικών καμπυλών
 TL_L [m] = μεγάλο μήκος ευθυγραμμίας (κρίσιμο μήκος επιτάχυνσης ή επιβράδυνσης μεταξύ ευθυγραμμίας και καμπύλης 2)
 K_{E_i} [gon/Km] = ελκτικότητα της μεμονωμένης καμπύλης i
 V_{85_i} [km/h] = λειτουργική ταχύτητα 85% στην καμπύλη i

Σχήμα 7-2 : Σχηματική απεικόνιση διαγράμματος ταχυτήτων για την ανεξάρτητη ευθυγραμμία (Περίπτωση 2)

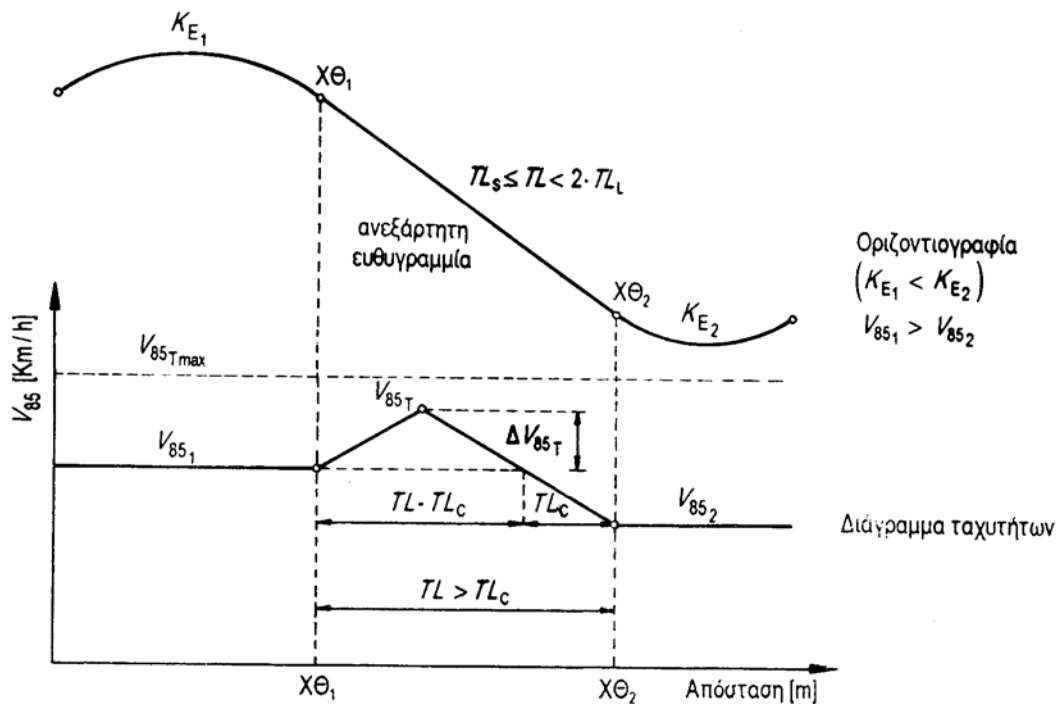
(6) Περίπτωση 3-Μερικώς ανεξάρτητη ευθυγραμμία

Η περίπτωση 3 απεικονίζεται στο Σχήμα 7-3. Στην περίπτωση αυτή η ευθυγραμμία είναι αρκετά μεγάλη, ώστε να είναι δυνατή η ανάπτυξη επιτάχυνσης από τους οδηγούς αλλά όχι μέχρι την ανάπτυξη της μέγιστης λειτουργικής ταχύτητας V_{85} (V_{85Tmax}). Από το Σχήμα 7-3 προκύπτει, ότι το υφιστάμενο μήκος της ευθυγραμμίας TL είναι μεγαλύτερο από το μήκος της “μικρής ευθυγραμμίας” TL_S και μικρότερο από το διπλάσιο του μήκους της “μεγάλης ευθυγραμμίας” TL_L που δίδεται στη στήλη 8 του Πίνακα 7-1, που αποτελεί όριο για να θεωρηθεί ως “ανεξάρτητη”. Στο

Σχήμα 7-3 φαίνεται ο τρόπος υπολογισμού της μέγιστης ταχύτητας V_{85T} που θα αναπτυχθεί στη μερικώς “ανεξάρτητη ευθυγραμμία”.

Επομένως, για την εφαρμογή του Κριτηρίου Ασφαλείας II (βλ. Πίνακα 4-3) θα ληφθεί υπόψη η ακολουθία των στοιχείων “ευθυγραμμία - καμπύλη”. Η αναμενόμενη μεταβολή της ταχύτητας V_{85} σ'αυτή την περίπτωση είναι :

$$\Delta V_{85} = V_{85T} - V_{85_2} \quad (7-7)$$



$$TL_C = \frac{V_{85_1}^2 - V_{85_2}^2}{22,03} \quad (7-4)$$

$$V_{85_T} = V_{85_1} + \Delta V_{85_T} \quad \text{Για τον υπολογισμό της τιμής } V_{85_T} \text{ επιλέγεται πάντοτε η καμπύλη με τη μικρότερη ελικτότητα } K_E \quad (7-5)$$

$$\Delta V_{85_T} = \frac{-2 \cdot V_{85_1} \pm \sqrt{4 \cdot V_{85_1}^2 + 44,06 (TL - TL_C)}}{2} \quad (7-6)$$

όπου :

- TL [m] = μήκος ευθυγραμμίας μεταξύ δύο διαδοχικών καμπυλών
- TL_S [m] = μικρό μήκος ευθυγραμμίας (μήκος συναρμογής ταχυτήτων)
- TL_L [m] = μεγάλο μήκος ευθυγραμμίας (μήκος επιτάχυνσης ή επιβράδυνσης μεταξύ καμπυλών 1 και 2)
- TL_C [m] = κρίσιμο μήκος επιτάχυνσης ή επιβράδυνσης μεταξύ των καμπυλών 1 και 2
- K_{E_i} [gon/km] = ελικτότητα μεμονωμένης καμπύλης i
- V_{85_i} [km/h] = λειτουργική ταχύτητα 85% στην καμπύλη i
- V_{85_T} [km/h] = λειτουργική ταχύτητα 85% που αναπτύσσεται στη μερικώς ανεξάρτητη ευθυγραμμία.
Η $V_{85_{Tmax}}$ μπορεί να αναπτυχθεί μόνον σε εξαιρετικές περιπτώσεις
- ΔV_{85_T} [km/h] = διαφορά μεταξύ των λειτουργικών ταχυτήτων 85% στην καμπύλη με την μικρότερη τιμή K_E και στην ευθυγραμμία

Σχήμα 7-3 : Σχηματική απεικόνιση διαγράμματος ταχυτήτων για τη μερικώς ανεξάρτητη ευθυγραμμία (Περίπτωση 3)

7.2 Κυκλικό τόξο

7.2.1 Εφαρμογή

Για τα κυκλικά τόξα των οδών της ομάδας Α, θα επιλέγονται οι μεγαλύτερες δυνατές ακτίνες ιδιαίτερα στις περιπτώσεις των μικρών επίκεντρων γωνιών και όταν ακολουθούν ευθυγραμμίες, προκειμένου να επιτευχθούν :

- κατά κανόνα συνολικώς μικρά μήκη καμπυλών,
- επαρκή μήκη ορατότητας για προσπέραση,
- αρμονία και συνέχεια στην οδική συμπεριφορά.

Παράλληλα με τους προαναφερθέντες σκοπούς, η επιλογή των ακτίνων θα πρέπει να είναι τέτοια, ώστε :

- η οδός να προσαρμόζεται κατά μορφή και μέγεθος με το ανάγλυφο του εδάφους και το τοπίο,
- όσον αφορά τα μεγέθη και την αλληλουχία των καμπυλών, να εξασφαλίζεται η συμβατότητα μεταξύ οριζοντιογραφίας και μηκοτομής, και να επιτυγχάνεται η καλή ανάπτυξη της οδού στο χώρο.
- να εξασφαλίζεται η αρμονική σχέση μεταξύ ταχύτητας μελέτης V_e και λειτουργικής ταχύτητας V_{85} σύμφωνα με

την Περίπτωση 1 του Κριτηρίου Ασφαλείας Ι (βλ. Πίνακα 4-1).

Επιτρέπεται η θλάση του άξονα της χάραξης χωρίς εφαρμογή οριζόντιας καμπύλης όταν η γωνία θλάσης γ είναι μικρότερη από την τιμή που προκύπτει (ανάλογα με την ταχύτητα μελέτης V_e) από τις σχέσεις :

- όταν $V_e < 70\text{km/h}$, $\gamma = \arctan(1,6/V_e)$
- όταν $V_e \geq 70\text{km/h}$, $\gamma = \arctan(155/V_e^2)$

7.2.2 Τυπικές και οριακές τιμές

Για τις οδούς των ομάδων Α και Β οι ελάχιστες ακτίνες των καμπυλών R_{\min} δίδονται στον Πίνακα 7-2. Οι τιμές αυτές εξαρτώνται από την ταχύτητα μελέτης V_e , τον βαθμό εκμετάλλευσης του συντελεστή εγκάρσιας τριβής n , και τις οριακές τιμές της επίκλισης q (βλ. Πίνακα 5-1). Για λόγους καλύτερης προσαρμογής στις κλιματολογικές και τις τοπογραφικές συνθήκες της Ελλάδας, η επιλογή των τιμών R_{\min} εξαρτάται εκτός από την ομάδα, στην οποία ανήκει η οδός, και από την κατηγορία του εδάφους (πεδινό, λοφώδες ή ορεινό). Ο Πίνακας 7-2 προέκυψε με στρογγύλευση των τιμών του Πίνακα 5-1.

Πίνακας 7-2 : Ελάχιστες ακτίνες καμπυλών για οδούς των ομάδων Α και Β

V_e [km/h]	R_{\min} [m]					
	Ομάδα οδών Α				Ομάδα οδών Β	
	πεδινά εδάφη		λοφώδη και ορεινά εδάφη		όλες οι κατηγορίες εδαφών	
	$q_{\max}=8(9)\%$	$q_{\min}=2,5\%$	$q_{\max}=7\%$	$q_{\min}=2,5\%$	$q_{\max}=6\%$	$q_{\min}=2,5\%$
	$n=45\%$	$n=10\%$	$n=40\%$	$n=10\%$	$n=60\%$	$n=30\%$
1	2	3	4	5	6	7
50	80	325	95	325	70	150
60	125 (120)	490	140	490	110	230
70	180 (170)	700	200	700	160	335
80	250 (235)	960	280	960	220	470
90	330 (310)	1.260	370	1.260	300	630
100	420 (400)	1.620	480	1.620	–	–
110	530 (500)	2.020	600	2.020	–	–
120	650 (620)	2.470	740	2.470	–	–
(130)	790 (740)	2.970	890	2.970	–	–

Οι τιμές σε () εφαρμόζονται σε εξαιρετικές περιπτώσεις

Σε οδούς με διαχωρισμένες επιφάνειες κυκλοφορίας, εφόσον υπάρχουν εμπόδια στην κεντρική νησίδα που παρεμποδίζουν την ορατότητα, απαιτείται η επιλογή μεγαλύτερων ακτίνων από τις ελάχιστες ακτίνες που δίδονται στον Πίνακα 7-2, ή η διαπλάτυνση της κεντρικής νησίδας. Σε αριστερόστροφες καμπύλες πρέπει να εξετάζεται αν διατίθεται το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση στην αριστερή λωρίδα (λωρίδα προσπέρασης).

Σε εξαιρετικές περιπτώσεις οδών της ομάδας Α, υπάρχει η δυνατότητα αύξησης της μέγιστης τιμής της επίκλισης κατά 1% (βλ. Πίνακα 7-2, μόνο για τις τιμές εντός παρένθεσης).

Τα κυκλικά τόξα πρέπει να έχουν μήκος τουλάχιστον ίσο με εκείνο που διανύεται σε 2 δευτερόλεπτα από όχημα κινούμενο με την ταχύτητα μελέτης.

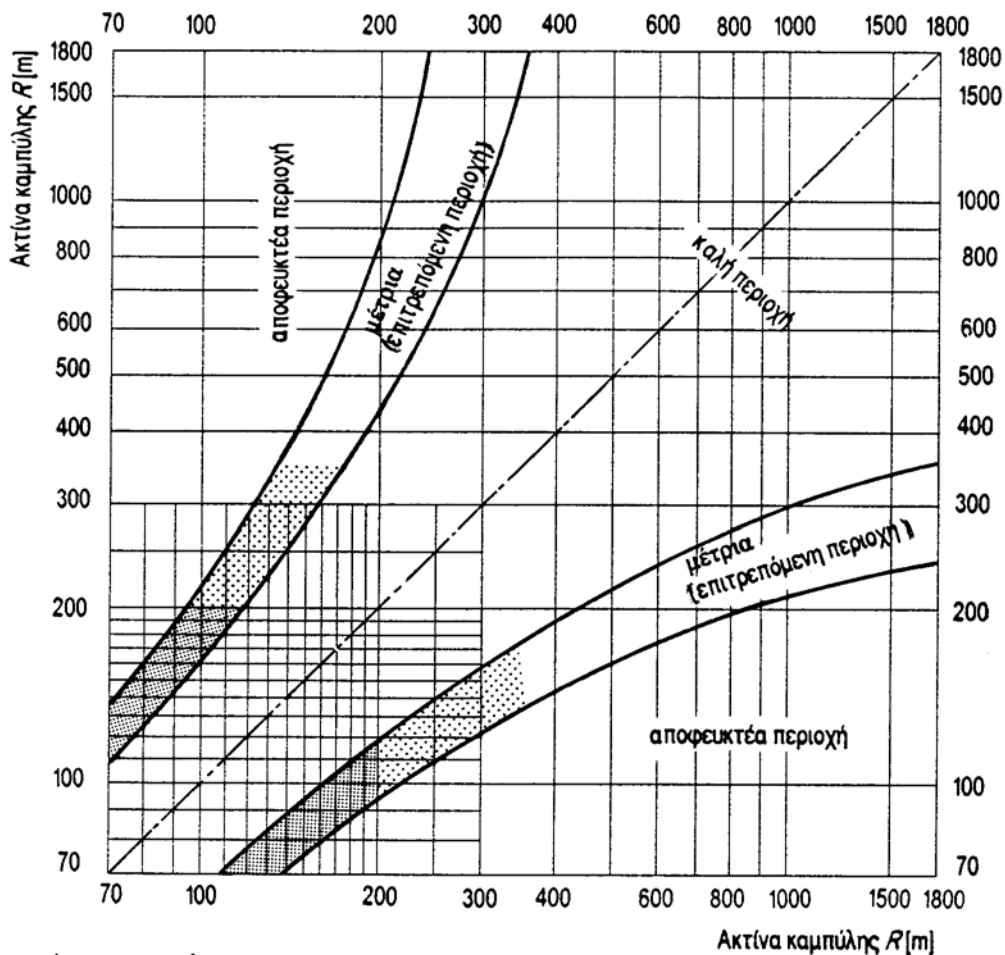
7.2.3 Σχέση διαδοχικών καμπυλών

Οι ακτίνες των ομόροπων ή αντίροπων διαδοχικών κυκλικών τόξων, μεταξύ των οποίων υπάρχει ευθύγραμμο τμήμα μήκους από καθόλου μέχρι TL_S (βλ. Πίνακα 7-1), σε οδούς της ομάδας Α ή κατηγορίας Β Ι και Β ΙΙ πρέπει να

παρουσιάζουν μία αρμονική σχέση για λόγους κυκλοφοριακής ασφαλείας. Επίσης η αρμονική σχέση μεταξύ διαδοχικών κυκλικών τόξων είναι επιθυμητή στις οδούς κατηγορίας Β ΙΙΙ, καθώς και στις οδούς κατηγορίας Β ΙV, εφόσον είναι εφικτό.

Αυτή η απαίτηση οφείλεται κατά κύριο λόγο στο γεγονός, ότι δεν πρέπει να μεταβάλλεται απότομα η λειτουργική ταχύτητα V_{85} μεταξύ δύο διαδοχικών καμπυλών. Στην περίπτωση των υπεραστικών οδών με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας αυτό εξασφαλίζεται με την εφαρμογή του Κριτηρίου Ασφαλείας ΙΙ (βλ. §7.1.3).

Ο σχεδιασμός με βάση την αρμονική σχέση των διαδοχικών στοιχείων μελέτης έχει την έννοια, ότι τα στοιχεία μελέτης με ελάχιστες ή μέγιστες τιμές των παραμέτρων τους δεν διαδέχονται το ένα το άλλο αυθαίρετα, αλλά αντίθετα, δημιουργούνται ακολουθίες στοιχείων μελέτης, στις οποίες ένα στοιχείο μελέτης έχει συγκεκριμένη σχέση με το προηγούμενο και το επόμενο. Η επιτρεπόμενη σχέση των ακτίνων διαδοχικών κυκλικών τόξων δίδεται στο Σχήμα 7-4.



- πρέπει να αποφεύγεται
- μόνο σε εξαιρετικές περιπτώσεις επιτρεπόμενη

Όπου : $\bar{R} = 63700/K_E$ (βλ. Σχ.3-2α και 3-2β)

Σχήμα 7-4 : Σχέση διαδοχικών ακτίνων κυκλικών τόξων για οδούς της ομάδας Α και της κατηγορίας Β Ι και Β ΙΙ (Επιθυμητή για τις κατηγορίες Β ΙΙΙ και Β ΙV).

Στις κατηγορίες οδών A I έως A IV και B I και B II η αλληλουχία των ακτίνων πρέπει να βρίσκεται στην καλή περιοχή. Στις κατηγορίες οδών B III και B IV η αλληλουχία των ακτίνων μπορεί να βρίσκεται και στη μέτρια περιοχή. Η αρμονική σχέση μεταξύ διαδοχικών καμπυλών πρέπει να εφαρμόζεται κατά κύριο λόγο στη μελέτη νέων οδών, επειδή ενδεχόμενα η εφαρμογή της υποχρέωσης αυτής κατά την βελτίωση ή την ανακατασκευή υφιστάμενων οδών είναι πολύ δύσκολη για λόγους κόστους, περιβαλλοντικών επιπτώσεων, ή πολεοδομικών περιορισμών. Όμως σ' αυτές τις περιπτώσεις (βελτίωσης ή ανακατασκευής υφιστάμενων οδών) επιβάλλεται κατά την επιλογή των διαδοχικών ακτίνων, η απαίτηση του Κριτηρίου Ασφαλείας II για μεταβολή της ταχύτητας V_{85} στα επιλεγόμενα τόξα, να μην υπερβαίνει τα 15km/h (βλ. §4.3).

Για την αλληλουχία “ανεξάρτητη ευθυγραμμία - τόξο συναρμογής - κυκλικό τόξο” πρέπει να εφαρμόζονται κυκλικά τόξα με ακτίνα $R > 400$ m. Επειδή όμως η ακτίνα των 400 m βρίσκεται στο όριο μεταξύ καλής και επιτρεπόμενης περιοχής, για λόγους πρόσθετης ασφάλειας της κυκλοφορίας των οχημάτων κατά την αλληλουχία “ανεξάρτητη ευθυγραμμία - καμπύλη” πρέπει να εφαρμόζονται κυκλικά τόξα με ελάχιστη ακτίνα $R_{\min} = 500$ m.

Επισημαίνεται ότι κατά την εναρμόνιση των διαδοχικών ακτίνων πρέπει να τηρείται η ελάχιστη τιμή της ακτίνας που αντιστοιχεί στην ταχύτητα μελέτης.

Σε περιπτώσεις βελτίωσης/ανακατασκευής υφιστάμενων οδών η διατήρηση της μέτριας σχέσης μεταξύ των διαδοχικών ακτίνων οδηγεί συχνά στην υιοθέτηση λύσεων που αντιβαίνουν στην προσπάθεια ικανοποίησης των στόχων του περιβαλλοντικού ή του πολεοδομικού σχεδιασμού. Σε αυτές τις περιπτώσεις επιτρέπεται να μην υιοθετηθεί η οριακά παραδεκτή σχέση μεταξύ των διαδοχικών ακτίνων στις κατηγορίες οδών A III, A IV και B I, B II, επειδή η τήρηση της οριακά παραδεκτής σχέσης των διαδοχικών ακτίνων προκαλεί δυσμενείς επιπτώσεις στον πολεοδομικό ή περιβαλλοντικό σχεδιασμό. Παράλληλα όμως με τη μη τήρηση της οριακά παραδεκτής σχέσης πρέπει να λαμβάνονται ειδικά κυκλοφοριακά μέτρα, που θα επισημαίνουν στους οδηγούς την ύπαρξη ασυνέχειας και απότομης αλλαγής των ακτίνων, τα οποία μέτρα θα επιδρούν διορθωτικά στην οδική συμπεριφορά (κατάλληλη οριζόντια και κατακόρυφη σήμανση, ειδική δεντροφύτευση κλπ.).

7.2.4 Τόξο κανίστρου

Το τόξο κανίστρου αποτελείται από ομόρροπα διαδοχικά κυκλικά τόξα με διαφορετικές ακτίνες και κοινές εφαιπόμενες στα κοινά σημεία. Αυτή η μορφή καμπύλης πρέπει κατά κανόνα να αποφεύγεται. Τόξα κανίστρου είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν μόνο στις οδούς της ομάδας A, καθώς και στις κατηγορίες οδών B I, B II, B III και B IV, όταν είναι αδύνατη η παρεμβολή τόξου συναρμογής εξ αιτίας τοπικών ιδιομορφιών, όπως διέλευση από υποχρεωτικά σημεία, τήρηση συγκεκριμένων αποστάσεων από τοποσταθερά, κλπ. Η διαδοχή των ακτίνων στα τόξα κανίστρου πρέπει να είναι τέτοια, ώστε αυτές να βρίσκονται στην καλή περιοχή του διαγράμματος του Σχήματος 7-4, ενώ για τις κατηγορίες οδών B III και B IV επιτρέπεται να βρίσκονται στην οριακά παραδεκτή περιοχή. Το μήκος του κάθε κυκλικού τόξου, που συνθέτει το τόξο κανίστρου, πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσο με το μήκος που διανύει ένα όχημα κινούμενο επί 2 δευτερόλεπτα με τη ταχύτητα μελέτης. Δεν επιτρέπεται η χρήση τόξων κανίστρου με περισσότερα από τρία κυκλικά τόξα.

7.3 Τόξο συναρμογής

7.3.1 Εφαρμογή

Το τόξο συναρμογής πρέπει :

- κατά τη μετάβαση από μία καμπυλότητα σε άλλη να επιτρέπει συνεχή γραμμική μεταβολή της φυγόκεντρης επιτάχυνσης,
- να χρησιμοποιείται ως μήκος συναρμογής για τη μεταβολή της επίκλισης,
- με την προοδευτική μεταβολή της καμπυλότητας να εξασφαλίζει μία αρμονική και συνεχή χάραξη με αποτέλεσμα την ανάπτυξη ομοιόμορφης λειτουργικής ταχύτητας,
- να συντείνει σε μία οπτικά ικανοποιητική χάραξη, ιδιαίτερα σε οδούς των ομάδων A και B.

Η εφαρμογή τόξων συναρμογής επιβάλλεται στις οδούς της ομάδας AI έως AIV καθώς και στις B I και B II, ενώ είναι επιθυμητή στην κατηγορία οδών B III και B IV.

Ως τόξο συναρμογής χρησιμοποιείται η κλωθοειδής. Σε αυτό τον τύπο τόξου, η καμπυλότητα μεταβάλλεται γραμμικά με το μήκος του τόξου. Η κλωθοειδής εκφράζεται από τη σχέση :

$$A^2 = R \cdot L \quad (7-7)$$

όπου :

A [m] = παράμετρος της κλωθοειδούς

R [m] = ακτίνα καμπυλότητας στο πέρας του τμήματος της κλωθοειδούς.

L [m] = μήκος του τόξου της κλωθοειδούς από την αρχή του ($R=\infty$) μέχρι την ακτίνα R .

Για όλες τις κατηγορίες οδών και τις V_e με βάση τα δεδομένα της ασφαλείας και της άνεσης της κίνησης των οχημάτων, την αισθητική της οδού και την απορροή των ομβρίων επιτρέπεται η άμεση σύνδεση ευθυγραμμίων με κυκλικά τόξα χωρίς την παρεμβολή τόξων συναρμογής όταν :

- η ακτίνα του κυκλικού τόξου είναι $R \geq 1000$ m
- η μεταβολή της γωνίας διεύθυνσης (γωνία θλάσης) της καμπύλης γ είναι μικρότερη από 10gon ($\gamma < 10\text{gon}$).

Σ'αυτές τις περιπτώσεις το ελάχιστο μήκος του τόξου $\min L_c$ [m] πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσο με το διπλάσιο της ταχύτητας μελέτης V_e [km/h].

7.3.2 Οριακές τιμές

Η διάταξη του τόξου συναρμογής γίνεται οπτικά αντιληπτή, όταν η μεταβολή κατεύθυνσης είναι ίση τουλάχιστον με $\tau = 3,5$ gon. Συνεπώς η ελάχιστη τιμή της παραμέτρου A είναι :

$$A_{\min} = \frac{R}{3} \quad (7-8)$$

όπου :

A_{\min} [m] = ελάχιστη τιμή παραμέτρου κλωθοειδούς

R [m] = ακτίνα στο πέρας της κλωθοειδούς

Σε μεγάλες ακτίνες επιτρέπεται η επιλογή παραμέτρου κλωθοειδούς μικρότερης από τη τιμή $R/3$, εφόσον η τιμή της εκτροπής ΔR είναι τουλάχιστον ίση με $0,25$ m.

Σε καμπύλες με πολύ μικρή επίκεντρη γωνία, όπου το μήκος του τόξου δεν επαρκεί, πρέπει το μήκος της κλωθοειδούς και του κυκλικού τόξου να είναι ίσα ($L_1 = L_c = L_2$), ώστε σε κλωθοειδείς με $A \geq R/3$ να εξασφαλίζεται μήκος κυκλικού τόξου τουλάχιστον ίσο

με εκείνο που διανύει ένα όχημα κινούμενο επί 2 sec με την V_e . Για αυτό πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η μέγιστη επιτρεπόμενη πρόσθετη κλίση οριογραμμών Δs_{\max} (βλ. παρ. 9.4.2).

Για λόγους ασφαλείας της κυκλοφορίας η μέγιστη τιμή της παραμέτρου A της κλωθοειδούς δεν πρέπει να υπερβαίνει την τιμή,

$$A_{\max} = R \quad (7-9)$$

όπου :

A_{\max} [m] = μέγιστη τιμή παραμέτρου κλωθοειδούς

R [m] = ακτίνα στο πέρας της κλωθοειδούς

Η τιμή αυτή αντιστοιχεί σε μεταβολή της γωνίας επαπτομένης ίση με $\tau = 31,8$ gon.

Επομένως για τις προαναφερόμενες κατηγορίες οδών ισχύει η σχέση :

$$\frac{R}{3} \leq A \leq R \quad (7-10)$$

όπου :

A [m] = παράμετρος της κλωθοειδούς σε μία καμπύλη

R [m] = ακτίνα στο πέρας της κλωθοειδούς

Για λόγους δυναμικής της κίνησης των οχημάτων και μίας επίσης οπτικά ικανοποιητικής διαμόρφωσης της οδού, η ελάχιστη παράμετρος της κλωθοειδούς δίδεται από το διάγραμμα του Σχήματος 7-5 ως συνάρτηση της ακτίνας του κυκλικού τόξου και της επίκεντρη γωνίας του. Αν η εφαρμογή του διαγράμματος δεν είναι δυνατή λόγω κατασκευαστικών περιορισμών, τότε η ελάχιστη τιμή της παραμέτρου της κλωθοειδούς A_{\min} πρέπει να υπολογίζεται με βάση το απαιτούμενο μήκος προσαρμογής της επίκλισης (μέγιστη κλίση υπερύψωσης) σύμφωνα με τη σχέση :

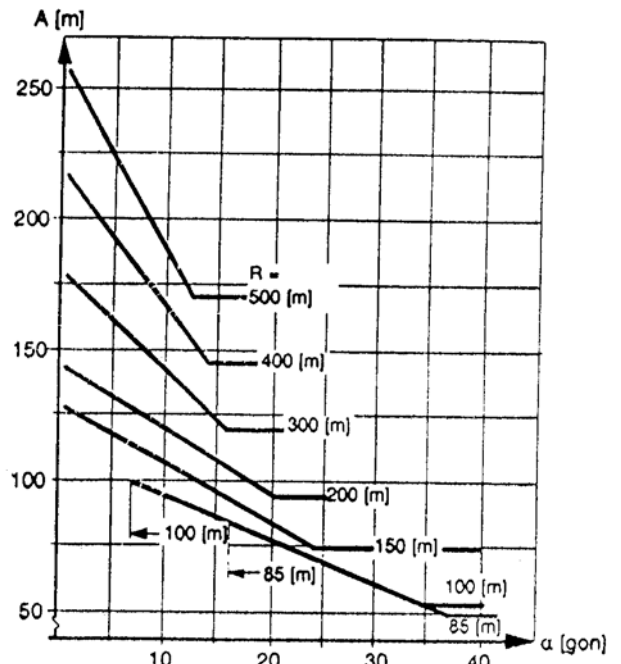
$$A_{\min} = \sqrt{\frac{\alpha \cdot (q_T \pm q_\alpha)}{\Delta s_{\max}}} \cdot R \quad (7-11)$$

Στην περίπτωση κλωθοειδούς καμπύλης (τμήμα κλωθοειδούς) η σχέση (7-11) γίνεται :

$$A_{\min} = \sqrt{\frac{\alpha \cdot (q_T - q_\alpha)}{\Delta s_{\max} \cdot \left(\frac{1}{R_T} - \frac{1}{R_\alpha} \right)}} \quad (7-12)$$

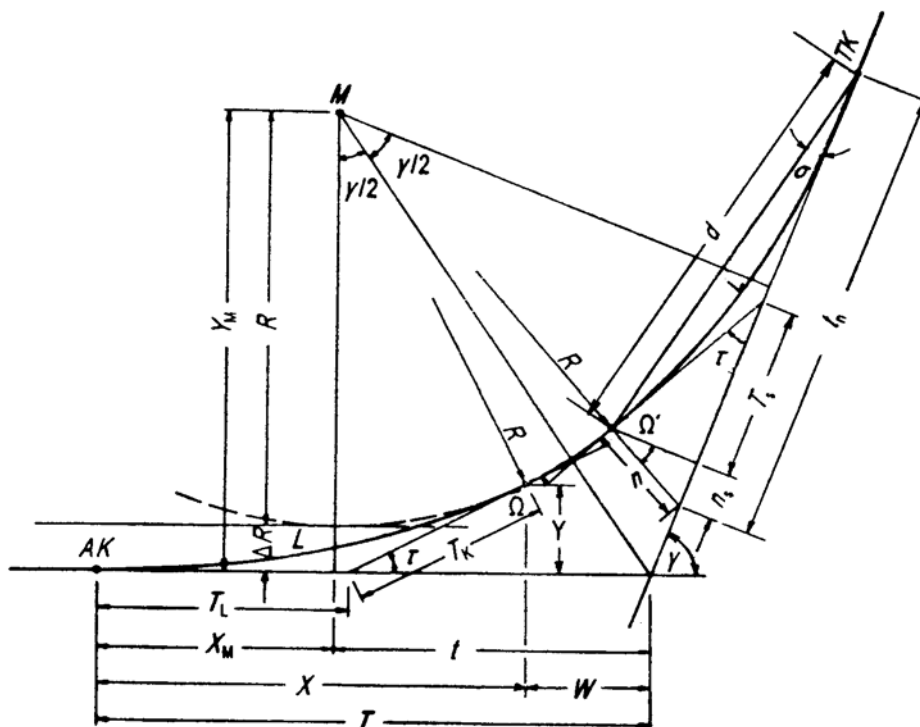
όπου :

- A_{min} [m] = ελάχιστη τιμή παραμέτρου κλωθοειδούς
 R [m] = ακτίνα στο πέρας της κλωθοειδούς
 R_{α} [m] = ακτίνα κυκλικού τόξου στην αρχή του τμήματος της κλωθοειδούς
 R_T [m] = ακτίνα κυκλικού τόξου στο πέρας του τμήματος της κλωθοειδούς
 α [m] = απόσταση οριογραμμής οδοστρώματος από τον άξονα περιστροφής του οδοστρώματος
 Δs_{max} [%] = μέγιστη τιμή πρόσθετης κλίσης οριογραμμών (υπερύψωσης)
 q_{α} [%] = επίκλιση στην αρχή του τμήματος της κλωθοειδούς
 q_T [%] = επίκλιση στο πέρας του τμήματος της κλωθοειδούς (επίκλιση στο κυκλικό τόξο)
 "+" = όταν επίκλιση q_{α} αντίρροπη με q_T
 "-" = όταν επίκλιση q_{α} ομόρροπη με q_T



Σχήμα 7-5 : Ελάχιστες τιμές παραμέτρου κλωθοειδούς σε συνάρτηση με την ακτίνα και την επίκεντρη γωνία του κυκλικού τόξου

Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της κλωθοειδούς φαίνονται στο Σχήμα 7-6.



Σχήμα 7-6 : Γεωμετρικά χαρακτηριστικά κλωθοειδούς

Για τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της κλωθοειδούς ισχύουν οι σχέσεις που ακολουθούν :

$$\text{Μήκος κλωθοειδούς } L \quad L = \frac{A^2}{R} \quad (7-13)$$

$$\text{Γωνία εφαπτομένης } \tau \quad \tau = \frac{L^2 \cdot \rho}{2 \cdot A^2} = \frac{L \cdot \rho}{2 \cdot R} = \frac{A^2 \cdot \rho}{2 \cdot R^2} \quad (7-14)$$

$$\text{Τοπικές συντεταγμένες } X, Y \text{ τυχόντος σημείου της κλωθοειδούς} \quad X = \alpha_0 \cdot L + \alpha_1 \cdot \frac{L^5}{A^4} + \alpha_2 \cdot \frac{L^9}{A^8} + \alpha_3 \cdot \frac{L^{13}}{A^{12}} + \alpha_4 \cdot \frac{L^{17}}{A^{16}} + \alpha_5 \cdot \frac{L^{21}}{A^{20}} \quad (7-15)$$

$$Y = \beta_0 \cdot \frac{L^3}{A^2} + \beta_1 \cdot \frac{L^7}{A^6} + \beta_2 \cdot \frac{L^{11}}{A^{10}} + \beta_3 \cdot \frac{L^{15}}{A^{14}} + \beta_4 \cdot \frac{L^{19}}{A^{18}} \quad (7-16)$$

όπου :

$$\begin{aligned} \alpha_0 &= 1,00000 \ 00000 & \beta_0 &= 0,16666 \ 66667 \\ \alpha_1 &= -0,24999 \ 99568 \cdot 10^{-1} & \beta_1 &= -0,29761 \ 71940 \cdot 10^{-2} \\ \alpha_2 &= 0,28934 \ 94937 \cdot 10^{-3} & \beta_2 &= 0,23668 \ 17123 \cdot 10^{-4} \\ \alpha_3 &= -0,16689 \ 02491 \cdot 10^{-5} & \beta_3 &= -0,10266 \ 50462 \cdot 10^{-6} \\ \alpha_4 &= 0,56630 \ 02773 \cdot 10^{-8} & \beta_4 &= 0,25203 \ 17142 \cdot 10^{-9} \\ \alpha_5 &= -0,11442 \ 20675 \cdot 10^{-10} \end{aligned}$$

$$\text{Συντεταγμένες } X_M, Y_M \text{ του κέντρου του κύκλου} \quad X_M = X - R \cdot \sin \tau \quad (7-17)$$

$$\text{καμπυλότητας στην υπόψη θέση} \quad Y_M = Y + R \cdot \cos \tau \quad (7-18)$$

$$\text{Εκτροπή } \Delta R \quad \Delta R = Y_M - R = Y + R \cdot \cos \tau - R \quad (7-19)$$

$$\text{Εφαπτομένη } T_L \quad T_L = X - Y \cdot \cot \tau \quad (7-20)$$

$$\text{Εφαπτομένη } T_K \quad T_K = \frac{Y}{\sin \tau} \quad (7-21)$$

$$\text{Πολικές συντεταγμένες } d \text{ και } \sigma \quad d = \sqrt{X^2 + Y^2} \quad (7-22)$$

$$\sigma = \arctan \frac{Y}{X} \quad (7-23)$$

Πολλές φορές είναι χρήσιμες και οι εξής τιμές :

$$\text{Κάθετος της κλωθοειδούς } n \quad n = \frac{Y}{\cos \tau} = T_K \cdot \tan \tau \quad (7-24)$$

$$\text{Υποεφαπτόμενη } T_s \quad T_s = Y \cdot \cot \tau = T_K \cdot \cos \tau \quad (7-25)$$

$$\text{Υποκάθετος } n_s \quad n_s = Y \cdot \tan \tau \quad (7-26)$$

$$\text{Απόσταση της τομής της καθέτου} \quad tn = X + Y \tan \tau \quad (7-27)$$

η με τον άξονα x (εφαπτομένη στην αρχή κλωθοειδούς) από την αρχή της κλωθοειδούς

όπου :

- L [m] = μήκος τόξου της κλωθοειδούς από την αρχή της μέχρι την υπόψη θέση
- A [m] = παράμετρος κλωθοειδούς
- R [m] = ακτίνα καμπυλότητας της κλωθοειδούς στην υπόψη θέση
- τ [gon] = γωνία εφαπτομένης στην υπόψη θέση
- ρ [-] = 63,661977 συντελεστής μετατροπής σε gon
- X [m] = τετμημένη της κλωθοειδούς στην υπόψη θέση
- Y [m] = τεταγμένη της κλωθοειδούς στην υπόψη θέση
- X_M [m] = τετμημένη του κέντρου του κύκλου καμπυλότητας στην υπόψη θέση
- Y_M [m] = τεταγμένη του κέντρου του κύκλου καμπυλότητας στην υπόψη θέση
- T_K [m] = μήκος της εφαπτομένης από την υπόψη θέση έως το σημείο τομής με την εφαπτομένη της αρχής (βλ. Σχήμα 7-6)
- T_L [m] = μήκος της εφαπτομένης της αρχής έως το σημείο τομής με την εφαπτομένη T_K στην υπόψη θέση (βλ. Σχήμα 7-6)
- d [m] = απόσταση του σημείου στην υπόψη θέση από την αρχή της κλωθοειδούς (βλ. Σχήμα 7-6)
- σ [gon] = γωνία μεταξύ χορδής $TK-\Omega'$ και άξονα τετμημένων X
- T_s [m] = μήκος της υποεφαπτομένης στην υπόψη θέση
- n_s [m] = μήκος της υποκαθέτου στην υπόψη θέση
- tn [m] = απόσταση της τομής της καθέτου n με τον άξονα X από την αρχή της κλωθοειδούς

7.3.3 Μορφές τόξων συναρμογής

Για τις διάφορες μορφές των τόξων συναρμογής προκύπτουν οι απεικονιζόμενες στο Σχήμα 7-7 δυνατότητες εφαρμογής. Τόξα συναρμογής χρησιμοποιούνται κυρίως στις οδούς της ομάδας A καθώς επίσης και στις κατηγορίες οδών B I και B II. Επιθυμητή είναι η χρησιμοποίησή τους και στις κατηγορίες οδών B III και B IV, ενώ δεν απαιτείται στις οδούς AV (βλ. Πίνακα 1-3).

7.3.3.1 Απλή Κλωθοειδής

Χρησιμοποιείται ως τόξο συναρμογής μεταξύ ευθυγραμμίας και κυκλικού τόξου, προκειμένου να επιτευχθεί ομοιόμορφη αύξηση της καμπυλότητας από την ευθυγραμμία στο κυκλικό τόξο και ομοιόμορφη μείωση αντίστοιχα. Έτσι προκύπτει η εξής σειρά στοιχείων : ευθυγραμμία - κλωθοειδής - κυκλικό τόξο - κλωθοειδής - ευθυγραμμία.

7.3.3.2 S - καμπύλη

Η S - καμπύλη αποτελείται από δύο αντίρροπες κλωθοειδείς χωρίς ενδιάμεση ευθυγραμμία (βλ. Σχήμα 7-7). Για τη κάθε μία κλωθοειδή ισχύουν οι συνθήκες των απλών κλωθοειδών. Οι δύο κλωθοειδείς είναι σκόπιμο να έχουν την ίδια περίπου παράμετρο για λόγους αρμονίας της χάραξης και ομοιόμορφης πρόσθετης κλίσης των οριογραμμών. Στην περίπτωση που οι παράμετροι A_1, A_2 των κλωθοειδών διαφέρουν, πρέπει για $A_2 \leq 200$ σε οδούς των κατηγοριών A I.

Σύνδεση	συνθήκη	να αποφεύγεται
Ευθεία με κυκλικό τόξο	απλή κλωθοειδής	Κλωθοειδής κανίστρου
δύο κυκλικά τόξα	S - Κλωθοειδής	C - Κλωθοειδής
	Ωσειδής κλωθοειδής	
δύο ευθείες μόνο με τόξα συναρμογής		Κλωθοειδής κορυφής

Σχήμα 7-7 : Δυνατότητες εφαρμογής της κλωθοειδούς

και A II και κατά το δυνατόν σε οδούς των κατηγοριών A III, B I και B II να ισχύει η σχέση :

$$A_1 \leq 1,5 \cdot A_2 \quad (7-28)$$

όπου :

- A_1 [m] = μεγάλη παράμετρος κλωθοειδούς
- A_2 [m] = μικρή παράμετρος κλωθοειδούς

Η σχέση των ακτίνων των κυκλικών τόξων της S-καμπύλης καθορίζεται από το Σχήμα 7-4 .

Για την προσαρμογή σε τοπικά υποχρεωτικά σημεία επιτρέπεται η διάταξη ευθυγραμμίας μικρού μήκους μεταξύ των δύο σημείων αρχής. Προκειμένου να διατηρηθεί η οπτική εντύπωση της S-καμπύλης, πρέπει η τιμή του μήκους της ενδιάμεσης ευθυγραμμίας να μην υπερβαίνει την τιμή

$$L_z \leq 0,08 \cdot (A_1 + A_2) \quad (7-29)$$

όπου :

$A_{1,2}$ [m] = παράμετροι κλωθοειδούς

L_z [m] = μήκος της ενδιάμεσης ευθυγραμμίας

7.3.3.3 Ωοειδής καμπύλη

Η ωοειδής καμπύλη είναι τμήμα κλωθοειδούς, του οποίου η αρχική καμπυλότητα είναι η καμπυλότητα του πρώτου κυκλικού τόξου. Χρησιμοποιείται ως τόξο συναρμογής μεταξύ δύο ομόρροπων κυκλικών τόξων (βλ. Σχήμα 7-7), εκ των οποίων το ένα περιέχει το άλλο. Αν τέμνονται ή είναι το ένα δίπλα στο άλλο, πρέπει να χρησιμοποιηθεί βοηθητικό κυκλικό τόξο, οπότε προκύπτει η εξής σειρά στοιχείων : κυκλικό τόξο - ωοειδής - κυκλικό τόξο (βοηθητικό) - ωοειδής - κυκλικό τόξο.

Για τις ακτίνες των εκατέρωθεν της ωοειδούς κυκλικών τόξων ισχύουν οι οριακές τιμές του Πίνακα 7-3. Και σ' αυτή την περίπτωση πρέπει να εξασφαλίζεται μεταβολή κατεύθυνσης $\tau \geq 3,5$ gon, προκειμένου η ωοειδής να είναι οπτικά αντιληπτή.

Πίνακας 7-3 : Οριακές τιμές ωοειδούς καμπύλης

Πεδίο μικρότερης ακτίνας R_2 [m]	Επιτρεπόμενη σχέση ακτίνων $R_1 : R_2$	Ελάχιστο μήκος κλωθοειδούς L_{min} [m]
$R_2 \leq 100$	1,5	} $\frac{V_e [\text{km/h}]}{3,6}$
$100 < R_2 \leq 500$	2,0	
$R_2 > 500$	χωρίς περιορισμό	

7.3.3.4 Κλωθοειδής κανίστρου

Η κλωθοειδής κανίστρου αποτελείται από αλληλουχία ομόρροπων τμημάτων κλωθοειδών με διαφορετικές παραμέτρους. Στα σημεία επαφής των επιμέρους κλωθοειδών, οι ακτίνες είναι ίσες και οι εφαπτόμενες κοινές.

Η κλωθοειδής κανίστρου για λόγους κυκλοφοριακής ασφάλειας πρέπει να αποφεύγεται σε οδούς των κατηγοριών AI, AII, AIII, BI, BII και BIII. Όταν όμως δεν μπορεί να αποφευχθεί οι παράμετροι των διαδοχικών κλωθοειδών δεν πρέπει να διαφέρουν πολύ μεταξύ τους.

7.3.3.5 C - κλωθοειδής

Η C - κλωθοειδής αποτελείται από αλληλουχία δύο ομόρροπων κλωθοειδών σε επαφή κατά τα αρχικά σημεία τους. Επειδή η περιοχή μικρής καμπυλότητας με $\tau < 3,5$ gon διαφέρει ελάχιστα από την ευθεία, προκαλείται η οπτική εντύπωση ενδιάμεσης ευθυγραμμίας. Για αυτό το λόγο πρέπει να αποφεύγεται η χρήση της.

7.3.3.6 Κλωθοειδής κορυφής

Η κλωθοειδής κορυφής αποτελείται από δύο απλές ομόρροπες συνεχόμενες κλωθοειδείς με παραμέτρους A_1 και A_2 , χωρίς ενδιάμεσο κυκλικό τόξο, με ακτίνα καμπυλότητας $R_1 = R_2 = R_s$ στη θέση επαφής.

Εφαρμόζεται μόνο σε εξαιρετικές περιπτώσεις, επειδή η άμεση διαδοχή καμπύλης με αυξανόμενη καμπυλότητα με καμπύλη με μειούμενη καμπυλότητα προκαλεί δυσκολίες στη κίνηση των οχημάτων. Οι παράμετροι των κλωθοειδών πρέπει κατά το δυνατόν να είναι ίσες ($A_1 = A_2$) ιδιαίτερα σε οδούς των κατηγοριών AI και AII και να αποφεύγεται η χρήση κλωθοειδούς κορυφής με ακτίνες μικρότερες από εκείνες του πίνακα 7-4.

Πίνακας 7-4 : Ελάχιστες ακτίνες ($\min R_s$) σε κλωθοειδείς κορυφής

$\min R_s$ [m] σε οδούς της ομάδας	
A	B
500	260

Για λόγους δυναμικής της κυκλοφορίας καθώς και για κατασκευαστικούς λόγους η μέγιστη τιμή της επίκλισης κατανέμεται κατά το ήμισυ και στις δύο κλωθοειδείς και εφαρμόζεται σε μήκος ίσο με :

$$L_{\text{σταθ } q} = 0,3 \cdot V_e \quad (7-30)$$

όπου :

$L_{\text{σταθ } q}$ [m] = μήκος με σταθερή επίκλιση

V_e [km/h] = ταχύτητα μελέτης

8. Στοιχεία μελέτης κατά τη μηκοτομή

8.1 Κατά μήκος κλίση

8.1.1 Εφαρμογή

Οι κατά μήκος κλίσεις πρέπει για λόγους κυκλοφοριακής ασφάλειας, λειτουργικού κόστους, εξοικονόμησης ενέργειας, μειωμένης ρύπανσης και κυκλοφοριακής ποιότητας να διατηρούνται κατά το δυνατόν μικρές. Ακόμη, οι κλίσεις της οδού πρέπει κατά το δυνατό να προσαρμόζονται στο ανάγλυφο του εδάφους, προκειμένου να προστατευθούν το περιβάλλον και οι οικιστικές περιοχές και να μειωθεί το κόστος κατασκευής.

8.1.2 Οριακές και τυπικές τιμές

8.1.2.1 Μέγιστες κατά μήκος κλίσεις

Για λόγους ασφαλείας οι μέγιστες κατά μήκος κλίσεις δεν πρέπει να υπερβαίνουν τις τιμές του Πίνακα 8-1. Οι μικρότερες τιμές, που ισχύουν για τις οδούς της ομάδας Β, αποβλέπουν στην ικανοποίηση των ειδικών απαιτήσεων και περιορισμών στις δομημένες περιοχές (υψηλό ποσοστό μη μηχανοκίνητης κυκλοφορίας, στάση και στάθμευση). Ειδικά για οδούς κατηγορίας ΒΙ (αστικοί αυτο/δρομοί), η τιμή της επιτρεπόμενης μέγιστης κατά μήκος κλίσης προσδιορίζεται σε σχέση με το μήκος εφαρμογής της, από τον Πίνακα 8-1α.

Οι τιμές που βρίσκονται μέσα σε παρένθεση στον Πίνακα 8-1, εφαρμόζονται σε εξαιρετικές περιπτώσεις για οδούς της ομάδας Α και Β. Επίσης εφαρμόζονται στις περιπτώσεις ειδικών τοπογραφικών ή πολεοδομικών περιορισμών και εφόσον η αλλαγή των στοιχείων μελέτης της διατομής ή της χάραξης της οδού είναι αδύνατη ή το εναπομένον ευθύγραμμο τμήμα μεταξύ κοίλης και κυρτής κατακόρυφης καμπύλης είναι ιδιαίτερα μικρό.

Στις περιοχές ισόπεδων κόμβων πρέπει να αποφεύγονται κατά μήκος κλίσεις μεγαλύτερες από 4% για λόγους σωστής μελέτης των συμβολών/διασταυρώσεων και της κυκλοφοριακής τεχνικής (περιορισμός μήκους ορατότητας για στάση).

Εντός σηράγγων σε οδούς της ομάδας Α οι κατά μήκος κλίσεις δεν πρέπει να υπερβαίνουν τη τιμή 4%. Ιδιαίτερα σε σήραγγες μεγάλου μήκους, πρέπει να επιδιώκεται η τιμή της μέγιστης κατά μήκος κλίσης να είναι $s_{max} = 2,5\%$. Εντονότερες κατά μήκος κλίσεις έχουν τα εξής μειονεκτήματα :

- υψηλότερη ρύπανση,

- μεγαλύτερη πιθανότητα ατυχημάτων,
- διασπορά εύφλεκτων υλικών με μεγάλη ταχύτητα και
- μείωση της ταχύτητας των βαρέων οχημάτων.

Αν δεν είναι δυνατόν να αναπυχθούν οι αναμενόμενες λειτουργικές ταχύτητες σε ορισμένα ανωφερικά τμήματα στις οδούς της ομάδας Α, πρέπει να διερευνάται η πιθανότητα διάταξης μίας επιπλέον λωρίδας για τα βαρέα οχήματα (πρόσθετη λωρίδα) ή αλλαγής της χάραξης της οδού.

Πίνακας 8-1 : Μέγιστες κατά μήκος κλίσεις

V_e [km/h]	s_{max} [%] για τις οδούς της ομάδας			
	Α			Β (πλήν ΒΙ)
	πεδινά εδάφη	λοφώδη εδάφη	ορεινά εδάφη	όλες οι κατηγορίες εδαφών
50	7 (8)	8 (9)	10 (11)	8 (12)
60	6 (8)	7 (9)	9 (10)	7 (10)
70	5 (7)	6 (8)	8 (9)	6 (9)
80	4 (6)	5 (7)	7 (9)	5 (7)
90	4 (5)	5 (6)	7 (8)	-
100	3 (5)	4 (6)	6 (8)	-
110	3 (5)	4 (6)	5 (6)	-
120	3 (5)	4 (6)	-	-
130	3 (4)	-	-	-

Οι τιμές σε () εφαρμόζονται σε εξαιρετικές περιπτώσεις

Επιπλέον ως εξαίρεση επιτρέπεται κλίση μέχρι και 20% για οδούς κατηγορίας ΑV εφόσον αφορούν προσβάσεις μήκους $\leq 50m$.

Το αποδεκτό μήκος εφαρμογής των κλίσεων εξετάζεται σε σχέση με τις απαιτήσεις πρόσθετων λωρίδων (βλ. ΟΜΟΕ-ΠΛΚ).

Πίνακας 8-1α : Μέγιστες κατά μήκος κλίσεις οδών κατηγορίας ΒΙ (αστικών αυτο/δρομων)

V_e [km/h]	S_{max} [%]	Μέγιστο μήκος L_{max} [m]
50	8 (12)	100
60	7	200
70	6	300
80	5	600

8.1.2.2 Ελάχιστες κατά μήκος κλίσεις σε περιοχές συναρμογής αντίρροπων επικλίσεων

Σε οδούς των ομάδων Α και Β, που δε διαθέτουν κράσπεδα, στις περιοχές συναρμογής των αντίρροπων επικλίσεων, πρέπει να επιλέγεται ελάχιστη κατά μήκος κλίση $s_{min} \geq 0,7\%$, ή καλύτερα $s_{min} \geq 1,0\%$, ώστε να απο-

φεύγονται ζώνες κακής απορροής των ομβρίων. Σε κάθε περίπτωση η κατά μήκος κλίση της οδού δεν πρέπει να είναι μικρότερη από την πρόσθετη κλίση των οριογραμμών (διαφορά κατά μήκος κλίσεων οριογραμμών και άξονα περιστροφής, βλ. παράγραφο 9.4.2). Για την πλήρη εξασφάλιση της απορροής των ομβρίων της οδού η διαφορά μεταξύ της κατά μήκος κλίσης και της πρόσθετης κλίσης των οριογραμμών πρέπει να είναι 0,2% (καλύτερα 0,5%) :

$$s - \Delta s \geq 0,0 \dots 0,2\% \text{ (καλύτερα 0,5\%)} \quad (8-1)$$

όπου :

s [%] = κατά μήκος κλίση της οδού

Δs [%] = πρόσθετη κλίση των οριογραμμών

Εφόσον πληρούνται οι προηγούμενοι περιορισμοί, εξασφαλίζεται ότι καμία από τις δύο οριογραμμές του οδοστρώματος δεν εμφανίζει αντίθετη κλίση από αυτή του άξονα περιστροφής της οδού. Η τιμή 0,5% είναι επιθυμητή εξαιτίας των κατασκευαστικών ανοχών του οδοστρώματος.

Σε οδούς με κράσπεδα η κατά μήκος κλίση πρέπει να είναι τουλάχιστον 0,5% στις περιοχές όπου υπάρχουν κρασπεδόρειθρα. Γι' αυτό το λόγο η κατά μήκος κλίση του άξονα της οδού στην περιοχή της προσαρμογής της επίκλισης πρέπει να είναι μεγαλύτερη κατά 0,5% από την πρόσθετη κλίση των οριογραμμών, εφόσον η απαγωγή των επιφανειακών υδάτων δεν είναι δυνατόν να εξασφαλισθεί με ιδιαίτερα αποχετευτικά μέτρα, όπως π.χ. με την κατασκευή ρείθρων τριγωνικής διατομής :

$$s - \Delta s \geq 0,5\% \quad (8-2)$$

όπου :

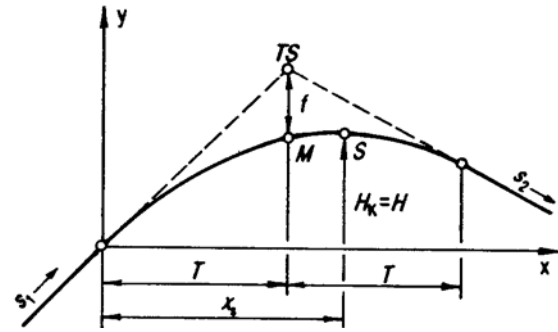
s [%] = κατά μήκος κλίση της οδού

Δs [%] = πρόσθετη κλίση οριογραμμών

8.2 Κοίλες και κυρτές κατακόρυφες καμπύλες συναρμογής

8.2.1 Εφαρμογή

Συνήθως τα τόξα συναρμογής που διατάσσονται στα κυρτώματα και τα κοιλώματα είναι τετραγωνικές παραβολές ως προσέγγιση κυκλικών τόξων, δεδομένου ότι για τις κατά κανόνα εφαρμοζόμενες μεγάλες ακτίνες και την επιδιωκόμενη ακρίβεια το κυκλικό τόξο και η τετραγωνική παραβολή συμπίπτουν. Καθοριστικό γεωμετρικό μέγεθος της κατακόρυφης καμπύλης είναι η ακτίνα καμπυλότητας H στη θέση αλλαγής προσήμου της κατά μήκος κλίσης ($s = 0\%$). Οι βασικές σχέσεις υπολογισμού μίας κατακόρυφης καμπύλης δίδονται στο Σχήμα 8-1.



$$x_s = -\frac{s_1}{100} \cdot H \quad (8-3)$$

$$s(x) = s_1 + \frac{x}{H} \cdot 100 \quad (8-4)$$

$$y(x) = \frac{s_1}{100} \cdot x + \frac{x^2}{2 \cdot H} \quad (8-5)$$

$$T = \frac{H}{2} \cdot \frac{s_2 - s_1}{100} \quad (8-6)$$

$$f = \frac{T^2}{2 \cdot H} = \frac{T}{4} \cdot \frac{s_2 - s_1}{100} = \frac{H}{8} \cdot \left(\frac{s_2 - s_1}{100} \right)^2 \quad (8-7)$$

Κανόνες προσήμων :

Ανωφέρεια : θετική (+ s_1 , + s_2)

Κατωφέρεια : αρνητική (- s_1 , - s_2)

Ακτίνα κοίλης κατακόρυφης καμπύλης συναρμογής (H_w): θετική (+ H)

Ακτίνα κυρτής κατακόρυφης καμπύλης συναρμογής (H_k): αρνητική (- H)

H [m] = παράμετρος της τετραγωνικής παραβολής (ακτίνα καμπυλότητας στη θέση αλλαγής προσήμου της κατά μήκος κλίσης)

T [m] = μήκος εφαπτομένης

s_1, s_2 [%] = κατά μήκος κλίσεις εφαπτομένων

$s(x)$ [%] = κατά μήκος κλίση σε οποιοδήποτε σημείο της κατακόρυφης καμπύλης συναρμογής

$y(x)$ [m] = τεταγμένη σε τυχαίο σημείο

x_s [m] = τετμημένη θέση αλλαγής προσήμου της κατά μήκος κλίσης ($s = 0\%$)

f [m] = βέλος καμπύλης

M = μέσον κατακόρυφης καμπύλης συναρμογής

S = θέση αλλαγής προσήμου της κατά μήκος κλίσης

TS = σημείο τομής εφαπτομένων

Σχήμα 8-1 : Σχέσεις υπολογισμού κατακόρυφων καμπυλών.

Οι κυρτές και οι κοίλες καμπύλες συνδέονται κατά κανόνα με ευθυγραμμίες. Είναι προτιμότερη η άμεση επαφή των κατακόρυφων καμπυλών χωρίς παρεμβολή ευθυγραμμίας. Η σύνδεση δύο κυρτών ή δύο κοίλων κατακόρυφων καμπυλών συναρμογής με ένα μικρό ενδιάμεσο ευθύγραμμο τμήμα υπόκειται στους κανόνες μελέτης της οδού στον χώρο.

Η επιλογή των ακτίνων των κυρτών και των κοίλων κατακόρυφων καμπυλών πρέπει να γίνεται έτσι, ώστε σε συνδυασμό με τα στοιχεία μελέτης της οριζοντιογραφίας :

- να προκύπτει μία αρμονική χάραξη στο χώρο,
- να εξασφαλίζεται το ελάχιστο επίπεδο ασφαλείας με τα απαραίτητα μήκη ορατότητας σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερο μήκος της οδού,
- να προστατεύεται το περιβάλλον και
- να προσαρμόζεται η οδός όσο το δυνατόν καλύτερα στο ανάγλυφο του εδάφους, ώστε το κόστος κατασκευής της οδού να διατηρείται σε χαμηλά επίπεδα.

Οι απαιτήσεις αυτές έχουν μεγαλύτερη σημασία στις οδούς της ομάδας Α και μικρότερη σημασία στις οδούς της ομάδας Β, όπου προέχει η διατήρηση του οικιστικού ιστού.

Αν σε βελτιώσεις και ανακατασκευές υφισταμένων οδών της ομάδας Β, οι ακτίνες των κυρτών κατακόρυφων καμπυλών είναι μικρότερες από την ελάχιστη επιτρεπόμενη τιμή και δεν υπάρχει δυνατότητα αλλαγής τους λόγω πολεοδομικών περιορισμών, τότε πρέπει να εξετάζεται για λόγους ασφαλείας, η επιβολή κατάλληλου ορίου ταχύτητας (με ισχύ ενδεχομένως μόνο σε υγρό οδόστρωμα) με ή χωρίς πρόσθετη προειδοποιητική σήμανση.

8.2.2 Τυπικές και Οριακές τιμές

Οι ελάχιστες ακτίνες κυρτών κατακόρυφων καμπυλών του Πίνακα 8-2 παρέχουν επαρκή περιθώρια ασφαλείας. Με την εφαρμογή αυτών των ακτίνων δεν προκύπτουν μεγάλα ορύγματα, η δε μηκοτομή μπορεί να προσαρμοστεί σε μεγάλο βαθμό στο ανάγλυφο του εδάφους. Ιδιαίτερη σημασία για τα κυρτώματα έχει η ορατότητα. Μεταξύ της ελάχιστης ακτίνας της κυρτής κατακόρυφης καμπύλης H_K , του απαιτούμενου μήκους ορατότητας για στάση S_h ή για προσπέραση S_u , του ύψους των οφθαλμών του οδηγού h_A και του ύψους του εμποδίου h_z ισχύει η σχέση (βλ. Σχήμα 8-2).

$$\min H_K = \frac{S^2}{2 \cdot (\sqrt{h_A} + \sqrt{h_z})^2} \quad (8-8)$$

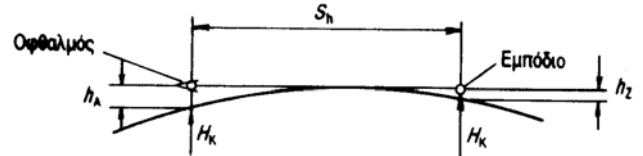
όπου :

$\min H_K$ [m] = ελάχιστη ακτίνα κυρτής κατακόρυφης καμπύλης

S [m] = απαιτούμενο μήκος ορατότητας : για στάση S_h , για προσπέραση S_u

h_A [m] = ύψος οφθαλμού

h_z [m] = ύψος εμποδίου (βλ. Πίνακα 10-4).



Σχήμα 8-2 : Σχέση μεταξύ ελάχιστης ακτίνας κυρτής κατακόρυφης καμπύλης και μήκους ορατότητας για στάση.

Πίνακας 8-2 : Οριακές τιμές ακτίνων κυρτών κατακόρυφων καμπυλών συναρμογής για οδούς των ομάδων Α και Β.

V_e [km/h]	Ορατότητα για στάση	Ορατότητα για προσπέραση	
	Επιτρεπόμενη περιοχή H_K Διατίθεται το απαραίτητο μήκος ορατότητας για στάση [m]	Αποφευκτέα περιοχή H_K Δεν διατίθεται το απαραίτητο μήκος ορατότητας για προσπέραση [m]	Επιτρεπόμενη περιοχή H_K Διατίθεται το απαραίτητο μήκος ορατότητας για προσπέραση [m]
	1	2	3
Οδοί ενιαίας επιφάνειας κυκλοφορίας και διαχωρισμένης με			
50	800 έως 7.000	7.000 έως 27.000	≥ 27.000
60	2.000 έως 7.600	7.600 έως 30.000	≥ 30.000
70	3.000 έως 8.400	8.400 έως 34.000	≥ 34.000
80	4.500 έως 10.000	10.000 έως 40.000	≥ 40.000
90	6.200 έως 12.000	12.000 έως 48.000	≥ 48.000
100	8.500 έως 14.000	14.000 έως 55.000	≥ 55.000
Οδοί διαχωρισμένων επιφανειών κυκλοφορίας με Α.Κ.			
60	3.000 έως ∞	-	-
70	4.500 έως ∞	-	-
80	6.200 έως ∞	-	-
90	8.500 έως ∞	-	-
100	11.000 έως ∞	-	-
110 έως 130	15.000 έως ∞	-	-

Προσοχή :

Μετά από την επιλογή τιμών από τον πίνακα και πριν από την οριστική υιοθέτησή τους, πρέπει οπωσδήποτε να επαληθεύεται ότι αυτές ικανοποιούν όλες τις απαιτήσεις ορατότητας όπως αυτές διατυπώνονται στην §10.3.

Για οδούς με διαχωρισμένες επιφάνειες κυκλοφορίας με ισόπεδους κόμβους πρέπει να τηρούνται μόνο οι ελάχιστες τιμές της στήλης 2, παράλληλα όμως με τις απαιτήσεις ορατότητας στις περιοχές ισόπεδων κόμβων. Τα θέματα που αφορούν τους κόμβους είναι αντικείμενο των ΟΜΟΕ-ΙΚ, όταν αυτές εκπονηθούν.

Με εφαρμογή των τιμών της στήλης 3 του πίνακα 8-2 εξασφαλίζεται ένα μέρος μόνο του απαιτούμενου μήκους ορατότητας για προσπέραση, και γιαυτό οι τιμές αυτές πρέπει να αποφεύγονται. Στην περίπτωση αυτή το μήκος ορατότητας για προσπέραση που διατίθεται είναι μεγαλύτερο από το ήμισυ αλλά και μικρότερο από το συνολικά απαιτούμενο, έτσι η διαδικασία προσπέρασης είναι κρίσιμη. Εάν οι τοπογραφικές συνθήκες επιβάλλουν την εφαρμογή αυτών των τιμών τότε πρέπει να απογορευείται η προσπέραση με τοποθέτηση κατάλληλης σήμανσης.

Το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση εξασφαλίζεται με την εφαρμογή των τιμών της στήλης 4 του πίνακα 8-2

Οι ελάχιστες τιμές των ακτίνων των κοίλων καμπυλών του Πίνακα 8-3 παρέχουν επαρκή μήκη ορατότητας :

- σε κάτω διαβάσεις (ελάχιστο ελεύθερο ύψος = 4,50 m και ύψος οφθαλμών οδηγού φορτηγού οχήματος = 2,50 m)
- κατά τη νυκτερινή οδήγηση.

Ειδικά στις κατηγορίες οδών Β IV επιτρέπεται η εφαρμογή μικρότερων τιμών από εκείνες του Πίνακα 8-3, εάν πρόκειται για ανακατασκευή ή βελτίωση οδού ή όταν υφίστανται πολεοδομικοί περιορισμοί, εφόσον για την επιλεγείσα καμπύλη αποδειχθεί ότι έχει εξασφαλισθεί το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση.

Πίνακας 8-3 : Ελάχιστες τιμές ακτίνων κοίλων κατακόρυφων καμπυλών συναρμογής για οδούς των ομάδων Α και Β

V_e [km/h]	H_w min [m]
50	1.350
60	1.900
70	2.500
80	3.300
90	4.200
100	5.200
110	6.300
120	7.500
130	10.000

Προκειμένου να αποφεύγεται η οπτική εικόνα θλάσης της χάραξης της μηκοτομής στα κυρτώματα ή κοιλώματα, το μήκος της εφαπτόμενης T (βλ. Σχήμα 8-1) πρέπει να είναι :

$$\bullet \text{ για οδούς της ομάδας Α: } T \text{ min} = V_e \quad (8-9)$$

$$\bullet \text{ για οδούς της ομάδας Β: } T \text{ min} = 0,75 \cdot V_e \quad (8-10)$$

όπου :

$$T \text{ min} \quad [\text{m}] = \text{ελάχιστο μήκος εφαπτομένης}$$

$$V_e \quad [\text{km/h}] = \text{ταχύτητα μελέτης}$$

Σε περιοχές με μικρές μεταβολές της κατά μήκος κλίσης επιτρέπεται η παράλειψη καμπύλης συναρμογής όταν η μέγιστη διαφορά των διαδοχικών κατά μήκος κλίσεων είναι:

$$D_{s \text{ max}} = 0,3/V_e^2 \quad (8-11)$$

όπου $D_{s \text{ max}}$ [m/m] = η διαφορά κλίσεων.

Η ελάχιστη επιτρεπόμενη απόσταση μεταξύ διαδοχικών θλάσεων της χάραξης της μηκοτομής χωρίς καμπύλη συναρμογής είναι :

- για $V_e > 70 \text{ km/h}$, 30m
- για $V_e \leq 70 \text{ km/h}$, 15m

Όταν η αλλαγή της κλίσης γίνεται χωρίς καμπύλη συναρμογής στην πραγματικότητα στο σημείο θλάσης γίνεται στρογγύλευση από τον κατασκευαστή. Η παράλειψη της καμπύλης συναρμογής συνιστάται να αποφεύγεται στις εξής περιπτώσεις :

- σε θέσεις γεφυρών (περιλαμβάνονται και τα άκρα των γεφυρών),
- σε θέσεις ιρλανδικών ρείθρων (ροή επάνω στην οδό),
- σε άλλες θέσεις όπου απαιτείται προσεκτική διαμόρφωση των κλίσεων.

Τέλος, πρέπει να δίδεται προσοχή στον κατάλληλο συνδυασμό των στοιχείων μελέτης της μηκοτομής με εκείνα της οριζοντιογραφίας, έτσι ώστε να πληρούνται οι κανόνες χάραξης της οδού στο χώρο.

8.2.3 Κρίσιμες κατά μήκος κλίσεις

Σε περιοχές εκατέρωθεν του σημείου αλλαγής του προσήμου της κατά μήκος κλίσης στις κυρτές ή στις κοίλες κατακόρυφες καμπύλες και για μήκος

$$L = H/100 \quad (8-12)$$

όπου :

L [m] = μήκος καμπύλης στην περιοχή με μικρή κατά μήκος κλίση εκατέρωθεν του σημείου αλλαγής του προσήμου της κατά μήκος κλίσης

H [m] = ακτίνα κοίλης/κυρτής κατακόρυφης καμπύλης συναρμογής

μπορεί να εμφανίζονται κατά μήκος κλίσεις $s \leq 0,5\%$. Σε αυτές τις περιπτώσεις όταν η οδός έχει κράσπεδα, πρέπει να λαμβάνεται πρόνοια ώστε τα ρείθρα (π.χ. με εφαρμογή μεταβλητής εγκάρσιας κλίσης) να διατηρούν την ελάχιστη αποδεκτή κατά μήκος κλίση. Διαφορετικά είναι απαραίτητα δύσκολα πρόσθετα μέτρα για την αποχέτευση της οδού.

9. Στοιχεία μελέτης κατά τη διατομή

9.1 Επίκλιση στην ευθυγραμμία

Επίκλιση του οδοστρώματος

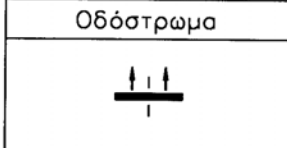
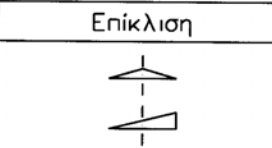
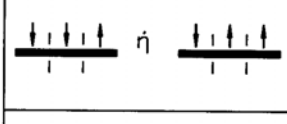
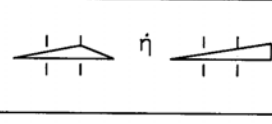
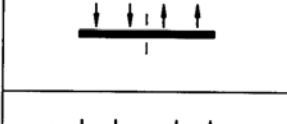
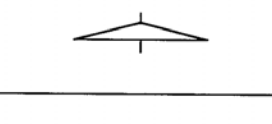
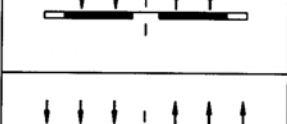
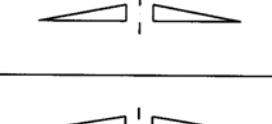
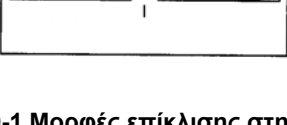
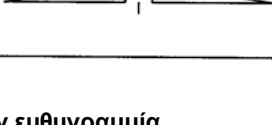
Η αναγκαία επίκλιση για την απορροή των ομβρίων του οδοστρώματος στην ευθυγραμμία διαμορφώνονται σύμφωνα με το Σχήμα 9-1. Στο οδόστρωμα περιλαμβάνονται οι λωρίδες κυκλοφορίας και οι λωρίδες καθοδήγησης.

Η ελάχιστη τιμή της επίκλισης του οδοστρώματος στην ευθυγραμμία για όλες τις κατηγορίες οδών είναι :

$$q_{\min} = 2,5\%$$

Η τιμή αυτή έχει γίνει αποδεκτή στις περισσότερες χώρες που διαθέτουν κανονισμούς οδοποιίας.

Στις οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας και μια λωρίδα κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση των ομάδων Α και Β εφαρμόζεται δικλινές οδόστρωμα. Όμως συνιστάται η διαμόρφωση μονοκλινούς οδοστρώματος εφόσον επιτυγχάνεται οικονομία στα έργα αποχέτευσης.

Οδόστρωμα	Επίκλιση
	
	
	
	
	

Σχ.9-1 Μορφές επίκλισης στην ευθυγραμμία.

Σε οδούς της ομάδας Β με τέσσερις λωρίδες κυκλοφορίας χωρίς κεντρική νησίδα, το οδόστρωμα στην ευθυγραμμία διαμορφώνεται ως αμφικλινές.

Σε οδούς όλων των ομάδων με διαχωρισμένες επιφάνειες κυκλοφορίας, η κάθε επιφάνεια διαμορφώνεται ως μονοκλινής. Η απορροή των ομβρίων πραγματοποιείται κατά κανόνα μέσω της εξωτερικής λωρίδας (π.χ. Λ.Ε.Α.).

Κατά την επιλογή της τιμής της επίκλισης λαμβάνεται υπόψη και η κυκλοφορία των φορτηγών (βαρέων οχημάτων), εφόσον κρίνεται σκόπιμο. Για τη διαμόρφωση της επίκλισης σε διάφορα μέρη της διατομής ισχύουν οι κανόνες, που αναφέρονται στις Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων, Μέρος : Διατομές (ΟΜΟΕ - Δ, παράγραφος 1.5)

9.2 Επίκλιση στο κυκλικό τόξο

9.2.1 Επίκλιση του οδοστρώματος

Η επίκλιση στις καμπύλες διαμορφώνεται με κατεύθυνση προς το εσωτερικό της καμπύλης για λόγους δυναμικής της κίνησης. Η μέγιστη τιμή της επίκλισης είναι :

για οδούς της ομάδας Α :

$$q_{\max} = 8\% \text{ (9\% σε πεδινά εδάφη)}$$

$$q_{\max} = 7\% \text{ σε λοφώδη και ορεινά εδάφη}$$

Για οδούς της ομάδας Β :

$$q_{\max} = 6\%$$

Στις οδούς των ομάδων Α και Β η μέγιστη τιμή της επίκλισης είναι δυνατόν να αυξηθεί κατά 1% (τιμή παρένθεσης), όταν σε εξαιρετικές περιπτώσεις για ορισμένες ταχύτητες μελέτης V_e , οι ελάχιστες ακτίνες πρέπει να μειωθούν. Προκειμένου να αποφευχθεί η ολίσθηση των οχημάτων σε συνθήκες χιονιού ή παγετού, πρέπει να ληφθεί πρόνοια, ώστε η τιμή της λοξής κλίσης να μην υπερβαίνει το 10%.

Η ελάχιστη τιμή της επίκλισης στα κυκλικά τόξα για λόγους αποχέτευσης της οδού είναι ίση με την τιμή της επίκλισης στην ευθυγραμμία :

$$q_{\min} = 2,5\%$$

Η σχέση της ακτίνας καμπύλης, της επίκλισης και της λειτουργικής ταχύτητας V_{85} παρουσιάζεται στους Πίνακες 9-1 έως 9-3.

Εφόσον κρίνεται σκόπιμο κατά την επιλογή των επικλίσεων στα κυκλικά τόξα, λαμβάνεται υπόψη η κυκλοφορία των βαρέων οχημάτων σε συνδυασμό με τον ενδεχόμενο κίνδυνο εγκάρσιας ολίσθησης από μεγάλη επίκλιση, δυσανάλογη για την ταχύτητα που μπορεί να αναπτύσσουν αυτά (π.χ. λόγω ανωφέρειας).

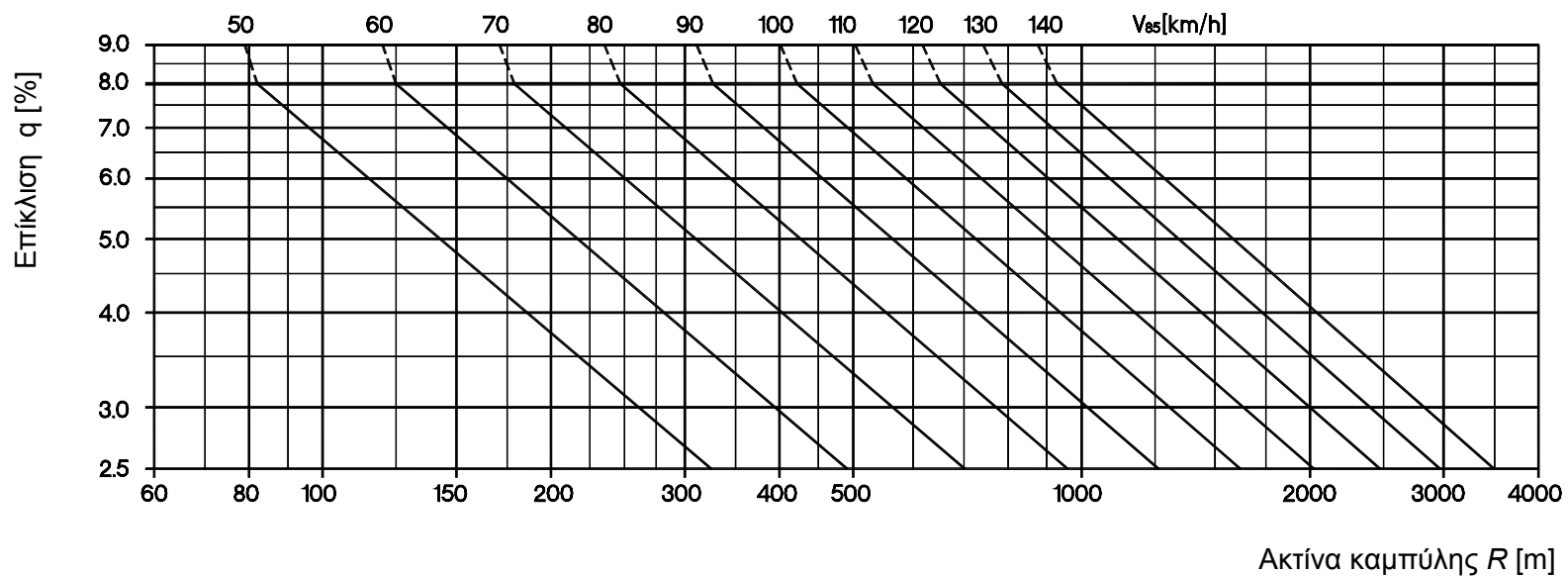
Σε κλωθοειδείς κορυφής (που γενικά πρέπει να αποφεύγονται) και σε κυκλικά τόξα με πολύ μικρές επίκεντρες γωνίες, η μέγιστη τιμή της επίκλισης διατηρείται για μήκος ίσο με εκείνο, που διανύει όχημα κινούμενο με τη ταχύτητα μελέτης V_e σε δύο δευτερόλεπτα.

9.2.2 Επίκλιση των άλλων στοιχείων της διατομής στο κυκλικό τόξο

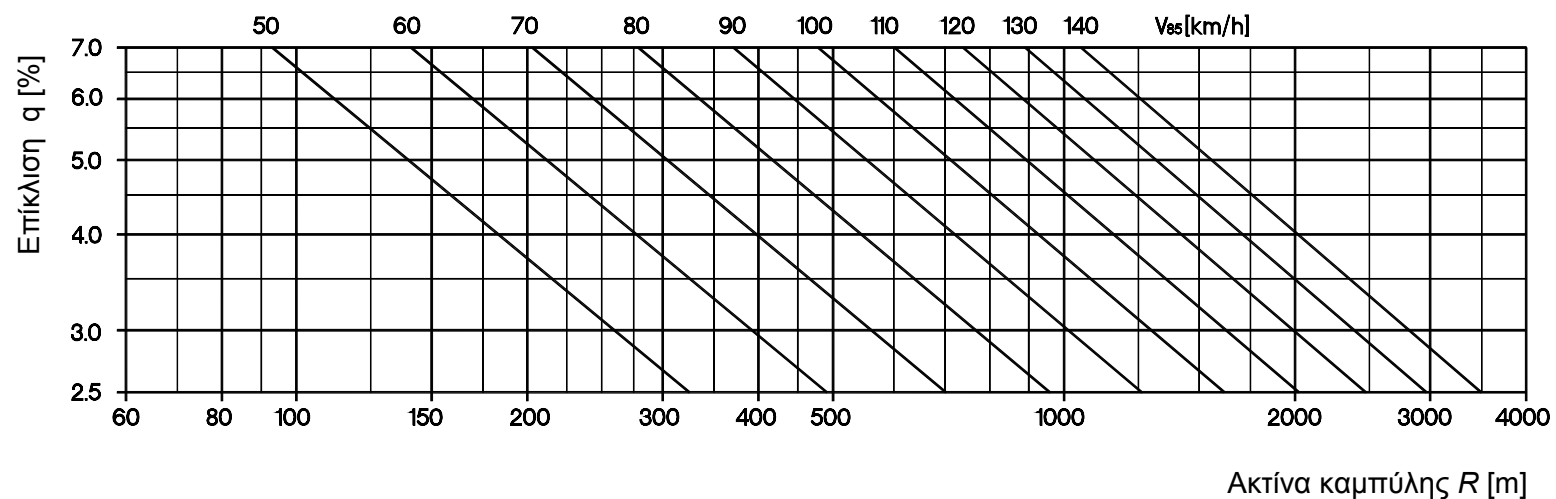
Οι πρόσθετες λωρίδες και τα σταθεροποιημένα ερείσματα για λόγους κατασκευαστικούς και

δυναμικής της κίνησης οχημάτων στις καμπύλες έχουν κατά μέγεθος και φορά την ίδια επίκλιση με το οδόστρωμα (βλ. ΟΜΟΕ-Δ, παράγραφο 1.5).

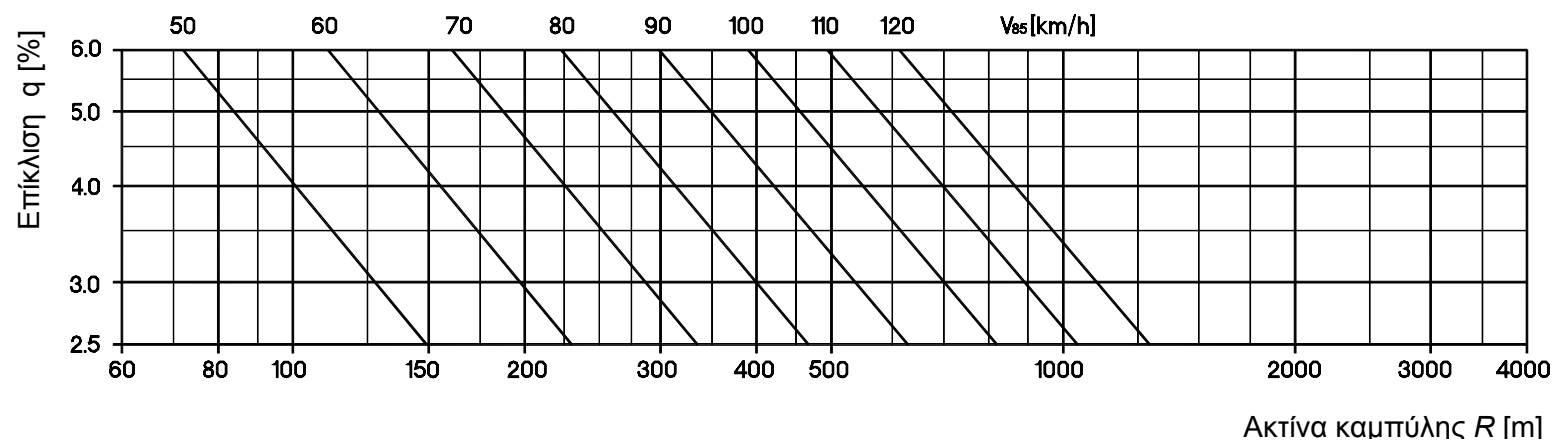
Κατά παρέκκλιση από τον προαναφερόμενο κανόνα επιτρέπεται στην περιοχή του πέρατος της λωρίδας επιτάχυνσης/επιβράδυνσης σε κόμβους ή δημιουργία ακμής, όταν είναι αναγκαίο για την ανάπτυξη της περιστροφής του οδοστρώματος. Σε αυτές τις περιπτώσεις η αλγεβρική διαφορά των επικλίσεων στην αιχμή της επιφάνειας αποκλεισμού, μεταξύ κύριας λωρίδας του οδοστρώματος και λωρίδας επιτάχυνσης/επιβράδυνσης, δεν πρέπει να υπερβαίνει την τιμή 5% στις οδούς της ομάδας Α, και την τιμή 8% στις οδούς της ομάδας Β. Επιτρέπεται η αύξηση του μήκους περιστροφής του οδοστρώματος, ώστε στην αρχή του τόξου προσαρμογής η επίκλιση της λωρίδας επιτάχυνσης/επιβράδυνσης να είναι $q = 0\%$.



Σχήμα 9-2 : ΟΜΑΔΑ ΟΔΩΝ Α. – ΠΕΔΙΝΑ ΕΔΑΦΗ.
Διάγραμμα προσδιορισμού της επίκλισης σε καμπύλες υπεραστικών οδών.



Σχήμα 9-3 : ΟΜΑΔΑ ΟΔΩΝ Α. – ΛΟΦΩΔΗ ΚΑΙ ΟΡΕΙΝΑ ΕΔΑΦΗ.
Διάγραμμα προσδιορισμού της επίκλισης σε καμπύλες υπεραστικών οδών.



Σχήμα 9-4 : ΟΜΑΔΑ ΟΔΩΝ Β.
Διάγραμμα προσδιορισμού της επίκλισης σε καμπύλες ημιαστικών οδών

9.3 Αρνητικές επικλίσεις

Οι αρνητικές επικλίσεις (επικλίσεις προς το εξωτερικό της καμπύλης) εν γένει πρέπει να αποφεύγονται στις οδούς των ομάδων Α και Β.

Σε εξαιρετικές περιπτώσεις σε οδούς με διαχωρισμένες επιφάνειες κυκλοφορίας των ομάδων Α και Β επιτρέπεται η εφαρμογή αρνητικής επίκλισης, προκειμένου να αποφευχθούν ζώνες συρροής ομβρίων σε περιοχές με ανεπαρκή κατά μήκος κλίση ή σε περιοχές ισόπεδων κόμβων. Κατά κανόνα σε οδούς της ομάδας Α και Β η αρνητική επίκλιση είναι $q = -2,0\%$, και σε περίπτωση υιοθέτησης μεγαλύτερων R προτιμάται $q = -2,5\%$. Η εφαρμογή της αρνητικής επίκλισης προϋποθέτει ως ελάχιστες τιμές ακτίνων καμπυλών τις τιμές του πίνακα 9-4, προκειμένου οι τιμές συντελεστή της εγκάρσιας και της επαπτομενικής τριβής να παραμείνουν στα επιθυμητά επίπεδα. Οι τιμές αυτές υπολογίστηκαν με βάση την εξίσωση (5-1) όμως με συντελεστή εκμετάλλευσης $n=25\%$ οπότε ο συντελεστής $f_{R \text{ επιτρ}}$ υπολογίζεται από την εξίσωση (9-1):

$$f_{R \text{ επιτρ}} = 0,14 - 1,12 \cdot 10^{-3} \cdot V_{85} + 0,35 \cdot 10^{-5} \cdot V_{85}^2 \quad (9-1)$$

Αρνητικές επικλίσεις για τιμές ακτίνων $R < 2000$ m κατά κανόνα πρέπει να αποφεύγονται. Όμως σε περιπτώσεις που η εφαρμογή της κανονικής απαιτούμενης επίκλισης δημιουργεί σημαντικά ή και δύσκολα έργα αποχέτευσης, επιτρέπεται εφαρμογή R μέχρι τις τιμές εντός παρένθεσης (στήλες 3 και 5) του Πίνακα 9-4. Σε οδούς με κεντρική νησίδα και ταχύτητα μελέτης $V_e = 120 \text{ km/h}$ η εφαρμογή αρνητικής επίκλισης συνιστάται όταν $R \geq 8000 \text{ m}$ ή $5000 \leq R < 8000 \text{ m}$ αλλά με μήκος καμπύλης (μαζί με κλωθοειδείς) $\leq 2 \text{ km}$.

Πίνακας 9-4 : Ελάχιστες ακτίνες καμπυλών για την εφαρμογή αρνητικής επίκλισης

V_{85} [km/h]	R_{\min} [m] ($n = 25\%$) Ομάδες οδών Α και Β			
	$q = -2,0\%$		$q = -2,5\%$	
1	2	3	4	5
70	2.000	(700)	2.000	(800)
80	2.000	(1.000)	2.000	(1.200)
90	2.000	(1.500)	2.000	(1.700)
100	2.000		2.300	
110	2.700		3.200	
120	3.500		4.200	
130	4.500		5.400	
140	5.600		6.800	

Στην περίπτωση εφαρμογής τόξου κανίστρου δεν επιτρέπεται η μεταβολή της φοράς της επίκλισης.

9.4 Προσαρμογή επίκλισης και περιστροφή του οδοστρώματος

9.4.1 Εφαρμογή

Η μεταβολή της επίκλισης του οδοστρώματος λαμβάνει χώρα κατά μήκος ενός τμήματος συναρμογής (τμήμα προσαρμογής επίκλισης). Κατά μήκος του τμήματος αυτού η επιφάνεια του οδοστρώματος περιστρέφεται περί καθορισμένο άξονα και οι οριογραμμές του ανέρχονται ή κατέρχονται. Σε οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας η μεταβολή της επίκλισης κατά κανόνα επιτυγχάνεται με περιστροφή της επιφάνειας του οδοστρώματος περί τον άξονα του οδοστρώματος (βλ. Σχήμα 9-2, περίπτωση 1). Σε οδούς με διαχωρισμένες επιφάνειες κυκλοφορίας η περιστροφή των επιφανειών γίνεται κατά κανόνα με άξονα το εσωτερικό άκρο του ασφαλτικού της επιφάνειας κυκλοφορίας κάθε κατεύθυνσης (π.χ. στο «πόδι» στηθαίου NJ βλ. Σχήμα 9-2, περίπτωση 2). Επίσης σε οδούς με διαχωρισμένες επιφάνειες κυκλοφορίας (π.χ. περίπτωση με μικρές κεντρικές νησίδες (πλάτος $< 2,00 \text{ m}$), περιοχές ισόπεδων κόμβων σε καμπύλες ή ανοίγματα κεντρικών νησίδων για εκτροπή κυκλοφορίας) η περιστροφή των επιφανειών μπορεί να γίνει περί τον άξονα της νησίδας (βλ. Σχήμα 9-2, περίπτωση 3).

Σε εξαιρετικές περιπτώσεις οδών με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας δύο ή τριών λωρίδων κυκλοφορίας, η περιστροφή του οδοστρώματος μπορεί να γίνει περί τη μία οριογραμμή κυκλοφορίας (βλ. Σχήμα 9-2, περίπτωση 4).

Η περιστροφή περί τον άξονα της επιφάνειας κυκλοφορίας κάθε κατεύθυνσης σε οδούς με διαχωρισμένες επιφάνειες κυκλοφορίας, (βλ. Σχήμα 9-2, περίπτωση 5) εφαρμόζεται ως κανόνας σε θέσεις γεφυρών, σηράγγων, ή με νησίδα πλάτους $\geq 6 \text{ m}$ και κατ'εξάιρεση σε κάθε άλλη περίπτωση.

Σε όλες τις περιπτώσεις, το ερυθρό υψόμετρο της οδού εφαρμόζεται στον άξονα περιστροφής του οδοστρώματος.

Αν υπάρχει τόξο συναρμογής, η μεταβολή της επίκλισης λαμβάνει χώρα κατά μήκος του τόξου συναρμογής ανεξάρτητα του είδους της επίκλισης, που έχει εφαρμοσθεί για το οδόστρωμα στην ευθυγραμμία (μονοκλινής ή αμφικλινής) και ανεξάρτητα της θέσης του άξονα περιστροφής. Η επέκταση του μήκους προσαρμογής της επίκλισης στην ευθυγραμμία ή στο κυκλικό τόξο επιτρέπεται μόνο σε εξαιρετικές περιπτώσεις.

Αν δεν υπάρχει τόξο συναρμογής, η μεταβολή της επίκλισης κατά τη σειρά των στοιχείων : “ευθυγραμμία-κυκλικό τόξο” λαμβάνει χώρα κατά το ήμισυ στην ευθυγραμμία και κατά το ήμισυ στο κυκλικό τόξο. Σε ειδικές μόνο περιπτώσεις επιτρέπεται η προσαρμογή της επίκλισης να λάβει χώρα εξ ολοκλήρου στην ευθυγραμμία ή στο κυκλικό τόξο. Σε τόξα κανίστρου η προσαρμογή της επίκλισης γίνεται εξ ολοκλήρου στο κυκλικό τόξο με τη μεγαλύτερη ακτίνα.

Κανόνας	1		
	2		
	3		
Εξαιρέση	4		
	5*		

* εφαρμόζεται ως κανόνας, μόνο σε θέσεις γεφυρών, σηράγγων ή με νησίδα $\geq 6,0$ m (περιστροφή στο μέσο των λωρίδων κυκλοφορίας).

Σχήμα 9-2 : Άξονες περιστροφής του οδοστρώματος

9.4.2 Οριακές και τυπικές τιμές

Ως πρόσθετη κλίση οριογραμμής Δs , ορίζεται η διαφορά μεταξύ των κατά μήκος κλίσεων της οριογραμμής του οδοστρώματος και του άξονα περιστροφής του. Αυτή υπολογίζεται από τη σχέση :

$$\Delta s = \frac{q_T - q_\alpha}{L_V} \cdot \alpha \quad (9-2)$$

όπου :

Δs [%] = πρόσθετη κλίση οριογραμμής

q_T [%] = επίκλιση οδοστρώματος στο τέλος του τμήματος προσαρμογής

q_α [%] = επίκλιση οδοστρώματος στην αρχή του τμήματος προσαρμογής (η q_α έχει αρνητική τιμή όταν είναι αντίρροπη της q_T)

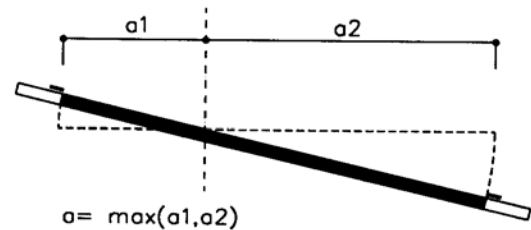
L_V [m] = μήκος προσαρμογής της επίκλισης

α [m] = απόσταση του άξονα περιστροφής της επιφάνειας κυκλοφορίας από την εξωτερική οριογραμμή της απώτατης, ως προς αυτόν, λωρίδας κυκλοφορίας (δεν νοούνται οι πρόσθετες λωρίδες, ΛΕΑ ή ΛΠΧ και λωρίδες καθοδήγησης).

Για λόγους δυναμικής της κυκλοφορίας και λόγους οπτικής η μέγιστη τιμή της πρόσθετης κλίσης των οριογραμμών Δs_{max} δεν πρέπει να υπερβαίνει τις τιμές του πίνακα 9-5 για τις ομάδες οδών Α και Β.

Πίνακας 9-5 : Οριακές τιμές πρόσθετης κλίσης οριογραμμών Δs . - Ομάδες οδών Α και Β

V_e [km/h]	Δs_{max} [%] για		Δs_{min} [%]
	$\alpha < 4,00$ m	$\alpha \geq 4,00$ m	
50	$0,50 \cdot \alpha$	2,0	$0,10 \cdot \alpha$ ($\leq \Delta s_{max}$)
60...70	$0,40 \cdot \alpha$	1,6	
80...90	$0,25 \cdot \alpha$	1,0	
100...130	$0,20 \cdot \alpha$	0,9	



Σχήμα 9-2α : Ορισμός πλάτους α

Το ελάχιστο μήκος προσαρμογής της επίκλισης $L_{V_{min}}$ προκύπτει από την εξίσωση 9-3 σε συνάρτηση με τη μέγιστη τιμή της πρόσθετης κλίσης των οριογραμμών Δs_{max} σύμφωνα με τον πίνακα 9-5 και της απόστασης α της οριογραμμής του οδοστρώματος από τον άξονα περιστροφής του.

$$L_{V_{min}} = \frac{q_T - q_\alpha}{\Delta s_{max}} \cdot \alpha \quad (9-3)$$

όπου :

$L_{V_{min}}$ [m] = ελάχιστο μήκος προσαρμογής της επίκλισης



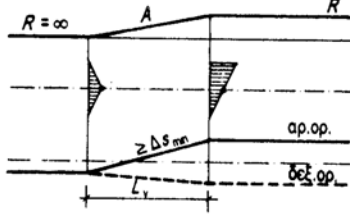
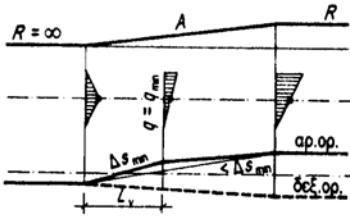


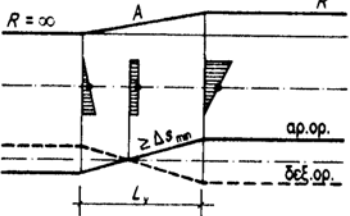
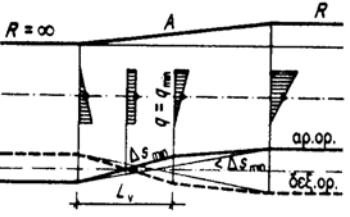
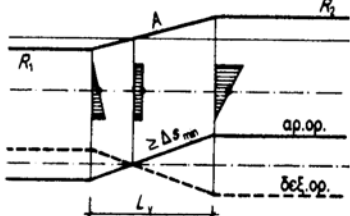
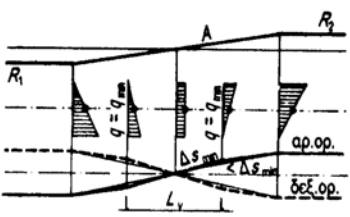


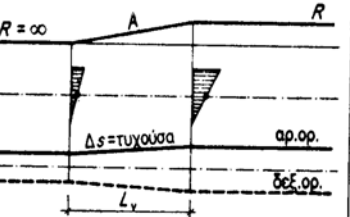
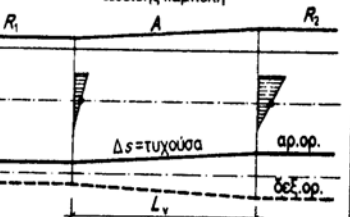
Δs_{max} [%] = μέγιστη πρόσθετη κλίση οριογραμμής

q_T [%] = επίκλιση οδοστρώματος στο τέλος του τμήματος προσαρμογής

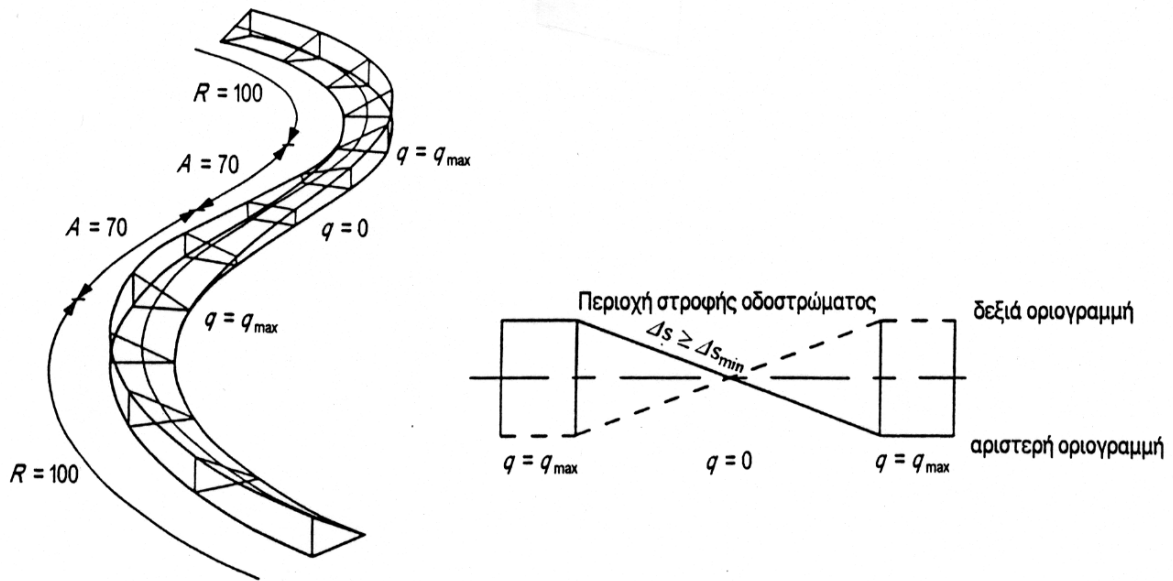
q_α [%] = επίκλιση οδοστρώματος στην αρχή του τμήματος προσαρμογής (η q_α έχει αρνητική τιμή όταν είναι αντίρροπη της q_T)

9.4.3 Αποχέτευση οδοστρώματος

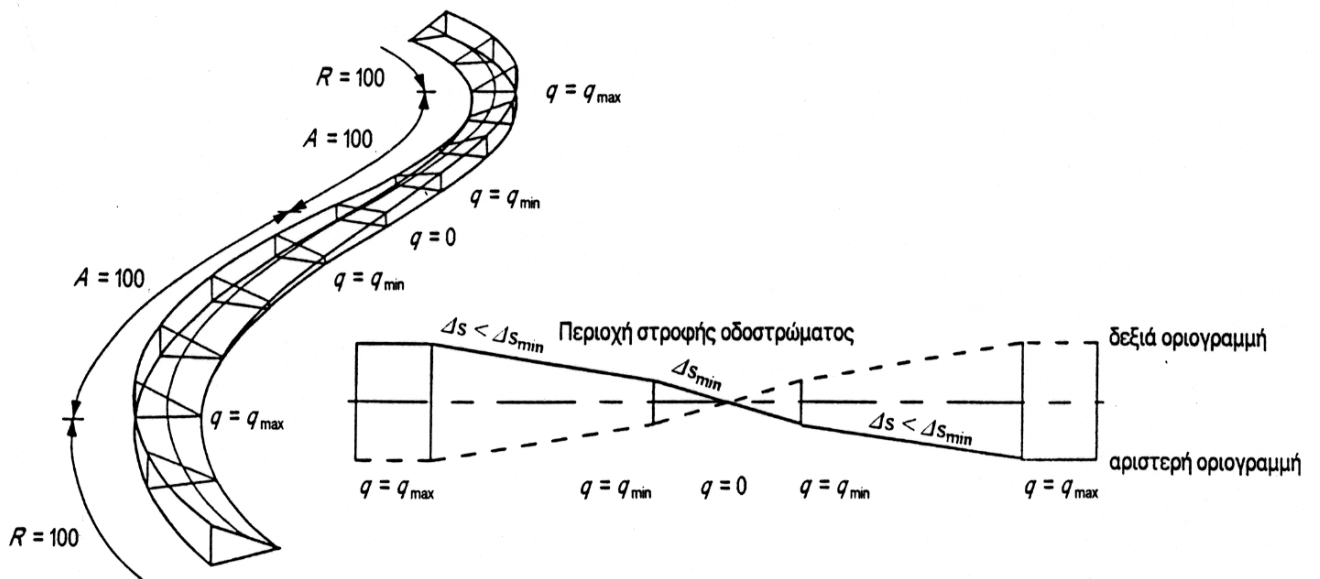
Σε περιοχές προσαρμογής της επίκλισης όπου η επίκλιση μεταβάλλεται από $+q_{min}$ μέσω της τιμής 0% σε $-q_{min}$ η πρόσθετη κλίση των οριογραμμών, δεν πρέπει να είναι μικρότερη από την τιμή Δs_{min} του πίνακα 9-5. Ακόμη, η κατά μήκος κλίση και η ελάχιστη πρόσθετη κλίση των οριογραμμών πρέπει να συνδυάζονται σύμφωνα με τα όσα αναφέρονται στην παράγραφο 8.1.2.2, προκειμένου να εξασφαλίζεται η επαρκής αποχέτευση του οδοστρώματος. Στο τμήμα του τόξου συναρμογής που εναπομένει, η πρόσθετη κλίση οριογραμμών μεταβάλλεται γραμμικά

Προσαρμογή	Δs	Ευθεία-Κλιωσειδής-Τόξο κύκλου	Τόξο κύκλου-Κλιωσειδής-Τόξο κύκλου
<p>από αμφικλινές</p>  <p>σε μονοκλινές</p> 	<p>$\geq \Delta s_{min}$</p> <p>$< \Delta s_{min}$</p>	 	
<p>μεταξύ αντίρροπων επικλίσεων</p>  	<p>$\geq \Delta s_{min}$</p> <p>$< \Delta s_{min}$</p> <p>$\geq \Delta s_{min}$</p>	 	<p>S-καμπύλη</p>   <p>Στροφή περί τον άξονα</p> <p>Στροφή περί τον άξονα</p>
<p>μεταξύ ομόρροπων επικλίσεων</p>  	<p>τυχαία</p>		<p>Ωοειδής καμπύλη</p>  <p>Στροφή περί τον άξονα</p>

Σχήμα 9-3 : Μορφές προσαρμογής της επίκλισης



α. Μικρό μήκος προσαρμογής ($\Delta s \geq \Delta s_{\min}$)



β. Μεγάλο μήκος προσαρμογής ($\Delta s < \Delta s_{\min}$)

Σχήμα 9-4 : Προσαρμογή επίκλισης σε τόξα συναρμογής

έως την αρχή του κυκλικού τόξου όπου η επίκλιση λαμβάνει την προβλεπόμενη τιμή της (βλ. σχήμα 9-3 για $\Delta s < \Delta s_{\min}$ καθώς και σχήμα 9-4β).

Όταν το επιβάλλει η ανάγκη ικανοποιητικής απορροής ομβρίων, επιτρέπεται σε S-καμπύλες η μετάθεση του σημείου μηδενισμού της επίκλισης σε οδούς της ομάδας Α έως και $L = 0,1 \cdot A$ (A =παράμετρος κλωθοειδούς) και σε οδούς της ομάδας Β έως και $L = 0,2 \cdot A$ από το σημείο καμπής της κλωθοειδούς. Η μετάθεση αυτή μπορεί να εφαρμοσθεί και για την αλληλουχία των στοιχείων : “ευθυγραμμία-κλωθοειδής-κυκλικό τόξο”.

9.4.4 Μορφές προσαρμογής επικλίσεων

Διάφορες βασικές μορφές προσαρμογής της επίκλισης απεικονίζονται στο Σχήμα 9-3.

Η προσαρμογή των επικλίσεων στα πρόσθετα σταθεροποιημένα τμήματα της διατομής του οδοστρώματος λαμβάνει χώρα στο τόξο συναρμογής ή στην περίπτωση που δεν υπάρχει τόξο συναρμογής, όπως ορίζεται στην παράγραφο 9.4.1. Για αυτά τα τμήματα της διατομής δεν υπάρχουν οριακές τιμές για την πρόσθετη κλίση της οριογραμμής.

Στα τμήματα της οδού, όπου εφαρμόζεται διαπλάτυνση ή διεύρυνση, ισχύουν οι οριακές τιμές της πρόσθετης κλίσης οριογραμμών για το οδοστρώμα που δεν διαπλάτνεται ή διευρύνεται.

9.5 Διεύρυνση του οδοστρώματος

Η διεύρυνση του οδοστρώματος είναι απαραίτητη για την κατασκευή βοηθητικών λωρίδων αλλαγής πορείας, όπως λωρίδων αναμονής για αριστερή στροφή, λωρίδων επιτάχυνσης ή επιβράδυνσης. Για προσθήκη λωρίδας αριστερής στροφής στις καμπύλες με μικρή ακτίνα η διεύρυνση γίνεται μονόπλευρα προς το εσωτερικό της καμπύλης ενώ στις ευθυγραμμίες ή σε τεταμένες χαράξεις γίνεται συμμετρικά ως προς τον άξονα της οδού.

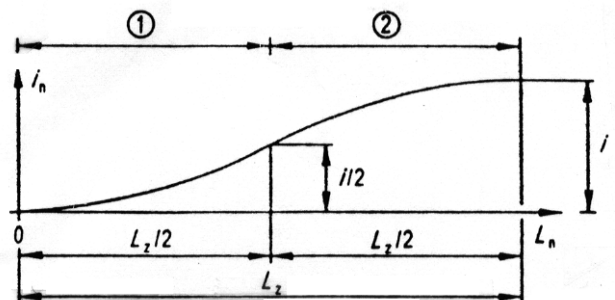
Για διεύρυνση οδοστρώματος προς κατασκευή πρόσθετων λωρίδων, βλ. ΟΜΟΕ-ΠΛΚ. Για διεύρυνση κεντρικής νησίδας βλ. §9.7.

Το μήκος για τη μεταβολή του πλάτους σε όλες τις κατηγορίες οδών υπολογίζεται από τη σχέση :

$$L_z = V_e \sqrt{\frac{i}{3}} \quad (9-4)$$

όπου :

L_z [m] = συνολικό μήκος συναρμογής για τη διάταξη της διεύρυνσης
 V_e [km/h] = ταχύτητα μελέτης
 i [m] = μέγιστη τιμή διεύρυνσης του οδοστρώματος



$$i_n = \frac{2 \cdot i \cdot L_n^2}{L_z^2} \quad (9-5a)$$

για $0 \leq L_n \leq \frac{L_z}{2}$

$$i_n = i - \frac{2 \cdot i \cdot (L_z - L_n)^2}{L_z^2} \quad (9-5b)$$

για $\frac{L_z}{2} \leq L_n \leq L_z$

όπου :

i [m] = διεύρυνση του οδοστρώματος (μέγιστη τιμή)
 L_z [m] = συνολικό μήκος συναρμογής για τη διάταξη της διεύρυνσης
 i_n [m] = διεύρυνση του οδοστρώματος στο υπόψη σημείο
 L_n [m] = μήκος συναρμογής για τη διάταξη της διεύρυνσης μέχρι το υπόψη σημείο

Σχήμα 9-5 : Διάταξη της διεύρυνσης του οδοστρώματος

9.6 Διαπλάτυνση του οδοστρώματος σε καμπύλες

Κατά την κίνηση ενός οχήματος στις καμπύλες, οι οπίσθιοι τροχοί διαγράφουν μικρότερα τόξα από τους εμπρόςτροχους. Για αυτό το λόγο στις καμπύλες απαιτείται διαπλάτυνση i . Η απαιτούμενη διαπλάτυνση σε καμπύλες με συνολικό n πλήθος λωρίδων κυκλοφορίας της οδού, υπολογίζεται από τη σχέση :

$$i = n \cdot \left(R - \sqrt{R^2 - D^2} \right) \quad (9-6)$$

Για ακτίνες $R \geq 30$ m η σχέση (9-6) μπορεί να απλοποιηθεί, οπότε η απαιτούμενη διαπλάτυνση υπολογίζεται από τη σχέση :

$$i = n \frac{D^2}{2 \cdot R} \quad (9-7)$$

όπου :

- i [m] = διαπλάτυνση οδοστρώματος
 R [m] = ακτίνα κυκλικού τόξου
 D [m] = μεταξύ και εμπρόςθια προεξοχή
 n [-] = αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας (δεν λαμβάνονται υπόψη τα σταθεροποιημένα ερείσματα)

Για την παράμετρο D , που εξαρτάται από τον τύπο του οχήματος, χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες τιμές :

	Τιμές D
επιβατηγό όχημα	: 4,00 m
φορτηγό (βαρύ όχημα)	: 8,00 m
φορτηγό ημιρυμουλκούμενο (επικαθήμενο)	: 10,00 m
λεωφορείο 1 (τυπικό λεωφορείο)	: 8,50 m
λεωφορείο 2 (αρθρωτό λεωφορείο)	: 9,00 m
λεωφορείο 3 (τύπου megaliner)	: 11,70 m

Συνήθως η απαιτούμενη διαπλάτυνση του οδοστρώματος για τις οδούς των ομάδων Α και Β υπολογίζεται: α) εφόσον η κύρια κυκλοφορία είναι λεωφορείων, με τυπική την περίπτωση συνάντησης λεωφορείο 2/λεωφορείο 2. β) εφόσον η κύρια κυκλοφορία είναι φορτηγών, με τυπική την περίπτωση συνάντησης φορτηγό ημιρυμουλκούμενο/φορτηγό ημιρυμουλκούμενο.

Πίνακας 9-6: Διαπλάτυνση οδοστρώματος σε καμπύλες.

Κυκλοφορία λεωφορείων	Επιλεγόμενος τύπος αντίθετα κινούμενων οχημάτων	Διαπλάτυνση οδοστρώματος (για $n = 2$) για		
		i [m]	$b \leq 6,0$ m	$b > 6,0$ m
1	2	3	4	5
ναι	λεωφορείο 2/λεωφορείο 2	$40 \cdot n / R$	$30 < R \leq 320$	$30 < R \leq 160$
όχι	Φορτηγό ημιρυμουλκούμενο/Φορτηγό ημιρυμουλκούμενο	$50 \cdot n / R$	$30 < R \leq 400$	$30 < R \leq 200$

Σημείωση : Για την περίπτωση συνάντησης άλλων

τύπων οχημάτων χρησιμοποιούνται οι τιμές D των οχημάτων αυτών.

Διαπλάτυνση οδοστρώματος υλοποιείται μόνον όταν η υπολογιζόμενη τιμή είναι $\geq 0,25$ m και $\geq 0,50$ m αντιστοίχως για πλάτος οδοστρώματος $b \leq 6,0$ m, και $b > 6,0$ m. Οι υπολογισμοί για τον προσδιορισμό της διαπλάτυνσης του οδοστρώματος αναφέρονται στον άξονα του οδοστρώματος. Η διαπλάτυνση i εφαρμόζεται στην εσωτερική οριογραμμή του οδοστρώματος, δηλ. στην εσωτερική λωρίδα κυκλοφορίας, με εξαίρεση τον ανακάμπτοντα ελιγμό.

Η μετάβαση από διατομή με κανονικό πλάτος οδοστρώματος σε διατομή διαπλατυσμένη κατά i πραγματοποιείται κατά μήκος και των τριών στοιχείων δηλ. ευθυγραμμίας, κλωθοειδούς και κυκλικού τόξου και υπολογίζεται από τις εξισώσεις (9-8α) έως (9-8γ), (9-9) και (9-10) (βλ. Σχήματα 9-6 έως 9-8).

9.7 Διεύρυνση κεντρικής νησίδας

Όπου απαιτείται διεύρυνση κεντρικής νησίδας (π.χ. σε τμήμα αλλαγής πλάτους κεντρικής νησίδας, ή στα στόμια των σηράγγων αυτοκινητόδρομου όπου απομακρύνονται περισσότερο οι διαχωρισμένες επιφάνειες κυκλοφορίας) αυτή υλοποιείται ανάλογα με την περίπτωση :

- α. Σε τμήμα ευθυγραμμίας με κυβική παραβολή
 $y = \Delta \cdot [3 \cdot (x/L)^2 - 2 \cdot (x/L)^3]$

όπου :

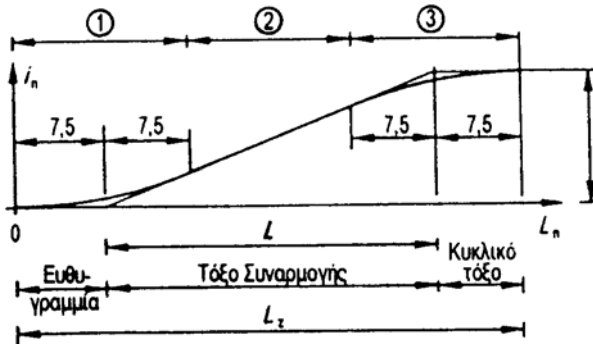
y [m] : διεύρυνση σε απόσταση x από το σημείο έναρξης της διεύρυνσης

Δ [m] : μέγιστη διεύρυνση

x [m] : απόσταση από το σημείο έναρξης της διεύρυνσης

L [m] : μήκος όπου συντελείται η διεύρυνση και το οποίο υπολογίζεται από τον τύπο :
 $L = 0,75 \cdot (V_e - 20) \cdot \Delta$

- β. Σε τμήμα καμπύλης με ανεξάρτητη χάραξη των οριογραμμών κυκλοφορίας (που ορίζουν και το πλάτος της κεντρικής νησίδας) η οποία υπόκειται στους κανόνες και απαιτήσεις που εφαρμόζονται για τη χάραξη του ίδιου του αυτοκινητόδρομου (κυκλικά τόξα και κλωθοειδείς κλπ.). Η διεύρυνση γίνεται είτε μονόπλευρα είτε αμφίπλευρα ως προς τον άξονα της αρχικής χάραξης.



Σχήμα 9-6 : Διάταξη της διαπλάτυνσης του οδοστρώματος

$$i_n = \frac{i}{30 \cdot L} \cdot L_n^2 \quad \text{για την περιοχή 1} \quad (9-8\alpha)$$

$$i_n = \frac{i}{L} \cdot (L_n - 7,5) \quad \text{για την περιοχή 2} \quad (9-8\beta)$$

$$i_n = i - \frac{i}{30 \cdot L} \cdot (L_z - L_n)^2 \quad \text{για την περιοχή 3} \quad (9-8\gamma)$$

όπου :

i [m] = διαπλάτυνση του οδοστρώματος (βλ. εξισώσεις (9-6) και (9-7))

L [m] = μήκος τόξου συναρμογής

L_z [m] = συνολικό μήκος της διάταξης της διαπλάτυνσης
= $L + 15$ m

i_n [m] = διαπλάτυνση του οδοστρώματος στη θέση n

Αν το μήκος του κυκλικού τόξου είναι μικρότερο από 15m, τα τμήματα συναρμογής αρχίζουν και τελειώνουν στη διχοτόμο της επίκεντρης γωνίας του κυκλικού τόξου. Αν ισχύει ο λόγος $L/i \geq 20$, τότε η συναρμογή εφαρμόζεται γραμμικά στην περιοχή του τόξου συναρμογής :

$$i_n = \frac{i}{L} \cdot L_n \quad (9-9)$$

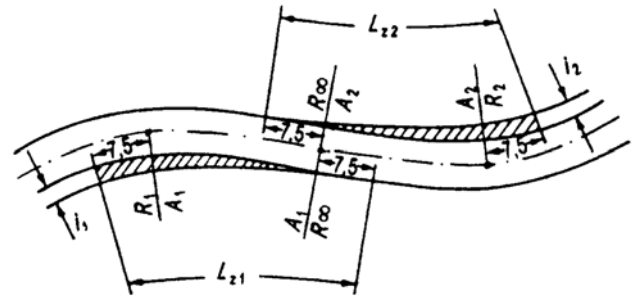
όπου :

i [m] = διαπλάτυνση του οδοστρώματος

L [m] = μήκος τόξου συναρμογής
= μήκος διάταξης της διαπλάτυνσης του οδοστρώματος

i_n [m] = διαπλάτυνση του οδοστρώματος στη θέση n

L_n [m] = μήκος διάταξης της διαπλάτυνσης του οδοστρώματος μέχρι τη θέση n



Σχήμα 9-7 : Διαπλάτυνση οδοστρώματος σε S-καμπύλη (υπολογισμός με βάση το σχήμα 9-6)

Σε ωοειδείς καμπύλες η μεταβολή της διαπλάτυνσης λαμβάνει χώρα στην κλωθοειδή :

$$i_n = i_1 + (i_2 - i_1) \cdot \frac{L_n}{L} \quad (9-10)$$

όπου :

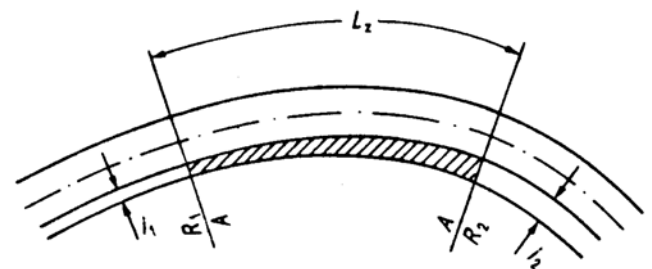
i_1 [m] = διαπλάτυνση του οδοστρώματος στην αρχή της ωοειδούς καμπύλης

i_2 [m] = διαπλάτυνση του οδοστρώματος στο τέλος της ωοειδούς καμπύλης

L [m] = μήκος της ωοειδούς καμπύλης

i_n [m] = διαπλάτυνση του οδοστρώματος στη θέση n

L_n [m] = μήκος διάταξης της διαπλάτυνσης του οδοστρώματος έως τη θέση n



Σχήμα 9-8 : Διαπλάτυνση οδοστρώματος σε ωοειδή καμπύλη

10. Στοιχεία μελέτης ορατότητας

10.1 Μήκος ορατότητας

Η συνέπεια μεταξύ των αντιληπτών (από τον οδηγό) απαιτήσεων και των πραγματικών απαιτήσεων της οδού είναι μια συνάρτηση του μήκους ορατότητας και της εμπειρίας του οδηγού με την οδό. Το μήκος ορατότητας ορίζεται από το τμήμα της οδού που εκτίθεται στο οπτικό πεδίο του οδηγού σε κάθε χρονική στιγμή. Όσο μικρότερο είναι το μήκος ορατότητας, τόσο λιγότερη οπτική πληροφορία είναι διαθέσιμη για αξιολόγηση, με αποτέλεσμα ένας οδηγός να χρειάζεται πιο συχνά να ανανεώνει τις προβλέψεις του. Όταν το μήκος ορατότητας περιορίζεται, η σημασία της εμπειρίας του οδηγού με την οδό αυξάνεται. Η εμπειρία με την οδό είναι μια συνάρτηση: α) του αριθμού διελεύσεων του οδηγού από ένα συγκεκριμένο τμήμα της οδού, β) της ομοιότητας της οδού με άλλες με τις οποίες αυτός έχει εμπειρία και γ) της ακρίβειας των προβλέψεων που πρόσφατα έχει κάνει για την οδό στην οποία κινείται. Συνολικά, αυτή η εμπειρία αναφέρεται ως προσδοκία οδηγού (driver's expectancy). Ένας οδηγός προσδοκά ότι η πορεία ή η γεωμετρία της οδού θα έχει ομοιογένεια και ότι είναι προβλέψιμη ακόμη και όταν το μήκος ορατότητας περιορίζεται. Η ομοιογένεια της γεωμετρίας της οδού επιτρέπει στον οδηγό να προβλέπει με ακρίβεια τη σωστή πορεία, ενώ παράλληλα να αφιερώνει την ικανότητα του σε επεξεργασία μόνο μικρού όγκου οπτικής πληροφορίας. Δηλαδή η ομοιογένεια στη γεωμετρία της οδού επιτρέπει στην προσοχή και στην ικανότητα του οδηγού να αφιερώνεται περισσότερο στην αποφυγή απροσδόκων εμποδίων και στην οδήγηση.

Η ασφάλεια της κυκλοφορίας και η ποιότητα της κυκλοφοριακής ροής απαιτούν την ύπαρξη ελάχιστων μηκών ορατότητας, προκειμένου να είναι δυνατή η έγκαιρη ακινητοποίηση ενός οχήματος (απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση), η ασφαλής προσπέραση (απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση) καθώς και η ασφαλής εξέλιξη της απόφασης του οδηγού για αλλαγή πορείας (μήκος ορατότητας για απόφαση).

Το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση είναι καθοριστικής σημασίας για την αξιολόγηση των συνθηκών ορατότητας σε όλες τις κατηγορίες οδών. Το ίδιο ισχύει και για το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση, το οποίο χρησιμοποιείται άμεσα στην αξιολόγηση των συνθηκών ορατότητας σε οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας της ομάδας Α. Για τις οδούς της ομάδας Β το μήκος ορατότητας για προσπέραση έχει δευτερεύουσα σημασία.

10.1.1 Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση S_h

Το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση S_h είναι το μήκος, που χρειάζεται ένας οδηγός κινούμενος με την ταχύτητα V_{85} , για να ακινητοποιήσει το όχημα του πριν από ένα απροσδόκητο ακίνητο εμπόδιο στο οδόστρωμα. Το μήκος ορατότητας για στάση είναι το άθροισμα του μήκους που διανύει το όχημα κατά τη διάρκεια του χρόνου αντίληψης, του χρόνου αντίδρασης, και του μήκους πέδησης.

Σε όλο το μήκος των οδών πρέπει να διατίθεται κατ'ελάχιστο το μήκος ορατότητας στάσης που ορίζεται από την ταχύτητα V_{85} .

Όταν συνεχώς το πεδίο ορατότητας του οδηγού περιορίζεται στις ελάχιστες τιμές της ορατότητας στάσης, τότε ο οδηγός βρίσκεται σε διαρκή ένταση που προκαλεί κόπωση. Γι' αυτό το λόγο επιβάλλεται να εξασφαλίζονται συνολικά στο 70% της οδού μήκη ορατότητας κατά 1,3 φορές μεγαλύτερα από τα ελάχιστα απαιτούμενα. Επίσης συνιστάται οι ελάχιστες τιμές να μη χρησιμοποιούνται σε περιοχές κόμβων.

Το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση είτε λαμβάνεται από το διάγραμμα του Σχήματος 10-2 σε συνάρτηση με την ταχύτητα V_{85} και την κατά μήκος κλίση της οδού s , είτε υπολογίζεται από τους τύπους που ακολουθούν :

$$S_h = S_1 + S_2 \quad (10-1)$$

$$S_1 = (V_{85} / 3,6) \cdot t_r \quad (10-2)$$

$$S_2 = (V_{85} / 3,6)^2 / [2 \cdot (d + g \cdot s)] \quad (10-3)$$

όπου :

S_h [m] = μήκος ορατότητας για στάση

S_1 [m] = διανυόμενο μήκος κατά τη διάρκεια του χρόνου αντίληψης-αντίδρασης

S_2 [m] = μήκος πέδησης

V_{85} [km/h] = λειτουργική ταχύτητα 85%

t_r [s] = χρόνος αντίληψης-αντίδρασης
= (λαμβάνεται ως 2 δευτερόλεπτα)

g [m/s²] = επιτάχυνση βαρύτητας

d [m/s²] = συντελεστής εξαρτώμενος από την ταχύτητα (η τιμή του λαμβάνεται από τον Πίνακα 10-1)

s [m/m] = κατά μήκος κλίση
[θετική (+) : ανωφέρεια,
αρνητική (-) : κατωφέρεια]

Πίνακας 10-1 : Συντελεστής d υπολογισμού του μήκους ορατότητας στάσης S_h

V_{85}	[km/h]	50	60	70	80	90	100	110	120	130
d	[m/s ²]	4,4	4,2	4,0	3,8	3,6	3,4	3,3	3,1	3,0

Οι ελάχιστες τιμές της ακτίνας οριζοντίων καμπυλών των χαράξεων (Πίνακας 11-1) υπολογίσθηκαν με βάση τη δυναμική της κίνησης των οχημάτων σε συνθήκες υγρού οδοστρώματος. Η χρήση αυτών των ελάχιστων τιμών των ακτίνων υπόκειται και στον έλεγχο για επαρκή ορατότητα για στάση ενώπιον ακινήτου εμποδίου. Ο έλεγχος αυτός υποχρεωτικά γίνεται για :

- τις εξωτερικές πλευρές των οδών οπότε είτε επιβεβαιώνεται η ικανοποίηση της απαιτούμενης συνθήκης πλευρικού ελεύθερου οπτικών εμποδίων χώρου, είτε οδηγεί στην ανάγκη διεύρυνσης του πλευρικού χώρου π.χ. με πρόσθετη εκσκαφή των πρανών ορυγμάτων. Διευκρινίζεται ότι η εκσκαφή γίνεται από τη στάθμη του οδοστρώματος,
- την πλευρά της κεντρικής νησίδας αυτο/δρόμου,
- την πλευρά της διαχωριστικής νησίδας μεταξύ δύο οδών,
- την εξωτερική πλευρά που τοποθετούνται στηθαία (επιχώματα, γέφυρες, βάθρα γεφυρών)

Δηλαδή ακόμη και η θέση των στηθαίων ασφαλείας πρέπει να ελέγχεται ότι αφήνει τον απαιτούμενο πλευρικό ελεύθερο χώρο για να υπάρχει το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση.

Εφόσον ο προβλεπόμενος από την τυπική διατομή ελεύθερος χώρος στην πλευρά της κεντρικής νησίδας μεταξύ της οριογραμμής κυκλοφορίας και της όψης του στηθαίου ασφαλείας, δεν είναι επαρκής για να εξασφαλίσει το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση, τότε πρέπει να λαμβάνονται πρόσθετα μέτρα. Τα μέτρα αυτά είναι : είτε η μετατόπιση του στηθαίου προς την κοίλη πλευρά της νησίδας, είτε η διαπλάτυνση του ελεύθερου χώρου, σύμφωνα με διάγραμμα ορατότητας που πρέπει να σχεδιάζεται ειδικά γ' αυτές τις περιπτώσεις. Εφόσον αυτά τα μέτρα δεν είναι εφικτά τότε είναι δυνατόν να αποφασίζεται η τοποθέτηση ειδικών πινακίδων με διπλό όριο ταχύτητας. Το ένα όριο θα αφορά συνθήκες στεγνού και το άλλο συνθήκες υγρού οδοστρώματος. Για το όριο ταχύτητας με υγρό οδόστρωμα μπορεί να χρησιμοποιείται η πινακίδα Πρ-6 του ΚΟΚ. Επειδή αυτή η πινακίδα στη συγκεκριμένη περίπτωση κρίνεται μη ικανοποιητική λόγω μεγέθους, συνιστάται η υιοθέτηση μιας παρόμοιας από ΚΟΚ άλλης χώρας όπως π.χ. της Γαλλίας.

Σύμφωνα με τα προαναφερόμενα, η τελικά επιτρεπόμενη ταχύτητα κυκλοφορίας σε αυτοκινητοδρόμους, καθορίζεται από συνδυασμό των παραμέτρων που είναι :

- το πλάτος πλευρικού ελεύθερου οπτικών εμποδίων χώρου μεταξύ της οριογραμμής κυκλοφορίας και της όψης του στηθαίου ασφαλείας που ορίζεται στην τυπική διατομή.
- η ακτίνα της οριζόντιας καμπύλης της χάραξης.
- η κατά μήκος κλίση της χάραξης.

Η σχέση μεταξύ της ακτίνας τόξου R για δεδομένο πλάτος M του ελεύθερου εμποδίων πλευρικού χώρου, που προσφέρει μήκος ορατότητας στάσης S_h στο μέσο της ελεγχόμενης λωρίδας κυκλοφορίας, ορίζεται από τις ακόλουθες εξισώσεις (βλ. Σχήμα 10-1):

$$\bullet \text{ όταν } S_h \leq L \quad S_h = 2 \cdot R \cdot \cos^{-1} (1 - M/R) \\ \text{ή } S_h = 2 \cdot (2 \cdot R \cdot M - M^2)^{0,5} \quad (10-4)$$

$$\bullet \text{ όταν } S_h > L \quad S_h = 4RM/L + L/2 \quad (10-5)$$

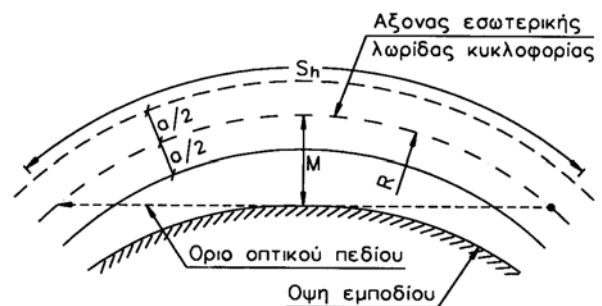
Όπου :

S_h [m] : Το μήκος ορατότητας στάσης μετρούμενο επί της καμπύλης στον άξονα που χαράζεται στο μέσο της λωρίδας κυκλοφορίας

R [m] : Η ακτίνα της καμπύλης του άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας

M [m] : Το πλάτος του ελεύθερου χώρου μετρούμενο από το μέσο της εξεταζόμενης λωρίδας κυκλοφορίας

L [m] : Το μήκος της καμπύλης μετρούμενο στον άξονα της εξεταζόμενης λωρίδας κυκλοφορίας



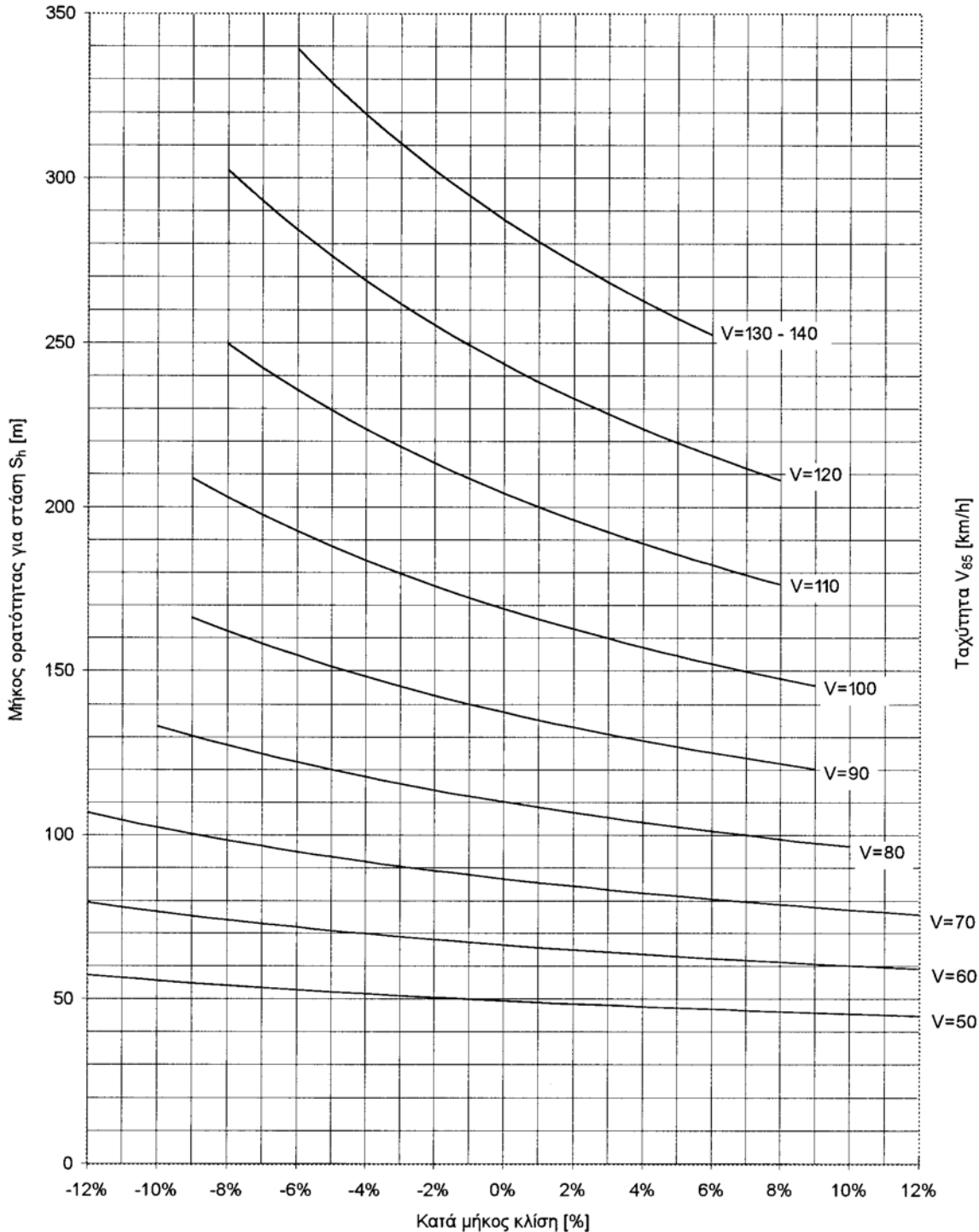
Σχήμα 10-1 : Στοιχεία Ελέγχου ορατότητας από τον πλευρικό ελεύθερο οπτικών εμποδίων χώρο.

Η σχέση των τριών στοιχείων S_h , R και M αναπαριστάται στο διάγραμμα του Σχήματος 10-3 το οποίο μπορεί να χρησιμοποιείται ως εξής :

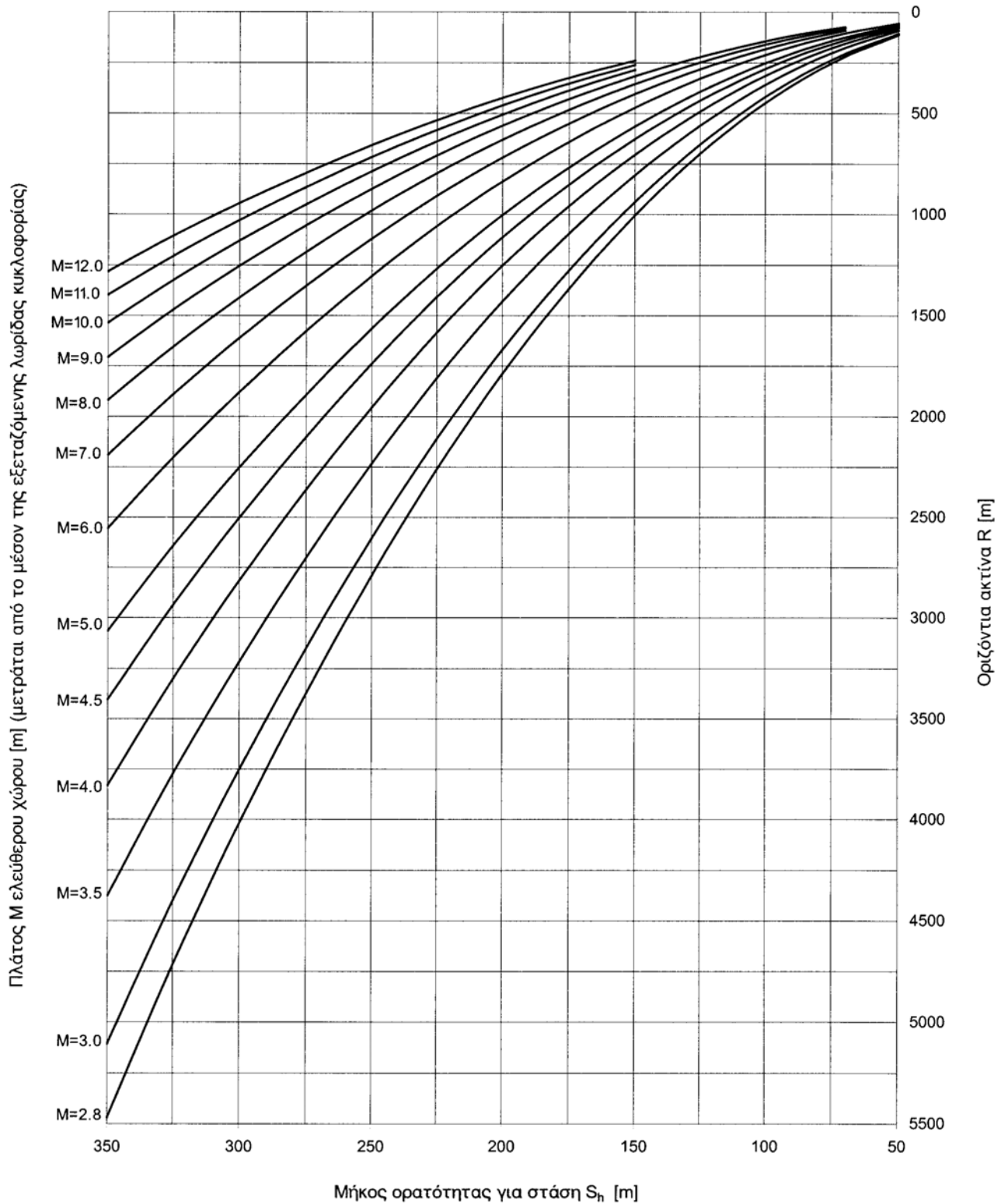
- α. από το διάγραμμα ορατότητας Σχήμα 10-2 προσδιορίζεται το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση S_h για την κατά μήκος κλίση της εξεταζόμενης θέσης με βάση την ταχύτητα V_{85}
- β. από το διάγραμμα Σχήμα 10-3 με εισαγωγή του μήκους ορατότητας για στάση S_h που προσδιορίστηκε, ανευρίσκεται η απαιτούμενη ακτίνα R για δε-

δομένο πλάτος M πλευρικού ελεύθερου εμποδίων χώρου. Αντίστοιχα μπορεί από το διαθέσιμο πλάτος M και την ακτίνα R της χάραξης να προσδιορίζεται η ασφαλής V_{85} , οπότε ορίζεται το επιτρεπτό

μενο όριο ταχύτητας (πινακίδα) από την τιμή της στρογγυλευμένη στη δεκάδα που ανήκει (δηλ. όταν προσδιορίζεται ασφαλής $V_{85}=86$ km/h τότε αναγράφεται όριο πινακίδας υπό βροχή 80).



Σχήμα 10-2 : Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση S_h σε υγρό οδόστρωμα, σε οδούς των ομάδων Α και Β



Σχήμα 10-3 : Σχέση μήκους ορατότητας για στάση S_h με πλάτος ελεύθερου χώρου M (βλ.Σχήμα 10-1)

10.1.2 Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για συνάντηση S_t σε οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας

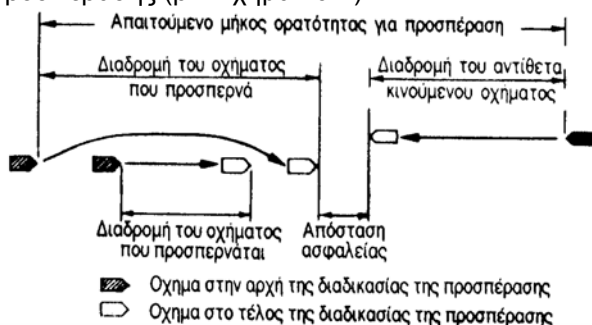
Το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για συνάντηση S_t είναι το μήκος που απαιτείται, ώστε δύο αντίθετα κινούμενα οχήματα με την ταχύτητα V_{85} να είναι σε θέση να ακινητοποιηθούν έγκαιρα και να αποφευχθεί η σύγκρουση τους. Το μήκος ορατότητας για συνάντηση είναι το άθροισμα των μηκών ορατότητας για στάση και των δύο οχημάτων.

$$S_t = S_{h1} + S_{h2} \quad [m] \quad (10-6)$$

Η ύπαρξη του μήκους ορατότητας για συνάντηση προσφέρει ασφαλείς συνθήκες για τους ελιγμούς προσπέρασης. Γι' αυτό και ορίζεται ως το κρίσιμο μέγεθος για τον καθορισμό του μήκους ορατότητας για προσπέραση S_u , καθώς και για την οριζόντια σήμανση. Είναι το ελάχιστο μήκος, το οποίο πρέπει να διατίθεται, ώστε να είναι δυνατή η έγκαιρη ακινητοποίηση των αντίθετα κινουμένων οχημάτων.

10.1.3 Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση S_u

Το μήκος ορατότητας για προσπέραση S_u είναι το μήκος, που απαιτείται για την ασφαλή διαδικασία προσπέρασης εμποδίου ή βραδυπορούντος οχήματος και είναι συνάρτηση της λειτουργικής ταχύτητας V_{85} . Συνίσταται δε από το μήκος που διανύει το όχημα κατά τη διαδικασία της προσπέρασης, το μήκος που διανύει στο ίδιο χρονικό διάστημα το αντίθετα κινούμενο όχημα, και την απόσταση ασφαλείας μεταξύ των δύο αντίθετα κινουμένων οχημάτων στο τέλος της διαδικασίας της προσπέρασης (βλ. Σχήμα 10-4).



Σχήμα 10-4 : Απεικόνιση τυπικής διαδικασίας προσπέρασης προπορευόμενου οχήματος.

Το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση στις οδούς της ομάδας Α παρέχεται από τον πίνακα 10-2. Στις οδούς της ομάδας Β πέρα από τις τιμές του πίνακα 10-2, πρέπει να ελέγχεται και το μήκος ορατότητας σε ισόπεδους κόμβους.

Σε οδούς των κατηγοριών Α και Β με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας πρέπει να διατίθενται συνθήκες ορατότητας για προσπέραση συνολικά τουλάχιστον 20-25% του μήκους της οδού με ομοιόμορφη κατανομή των τμημάτων αυτών στο μήκος της οδού.

Στα οδικά τμήματα που δεν διαθέτουν επαρκές μήκος ορατότητας για προσπέραση, η διαχωριστική γραμμή μεταξύ των δύο κατευθύνσεων πρέπει να διαμορφώνεται με διπλή συνεχή γραμμή.

Πίνακας 10-2 : Απαιτούμενα μήκη ορατότητας για προσπέραση S_u σε οδούς της ομάδας Α και Β.

V_{85} [km/h]	S_u [m]
60	475
70	500
80	525
90	575
100	625
110	675

10.1.4 Απόσταση Ορατότητας για Απόφαση S_d

Η απόσταση ορατότητας για απόφαση παρέχει στον οδηγό επαρκή χρόνο για να υλοποιήσει μια απόφαση από τη στιγμή που ανιχνεύει οπτικά μια απροσδόκητη ή δύσκολα αντιλήψιμη πηγή πληροφορίας, στη συνέχεια να προσαρμόσει κατάλληλα την ταχύτητα του, να επιλέξει την πορεία του και να αρχίσει και ολοκληρώσει με ασφάλεια και αποτελεσματικά όλους τους απαιτούμενους ελιγμούς. Η απόσταση ορατότητας για απόφαση πρέπει να δίνει στους οδηγούς πρόσθετο περιθώριο για ενδεχόμενο λάθος και να παρέχει σ' αυτούς επαρκές μήκος για αναπροσαρμογή της πορείας τους, μάλλον με την ίδια ταχύτητα που αυτοί κινούνται ή μικρότερη και όχι με στάση του οχήματος. Γι' αυτό το λόγο οι τιμές της απόστασης ορατότητας για απόφαση είναι σημαντικά μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες τιμές για ορατότητα στάσης. Σε περίπτωση αδυναμίας τήρησης των απαιτούμενων αποστάσεων λαμβάνεται ειδική πρόνοια στη μελέτη σήμανσης.

Παραδείγματα συνθηκών στις οποίες συνιστάται να εφαρμόζεται ο έλεγχος της απόστασης ορατότητας για απόφαση είναι οι θέσεις :

- ανισόπεδων και ισόπεδων κόμβων όπου δημιουργείται ανάγκη για μη συνήθεις ή απροσδόκητους ελιγμούς, όπως στα σημεία εξόδου στα δεξιά και ιδιαίτερα στα αριστερά της οδού, σημεία έναρξης ή τέλους λωρίδων αλλαγής ταχύτητας ή μείωσης του αριθμού των λωρίδων κυκλοφορίας.

- αλλαγής πλάτους διατομής, όπως συμβαίνει στις περιοχές της χοάνης διοδίων,
- απαιτούμενης έντασης της προσοχής, όπως περιοχές με «οπτική ρύπανση» όπου την πηγή πληροφορίας την οποία χρειάζεται ο οδηγός ανταγωνίζονται και άλλες πηγές για άλλα στοιχεία της οδού, άλλες κυκλοφοριακές πινακίδες, σηματοδότες, διαφημιστικές πινακίδες κλπ.

Η απαιτούμενη απόσταση από την οποία πρέπει να βλέπει ο οδηγός όλα τα προαναφερόμενα σημεία της οδού είναι ανάλογη με την ταχύτητα V_{85} (βλ. Πίνακα 10-3).

Πίνακας 10-3 : Απόσταση Ορατότητας για Απόφαση

V_{85} [km/h]	50	60	70	80	90	100	110	120	130
S_d [m]	190	230	280	320	360	400	450	500	550

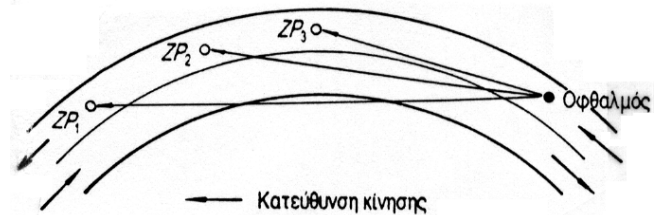
10.2 Προσδιορισμός υφιστάμενων μηκών ορατότητας

Τα πραγματικά υφιστάμενα μήκη ορατότητας για στάση, συνάντηση και προσπέραση υπολογίζονται σε σχέση με την οριζοντιογραφία, την μηκοτομή, την διατομή και τον περιβάλλοντα χώρο της οδού.

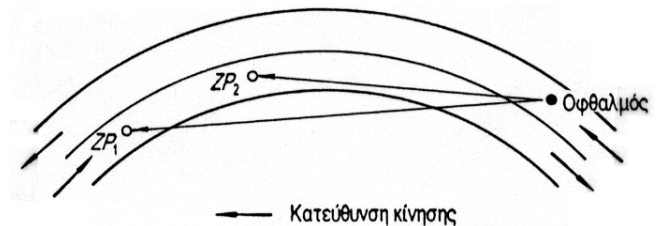
Επειδή η ικανότητα παρατήρησης του ανθρώπινου οφθαλμού είναι περιορισμένη, τα εμπόδια πάνω στην οδό πρέπει να έχουν ένα ελάχιστο μέγεθος, προκειμένου να είναι αντιληπτά και κατανοητά από απόσταση ίση με το μήκος ορατότητας για στάση. Αυτό το ελάχιστο μέγεθος του εμποδίου εξαρτάται από την απόδοση της ανθρώπινης όρασης, τα οπτικά χαρακτηριστικά του εμποδίου και του οδοστρώματος, καθώς επίσης και από τις συνθήκες φωτισμού και τις καιρικές συνθήκες. Τα εμπόδια που είναι αρκετά μεγάλα, ώστε να μην είναι δυνατή η διέλευση των οχημάτων πάνω από αυτά, εν τούτοις είναι δυνατόν να είναι πολύ μικρά, για να αναγνωρίζονται έγκαιρα από τους οδηγούς που κινούνται με την λειτουργική ταχύτητα V_{85} . Επομένως δε μπορεί να προσδιορισθεί ένα εμπόδιο με συγκεκριμένες διαστάσεις και οπτικά χαρακτηριστικά για τον υπολογισμό του μήκους ορατότητας για στάση. Για αυτόν τον λόγο ορίζεται ως ύψος εμποδίου το ύψος που προκύπτει με σταθερή οπτική γωνία 5 πρώτα λεπτά της μοίρας για την ταχύτητα V_{85} (βλ. Πίνακα 10-4).

Για τον προσδιορισμό των υφιστάμενων μηκών ορατότητας, ισχύουν οι κανόνες :

- Ο προσδιορισμός γίνεται σε σχέση με τον οδικό χώρο. Επιπλέον κατά τον προσδιορισμό του μήκους ορατότητας λαμβάνονται υπόψη όλα τα αντικείμενα που υπεισέρχονται στον οδικό και στον παρόδιο χώρο, (όπως πινακίδες κλπ.) καθώς και οι υφιστάμενες και οι προβλεπόμενες φυτεύσεις.
- Ο προσδιορισμός γίνεται για κάθε τύπο μήκους ορατότητας και πάντοτε χωριστά για κάθε κατεύθυνση κυκλοφορίας.
- Ο προσδιορισμός των μηκών ορατότητας βασίζεται στα δεδομένα του Σχήματος 10-5 και στις τιμές του Πίνακα 10-4. Σχετικά στοιχεία που αφορούν τον προσδιορισμό των μηκών ορατότητας δίδονται και στο Σχήμα 8-2.
- Οι θέσεις του οφθαλμού και του εμποδίου αναπαριστούνται στο Σχήμα 10-5, τόσο για το μήκος ορατότητας για στάση, όσο και για το μήκος ορατότητας για προσπέραση.



Δυνατή πορεία των οπτικών ακτίνων από τον οφθαλμό του οδηγού σε εμπόδιο για τον προσδιορισμό του μήκους ορατότητας για στάση.



Δυνατή πορεία των οπτικών ακτίνων από τον οφθαλμό του οδηγού σε εμπόδιο για τον προσδιορισμό του μήκους ορατότητας για προσπέραση.

όπου :

ZP_1, ZP_2, ZP_3 = δυνατές θέσεις εμποδίου

Σχήμα 10-5 : Θέση του οφθαλμού και του εμποδίου για τον προσδιορισμό του μήκους ορατότητας για στάση και του μήκους ορατότητας για προσπέραση.

Στα πλαίσια του προσεγγιστικού προσδιορισμού των μηκών ορατότητας σε οδούς με διαχωρισμένες ή με εννιαίες επιφάνειες κυκλοφορίας, είναι δυνατή η χρησιμοποίηση του άξονα του οδοστρώματος της οδού ως άξονα αναφοράς. Σε οριακές περιπτώσεις για οδοστρώματα μίας κατεύθυνσης πρέπει τα υφιστάμενα μήκη ορατότητας να προσδιορίζονται για την εκάστοτε κρίσιμη λωρίδα κυκλοφορίας, όταν το μήκος ορατότητας σε αριστερόστροφες καμπύλες είναι περιορισμένο εξ αιτίας εμποδίων στη διαχωριστική νησίδα, (π.χ. φύτευση, αντιθαμβωτικά πετάσματα).

Πίνακας 10-4 : Βασικές τιμές για τον προσδιορισμό υφιστάμενων μηκών ορατότητας

Τύπος ορατότητας	Οφθαλμός		Θέση εμποδίου	V_{85} [km/h]	Ύψος εμποδίου h_z [m]
	Θέση	Ύψος h_A [m]			
1	2	3	4	5	6
Ορατότητα για στάση	στον άξονα της δικής του λωρίδας κυκλοφορίας	1,06	στον άξονα της δικής του λωρίδας κυκλοφορίας	40	0,05
				50	0,07
				60	0,10
				70	0,13
				80	0,16
				90	0,20
				100	0,25
				110	0,30
				120	0,35
				130	0,42
140	0,49				
Ορατότητα για συνάντηση		1,06			1,0
Ορατότητα για προσπέραση		1,06	στον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας του αντίθετα κινούμενου ρεύματος	όλες οι V_{85}	1,0

10.3 Ανάλυση ορατότητας

Τα διατιθέμενα μήκη ορατότητας για στάση, συνάντηση, προσπέραση ή απόφαση καθώς και σε θέσεις τυχόν ισόπεδων κόμβων, συγκρίνονται με τα αντίστοιχα απαιτούμενα μήκη ορατότητας με έλεγχο από διαγράμματα ορατότητας που πρέπει να έχουν συνταχθεί (βλ. Σχήμα 10-6) χωριστά για κάθε κατεύθυνση κυκλοφορίας. Συγκεκριμένα για λόγους ασφαλείας απαιτείται η ικανοποίηση των ακόλουθων συνθηκών :

- Το μήκος ορατότητας για στάση S_h πρέπει να διατίθεται σε όλο το μήκος της οδού και σε όλες τις κατηγορίες οδών.
- Το μήκος ορατότητας για συνάντηση S_i πρέπει να διατίθεται σε όλο το μήκος των οδών με ενιαίο οδόστρωμα και στις δύο κατευθύνσεις κυκλοφορίας, σε όλες τις κατηγορίες οδών. Επισημαίνεται ότι η απαίτηση για ορατότητα συνάντησης υπερκαλύπτεται από την απαίτηση για ορατότητα στάσης.
- Το μήκος ορατότητας για προσπέραση S_u πρέπει να διατίθεται σε επαρκές μήκος και στις δύο κατευθύνσεις σε όλες τις οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας με δύο λωρίδες κυκλοφορίας της ομάδας Α. Το μήκος της οδού όπου θα διατίθεται επαρκές μήκος ορατότητας για προσπέραση S_u επιλέγεται με βάση τον κυκλοφοριακό φόρτο, τη σύνθεση κυκλοφορίας, τις κατά μήκος κλίσεις, την ελικτικότητα και την επιδιωκόμενη κυκλοφοριακή ποιότητα. Αυτό το μήκος πρέπει κατ'ελάχιστο να είναι το 20-25% του συνολικού μήκους της οδού, με ομοιόμορφη κατανομή στο μήκος της οδού. Σε οδούς της ομάδας Β δεν είναι πάντα απαραίτητη η ορατότητα για προσπέραση S_u και μάλιστα ενίοτε μπορεί να είναι και ανεπιθύμητη. Σε αυτές τις περιπτώσεις εφαρμόζεται κατάλληλη σήμανση ακόμη κι αν διατίθεται τέτοιο μήκος. Αν το ποσοστό του μήκους της οδού με μήκος ορατότητας για προσπέραση S_u είναι μικρότερο από το ελάχιστο ποσοστό που προαναφέρεται και η τροποποίηση της χάραξης της οδού για λόγους προστασίας του περιβάλλοντος ή για λόγους οικονομίας είναι δύσκολη, τότε επιτρέπεται να επιτευχθεί η εξασφάλιση επαρκών μηκών ορατότητας για προσπέραση με κατασκευή πρόσθετων λωρίδων. Αυτά τα οδικά τμήματα λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό του ποσοστού του μήκους της οδού με επαρκές μήκος ορατότητας για προσπέραση.
- Το μήκος ορατότητας για απόφαση και για την ορατότητα σε περιοχές ισόπεδων κόμβων πρέπει να διατίθεται σε συγκεκριμένες θέσεις.

Σε κάθε περίπτωση πρέπει η μεταβολή (αύξηση ή μείωση) των μηκών ορατότητας που προαναφέρονται, να παρουσιάζει μία συνέχεια δηλαδή να γίνεται σταδιακά και όχι αιφνίδια και να ανταποκρίνεται στις επικρατούσες συνθήκες.

Σε όλο το μήκος της οδού πρέπει να εξασφαλίζεται η επαρκής ορατότητα και εποπτεία σύμφωνα με τα δεδομένα της τρισδιάστατης χάραξης της οδού.

Πίνακας 11-1: Οριακές τιμές των στοιχείων μελέτης οδών (οι τιμές που θα εφαρμοσθούν πρέπει να ικανοποιούν όλες τις προαναφερόμενες απαιτήσεις)

Στοιχεία μελέτης		Βλέπε §	Ομάδες οδών	Καθοριστική ταχύτητα	Οριακές τιμές μεγεθών των στοιχείων μελέτης σύμφωνα με την καθοριστική ταχύτητα [km/h] για V_e ή V_{85} (βλέπε στήλη 4)									
					50	60	70	80	90	100	110	120	130	
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Οριζοντιογραφία	Μέγιστο μήκος ευθυγραμμίας με σταθερή	max L [m]	7.1.2	A	V_e	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.600
	Ελάχιστο μήκος ευθυγραμμίας μεταξύ ομορρόπων καμπυλών	min L [m]	7.1.2	A	V_e	300	360	420	480	540	600	660	720	780
	Ελάχιστη ακτίνα καμπύλης σε εδάφη πεδινά λοφώδη και ορεινά κάθε είδους	min R [m]	7.2.2	A	V_e	80	125	180	250	330	420	530	650	790
				B	V_e	95	140	200	280	370	480	600	740	890
	Ελάχιστη παράμετρος κλωθοειδούς	min A [m]	7.3.2	A, B	V_e	30	40	60	80	110	140	180	220	260
Ελάχιστη ακτίνα καμπύλης για την εφαρμογή αρνητικής επίκλισης	min R [m]	9.3	A, B	V_{R5}	-	-	(700)	(1.000)	(1.500)	2.000	2.700	3.500	4.500	
					-	-	(800)	(1.200)	(1.700)	2.300	3.200	4.200	5.400	
Μηκτομή	Μέγιστη κατά μήκος κλίση σε εδάφη πεδινά λοφώδη ορεινά κάθε είδους	max s [%]	8.1.2.1	A	V_e	7,0	6,0	5,0	4,0	4,0	3,0	3,0	3,0	3,0
						8,0	7,0	6,0	5,0	5,0	4,0	4,0	4,0	4,0
						10,0	9,0	8,0	7,0	7,0	6,0	5,0	-	-
	Ελάχιστη κατά μήκος κλίση στην περιοχή στοροφής του οδοστρώματος	min s [%]	8.1.2.2	A, B	-	$S_{min} \geq 0,7\% [s - \Delta s \geq 0,0 \dots 0,2 \%]$								
						Ελάχιστη ακτίνα κυρτής καμπύλης* (1) (2)	min H_K [m]	8.2.2	A, B	V_e	800	2.000	3.000	4.500
-	3.000	4.500	6.200	8.500	11.000						15.000			
Ελάχιστη ακτίνα κοίλης καμπύλης*	min H_w [m]	8.2.2	A, B	V_e	1.350	1.900	2.500	3.300	4.200	5.200	6.300	7.500	10.000	
Διατομή	Ελάχιστη επίκλιση	min q [%]	9.1	A, B	V_{85}	2,5								
	Μέγιστη επίκλιση σε καμπύλες	max q_K [%]	9.2.1	A	V_{85}	8,0 (9,0) σε πεδινά εδάφη								
				B	V_{85}	7,0 σε λοφώδη και ορεινά εδάφη								
	Μέγιστη πρόσθετη κλίση οριογραμμών	max Δs [%]	9.4.2	A, B	V_e	0,50 α		0,40 α		0,25 α		0,20 α		
						2,0		1,6		1,0		0,9		
Ελάχιστη πρόσθετη κλίση οριογραμμών	min Δs [%]	9.4.2	A, B	-	0,1 α α [m] = απόσταση της οριογραμμής από τον άξονα περιστροφής									
Ορατότητα	Ελάχιστο μήκος ορατότητας για στάση s =	min S_h [m]	10.1.1	A, B	V_{85}	50	65	90	110	140	170	205	245	290
	Ελάχιστο μήκος ορατότητας για προσπέραση	min S_u [m]	10.1.3	A	V_{85}	-	475	500	525	575	625	675	-	-
	Ελάχιστο μήκος ορατότητας για απόφαση	min S_d [m]	10.3	A	V_{85}	190	230	280	320	360	400	450	500	550

* (με ορατότητα για στάση με s=0%)

(1) Οδοί με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας και διαχωρισμένης με I.K.

(2) Οδοί με διαχωρισμένες επιφάνειες κυκλοφορίας με A.K.

12. Διάδρομοι Ανάγκης Διαφυγής

Οι διάδρομοι ανάγκης διαφυγής κατασκευάζονται όταν επικρατεί έντονη κατωφέρεια σε μεγάλο μήκος της οδού. Σ' αυτές τις περιπτώσεις υπάρχει η πιθανότητα για τα φορτηγά οχήματα να απολέσουν την ικανότητα πέδησης και να βρεθούν εκτός ελέγχου με υψηλή ταχύτητα. Οι θέσεις κατασκευής των υπόψη διατάξεων συνήθως προσδιορίζονται από τα σχετικά συμβάντα ατυχημάτων.

Οι τύποι των διαδρόμων ανάγκης διαφυγής είναι :

- Βαρύτητας, που κατασκευάζονται ως διάδρομοι ανωφέρειας σχεδόν παράλληλα με το οδόστρωμα της οδού. Το μεγάλο μήκος και η μεγάλη ανωφέρεια τους μπορεί να παρουσιάζουν μεγάλα προβλήματα ελέγχου του οχήματος, όχι μόνο για τη στάση αλλά και την οπισθοδρόμηση μετά από τη στάση. Αυτός ο τύπος είναι ο ελάχιστος επιθυμητός.
- Αμμοθίνας, που κατασκευάζονται από σωρούς ασυμπύκνωτης ξηράς άμμου επί του διαδρόμου διαφυγής, συνήθως μήκους μικρότερου των 120 m. Η επιβράδυνση που επιφέρει στο όχημα η άμμος είναι μεγάλη, όμως η συμπεριφορά της άμμου μπορεί να επηρεάζεται από τις καιρικές συνθήκες. Ως εκ τούτου είναι κατασκευή ολιγότερο επιθυμητή από την ακολούθως αναφερόμενη κλίση συγκράτησης, όμως όταν υπάρχει περιορισμένος χώρος, αυτός ο τύπος μπορεί να είναι καταλληλότερος.
- Κλίση συγκράτησης, που κατασκευάζεται με πλήρωση του διαδρόμου με υλικό από χονδρόκοκκους, ελεύθερα αποστραγγιζόμενους, χάλικες. Ο τύπος αυτός σταματά το εκτός ελέγχου όχημα χάρις στην αυξημένη αντίσταση στην κύλιση, κατασκευάζεται δε ως ανωφέρεια για να συνεισφέρει και η δράση της βαρύτητας στη λειτουργία της αντίστασης στην κύλιση. Τέτοιοι διάδρομοι έχουν αποδειχθεί επιτυχείς ακόμη και με οριζόντια κατά μήκος κλίση, αλλά και ως κατωφέρεια.

Οι θέσεις κατασκευής των διαδρόμων διαφυγής ποικίλουν ανάλογα με τη μορφολογία του εδάφους, το μήκος της κατά μήκος κλίσης, και της γεωμετρίας της οδού. Οι βέλτιστες θέσεις είναι πριν από την κρίσιμη οριζόντια καμπύλη της οδού, κοντά στο χαμηλό σημείο της κατωφέρειας ή πριν από ένα σημείο υποχρεωτικής στάσης. Είναι επιθυμητό ο διάδρομος διαφυγής να αποχωρίζεται της οδού σε θέση ευθυγραμμίας της χάραξης, τουλάχιστον 5 km μετά από την αρχή της κατωφέρειας.

Το μήκος των διαδρόμων διαφυγής εξαρτάται από την ταχύτητα, την κλίση της κατωφέρειας, και τον τύπο του διαδρόμου που θα χρησιμοποιηθεί. Το ελάχιστο μήκος είναι 60 m. Ο υπολογισμός του μήκους γίνεται από την εξίσωση :

$$L = V^2 / [2,5 \cdot (W \pm s)] \quad (12-1)$$

Όπου :

L [m] = το μήκος στάσης

V [km/h] = η ταχύτητα εισόδου στο διάδρομο

W [m/s²] = η αντίσταση στην κύλιση

s [%] = η κλίση του διαδρόμου

Η ταχύτητα εξόδου από την οδό συνήθως δεν υπερβαίνει τα 145 km/h, και ως εκ τούτου προτείνεται αυτή η τιμή για τον υπολογισμό του L . Άλλες ταχύτητες μπορεί να χρησιμοποιούνται, όταν αυτές τεκμηριώνονται.

Η αντίσταση στην κύλιση ποικίλει ανάλογα με το υλικό επίστρωσης του διαδρόμου (βλ. Πίνακα 12-1).

Πίνακας 12-1 : Τιμές αντίστασης σε κύλιση

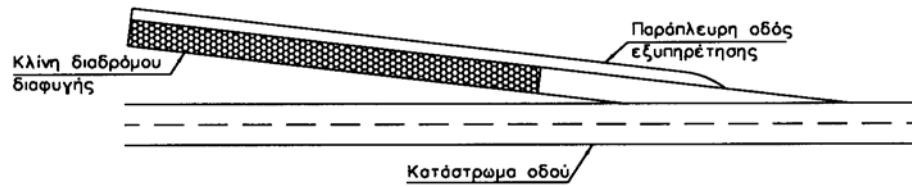
Υλικά	Τιμή W [m/s ²]
Ασφαλτικό οδόστρωμα	1
Οδόστρωμα σκυροδέματος	1,5
Οδόστρωμα αμμοχάλικου	1,2
Ασυμπύκνωτη στρώση	
- θραυστών χαλίκων	5
- άθραυστων χαλίκων	10
- άμμου	15
- Ασβεστολιθικές ψηφίδες (6-8mm)	25

Το πλάτος των διαδρόμων διαφυγής κατασκευάζεται ανάλογα με τις ανάγκες και είναι τουλάχιστο 8 m, ή για την περίπτωση χρήσης από δυο οχήματα, 12 m.

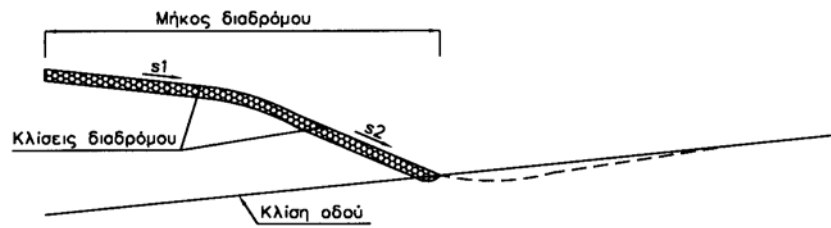
Στο τέλος του διαδρόμου, εφόσον το μήκος αυτού δεν επαρκεί, μπορεί να τοποθετείται και συσκευή απορρόφησης ενέργειας από την πρόσκρουση του οχήματος.

Παράλληλα με το διάδρομο διαφυγής κατασκευάζεται και οδός εξυπηρέτησης που χρησιμοποιείται από τα οχήματα ρυμούλκησης των εκτρεπομένων οχημάτων αλλά και για τη συντήρηση του διαδρόμου.

Η κατασκευή του διαδρόμου ανάγκης διαφυγής γίνεται είτε με ενιαία κατά μήκος κλίση (ανωφέρεια ή και κατωφέρεια) είτε με τμήματα διαφορετικής κλίσης (Σχήμα 12-1). Μέρος της έναρξης του διαδρόμου που βρίσκεται σε ανωφέρεια μπορεί να έχει ασφαλτικό οδόστρωμα ενώ η συνέχεια να επιστρώνεται με άλλο υλικό μεγαλύτερου συντελεστή αντίστασης στην κύλιση. Ο υπολογισμός του απαιτούμενου μήκους για κάθε τμήμα του διαδρόμου σε διαφορετικά χαρακτηριστικά κλίσης και υλικού επίστρωσης γίνεται χωριστά με την επίλυση ανάλογα ως προς V ή L της εξίσωσης (12-1).



Οριζοντιογραφία



Μηκοτομή

Σχήμα 12-1 : Τυπική σχεδίαση διαδρόμου ανάγκης διαφυγής

13. Βιβλιογραφία

1. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), "A Policy on Geometric Design of Highways and Streets", U.S.A., 1994.
2. Austrian Research Association for Transportation and Road Engineering RVS 3.23, "The New Austrian Guidelines for the Alinement of Roads, Alinement, Principles and Explanations", Vienna, 1981, Vol. 76.
3. Guidelines for the Design of Rural Roads (RAL) Part II : "Alinement (RAL-L-1)", German Road and Transportation Research Association, Germany, 1973.
4. Guidelines for the Design of Roads (RAS), Part : "Alinement (RAS-L)", Section 1 : "Parameters of the Alinement (RAS-L-1)", German Road and Transportation Research Association, Germany, 1984.
5. Γιώτης Απ., Ψαριανός Β., "Κανονισμοί Μελέτης οδών κατά RAS, RAS-L-1/1984", Αθήνα 1991
6. Swiss Association of Road Specialists (VSS), Swiss Norms SNV 640123 "Alinement, Superelevation Rates in Tangents and Curves", 1969, and 640100 "Elements of Horizontal Alinement", 1973.
7. Technical Recommendations for the General Design and Geometry of Roads, "Highway Design Guide (except for motorways)", Technical Guide August 1994 (Translation August 1995), document produced and distributed by : SETRA le Service d' Etudes techniques des Routes et Autoroutes, Centre de la Securite et des Techniques Routieres, France, 1995.
8. Durth W. and Lippold C., "Adjustment of the German Design Guidelines for the Alinement (RAS-L-1, 1984) to Newer Design Guidelines", Research Contract FE-No. 6.2.2/91 of the Federal Minister of Transportation, Technical University of Darmstadt, Department: Road Design and Road Operation, Darmstadt, Germany, 1993.
9. Durth W. and Beys-Kamnarokos G., "Comparison of the Guidelines for Road Design in the Countries of the European Community", Research Contract "Project Road Safety Year-Grant No. VII-B-336" of the Commission of the European Community, University of Darmstadt, Department : Road Design and Road Operation, Darmstadt, Germany, 1987.
10. Lamm R., Hayward J.C. and Cargin G., "Comparison of Different Procedures for Evaluating Speed Consistency", Transportation Research Record, U.S.A., 1986, Vol. 1100, pp. 10-20.
11. Lamm R. and Smith B.L., "Curvilinear Alinement : An Important Issue for a More Consistent and Safer Road Characteristic", Transportation Research Record, U.S.A., 1994, pp. 12-21.
12. Lamm R., Psarianos B., Guenther A.K., and Soilemezoglou G. "Interrelationships between Three Safety Criteria, Modern Highway Geometric Design, as well as High Risk Target Locations and Groups", The Third International Conference on Safety and the Environment in 21st Century, Lessons from the Past, Shaping the Future, Tel- Aviv, Israel, Proceedings Book, pp. 439-458, 1994.

13. Lamm R., Psarianos B., Choueiri E.M. and Mailaender T., "The Tangent as a Dynamic Design Element", Road and Construction (Strassen- und Tiefbau), Germany, 1995, Vol. 7/8 and 9, pp. 16-21, and 14-19.
14. Ψαριανός Β., "Προσδιορισμός Λειτουργικών Ταχυτήτων", Τμήμα Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, ΕΜΠ, 1994.
15. Ψαριανός Β., "Προσδιορισμός ενός Συστήματος Τιμών ως Κριτήριο Αξιολόγησης της Δυναμικής Κινήσεως Οχημάτων στην Ελλάδα", Τμήμα Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, ΕΜΠ, 1995.
16. Lamm R., Psarianos B., Soilemezoglou G. and Kanellaidis G., "Driving Dynamic Aspects and Related Safety Issues for Modern Geometric Design of Non-Built-Up Roads", Transportation Research Record, USA, 1996, No 1523, pp. 34-45.
17. Advice Note TA43/84 (para 2.3.4 Departures from standards), Dep. of Transport Highways and Traffic, UK.
18. Lamm R., et al., "Highway Design and Traffic Safety Engineering Handbook", McGraw-Hill 1999.
19. Durth W., et al, Darmstadt University of Technology, "Revised Design for Stopping Sight Distance", 2nd Int'l Symposium on Highway Geometric Design, June 2000, Mainz, Germany.
20. Fabro D. et al, Texas A & M University, "A New Stopping Sight Distance Model for use in Highway Geometric Design, August, 1995, Boston, USA.